



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**Curso de soldadura al arco con electrodo de tungsteno y
protección gaseosa**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTA:

ALVARO GONZÁLEZ VILLEGAS
JAVIER DE JESÚS CARIÑO LÓPEZ

ASESOR: M. en I. Sergio Martín Durán Guerrero

CUAUTITLÁN
IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

SUPERIOR CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTÉS FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

Curso de Soldadura al Arco con Electrodo de Tungsteno y Protección Gaseosa

Que presenta el pasante: ALVARO GONZÁLEZ VILLEGAS
Con número de cuenta: 31009470-2 para obtener el Título de la carrera: Ingeniería Mecánica Eléctrica

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 12 de abril de 2018.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Ing. Enrique Cortes González	
VOCAL	M. en I. Felipe Díaz Del Castillo Rodríguez	
SECRETARIO	M. en I. Sergio Martín Durán Guerrero	
1er. SUPLENTE	M. en I. Jesús García Lira	
2do. SUPLENTE	Ing. Trinidad Ramírez Flores	

NOTA: los suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

LMEF/vter*

Dedicatorias

A mis padres

Que a lo largo de mi vida han inculcado en mí diversas enseñanzas y valores, quienes han sido mi guía en mi trayecto de vida, apoyándome y observándome en los buenos y malos momentos, que con su ejemplo he podido recorrer este largo trayecto en base de palabras de aliento y alguna llamada de atención, logrando así denotar mis errores para poder llegar a ser quien soy en la actualidad, tomando en cuenta que siempre en el día a día podemos llegar a ser mejores, que el esfuerzo, la dedicación son partes fundamentales para avanzar en nuestro trayecto.

Gracias por su apoyo, cariño y comprensión son las personas que más amo, son mi ejemplo y los dos pilares en mi vida.

A mi padre Manuel Cariño, a mi madre Carmen López, a mi tía Enriqueta López quien, aunque ya no se encuentre a mi lado la llevo en mi corazón y mente.

A mis amigos con quienes compartí buenos momentos, desveladas por trabajos o exámenes y que juntos concluimos la carrera

A la Universidad Autónoma de México la facultad de estudios superiores Cuautitlán campo 4

Gracias

Javier de Jesús Cariño López

A mis padres

Que día a día se esforzaron por darnos a mis hermanas y a mí todas las herramientas para poder cumplir nuestras metas, hoy una de ellas. Los quiero y agradezco el infinito cariño que me han dado, lo cual me inspira para hacerlos sentir orgullosos en todo momento.

A mis hermanas

Que han sido parte esencial en mi desarrollo personal y escolar, ya que siempre he contado con su apoyo y cariño.

A mi prometida

Que con ella he encontrado el amor y apoyo incondicional, así como ánimo de ser mejor cada día para encontrar el éxito juntos. Te amo y agradezco que estés a mi lado.

A mis maestros

Que desde el primer día de mi vida escolar me ayudaron a encontrar el amor por aprender, a superarme cada día y de igual manera compartir lo aprendido con los demás.

Gracias

Alvaro González Villegas

Contenido

Objetivo.....	1
Contexto actual	1
Alcance	1
Prólogo	1
Capítulo 1	2
Introducción a la soldadura.....	3
1.1 Historia de la soldadura	3
1.2 Tipos de soldadura	4
1.2.1 Soldadura por arco	4
1.2.2 Soldadura por gas.....	9
1.2.3 Soldadura por resistencia.....	10
1.2.4 Soldadura por estado solido	12
1.3 Propiedades de los materiales	13
1.3.1 Propiedades físicas de los materiales	13
1.3.2 Propiedades mecánicas de los materiales	13
Capítulo 2	15
La soldadura TIG.....	15
2.1 Tecnología y equipamiento.....	16
2.1.1 Equipamiento para soldar	16
2.1.2 El gas de protección	17
2.1.3 Despiece equipo TIG (Antorcha)	17
2.2 Soldadura automática	21
2.2.1 Unidad de soldeo orbital de soldadura	22
2.2.2 Soldadura de blindaje TIG mecanizado	22
2.2.3 Soldadura TIG robótica.....	22
2.3 Materiales de aporte.....	22
2.4 Soldadura TIG en distintos metales	22
2.4.1 Aluminio	23
2.4.2 Soldadura de Cobre.....	27
2.4.3 Soldadura de aceros simples y baja aleación.....	28
2.4.4 Soldeo de aceros de fácil fresado.....	29
2.4.5 Aceros inoxidables.....	29

Capítulo 3	30
Proceso de soldeo	30
3.1 Uniones fijas de soldadura	31
3.1.1 Soldadura Falsa.	31
3.1.2 Soldadura por fusión.	31
3.2 Preparación de juntas	32
3.3 Selección del material de aporte.....	32
3.4 Aplicación de la soldadura TIG	32
3.5 Preguntas de proceso práctico.....	33
Capítulo 4	36
Verificación de soldadura.....	36
4.1 Pruebas destructivas para verificación de soldadura.	37
4.2 Pruebas no destructivas para verificación de soldadura.	39
Soldadura TIG de aluminio y aleaciones	99
Capítulo 5	43
Curso de soldadura TIG y resultados prácticos	43
5.1 Practica 1 (Conocimiento general del equipo de laboratorio, planta de soldadura TIG)	48
5.1.1 Introducción	48
5.1.2 Objetivo general	51
5.1.3 Objetivo particular	51
5.1.4 Material y equipo	51
5.1.5 Actividades previas.....	51
5.1.6 Procedimiento experimental	51
5.1.6.1.7 Conexión para la aplicación de soldadura STICK (SMAW).....	56
5.1.7 Cuestionario	62
5.2 Practica 2 Posición y principios de la soldadura TIG	63
5.2.1 Introducción	63
5.2.1.2 Componentes de la porta electrodos (ilustración 5.12)	63
5.2.2 Objetivo general	65
5.2.3 Objetivo particular	65
5.2.4 Material y equipo	65
5.2.5 Actividades previas.....	66

5.2.6 Procedimiento experimental	66
5.2.7 Cuestionario	73
5.3 Practica 3 Soldadura de aceros	74
5.3.1 Introducción	74
5.3.2 Objetivo general	77
5.3.3 Objetivo particular	77
5.3.4 Material y equipo	77
5.3.5 Actividades previas.....	77
5.3.6 Procedimiento experimental	77
5.3.7 Cuestionario	79
5.4 Practica 4 Soldadura TIG en aluminio y aleaciones.....	79
5.4.1 Introducción	79
5.4.2 Objetivo general	86
5.4.3 Objetivo particular	86
5.4.4 Material y equipo	86
5.4.5 Actividades previas.....	86
5.4.6 Procedimiento experimental	87
5.4.6 Cuestionario	89
5.5 Practica 5 Soldadura TIG en acero inoxidable.....	90
5.5.1 Introducción	90
5.5.2 Objetivo general	93
5.5.3 Objetivo particular	93
5.5.4 Material y equipo	93
5.5.5 Actividades previas.....	93
5.5.6 Procedimiento experimental	94
5.5.7 Cuestionario	96
5.6 Bibliografía general en uso del manual.....	97
resultados prácticos	100
Practica 1 Resultados y conclusiones.....	101

Objetivo

Como desarrolladores de este manual, tenemos diferentes objetivos. Tanto generales como personales. Entre los generales se encuentra el desarrollar un manual con el cuál los alumnos, maestros o cualquier persona interesada en el proceso de soldadura TIG, pueda aprenderlo de manera teórica-práctica.

Otro objetivo general que tenemos es el que este manual sirva como una referencia de gran utilidad en el tema del proceso de soldadura TIG, ya que éste está basado en la información de muchas fuentes bibliográficas, videográficas, cibergráficas y en los ejercicios prácticos que más adelante verán.

Como metas personales tenemos el de entregar un manual muy descriptivo para que el interesado en este tema pueda tener una idea clara al momento de realizar la parte práctica. Otro objetivo es el de desarrollar nuestras habilidades de investigación y desarrollo.

Contexto actual

En el laboratorio de manufactura de la facultad hay equipos de soldadura TIG que pueden servir a los alumnos con proyectos escolares, lo cual da una oportunidad a un manual para apoyarlos en el desarrollo de los mismos. Actualmente tenemos un equipo de soldadura TIG syncrowave 180, en esta máquina nos hemos basado para realizar la parte práctica del manual. En caso de tener un modelo distinto, se debe leer el manual de apoyo para el uso del mismo.

Alcance

El alcance de este trabajo es el apoyar a cualquiera que lo lea, alcanzar el conocimiento y habilidades necesarias para utilizar este proceso de unión en distintos materiales con plena consciencia de lo que está realizando.

Prólogo

Esperamos que disfrute de la amena lectura sobre el proceso de soldadura TIG que hemos desarrollado para todo aquel interesado en este tema, como redactores tuvimos como meta el realizar un texto claro y conciso. Utilizamos descripciones para que el lector tuviera una imagen clara del proceso en cada párrafo del texto.

De antemano agradecemos el tiempo que se toma para leer este trabajo.

Capítulo 1

Introducción a la soldadura



1.1 Historia de la soldadura

La necesidad de unir dos o más metales resultó ser la razón principal para la creación de un método para poder cumplir este requerimiento. La primera luz que halló el proceso de soldadura fue con el proceso de forjado. Este proceso se basaba en elevar la temperatura de los metales a unir y posteriormente ejercer presión uno sobre otro para unirlos.

Este proceso puede que haya tenido sus orígenes en la edad del bronce o la edad del hierro, se dice que un herrero llamado Glaukos que vivía en la ciudad de Khios, fue el creador de dicho método el cual fue el proceso de soldadura utilizado hasta finales del siglo XIX. Ya que iniciaron los descubrimientos de procesos de soldeo mediante gas, el proceso de Oxi-Hidrógeno fue un proceso muy utilizado; el cual consistía en una boquilla conectada a unos tubos que conducían el flujo de oxígeno e Hidrógeno.

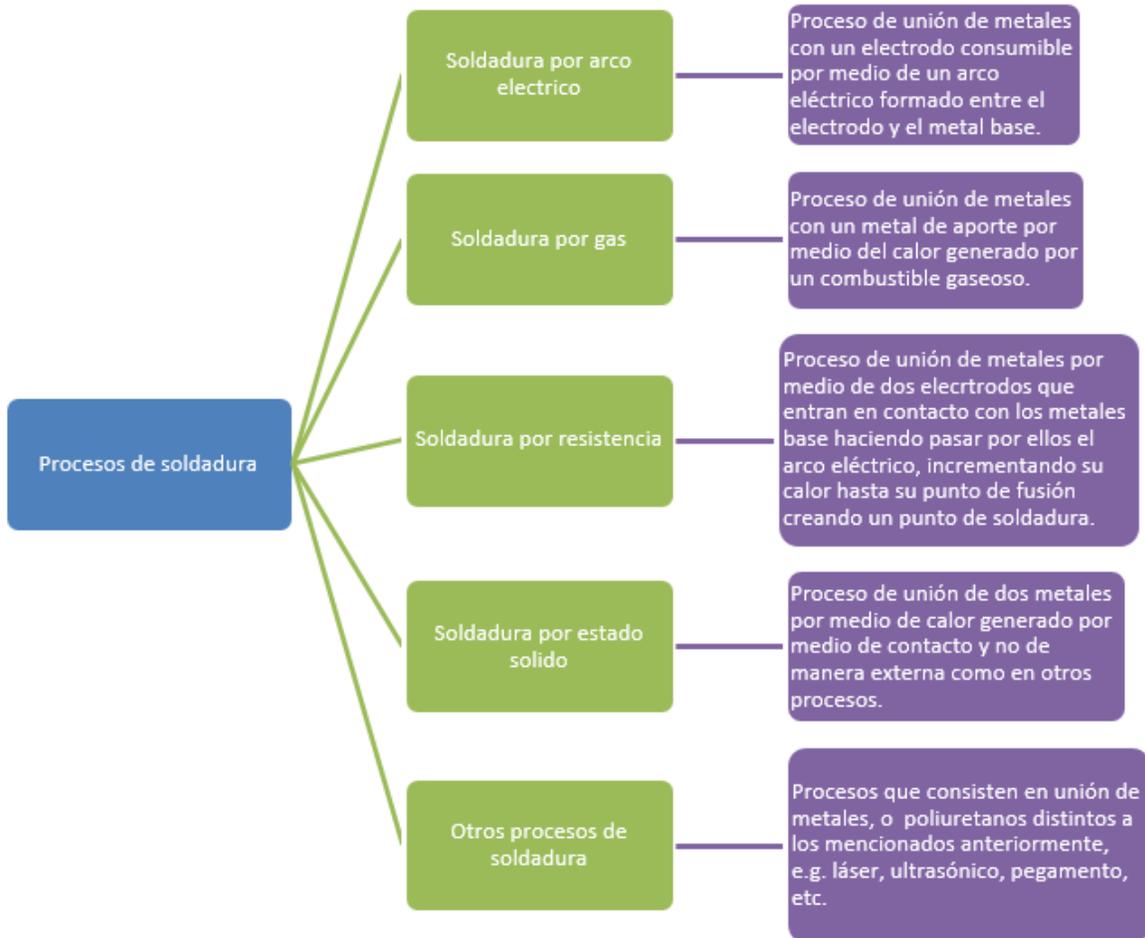
Tiempo después, el desarrollo del proceso de obtención de oxígeno para este tipo de soldadura y el descubrimiento de otro gas (Acetileno), llevaron al desarrollo de un nuevo método de soldadura llamado Oxi-Acetileno. Esta soldadura es utilizada en uniones de metales no ferrosos y corte de metales ferrosos.

Para finales del siglo XIX e inicios del siglo XX, el desarrollo del proceso de soldadura al arco tuvo lugar con N.V. Bernardos quién patentó la primera soldadora de este tipo. Posteriormente, El profesor Elihu Thompson inventó y patentó la primera soldadora por resistencia. La cual consistía en una bobina conectada a una fuente de poder con dos terminales a la salida, los cuales hacían pasar un arco eléctrico elevando la temperatura de los metales a su punto de fusión para unirlos.

La soldadura tuvo un desarrollo exponencial durante la primera y segunda guerra mundial (ver ilustración 1.1), ya que los soldados tenían que arreglar diferentes artefactos metálicos, los cuales sufrían daños tras las batallas; también las soldaduras se utilizaron para las uniones de partes para el área aero-espacial (los aviones caza y bombarderos).

1.2 Tipos de soldadura

El proceso de soldadura está conformado por distintos tipos (ver figura 1.1). Tanto para uniones metálicas como no metálicas.



*Figura 1.1 Mapa de procesos de soldadura
Los cuales tuvieron su mayor desarrollo en la primer y segunda guerra mundial.*

1.2.1 Soldadura por arco eléctrico

La soldadura por arco consiste en hacer pasar una cantidad de corriente mayor a la que el diámetro del electrodo puede soportar, esto crea el suficiente calor para elevar su temperatura a su punto de fusión y así depositar la soldadura en el área requerida.

Tipos de soldadura por arco

1.2.1.1.1 Soldadura con arco de carbón

Ésta es una de las formas más antiguas de soldar, el arco se establece entre un electrodo de carbón y el metal base; o bien entre dos electrodos de carbón se crea el arco eléctrico y posteriormente se alimenta el arco con el metal de aporte (ver ilustración 1.2).

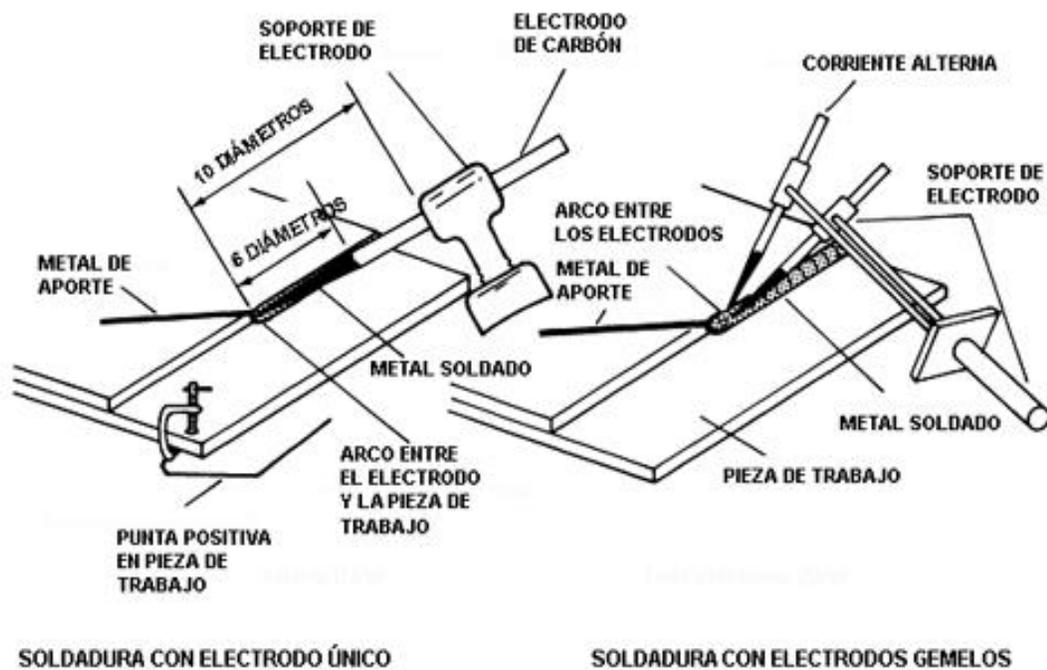


Figura 1.2 Proceso de soldadura con arco de carbón.

Fuente: Google images

1.2.1.1.2 Soldadura de arco metálico protegido Esta soldadura consiste en un electrodo revestido de fundente, el arco eléctrico pasa por el electrodo elevando su temperatura y fundiéndolo con el revestimiento, el cual tiene como fin proteger la soldadura de contaminantes, así como adicionar limpiadores y desoxidantes los cuales ayudan para refinar la estructura granular del metal de la soldadura (ver ilustración 1.3).

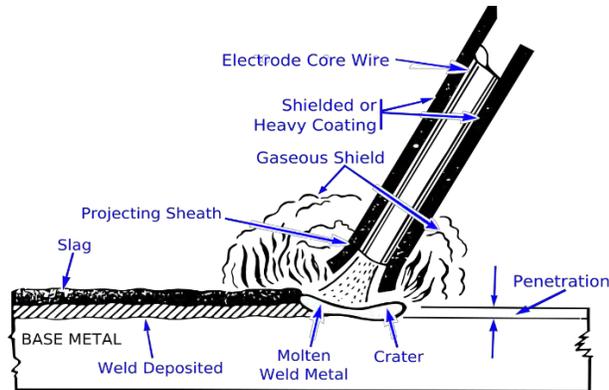


Figura 1.3
Soldadura de arco metálico protegido, el material de aporte tiene una cubierta de rutilo para proteger la zona donde se crea la fusión.
Fuente: Google images

1.2.1.1.3 Soldadura con arco metálico y gas

Este tipo de soldadura también conocido como soldadura MIG, consiste en una pistola por la cual sale el material de aporte, alimentado automáticamente, el cuál es protegido por un flujo de gas inerte. Este gas tiene como fin, el de evitar que se contamine el depósito e soldadura con el oxígeno o nitrógeno que se encuentra en el medio ambiente (ver ilustración 1.4)

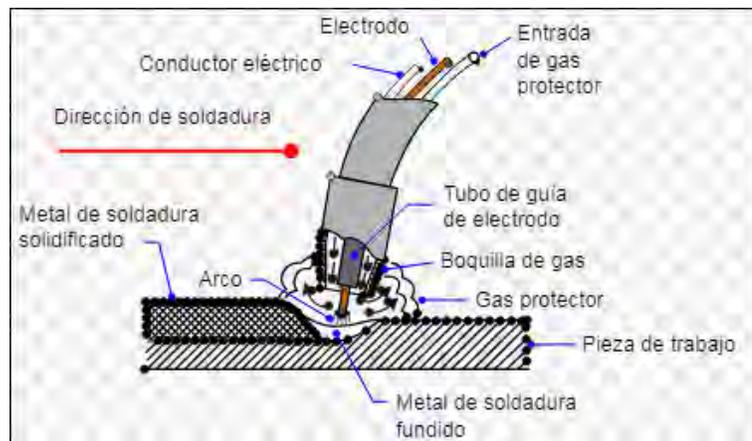


Figura 1.4
Soldadura con arco metálico y protección gaseosa, también conocido como proceso MIG
Fuente: Wikipedia

1.2.1.1.4 Soldadura de arco sumergido

Este proceso consta de uno o dos electrodos metálicos desnudos, los cuales crean un arco entre ellos; este arco está protegido con una cubierta de fundente granular (ver ilustración 1.5).

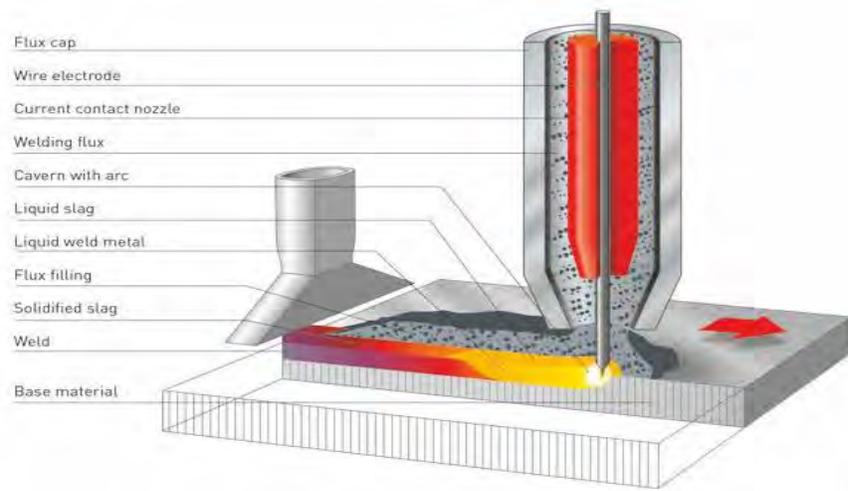


Figura 1.5

Proceso de soldadura con arco sumergido, consiste en crear un arco eléctrico mientras es protegido con un fundente granular.

Fuente: Wikipedia

1.2.1.4.1 Soldadura con arco de tungsteno y gas

Este proceso de soldadura consiste en un electrodo “inconsumible” de tungsteno, la corriente pasa por el electrodo de tungsteno creando un arco entre el electrodo y la pieza de trabajo. Entre el arco y la pieza de trabajo se alimenta el material de aporte de manera manual, el arco que se produce calienta el metal base y el material de aporte para realizar el cordón de soldadura en el área requerida (ver ilustración 1.6).

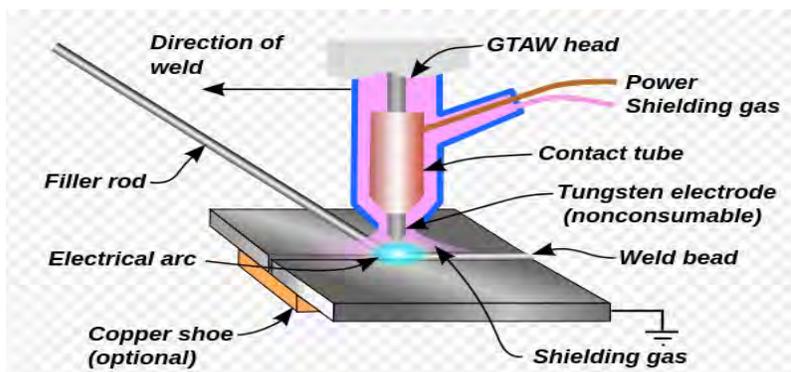


Figura 1.6

Soldadura al arco con electrodo de tungsteno y protección gaseosa, consiste en crear un arco con un electrodo no consumible protegido con un gas inerte y agregando un material de aporte.

1.2.2 Soldadura por gas

La soldadura por gas genera calor porque se quema una mezcla de gas y oxígeno en la boquilla de la tobera de un mechero de soldar, como resultante una temperatura muy elevada.

Por lo cual produce una fusión del material y la unión de los bordes de las piezas a unir. En distintos casos la soldadura por gas puede ser aplicado de distinto modo como sería emplearse material extra y un fundente en forma de polvos o pasta. Los polvos y las pastas neutralizaban el efecto del óxido metálico (la combinación del metal con el oxígeno, producida por la reacción química de un metal calentado en presencia del oxígeno del aire)

Que se forma siempre en la superficie de la soldadura. Con el óxido metálico la fundente forma de escorias vítreas, fácilmente solubles, que protegen el lugar de la soldadura contra adición del

oxígeno del aire y que después de la soldadura pueden quitarse fácilmente con el martillo. Otros polvos se evaporan o volatilizan después del trabajo de soldadura. Si se emplea una llamada normal (reductora), puede prescindirse de los polvos de soldar, ya que los óxidos metálicos se reducen en estas condiciones

1.2.2.1 Soldadura autógena

Se le denomina como soldaduras simples en el que es la unión de material se emplea de la composición distinta de la base, por cuya razón es frecuentemente denominada como soldadura autógena

En la soldadura autogena se utiliza dos procedimientos fundamentales

- a) Fusión únicamente del metal que se desea unir
de composición química analógica a la del metal base y que al enfriarse une las partes que hay para soldar.
- b) Adición de un metal de aporte
En este caso hay que aplicar energía en forma de presión, con el fin de facilitar la difusión de los átomos y la consiguiente ordenación del retículo, de modo que se unifiquen las dos partes.

El área de contacto de dos superficies planas, en realidad, es solo una fracción de 1:10.000 del área aparente. Ahora bien, la superficie de contacto aumenta si se produce una fricción o presión entre las dos caras, por deformación elástica o plástica de las rugosidades o asperezas. Puesto que la plasticidad de la superficie determina las áreas de contacto, estas no dependen solo de temperatura, si no también de tiempo y de la presión de contacto.

1.2.3 Soldadura por resistencia

La soldadura por resistencia (RW ilustración 1.7) es un grupo de procesos de soldadura por fusión que utiliza una combinación de calor y presión para obtener la Unión de las partículas en suspensión coloidal o de las gotitas de una emulsión para formar granos o gotas mayores; el calor se genera mediante una resistencia eléctrica dirigida hacia el flujo de corriente en la unión que se va a soldar.

Los principales componentes en la soldadura por resistencia; Los componentes incluyen piezas de trabajo que se van a soldar que, por lo general son piezas de lámina metálica, de dos electrodos opuestos y lo que sería un medio para aplicar presión destinado a apretar las piezas entre los electrodos y un suministro de corriente alterna desde el cual se aplica una corriente controlada.

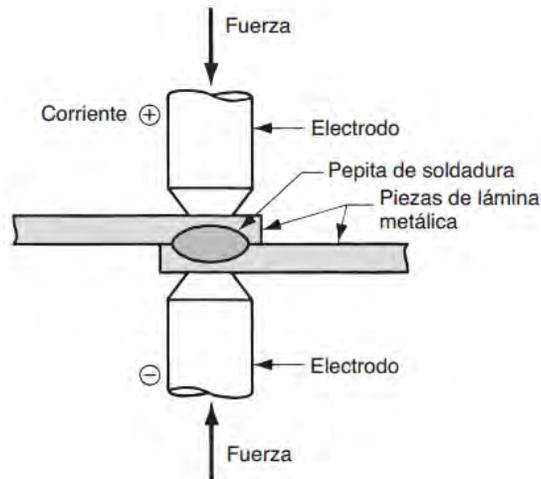


Figura 1.7
Proceso de soldadura por puntos, consiste en unir dos láminas acercando dos electrodos creando un arco el cual va a fusionar ambas láminas con un “nugget”
Fuente: Google images.

Cuya cuestión de operación produce una zona fundida entre las dos piezas, llamada una pepita de soldadura en la soldadura de puntos. A diferencia de otras formas para soldar la soldadura por resistencia no utiliza gases, protectores, fundentes o metales de relleno. En el que la operación consiste en pasar una carga por medio de los electrodos

La soldadura por resistencia se clasifica como un proceso de soldadura por fusión porque el calor aplicado provoca la fusión de las superficies de empalme.

Algunas operaciones de soldadura basadas en el calentamiento de una resistencia usan temperaturas por debajo del punto de fusión de los metales base, por lo que no ocurre una fusión.

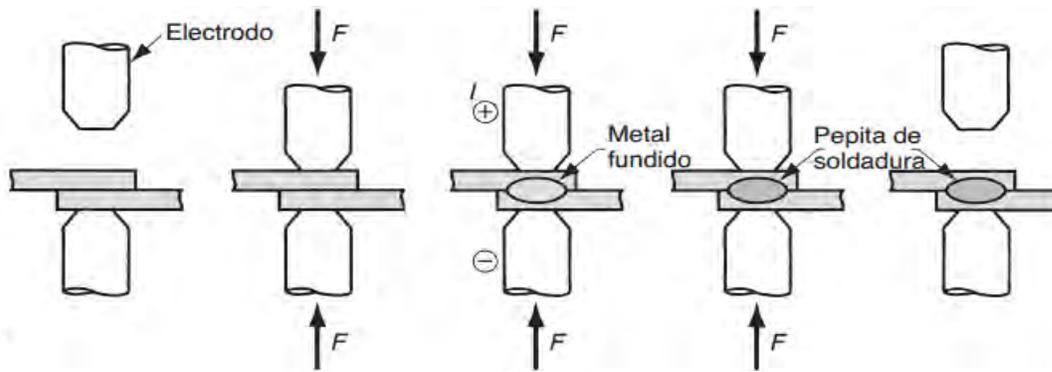


Figura 1.8 Proceso de soldeo por puntos

Fuente: Google images

2 Definición

Coalescencia: la Unión de las partículas en suspensión coloidal o de las gotitas de una emulsión para formar granos o gotas mayores

1.2.4 Soldadura por estado solido

Los procesos de soldadura de estado sólido se crean una unión metalúrgica con poca o ninguna fusión de los metales base. A fin de unir metalúrgicamente dos metales similares o diferentes, debe establecerse un contacto íntimo entre los dos metales para que sus fuerzas atómicas cohesivas se atraigan una a la otra.

En la soldadura de estado sólido, la coalescencia de las superficies de la pieza se obtiene

- 1) mediante presión solamente
- 2) por calor y presión.

Para algunos procesos de estado sólido, el tiempo también es un factor importante es decir que, si se usan calor y presión, la cantidad de calor por sí misma no es suficiente para producir la fusión de las superficies de trabajo.

En otras palabras, no ocurrirá la fusión de las piezas usando solamente el calor que se aplica en forma externa para estos procesos. Así como se presenta que la combinación de calor y presión o el modo particular en el que se aplica la presión sola, genera suficiente energía para producir acero caliente

1.3 Propiedades de los materiales

1.3.1 Propiedades físicas de los materiales

Son aquellas características de los materiales, las cuales podemos apreciar mediante nuestros sentidos (color, peso, volumen, etc.) y las que definen el comportamiento del material ante fenómenos físicos tales como los eléctricos, magnéticos y térmicos. Algunas de las propiedades físicas son:

- Peso específico y densidad

El peso específico es la cantidad de peso por unidad de volumen de un cuerpo y la densidad es la cantidad de masa que hay en una unidad de volumen.

- Conductividad calorífica

Es la capacidad que tiene un cuerpo de transmitir la energía calorífica a través de su materia.

- Calor específico

Es la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de un gramo de masa, un grado.

- Dilatabilidad

Es la capacidad de un cuerpo de aumentar su volumen al elevar su temperatura.

- Temperatura de fusión y calor latente

El calor latente de fusión es la cantidad de calor que absorbe un cuerpo para pasar a temperatura constante, del estado sólida al líquido.

El calor latente de solidificación es la cantidad de calor que se desprende del cuerpo para pasar a temperatura constante, del estado líquido al sólido.

- Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es la capacidad que un cuerpo tiene para permitir el paso de la corriente a través de su materia.

1.3.2 Propiedades mecánicas de los materiales

Son la resistencia que presentan los materiales frente a determinadas acciones exteriores de tipo mecánico. Básicamente se refiere al comportamiento que tienen los materiales al ser

sometidos a cargas de distintas índoles.

Algunas propiedades mecánicas son:

- Dureza

La dureza, en términos industriales, es la resistencia que presenta un material a ser penetrado por otro cuya forma y dimensiones están normalizadas.

- Elasticidad

Es la capacidad de un material de regresar a su forma original después de aplicársele una carga no superior a su límite proporcional.

- Plasticidad: Maleabilidad y ductilidad

Es la capacidad que tiene un material de adquirir una deformación permanente. La maleabilidad es la capacidad de un material a sufrir una deformación por medio de cargas de compresión, y la ductilidad es la capacidad de un material de sufrir una deformación por medio de cargas de tracción.

- Resistencia máxima

Es la capacidad de un material para soportar una carga máxima por unidad de superficie antes de romperse.

- Tenacidad

Es la capacidad que tienen los materiales de absorber energía antes de romperse.

- Fragilidad

Es la propiedad de un material de romperse sin sufrir deformación alguna previamente.

Capítulo 2

La soldadura TIG



2.1 Tecnología y equipamiento

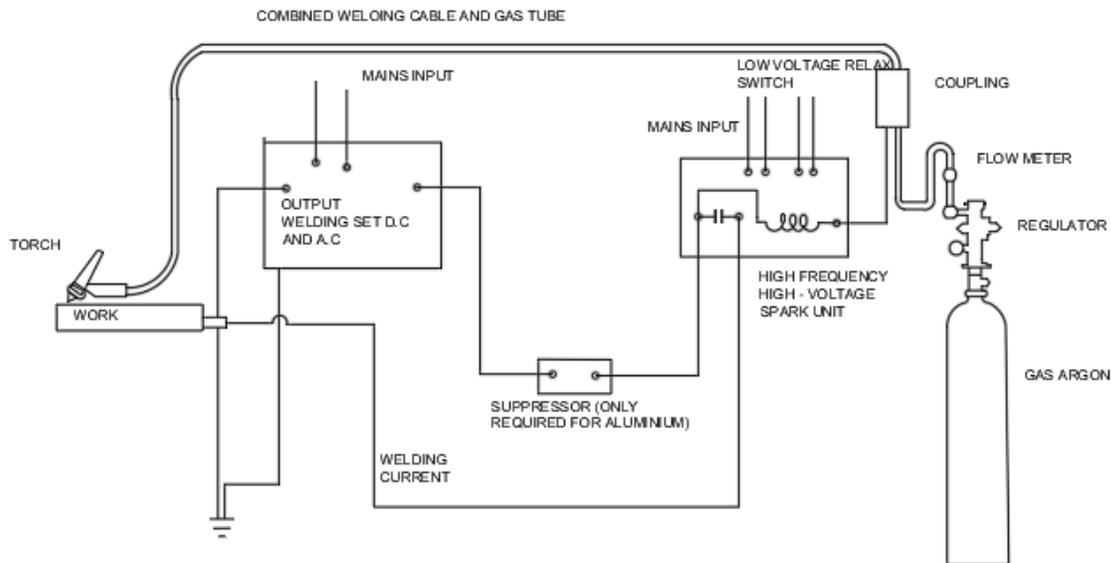
La soldadura TIG (por sus siglas en inglés: Tungsten Inert Gas), es un proceso de soldadura al arco que produce la coalescencia de los metales. Ésta consiste en un arco eléctrico producido entre la pieza a soldar y el electrodo, protegidos de la contaminación por un gas inerte (generalmente Argón o helio, o ambos).

Hay distintos métodos de aplicación: manual, semiautomático y automático. En este curso nos concentraremos en el método manual.

Se le llama método manual debido a que el operador manipula la antorcha y suministra el metal de aporte.

2.1.1 Equipamiento para soldar

El equipamiento consiste en el gas de protección, la soldadora y la antorcha TIG. La soldadura tiene un sistema donde se eleva la tensión y la corriente a la hora de ser conectada y encendida para el proceso (ver figura 2.1).



*Figura 2.1 Esquema de los componentes requeridos para soldadura TIG.
Fuente: Google images*

2.1.2 El gas de protección

La atmósfera y los gases de protección de la soldadura

La atmósfera, la cual es una mezcla compuesta principalmente por nitrógeno y oxígeno puede afectar la soldadura si no se ofrece una protección a la misma. El nitrógeno de la atmósfera es el principal elemento que la constituye con el 78.03% y el oxígeno es el segundo elemento con un 20.99%, el resto son gases inertes, hidrógeno y dióxido de carbono. El nitrógeno y el oxígeno afectan el proceso de soldadura, ya que fomentan la oxidación y la fragilidad en el cordón.

El gas más conocido para el proceso de soldadura TIG, es el argón. Aunque el Helio también es utilizado, éste consta de un mayor costo; por lo que el uso de este gas se limita a aplicaciones muy específicas.

El gas Argón

En 1882, Robert John Strutt comenzó una investigación sobre las densidades de los gases. Realizó una comparación entre el nitrógeno que obtenía a partir del amoníaco, con la que obtenía del aire; separo el oxígeno, el agua y el dióxido de carbono del mismo, pero no obtenía el mismo resultado.

Al ver esto, William Ramsay se ofreció a ayudarlo. En el nuevo experimento, descubrieron que había un gas desconocido en la mezcla. Para 1894, ambos científicos anunciaron su descubrimiento, y nombraron al gas “argón” que significa inerte.

El gas Helio

Este gas fue descubierto gracias al espectroscopio que desarrollaron Robert Wilhelm Bunsen y Gustav Robert Kirchhoff, en 1868 el astrónomo francés Pierre Jules César Janssen; viajó a la India para observar un eclipse total de sol y hacer un estudio espectroscópico de su cromósfera. Observó que alrededor del sol había una línea amarilla que lo rodeaba. Posteriormente el astrónomo inglés Sir Joseph Norman Lockyer, comprobó que esa línea no pertenecía a ningún elemento conocido, por lo que lo llamó “helio” (del griego Helios, sol).

Para 1895, se descubrió que el mineral uranio, al tratarlo con un ácido, desprendía el gas helio. Esto lo corroboró Lockyer al recibir la prueba física y estudiarla con su espectroscopio.

Este gas llega a la porta electrodos por medio de una manguera y ductos perfectamente manufacturados, ya que el flujo debe ser igual y constante en el electrodo para que la protección sea la adecuada en el cordón y el electrodo.

El gas inerte más usado es el de argón debido a que su costo es menor que el helio. El helio y el nitrógeno son utilizados en soldaduras especiales.

El argón

- La acción del arco es más silenciosa y suave.
- El encendido del arco es más suave.
- Preferible para soldar aluminio y magnesio.
- Costo bajo.
- Eficiente para la soldadura de metales diferentes.

El helio

- Proporciona menor zona afectada por el calor.
- Bueno para metales gruesos.
- Para soldar a altas velocidades.

2.1.3 Despiece de Antorcha TIG



*Figura 2.2 Piezas que componen la antorcha para soldadura TIG.
Fuente: Google images*

La antorcha TIG está compuesta por diferentes partes (ver figura 2.2). En este apartado se explica la función de cada parte:

Difusor

Existen cuatro tipos de toberas para la soldadura TIG, las de cerámica, metal, cuarzo fundido y de doble protección.

- a) Cerámica: De bajo costo y recomendada para el uso con corrientes de alta frecuencia para prevenir el daño por chisporroteo del metal.
- b) Metálica:
 - Deslizante: Bajas corrientes de soldadura.
 - Enfriadas por agua: Alta corriente de soldadura.
- c) Cuarzo fundido: Recomendable para ángulos de soldeo donde se pierda visibilidad, el interior de la tobera puede dañarse debido a los vapores que se producen cuando el electrodo se contamina.
- d) Doble protección: Permite que un gas fluya alrededor del electrodo para proteger al depósito de soldadura recién formado.

Cuerpo de la boquilla

Se utiliza para ajustar la boquilla al mango.

Mango

Es la parte de la antorcha por la cual manipula el soldador el proceso de soldeo.

Boquilla o porta electrodo

Es el componente que sujeta el electrodo de tungsteno, este no es simplemente para sujeción, sino que también es el componente que transmite la corriente al electrodo de tungsteno.

Electrodo

Este proceso de soldeo utiliza un electrodo que “no es consumible”. Los electrodos son fabricados de tungsteno o aleaciones del mismo. Los aleantes pueden ser: Torio, zirconio, cerio, lantano.

Tabla 2.1 Designación de color a electrodo de tungsteno en base a elemento aleante.

AWS	Color	Elemento Aleante	Oxido	% de Oxido
EWP	Verde	-	-	-
EWCe-2	Naranja	Cerio	CeO ₂	1,8-2,2
EWLa-1	Negro	Lantano	La ₂ O ₃	0,8-1,2
EWLa-1.5	Oro	Lantano	La ₂ O ₃	1,3-1,7
EWLa-2	Azul	Lantano	La ₂ O ₃	1,8-2,2
EWTh-1	Amarillo	Torio	ThO ₂	0,8-1,2
EWTh-2	Rojo	Torio	ThO ₂	1,7-2,2
EWZr-1	Marron	Zirconio	ZrO ₂	0,15-0,40
EWG	Gris	No especificado	No especificado	No especificado

Punta

Es la parte posterior que ajusta al electrodo a la distancia requerida. Ésta puede ser larga o corta, esto dependiendo del espacio disponible en la zona para soldeo.

Manómetro

Este es el aparato de medición para calibrar la presión que va a tener el gas para que llegue al electrodo y dé protección a la soldadura y enfríe el electrodo. Generalmente la presión que debe tener el gas es de 20 psi.

Equipo de protección personal

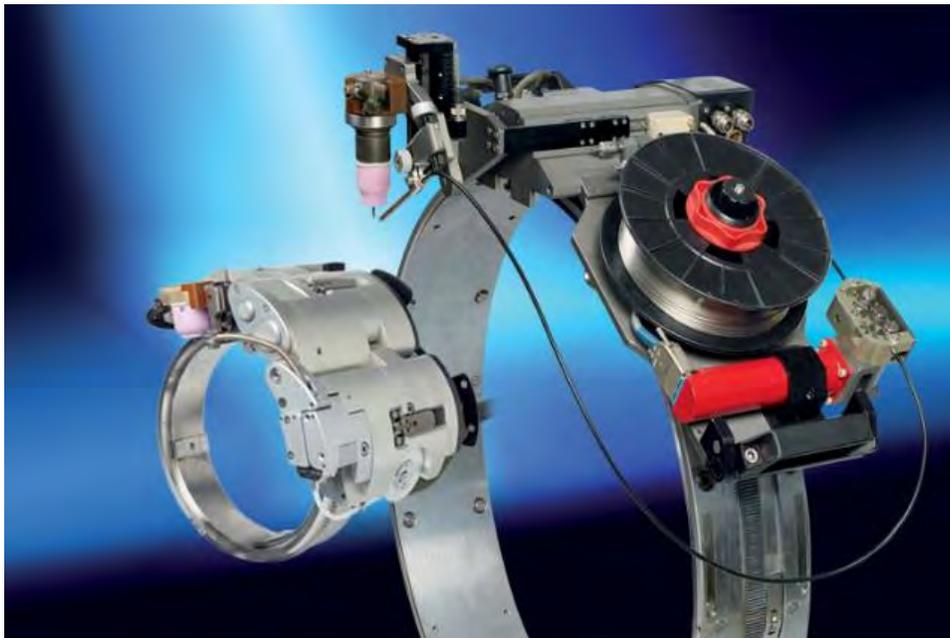
- Guantes de carnaza
Éstos dan protección a las manos para evitar quemaduras en el proceso o al manipular el objeto a soldar.
- Overol
Éste protegerá el cuerpo de quemaduras.
- Bata o camisola
El propósito de la bata o camisola es el de cubrir los brazos de quemaduras.
- Lentes de seguridad
Los lentes protegerán a los ojos de que les caiga escoria de la soldadura.

- Careta para soldar
La careta protegerá la cara de quemaduras por la soldadura y los ojos de los rayos UV que emite el proceso.
- Botas de seguridad
Protegerá los pies del chisporroteo del metal durante el proceso.

2.2 Soldadura automática

La soldadura automática TIG, no es muy común en la industria debido a que es más lento comparado con la soldadura MIG, este proceso consiste en que tanto la antorcha como el material de aporte son manejados de manera automática por medio de servomotores y un sistema de control.

Para la soldadura automática TIG, la antorcha tiene un sistema de enfriamiento con agua. Puede estar montado en un carro que se mueve a lo largo de un riel o puede estar montado en una pluma. El cabezal tiene un panel de control para el arranque, y la antorcha tiene movimiento vertical y horizontal.



*Figura 2.3
Imagen de equipo orbital para soldadura TIG, utilizado para soldeo de tuberías. Google
images*

2.2.1 Unidad de soldeo orbital de soldadura

Ésta puede operar con una fuente de alimentación estándar y habilita las uniones circunferenciales automáticas, la velocidad es ajustada por un regulador de transistores y la velocidad del alimentador por un regulador de tiristores.

2.2.2 Soldadura de blindaje TIG mecanizado

El arco de este proceso oscila entre 6 y 25 mm de ancho, se agregan pequeñas cantidades de Hidrógeno al gas de protección para proporcionarle más consistencia al depósito de soldadura. Esta unidad puede ser adaptada a trabajos en plano.

2.2.3 Soldadura TIG robótica

La soldadura TIG ha sido añadida a este sistema robótico, con dos manipuladores. El proceso consiste en que un manipulador sostiene la pieza a soldar y el otro manipulador aplica el cordón de soldadura.

2.3 Materiales de aporte

La selección del metal de aporte adecuado depende de la composición y las propiedades mecánicas del metal base que se está soldando.

Dichos materiales pueden venir en longitudes de 36” o en carretes.

Selección del metal de aporte

Generalmente el metal de aporte que se selecciona el mismo que el metal base, ya que de esta forma se respetan las propiedades mecánicas del mismo.

Los factores para seleccionar el metal de aporte son:

- Propiedades de la resistencia a la tensión y al impacto del metal base.
- La composición del metal base.
- El espesor y la forma de las ensambladuras soldadas con el metal base.
- Condiciones de servicio y/o especificaciones.

2.4 Soldadura TIG en distintos metales

El proceso de soldadura TIG, generalmente está destinado a soldar metales no ferrosos y ferrosos con bajo contenido de carbono.

A continuación, se explicará el proceso en distintos materiales, la preparación del metal, la selección del material de aporte, el tipo de conexión recomendada, el afilado del electrodo ideal, el electrodo adecuado y medidas de seguridad en el proceso.

2.4.1 Aluminio

El descubrimiento del aluminio tuvo sus orígenes en 1825 cuando el científico Hans Christian Oersted preparó una amalgama de aluminio, al hacer reaccionar el potasio con el cloruro de aluminio. Posteriormente se realizaron distintos descubrimientos de métodos para obtener el aluminio de manera más barata, hasta que llegaron al método que consiste en disolver el aluminio en criolita (Fluoruro de Aluminio y sodio Na_3AlF_6), y electrolizar esa mezcla para obtener el aluminio puro, siendo el método más barato para la obtención del mismo.

El aluminio es un material abundante en el planeta, el cuál fue comercializado en gran escala a finales del siglo XIX. El aluminio funde a los 660°C, y se evapora a los 1800°C, es un metal que tiene afinidad al oxígeno y posee buena conductividad térmica y eléctrica.

Las características térmicas del aluminio deben ser consideradas al soldar, ya que tiene un alto coeficiente de expansión y tiende a absorber los gases que los procesos de soldadura utilizan como protección. Los procesos más utilizados para soldar aluminio son: TIG, MIG, Oxi-acetileno, arco metálico y la soldadura por resistencia. El tipo de proceso de soldeo a utilizar depende de factores tales como la experiencia del soldador y el tipo de trabajo a realizar.

El aluminio tiene alta ductilidad y resistencia a la corrosión, por eso es usado altamente en las industrias. Hoy en día el aluminio se utiliza mucho en la industria automotriz y alimenticia, debido a su costo, peso y ductilidad, entre otros factores.

El aluminio se clasifica en tres grandes grupos: Aluminio puro comercial, el cual tiene una pureza del 99%. Aleaciones de forja, los cuales contienen uno o más elementos de aleación y poseen una resistencia a la tracción mayor que el aluminio puro. Y las aleaciones de moldeo, se emplean para la obtención de piezas fundidas, se debe tener precaución al soldar este tipo de aluminio ya que se pueden perder las propiedades mecánicas alcanzadas por el tratamiento térmico.

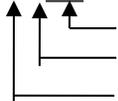
La siguiente tabla sirve para reconocer el tipo de aleación de aluminio en base a su número designado:

*Tabla 2.2 Tabla para designación de número para aleaciones de Aluminio.
Chart: Técnica y práctica de la soldadura*

Designación del aluminio y aleaciones de forja		
Elemento de aleación más importante		Número
Aleaciones de aluminio, clasificadas por grupos según su elemento de mayor contenido	Cobre	2xxx
	Manganeso	3xxx
	Silicio	4xxx
	Magnesio	5xxx
	Magnesio y Silicio	6xxx
	Zinc	7xx
	Otros elementos	8xxx
<i>Tabla 16-1("Técnica y práctica de la soldadura", Giachino, Weeks, Ed Reverté S.A.</i>		

El aluminio con la pureza más alta (99%), se indica con el número "1" al inicio 1xxx. Las últimas dos cifras del número indican el porcentaje de pureza adicional al de 99%. Ejemplo: 1x30, el número 30 indica que el porcentaje total de pureza del aluminio es del 99.30%. La segunda cifra indica el grado de control de impurezas individuales.

2xxx



Sirven para identificar las diferentes aleaciones dentro de cada grupo

La segunda cifra indica si se hizo alguna modificación en la aleación original.

La primera cifra indica el elemento principal de aleación de aluminio.

Esta tabla nos ayudará en la selección de material de aporte al momento de utilizar el proceso TIG.

Para el proceso de soldeo para el aluminio se recomienda el uso de Corriente continua polaridad directa (para formar la punta esférica), corriente directa polaridad inversa o corriente alterna con encendido de alta frecuencia, ya que sirve para formar un arco más estable junto con el gas argón. El electrodo para soldar aluminio debe ser de tungsteno puro o con zirconio, con la punta esférica; para obtener esta forma en el electrodo, se introduce un electrodo sin filo en el porta electrodos de tungsteno. Una vez hecho esto, la fuente de poder en modalidad de corriente directa, electrodo en positivo, se enciende la corriente y se aumenta gradualmente la intensidad. Durante este proceso se forma la esfera en el electrodo de tungsteno. La zona donde se realizará

el cordón debe de ser limpiada de manera química o mecánica. La manera mecánica consiste en una lija o un cepillo con cerdas de acero inoxidable.

La selección del metal de aporte se debe basar en el principal elemento de aleación, y de la propiedad que se requiera aumentar. Por ejemplo: Para una aleación de aluminio 5052, el elemento principal de aleación es el Magnesio. Por lo tanto, si quiero aumentar la resistencia utilizo el metal de aporte ER5356, el cual tiene el Magnesio como el mayor en % en peso (con 4.5-5.5), si quiero aumentar la ductilidad debo utilizar un material de aporte ER5654; éste tiene como principales aleante el Magnesio y el Cromo, etc. La siguiente tabla es una referencia para la selección del metal de aporte en base al aleante principal y la propiedad deseada.

Tabla 2.3 Opciones de materiales de aporte para aleaciones de aluminio en base a la propiedad que se quiere mejorar.

Tabla: Soldadura al arco con electrodo de tungsteno y protección gaseosa

Metal base	Propiedad deseada				
	Resistencia	Ductilidad	Juego de color después del anodizado	Resistencia a la corrosión	Menor <u>tendencia al agretamiento</u>
1100	4043	1100	1100	1100	4043
2219	2319	2319	2319	2319	2319
3003	4043	1100	1100	1100	4043
5052	5356	5654	5356	5554	5356
5083	5183	5356	5183	5183	5356
5086	5356	5356	5356	5356	5356
5454	5356	5554	5554	5554	5356
5456	5556	5356	5556	5556	5356
6061	5356	5356	5654	4043	4043
6063	5356	5356	5356	4043	4043
7005	5039	5356	5039	5039	5356
7039	5039	5356	5039	5039	5356

Selección del material de aporte Aluminio en función de sus propiedades.

El precalentamiento en la parte a soldar se deberá realizar si y sólo si, la pieza se encuentra a una temperatura menor igual que -10°C, o si la pieza es de dimensiones muy grandes, ya que éstas disipan el calor rápidamente. Algunas aleaciones de aluminio con magnesio no deberán ser

sometidas a un precalentamiento debido a que se reducirá su resistencia al agrietamiento corrosivo por esfuerzos.

Para los casos de las siguientes aleaciones de aluminio, se debe ser cuidadoso al soldar con este procedimiento ya que son de una soldabilidad limitada: 2014, 2017, 2024, y 7075. Ya que son aleaciones bonificables, con el Cobre y el Zinc como principales aleantes respectivamente. Las aleaciones bonificables son aquellas que tienen un elemento aleante, el cual la solubilidad del mismo en aluminio aumenta con la temperatura, estas aleaciones pueden ser tratadas térmicamente para aumentar la resistencia.

2.4.1.1 Recomendaciones para la soldadura del aluminio

Tipo de electrodo. Electrodo de tungsteno puro o con zirconio.

Posición de soldadura. Se puede realizar en cualquier posición, pero la más recomendable es la horizontal.

Corriente de soldadura. Corriente directa con polaridad invertida o corriente alterna.

Preparación de bordes. Dar forma de la junta según la función requerida, la limpieza de la zona donde se debe realizar la soldadura, debe ser limpiada química o mecánicamente. Puede ser limpiada con una lija o con un cepillo de acero inoxidable.

Cebado del arco. El encendido puede ser con alta frecuencia, la cual solamente con acercar el electrodo, éste ya puede crear el arco entre el mismo y la pieza de trabajo. Otra forma es realizar un pequeño contacto entre el electrodo y la pieza de trabajo, de forma que el electrodo no se quede pegado a la misma. Hay una tercera técnica, la cual consta de utilizar el material de aporte como el medio de contacto entre la pieza y el electrodo.

Técnica operatoria. El arco formado deberá ser lo más corto posible, una vez que se visualiza la “charca” (la gota de material fundido debido al arco) del material base se puede iniciar el proceso de soldeo con el material de aporte. La técnica más sencilla para realizar el cordón es seguir una línea recta en la junta mientras se alimenta el arco con el material de aporte.

Limpieza final de la soldadura. Debido a que la escoria que se produce debido al proceso de soldadura, la cual es muy corrosiva, se debe usar un cincel y un cepillo de cerdas de acero inoxidable para realizar la limpieza adecuada de la pieza.

2.4.2 Soldadura de Cobre

Hay dos tipos de cobre comercial: Sin desoxidar y desoxidado.

- Sin desoxidar

Es un cobre de alta pureza (99.9%) el cual, al estar expuesto a altas temperaturas tiende a perder ductilidad y resistencia debido a que el óxido se va a los límites de grano en la estructura del cobre. Así también el cobre absorbe monóxido de carbono e hidrógeno, los cuales al reaccionar con el óxido libera vapor de agua y dióxido de carbono. La presión provocada por éstos ocasiona que se cree presión entre los granos provocando fisuras en la estructura.

- Cobre desoxidado

Para dejar libre de oxígeno el cobre, se utiliza fósforo o cualquier otro desoxidante. “Al no contener óxido de cobre, el material queda con mejores cualidades de resistencia a la fatiga y con un mejor comportamiento en frío” (Metales no férreos).

- El cobre y sus aleaciones

El cobre puede alearse con Zinc para latones, Fósforo para bronce fosforosos, Aluminio para bronce al aluminio, Berilio para cobres al berilio, Níquel para platas al níquel. Estos procesos son soldables por medio del proceso TIG, aunque los de mayor soldabilidad son los cobres desoxidados como los bronce al silicio y los níqueles al cobre. Lo que se debe tener en cuenta al soldarlos es el material de aporte que se seleccionará en base a sus principales aleantes y sus propiedades mecánicas.

Los cobres más difíciles de soldar son los cobres con mayor contenido de Zinc y el cobre con 99.9% de pureza. El primero debido a que tiene una mayor tendencia al agrietamiento a causa de que el zinc tiende a evaporarse a altas temperaturas. El cobre electrolítico (cobre sin desoxidar: elevado grado de pureza) al soldarse tiene problemas de porosidad, debido a lo mencionado antes, la presión ejercida por los vapores que se generan se crean fisuras entre los granos de la estructura.

Para la soldadura de cobres al berilio, los electrodos más recomendados son los toriados o zirconizados, así como hay que tener en cuenta el uso de una máscara para gases, lentes de

seguridad (para evitar que los gases afecten la visión) y realizar el proceso en un área totalmente ventilada.

Para el proceso de soldeo del cobre y sus aleaciones generalmente se utiliza una conexión de electrodo negativo con corriente continua y el gas de protección argón para secciones delgadas y gas helio o argón-helio para las secciones más gruesas.

La soldadura TIG se emplea principalmente para secciones de hasta 1/8" (3.2mm), así como para reparar soldaduras y fundiciones. Para mayores espesores se recomienda el uso de la soldadura MIG.

2.4.3 Soldadura de aceros simples y baja aleación.

Este proceso no es el más usado para unir aceros, pero si es útil. Los tipos de acero que se llegan a soldar con este proceso son: aceros dulces, aceros baja aleación, los aceros tratables térmicamente y los aceros al cromo-molibdeno. La soldabilidad del acero depende mucho del porcentaje del carbono en el mismo, ya que mientras más contenga en su aleación más tenderá a agrietarse. Para evitar este tipo de agrietamiento se utilizan el precalentamiento y el postcalentamiento del acero.

Los aceros que no requieren de precalentamiento son aquellos con un porcentaje de carbono menor a .2%, los que requieren el precalentamiento son aquellos que tienen un contenido de carbono mayor a .2% y menor a .6%. Los que tienen un contenido de carbono mayor o igual a .6% son aceros de alto contenido de carbono los cuales no son sometidos a este proceso, a menos que sea muy requerido, debido a que estos aceros tienden a agrietarse en frío.

El tipo de conexión que se usa es el de CCEN, y con corriente alterna, pero con la singularidad de este tipo de corriente (CA) se utiliza para el soldeo de lámina, ya que el calor generado en el proceso es menor que con la corriente directa. El tipo de gas o mezcla de gases puede ser argón o argón-hidrógeno, la segunda con la intención de obtener una mejor humedad en el depósito de soldadura obteniendo una mejor forma del cordón de soldadura.

Para seleccionar el material de aporte de los aceros de bajo carbono y baja aleación, se debe tomar en cuenta la resistencia a la tensión. Para soldar aceros tratables se debe tomar en cuenta la composición química con la intención de no afectar este proceso al realizarlo.

2.4.4 Soldeo de aceros de fácil fresado

Estos aceros contienen porcentajes de azufre, fósforo, selenio, o plomo. Esto permite que el acero sea de fácil mecanizado, ya que estos elementos son de menor dureza. El problema de estos elementos es que tienen un punto de fusión muy bajo, en comparación de los aceros, lo que impide que la soldadura de este acero sea sencilla. Esto se debe a que en el momento en que se alcanza el punto de fusión del acero, los elementos ya están en fase líquida; esto provoca que el acero al enfriarse los elementos de aleación continúe en esta fase por lo que recubren los límites de grano del acero provocando el agrietamiento caliente en la soldadura. Para evitar en lo más posible este efecto, se debe utilizar un material de aporte que contenga una gran cantidad de manganeso, el cual dará los mejores resultados posibles.

2.4.5 Aceros inoxidable

En general los aceros inoxidable pueden soldarse con este proceso, pero hay un tipo de aceros inoxidable que es de difícil soldeo, este tipo de aceros inoxidable son los que tienen altos contenidos de azufre y silicio, o los que tienen un alto contenido de carbono (303, 416, 416Se, 430F, 430FSe y 440).

El elemento principal en los aceros inoxidable es el cromo y éste está en un porcentaje mayor a un 11% en la aleación. Los tres tipos de aceros inoxidable que pueden soldarse son los austeníticos, martensíticos y los ferríticos.

Capítulo 3

Proceso de soldeo



3.1 Uniones fijas de soldadura

Generalmente los productos terminados ofrecidos por distintas compañías están hechos de distintos componentes. Imaginemos el automóvil, el producto final es el conjunto de distintos componentes tales como poliuretanos, aceros, aluminios, cerámicos, etc. El proceso de unión consiste en remaches, tornillos, tuercas, pasadores y por soldadura.

Las uniones fijas son aquellas que una vez realizadas no permiten la separación de las piezas unidas, a menos que se destruya el elemento de unión o se recurra a procesos excesivamente complicados. En este caso hablaremos de las uniones soldadas. La soldadura es un tipo de unión fija que se logra mediante la elevación de temperatura en la zona de unión de los componentes del ensamble a realizar.

3.1.1 Soldadura Falsa.

Este tipo de soldadura consiste en la unión de dos piezas de igual o distinta naturaleza por medio de un metal llamado “*metal de aporte*”, el cual tiene un punto de fusión menor que las piezas a unir y se aplica en la zona de unión de las piezas. En este tipo de soldadura existen dos subtipos: soldadura blanda y soldadura fuerte.

Soldadura blanda. Es el proceso de unión de dos piezas mediante calor y un material de aporte que se funde a una temperatura por debajo de los 427°C, y por debajo del punto de fusión de las piezas a ser soldadas.

Soldadura fuerte. Es el proceso de unión de dos piezas mediante calor y un material de aporte que se funde a una temperatura por encima de los 427°C, y por debajo del punto de fusión de las piezas a ser soldadas.

3.1.2 Soldadura por fusión.

La soldadura por fusión es el procedimiento de unir dos metales donde el material base se calienta a una alta temperatura superando su punto de fusión, entonces se aprovecha su estado líquido para unir las piezas implicadas incluyendo el material de aporte.

3.2 Preparación de juntas

Para realizar una unión soldada de calidad se requiere que el soldador prepare las piezas a soldar. El primer paso es la limpieza de la pieza, ya que se debe evitar que el cordón de soldadura se contamine con impurezas en el metal base porque estas impurezas provocan fragilidad en el cordón de soldadura. Una vez limpia la zona de aplicación de soldadura, el siguiente paso es el elegir un tipo de junta en base al material a soldar, la aplicación de la pieza y el requerimiento de penetración de la soldadura. Hay distintos tipos de junta, entre los cuales están: en escuadra, en V, de bisel, en U, en J, conicidad-V, conicidad-bisel y rebaje para junta soldada. Cuando se dice que la aplicación de la pieza es uno de los factores para elegir la junta para la unión, es porque las piezas están sometidas a distintos tipos de carga e.g. si la pieza va a ser sometida a cargas de compresión, las juntas ideales son aquellas que permiten una penetración completa. Estos tipos de juntas se pueden preparar por medio de maquinado o esmerilado, y corroborando que se deja en dimensiones requeridas de separación de raíz o profundidad de la junta.

3.3 Selección del material de aporte

La selección del metal de aporte adecuado depende básicamente de la composición química del metal base que se está soldando, esto es debido a que se quiere mantener las propiedades que tiene el metal base (afectar en lo mínimo a la aleación de la pieza a soldar). Una vez que se toma en cuenta esto, también se debe considerar la aplicación que va a tener, porque generalmente el metal de aporte no está conformado sólo del elemento principal del metal base, sino que pueden variar los elementos que lo conforman.

3.4 Aplicación de la soldadura TIG

La aplicación de la soldadura TIG es muy amplia debido a su versatilidad en el área de trabajo, a su precisión y a la menor área de calentamiento en la zona de soldadura.

Entre las aplicaciones se encuentran:

- La soldadura de tuberías industriales.
Se utiliza esta soldadura en esta área debido a que tiene una máxima perforación y evita que se produzcan perforaciones. Estas soldaduras son de alta calidad y bajo costo.
- Construcción y reparación en instalaciones nucleares.

Se utiliza en esta área debido a su control preciso, para evitar la corrosión en varillas de combustión, y para evitar que se produzca torsión en las áreas soldadas debido a que el área de calentamiento es menor que en otros procesos.

- Embarcaciones.

Se utiliza debido a los materiales delgados que se utilizan en diferentes partes de los barcos. La soldadura que se utiliza para los materiales más gruesos es la soldadura MIG.

- Soldadura en aeronaves.

Se utiliza debido al tipo de materiales que se utilizan, entre éstos están, el aluminio, titanio, acero de baja aleación, maraging, magnesio, níquel y superaleaciones. Las partes que generalmente sueldan son el fuselaje, cajas de motor, ruedas de aterrizaje, entre otras.

- Troqueles de forma.

Se aprovecha este tipo de soldadura para troqueles de forma para piezas de dimensiones pequeñas, o grandes, pero con un área pequeña que arreglar.

3.5 Preguntas de proceso práctico

- ¿Cómo conecto la planta de soldar?

La mayoría de estas fuentes de poder operan a 230 o 460 Voltios. La conexión se debe realizar en un sistema fase simple a 60 Hz.

- ¿Cómo conecto el gas inerte a la planta de soldar?

El gas argón debe conectarse con un manómetro y una manguera que irá conectada a la antorcha para protección del depósito de soldadura y enfriamiento del electrodo de tungsteno. Los electrodos se conectarán con polaridad directa o inversa, dependiendo del requerimiento.

1.- Primero se debe apagar la máquina antes de realizar cualquier instalación.

2.- Abrir ligeramente la válvula del tanque para que sople el polvo del de la misma.

4.- Conectar el manómetro al tanque de gas.

5.- Conectar manguera al manómetro y a la soldadora.

6.- El flujo usado en este proceso de soldeo es de 20 ft³/hr.

- ¿Cómo conecto el manómetro al sistema del gas de protección?

Se tiene que usar cinta teflón para evitar fugas en el área de unión, una vez conectado al tanque de gas inerte se conecta la manguera a la antorcha.

- ¿Cómo afilo el electrodo de tungsteno?

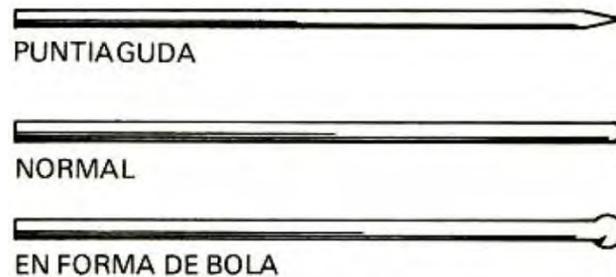


Figura 3.1 Tipos de afilado de electrodos. Imagen: Instituto Hobart: Soldadura al arco con electrodo de tungsteno y protección gaseosa

Hay tres formas de afilado de un electrodo de tungsteno, extremo hemisférico, extremo abalonado y extremo puntiagudo.

- a) Extremo hemisférico: Se usa para electrodos de tungsteno puro o zirconiados, con corriente alterna baja.
- b) Extremo abalonado: Se usa para electrodos de tungsteno puro o zirconiado, con corriente alterna baja, debido a que, si se usa una corriente muy alta, el mismo se consumirá demasiado rápido. Este afilado del electrodo no debe exceder 1-1/2 veces el diámetro del electrodo.
- c) Extremo puntiagudo: Este afilado se usa en electrodos de tungsteno toriado, con conexión de polaridad directa. Este sirve para soldar en áreas restringidas.

El afilado del electrodo con extremo puntiagudo debe realizarse en un esmeril de banco, y la punta del mismo no debe exceder 2-1/2 veces el diámetro del electrodo con sentido longitudinal para permitir el paso de la corriente.

- ¿Cómo ajusto el electrodo a la boquilla?

Una vez afilado el electrodo, se retira el capuchón y se inserta el electrodo. La punta del electrodo no debe sobresalir de la tobera más de tres veces el diámetro del mismo (la distancia que hay de la punta del electrodo a la tobera se denomina extensión del electrodo), y se coloca nuevamente el capuchón ajustándolo.

- ¿Cómo realizó los ajustes en la máquina?

Para realizar los ajustes de la máquina se debe tomar en cuenta el metal base, el grosor y función de la pieza a soldar. Se puede realizar una conexión de AC, ACHF, DCEN, o DCEP. Basado en una soldadora TIG Syncrowave 180 SD, se encuentra una palanca en la cual se selecciona el tipo de corriente, alterna o directa. En el caso de la directa se puede seleccionar entre conexión de electrodo positivo o negativo.

- ¿Qué posición debo tomar al soldar?

En el proceso de soldeo, existen dos ángulos importantes al realizar el cordón, el primero es el ángulo de trabajo, el cual es el ángulo que toma el electrodo para realizar el arco y permitir la visibilidad al soldador. Y el segundo ángulo es el de avance, el cual se utiliza para ir fundiendo el metal de aporte, estos ángulos permitirán que el cordón de la soldadura sea más uniforme.

- ¿Cómo realizo el cordón de soldadura?

Una vez realizados la conexión y los ajustes, se conoce el metal base a soldar, se tiene el material de aporte y se tiene el electrodo afilado de manera correcta se puede proceder a ello. Hay distintas formas de crear el arco para realizar el cordón. El primero es tocar el metal base con el electrodo y separarlo unos 3mm aprox. del metal base, el siguiente método se utiliza si es una corriente de alta frecuencia. Se mantiene a una distancia corta del metal base, esperando que inicie el arco, ya que la corriente en alta frecuencia ayuda a saltar el espacio entre el electrodo y el metal base. El último método para crear el arco consiste en utilizar el material de aporte como medio para la corriente, al instante en que se crea el arco se retira el material de aporte iniciando así el proceso de soldeo.

- ¿Cómo reconozco cuál es el metal base que debo soldar?

Hay distintos métodos para reconocer el metal base si se desconoce el mismo, el más popular consiste en tomar una muestra del metal base y desgastarlo en el esmeril. El color de la chispa que se produzca y la forma en que se desgasta el mismo ayuda a reconocer la aleación del mismo. Otra forma de reconocerlo es por medio de la flama. Se toma un pedazo del metal base, se coloca en ácido sulfúrico unos minutos, y posteriormente se coloca en una flama.

Capítulo 4

Verificación de soldadura



4.1 Pruebas destructivas para verificación de soldadura.

Estas pruebas se utilizan en juntas que no van a ser utilizadas debido a que el requerimiento mínimo de esta prueba es el de mutilar la junta soldada para realizar la respectiva prueba. Sin embargo, estas pruebas sirven para conocer el comportamiento que va a tener la soldadura en el momento de la aplicación.

- Resistencia a la tracción

El ensayo estándar E-8 de la ASTM, indica que la probeta para el ensayo de tracción debe de tener secciones mayores en los extremos y una sección reducida en medio. La longitud de trabajo debe de ser de 50 mm (2 pulgadas). En el equipo de ensayo de tensión se sujeta dicha muestra en unas mordazas fijas y unas móviles. Posteriormente se ajusta un extensómetro, el cual mide la tensión en la probeta.



Figura 4.1 Probeta de soldadura para la prueba de tensión.

Fuente: Tesis “Estudio de factibilidad para la recuperación de piezas metálicas por medio de soldadura por arco eléctrico”

Una vez encendida la máquina, el cabezal móvil comienza a alejarse del cabezal fijo, mientras sujeta un extremo de la probeta, para crear tensión en el cuerpo de la probeta; simultáneamente la computadora que está conectada a la máquina, realiza la gráfica en base a la elongación de la probeta y la fuerza aplicada. Por lo que la probeta, debe tener una unión de soldadura dentro de la distancia de la sección más delgada de la misma para realizar la prueba y conocer el comportamiento del material una vez soldado.

- Doblez guiado

Esta es una prueba para conocer si el cordón de soldadura está bien realizado, ya que se someta a un esfuerzo de tensión y uno de compresión en ambos lados de la probeta. En ambas áreas, la probeta es estudiada para saber si hay grietas en la misma.

- Resistencia al impacto

Se realiza una probeta soldada con una ranura en “v” de un lado para realizar la prueba Charpy. La cual consiste en sostener la probeta con el lado ranurado del lado contrario al área en la cual va a suceder el impacto del martillo. El impacto del martillo será medido con una escala que indica la fuerza que se requirió para fracturar la probeta.

- Dureza

Esta prueba consiste en que tanto penetra el indentador de la máquina de medición de dureza (en este caso Rockwell); el indentador tiene una forma esférica o de cono y es de material de Diamante. Se aplica una fuerza en la probeta en la que se desea medir la dureza del material, generalmente se realizan distintas mediciones para alcanzar una mayor confiabilidad de los resultados, que en este caso es el área soldada.

- Ataque y observación macroscópica, y microscópica

Este consiste en cortar la pieza a la mitad y realizar un proceso de pulido y ataque en dicha superficie. Para poder observar la estructura resultante post-soldeo. Se tiene que lijar la superficie y posteriormente darle un acabado de pulido tipo espejo. Una vez hecho esto se procede a realizarle un ataque químico a dicha superficie con la intención de revelar la estructura, ya que el ácido con el que se realiza dicho ataque afecta principalmente a los límites de grano mostrando así la estructura que forman.

4.2 Pruebas no destructivas para verificación de soldadura.

El objetivo de este capítulo es el de enseñar al alumnado que las pruebas no destructivas son muy útiles, ya que hoy en día las industrias tienen una visión de reducir costos y aumentar producción. Lo que evita el uso de pruebas destructivas para corroborar que el cordón se encuentra bien realizado.

- Inspección visual

Antes de realizar cualquier prueba, destructiva o no destructiva, se debe realizar una inspección visual en el cordón. Ya que esta inspección nos permite saber si en principio fue bien hecha (lo que nos permite pasar una prueba con mayor valor), o en caso de que el cordón tenga un aspecto visual malo o deplorable, da pauta a rechazarla desde un inicio evitando así perder tiempo en una inspección que claramente va a resultar negativa.

Los aspectos visuales que se deben tomar en cuenta al realizar la inspección visual son:

- 1) Dimensiones, tamaño y contorno del cordón: Para determinar esto, se utiliza un escantillón, preparado para las dimensiones requeridas.
- 2) Apariencia: Ésta debe marcarse en las especificaciones del cordón.

3) Defectos superficiales tales como: grietas, poros, traslapes, socavados, etc.: Para poder realizar esta inspección es necesario realizar la limpieza con un cepillo de acero inoxidable o con chorro de arena. Esto permitirá visualizar el cordón de manera más clara.

- Líquidos penetrantes

Antes que nada, esta prueba se aplica en materiales no porosos, magnéticos y no magnéticos. Este método permite detectar discontinuidades (grietas) superficiales, aunque no sean perceptibles a simple vista. Consiste en la penetración por capilaridad de un líquido en las fallas abiertas a la superficie. Pero ¿a qué se refiere con la capilaridad?, *la capilaridad es una propiedad de los líquidos que, puestos en contacto con una superficie, suben o bajan de ésta.*

El primer paso es limpiar la superficie en la cual se requiere la inspección, se aplica el líquido penetrante en la superficie en la cual se desea conocer si hay discontinuidades, posteriormente se retira el exceso y se aplica el líquido revelador, el cual hace reacción con el primer líquido extrayéndolo de donde se retuvo. De este método de inspección hay dos variedades: los visibles a la luz natural y los visibles con luz ultravioleta. El área debe estar extremadamente limpia, y debe abarcar hasta una pulgada más allá de la zona a inspeccionar. Se debe tener cuidado al aplicar estas sustancias en aceros inoxidables y aleaciones de níquel porque los compuestos de cloro y azufre afecta el metal.

- Partículas magnéticas

Este método localiza discontinuidades superficiales y subsuperficiales en materiales ferromagnéticos. Consiste en que un material magnetizado presenta en sus extremos sus polos positivo y negativo; cualquier discontinuidad entre los extremos presentará polos, y éstas pueden detectarse con partículas magnéticas finas.

- Radiografía

Este método consiste en la absorción de una radiación penetrante que, cada material bajo prueba tiene en forma específica. Cuando la radiación atraviesa una placa sana de espesor uniforme se registra en una placa fotográfica. Cualquier presencia de una grieta, poro o inclusión alterará la imagen homogénea de la radiografía. Los rayos pueden ser rayos X, o rayos Gamma.

- Ultrasonido

Es una técnica de inspección en piezas metálicas que se utiliza para detectar: grietas, laminaciones, fracturas, poros, cavidades, falta de fusión, falta de penetración, etc. Consiste en el uso de ondas de sonido de alta frecuencia a un material, las cuales viajan por el material y son reflejadas por las superficies anterior y posterior registrándose en una pantalla dos picos que corresponden a estos reflejos, si hay un defecto, aparece un reflejo extra que se registra en la pantalla, como pico entre los dos anteriores.

- Corrientes circulantes

Consiste en generar una corriente circulante de manera longitudinal en el metal que, en el cual se quiere probar el cordón de soldadura. Por medio de una bobina se hace circular una corriente alterna para crear este campo, y al final del tubo se mide la corriente comparándola con otra corriente generada por una bobina distinta y sin variaciones. Si la corriente circulante varía con la de la bobina base. Las ventajas de esta prueba son: bajo costo, inversión de tiempo mínimo, y se puede utilizar para cualquier tubería de cualquier diámetro.

- Réplicas metalográficas

Esta prueba no destructiva consiste en observar a través de un microscopio metalográfico, la microestructura del material en la cual se realizó el cordón de soldadura para reconocer si la composición resultante es frágil. El proceso consiste en pulir el área que se desea analizar en el microscopio, primero se debe lijar de manera perpendicular cada vez que se cambia el grosor de lija. De la más gruesa hasta la más fina, una vez que se alcanza un acabado superficial fino se procede a pulir la zona con pasta de diamante para lograr el acabado tipo espejo. Posteriormente se aplica un reactivo que permite observar la microestructura por el microscopio.

El funcionamiento de un microscopio metalográfico

El microscopio metalográfico se utiliza para observar la microestructura de un metal. Funciona en base a la incidencia de la luz en la probeta pulida, ésta a su vez es reflectada hacia un prisma alineado al lente por el cual se puede observar dicha estructura.

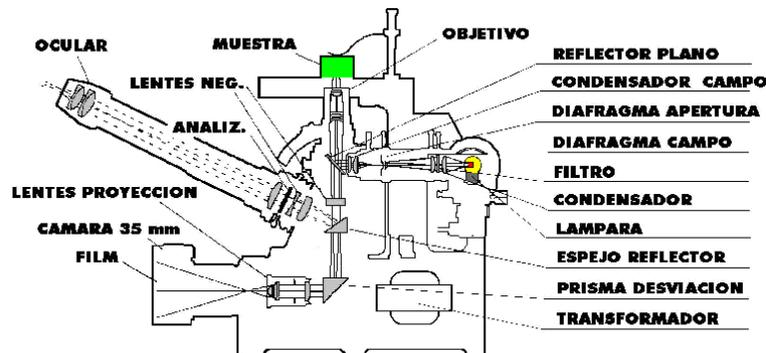


Figura 4.2 Componentes de microscopio metalográfico.

Fuente: Google images

- Dureza

Esta prueba se utiliza cuando la dureza es un factor crítico en la soldadura, existen diferentes métodos para conocer la dureza de la unión de soldadura, entre ellos está la prueba de golpe. El cuál consiste en que se da un golpe con un martillo a una esfera que está intermedia entre la superficie por probar y una barra metálica de dureza conocida.

- Pruebas en productos terminados

Hay distintas pruebas que se aplican en el producto final que requirió de un proceso de soldadura para arreglarlo o simplemente es un proceso requerido para obtener dicho producto. Las tres principales pruebas son: a) Prueba de carga, b) Prueba hidrostática, c) Prueba de fuga. El primero se utiliza en elementos estructurales, se le coloca una carga en un punto específico preestablecido por diseño. El segundo se utiliza en tuberías, tanques o esfera. Estos recipientes son llenados de agua y se someten a presión. El tercero y último, consiste en llenar el recipiente soldado con aire a presión dentro del mismo. Después se introduce en un recipiente lleno de agua, si hay presencia de burbujas en el mismo, quiere decir que hay una fuga.

Capítulo 5

Curso de soldadura TIG y resultados prácticos



INTRODUCCIÓN

Los procesos de soldadura son ampliamente utilizados dentro de la industria por lo que es necesario conocerlos debido a que es un proceso de fijación en donde se unen dos o más piezas de materiales como metales o termo plásticos, que pueden llevarlos a cabo desde procesos de soldadura simples hasta procesos de soldadura especiales, haciendo una fundición de materiales o colocando material de aporte, Dentro de los procesos de soldadura hablaremos especialmente de lo que es la soldadura TIG un proceso el cual se utilizan ampliamente debido a sus amplios beneficios que se le pueden llegar a dar.

Por lo que en este manual observaremos distintas aplicaciones de los procesos de soldadura y los factores de intervención que pueden llegar a causarnos desperfectos. En este manual de prácticas realizaremos el estudio de la planta para soldar. Así como distintas pruebas para su aplicación.

OBJETIVO GENERAL

La aplicación práctica de los conocimientos teóricos en la que nos lleva a comprender mejor cada aspecto. El objetivo con este curso es el de llegar a comprender de una forma teórica-práctica este proceso, para dar al alumno la capacidad de desarrollar dicho conocimiento.

OBJETIVOS DEL CURSO EXPERIMENTAL

El desarrollo a futuro de la aplicación del proceso de soldadura tig es un proceso industrial en el que se requiera aplicar, por ello es importante el conocimiento del mismo y su aplicación para un desarrollo adecuado en distintas actividades. Se requieren personas capacitadas y con cualidades; la finalidad de este curso es preparar a distintos grupos de personas las cuales podrán desarrollar un trabajo de calidad, así como alcanzar una preparación el cual permita nuevas oportunidades a futuro.



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
SECCIÓN MECÁNICA
REGLAMENTO PARA EL LABORATORIO DE
MANUFACTURA**

1. Este reglamento rige para toda persona que trabaje o requiera de utilizar las instalaciones y el equipo disponible en el Laboratorio de Manufactura.
2. Las maquinas, herramientas y en general los equipos disponibles se utilizarán principalmente para la docencia, esto es, para la práctica de los laboratorios correspondientes a las asignaturas de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista que corresponden a esta área, así como labores de mantenimiento del mismo laboratorio
3. Las maquinas, herramientas y en general los equipos disponibles podrán utilizarse para otros fines como son: Tesis, Proyectos de Investigación, Servicio Social y apoyo a otras áreas del Departamento de Ingeniería o de la FESC. En tal caso se le deberá solicitar por escrito al Jefe de Sección Mecánica del Departamento de Ingeniería, quien dará el cualquier otro uso constituirá una violación
4. El almacén de herramental y el de consumo será área restringida a cualquier persona, y el encargado del almacén es el responsable.
5. El usuario que solicite herramienta y/o equipo deberá llenar previamente el vale correspondiente, firmarlo y entregarlo acompañado de su credencial al encargado del almacén, en caso de material combustible, el vale deberá ir firmarse por el profesor del grupo.
6. Las prácticas no podrán iniciar si no está presente el Profesor del grupo correspondiente y deberá respetarse el horario asignado a cada práctica.
7. Durante la realización de la práctica, el profesor del grupo correspondiente será responsable del buen uso que se les dé a los equipos de los equipos por parte de los usuarios, deberá vigilar la seguridad de los mismos. Además, los grupos (profesores y usuarios) serán supervisados por el jefe del Laboratorio, por el Responsable Académico Laboratorio o por aquella persona que ellos designen.
8. Cuando un usuario o un grupo de usuarios destruyan o extravíen herramienta o algún instrumento utilizado durante su práctica tendrán que reponerla a la menor brevedad posible. Si finaliza el Semestre y no se hubiera dado la reposición, no tendrán derecho a la calificación correspondiente y no podrán derecho a las calificaciones correspondientes y no podrán tramitar constancia de no adeudo de material cuando lo requieran.

9. Al finalizar la práctica, los usuarios realizarán la limpieza de las máquinas utilizadas, así como de su área circundante.
10. Su durante una práctica, o uso de equipo en el taller, el Profesor tuviera que retirarse por alguna causa fortuita, la clase tendrá que terminar. Los alumnos usuarios no podrán trabajar sin la presencia de su Profesor, asesor de tesis o servicio social.
11. Cualquier desperfecto o anomalía encontrada al operar las máquinas, deberá comunicarse al Jefe de Laboratorio y/o al responsable del Laboratorio, el jefe del Laboratorio será el encargado del mantenimiento y reparación correspondiente y el mismo informará a Profesores y Usuarios de la suspensión temporal para la utilización de la máquina averiada.
12. Al finalizar la jornada de trabajo, la última persona, ya sea Profesor o Trabajador Administrativo, será responsable de verificar que luces, puertas, cerraduras e interruptores se encuentren en condiciones de seguridad.
13. En el caso de accidente, dar aviso de inmediato al Servicio Médico de la Facultad y reportado al jefe de laboratorio, al responsable de Laboratorio, al jefe de la sección Mecánica y/o al jefe del departamento de ingeniería.
14. A cualquier persona que se presente a trabajar en estado inconveniente, bajo los efectos del alcohol o de sustancias psicométricas, se le prohibirá el acceso, y en caso necesario, se avisará a vigilancia.
15. Asesorías continuas a los alumnos que lo soliciten. Dentro de los horarios de los Profesores.
16. El funcionamiento del almacén sea lo más efectivo posible, y no se interrumpa durante las prácticas de lunes a viernes.
17. Que los Profesores, Personal y Usuarios Administrativos sean respetuosos del reglamento del Taller, por su propia seguridad.
18. Que los profesores cumplan con sus actividades que les corresponden y sus horarios de práctica se respeten.
19. Cualquier asunto no previsto en el presente reglamento, será decidido por el jefe de la Sección Mecánica y/o el Jefe de Departamento de Ingeniería.

Instrucciones para la elaboración del reporte

Los reportes deberán llevar tener la portada que se indica a continuación

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUATITLÁN**

Laboratorio de: _____ grupo: _____

Profesor: _____

Alumno: _____

Nombre de práctica: _____ N° de practica: _____

Fecha de realización: _____ fecha de entrega: _____ semestre: _____

Además, deberán basarse en la siguiente metodología y sus requisitos:

Objetivos de la práctica

Introducción (Realizada por el alumno, una cuartilla mínima)

Equipo y material (utilizado en la práctica)

Procedimiento experimental (Descrito por el alumno)

Cuestionario (resuelto en su totalidad por el alumno)

Conclusiones (media cuartilla mínima)

Bibliografía (2 fuentes de libros y páginas de internet libre)

Entregado a computadora con las siguientes especificaciones:

Fuente: Times New Román

Tamaño de fuente: 12

Texto justificado resaltando títulos

5.1 Practica 1 (Conocimiento general del equipo de laboratorio, planta de soldadura TIG)

5.1.1 Introducción

Los principios de la soldadura TIG (Tungsten Inert Gas, por sus siglas en Inglés) se remontan a 1930 cuando Hobart y Debers consiguieron producir un arco eléctrico entre un electrodo y un material base. Este ya se había hecho antes con electrodos revestidos, de esta forma el arco se establece dentro de una cámara llena de gas inerte utilizando un electrodo de tungsteno que, al paso de la corriente, se ponía incandescente convirtiéndose en la fuente de calor para soldar.

5.1.1.1 Procedimiento de soldadura TIG

El procedimiento de la soldadura TIG consiste en que el arco de soldadura salta desde un electrodo de tungsteno que no se consume durante la operación de soldeo, un flujo de gas inerte suministrado con una cierta presión a través de la tobera que rodea al electrodo expulsa el aire de las inmediaciones de la zona de soldeo, evitando la oxidación del electrodo, del baño de la fusión y de la zona térmica afectada.

En el procedimiento TIG, el electrodo solo se emplea para establecer el arco. Como no se consume no sirve como material de aporte, en esto difiere de la soldadura clásica por arco con electrodo revestido, en la que el alma del electrodo aporta material a la junta.

Por lo cual para uniones que precisen el material de aporte se utilizara como una varilla metálica que se induce en el baño de fusión sugiriendo un método operativo similar al que se emplea en la soldadura por gas oxiacetilénica

5.1.1.2 Generadores de soldadura (Grupo)

Para el soldeo por el procedimiento TIG puede utilizarse cualquier grupo convencional de corriente continua o de corriente alterna, de los que se emplean en la soldadura por arco con electrodos revestidos; es importante que permita un buen control de la corriente en el campo de las pequeñas intensidades. Esto es necesario con vistas a conseguir una buena estabilidad de arco incluso a bajas intensidades, tomando en cuenta también su polaridad, es decir que la polaridad y la alimentación de corriente también afectan a la forma del cordón concretamente, la polaridad

directa da lugar a cordones estrechos y de buena penetración. Por el contrario, la polaridad inversa produce cordones anchos y pocos penetrados.

La limpieza del óxido se atribuye a los iones de gas, cargados positivamente a los iones de gas, cargados previamente que son atraídos con fuerza hacia la pieza. Cargada negativamente estos iones son atraídos con fuerza hacia la pieza, tienen suficiente energía para romper la película de óxido y limpiar el baño de fusión.

En general, la corriente alterna es la que permite obtener mejores resultados en la soldadura de aluminio y del magnesio.

5.1.1.3 Corriente continua y polaridad directa

Es la que permite obtener mejores resultados por lo que es empleada en la mayoría de los metales y aleaciones.

En corriente continua polaridad directa(CCPD), se da una concentración de temperatura en un área menor, produciendo así una mayor profundidad (ilustración 5.1) causando que el cordón sea de menor anchura y mayor penetración. En corriente continua polaridad inversa(CCPI), se da un efecto contrario, ya que el área afectada por el calor es mayor y la penetración menor, tendremos como resultado un cordón de soldadura ancho(en comparación con CCPD) y una menor penetración (ilustración 5.2).

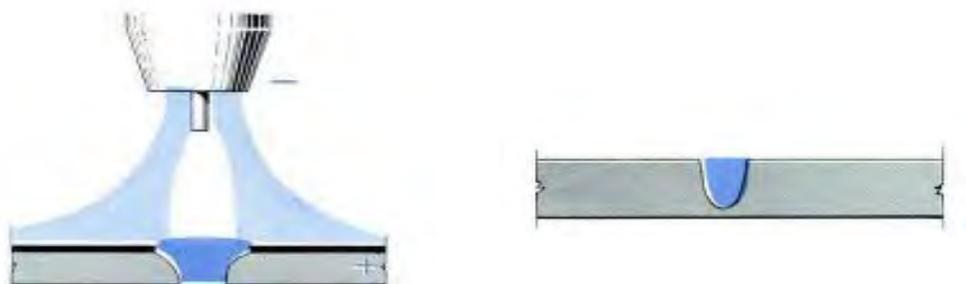


Figura 5.3 Corriente continua con polaridad directa produce penetraciones profundas debido a que se concentra el calor sobre la pieza C.C polaridad directa Gran penetración- cordón estrecho

Fuente: Google images



Figura 5.4 La corriente continua con polaridad inversa da un baño muy limpio pero la penetración es reducida C.C polaridad inversa Penetración reducida- cordón ancho
Fuente: Google images

5.1.1.4 Corriente alterna

La corriente alterna es una combinación de corriente continua con polaridad directa y corriente continua con polaridad inversa. Durante el medio ciclo positivo se comporta como una corriente continua de una determinada magnitud y en el medio ciclo restante la polaridad se invierte.

En la práctica, la suciedad y los óxidos que se pueden acumular sobre la pieza junto con el bajo poder emisor de la misma, dificultan la circulación de la corriente durante el medio ciclo de polaridad inversa. (ilustración 5.3).

Este fenómeno de rectificación, que pueden ser parcial o total, provoca la inestabilidad del arco e incluso pueden llegar a extinguirlo.

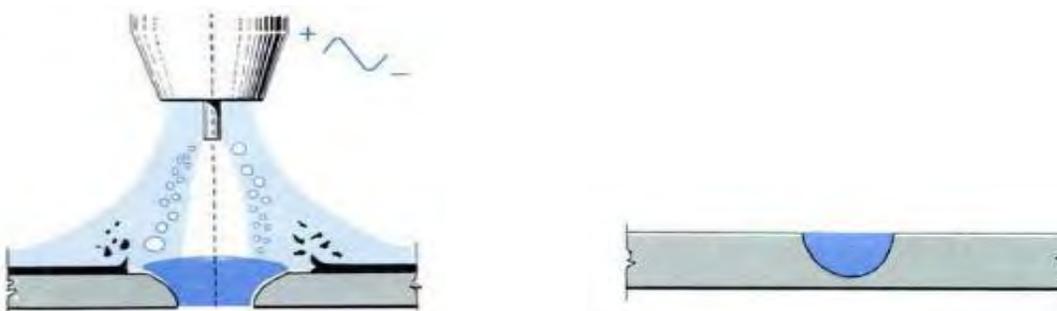


Figura 5.5 La corriente alterna combina las ventajas de ambas polaridades limpieza en el semiciclos de polaridad inversa y aportación de calor necesario al cambiar la polaridad, Corriente alterna y alta frecuencia, Cordón ancho y bien penetrado
Fuente: Google images

5.1.2 Objetivo general

Comprender el conocimiento general de la máquina en el sentido de sus conexiones y su preparación para su uso, así como de la misma forma saber desconectar el equipo de forma segura.

5.1.3 Objetivo particular

Reforzar el conocimiento aprendido con anterioridad de modo práctico para su desarrollo a futuro.

5.1.4 Material y equipo

Planta o módulo Syncrowave 180 SD

5.1.5 Actividades previas

Leer la lectura previamente

Principios de operación

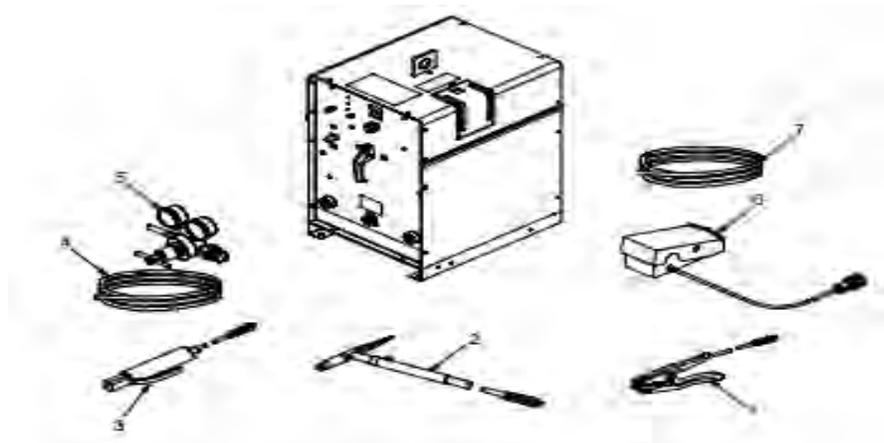
Menciona las ventajas y las limitaciones de la soldadura TIG

5.1.6 Procedimiento experimental

5.1.6.1 Conocimiento general de la maquina

5.1.6.1.1 Componentes del equipo de soldeo (ilustración 5.4)

1. Cable de trabajo de 12 pies (3.7m) con abrazadera y conexión rápida
2. DB1712RDI Antorcha TIG de 150 amperios con cable de 12 pies (3,7 m)
3. Porta electrodos y conexión rápida
4. Manguera de gas
5. Regulador de gas
6. Control de pie RFCS-14 con cable de 20 pies (6m)
7. Cable principal de 2,4 m (8 pies) sin enchufe



*Figura 5.6 componentes del equipo de soldo
Fuente: Manual de soldadura TIG*

5.1.6.1.2 Especificaciones de la corriente de la maquina

Modo	Rendimiento nominal de 40%	Entrada clasificada 60HZ monofásico	KVA	KW	Rango de amperaje de soldadura	Máx. Abra el circuito de voltaje
DC TIG	150 AMPS, 16 VOLT	230 V – 45 A	10.2 – (0.50)	4.3 – (0.3)	10 -180	80
DC STICK	150 AMPS, 26 VOLT	230 V – 47 A	10.8 – (0.50)	5.8 – (0.3)	10 - 180	80
AC TIG	150 AMPS, 16 VOLT	230 V – 54 A	12.3 – (0.50)	4.5 – (0.3)	10 - 180	80
AC STICK	150 AMPS, 26 VOLT	230 V – 54 A	12.4 – (0.50)	6 – (0.3)	10 - 180	80

5.1.6.1.3 Terminales de salida de soldadura y selección de tamaños de cable

	Longitud total del cable (cobre) en el circuito de soldadura sin sobrepasar						
	100 ft (30 m) o menos	150ft (45m)	200ft (60m)	250ft (70 m)	300ft (90m)	350ft (105m)	400 ft (120 m)

Soldadura amperes	10 – 60 % ciclo de trabajo	60 – 100% ciclo de trabajo	10 – 100 % ciclo de trabajo					
								
100	4	4	4	3	2	1	1/0	1/0
150	3	3	2	1	1/0	2/0	3/0	3/0
200	3	3	1	1/0	2/0	3/0	4/0	4/0
250	2	2	1/0	2/0	3/0	4/0	2-2/0	2-2/0

Salida de conexión de las terminales

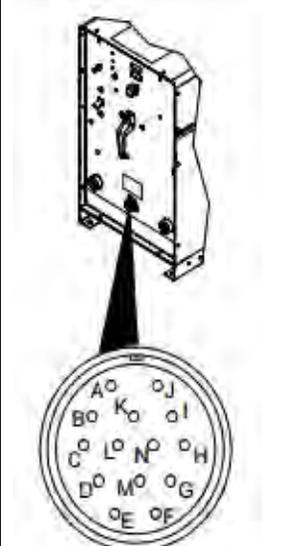


• Precauciones.

Apague la alimentación antes de conectando a terminales de salida de soldadura.

No utilice ropa desgastada, dañada, Cables mal empalmados

5.1.6.1.4 Receptáculo remoto

		Enchufe	Información de enchufe
		A	24 volts DC
		B	Cierre de contacto a completar el control del contacto de 24 voltios DC circuito.
		C	Referencia de comando; Salida de 0 a +10 voltios de CC al control remoto
	A	D	Circuito de control remoto común
		E	Señal de comando de entrada de 0 a +10 voltios DC desde el mando a distancia.
K		Chasis común	

5.1.6.1.5 Conexiones de gas



pasos de conexión de gas (ilustración 5.5)

Precauciones.

Apague la alimentación antes de conectarlo al receptáculo.

1. Válvula de gas en el ajuste
2. Válvula de salida de gas

La conexión de gas se integra en el terminal de salida de electrodo de soldadura por medio de un tipo de flujo conector.

3. Válvula de cilindro

Abra ligeramente la válvula para que el flujo de gas para soplar la suciedad de la válvula. Cierre la válvula.

4. Regulador / Medidor de caudal

Realice las conexiones conecte el regulador / manómetro a cilindro de gas. Conecte la manguera de gas al gas en la conexión.

Ajuste de flujo, El caudal típico es de $20 \frac{ft^3}{hrs}$

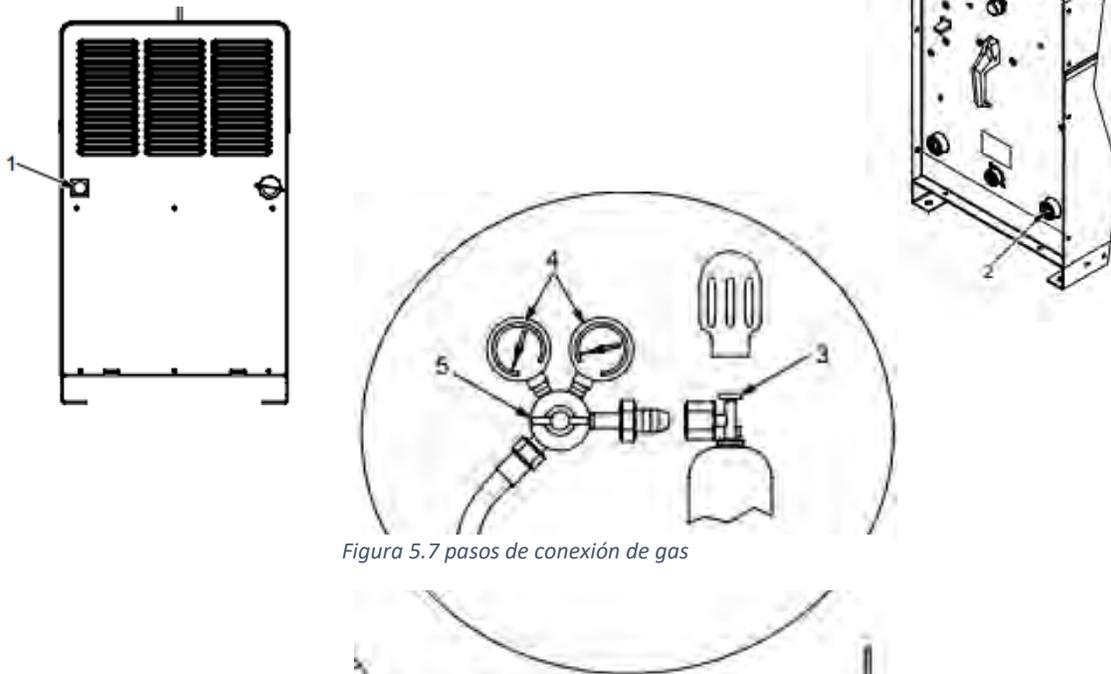


Figura 5.7 pasos de conexión de gas

5.1.6.1.6 Conexión de para la aplicación de soldadura TIG



Precauciones.

Desconecte la alimentación antes de realizar las conexiones.

Conexiones para proceso TIG (ilustración 5.6)

1. Control Remoto del Pie
2. Antorcha
3. Abrazadera de trabajo

Conecte el control remoto, la antorcha y la abrazadera de trabajo a los receptáculos como se muestra.

4. Cilindro de gas

Encadene o asegure el cilindro al engranaje, a la pared u otro soporte estacionario.

5. Válvula de cilindro

Abra ligeramente la válvula para que el flujo de gas sopla la suciedad de la válvula. Cierre la válvula.

6. Regulador / Medidor de caudal Instalar para que la cara sea vertical.

7. Ajuste del caudal

El caudal típico es de $20 \frac{ft^3}{hrs}$ (9,4 l / min).

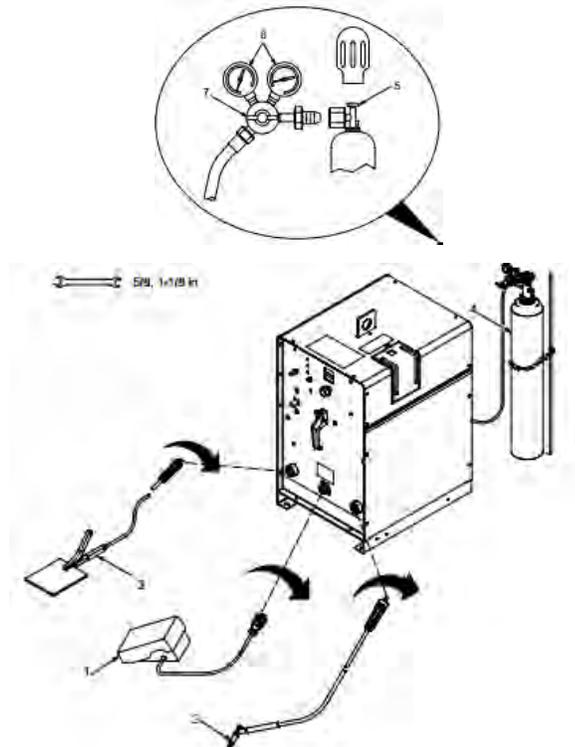


Figura 5.8 conexiones para proceso TIG
Fuente: Manual de soldadora TIG

5.1.6.1.7 Conexión para la aplicación de soldadura STICK (SMAW)



precauciones.

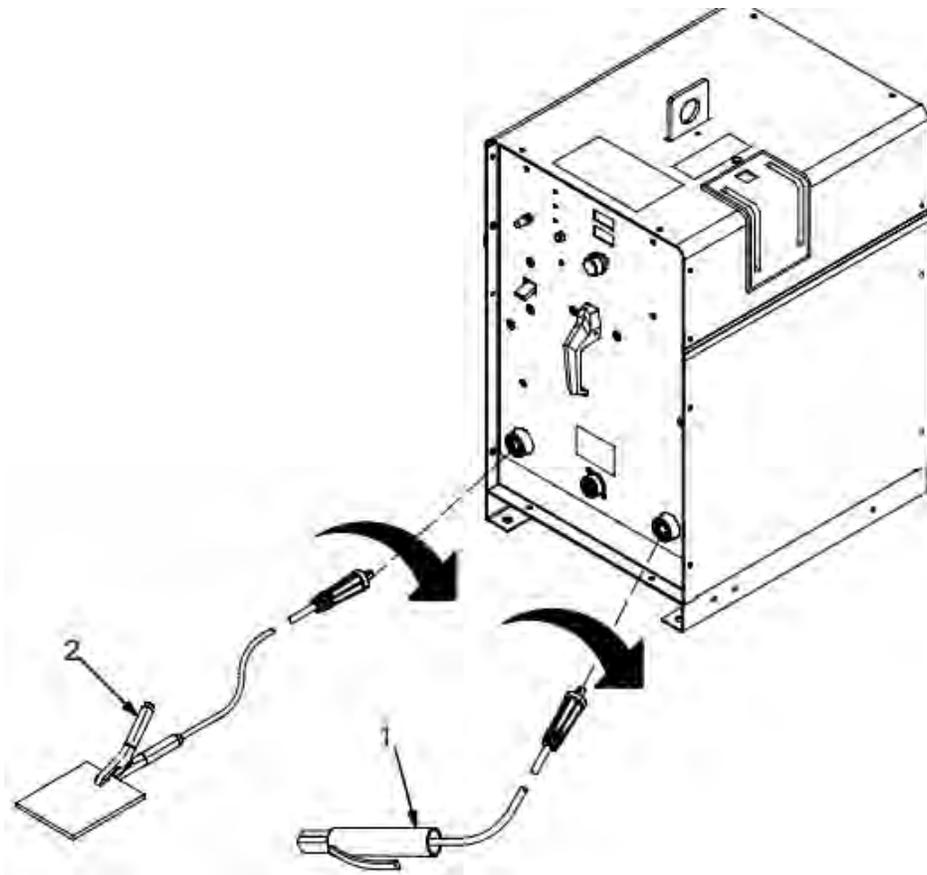
Desconecte la alimentación antes de realizar las conexiones.

Conexión para soldeo SMAW (ilustración 5.7)

Componentes

1. Porta electrodos
2. Abrazadera de trabajo

Conecte la porta electrodos y la abrazadera de trabajo, como se muestra en la imagen



*Figura 5.9 Conexión para soldeo SMAW
Fuente: Manual de soldadora TIG*

5.1.6.1.8 Ciclo grafico de trabajo

Gráfico del ciclo de trabajo

El ciclo de trabajo es el porcentaje de 10 Minutos que la unidad puede soldar a carga sin sobrecalentamiento. (ilustración 5.8)

El ciclo de trabajo excesivo puede dañar la unidad.



40% Ciclo de trabajo a 150 A AC / DC

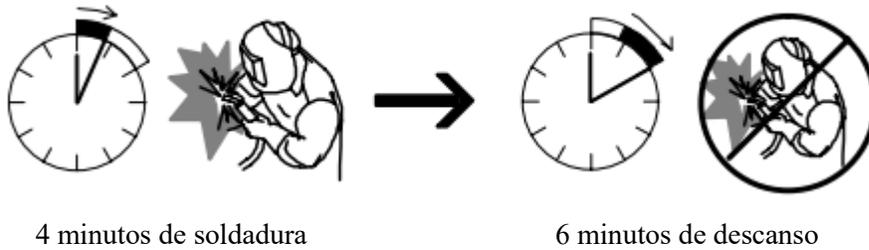


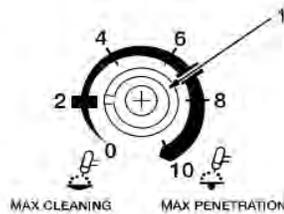
Figura 5.10 Ciclo de trabajo
Fuente: Manual de soldadura TIG

5.1.6.1.9 Control Balance / DIG

Control de Balance (AC GTAW):

El control cambia la onda cuadrada de salida de CA. Rotación del control (ilustración 5.9), Hacia 10 proporciona una penetración más profunda. Girar el control hacia 0 proporciona más acción de limpieza de la pieza de trabajo.

Cuando el control está en la posición equilibrada, la forma de onda proporciona igual penetración y acción de limpieza.



*Figura 5.11 Control de balance
Fuente: Manual de soldadora TIG*

Solicitud:

Cuando se sueldan materiales que forman óxidos tales como aluminio o magnesio, no es necesario un exceso de limpieza. Para producir una buena soldadura, sólo se requiere una cantidad mínima, aproximadamente 0,10 pulgadas (2,5 mm) de zona grabada a lo largo de los dedos de los pies de soldadura.

Ajuste el control a 7 y ajuste según sea necesario. Configuración conjunta, montaje, las variables del proceso y el grosor del óxido pueden afectar al ajuste.

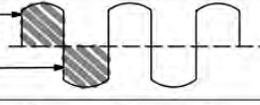
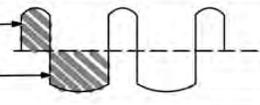
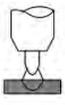
NOTA: La rectificación del arco puede ocurrir cuando se suelda a alto amperaje y / o mientras se suelda con gas de helio. Si se produce esta condición, aumentar el control de Balance hacia la penetración máxima, puede ayudar a volver a estabilizar el arco. (ilustración 5.10)

Control de DIG (AC Y DC SMAW):

Cuando se ajusta a 0, el amperaje de cortocircuito a voltaje de arco bajo es el mismo que el amperaje de soldadura normal. Cuando se aumenta el ajuste, aumenta el amperaje de cortocircuito a bajo voltaje de arco.

Solicitud:

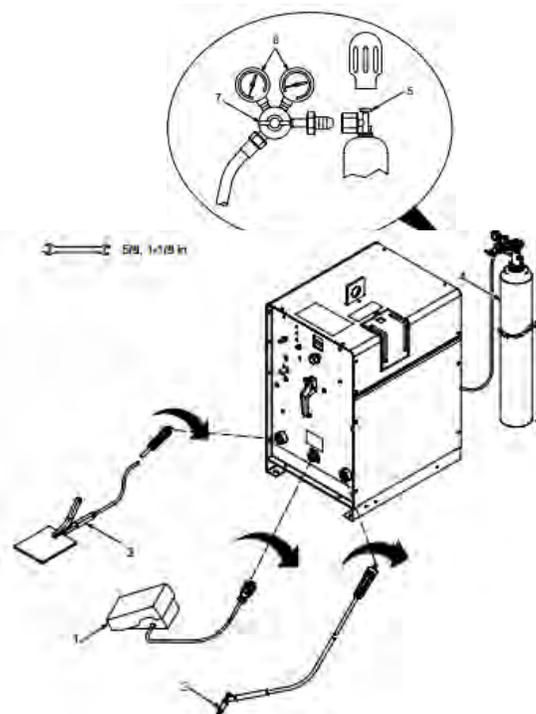
El control ayuda a arrancar el arco o hacer soldaduras verticales o aéreas aumentando el amperaje a bajo voltaje de arco, y reduce la adherencia del electrodo durante la soldadura.

Balance Control Examples		
Setting	Output Waveforms	Arc
Balanced 	50% Electrode Positive 50% Electrode Negative 	
More Penetration 	40% Electrode Positive 60% Electrode Negative 	

*Figura 5.12 control de balance (condiciones)
Fuente: Manual de soldadora TIG*

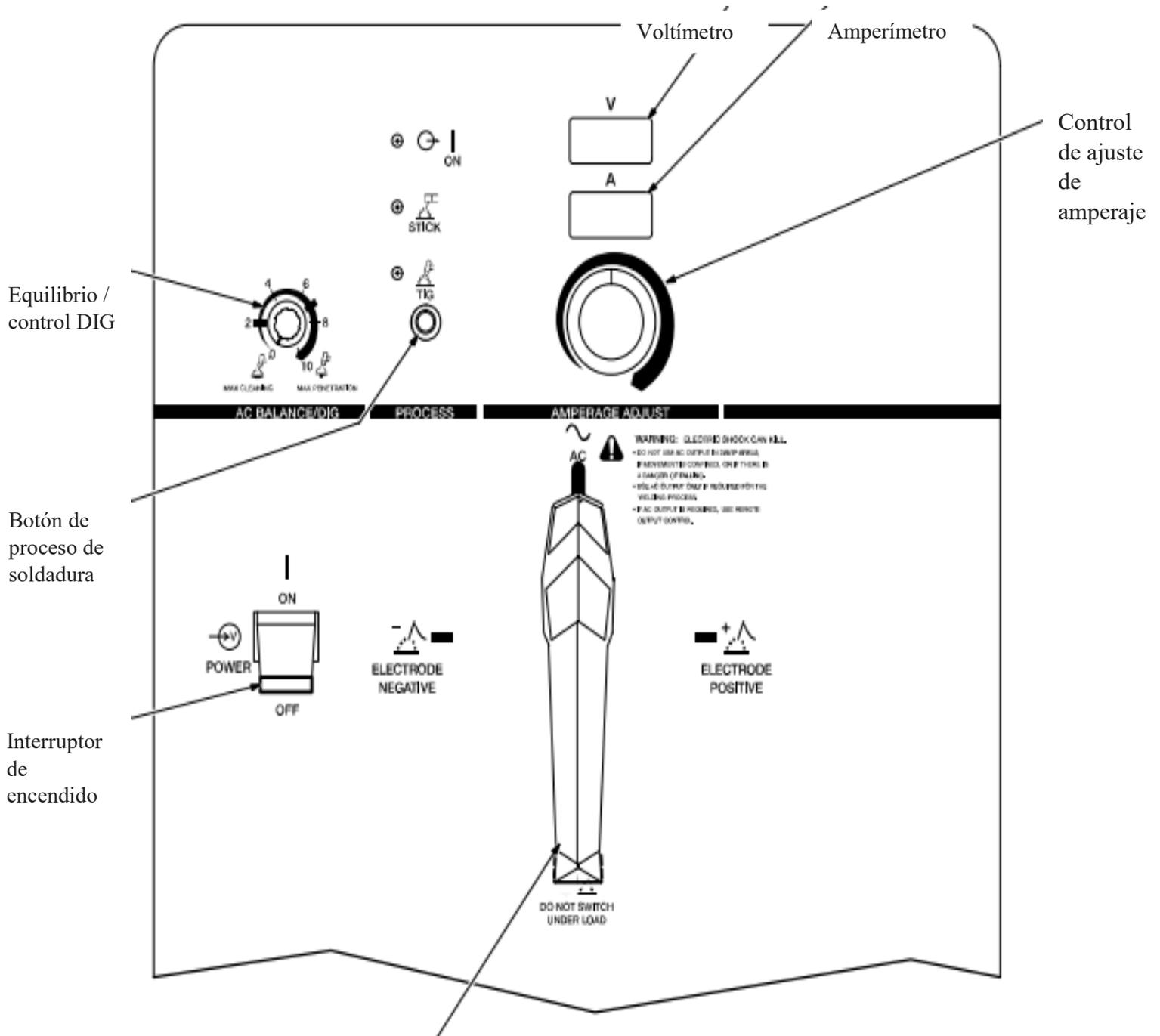
5.1.6.1.10 desconexión del equipo se soldeo TIG

1. Cierre la válvula general del general de gas
2. Presione el pedal para que el gas que se encuentra en el equipo salga de forma adecuada
3. Continúe por abrir la válvula del regulador de gas
4. Desconecte la antorcha
5. Desconecte el pedal
6. Desconecte abrazadera de trabajo

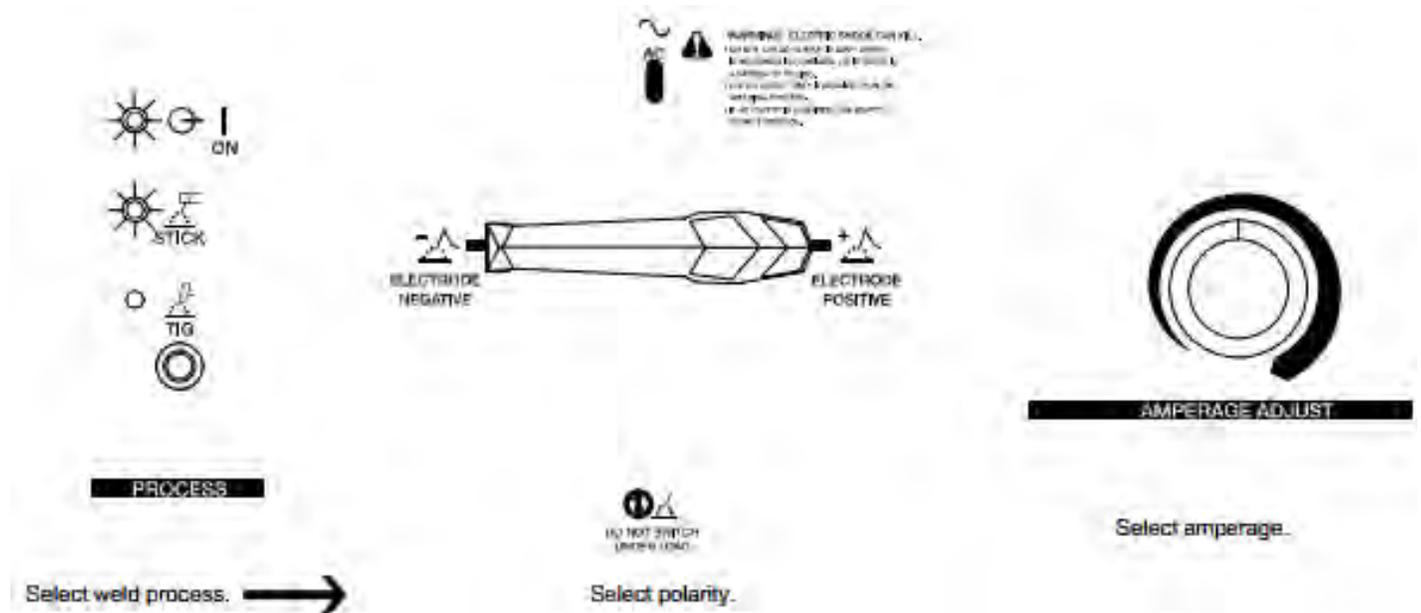


Modo de operación

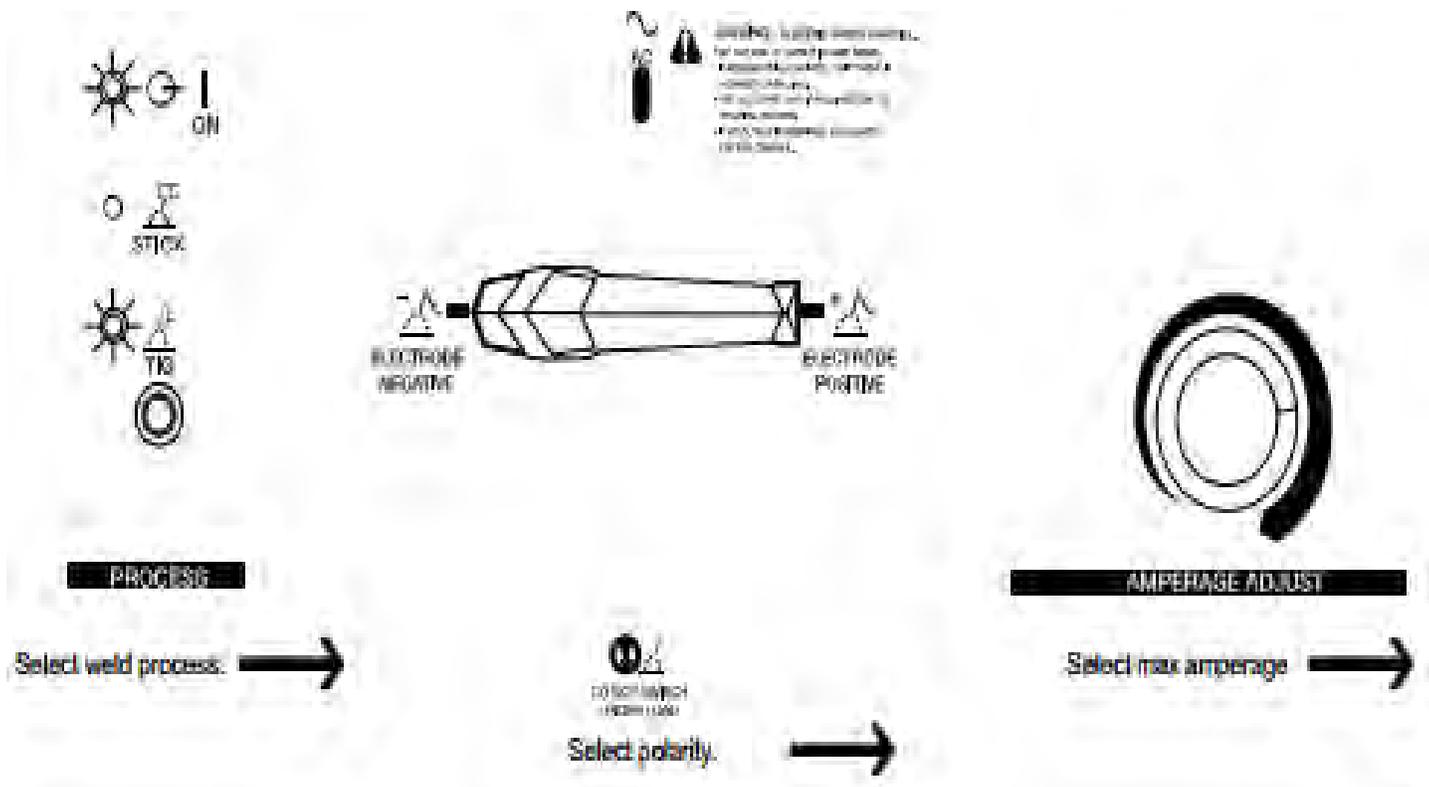
- Controles



Ejemplo de control de amperaje de panel frontal para soldadura con stick (SMAW)



Ejemplo de control de amperaje remoto para soldadura TIG (GTAW)



5.1.7 Cuestionario

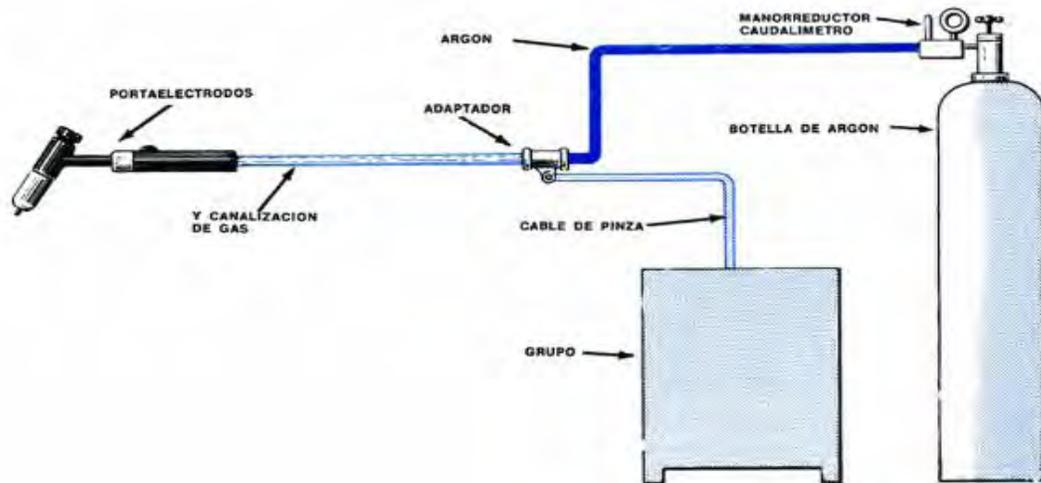
1. Desarrolla un cuadro un cuadro comparativo de tres procesos de soldadura comparando las ventajas y desventajas de cada proceso
2. Describe con tus palabras el proceso de soldadura TIG
3. ¿Qué diferencias se encuentran entre los procesos de soldadura TIG y el proceso de SWAM?
4. Menciona las diferencias de soldadura TIG en DC Y AC
5. ¿Por qué es necesario calentar un proceso de precalentamiento y en qué tipo de piezas se hace esto?
6. Describe las propiedades físicas de los materiales y mencione algunas de ellas
7. Describa algunas propiedades mecánicas de los materiales
8. A que hace referencia las siglas TIG
9. Menciona las partes de la antorcha TIG

5.2 Practica 2 Posición y principios de la soldadura TIG

5.2.1 Introducción

5.2.1.1 Componentes para el proceso de soldadura TIG (ilustración 5.11)

1. Porta electrodos y canalización de gas
2. Adaptador
3. Cable de pinza
4. Manorreductor
5. Botella de gas



5.2.1.2

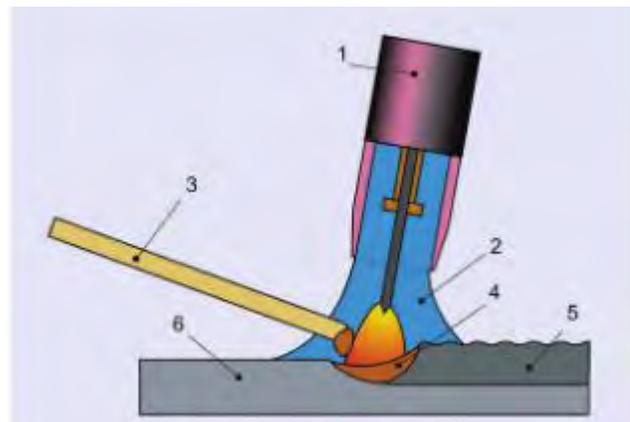
Componentes de
porta electrodos (ilustración 5.12)

1. Boquilla de gas
2. Protección de gas
3. Varilla de aporte
4. Baño de soldadura
5. Cordón de soldadura
6. Metal base

Figura 5.13 Componentes para el proceso de soldadura TIG

la

Figura 5.14 Componentes de la porta electrodos



5.2.1.3 Equipo de protección

Para protegerse de las radiaciones del arco hay que utilizar una pantalla de cabeza, similar a las que se emplean en la soldadura con electrodos revestidos. La tonalidad del cristal depende de la corriente, así como equipo de protección tales como la vestimenta adecuada careta, o gafas de protección, mandil de cuero, mangas de cuero y zapatos de seguridad.



Figura 5.15 equipo de protección
Fuente: Google images

5.2.1.4 Selección de la Geometría de la punta del electrodo.

El objetivo de esta sección es exclusivamente para la soldadura CC ya que en la soldadura CA la punta esférica del tungsteno se forma sola producto del cambio de polaridad constante.

La soldadura a realizar deberá seguir primero los procedimientos sugeridos por los proveedores de los equipos, generalmente estos ya han realizado muchos trabajos calificados y de localización de averías para optimizar la preparación del electrodo para sus equipos.

1. Diámetro del electrodo (ilustración 5.14) - recomendaciones del equipo de los fabricantes de equipos de soldadura y las recomendaciones de la AWS son el mejor lugar que comenzar con esta variable

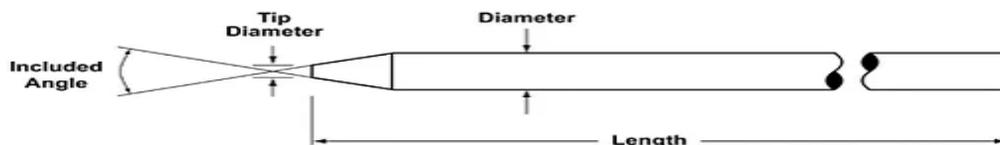


Figura 5.16 diámetro del electrodo
Fuente: Google images

2. Afilado del electrodo (ilustración 5.15) – de manera general entre 14 grados y 60 grados, para demostrar gráficamente como la sección del Angulo afecta el tamaño del arco de soldadura y la cantidad de penetración, el siguiente es un dibujo demuestra las representaciones típicas de la forma del arco y del perfil resultante de la soldadura para diversos ángulos, demostrar geoméricamente como la selección del ángulo afectara el tamaño del arco de la soldadura y la cantidad de penetración

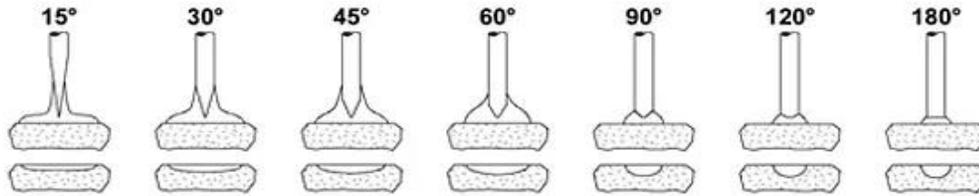


Figura 5.17 Afilado del electrodo

Fuente: Google images

3. El perfil de la fusión dependerá también de

Tipo de afilado
Distancia de arco
El material que soldar
El gas que usar

5.2.2 Objetivo general

Conocimiento del equipo de protección y la importancia de los tipos de filo, así como la posición de soldar en cuestión a la junta que realizar en la pieza.

5.2.3 Objetivo particular

Reforzar el aprendizaje e iniciar el uso del equipo, así como llevar acabo las pruebas de los tipos de fillos y el posicionamiento de soldar

5.2.4 Material y equipo

Planta o módulo Syncroware 180 SD

Equipo de protección

- Guantes
- Careta para soldar
- Mandil de cuero

- Zapatos de protección
- Mangas de cuero

5.2.5 Actividades previas

Leer la lectura previamente

5.2.6 Procedimiento experimental

Procedimiento de conexión de soldadura TIG



Precauciones.

Desconecte la alimentación antes de realizar las conexiones.

Conecte el control Remoto del Pie, antorcha y la abrazadera de trabajo a los receptáculos como se hace mención en la conexión de la practica 1

Realice la conexión del cilindro de gas y asegure el cilindro se encuentra fijo a la pared u otro soporte estacionario.

Válvula de cilindro, abra ligeramente la válvula para que el flujo de gas sopla la suciedad de la válvula. Cierre la válvula y realice las conexiones del regulador y el medidor del caudal

Nota: recuerde que la cara del medidor del caudal debe encontrarse verticalmente

Ajuste del caudal para su uso en $20 \frac{ft^3}{hrs}$ (9,4 l / min).

Pre calentamiento

Tome en cuenta que no todos los materiales necesitan un calentamiento previo, solo en casos que sea piezas muy grandes o materiales necesarios

A veces es necesario el pre calentamiento dependiendo este tipo de metal a soldarse, del espesor del metal base. La cantidad específica de pre calentamiento necesario para una aplicación dada es obtenida del proceso de soldadura, como se muestra en la tabla con datos de material y la temperatura del pre calentado (tabla 5.1)

La temperatura del precalentamiento del metal puede ser controlada cuidadosamente mediante el calentamiento de los hornos, el calentamiento eléctrico y por resistencias y mantas, del mismo modo que en materiales delgados puede ser precalentado por medio de sopladores de aire caliente y lámparas de irradiación.

- **Otro método consiste en el precalentamiento en uso de antorchas de oxigas.**

Tabla 5.1 precalentamiento

Tipo de material	precalentamiento
acero de bajo carbono	temp. hasta 200 f (93c°)
acero de medio carbono	400 – 500 f (205 – 260 c°)
acero de alto carbono	500 – 600 f (260 – 315 c°)
acero níquel de baja aleación	temp.
espesor < ¼" (6.4 mm)	500 f (260 c°)
espesor > ¼" (6.4 mm)	
acero al níquel cromo de baja aleación	
• contenido c < 0.20 %	200 – 300 f (93 – 150 c)
• contenido c: 0.20 - 0.35 %	600 – 800 f (315 – 425 c)
• contenido c > 0.35 %	900 - 1100 f (480 – 595 c)
acero al manganeso de baja aleación	400 – 600 f (205 – 315 c)
acero al cromo de baja aleación	hasta 750 f (400 c)
acero al molibdeno de baja aleación	
• contenido c < 0.15 %	temp.
• contenido c > 0.15 %	400 – 650 f (205 -345 c)
acero extrafuerte de baja aleación	150 – 300 f (66-150 c)
acero inox. austeníticos	temp.
acero inox. ferríticos	300 – 350 f (150 -260 c)
acero inox martensíticos	400 – 600 f (205 – 315 c)
fierros fundidos	700 – 900 f (370 – 480 c)
cobre	500 – 800 f (260 – 425 c)
níquel	200 – 300 f (93 – 150 c)
aluminio	temp hasta 300 f (150 c)

- I. Utilice el equipo de protección como lo son las gafas de protección, ropa gruesa y resistente al fuego
- II. Conecte la antorcha tig la cual tiene la boquilla dirigida de la cerámica para dirigir argón y un mango de cobre para sostener el electrodo
- III. Seleccione la polaridad de la corriente dependiendo sea el caso del material que se fuera a soldar.
por ejemplo, en el caso de soldar aluminio seria en corriente alterna, así como en otros materiales como el acero es en corriente directa ya sea el caso de polo negativo o positivo dependiendo las características deseadas a soldar
- IV. El espesor del material que se va soldar y la corriente de soldadura que se utilice determinara el tamaño de la varilla de tungsteno.

Preparación de la varilla de tungsteno

La forma de la punta del electrodo de tungsteno es una variable importante de proceso en la soldadura tig. El tipo de preparación de la punta del electrodo depende del tipo del electrodo de tungsteno, la punta del electrodo puede tener un perfil puntiagudo, hemisférico o abaltonado. En el cual las puntas se usan en los electrodos toriados, mientras las puntas hemisféricas o abalonadas se usan en los electrodos de tungsteno puro o zirconiados.

Una punta hemisférica se crea produciendo un arco entre el electrodo y una pieza de un metal de desecho o cobre.

- La punta afilada como se menciona en la introducción depende de un ángulo, pero su forma de preparación se debe llevar acabo a su misma dirección que la piedra del esmeril, la punta de la varilla de tungsteno en punta se utiliza por su mayoría en corriente directa. La punta de la varilla de tungsteno en forma de bola se utiliza en corriente alterna. Y es más utilizada en la soldadura de aluminio
- Una punta hemisférica se produce encendiendo un arco entre el electrodo y una pieza de un metal, la punta se mantiene en un nivel moderado de corriente, hasta que la bola hemisférica se forme en el extremo del electrodo. una punta abalonada se produce en la misma forma, excepto que se usan mayores niveles de corriente.

- El diámetro del extremo abalonado no deberá exceder $1 - \frac{1}{2}$ veces el diámetro del electrodo, debido a que una excesiva corriente consumirá el electrodo con mucha rapidez. Las superficies de las puntas hemisféricas o abalonadas deberán siempre estar perfectamente limpias, brillantes y sumamente reflexivas.
- V. Configura el flujo de gas. Debes utilizar argón puro o una mezcla de argón con helio. Retira la tapa protectora de plástico.
- Desplaza el cuerpo de la válvula abriéndola y cerrándola rápidamente para limpiar cualquier residuo fuera de su cuerpo roscado.
 - Atornilla el regulador. Luego, ajusta la tuerca mientras giras simultáneamente el regulador hasta que se asiente en la válvula.
 - Ajusta el regulador con una llave y asegúrate de que la perilla de presión dé marcha atrás hacia la izquierda.
 - Coloca la manguera de gas y el medidor de caudal. Luego, enciende la válvula del cilindro.
- VI. Ajusta el amperaje
- El amperaje te permite regular el control que tienes sobre el proceso de soldadura.
- Cuanto más grueso sea el metal, mayor será el amperaje
 - Mientras más coordinado seas con el pedal, más alto dejarás el amperaje.
 - Algunos índices convencionales de corriente son: para 1,6 mm, de 30 a 120 amperios; para 2.4mm, de 80 a 240 amperios; para 3,2mm, de 200 a 380 amperios.

Preparación de limpieza del material a soldar

La preparación del acero al carbono se realiza por medio de una lijadora para que después se pule hasta que este quede un metal expuesto y brillante.

Para el aluminio, se limpia el material con un cepillo de acero inoxidable

En el caso de la preparación del acero inoxidable, se limpia la soldadura con un disolvente y con un trapo para su preparación asegurándose de no dejar rastros de los productos químicos en un lugar seguro para soldar.

- VII. Inserte la varilla de tungsteno en la boquilla
- VIII. Junte las piezas a soldar por medio de la abrazadera
- IX. Suelde las piezas por puntos para fijarla, observando que se encuentra en la posición deseada y luego coloque los metales para completar el cordón de soldadura
- X. Sostén la antorcha TIG en la mano. Asegúrate de mantenerla en un ángulo de 25 grados con el tungsteno elevado a no más de medio centímetro del metal. (ilustración 5.16)

Nota: No dejes que el tungsteno toque la pieza de trabajo o contaminará su material.

- XI. Practica usando los pedales para controlar el calor. Tu charco de soldadura debe ser de medio centímetro de ancho. Es importante que mantengas el tamaño de tu charco constante durante la soldadura para evitar un final desordenado.
- XII. Practica usando los pedales para que veas la intensidad del calor, el charco del material formado debe ser aproximadamente de medio centímetro
- XIII. Utiliza la antorcha para calentar la base del material
Una vez que se origine un charco en ambas piezas utiliza la varilla de soldadura para darle ligeros toquecitos y evitar que se formen grumos.
La varilla de soldadura le proporciona una capa de refuerzo adicional a la soldadura.
- XIV. Haga que el charco avance en la dirección deseada utilizando el arco con la soldadura TIG se presiona el charco en la dirección opuesta a la que se inclina la antorcha.
- XV. Una vez realizado la prueba en un plano horizontal realice la prueba en distintas posiciones. El cual sean las siguientes

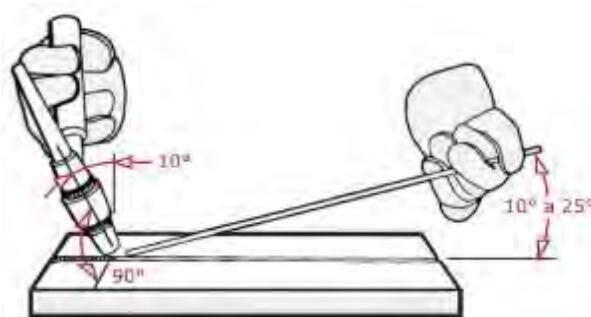


Figura 5.18 posicionamiento del electrodo
Fuente: Google images

- Forma una soldadura en ángulo sencilla.

Comienza con una soldadura en ángulo para aprender la forma correcta de soldar con TIG. Una soldadura en ángulo se compone de dos metales unidos en ángulos rectos. Realiza un charco de soldadura en un ángulo de 45 grados a una esquina de 90 grados. Una soldadura en ángulo debe lucir similar a un triángulo desde un lado (ilustración 5.17)

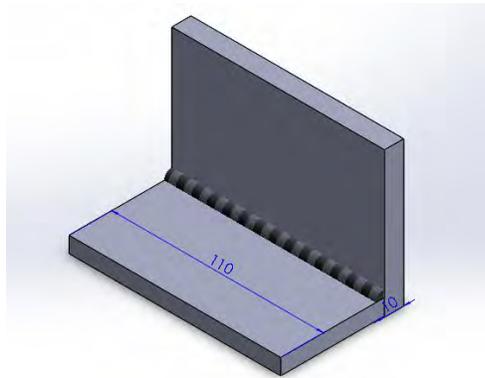


Figura 5.19 Forma una soldadura en ángulo sencilla

Fuente: Diseño de juntas, autor: Javier de Jesús Cariño López

- Suelda uniones a solape.

Forma el charco de soldadura entre el borde de una pieza de solapamiento de metal y la superficie de la pieza inferior de metal. Cuando estas piezas se fundan, sumerge la varilla de soldadura en el charco (ilustración 5.18)

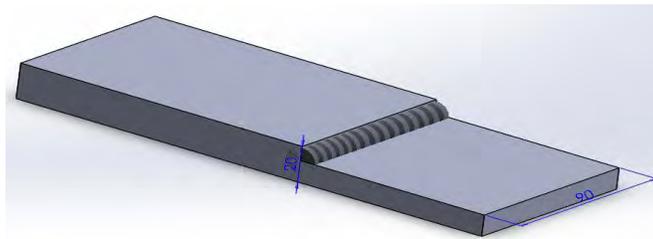


Figura 5.20 Suelda uniones a solape
Fuente: Diseño de juntas, autor: Javier de Jesús Cariño López

- Realiza una unión en T para conectar dos piezas de metal en un ángulo recto.

Dobla la antorcha de manera que el calor llegue directamente a la superficie plana del metal. Mantén un arco más corto extendiendo el electrodo más allá del cono de cerámica. Coloca la varilla de soldadura sobre el borde en el que se juntan ambos metales.

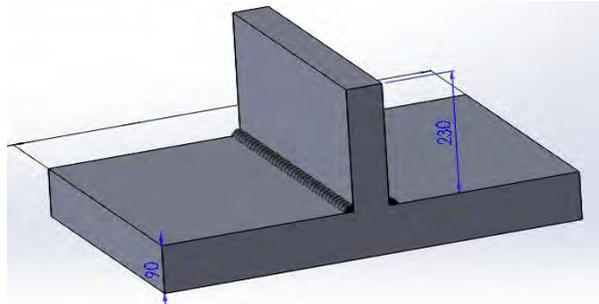


Figura 5.21 Realiza una unión en T para conectar dos piezas de metal en un ángulo recto

Fuente: Diseño de juntas, autor: Javier de Jesús Cariño López

- Derrite una unión de esquina.

Derrite ambos bordes de metal en el punto en el que se juntan. Haz que el charco de soldadura se mantenga en el centro de la unión donde se juntan ambos metales. Necesitarás una cantidad significativa de varilla de soldadura para una unión de esquina porque los metales no se superponen. (ilustración 20)

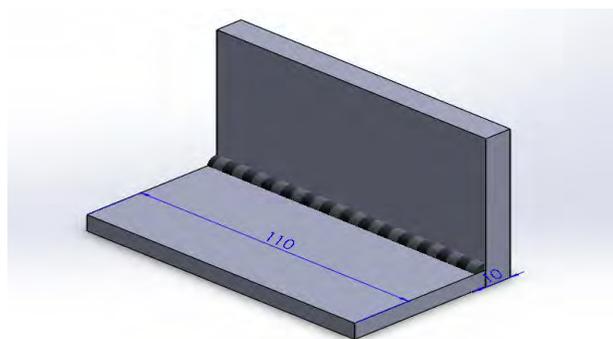


Figura 5.22 Derrite una unión de esquina

Fuente: Diseño de juntas, autor: Javier de Jesús Cariño López

Desconexión del equipo

- Cierre la válvula general del gas
- Presione el pedal para que el gas que se encuentra en el equipo salga de forma adecuada
- Continúe por abrir la válvula del regulador de gas
- Realice la desconexión de la antorcha
- Realice la desconexión del pedal
- Así como la desconexión de la abrazadera de trabajo

5.2.7 Cuestionario

1. Mencione que diferencias existen entre los tipos de afilados de la varilla de tungsteno y cuales es su uso más común y porque son utilizadas en ese proceso
2. Menciona que gases pueden ser utilizados en el proceso de soldadura TIG y que características proporcionarían a nuestro proceso de soldeo
3. Describe cada uno de los componentes de la porta electrodos y las diferencias de la conexión TIG y SMAW
4. ¿Cuáles son las posiciones más recomendadas para la práctica de soldeo?
5. ¿Qué posición se debe tomar para soldar?
6. ¿Cómo se realiza un cordón de soldadura por procedimiento TIG?
7. Describa con sus palabras el proceso TIG

5.3 Practica 3 Soldadura de aceros

5.3.1 Introducción

Aunque los aceros al carbón pueden soldarse por arco con relativa facilidad en algunos casos se requieren un especial control del proceso de soldeo.

5.3.1.1 Soldadura de los aceros al carbono

En la soldadura de los aceros al carbono hay que tener muy presente el efecto del calor sobre la estructura de la zona afectada por el mismo, durante el proceso de soldeo. Cuando se calienta una pieza de acero a elevadas temperaturas. Tomando en cuenta que el acero está constituido inicialmente por una mezcla de ferrita y perlita o de perlita y cementita, esto según sea su nivel de carbono, pasa a tomar la forma sólida conocida como austenita.

Debido a esto los aceros son clasificados por su contenido de carbono

5.3.1.2 Soldadura de los aceros de bajo carbono

Estos aceros son los más fáciles de soldar, debido a que el calentamiento de soldadura no tiene efectos apreciables sobre las características del metal base. Cualquier electrodo de las series E60XX o E70XX produce buena soldadura. La elección del electrodo más adecuada para cada trabajo con creos debe hacerse como las profundidades de requerimientos específico como penetración y el tipo de corriente que se le dispone.

5.3.1.3 Soldadura de los aceros de medio carbono

En este grupo los aceros con cuyo contenido de carbono es de 0.30 a 0.40 por ciento, en cuestión de que la mayoría de los aceros son más fáciles para soldar empleando electrodos de la serie E70XX. Estos elementos son utilizados con frecuencia debido a su alta tracción y pequeña frecuencia a la fisura, teniendo en cuenta que hay distintos electrodos que se pueden utilizar para un precalentado como son los de la serie E60XX tomando en cuenta las precauciones necesarias

5.3.1.4 Soldadura de los aceros de alto carbono

Los carbonos que están por encima de 0.45 por ciento de carbono y son fáciles de temprar. La dificultad de la soldadura es mayor que en la de los otros tipos de aceros tomando las medidas adecuadas, tomando en cuenta para reducir la tendencia a la fisuración del metal depósito, deben utilizarse como electrodos de elevada resistencia a tracción. Como los de las series E80XX, E90XX y E100XX. En algunos casos se recomienda usar electrodos para aceros inoxidable.

5.3.1.5 Clasificación de los electrodos

El proceso de soldadura TIG usa un electrodo que no es consumible, estos electrodos son fabricados de tungsteno o aleaciones de tungsteno, los cuales se funden a 6170 F (3410C) el cual es el mayor punto de fusión de todos los metales.

virtualmente es imposible vaporizar un electrodo de tungsteno durante la soldadura, asumiendo que el electrodo se usa dentro del rango de capacidad de corriente para su tipo y diámetro específico, y con suficiente gas inerte para protección.

Existen diversos tipos de electrodos para la soldadura TIG. Estos se fabrican de tungsteno puro y aleado con el zirconio, torio, cerio, lantano.

Los electrodos son clasificados de acuerdo a su composición química y se identifican por marcas coloreadas en forma de bandas.

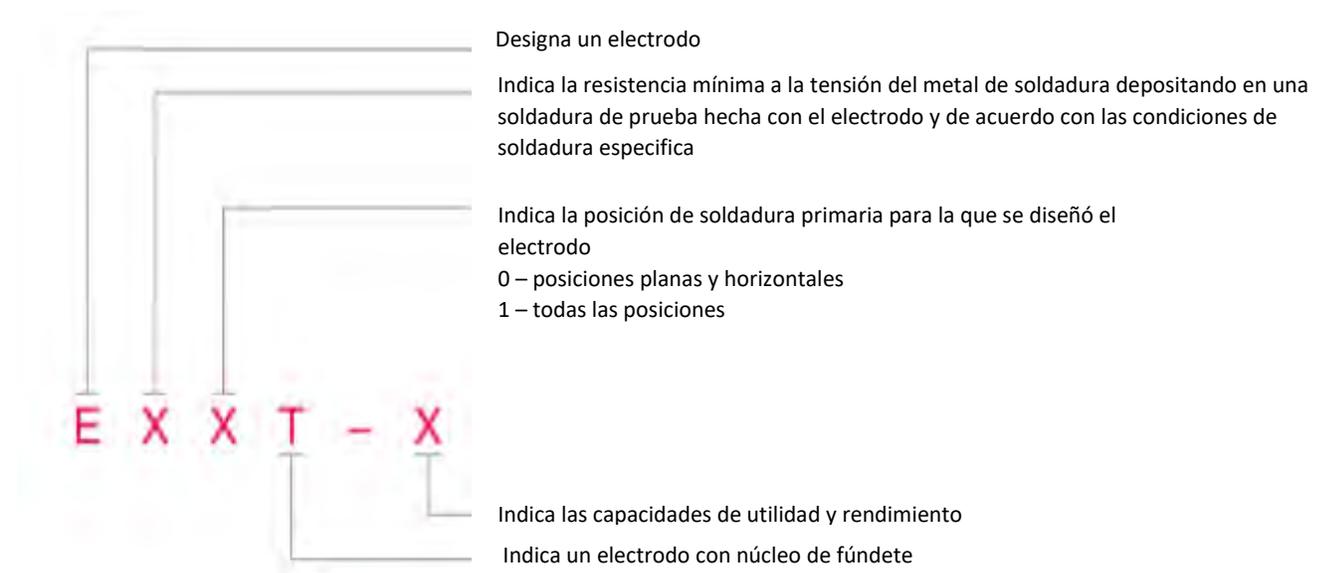
Los electrodos de tungsteno puro se usan generalmente en aplicaciones menos críticas con corriente alterna. Los electrodos de tungsteno puro tienen una capacidad de corriente relativamente baja y una baja resistencia a la contaminación.

Los electrodos de tungsteno vienen usualmente en longitudes de 3 – 24 pulgadas (76 -610 mm) y en diámetros de 0.01 a ¼ (0.25 – 6.4 mm)

Tabla de electrodos de tungsteno y gases para protección recomendados para la soldadura de diferentes metales como se muestra en la tabla 5.2

Tabla 5.2 tipos de materiales a soldar

TIPOS DE MATERIALES A SOLDAR	ESPESOR	TIPO DE CORRIENTE	ELECTRODO	GAS PARA PROTECCIÓN
ALUMINIO	todos solo grueso solo delgados	ca ccen ccep	puro, zirconio toriado toriado, zirconio	argón, argón-helio, argón, argón -helio
COBRE + ALEACIONES DE COBRE	todos solo delgados	ccen ca	toriado puro, zirconio	argón, argón – helio argón
ALEACIONES DE MAGNESIO	todos solo delgados	ca ccep	puro, zirconio zirconio, toriado	argón argón
NÍQUEL + ALEACIONES DE NÍQUEL	todos	ccen	toriado	argón
ACEROS AL CARBONO SIMPLE Y DE BAJA ALEACIÓN	todos	ccen	toriado	argón, argón-helio
ACERO INOXIDABLE	todos	ccen	toriado	argón, argón – helio
TITANIO	todos	ccen	toriado	argón



5.3.2 Objetivo general

Conocer el proceso de soldadura TIG, así como la selección de los electrodos y su polaridad en cuestión para un proceso de aplicación.

5.3.3 Objetivo particular

La aplicación de los procesos más comunes dentro de la industria para su desarrollo y mayor comprensión y de ese modo llevar a cabo mejor su aprendizaje y desarrollo teórico – práctico

5.3.4 Material y equipo

Planta o módulo Syncroware 180 SD

Equipo de protección

- Guantes
- Careta para soldar
- Mandil de cuero
- Zapatos de protección
- Mangas de cuero

5.3.5 Actividades previas

Leer la lectura previamente

5.3.6 Procedimiento experimental

Conecte la planta para soldar por el proceso TIG



Precauciones.

Desconecte la alimentación antes de realizar las conexiones.

Ajuste del caudal para su uso en $20 \frac{ft^3}{hrs}$ (9,4 l / min).

- I. Utilice el equipo de protección
- II. Conecte la antorcha tig la cual tiene la boquilla dirigida de la cerámica para dirigir argón y un mango de cobre para sostener el electrodo
- III. Seleccione la polaridad de la corriente dependiendo sea el caso del material que se fuera a soldar.
- IV. Determine la varilla de tungsteno a utilizar tamaño y forma de la punta

- V. Preparación de la varilla de tungsteno
- VI. Regule el gas y prepare el equipo para soldar
- VII. Ajusta el amperaje

El amperaje te permite regular el control que tienes sobre el proceso de soldadura.

- VIII. Preparación de limpieza del material a soldar.
- IX. Como se realizó en prácticas anteriores siga los pasos para realizar las pruebas para aceros de bajo, medio y alto en contenido de carbono, con las posiciones vistas en la anterior practica

- Forma una soldadura en ángulo sencilla. (Ilustración 5.17)
- Suelda uniones a solape. (Ilustración 5.18)



- Realiza una unión en T para conectar dos piezas de metal en un ángulo recto. (Ilustración 5.19)



- Unión de esquina. (Ilustración 5.20)



X. Desconexión del equipo

- Cierre la válvula general del general de gas
- Presione el pedal para que el gas que se encuentra en el equipo salga de forma adecuada
- Continúe por abrir la válvula del regulador de gas
- Realice la desconexión de la antorcha
- Realice la desconexión del pedal
- Así como la desconexión de la abrazadera de trabajo

5.3.7 Cuestionario

1. ¿Qué tipos de electrodos se utilizan en cada uno de los distintos aceros?
2. ¿Como se clasifican electrodos de los aceros y que series son las más comerciales?
3. ¿Cuál de los tres procesos de soldeo sería el más eficiente?
4. ¿Cuáles gases de protección son los más comunes?
5. Describe las pruebas destructivas
6. Describa las pruebas no destructivas

5.4 Practica 4 Soldadura TIG en aluminio y aleaciones

5.4.1 Introducción

El proceso de soldadura valido para cualquier metal férreo o no férreo en el que siendo el caso la soldadura TIG se puede soldar desde acero al carbono a cualquier material metálico, así como aceros aleados, aceros inoxidable, aluminio, cobre, níquel, magnesio, titanio, circonio, etc.

Es cuestión de elegir el tungsteno más apropiado y de conocer el código con el que la norma identificara el material para poder, de este modo, elegir la varilla de aporte con la composición más adecuada.

5.4.1.1 Características y soldabilidad de los materiales (aluminio y sus aleaciones)

El aluminio es un metal de color blanco brillante, se pule su aspecto es parecido a la plata. Su peso específico llega, en algunas aleaciones con otros elementos, a ser 1/3 del que tendría la misma pieza fabricada la misma pieza.

Se le conoce como aleaciones ligeras toda aquella en la que su componente principal es el aluminio. Aunque en estado puro tiene muy buena resistencia a la corrosión esta propiedad mejora si se alea con otros elementos como magnesio, silicio, cobre, manganeso, cinc, etc.

Ciertas aleaciones de aluminio son los más sensibles a este fenómeno que otras y parece que la presencia de elementos como el magnesio, silicio y cobre reducen el riesgo de fisuración caliente

5.4.1.2 Tipo de limpieza

En los cuales los métodos de utilización para limpieza de superficies de aluminio destinadas a soldadura (tabla 5.3)

Tabla 5.3 Tipo de limpieza en aluminio

Compuestos que se eliminan	Solo las superficies que se han de soldar	Pieza completa
Aceite, grasa, humedad y polvo (utilice alguno de los métodos relacionados)	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar con solución ligeramente alcalina y secar • Limpiar con un disolvente orgánico, como acetona o alcohol • Limpiar con disolventes • Mojar los bordes utilizando uno de los anteriores 	<ul style="list-style-type: none"> • Vapor desengrasante • Aerosol desengrasante • Inmersión en disolventes
Óxidos (utilice algunos de los métodos relacionados)	<ul style="list-style-type: none"> • Lavar los bordes con solución alcalina fuerte, después con agua, después con ácido nítrico. Enjuagar con el agua y secar • Limpiar con desoxidantes • Eliminar mecánicamente con cepillo de alambre, lima o con amoladora. Para 	<ul style="list-style-type: none"> • Inmersión en la solución alcalina fuerte, después con agua, después con ácido nítrico, enjuagar con agua y secar

	aplicaciones críticas, raspe todas las juntas y superficies adyacentes inmediatamente antes de soldar	<ul style="list-style-type: none"> • Inmersión en desoxidantes patentados
--	---	--

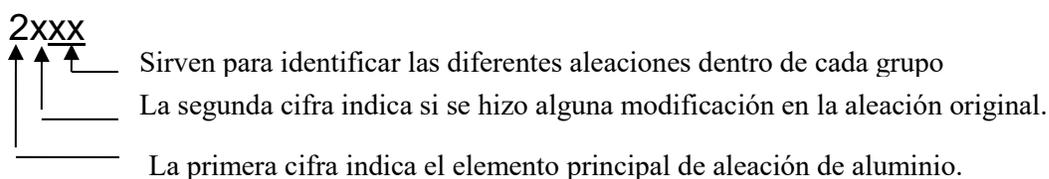
Tomando en cuenta cada el proceso de soldadura TIG como sabemos que para soldar requerimos de ciertas condiciones para que no nos causen un problema o defecto en el momento de la aplicación de la soldadura o en todo caso no cause algún desperfecto en su aplicación final

El reconoceré el tipo de aleación que presenta el material de aluminio en base a su número designado como se muestra en la tabla 5.4

Tabla 5.4 Clasificación de los elementos principales de aleación

Designación del aluminio y aleaciones de forja		
Elemento de aleación más importante		Número
Aleaciones de aluminio, clasificadas por grupos según su elemento de mayor contenido	Cobre	2xxx
	Manganeso	3xxx
	Silicio	4xxx
	Magnesio	5xxx
	Magnesio + Silicio	6xxx
	Zinc	7xxx
	Otros elementos	8xxx

El aluminio con la pureza más alta (99%), se indica con el número “1” al inicio 1xxx. Las últimas dos cifras del número indican el porcentaje de pureza adicional al de 99%. Ejemplo: 1x30, el número 30 indica que el porcentaje total de pureza del aluminio es del 99.30%. La segunda cifra indica el grado de control de impurezas individuales.



Esta tabla nos ayudará en la selección de material de aporte al momento de utilizar el proceso TIG.

La soldadura TIG generalmente se utiliza en metales delgados, el cual el proceso se puede designar bajo dos regímenes de tablas en los cuales podemos designar como la primera tabla observando las propiedades deseadas en el material a soldar en el caso de la selección de aporte como se observa en la tabla 5.5 y por otro caso la selección de material de aporte en la tabla 5.6 por clasificación de material base a utilizar se seleccionará el material de aporte recomendado.

Tabla 5.5 clasificación dependiendo de las propiedades deseadas

Metal base	Propiedades deseadas				
	Resistencia	Ductilidad	Juego de color después del anodizado	Resistencia a la corrosión	Menor tendencia al agrietamiento
1100	4043	1100	1100	1100	4043
2219	2319	2319	2319	2319	2319
3003	4043	1100	1100	1100	4043
5052	5356	5654	5356	5554	5356
5083	5183	5356	5183	5183	5356
5086	5356	5356	5356	5356	5356
5454	5356	5554	5554	5554	5356
5456	5556	5356	5556	5556	5356
6061	5356	5356	5654	4043	4043
6063	5356	5356	5356	4043	4043
7005	5039	5356	5039	5039	5356
7039	5039	5356	5039	5039	5356

Tabla 5.6 tabla de selección de material de aporte

Metal base	201.0 206.0 224.0	319.0 333.0 354.0 355.0 C355.0	356.0 A356 A357 413.0 443.0 A444.0	511.0 512.0 513.0 514.0 535.0	7004 7005 7039 710.0 712.0	6009 6010 6070	6005 6061 6063 6101 6151 6201 6351 6951	5456	5454
1060 1070 1080 1350	ER4145	ER4145	ER4043	ER5356	ER5356	ER4043	ER4043	ER5356	ER4043
1100 3003	ER4145	ER4145	ER4043	ER5356	ER5356	ER4043	ER4043	ER5356	ER4043

Alc 3003									
2014 2036	ER4145	ER4145	ER4145			ER4145	ER4145	-	-
2219	ER2319	ER4145	ER4145	ER4043	ER4043	ER4043	ER4043	-	ER4043
3004 Alc 3004		ER4043	ER4043	ER5356	ER5356	ER4043	ER4043	ER5356	ER5356
5005 5050		ER4043	ER4043	ER5356	ER5356	ER4043	ER5356	ER5356	ER5356
5052 5652		ER4043	ER4043	ER5356	ER5356	ER4043	ER5356	ER5356	ER5356
5083			ER5356	ER5356	ER5183	-	ER5356	ER5183	ER5356
5086			ER5356	ER5356	ER5356	-	ER5356	ER5356	ER5356
5154 5254			ER4043	ER5356	ER5356	-	ER5356	ER5356	ER5356
5454		ER4043	ER4043	ER5356	ER5356	ER4043	ER5356	ER5356	ER5354
5456			ER5356	ER5356	ER5556	-	ER5356	ER5556	
6005 6061 6063 6101 6151 6201 6351 6951	ER4145	ER4145	ER4043	ER5356	ER5356	ER4043	ER4043		
6009 6010 6070	ER4145	ER4145	ER4043	ER4043	ER4043	ER4043			
7004 7005 7039 710.0 712.0		ER4043	ER4043	ER5356	ER5356				
511.0 512.0 513.0 514.0 535.0			ER4043	ER5356					
356.0 A356.0 357.0 A357.0 413.0 443.0 A444.0	ER4145	ER4145	ER4043						
319.0 333.0 354.0 355.0 C355.0	ER4145	ER4145							
201.0 206.0 224.0	ER2319								

Tabla 5.6 tabla de selección de material de aporte

Metal base	5154 5254	5086	5083	5052 5652	5005 5050	3004 Alc. 3004	2219	2014 2036	3003 Alc. 3003	1060 1070 1080 1350
1060 1070 1080 13	ER5356	ER5356	ER5356	ER4043	ER1100	ER4043	ER4145	ER4145	ER1100	ER1188
1100 3003 Alc. 3003	ER5356	ER5356	ER5356	ER4043	ER1100	ER4043	ER4145	ER4145	ER1100	

2014 2036	-	-	-	-	ER4145	ER4145	ER4145	ER4145		
2219	ER4043	-	-	ER4043	ER4043	ER4043	ER2319			
3004 Alc.3004	ER5356	ER5356	ER5356	ER5356	ER5356	ER5356				
5005 5050	ER5356	ER5356	ER5356	ER5356	ER5356					
5052 5652	ER5356	ER5356	ER5356	ER5654						
5083	ER5356	ER5356	ER5183							
5086	ER5356	ER5356								
5154 5254	ER5654									

Notas:

1. Las condiciones de servicio, tales como la inmersión en agua dulce o salada, la producción a productos químicos específicos o una alta y prolongada temperatura (por encima de 150 F/60 C), puede limitar la selección de los metales de aporte. Los metales de aporte ER5183, ER5356, ER5556, y ER5654, no son recomendados para temperaturas de servicio altas y prolongadas.
2. Las recomendaciones en esta tabla se aplican a los procesos de soldadura al arco con protección gaseosa. Para la soldadura oxigas solo se usan comúnmente los metales de aporte ER1188, ER1100, ER4043, ER4047 y ER4145.
3. Cuando no se indica un metal de aporte, la combinación del metal base no es recomendada para soldar.

A. Puede usarse ER4145 en algunas aplicaciones

B. Puede usarse ER4047 en algunas aplicaciones

C. Puede usarse ER4043 en algunas aplicaciones

D. Puede usarse ER5183, ER5356, ER5556

E. Puede usarse ER2319 en algunas aplicaciones. Este puede suministrar una alta resistencia, cuando la ensambladura soldada es postcalentada, tratada térmicamente y curada.

F. Puede usarse ER5183, ER5554, ER5556 y ER5654. En algunos casos esto brindan: (1) un mejor juego de color, después del tratamiento anodizado (2) la mayor ductibilidad de la soldadura (3) mayor resistencia de la soldadura. ER5554 Es adecuado para una temperatura de servicio elevada y prolongada

G. ER4643 proporciona una alta resistencia en soldaduras de ranura de ½" (12mm) y mas gruesas, en aleaciones base 6XXX, cuando es postcalentada, tratada térmicamente y curada

H. A veces se usa el metal de aporte con el mismo análisis que el metal base. Los siguientes metales de aporte forjados poseen los mismos límites de composición química que las aleaciones fundidas para aporte: ER4009 y R4009 como R-C355.0; ER4010 y R4010 como R-A356.0 y R4011 como R-A357.0

I. Las aleaciones de metal base 5254 y 5652 se usan para el servicio del peróxido de hidrogeno. El metal de aporte ER5654 se usa para soldar ambas aleaciones a temperatura menores de 150 F (66 C)

ER1100 puede usarse para algunas aplicaciones.

La selección del material de aporte no es la única selección que se realiza a la hora de soldar por medio del procesamiento TIG, debido a que se pueden variar dependiendo del tamaño del electrodo de tungsteno, la corriente de la soldadura y el tamaño de la varilla de material de aporte como se muestra en la tabla 5.7 basado en la soldadura de las distintas posiciones a tomar.

Tabla 5.7 selección específica de material de aporte

Aluminio y aleaciones de aluminio							
Uso de ranuras cuadradas							
A tope – borde – esquina							
Tipo de corriente		Corriente alterna		Electrodo de tungsteno puro o zirconiado			
Protección		Gas argón					
Espesor del metal Pulg. (mm)	Numero de pases	Tamaño del tungsteno Pulg. (mm)	Tamaño de la tobera Pulg. (mm)	Tamaño del metal de aporte Pulg. (mm)	Flujo de gas PCH (lt/min)	Corriente de soldadura (A)	Velocidad de avance PPM (mm/s)
3/64 (1.2)	1	1/16 (1.6)	1/4 (6.4)	1/16 (1.6)	19 (9.0)	20 – 60	12 (5.1)
1/16 (1.6)	1	3/32 (2.4)	5/16 (7.9)	3/32 (2.4)	19 (9.0)	40 – 90	10 (4.2)
3/32 (2.4)	1	3/32 (2.4)	5/16 (7.9)	3/32 (2.4)	19 (9.0)	50 – 110	10 (4.2)
1/8 (3.2)	1	1/8 (3.2)	3.8 (9.5)	1/8 (3.2)	20 (9.4)	100 – 150	10 (4.2)
Uso de ranuras en “V”							
A tope – esquina							
Espesor del metal Pulg. (mm)	Numero de pases	Tamaño del tungsteno Pulg. (mm)	Tamaño de la tobera Pulg. (mm)	Tamaño del metal de aporte Pulg. (mm)	Flujo de gas PCH (lt/min)	Corriente de soldadura (A)	Velocidad de avance PPM (mm/s)
3/16 (4.8)	2	5/32 (4)	7/16 (11.1)	5/32 (4)	25 (11.8)	160 – 180	11 (4.7)
1/4 (6.4)	2	5/32 (4)	1/2 (12.7)	3/16 (4.8)	30 (14.2)	200 – 220	9 (3.8)
3/8 (9.5)	2	3/16 (4.8)	1/2 (12.7)	3/16 (4.8)	30 (14.2)	240 – 300	8 (3.4)
1/2 (12.7)	2 – 3	3/16 (4.8)	1/2 (12.7)	3/16 (4.8)	35 (16.5)	300 – 350	8 (3.4)
Soldadura de filetes							
Traslape – “T” – Esquina							
Espesor del metal Pulg. (mm)	Numero de pases	Tamaño del tungsteno Pulg. (mm)	Tamaño de la tobera Pulg. (mm)	Tamaño del metal de aporte Pulg. (mm)	Flujo de gas PCH (lt/min)	Corriente de soldadura (A)	Velocidad de avance PPM (mm/s)
1/16 (1.6)	1	3/32 (2.4)	5/16 (7.9)	3/32 (2.4)	15 (7.1)	50 – 90	9 (3.8)
3/32 (2.4)	1	3/32 (2.4)	5/16 (7.9)	3/32 (2.4)	16(7.6)	60 – 115	9 (3.8)
1/8 (3.2)	1	1/8 (3.2)	3/8 (9.5)	1/8 (3.2)	19 (9.0)	70 – 140	10 (4.2)
3/16 (4.8)	1	5/32 (4.0)	7/16 (11.1)	5/32 (4.0)	25 (11.8)	110 – 200	10 (4.2)

1/4 (6.4)	1	3/16 (4.8)	1/2 (12.7)	3/16 (4.8)	30 (14.2)	130 – 250	10 (4.2)
3/8 (9.5)	2	3/16 (4.8)	1/2 (12.7)	3/16 (4.8)	30 (14.2)	175 – 310	8 (3.4)
1/2 (12.7)	3	3/16 (4.8)	1/2 (12.7)	3/16 (4.8)	35 (16.5)	250 – 350	8 (3.4)

5.4.2 Objetivo general

El proceso de soldadura TIG en aluminio, es uno en el cual podemos encontrar como un caso especial por lo cual conocer el llegar a conocer las causas de sus defectos o en su caso como realizar un buen uso de la soldadura, así como el mantenimiento o la realización de un buen proceso.

5.4.3 Objetivo particular

Conocer los procesos de soldaduras especiales como lo es el de soldadura en aluminio con el fin de desarrollar a futuro conociendo lo que es un buen proceso para desarrollar de esa forma

5.4.4 Material y equipo

Planta o módulo Syncroware 180 SD

Electrodos

Equipo de protección

- Guantes
- Careta para soldar
- Mandil de cuero
- Zapatos de protección
- Mangas de cuero

5.4.5 Actividades previas

Lectura de la práctica

5.4.6 Procedimiento experimental

Conecte la planta para soldar por el proceso TIG



Precauciones.

Desconecte la alimentación antes de realizar las conexiones.

Ajuste del caudal para su uso en $20 \frac{ft^3}{hrs}$ (9,4 l / min).

- I. Utilice el equipo de protección
- II. Conecte la antorcha tig la cual tiene la boquilla dirigida de la cerámica para dirigir argón y un mango de cobre para sostener el electrodo
- III. Seleccione la polaridad de la corriente dependiendo sea el caso del material que se fuera a soldar.
- IV. Determine la varilla de tungsteno a utilizar tamaño y forma de la punta
- V. Preparación de la varilla de tungsteno
- VI. Regule el gas y prepare el equipo para soldar
- VII. Ajusta el amperaje

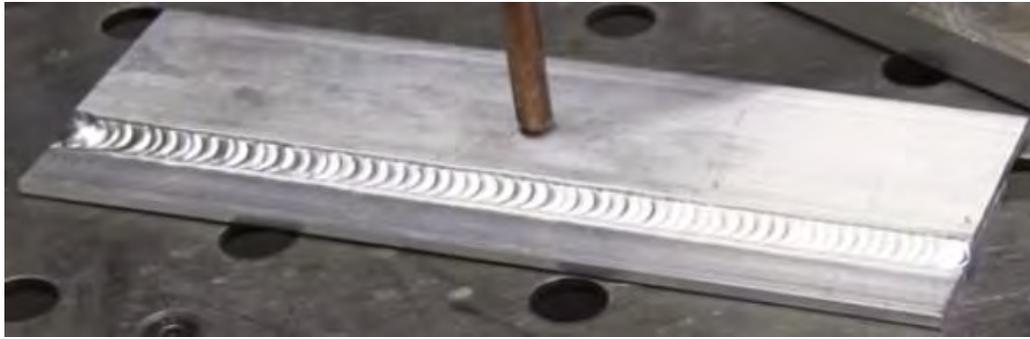
El amperaje te permite regular el control que tienes sobre el proceso de soldadura.

- VIII. Preparación de limpieza del material a soldar.
- IX. Como se realizó en prácticas anteriores siga los pasos para realizar las pruebas para placas de aluminio disponibles en el laboratorio, con las posiciones vistas en la anterior practica

- Forma una soldadura en ángulo sencilla. (Ilustración 5.17)



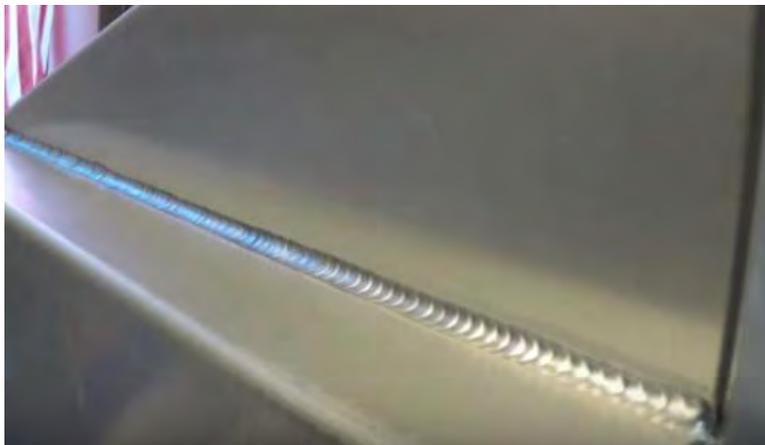
- Sueda uniones a solape. (Ilustración 5.18)



- Realiza una unión en T para conectar dos piezas de metal en un ángulo recto. (Ilustración 5.19)



- Unión de esquina. (Ilustración 5.20)



X. Desconexión del equipo

- Cierre la válvula general del general de gas
- Presione el pedal para que el gas que se encuentra en el equipo salga de forma adecuada

- Continúe por abrir la válvula del regulador de gas
- Realice la desconexión de la antorcha
- Realice la desconexión del pedal
- Así como la desconexión de la abrazadera de trabajo

5.4.6 Cuestionario

1. ¿Qué es la acritud?
2. ¿Por qué pueden aparecer grietas producidas por la soldadura?
3. ¿Qué otros defectos se pueden producir?
4. ¿De dónde puede venir el hidrogeno que forma de poros?
5. ¿Cómo se pueden prevenir agrietamientos de los cordones de soldadura?
6. ¿Como se clasifican los grupos de aluminio y sus aleaciones?
7. ¿Cuáles son sus características de cada grupo?
8. ¿Cuál es la corriente, el tipo de filo de la varilla de tungsteno para el aluminio y diversas aleaciones?

5.5 Practica 5 Soldadura TIG en acero inoxidable

5.5.1 Introducción

Las aplicaciones de la soldadura TIG del acero inoxidable van, desde las más sencillas en la fabricación de mobiliario urbano o sanitario, a las más exigentes en la tubería de alta presión para la industria alimentaria, petroquímica o generación de energía.

La soldadura en acero inoxidable varía sensiblemente respecto a la soldadura que pueda practicarse en piezas de acero ordinario.

En general los aceros inoxidables pueden soldarse con este proceso, pero hay un tipo de aceros inoxidables que es de difícil soldeo, este tipo de aceros inoxidables son los que tienen altos contenidos de azufre y silicio, o los que tienen un alto contenido de carbono (303, 416, 416Se, 430F, 430FSe y 440).

El elemento principal en los aceros inoxidables es el cromo y éste está en un porcentaje mayor a un 11% en la aleación. Los tres tipos de aceros inoxidables que pueden soldarse son los austeníticos, martensíticos y los ferríticos.

La soldadura TIG generalmente se utiliza en metales delgados, el cual el proceso se puede designar bajo dos regímenes de tablas en los cuales se pueden designar como la primera tabla observando las propiedades deseadas en el material a soldar en el caso de la selección de aporte como se observa en la tabla 5.8

Así como del mismo modo la selección del material de aporte no es la única selección que se realiza a la hora de soldar por medio del procesamiento TIG, debido a que se pueden variar dependiendo del tamaño del electrodo de tungsteno, la corriente de la soldadura y el tamaño de la varilla de material de aporte como se muestra en la tabla 5.9 basado en la soldadura de las distintas posiciones a tomar.

Tabla 5.8 Selección de material de aporte basado en material base

AISI TIPO No.	C%	Mn%	Si%	Cr%	Ni%	OTROS ELEMENTOS	SELECCIÓN DEL METAL DE APORTA
201	0.15 max	5.5-7.5	1.00	16.00-18.00	3.50-5.50	N 0.25 max	308
202	0.15 max	7.5-10.0	1.00	17.00-19.00	4.00-6.00	N 0.25 max	308
301	0.15 max	2.00	1.00	16.00-18.00	6.00-8.00	-	308
302	0.15 max	2.00	1.00	17.00-19.00	8.00-10.00	-	308
302B	0.15 max	2.00	2.00-3.00	17.00-19.00	8.00-10.00	-	308
304	0.08 max	2.00	1.00	18.00-20.00	8.00-12.00	-	308
304L	0.03 max	2.00	1.00	18.00-20.00	8.00-12.00	-	308L
305	0.12 max	2.00	1.00	17.00-19.00	10.00-13.00	-	308-310
308	0.08 max	2.00	1.00	19.00-21.00	10.00-12.00	-	308
309	0.20 max	2.00	1.00	22.00-24.00	12.00-15.00	-	309
309S	0.08 max	2.00	1.00	22.00-24.00	12.00-15.00	-	309
310	0.25 max	2.00	1.50	24.00-26.00	19.00-22.00	-	310
310S	0.08 max	2.00	1.50	24.00-26.00	19.00-22.00	-	310
314	0.25 max	2.00	1.50-3.00	23.00-26.00	19.00-22.00	-	310,312
316	0.08 max	2.00	1.00	16.00-18.00	10.00-14.00	Mo 2.00-3.00	316
316L	0.03 max	2.00	1.00	16.00-18.00	10.00-14.00	Mo 2.00-3.00	316L
317	0.08 max	2.00	1.00	18.00-20.00	11.00-15.00	Mo 3.00-4.00	317
321	0.08 max	2.00	1.00	17.00-19.00	9.00-12.00	Ti5 x C min	347
330	0.35 max	2.00	2.50	13.00-17.00	33.00-37.00	-	330
347	0.08 max	2.00	1.00	17.00-19.00	9.00-13.00	Cb+Ta 10 x C min	347
348	0.08 max	2.00	1.00	18.00-19.00	9.00-13.00	Cb +Ta 10 x C min Ta 0.10	347,348
403	0.15 max	1.00	0.50	11.50-13.00	-	-	410,309,310
410	0.15 max	1.00	1.00	11.50-13.50	-	-	410,309,310
414	0.15 max	1.00	1.00	11.50-13.50	1.25-2.50	-	410 ,309, 310
420	> 0.15	1.00	1.00	12.00-14.00	-	-	410, 420
431	0.20 max	1.00	1.00	15.00-17.00	1.25-2.50	-	430, 309, 310
501	> 0.10	1.00	1.00	4.00-6.00	-	Mo 0.40-0.65	502
502	0.10 max	1.00	1.00	4.00-6.00	-	Mo 0.40-0.65	502
405	0.08 max	1.00	1.00	11.50-14.50	-	Al 0.10-0.30	410, 309, 310
430	0.12 max	1.00	1.00	14.00-18.00	-	-	430, 309, 310
442	0.20 max	1.00	1.00	18.00-23.00	-	-	309, 310
446	0.20 max	1.50	1.00	23.00-27.00	-	N 0.25 max	309, 310

Tabla 5.9 Selección de material de aporte

ACERO INOXIDABLE							
Corriente --CC				Electrodo de Tungsteno Toriado			
Protección con Argón							
Uso de ranuras cuadradas							
A tope – borde – esquina							
Espesor del metal Pulg. (mm)	Numero de pases	Tamaño del tungsteno Pulg. (mm)	Tamaño de la tobera Pulg. (mm)	Tamaño del metal de aporte Pulg. (mm)	Flujo de gas PCH (It/min)	Corriente de soldadura (A)	Velocidad de avance PPM (mm/s)
1/16 (1.16)	1	1/16 (1.16)	¼ (6.4)	1/16 (1.16)	10 (4.7)	45-75	10 (4.2)
3/32 (2.4)	1	1/16 (1.16)	¼ (6.4)	3/32 (2.4)	10 (4.7)	65-85	10 (4.2)
1/8 (3.2)	1	1/16 (1.16)	5/16 (7.9)	3/32 (2.4)	10 (4.7)	75-125	10 (4.2)
3/16 (4.8)	1	1/8 (3.2)	3/8 (9.5)	1/8 (3.2)	15 (7.1)	100-175	8 (3.4)
¼ (6.4)	2	1/8 (3.2)	3/8 (9.5)	3/16 (4.8)	18 (8.5)	125-225	10 (4.2)
3/8 (9.5)	2-3	3/16 (4.8)	½ (12.7)	3/16 (4.8)	25 (11.8)	175-300	10 (4.2)
½ (12.7)	3	3/16 (4.8)	½ (12.7)	1/4 (6.4)	25 (11.8)	200-325	10 (4.2)
Uso de ranuras en “V”							
A tope – esquina							
Espesor del metal Pulg. (mm)	Numero de pases	Tamaño del tungsteno Pulg. (mm)	Tamaño de la tobera Pulg. (mm)	Tamaño del metal de aporte Pulg. (mm)	Flujo de gas PCH (It/min)	Corriente de soldadura (A)	Velocidad de avance PPM (mm/s)
1/16 (1.6)	1	1/16 (1.6)	¼ (6.4)	1/16 (1.6)	12 (5.7)	35-60	12 (5.1)
3/32 (2.4)	1	1/16 (1.6)	¼ (6.4)	3/32 (2.4)	12 (5.7)	45-85	12 (5.1)
1/8 (3.2)	1	1/16 (1.6)	5/16 (7.9)	3/32 (2.4)	12 (5.7)	55-100	12 (5.1)
3/16 (4.8)	1	3/32 (2.4)	5/16 (7.9)	1/8 (3.2)	15 (7.1)	65-130	10 (4.2)
Soldadura de filetes							
Traslape – “T” – Esquina							
Espesor del metal Pulg. (mm)	Numero de pases	Tamaño del tungsteno Pulg. (mm)	Tamaño de la tobera Pulg. (mm)	Tamaño del metal de aporte Pulg. (mm)	Flujo de gas PCH (It/min)	Corriente de soldadura (A)	Velocidad de avance PPM (mm/s)
¼ (6.4)	2	1/8 (3.2)	3/8 (9.5)	3/16 (4.8)	18 (8.5)	175-250	10 (4.2)
3/8 (9.5)	2-3	3/16 (4.8)	½ (12.7)	3/16 (4.8)	25(11.8)	250-350	10 (4.2)
½ (12.7)	3	3/16 (4.8)	½ (12.7)	¼ (6.4)	25(11.8)	250-350	10 (4.2)

5.5.2 Objetivo general

Obtener el conocimiento y la práctica para poder llevar a cabo la aplicación debido a que en la industria la soldadura de aceros inoxidables es un proceso muy requerido y delicado por lo cual es necesario su aprendizaje.

5.5.3 Objetivo particular

La adquisición de conocimiento y la parte práctica desarrollada a lo largo del curso tendrá como beneficio que las personas que se encarguen de tomar el curso podrían verlo como una capacitación en la cuestión de procesos de soldadura la cual tiene como una base fundamental en el desarrollo en la industria.

5.5.4 Material y equipo

Planta o módulo Syncroware 180 SD

Equipo de protección

- Guantes
- Careta para soldar
- Mandil de cuero
- Zapatos de protección
- Mangas de cuero

5.5.5 Actividades previas

Realiza la lectura de la práctica

5.5.6 Procedimiento experimental

Conecte la planta para soldar por el proceso TIG



Precauciones.

Desconecte la alimentación antes de realizar las conexiones.

Ajuste del caudal para su uso en $20 \frac{ft^3}{hrs}$ (9,4 l / min).

- I. Utilice el equipo de protección
- II. Conecte la antorcha tig la cual tiene la boquilla dirigida de la cerámica para dirigir argón y un mango de cobre para sostener el electrodo
- III. Seleccione la polaridad de la corriente dependiendo sea el caso del material que se fuera a soldar.
- IV. Determine la varilla de tungsteno a utilizar tamaño y forma de la punta
- V. Preparación de la varilla de tungsteno
- VI. Regule el gas y prepare el equipo para soldar
- VII. Ajusta el amperaje

El amperaje te permite regular el control que tienes sobre el proceso de soldadura.

- VIII. Preparación de limpieza del material a soldar.
- IX. Como se realizó en prácticas anteriores siga los pasos para realizar las pruebas para placas de acero inoxidable del laboratorio, con las posiciones vistas en la anterior practica

- Forma una soldadura en ángulo sencilla. (Ilustración 5.17)



- Suelda uniones a solape. (Ilustración 5.18)



- Realiza una unión en T para conectar dos piezas de metal en un ángulo recto. (Ilustración 5.19)



- Unión de esquina. (Ilustración 5.20)



XI. Desconexión del equipo

- Cierre la válvula general del general de gas
- Presione el pedal para que el gas que se encuentra en el equipo salga de forma adecuada
- Continúe por abrir la válvula del regulador de gas
- Realice la desconexión de la antorcha
- Realice la desconexión del pedal
- Así como la desconexión de la abrazadera de trabajo

5.5.7 Cuestionario

1. Menciona los gases de protección que pueden ser utilizados con acero inoxidable
2. Describe las características de los gases de protección
3. ¿Qué es ionización? ¿Qué ocurre después de separarse los átomos del aire en electrones y núcleos?
4. ¿En qué afectan las variaciones en la distancia del arco durante la soldadura?
5. ¿Qué causa este reparto de calor desigual entre polos?
6. ¿Qué ocurre si se selecciona la polaridad inversa en los aceros inoxidables?

Conclusión

Durante el desarrollo de este proyecto llegué a la conclusión de que se necesita para llegar a considerarse como un proceso, cuales son los factores que pueden llegar a intervenir para un buen desarrollo o malo, como podemos llegar a determinar que se realizó de manera adecuada o inadecuada así como las pruebas que se necesitan realizar para determinar, como fue el proceso de soldadura que se llevó a cabo parte importante en este es que la unión del material puede llegarse a realizar con o sin material de aporte que esto puede llegar a significar un cambio dentro del mismo proceso, de igual manera los diversos factores en cuestión de si el material requiere algún cambio de temperatura externo para que pueda llevarse a cabo la unión y la misma posición por el hecho de que cada posición con respecto al material necesita una variación de corriente o alguna condición dentro del mismo proceso que puede resaltar que debido es debido a las condiciones de trabajo.

Que puede aprender a su manera que este proyecto el cual consiste en un proceso de soldadura conocido como soldadura TIG (por sus siglas en inglés *Tungsten inert gas*) el cual consiste que mediante la protección de gas el cual puede variar dependiendo de las propiedades y el metal que se desea unir, ya que esto es un factor importante debido a que el proceso de soldadura TIG es un proceso de soldadura especial que tiene varias ventajas al igual que varias desventajas, podemos mencionar que una de sus ventajas es que es un proceso de unión muy limpio en cuestión de que no deja residuo alguno comparado con el proceso de soldadura por arco, además de que es un proceso especial para aluminio y acero inoxidable. Una desventaja de este proceso podemos determinarla como que es un proceso de soldadura muy lento debido a que el equipo de soldadura tiende a tener un periodo de trabajo muy corto dependiendo del voltaje que se determine al realizar el proceso.

Comparado con otros procesos este es uno de los principales que se pueden llegar a requerir dentro de la industria por lo cual el tener conocimiento del tema es necesario como ingenieros mecánicos eléctricos, puedo decir que es un proceso realmente interesante que sus aplicaciones son muy utilizadas dentro de la industria debido a sus beneficios a pesar de sus desventajas las cuales no son muchas pero si lo hacemos en referencia al tiempo puede llegar a ser un gran impedimento para la misma realización en trabajos a realizar, por lo cual el desarrollo de este trabajo el cual reafirmo mi conocimiento aprendido a lo largo de mi trayectoria escolar desarrollando mis capacidades en este proceso y ampliando mi conocimiento sobre el mismo.

Gran parte de la realización de este proyecto será que no solo nos beneficiara a mi compañero de tesis y a mí, sino que podrá llegar a beneficiar a futuras generaciones de la carrera de ingeniería mecánica eléctrica permitiéndoles conocer más sobre este proceso y algunas personas externas ya que la finalidad de este es que se pudieran llegar a presentar como curso interno para los alumnos y curso externo para las personas que quieran llegar a aprender del mismo.

Javier de Jesús Cariño López

Al término de este trabajo obtuve un mayor conocimiento de la teoría que envuelve el tema de la soldadura TIG, así como la parte práctica. El desarrollo de este conocimiento es de real importancia para poder llevar a cabo soluciones efectivas a problemas de ingeniería.

Al inicio de este trabajo, tenía una carencia en el conocimiento de este proceso. Al finalizarlo considero que he alcanzado un nuevo nivel del mismo, lo cual no excluye que debo continuar actualizándome ya que continuamente aparecen nuevos estudios y se busca desarrollar nuevos materiales. Entre los conocimientos obtenidos son:

Materiales donde se puede aplicar el uso de este proceso de soldeo

Preparación del material a soldar para obtener el mejor resultado

Preparación de juntas

Encendido de máquina soldadora TIG

Ajuste de máquina

Medidas de seguridad

Realización del cordón de soldadura

Desarrollo de pruebas destructivas y no destructivas para piezas soldadas

En base a la experiencia obtenida con este trabajo, considero que el mismo es muy bueno para desarrollar en cualquier persona el conocimiento básico del proceso de soldeo TIG. Una vez que se tienen los conocimientos básicos, se puede iniciar un desarrollo más práctico.

Alvaro González Villegas

Bibliografía general en uso del manual

Marcos Carlos Alonso, UF1628- Soldadura TIG de aluminio
Marcos Carlos Alonso, UF1628- Soldadura TIG de acero inoxidable
Larry Jeffus, Manual de soldadura TIG
Molera Sola Pere, Soldadura industrial: clases y aplicaciones
Larry Jeffus, Soldadura: principios y aplicaciones
W. Giachino Joseph, Técnicas y práctica de la soldadura

Bibliografía general en teoría

Soldadura TIG de aluminio y aleaciones

Bibliografía

González Torres Roberto (1999), "Metalurgia de la soldadura".
Love Leonard Carl (1921), "Soldadura: procedimientos y aplicaciones."
Jackson Mathew Derrick (1967), "Welding: methods and metallurgy".
Seferian Daniel (1962), "Metalurgia de la soldadura".
Horwitz Henry (1984), "Soldadura: aplicaciones y práctica".
Seferian Daniel (1974), "Las soldaduras: técnica-control".
Koellhoffer Leonard, F. Manz August, Hornberger Eugene G. (1998), "Manual de soldadura".
Galvery William L., Marlow Frank M. (2006), "Guía de soldadura para el técnico profesional".
Askeland R. Donald, Phulé Pradeep P. (1994), "La ciencia e ingeniería de los materiales".
Callister William D. Jr. (1995), "Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales".
Babor José A., Ibarz Aznárez José (1977), "Química general moderna".
Baker Martha A. (1995), "Guía técnica para la soldadura al arco con electrodo de tungsteno y protección gaseosa".
Molera Solá, Pere (2005), "Soldadura industrial: clases y aplicaciones".
Groover Mikell P. (2000), "Procesos de manufactura moderna".

Cibergrafía

<http://eprints.uanl.mx/6850/1/1080072463.PDF>

<https://books.google.com.mx/books?id=KoEH9Ekr48gC&printsec=frontcover&dq=soldadura+por+gas+libros&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjVnf-->

[7MXUAhWIKiYKHe3VD3UQ6AEIKTAB#v=onepage&q=soldadura%20por%20gas%20libros&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=GIV2LXp8RR0C&printsec=frontcover&dq=soldadura+por+gas+libros&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiumLLApcHUAhUBOCYKHTvVA4MQ6AEIzAA#v=onepage&q=soldadura%20por%20gas%20libros&f=false)

[https://books.google.com.mx/books?id=GIV2LXp8RR0C&printsec=frontcover&dq=soldadura+por+gas+libros&hl=es-](https://books.google.com.mx/books?id=GIV2LXp8RR0C&printsec=frontcover&dq=soldadura+por+gas+libros&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiumLLApcHUAhUBOCYKHTvVA4MQ6AEIzAA#v=onepage&q=soldadura%20por%20gas%20libros&f=false)

[419&sa=X&ved=0ahUKEwiumLLApcHUAhUBOCYKHTvVA4MQ6AEIzAA#v=onepage&q=soldadura%20por%20gas%20libros&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=GIV2LXp8RR0C&printsec=frontcover&dq=soldadura+por+gas+libros&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiumLLApcHUAhUBOCYKHTvVA4MQ6AEIzAA#v=onepage&q=soldadura%20por%20gas%20libros&f=false)

Videografía

<https://www.youtube.com/user/weldingtipsandtricks>

Cambou Don (2007), "Maravillas modernas: El arte de soldar".

D. Jody (2014), "TIG welding basics".

Resultados prácticos



Practica 1 Resultados y conclusiones

Actividades previas

Leer la lectura previamente

- Describe el principio de operación

El procedimiento TIG usa el calor producido por un arco entre un electrodo de tungsteno no consumible y el metal base.

El metal de soldadura fundido, la zona caliente de la soldadura y el electrodo no consumible están protegidos de la atmosfera por un gas inerte que es suministrado a través de la antorcha. El gas para protección desplaza al aire, de modo que el oxígeno y el nitrógeno del aire, de modo que el oxígeno y el nitrógeno del aire no entran en contacto con el metal fundido o el electrodo caliente de tungsteno.

El cual la función general es que el arco eléctrico que se forma que por medio de esta pasa el gas ionizado, en este proceso los átomos del gas inerte se ionizan perdiendo electrones y quedando con una carga positiva, que en todo caso los iones positivos del gas fluyen del polo positivo al polo negativo.

Menciona las ventajas y limitaciones de la soldadura TIG

Ventajas	Limitaciones
Este proceso producirá soldaduras de gran calidad en casi todos los metales y aleaciones	La velocidad de soldadura es relativamente lenta
No hay escoria, de modo que todo se requiere muy poca limpieza después de la soldadura (cuando sea necesario)	El electrodo se contamina fácilmente
No hay metal de aporte que pase a través de arco, de modo que hay pocas salpicaduras (o casi nada)	El proceso no es muy eficiente para soldar secciones gruesas, debido a que las tasas de la deposición son bajas.
La soldadura puede utilizarse en todas las posiciones	El arco requiere ser protegido de las corrientes del viento, las cuales pueden hacer que el gas para protección se aleje del arco
No siempre se requiere de material de aporte	
El arco y el depósito de soldadura son claramente visibles al soldador	
Debido a que el metal de aporte no atraviesa el arco, la cantidad que se añade no depende del nivel de la corriente para soldar	

Cuestionarios

1. Desarrolla un cuadro un cuadro comparativo de tres procesos de soldadura comparando las ventajas y desventajas de cada proceso

Clase de soldadura	Aplicación	Ventaja	Desventajas
Soldadura autógena	Por soldadura autógena se entiende que es aquella que se realiza sin metal de aportación de manera que se unen dos cuerpos de la misma naturaleza por medio de la fusión de si mismos, así como al mismo tiempo al enfriarse formar un todo único	La soldadura oxiacetilénica es la forma más difundida de la soldadura autógena	Para uniones sometidas a un esfuerzo
Soldadura por arco eléctrico	Es un proceso de soldadura, donde la unión es producida por el calor generado por un arco eléctrico, con o sin aplicación de presión y con o sin metal de aporte. La energía eléctrica se transforma en energía térmica, pudiendo llegar esta energía hasta una temperatura 4000°C	Fuente de poder sencilla y económica. Se puede emplear en cualquier posición. Es aplicable en la mayoría de los metales y aleaciones de uso industrial	Es un proceso manual. Alta deposición del metal
Soldadura oxiacetilénica	El calor aportado en este tipo de soldadura se debe a la reacción de combustión del acetileno (C ₂ H ₂): que resulta ser fuertemente exotérmica, pues se alcanzan temperaturas del orden de los 3500 °C	Es aplicable solo la cantidad requerida. El soldador tiene control del calor y la temperatura	Se producen grandes de formaciones y tensiones internas causadas por el gran aporte térmico. El proceso es lento de baja productividad destinado a pequeños espesores

2. Describe con tus palabras el proceso de soldadura TIG

El sistema TIG es un sistema de soldadura al arco con protección gaseosa, que utiliza el intenso calor de un arco eléctrico generado entre un electrodo de tungsteno no consumible y la pieza a soldar, donde puede o no utilizarse metal de aporte. Se utiliza gas de protección cuyo objetivo es desplazar el aire, para eliminar la posibilidad de contaminación de la soldadura por el oxígeno y nitrógeno presente en la atmósfera. La característica más importante que ofrece este sistema es entregar alta calidad de soldadura en todos los metales, incluyendo aquellos difíciles de soldar, como también para soldar metales de espesores delgados y para depositar cordones de raíz en unión de tuberías. Las soldaduras hechas con sistema TIG son más fuertes, más resistentes a la corrosión y más dúctiles que las realizadas con electrodos convencionales. Cuando se necesita alta calidad y mayores requerimientos de terminación, es necesario utilizar el sistema TIG para lograr soldaduras homogéneas, de buena apariencia y con un acabado completamente liso

3. ¿Qué diferencias se encuentran entre los procesos de soldadura TIG y el proceso de SWAM?

Diferencias	Ventajas	Desventajas
TIG	<p>No se requiere de fundente y no hay necesidad de limpieza en los pases de soldadura.</p> <p>No hay salpicadura, chispas ni emanaciones, al no circular metal de aporte a través del arco. La superficie queda limpia.</p> <p>Brinda soldaduras de alta calidad en todas las posiciones, sin distorsión.</p> <p>Permite soldar con mayor facilidad espesores delgados.</p> <p>Facilita la soldadura en lugares de difícil acceso.</p> <p>El calor del arco es más concentrado, por lo cual hay menos distorsión y mayor facilidad de soldadura en metales de</p>	<p>Alto Costo del equipo y mano de obra</p> <p>Dificultades para trabajar al aire libre.</p> <p>Enfriamiento más rápido en comparación de otros métodos de soldadura.</p> <p>Requiere una mayor destreza por parte del soldador.</p>

	<p>alta conductividad térmica y metales aleados.</p> <p>Al igual que todos los sistemas de soldadura con protección gaseosa, el área de soldadura es claramente visible.</p>	
SWAM	<p>El equipo de soldeo es relativamente sencillo, no muy caro y portátil.</p> <p>El metal de aporte y el medio de protección proceden del electrodo revestido.</p> <p>Es menos sensible al viento y a las corrientes de aire que los procesos con protección gaseosa.</p> <p>Se puede emplear en cualquier posición tanto en locales abiertos como cerrados.</p> <p>Aplicable a la mayoría de procesos y aleaciones.</p> <p>Aplicable a gran variedad de espesores, mayores de 2 mm</p>	<p>Se podría decir que es algo sucio a comparación con otros procesos, se necesita remover la escoria y si no se le da una adecuada limpieza entre cordones el cordón puede sufrir una serie de discontinuidades.</p> <p>Es un proceso lento, debido a la baja tasa de deposición y a la necesidad de retirar la escoria.</p> <p>La tasa de deposición es baja, debido a que el electrodo sólo puede consumirse hasta una longitud mínima (unos 5 cm).</p> <p>No resulta productivo para espesores mayores de 28 mm</p> <p>No es aplicable a metales de bajo punto de fusión, debido a que el intenso calor del arco es excesivo para ellos.</p> <p>Limitación en lugares de difícil acceso</p>

4. Menciona las diferencias de soldadura TIG en DC Y AC

Corriente directa (DC, por sus siglas en inglés)

La soldadura TIG que usa una corriente directa (DC) crea un circuito eléctrico que fluye en una sola vía. Esto conduce a una polaridad constante de la carga del arco. DC se utiliza para la soldadura de metales ferrosos tales como aceros inoxidable.

Corriente alterna

La soldadura TIG usando una corriente alterna crea un arco que cambia la polaridad en ciclos regulares. Esta alternancia de la polaridad elimina la oxidación de la superficie de la zona de soldadura. La AC se utiliza para soldar el aluminio.

5. ¿Por qué es necesario calentar un proceso de precalentamiento y en qué tipo de piezas se hace esto?

El precalentamiento a veces es necesario dependiendo el tipo de material a soldarse del espesor del metal base y de la cantidad de restricciones en la junta.

La temperatura del precalentamiento puede ser controlada ya que, mediante el calentamiento de los hornos, el calentamiento eléctrico por inducción de bobinas, así como el calentamiento por medio de resistencias o mantas.

6. Describe las propiedades físicas de los materiales y mencione algunas de ellas

- Las propiedades de un material determinado se pueden clasificar en cinco grandes grupos:
- Propiedades químicas: Se refiere a los procesos que modifican químicamente un material.
- Propiedades físicas: Se refiere a las características de los materiales debido al ordenamiento atómico o molecular del mismo.
- Propiedades térmicas: Se refiere al comportamiento del material frente al calor.
- Propiedades magnéticas: Se refiere a la capacidad de algunos materiales al ser sometidos a campos magnéticos.
- Propiedades mecánicas: Están relacionadas con la forma en que reaccionan los materiales al actuar fuerzas sobre ellos.

7. Describa algunas propiedades mecánicas de los materiales

Elasticidad

El término elasticidad designa la propiedad mecánica de ciertos materiales de sufrir deformaciones reversibles cuando se encuentran sujetos a la acción de fuerzas exteriores y de recuperar la forma original si estas fuerzas exteriores se eliminan.

Plasticidad

- La plasticidad es la propiedad mecánica que tiene un material para deformarse permanente e irreversiblemente cuando se encuentra sometido a tensiones por encima de su límite elástico.
 - Resistencia a la fluencia Es la fuerza que se le aplica a un material para deformarlo sin que recupere su antigua forma al parar de ejercerla.
 - Resistencia a la torsión Fuerza torsión máxima que soporta un material antes de romperse.
 - Resistencia a la fatiga Deformación de un material que puede llegar a la ruptura al aplicarle una determinada fuerza repetidas veces.
 - Dureza La dureza es la propiedad que tienen los materiales de resistir el rayado y el corte de su superficie. Por ejemplo: la madera puede rayarse con facilidad, esto significa, que no tiene mucha dureza, mientras que el vidrio cuando lo rayas no queda marca, por lo tanto, tiene gran dureza.
 - Fragilidad La fragilidad intuitivamente se relaciona con la cualidad de los objetos y materiales de romperse con facilidad. Aunque técnicamente la fragilidad se define más propiamente como la capacidad de un material de fracturarse con escasa deformación, a diferencia de los materiales dúctiles que se rompen tras sufrir acusadas deformaciones plásticas.
 - Tenacidad La tenacidad es una medida de la cantidad de energía que un material puede absorber antes de fracturarse. Evalúa la habilidad de un material de soportar un impacto sin fracturarse.
 - Ductilidad: La ductilidad es una propiedad que presentan algunos materiales, como las aleaciones metálicas o materiales asfálticos, los cuales bajo la acción de una fuerza, pueden deformarse sosteniblemente sin romperse, permitiendo obtener alambres o hilos de dicho material. A los materiales que presentan esta propiedad se les denomina dúctiles. Los materiales no dúctiles se clasifican de frágiles. Aunque los materiales dúctiles también pueden llegar a romperse bajo el esfuerzo adecuado, esta rotura sólo se produce tras producirse grandes deformaciones.
 - Maleabilidad: La maleabilidad es la propiedad de la materia, que junto a la ductilidad presentan los cuerpos al ser elaborados por deformación. Se diferencia de aquella en que mientras la ductilidad se refiere a la obtención de hilos, la maleabilidad permite la obtención de delgadas láminas de material sin que éste se rompa. Es una cualidad que se encuentra opuesta a la ductilidad puesto que en la mayoría de los casos no se encuentran ambas cualidades en un mismo material.
 - Maquinabilidad: La maquinabilidad es una propiedad de los materiales que permite comparar la facilidad con que pueden ser mecanizados por arranque de virutas.
8. A que hace referencia las siglas TIG

La soldadura TIG (por sus siglas en inglés: Tungsten inert gas)

9. Menciona las partes de la antorcha TIG

Copa de difusor de gas

Copa de cerámica

Cuerpo de difusor de gas

Porta mordaza

Mordaza

Protector térmico estándar

Cabeza de la antorcha

Capuchón largo

Capuchón corto

10. Menciona los tipos de toberas que existen y describe cada una de ellas

Los tipos de toberas se dividen en los siguientes grupos

- a) Cerámica: De bajo costo y recomendada para el uso con corrientes de alta frecuencia para prevenir el daño por chisporroteo del metal.
- b) Metálica:
 - Deslizante: Bajas corrientes de soldadura.
 - Enfriadas por agua: Alta corriente de soldadura.
- c) Cuarzo fundido: Recomendable para ángulos de soldeo donde se pierda visibilidad, el interior de la tobera puede dañarse debido a los vapores que se producen cuando el electrodo se contamina.
- d) Doble protección: Permite que un gas fluya alrededor del electrodo para proteger al depósito de soldadura recién formado

Practica 2

Actividades previas

Leer la lectura previamente

Cuestionario

1. Mencione que diferencias existen entre los tipos de afilados de la varilla de tungsteno
 - La punta afilada como se menciona en la introducción depende de un ángulo, pero su forma de preparación se debe llevar a cabo a su misma dirección que la piedra del esmeril, la punta de la varilla de tungsteno en punta se utiliza por su mayoría en corriente directa. La punta de la varilla de tungsteno en forma de bola se utiliza en corriente alterna. Y es más utilizada en la soldadura de aluminio
 - Una punta hemisférica se produce encendiendo un arco entre el electrodo y una pieza de un metal, la punta se mantiene en un nivel moderado de corriente, hasta que la bola hemisférica se forme en el extremo del electrodo.
 - una punta abalonada se produce en la misma forma, excepto que se usan mayores niveles de corriente. El diámetro del extremo abalonado no deberá exceder 1 – ½ veces el diámetro del electrodo, debido a que una excesiva corriente consumirá el electrodo con mucha rapidez. Las superficies de las puntas hemisféricas o abalonadas deberán siempre estar perfectamente limpias, brillantes y sumamente reflexivas.
2. Menciona que gases pueden ser utilizados en el proceso de soldadura TIG y que características proporcionarían a nuestro proceso de soldeo

Los gases que pueden llegar a ser utilizados son:

El argón

- La acción del arco es más silenciosa y suave.
- El encendido del arco es más suave.
- Preferible para soldar aluminio y magnesio.
- Costo bajo.
- Eficiente para la soldadura de metales diferentes.

El helio

- Proporciona menor zona afectada por el calor.
 - Bueno para metales gruesos.
 - Para soldar a altas velocidades.
3. Mencione cada uno de los componentes de la porta electrodos y las diferencias de la conexión TIG y SMAW

La conexión del proceso TIG es más elaborada debido que el proceso de soldadura cambia radicalmente en este caso la protección es el gas y la producción es por un arco eléctrico más concentrado el cual el electrodo es inconsumible en caso contrario a el proceso SMAW en el que el electrodo es consumible siendo este el material de aporte para generar la soldadura

- Conexiones para proceso TIG

Componentes

- Control Remoto del Pie
- Antorcha
- Abrazadera de trabajo
- Conecte el control remoto, la antorcha y la abrazadera de trabajo a los receptáculos como se muestra.
- Cilindro de gas
- Válvula de cilindro
- Abra ligeramente la válvula para que el flujo de gas sopla la suciedad de la válvula. Cierre la válvula.
- Regulador / Medidor de caudal Instalar para que la cara sea vertical.

- Conexión para soldeo SMAW

Componentes

- Porta electrodos
- Abrazadera de trabajo

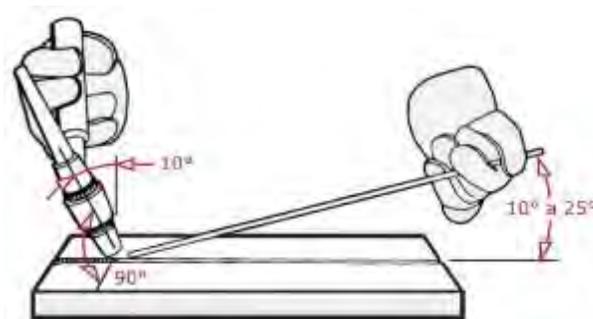
4. ¿Cuáles son las posiciones más recomendadas para la práctica de soldeo?

Las posiciones para practicar la soldadura TIG más recomendadas para practicar son:

- De canto
- A tope
- En unión "T"
- En unión esquina
- De solape o empalmadas

5. ¿Qué posición se debe tomar para soldar?

La posición de soldeo se puede observar en la siguiente imagen



6. ¿Cómo se realiza un cordón de soldadura por procedimiento TIG?

El cordón de soldadura se puede realizar en movimientos circulares o en media luna avanzando de forma continua para que el cordón de soldadura se mantenga se puede realizar en los mismos movimientos que en el procedimiento de soldadura por arco eléctrico. Al igual que la soldadura por puntos en el caso de soldeo TIG solo es la fundición en el punto como protección para evitar que el cordón se contamine se tiene que quitar hasta que el gas deje de fluir

7. Describa con sus palabras el proceso TIG

Este es un procedimiento de soldeo donde la protección del baño de fusión se va a encomendar al establecimiento de una atmósfera artificial mediante un gas protector, y el empleo de un electrodo no consumible.

Si se persigue obtener cordones de soldadura con calidad, éste es el procedimiento más adecuado. No obstante, su dificultad de realización es alta, y requiere la pericia de un operario altamente cualificado.

Practica 3

Actividades previas

Leer la lectura previamente

Cuestionario

1. ¿Qué tipos de electrodos se utilizan en cada uno de los distintos aceros?

El electrodo forzosamente tiene que ser de tungsteno o en ciertos casos puede ser aleado con aleaciones, pero en el caso del acero la más común es de tungsteno puro o tungsteno aleado con zirconio

2. ¿Como se clasifican electrodos de los aceros y que series son las más comerciales?

En todo caso no se puede decir con precisión que hay una clasificación, sino que todo depende del material base a soldar para la selección del electrodo.

3. ¿Cuál de los tres procesos de soldeo sería el más eficiente?

- Soldadura por gas

Se trata de una técnica bastante simple, económica y popular, aunque su utilización en procesos industriales ha disminuido últimamente. La más conocida es aquella que utiliza la combustión de acetileno en oxígeno, llamada soldadura autógena, que permite alcanzar una llama que supera los 3.200 °C. Sus ventajas principales son su bajo costo y la capacidad de movilidad sus equipos. La desventaja es el tiempo que tardan los materiales para enfriarse.

También existen métodos de soldadura por gas a temperaturas notablemente inferiores, como aquella llamada soldadura fuerte, que implica el uso de un soplete de gas licuado de petróleo mezclado con aire para lograr una llama lo suficientemente caliente como para fundir una aleación de estaño con plomo, utilizada principalmente en plomería para la unión de tuberías de agua en instalaciones domésticas.

- Soldadura por arco eléctrico

Esta es una de las técnicas más desarrolladas, y existen muchos procesos que se basan en este principio. Para lograr la soldadura se utiliza una fuente de energía eléctrica (ya sea corriente continua o alterna) que permite derretir los metales.

SMAW (Shielded Metal Arc Welding)

En español se la conoce por las siglas MMAW (Metal Manual Arc Welding, o soldadura metálica manual por arco). En este proceso se utilizan electrodos de acero revestidos con un material fundente que, con el calor de la soldadura, produce dióxido de carbono. Este gas actúa como un escudo contra el oxígeno de la atmósfera, impidiendo la oxidación y la formación de escoria sobre el charco de soldadura. El núcleo de acero del electrodo, al fundirse, une las piezas y rellena

los espacios. Es una técnica sencilla de aprender y los equipos que requiere son accesibles y fáciles de conseguir.

GMAW (Gas Metal Arc Welding)

En español, soldadura de gas de arco metálico, o de gas de metal inerte (MIG); es una técnica parecida a la anterior pero que usa un electrodo que no se consume y un gas inerte, que se suministra aparte y que, debido a su naturaleza, impide la formación de óxidos y escorias. Es una técnica también sencilla de aprender, pero que requiere un equipo algo más sofisticado. Al requerir la aplicación de un gas, no es muy adecuada para trabajos al aire libre.

GTAW (Gas Tungsten Arc Welding)

Soldadura de arco con gas de tungsteno, o de gas inerte de tungsteno (TIG). En este proceso, el electrodo es de tungsteno y no se consume, y se utilizan gases inertes o semi-inertes como blindado. Es un proceso lento y preciso, que requiere de mucha técnica, pero que permite unir metales finos y realizar trabajos delicados. Este tipo de soldaduras se utiliza extensamente en la fabricación de bicicletas.

4. ¿Cuáles gases de protección son los más comunes?

- El gas Argón

En 1882, Robert John Strutt comenzó una investigación sobre las densidades de los gases. Realizó una comparación entre el nitrógeno que obtenía a partir del amoníaco, con la que obtenía del aire; separó el oxígeno, el agua y el dióxido de carbono del mismo, pero no obtenía el mismo resultado.

Al ver esto, William Ramsay se ofreció a ayudarlo. En el nuevo experimento, descubrieron que había un gas desconocido en la mezcla. Para 1894, ambos científicos anunciaron su descubrimiento, y nombraron al gas “argón” que significa inerte.

- El gas Helio

Este gas fue descubierto gracias al espectroscopio que desarrollaron Robert Wilhelm Bunsen y Gustav Robert Kirchhoff, en 1868 el astrónomo francés Pierre Jules César Janssen; viajó a la India para observar un eclipse total de sol y hacer un estudio espectroscópico de su cromósfera. Observó que alrededor del sol había una línea amarilla que lo rodeaba. Posteriormente el astrónomo inglés Sir Joseph Norman Lockyer, comprobó que esa línea no pertenecía a ningún elemento conocido, por lo que lo llamó “helio” (del griego Helios, sol).

5. Describe las pruebas destructivas

Estas pruebas se utilizan en juntas que no van a ser utilizadas debido a que el requerimiento mínimo de esta prueba es el de mutilar la junta soldada para realizar la respectiva prueba. Sin embargo, estas pruebas sirven para conocer el comportamiento que va a tener la soldadura en el momento de la aplicación.

Como se menciona las siguientes pruebas destructivas

Resistencia a la tracción

El ensayo estándar E-8 de la ASTM, indica que la probeta para el ensayo de tracción debe de tener secciones mayores en los extremos y una sección reducida en medio. La longitud de trabajo debe de ser de 50 mm (2 pulgadas). En el equipo de ensayo de tensión se sujeta dicha muestra en unas mordazas fijas y unas móviles. Posteriormente se ajusta un extensómetro, el cual mide la tensión en la probeta.

Ataque y observación macroscópica y microscópica

Este consiste en cortar la pieza a la mitad y realizar un proceso de pulido y ataque en dicha superficie. Para poder observar la estructura resultante post-soldeo. Se tiene que lijar la superficie y posteriormente darle un acabado de pulido tipo espejo. Una vez hecho esto se procede a realizarle un ataque químico a dicha superficie con la intención de revelar la estructura, ya que el ácido con el que se realiza dicho ataque afecta principalmente a los límites de grano mostrando así la estructura que forman.

Dureza

Esta prueba consiste en que tanto penetra el indentador de la máquina de medición de dureza (en este caso Rockwell); el indentador tiene una forma de diamante y es de material de Carburo de tungsteno. Se aplica una fuerza en la probeta en la que se desea medir la dureza del material, generalmente se realizan distintas mediciones para alcanzar una mayor confiabilidad de los resultados, que en este caso es el área soldada.

Resistencia al impacto

Se realiza una probeta soldada con una ranura en “v” de un lado para realizar la prueba Charpy. La cual consiste en sostener la probeta con el lado ranurado del lado contrario al área en la cual va a suceder el impacto del martillo. El impacto del martillo será medido con una escala que indica la fuerza que se requirió para fracturar la probeta.

Doblez guiado

Esta es una prueba para conocer si el cordón de soldadura está bien realizado, ya que se someta a un esfuerzo de tensión y uno de compresión en ambos lados de la probeta. En ambas áreas, la probeta es estudiada para saber si hay grietas en la misma.

6. Describa las pruebas no destructivas

Lo que evita el uso de pruebas destructivas para corroborar que el cordón se encuentra bien realizado.

Inspección visual

Antes de realizar cualquier prueba, destructiva o no destructiva, se debe realizar una inspección visual en el cordón. Ya que esta inspección nos permite saber si en principio fue bien hecha (lo que nos permite pasar una prueba con mayor valor), o en caso de que el cordón tenga un aspecto

visual malo o deplorable, da pauta a rechazarla desde un inicio evitando así perder tiempo en una inspección que claramente va a resultar negativa.

Los aspectos visuales que se deben tomar en cuenta al realizar la inspección visual son:

- 1) Dimensiones, tamaño y contorno del cordón: Para determinar esto, se utiliza un escantillón, preparado para las dimensiones requeridas.
- 2) Apariencia: Ésta debe marcarse en las especificaciones del cordón.
- 3) Defectos superficiales tales como: grietas, poros, traslapes, socavados, etc.: Para poder realizar esta inspección es necesario realizar la limpieza con un cepillo de acero inoxidable o con chorro de arena. Esto permitirá visualizar el cordón de manera más clara.

Líquidos penetrantes

Antes que nada, esta prueba se aplica en materiales no porosos, magnéticos y no magnéticos. Este método permite detectar discontinuidades (grietas) superficiales, aunque no sean perceptibles a simple vista. Consiste en la penetración por capilaridad de un líquido en las fallas abiertas a la superficie. Pero ¿a qué se refiere con la capilaridad?, la capilaridad es una propiedad de los líquidos que, puestos en contacto con una superficie, suben o bajan de ésta.

El primer paso es limpiar la superficie en la cual se requiere la inspección, se aplica el líquido penetrante en la superficie en la cual se desea conocer si hay discontinuidades, posteriormente se retira el exceso y se aplica el líquido revelador, el cual hace reacción con el primer líquido extrayéndolo de donde se retuvo. De este método de inspección hay dos variedades: los visibles a la luz natural y los visibles con luz ultravioleta. El área debe estar extremadamente limpia, y debe abarcar hasta una pulgada más allá de la zona a inspeccionar. Se debe tener cuidado al aplicar estas sustancias en aceros inoxidables y aleaciones de níquel porque los compuestos de cloro y azufre afecta el metal.

Partícula magnética

Este método localiza discontinuidades superficiales y subsuperficiales en materiales ferromagnéticos. Consiste en que un material magnetizado presenta en sus extremos sus polos positivo y negativo; cualquier discontinuidad entre los extremos presentará polos, y éstas pueden detectarse con partículas magnéticas finas.

Radiografía

Este método consiste en la absorción de una radiación penetrante que, cada material bajo prueba tiene en forma específica. Cuando la radiación atraviesa una placa sana de espesor uniforme se registra en una placa fotográfica. Cualquier presencia de una grieta, poro o inclusión alterará la imagen homogénea de la radiografía. Los rayos pueden ser rayos X, o rayos Gamma.

Ultrasonido

Es una técnica de inspección en piezas metálicas que se utiliza para detectar: grietas, laminaciones, fracturas, poros, cavidades, falta de fusión, falta de penetración, etc. Consiste en el uso de ondas de sonido de alta frecuencia a un material, las cuales viajan por el material y son reflejadas por las superficies anterior y posterior registrándose en una pantalla dos picos que corresponden a estos reflejos, si hay un defecto, aparece un reflejo extra que se registra en la pantalla, como pico entre los dos anteriores.

Corrientes circulantes

Consiste en generar una corriente circulante de manera longitudinal en el metal que, en el cual se quiere probar el cordón de soldadura. Por medio de una bobina se hace circular una corriente alterna para crear este campo, y al final del tubo se mide la corriente comparándola con otra corriente generada por una bobina distinta y sin variaciones. Si la corriente circulante varía con la de la bobina base. Las ventajas de esta prueba son: bajo costo, inversión de tiempo mínimo, y se puede utilizar para cualquier tubería de cualquier diámetro.

Réplicas metalográficas

Esta prueba no destructiva consiste en observar a través de un microscopio metalográfico, la microestructura del material en la cual se realizó el cordón de soldadura para reconocer si la composición resultante es frágil. El proceso consiste en pulir el área que se desea analizar en el microscopio, primero se debe lijar de manera perpendicular cada vez que se cambia el grosor de lija. De la más gruesa hasta la más fina, una vez que se alcanza un acabado superficial fino se procede a pulir la zona con pasta de diamante para lograr el acabado tipo espejo. Posteriormente se aplica un reactivo que permite observar la microestructura por el microscopio. El funcionamiento de un microscopio metalográfico

El microscopio metalográfico se utiliza para observar la microestructura de un metal. Funciona en base a la incidencia de la luz en la probeta pulida, ésta a su vez es reflectada hacia un prisma alineado al lente por el cual se puede observar dicha estructura.

Practica 4

Actividades previas

Lectura de la practica

Cuestionario

1. ¿Qué es la acritud?

Se llama así al endurecimiento que adquiere el aluminio cuando en su producción se le hace pasar por un proceso llamado deformación plástica en frío, este endurecimiento es reversible, se puede devolver al material su capacidad inicial de deformarse calentamiento a unos 300°C, temperatura que es posible alcanzar en esta zona

2. ¿Por qué pueden aparecer grietas producidas por la soldadura en aluminio?

La fisuración en caliente es un fenómeno que se da a elevadas temperaturas y es función de cómo la aleación solidificada, hay 3 puntos que se pueden influenciar en la susceptibilidad del material a la fisuración en caliente, la composición química del material a la fisuración en caliente: la composición química del material base, la selección y uso del consumible apropiado y el correcto diseño de la junta, la fisuración en caliente ocurre cuando el material de aporte es insuficiente para la fusión de la soldadura.

3. ¿Qué otros defectos se pueden producir? Descríbelas brevemente con tus propias palabras

- Grietas:
El agrietamiento de la soldadura puede darse por un inadecuado proceso de soldadura o un material inadecuado.
- Porosidad:
las porosidades son bolsas con gas en el metal de soldadura, las cuales pueden dispersarse en pequeños grupos o a lo largo de toda longitud de la soldadura, los huecos dejados en la soldadura hacen que ella se debilite.
- Porosidad tipo picadura de gusano:
Se le llama así debido a que la porosidad tipo picadura de gusano se da en bolsas elongadas con gas o la humedad atrapada en la junta de la soldadura.
- Rebajes:
El rebaje es una ranura fundida en el metal base, próxima al borde o raíz de una soldadura, la cual no ha sido llenada con el metal de soldadura, el cual los rebajes debilitan las juntas pudiendo provocar agrietamiento
- Fusión incompleta:
Esta puede ocurrir entre el metal de soldadura y el metal base, o entre pases, es decir los pases múltiples esta puede causar discontinuidad en el cordón
- Perforaciones
Las perforaciones se producen cuando el arco funde la parte inferior de la soldadura
- Golpes de arco
Muchos códigos prohíben el encendido del arco sobre la superficie de la pieza de trabajo, cuando se enciende sobre el metal base, pero fuera de la superficie puede producirse un punto duro en la superficie del metal base
- Cráter de soldadura

Los cráteres de la soldadura son depresiones sobre la superficie de la soldadura, en el punto donde el arco fue extinguido. Estas son provocadas por la solidificación del metal después de que el arco se haya extinguido

4. ¿Qué causa la porosidad?

- Inadecuado flujo de gas de protección
- Excesiva corriente de soldadura
- Moho, suciedad, grasa, aceite humedad en la superficie del metal base o en el metal de aporte
- Impurezas en el metal base, tales como azufre y fosforo
- Una excesiva velocidad de avance, la cual causa el congelamiento del depósito de soldadura antes de que pueda escapar los gases
- Un gas para protección contaminado o húmedo

5. ¿Cómo se pueden prevenir agrietamientos de los cordones de soldadura?

- Aumento del tamaño del cordón
- Disminuyendo el ancho de la apertura de raíz
- Precalentamiento
- Evitando los cráteres de la soldadura

6. ¿Cómo se clasifican los grupos de aluminio y sus aleaciones?

- Clasificación por su proceso
- Clasificación por su estado
- Series según sus aleaciones

7. ¿Cuáles son sus características de cada grupo?

- Clasificación por su proceso

Aluminios forjados

Aluminios fundidos

- Clasificación por su estado

F: Estado bruto. Es el material tal como sale del proceso de fabricación.

O: Recocido. Se aplica a materiales ya sea de forja como de fundición que han sufrido un recocido completo.

O1: Recocido a elevada temperatura y enfriamiento lento.

O2: Sometido a tratamiento termo mecánico.

O3: Homogeneizado. Esta designación se aplica a los alambres y a las bandas de colada continua, que son sometidos a un tratamiento de difusión a alta temperatura.

W: Solución tratada térmicamente. Se aplica a materiales que después de recibir un tratamiento térmico quedan con una estructura inestable y sufren envejecimiento natural.

H: Estado de Acritud. Viene con materiales a los que se ha realizado un endurecimiento por deformación.

- H1. Endurecido por deformación hasta obtener el nivel deseado y sin tratamiento posterior.
- H2. Endurecido en exceso por deformación y recocido parcial para recuperar suavidad sin perder ductilidad.
- H3. Acritud y estabilizado.
- H4. Acritud y lacado o pintado. Son aleaciones endurecidas en frío y que pueden sufrir un cierto recocido en el tratamiento de curado de la capa de pintura o laca dada.

T: Denomina a materiales que han sido endurecidos por tratamiento térmico con o sin endurecimiento por deformación posterior. Las designaciones de W y T solo se aplican a aleaciones de aluminio ya de forja o de fundición que sea termo tratables.

T1: Enfriado desde un proceso de fabricación realizado a una elevada temperatura y envejecido de forma natural.

T2: Enfriado desde un proceso de fabricación realizado a una alta temperatura, trabajado en frío y envejecido de forma natural.

T3: Solución tratada térmicamente, trabajada en frío y envejecida, hasta alcanzar una condición estable.

T4: Solución tratada térmicamente y envejecida, hasta alcanzar una condición estable. Es un tratamiento similar a T3, pero sin el trabajo en frío.

T5: Enfriado desde un proceso de fabricación a alta temperatura y envejecida artificialmente.

T6: Solución tratada térmicamente y envejecida artificialmente. Son designados de esta forma los productos que después de un proceso de conformado a alta temperatura (moldeo o extrusión) no son endurecidos en frío, sino que sufren un envejecimiento artificial.

T7: Solución tratada térmicamente y sobre envejecida para su completa estabilización.

T8: Térmicamente tratada por disolución, trabajada en frío y envejecida artificialmente.

T9: Solución tratada térmicamente, envejecida artificialmente y trabajada en frío.

T10: Enfriado desde un proceso de fabricación realizado a una elevada temperatura, trabajado en frío y envejecido artificialmente hasta una condición sustancialmente estable.

Series de aluminios según sus aleantes

Las aleaciones de aluminio (tanto las forjadas como las moldeadas) se clasifican en función del elemento aleante usado (al menos el que esté en mayor proporción).

Los elementos aleantes más usados son:

Serie 2xxx Cu (cobre)

Serie 3xxx Mn (manganeso)

Serie 4xxx Si (silicio)

Serie 5xxx Mg (magnesio)

Serie 6xxx Mg + Si (magnesio + silicio)

Serie 7xxx Zn (zinc)

Serie 8xxx otros

Serie 9xxx no usadas

8. ¿Cuál es la corriente, el tipo de filo de la varilla de tungsteno para el aluminio y diversas aleaciones?

Tipo de corriente	Corriente alterna	Electrodo de tungsteno puro o zirconiado
Protección	Gas argón	

Practica 5

Actividades previas

Realiza la lectura de la practica

Cuestionario

1. Menciona los gases de protección que pueden ser utilizados con acero inoxidable

Se puede utilizar argón en este caso o en casos especiales lo mas recomendables son las siguientes combinaciones:

Argón + helio

Argón + hidrogeno

2. Describe las características del gas argón

El Argón es el más abundante de los gases raros en el aire (0.9 % en vol.). Es incoloro, sin sabor, no es tóxico, ni inflamable. Es un 30 % más pesado que el aire; además es extremadamente inerte, caracterizado por una perfecta estabilidad física y química, a cualquier temperatura y presión. Es un excelente conductor de la electricidad. A presión atmosférica y temperatura inferior de $-186\text{ }^{\circ}\text{C}$ es un líquido incoloro, más pesado que el agua.

3. ¿Qué es ionización? ¿Qué ocurre después de separarse los átomos del aire en electrones y núcleos?

Es el proceso los átomos del gas inerte se ionizan perdiendo electrones y quedando con una carga positiva, que en todo caso los iones positivos del gas fluyen del polo positivo al polo negativo.

4. ¿en que afectan las variaciones en la distancia del arco durante la soldadura?

La distancia llega a afectar entre el electrodo y el metal base que si la distancia es muy larga el arco eléctrico no se llega a formar correctamente y si la distancia es muy corta puede llegar a hacer contacto con el metal base provocando que contamine el electrodo y el cordón salga con problemas en su formación o en caso de aportar la soldadura con material externo llegue a hacer contacto con el metal de aporte y cause una contaminación de igual manera.

5. ¿Qué causa este reparto de calor desigual entre polos?

El mal posicionamiento de la antorcha con respecto al material que este se puede dar en casos de posicionamiento en T o en L.

6. ¿Qué ocurre si se selecciona la polaridad inversa en los aceros inoxidables?

se logra solamente encender el arco hasta con 110 amperios, no se puede mantener más intensidad porque el electrodo se funde, en el caso del acero inoxidable