



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**GUÍA PARA LABORATORIO DE SOLDADURA
AL ARCO CON ALAMBRE PROTEGIDO POR GAS**

ISAAC ISMAEL CHAJ PÉREZ
ASESORADO POR: ING. VICTOR MANUEL RUIZ HERNÁNDEZ

GUATEMALA, JULIO DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GUÍA PARA LABORATORIO DE SOLDADURA AL ARCO
CON ALAMBRE PROTEGIDO POR GAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ISAAC ISMAEL CHAJ PÉREZ

ASESORADO POR: ING. VICTOR MANUEL RUIZ HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, JULIO DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Bach. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Bach. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herbert Réne Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Pedro Kubes
EXAMINADOR	Ing. Juan Luis Obiols
EXAMINADOR	Ing. José Arturo Estrada
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de san Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**GUÍA PARA LABORATORIO DE SOLDADURA AL ARCO
CON ALAMBRE PROTEGIDO POR GAS**

Tema que me fuera signado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica con fecha septiembre de 2001.

ISAAC ISMAEL CHAJ PÉREZ

GUÍA PARA LABORATORIO DE SOLDADURA AL ARCO CON ALAMBRE PROTEGIDO POR GAS

El proceso de soldadura por arco de metal y gas se realiza bajo un escudo de gas suministrado externamente. Este proceso opera en modalidades mecanizada, semiautomática o automática. Para este tipo de proceso existen ciertas limitaciones como en cualquier proceso de soldadura que se compensan con la eficiencia tanto en tiempo como en los metales y aleaciones comerciales para soldar.

El equipo los controles e instalación de este tipo de proceso en general son entre los más importantes: las pistolas soldadoras, mangueras de gas, la fuente de poder (es la que suministra energía eléctrica al electrodo y a la pieza de trabajo a fin de producir el arco), el suministro de gas.

Básicamente el proceso GMAW se basa en la alimentación automática de un electrodo continuo consumible que se protege mediante un gas de procedencia externa. Como en todo proceso las máquinas no son definitivamente perfectas por lo que en general la localización de problemas en cualquier proceso se requiere de un conocimiento exhaustivo del equipo y de la función de los diversos componentes, de los materiales que intervienen y del proceso mismo.

Entre las más importantes normas de seguridad para la utilización de cualquier equipo de soldadura se encuentran los humos y gases que se producen y que son dañinos a la salud del soldador. Los choques eléctricos pueden ser otra norma de importancia debido a que el principio de soldadura se basa en el cortocircuito entre estos también se incluyen los rayos que se emiten al formar el arco de soldadura por lo que la tonalidad del lente de acuerdo al tipo de soldadura es de suma importancia entre una de las principales consideraciones a tomar. Los Cilindros de gas empleados deben estar debidamente identificados para estar seguros de que sea el apropiado.

Para la aplicación de la soldadura se pueden mencionar el tipo de soldadura de ranura cuadrada y filete, entre los que se pueden clasificar como: juntas de traslapo posición plana, formas de preparar la máquina la colocación en posición el material y las soldaduras provisionales previo al desarrollo de la soldadura. También se aplica en soldaduras de junta en traslapo en T en sus distintas posiciones (plana, vertical y sobre cabeza).

Posteriormente con la pericia y la experiencia obtenida de el tipo de soldadura de ranura cuadrada y filete se ensaya en soldadura de ranura en V, que la segunda modalidad y mas avanzada forma de soldar.

Cuando se transfiere o se aporta el material en el proceso de soldadura al arco protegido por gas, esto se realiza en tres formas distintas dependiendo de los ajustes de la maquina, pericia del soldador o factores externos, entre ellos esta: Transferencia en corto circuito, transferencia globular, transferencia por aspersión. Uno de los factores primordiales para la calidad de la soldadura es la aplicación correcta del gas a emplear y la regulación adecuada del mismo.

La calidad de una soldadura depende del material que se use, de las técnicas apropiadas y de la pericia del soldador.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS:	único, eterno e insustituible
Mis padres:	Tranquilino Chaj Gómez Camila Federica Pérez Elías
Mis hermanos:	Cruz, Nicolás, Camila, Isaías y Huber
La Universidad de San Carlos de Guatemala	
La Mecánica:	Ciencia que estudia las leyes que rigen los movimientos y las fuerzas.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VI
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VIII
GLOSARIO.....	X
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVI
INTRODUCCIÓN.....	XVIII
1 DEFINICIÓN DE SOLDADURA AL ARCO PROTEGIDO POR GAS.....	1
1.1 Generalidades.....	1
2 EQUIPO, CONTROLES, INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	3
2.1 Pistolas soldadoras.....	3
2.1.1 Tubo de contacto.....	4
2.1.2 Boquilla para el escudo de gas.....	4
2.1.3 Conducto para el electrodo y forro.....	5
2.1.4 Manguera de gas.....	5
2.1.5 Manguera de agua.....	5
2.1.6 Cable de potencia.....	6
2.1.7 Interruptor de control.....	6
2.2 Alimentación del electrodo.....	6
2.3 Fuente de poder.....	8
2.4 Suministro de gas.....	11
2.5 Ciclos de trabajo.....	11

3	PREPARACIÓN Y PROCEDIMIENTO PARA EL USO DEL EQUIPO...	15
3.1	Principios de operación.....	15
3.2	Localización de problemas.....	18
4	NORMAS DE SEGURIDAD.....	23
4.1	Choque eléctrico.....	23
4.2	Humos y gases.....	23
4.2.1	Exposición a humos de soldadura.....	24
4.2.2	Selección de la protección adecuada.....	25
4.2.3	Fiebre de humos de soldadura.....	25
4.2.4	Humos y gases que se desprenden al soldar.....	26
4.3	Rayos del arco de soldadura.....	27
4.4	Chispas de la soldadura.....	29
4.5	Cilindro de gases.....	29
4.6	Instalación eléctrica.....	30
5	SOLDADURA DE RANURA CUADRADA Y FILETE.....	31
5.1	Práctica No.1: Soldadura de recubrimiento – posición plana.....	31
5.1.1	Preparar la máquina.....	32
5.1.2	Colocar en posición el material y soldar provisoriamente..	32
5.1.3	Soldar el relleno de cordones.....	33
5.2	Práctica No.2: Junta a tope de traslapo en t – posición plana.....	34
5.2.1	Preparar la máquina.....	35
5.2.2	Colocar en posición el materia y soldar provisoriamente...	35
5.2.3	Soldar la junta a tope.....	36
5.2.4	Soldar la junta de traslapo.....	38
5.2.5	Soldar la junta en “T”.....	39

5.3	Práctica No.3: Junta a tope de traslapo en t – Posición horizontal.....	41
5.3.1	Preparar la máquina.....	42
5.3.2	Colocar en posición el material y soldar provisoriamente..	42
5.3.3	Soldar la junta a tope.....	43
5.3.4	Soldar la junta de traslapo.....	43
5.3.5	Soldar la junta en “T”.....	44
5.4	Práctica No.4: Junta a tope de traslapo en t – posición vertical descendente.....	45
5.4.1	Preparar la máquina.....	45
5.4.2	Colocar en posición el material y soldar provisoriamente..	46
5.4.3	Soldar la junta a tope.....	47
5.4.4	Soldar la junta de traslapo.....	48
5.4.5	Soldar la junta en “T”.....	48
5.5	Práctica No.5: Junta a tope de traslapo en t – posición vertical ascendente.....	50
5.5.1	Preparar la máquina.....	50
5.5.2	Colocar en posición el material y soldar provisoriamente..	51
5.5.3	Soldar la junta a tope.....	51
5.5.4	Soldar la junta de traslapo.....	52
5.5.5	Soldar la junta en “T”.....	52
5.6	Práctica No.6: Junta a tope de traslapo en t – Posición sobre cabeza.....	53
5.6.1	Preparar la máquina.....	53
5.6.2	Colocar en posición y soldar provisoriamente el material..	54
5.6.3	Soldar la junta a tope.....	54
5.6.4	Soldar la junta de traslapo.....	55
5.6.5	Soldar la junta en “T”.....	56

6	SOLDADURA DE RANURA EN V SIMPLE	59
6.1	Práctica No.7: Junta a tope – Posición horizontal	59
6.1.1	Preparar el material	60
6.1.2	Preparar la máquina	60
6.1.3	Colocar en posición el material y soldar provisoriamente	61
6.1.4	Colocar en posición la pieza de trabajo y soldar	61
6.2	Práctica No.8: Junta a tope – posición vertical descendente	65
6.2.1	Preparar el material	65
6.2.2	Preparar la maquina	66
6.2.3	Colocar en posición el material y soldar provisoriamente	66
6.2.4	Colocar en posición la pieza de trabajo y soldar	66
6.3	Práctica No.9: Junta a tope – Posición vertical ascendente	68
6.3.1	Preparar el material	68
6.3.2	Preparar la máquina	69
6.3.3	Colocar en posición el material y soldar provisoriamente	69
6.3.4	Colocar en posición la pieza de trabajo y soldar	69
6.4	Práctica No.10: Junta a tope – posición plana	70
6.4.1	Preparar el material	71
6.4.2	Preparar la máquina	71
6.4.3	Colocar en posición el material y soldar provisoriamente	71
6.4.4	Colocar la junta a tope en posición plana y soldar	72
6.5	Práctica No.11: Junta a tope - Posición sobre cabeza	74
6.5.1	Preparar el material	74
6.5.2	Preparar la máquina	75
6.5.3	Colocar en posición el material y soldar provisoriamente	75
6.5.4	Colocar en posición la pieza de trabajo y soldar	75

7	TIPOS DE TRANSFERENCIA DE METAL	77
7.1	Transferencia en corto circuito.....	77
7.2	Transferencia globular.....	78
7.3	Transferencia por aspersion.....	79
8	GAS PROTECTOR	83
9	ANÁLISIS DE LA SOLDADURA	87
9.1	Soldadura de calidad	87
9.2	Errores de soldadura.....	88
	CONCLUSIONES	90
	RECOMENDACIONES	91
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
	BIBLIOGRAFÍA	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS














1	Relación voltaje–amperaje para una fuente de potencia de corriente constante.....	9
2	Relación voltaje-amperaje para una fuente de potencia de voltaje constante.....	10
3	Proceso de soldadura por arco de metal y gas.....	16
4	Diagrama del equipo para soldadura por arco de metal y gas.....	17
5	Muestra de traslapos en soldadura de recubrimiento, posición plana.....	34
6	Piezas preparadas para soldar.....	36
7	Avance de la soldadura.....	37
8	Ángulo de trabajo y de avance en juntas de traslapo.....	39
9	Ángulos de trabajo de junta en “T” para el primer, segundo y tercer cordón.....	40
10	Fijar la pieza de trabajo en posición vertical.....	46
11	Ángulos de soldadura y movimientos oscilatorios en Z.....	49
12	Fijar en posición y soldar provisoriamente el material.....	54
13	Angulo de trabajo y de avance.....	55
14	Angulo de trabajo y secuencia de cordones.....	57
15	Biselar un costado largo de cada plancha.....	60
16	Depositar el primer cordón de soldadura.....	61
17	Depositar el segundo cordón de soldadura.....	62
18	Depositar el tercer cordón de soldadura.....	63
19	Secuencia de cordones junta a tope, posición vertical descendente.....	67
20	Depositar el primer cordón de soldadura.....	72


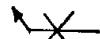


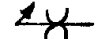
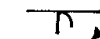
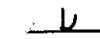

21	Usar movimiento zig-zag, parando en los bordes para evitar que el cordón quede muy convexo.....	73
22	Fijar la pieza de trabajo con la junta en posición sobre cabeza.....	75

TABLAS

I	Localización de problemas eléctricos que pueden presentarse al soldar por arco de metal y gas.....	19
II	Selección de tono de lente.....	28

LISTA DE SÍMBOLOS

○	Soldadura completa
●	Soldadura en obra
—	Contorno liso
⌋	Contorno convexo
	Soldadura en ángulo lado de la flecha
	Soldadura en ángulo otro lado de la flecha
	Soldadura en ángulo ambos lados
	Soldadura de tapón o costura lado de la flecha
	Soldadura de tapón o costura otro lado de la flecha
	Soldadura de punto o costura lado de la flecha
	Soldadura de punto o costura otro lado de la flecha
	Soldadura de punto o costura lado de la flecha
	Soldadura de punto o costura otro lado de la flecha
	Soldadura cuadrada o a escuadra lado de la flecha
	Soldadura cuadrada o a escuadra otro lado de la flecha
	Soldadura cuadrada o a escuadra ambos lados
	Soldadura en V lado de la flecha

	Soldadura en V otro lado de la flecha
	Soldadura en V ambos lados
	Soldadura en U lado de la flecha
	Soldadura en U otro lado de la flecha
	Soldadura en U ambos lados
	Soldadura en J lado de la flecha
	Soldadura en J otro lado de la flecha
	Soldadura en J ambos lados

Amp	Amperios
CC	Corriente continua
CCEP	Corriente continua con el electrodo positivo
CO₂	Bióxido de carbono
GMAW	Soldadura por arco de metal y gas
Hr	Hora
MIG	Metal Gas Inerte
mm	Milímetros
m³/hr	Metro cúbico por hora
pulg	pulgada
pie³/hr	pie cúbico por hora
volt	voltaje
”	pulgadas
°	grado geométrico de avance y de trabajo
%	porcentaje

Comentario [IC1]:

GLOSARIO

Abertura de raíz	Es la separación entre las piezas a unirse, en la raíz de la junta.
Angulo de bisel	Es el ángulo formado entre el borde preparado de una pieza y un plano perpendicular a la superficie de la pieza.
Angulo de la ranura	Es el ángulo total incluido de la ranura entre las partes a ser unidas por una soldadura de ranura.
Bisel	Tipo angular de preparación del borde de las piezas a soldar.
Borde de la soldadura	Unión entre la cara de una soldadura y el metal base.
Concavidad	La distancia máxima desde la cara de una soldadura de filete cóncava perpendicular a una línea que une los bordes.
Contactador magnético	Es un elemento eléctrico para establecer e interrumpir repetidamente un circuito de energía eléctrica.
Convexidad	La distancia máxima desde la cara de una soldadura de filete convexa perpendicular a la línea que une los bordes.
Cráter	En soldadura por arco es una depresión en la terminación del cordón de soldadura o en el baño de soldadura fundida.

Corriente continua electrodo negativo	La disposición de cordones de soldadura por arco, en el que el trabajo es el polo positivo y el electrodo es el polo negativo del arco de soldadura.
Corriente continua electrodo positivo	La disposición de cordones de soldadura por arco, en el que el trabajo es el polo negativo y el electrodo es el polo positivo del arco de soldadura.
Cara de la soldadura	La superficie expuesta de la soldadura en el lado en el cual se hizo la soldadura.
Cara de la ranura	La superficie de la pieza incluida en la ranura.
Cara de raíz	La porción de la cara de la ranura adyacente a la raíz de la junta.
Carrete	Un tipo de envasado del metal de aportación que consiste en un tramo continuo de electrodo enrollado en un cilindro.
Corriente de soldadura	La intensidad en el circuito de soldadura durante la fabricación de una soldadura.
Electrodo	Un componente del circuito de soldadura a través del cual se conduce corriente al arco, baño de fusión, escoria o metal base.
Fusión	Fundición conjunta del metal de aportación y metal base o solamente del metal base.

Fundente	Material usado para impedir, disolver o facilitar la remoción de los óxidos y otras sustancia indeseadas en la soldadura.
Gas inerte	Un gas que normalmente no se combina químicamente con el metal base o de aportación.
Junta	Unión de las piezas a borde de las piezas que han de unirse o se han unido.
Junta a tope	Tipo de junta entre dos piezas aproximadamente en el mismo plano.
Junta de traslapo	Junta entre dos miembros sobre puestos.
Junta en T	Junta entre dos miembros ubicados aproximadamente en ángulo recto uno con el otro.
Metal de aportación	Es el material a ser agregado al realizar la junta soldada.
Metal depositado	Es el material de aportación depositado durante la operación de soldadura.
Profundidad de fusión	La distancia que se extiende la fusión en el metal base o pasada previa desde la superficie fundida durante la soldadura.
Posición plana	Efectuar la soldadura desde el lado superior de la junta y la cara de la soldadura está aproximadamente horizontal.
Posición sobre cabeza	Es el acomodamiento del soldador para que la soldadura se efectúe desde el lado debajo de la junta.

Porosidad	Discontinuidades tipo cavidades formadas por la retención de gas durante la solidificación.
Regulador	Un aparato para controlar la entrega de gas a una presión sustancialmente constante sin importar la variación en la presión de la fuente.
Raíz de la junta	La porción de una junta a ser soldada donde las piezas están mas cerca una de la otra. En corte transversal, la raíz de la junta puede ser un punto, una línea o un área.
Soldadura por arco	Un grupo de procesos de uniones en el cual se produce coalescencia calentando con un arco o arcos, con o sin la aplicación de presión y sin con el uso de metal de aportación.
Soldadura de filete	Una soldadura de un corte transversal aproximadamente triangular uniendo dos superficies mas o menos en ángulo recto una con la otra en una junta de traslape, en T o de esquina.
Soldadura por arco semiautomático	Se realiza con un equipo que controla solamente la alimentación del metal de aporte. El avance de la soldadura lo controla manualmente el operador.
Salpicaduras	Son partículas de metal expelidas durante la soldadura y que no forman parte de la misma.

Soldadura de revestimiento	Un tipo de soldadura compuesto de uno o más cordones rectilíneos u ondulados depositados en una superficie no quebrada para obtener ciertas propiedades o dimensiones.
Soldadura provisoria	Unión hecha para sostener partes de una estructura soldada bien alineadas hasta que se hagan las soldaduras finales.
Tobera	Un aparato que dirige el medio protector.
Tensión de circuito abierto	Es el voltaje entre los terminales de salida de la soldadora cuando no está pasando corriente en el circuito de soldadura.
Velocidad de deposición	El peso del metal depositado en una unidad de tiempo.
Voltaje de arco	Es la tensión eléctrica a través del arco de soldadura.

RESUMEN

El proceso de soldadura por arco de metal y gas se realiza bajo un escudo de gas suministrado externamente. Este proceso opera en modalidades mecanizada, semiautomática o automática. El equipo los controles e instalación de este tipo de proceso en general son entre los más importantes: las pistolas soldadoras, el suministro de gas y la fuente de poder (esta última es la que brinda energía eléctrica al electrodo y a la pieza de trabajo a fin de producir el arco).

Como en todo proceso las máquinas no son definitivamente perfectas por lo que se necesita de una guía de localización de problemas más comunes como una ayuda alternativa al usuario.

Entre las más importantes normas de seguridad para la utilización de cualquier equipo de soldadura se encuentra la protección contra los humos y gases que se producen, los riesgos eléctricos y la identificación de los cilindros de gas a emplear.

Para la aplicación de la soldadura se pueden mencionar el tipo de soldadura de ranura cuadrada y filete en juntas de traslapeo en posición plana. En las prácticas se incluye la preparación de la máquina y la colocación del material. También se aplica en soldadura de junta de traslapeo en T en sus distintas posiciones (plana, vertical y sobre cabeza). Posteriormente se ensaya en soldadura de ranura en V.

OBJETIVOS

General

Realizar una guía para laboratorio de soldadura al arco con alambre protegido por gas.

Específicos

- 1 Desarrollar guías de laboratorio en forma simple y metódica para que los estudiantes de ingeniería mecánica conozcan en forma práctica el tipo de proceso de soldadura al arco con alambre protegido por gas.
- 2 Equipar un módulo didáctico de proceso de soldadura al arco con alambre protegido por gas, en el laboratorio de procesos de manufacturados.
- 3 Inquietar para que los procesos de soldaduras especiales sean impulsados como práctica de laboratorio en la escuela de mecánica.
- 4 Poner a disposición de los instructores de laboratorio de procesos de manufacturados una guía práctica para la enseñanza de la habilidad de un proceso simple y ventajoso en la industria.
- 5 Aprender a realizar uniones soldadas utilizando los mismos principios de los procesos tradicionales pero con las ventajas que el proceso de soldadura al arco con alambre protegido por gas, nos brinda.

- 6 Poder diferenciar las ventajas entre los procesos tradicionales desarrollados en las prácticas de laboratorio de procesos de manufactura 2 y este proceso impulsado como una alternativa de prácticas de laboratorio.

INTRODUCCIÓN

La soldadura al arco con alambre protegido por gas, es un proceso que emplea un arco entre un electrodo de metal de aporte y el charco de soldadura, este proceso es conocido también como GMAW (*gas metal arc welding*). Su principio de operación se basa en la alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa.

De acuerdo con los parámetros obtenidos del desarrollo de procesos de soldadura y la necesidad de promover un proceso no tradicional en las prácticas de laboratorio del curso procesos de manufactura dos, se introduce el proceso de soldadura al arco con alambre protegido por gas, como una alternativa más en el desarrollo de habilidades en este tipo de procesos, lo cual incluye normas de seguridad, equipo, controles y operación. Se complementa con procedimientos para prácticas de soldadura en diferentes posiciones y análisis de calidad de soldadura de acuerdo a la Sociedad Americana de Soldadores.

Los sistemas de producción de uniones soldadas en la industria van buscando cada día aumentar el volumen de su producción en el menor tiempo posible, por lo que debemos estar preparados a enfrentar este desafío y no únicamente quedarnos con los procesos tradicionales.

Con la guía de laboratorio de soldadura al arco con alambre protegido por gas, se tendría una herramienta para actualizar a los instructores y estudiantes de laboratorio de procesos de manufactura dos.

1. DEFINICIÓN DE SOLDADURA POR ARCO DE META Y GAS (“ GAS METAL ARC WELDING”, GMAW)

Es un proceso de soldadura que emplea un arco entre un electrodo continuo de metal de aporte y el charco de soldadura. El proceso se realiza bajo un escudo de gas suministrado externamente y sin aplicación de presión.

1.1 Generalidades

El concepto GMAW es relativamente nuevo, disponible alrededor de 1948. En un principio se le consideraba básicamente un proceso de electrodo de metal desnudo de diámetro pequeño con alta densidad de corriente que empleaba un gas inerte para proteger el arco. La aplicación primaria de este proceso fue en la soldadura de aluminio. Por lo anterior, se le dio el nombre de MIG (Metal Gas Inerte) y todavía algunos lo usan para referirse a este proceso.

Entre los avances posteriores del proceso, está la operación con bajas densidades de corriente y con corriente continua a pulsos . La aplicación a una gama más amplia de materiales y el empleo de gases y mezclas de gases reactivos (sobre todo CO₂). Este último avance condujo a la aceptación formal del término Soldadura por Arco de Metal y Gas (GMAW) para el proceso, ya que se emplean gases tanto inertes como reactivos (argón, dióxido de carbono, entre otros). (1)

El proceso en mención opera en modalidades mecanizada, semiautomática o automática (se trata la forma mecanizada y algunas ocasiones la modalidad semiautomática para fines de aprendizaje). Todos los metales de importancia comercial, como el acero al carbono, el acero de baja aleación de alta resistencia mecánica, el acero inoxidable, el aluminio, el cobre, el titanio y las aleaciones de níquel se puede soldar en cualquier posición con este proceso escogiendo el gas protector, electrodo y ajuste del proceso adecuado.

Existen ciertas limitaciones como en cualquier proceso de soldadura que se compensan con la eficiencia tanto en tiempo como en los metales y aleaciones comerciales para soldar.

2. EQUIPO, CONTROLES, INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO

2.1 Pistolas soldadoras

Hoy se han creado diversos tipos de pistolas soldadoras para obtener el máximo de eficiencia sea cual sea la aplicación, y van desde pistolas de trabajo pesado para trabajos de producción de alto volumen con corriente elevada hasta pistolas ligeras para soldadura fuera de posición con corriente baja. (2)

Existen boquillas enfriadas por aire o por agua, curvadas o rectas, tanto para pistolas ligeras como de trabajo pesado. Las pistolas enfriadas por aire suelen ser más pesadas que las enfriadas por agua para el mismo amperaje y ciclo de trabajo especificados, porque la pistola enfriada por aire requiere más masa para compensar la menor eficiencia del enfriamiento.

Los componentes básicos de las pistolas son: (2)

- 2.1.1 Tubo de contacto (punta).
- 2.1.2 Boquilla para el escudo de gas.
- 2.1.3 Conducto para el electrodo y forro.
- 2.1.4 Manguera de gas.
- 2.1.5 Manguera de agua (en algunos casos)
- 2.1.6 Cable de potencia.
- 2.1.7 Interruptor de control.

2.1.1 Tubo de contacto

Generalmente es de cobre o de una aleación de cobre, transfiere la corriente de soldadura al electrodo y dirige a este último hacia el trabajo. El tubo de contacto se conecta eléctricamente a la fuente de potencia de soldadura mediante el cable de potencia. La superficie interior del tubo de contacto debe ser lisa para que el electrodo se alimente con facilidad a través del tubo sin dejar de mantener un buen contacto eléctrico.

Generalmente el diámetro del tubo de contacto debe ser entre 0.13 y 0.25 mm (0.005 y 0.010 pulg.) mayor que el alambre empleado, aunque se podría requerir diámetros más grandes en el caso del aluminio . El tubo de contacto debe sostenerse firmemente en el soplete y centrarse dentro de la boquilla del escudo de gas. El posicionamiento del tubo de contacto en relación con el extremo de la boquilla puede ser una variable que dependa de la modalidad de transferencia empleada. Si la transferencia es en cortocircuito, el tubo por lo regular estará en el mismo nivel o extendido hacía la boquilla, pero si se usa arco de rocío estará retraído aproximadamente 3mm (1/8 pulg.).

2.1.2 Boquilla para el escudo de gas

Conduce una columna de gas protector de flujo uniforme hacia la zona de soldadura. Es importante que el flujo sea uniforme para asegurar que el metal de soldadura fundido esté bien protegido contra contaminación por los gases de la atmósfera. Hay boquillas de diferentes tamaños que deben elegirse de acuerdo con la aplicación, esto es, boquillas grandes para trabajos con corriente elevada en los que el charco de soldadura es grande, y boquillas pequeñas para soldadura de baja corriente y en cortocircuito.

2.1.3 Conducto para el electrodo y forro

Que conlleva un forro se conectan a una mensula adyacente a los rodillos de alimentación del motor que alimenta el electrodo. El conducto sustenta, protege y dirige el electrodo desde los rodillos de alimentación hasta la pistola y el tubo de contacto. Es necesario una alimentación ininterrumpida del electrodo para asegurar un arco estable.

El material y el diámetro interior del forro son importantes. Es preciso dar mantenimiento periódico a los forros para asegurar que estén limpios y en buenas condiciones.

Es recomendable un forro helicoidal de acero si se usan electrodos de un material duro como el acero o el cobre. Los forros de nylon sirven para materiales de electrodo blandos como el aluminio y el magnesio. Se recomienda tener cuidado de no estrangular o flexionar excesivamente el conducto aunque su superficie exterior tenga un refuerzo de acero.

2.1.4 Manguera de gas

Conduce el gas protector, hay escudos de gas que pueden ser obligatorios para proteger el charco de soldadura en operaciones de alta velocidad.

2.1.5 Manguera de agua

Conduce el agua y puede conectarse directamente al suministro correspondiente o al control de la soldadura.

2.1.6 Cable de potencia

Es a través de la cual se conduce la potencia de soldadura a la pistola, Es importante mantener en perfecto estado este accesorio para evitar la interrupción de soldadura.

2.1.7 Interruptor de control

Realiza la función de abrir o cerrar el circuito en el proceso de la soldadura.

2.2 Alimentación del electrodo

También llamado alimentador, consiste básicamente en un motor eléctrico, rodillos impulsores y accesorios para mantener la alineación y la presión sobre el electrodo. Estas unidades pueden incorporarse al control de velocidad o ubicarse en una posición remota. El motor de alimentación del electrodo generalmente es de corriente directa, y empuja el electrodo a través de la pistola hacia el trabajo. El motor debe estar provisto de un circuito de control que varíe su velocidad dentro de un intervalo amplio.

El alimentador de alambre de velocidad constante normalmente se usan en combinación con fuentes de potencia de voltaje constante. Puede usarse con fuentes de potencia de corriente constante.

Si se emplea una fuente de potencia de corriente constante, se requiere un control automático detector de voltaje. Este control detecta cambios en el voltaje del arco y ajusta la velocidad de alimentación del alambre a modo de mantener una longitud de arco constante. Esta combinación de alimentador de alambre de velocidad variable y fuente de potencia de corriente constante está limitada a alambres de diámetro grande con lo que se usan velocidades de alimentación más bajas. Si la velocidad de alimentación del alambre es alta, la velocidad de motor normalmente no podrá ajustarse con la rapidez suficiente para mantener la estabilidad del arco.

El motor de alimentación se conecta a un conjunto de rodillos impulsores que transmiten la fuerza al electrodo; lo extraen del suministro de alambre y lo introducen a la pistola soldadora. Las unidades de alimentación de alambre pueden tener un sistema de dos o de cuatro rodillos. El ajuste de presión de los rodillos permite aplicar una fuerza variable al alambre, dependiendo de sus características (por ejemplo sólido o con núcleo, duro o blando). Las guías de entrada y de salida alinean debidamente el alambre con los rodillos y le dan soporte para evitar que se doble.

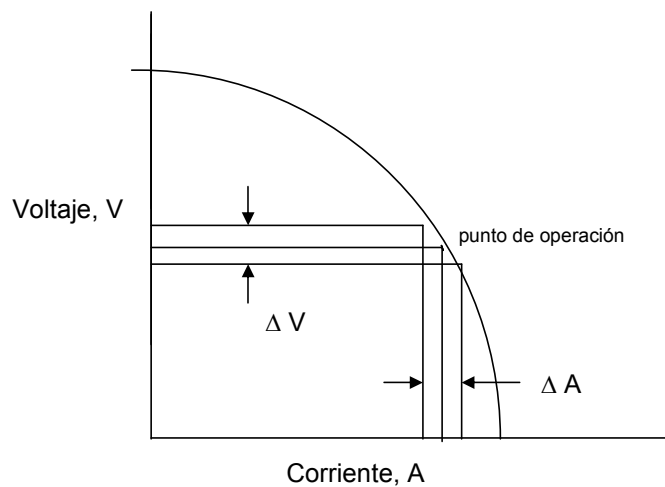
Un rodillo provisto de un surco se combina con un rodillo de respaldo liso. Se emplea un surco con forma de V para alambres sólidos duros, como los de aceros al carbono e inoxidables, y un surco en forma de U para alambres blandos como el de aluminio.

2.3 Fuente de poder

Es la que suministra energía eléctrica al electrodo y a la pieza de trabajo a fin de producir el arco. En casi todas las aplicaciones de GMAW se emplea corriente continua con el electrodo positivo (CCEP); por tanto, la terminal positiva se conecta a la pistola y la negativa a la pieza de trabajo. Existen dos tipos principales de fuentes de potencia de corriente continua: (1) Generadores impulsados por motor (rotativos), (2) Transformadores-rectificadores (estáticas). Por lo general se prefieren las fuentes de transformador-rectificador para fabricación dentro de un taller donde se dispone de una fuente de 230 Volt. o 460 Volt. Este tipo de fuentes de potencia responde con mayor rapidez que las de generador impulsado por motor cuando cambian las condiciones del arco. Generalmente se emplea el generador impulsado por motor cuando no se dispone de otra fuente de energía eléctrica.

Los anteriores tipos de fuentes de potencia pueden diseñarse y construirse de modo que suministren corriente constante o bien voltaje constante. Las fuentes mantienen un nivel de corriente relativamente fijo durante la soldadura, sin importar las variaciones en la longitud del arco, como se ilustra en la figura 1. Se caracteriza por voltajes de circuito abierto elevados y niveles de corriente en cortocircuito limitados. Como suministran una salida de corriente prácticamente constante, el arco mantendrá una longitud fija sólo si la distancia entre el tubo de contacto y el trabajo permanece constante, con una velocidad de alimentación del electrodo también constante.

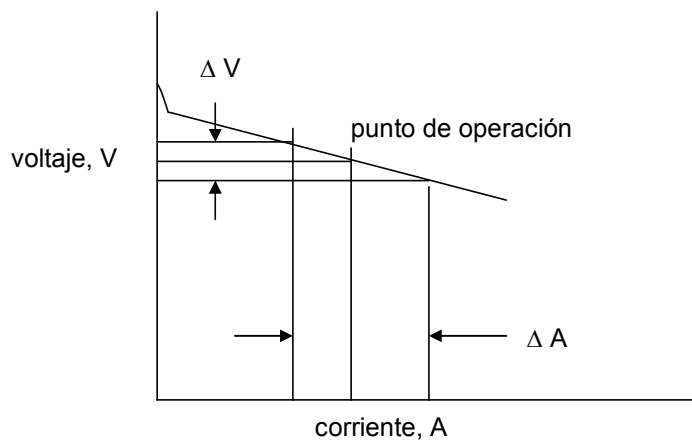
Figura 1. Relación voltaje – amperaje para una fuente de potencia de corriente constante



Fuente de potencia de voltaje (potencial) constante mejora la operación. Si se emplea junto con un alimentador de alambre de velocidad constante, mantiene un voltaje casi constante durante la operación de soldadura. La curva volt-ampere de este tipo de fuente de potencia se ilustra en la figura 2. El sistema voltaje constante compensa las variaciones en la distancia entre la punta de contacto y la pieza de trabajo que ocurren durante las operaciones de soldadura normales incrementando o decrementando instantáneamente la corriente de soldadura, a fin de contrarrestar los cambios en la extensión del electrodo debidos a los cambios en la distancia entre la pistola y el trabajo.

Establecemos la longitud del arco ajustando el voltaje de soldadura en la fuente de potencia. Cuando fijamos no se requieren más modificaciones durante la soldadura. La velocidad de alimentación del alambre, que además se convierte en el control de corriente, la establece el soldador u operador antes de comenzar a soldar.

Figura 2. Relación voltaje – amperaje para una fuente de potencia de Voltaje constante



2.4 Suministro de gas

Generalmente se utiliza un sistema que proporcione una tasa de gas protector constante a presión atmosférica durante la soldadura. El gas es regulado a través de un regulador que reduce la presión del gas fuente a una presión de trabajo constante sin importar las variaciones en la fuente. Los reguladores pueden ser de una o dos etapas y pueden tener un medidor de flujo integrado. Los reguladores de dos etapas suministran gas a una presión más consistente que los de una etapa cuando la presión de la fuente varía.

El suministro de gas protector puede ser un cilindro de alta presión, un cilindro lleno de líquido o un sistema de líquido de alto volumen. Es posible conseguir mezclas de gases en un solo cilindro. Cuando se emplean dos o más fuentes de gas o líquido, las proporciones correctas se obtienen por medio de dispositivos mezcladores.

2.5 Ciclos de trabajo

Internamente los componentes de una fuente de poder para soldadura tienden a calentarse cuando la corriente de soldadura fluye por la unidad. Los factores determinantes de la cantidad de calor dependen de: (1) la temperatura de ruptura de los componentes eléctricos y (2) los medios aislantes de los devanados del transformador y de otros componentes. Los fabricantes de componentes y las organizaciones que se ocupan de establecer normas en el campo del aislamiento eléctrico especifican estas temperaturas máximas.

El ciclo de trabajo es la razón entre el tiempo de carga permitido y un tiempo de prueba especificado. Es importante ajustarse a esta razón para que los devanados y componentes internos y sus sistemas de aislamiento eléctrico no se calienten por encima de su temperatura especificada.

El ciclo de trabajo expresa, en forma porcentual, el tiempo máximo que la fuente de potencia puede suministrar su salida especificada durante cada uno de varios intervalos de prueba sucesivos sin que su temperatura exceda un límite preestablecido. En los estados Unidos, los ciclos de trabajo se basan en un intervalo de prueba de 10 minutos. Algunas agencias y fabricantes de otros países emplean intervalos de pruebas más cortos, como por ejemplo 5 minutos. Así un ciclo de trabajo del 40% (que es una especificación industrial estándar) significa que la fuente de potencia puede suministrar su salida especificada durante 4 de cada 10 minutos sin sobrecalentarse. (cabe señalar que una operación ininterrumpida con la "carga especificada" durante 24 minutos de un lapso de una hora no constituye un ciclo de trabajo del 40%, sino del 100%.) Una fuente de potencia con ciclo de trabajo del 100% está diseñada para producir su salida especificada continuamente sin exceder los límites de temperatura prescritos para sus componentes.

Anteriormente se usaba también una especificación de ciclo de trabajo de una hora para fuentes de potencia de muy alta corriente (750 Amp. o más). Algunos fabricantes todavía producen fuentes de potencia con especificación de ciclo de trabajo de una hora.

El ciclo de trabajo es un factor importante para determinar el tipo de servicio para el cual está diseñada una fuente de potencia. Las unidades industriales diseñadas para soldadura manual normalmente tienen una especificación de ciclo de trabajo del 60%. Para procesos automáticos o semiautomáticos, la especificación suele ser del 100%. Las fuentes de potencia para trabajo ligero por lo regular tienen ciclo de trabajo del 20%. Los fabricantes pueden proporcionar especificaciones con otros valores de ciclo de trabajo.

Se dan las siguientes fórmulas para estimar el ciclo de trabajo a salidas distintas de la especificada y para estimar una salida de corriente distinta de la especificada a un ciclo de trabajo determinado como se muestra en la fórmula siguiente:

$$T_a = (I / I_a)^2 \times T$$

$$I_a = I \times (T / T_a)^{1/2}$$

Donde:

T = Ciclo de trabajo especificado en por ciento.

T_a = Ciclo de trabajo requerido en por ciento.

I = Corriente especificada con el ciclo de trabajo especificado.

I_a = Corriente máxima con el ciclo de trabajo requerido.

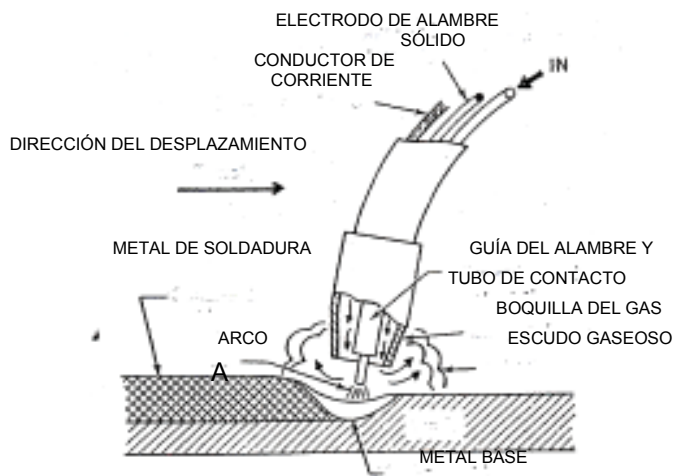
La fuente de potencia nunca debe operarse por encima de su corriente o ciclo de trabajo especificados a menos que se cuente con la aprobación del fabricante.

3. PREPARACIÓN Y PROCEDIMIENTO PARA EL USO DEL EQUIPO

3.1 Principios de operación

Básicamente el proceso GMAW se basa en la alimentación automática de un electrodo continuo consumible que se protege mediante un gas de procedencia externa. El proceso se ilustra en la figura 3. Una vez que el operador ha hecho los ajustes iniciales, el equipo puede regular automáticamente las características eléctricas del arco. Por todo esto, en efecto, los únicos controles manuales que el soldador requiere para la operación semiautomática son los de velocidad y dirección del desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola. Cuando se cuenta con equipo y ajustes apropiados, la longitud del arco y la corriente (es decir, la velocidad de alimentación del alambre) se mantienen automáticamente. (1)

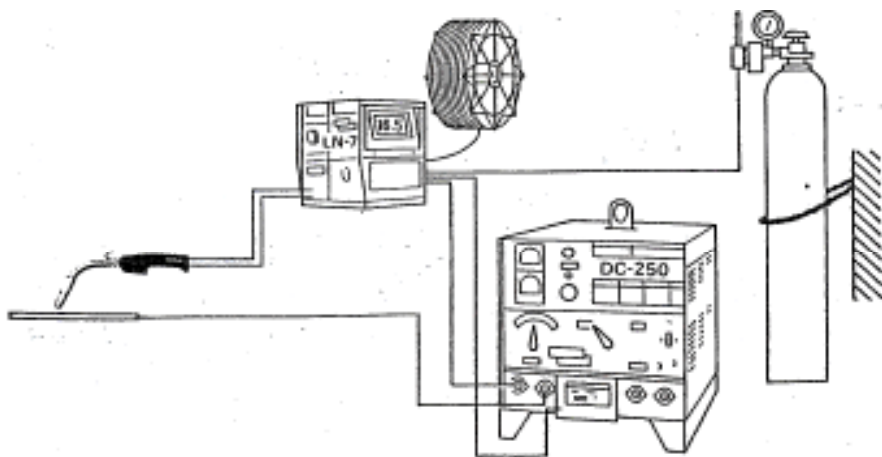
Figura 3. Proceso de soldadura por arco de metal y gas



Fuente: Manual de soldadura tomo I, R.L. O'Brien, p 111

El equipo necesario para GMAW se muestra en la figura 4. Los componentes básicos del equipo son la unidad de pistola soldadora y cables, la unidad de alimentación del electrodo, la fuente de potencia y la fuente de gas protector.

Figura 4. Diagrama del equipo para soldadura por arco de metal y gas



La pistola guía el electrodo consumible y conduce la corriente eléctrica y el gas protector al trabajo, de modo que proporciona la energía para establecer y mantener el arco y fundir el electrodo, además de la protección necesaria contra la atmósfera del entorno. Se emplean dos combinaciones de unidad de alimentación de electrodo y fuente de potencia para lograr la autorregulación de la longitud del arco que se desea. Generalmente, esta regulación se efectúa con una fuente de potencia de voltaje constante en conjunción con una unidad de alimentación de electrodo de velocidad constante. Como alternativa, una fuente de potencia de corriente constante proporciona una curva voltaje-amperaje de caída, y la unidad de alimentación del electrodo se controla por medio del voltaje del arco.

3.2 Localización de problemas

En general la localización de problemas en cualquier proceso requiere un conocimiento exhaustivo del equipo y de la función de los diversos componentes, de los materiales que intervienen y del proceso mismo.

Los problemas pueden clasificarse de acuerdo con estas tres categorías: eléctricos, mecánicos y de proceso. En la tabla I. Se señalan algunos de los problemas que pueden presentarse, sus causas y posibles soluciones.

Tabla I. Localización de problemas eléctricos que pueden presentarse al soldar

PROBLEMA	POSIBLE CAUSA	POSIBLE SOLUCIÓN
Dificultad para iniciar el arco.	Polaridad equivocada. Mala conexión con el trabajo.	Verificar la polaridad; invertir las terminales si es necesario. Fijar bien la conexión del cable del trabajo.
Alimentación del alambre irregular y retroquemado.	Fluctuaciones en el circuito de potencia. Polaridad equivocada	Verificar el voltaje de línea Comprobar la polaridad; invertir las terminales si es necesario.
Sobrecalentamiento de los cables.	Cables demasiado delgados o demasiado largos.	Verificar los requerimientos de transporte de corriente.
El alambre avanza pero no recibe corriente (no hay arco)	Conexión deficiente con la pieza de trabajo. Conexiones de cables flojas Bobina o platinos del contactor primario defectuoso.	Apretar si esta suelta; limpiar el trabajo de pintura o cualquier suciedad. Apretar Reparar o cambiar
Porosidad en la soldadura	Alambres al solenoide de una válvula de gas rotos o flojos.	Reparar o cambiar
Alimentación irregular del alambre y retroquemado	Insuficiente presión de los rodillos impulsores Tubo de contacto taponado o desgastado Alambre de electrodo con dobleces	Ajustar Limpiar o reemplazar Recortar, cambiar de carrete

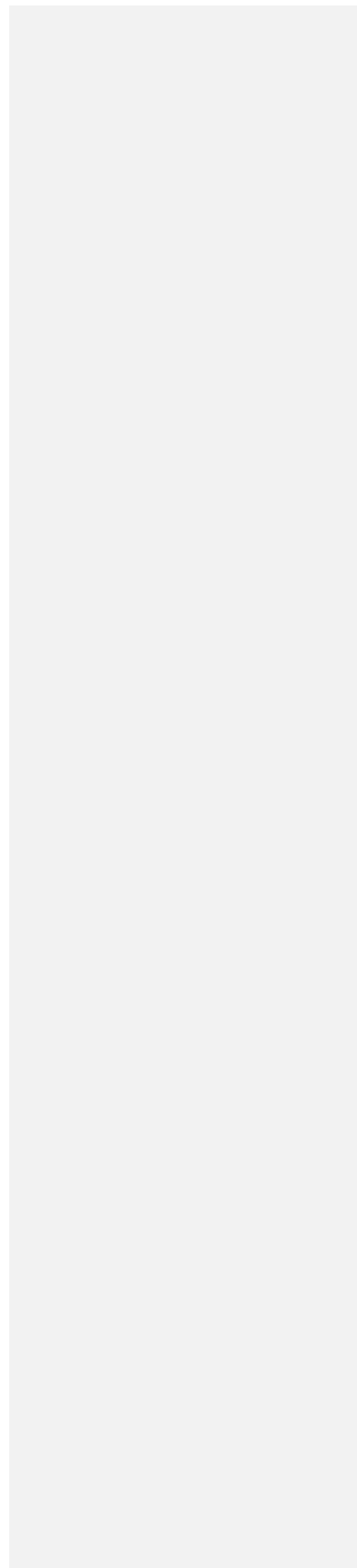
Continuación

<p>El alambre de electrodo se enrolla en el rodillo impulsor ("nido de pájaro")</p>	<p>Excesiva presión de los rodillos de alimentación Forro del conducto o punta de contacto incorrectos</p> <p>Rodillos impulsores o guías de alambre mal alineados.</p>	<p>Ajustar</p> <p>Usar forro y punta de contacto del tamaño correspondiente al electrodo</p> <p>Revisar y alinear debidamente.</p>
<p>El alambre avanza pero no fluye gas</p>	<p>El cilindro de gas está vacío La válvula del cilindro de gas está cerrada El medidor de flujo no está ajustado</p> <p>Restricción en la línea de gas o en la boquilla.</p>	<p>Reemplazar y purgar las líneas antes de soldar Abrir válvula del cilindro</p> <p>Ajustar hasta obtener el flujo especificado en el procedimiento</p> <p>Revisar y limpiar</p>
<p>Porosidad en la franja de soldadura</p>	<p>Falla en el solenoide de una válvula de gas Insuficiente flujo de gas protector</p> <p>Fugas en las líneas de suministro del gas (incluida la pistola)</p>	<p>Reparar o reemplazar</p> <p>Comprobar que no haya restricciones en la línea de gas o en la boquilla;</p> <p>Comprobar que no haya fugas (sobre todo en las conexiones); corregir</p>
<p>Depósito de soldadura muy oxidado</p>	<p>Ángulo de la pistola incorrecto Distancia boquilla-trabajo excesiva</p> <p>Corriente de aire</p> <p>Tubo de contacto no centrado en la boquilla de gas.</p>	<p>Usar ángulo de ataque o arrastre de unos 15°</p> <p>Reducir. Debe estar entre 13 y 19 mm(1/2 y 1/4 pulg.)</p> <p>Proteger de las corrientes el área de soldadura</p> <p>Centrar el tubo de contacto.</p>

Continuación

<p>Porosidad en la franja de soldadura</p>	<p>Material base sucio Velocidad de alimentación del alambre excesiva Humedad en el gas protector Electrodo contaminado</p>	<p>Limpiar para eliminar incrustaciones Reducir Cambiar cilindro de gas Mantener protegido el alambre durante el uso , limpiar el alambre antes de que entre en el alimentador.</p>
<p>El alambre del electrodo se embota en la pieza de trabajo</p>	<p>Velocidad de alimentación del alambre excesiva Voltaje de arco demasiado bajo Se fijó una pendiente excesiva en la fuente de potencia (para transferencia en cortocircuito)</p>	<p>Reducir la velocidad Aumentar el voltaje Restablecer para reducir la pendiente</p>
<p>Exceso de salpicaduras</p>	<p>Voltaje de arco excesivo Tubo de contacto demasiado retraído en la boquilla Tasa de flujo de gas excesiva</p>	<p>Reducir el voltaje Ajustar o cambiar por uno más largo Reducir el flujo</p>

Fuente: Manual de Soldadura tomo I, R.L. o'Brien, P.150-152



4. NORMAS DE SEGURIDAD

4.1 Choque eléctrico

Los circuitos del porta electrodo y grapa de tierra están eléctricamente energizadas cuando la soldadora esta encendida. No se debe tocar estas partes energizadas con la piel o ropa mojada. Utilizar guantes secos para aislar las manos. (4)

Hay que asegurarse que el aislante de los cables de porta electrodo y grapa de tierra estén bien aislados.

En soldadoras de alambre hay que tomar en cuenta que el carrete de alambre, cabeza de la antorcha, boquilla o la pistola semiautomática también están eléctricamente energizados.

Mantener el porta electrodo, grapa de tierra, cables de la soldadora y la fuente de poder en condiciones seguras de operación, reemplazando las partes con aislantes dañados.

4.2 Humos y gases

La soldadura puede producir humos y gases dañinos a la salud. Evite respirar estos humos y gases. Cuando se suelda hay que proteger la cabeza o mantenerla fuera del humo, para ello hay que usar suficiente ventilación o extractores de humo fuera de la zona de respiración. (5)

4.2.1 Exposición a humos de soldadura

En el pasado, la mayoría de los soldadores no se preocupaban sobre la necesidad de un respirador. Pero hoy con el incremento del conocimiento sobre el potencial de peligro de los contaminantes en los lugares de trabajo, es importante entender que la protección respiratoria no debe ser tomada muy livianamente.

De acuerdo al tipo de labor que se esté realizando, soldadura, corte, pulido, fundición; los contaminantes existen, están allí, aunque muchas veces no los veamos. La soldadura en aceros y metales galvanizados pueden producir una enfermedad en el soldador. Los efectos potenciales de la sobre exposición a humos de soldadura incluyen enfermedades pulmonares, dolor abdominal y daños renales.

4.2.2 Selección de la protección adecuada

Alguno de los puntos que se deben considerar al momento de elegir protección respiratoria son: (5)

- a) Cómodo ajuste, liviano, fácil de usar.
- b) Mínimo mantenimiento, fáciles de desechar, sin partes ni limpieza
- c) Diseño simple, facilita que los trabajadores lo usen.
- d) Ajuste flexible, los respiradores se deben ajustar a una gran variedad de tipos de cara. El apropiado ajuste para cada respirador es determinado mediante pruebas de ajuste con los aerosoles adecuados.
- e) Mejor visibilidad, el diseño de bajo perfil permite una mayor visibilidad permitiendo al mismo tiempo el uso de protección ocular.
- f) Compatible con caretas y protectores faciales.
- g) Materiales retardantes a la llama.

Si se logra reunir algunas de estas características, o todas ellas en un sólo respirador, y además se acompaña de un adecuado entrenamiento, se puede tener la razonable seguridad que los usuarios estarán protegidos.

4.2.3 Fiebre de humos de soldadura

Algunos soldadores, y en ocasiones los operarios que trabajan cerca de ellos, sufren de forma repetida dolores de garganta, fiebre, escalofríos, náuseas y dolor de cabeza. Estos síntomas parecidos a los de una gripe, pueden ser el resultado de la inhalación de humos metálicos durante la soldadura y los procesos relacionados, lo cual provoca una enfermedad conocida como fiebre de humos de soldadura.

En su mayoría invisibles a simple vista, los humos metálicos están formados por partículas metálicas muy pequeñas que se generan a medida que el material de aporte o de base se vaporiza por medio de la operación de soldadura. Una vez inhaladas estas partículas, los síntomas de gripe pueden hacer su aparición en 24 horas. Aunque los efectos suelen durar poco tiempo, una exposición repetida, puede dar lugar a enfermedades a largo plazo como por ejemplo enfermedades pulmonares.

La fiebre de humos de soldadura no es el único riesgo potencial, como ya lo hemos señalado, para los soldadores y operarios que trabajan en los alrededores. Todos los humos de soldadura son subproductos del material con el que se trabaja, de su revestimiento de superficie, y del tipo de varilla para soldadura que se utiliza.

Las aplicaciones de limpieza también pueden ser potencialmente peligrosas para el sistema respiratorio. A menos que se evaporen totalmente, los vapores de solventes de hidrocarburos dorados pueden descomponerse con el intenso calor del arco de soldadura, y como resultado producir una amplia gama de gases irritantes.

4.2.4 Humos y gases que se desprenden al soldar

Humos metálicos que dependerán de una serie de factores como son, punto de fusión y vaporización. Aquellos que tengan bajo estos niveles, como el plomo, Zinc y Cadmio; forman fácilmente humos metálicos. Asimismo se debe tener en cuenta el tipo de soldadura a emplear, siendo aquella que alcance mayor temperatura la que con más facilidad producirá humos metálicos.

Entre los humos metálicos formados en los procesos de soldadura, se distinguen aquellos que son: (5)

- a) Tóxicos o irritantes: cadmio, cromo-manganeso, Zinc, Mercurio, Níquel, Titanio, Vanadio, plomo, Molibdeno.
- b) Neumoconióticos poco peligrosos: Aluminio, Hierro, Estaño, Carbón.
- c) Neumoconióticos muy peligrosos: Asbesto, Sílice, Cobre, Berilio.

Gases que se desprenden al soldar, ya sea por que se utiliza para proteger la soldadura (CO₂, Argón, Helio, etc.) o bien porque se desprenden de los revestimientos de electrodos o piezas a soldar.

Podemos encontrar, además, óxidos nitrosos, siendo el NO₂ el que encontramos con mayor concentración. El mayor riesgo de la exposición a estos óxidos consiste en que su presencia pasa inadvertida hasta que sobreviene la intoxicación.

4.3 Rayos del arco de soldadura

Proteger los ojos de los rayos del arco. Usar careta con lentes protectores apropiados mientras se suelda o se corta. En la tabla II se muestra diferentes tonos de lentes.

Tabla II. Selección de tono de lente

Operación	Tono número
<u>Soldadura Blanda</u>	2
Soldadura fuerte con soplete	3 ó 4
Corte con oxígeno	
Hasta 1pulg.(25.4mm)	3 ó 4
6pulg.(152.4mm) o más	5 ó 6
Soldadura autógena	
Hasta 1/8pulg.(3.175mm)	4 ó 5
1/8 a 1/2pulg.(3.175 a 12.7mm)	5 ó 6
1/2pulg.(12.7mm) o más	6 ó 8
Soldadura eléctrica convencional	
Electrodo de 1/16,3/32,1/8 Y 5/32pulg. (1.58,2.38,3.17 y 3.97mm)	10
<u>Soldadura eléctrica gas-tungsteno(no ferroso)</u>	
<u>Soldadura eléctrica gas-alambre(no ferroso)</u>	
Electrodo de 1/16,3/32,1/8 Y 5/32pulg. (1.58,2.38,3.17 y 3.97mm)	11
<u>Soldadura eléctrica gas-tungsteno(ferroso)</u>	
<u>Soldadura eléctrica gas-alambre(ferroso)</u>	
Electrodo de 1/16,3/32,1/8 Y 5/32pulg. (1.58,2.38,3.17 y 3.97mm)	12
Soldadura eléctrica convencional	
3/16,7/32 y 1/4 pulg.(4.76,5.55 y 9.35mm)	12
5/16 y 3/8pulg.(7.93 y 9.52mm)	14
Soldadura con hidrógeno atómico	10 a 14
<u>Soldadura con arco de carbono</u>	14

4.4 Chispas de la soldadura

Mantener todo material combustible fuera del área de trabajo de soldadura. Si esto no es posible entonces aislar o cubrir para evitar que las chispas de soldadura pueda provocar una explosión o incendio. Evitar soldar cerca de líneas hidráulicas y siempre mantener cerca un extinguidor de fuego.

Cuando no se esta soldando hay que asegurarse que la parte eléctrica del porta electrodo no toque la grapa de tierra o el área de trabajo. Un contacto accidental puede causar un sobrecalentamiento y crear riesgo de incendio.

Siempre hay salpicaduras de chispas que son lanzadas del arco de soldadura. Hay que utilizar prendas de vestir libres de aceite así como guantes de piel (cuero), playeras gruesas, pantalones gruesos y algo ajustados, zapatos de piel así como cubrir la cabeza. Usar protectores de oídos cuando se suelda fuera de posición o en áreas confinadas. Se recomienda la utilización de anteojos bajo la careta de soldadura.

4.5 Cilindros de gases

Usar solamente cilindros de gas comprimido que contengan el gas correcto de protección para el proceso, además usar apropiadamente los reguladores de presión del gas. Todas las mangueras y conexiones deben mantenerse en buenas condiciones. (4)

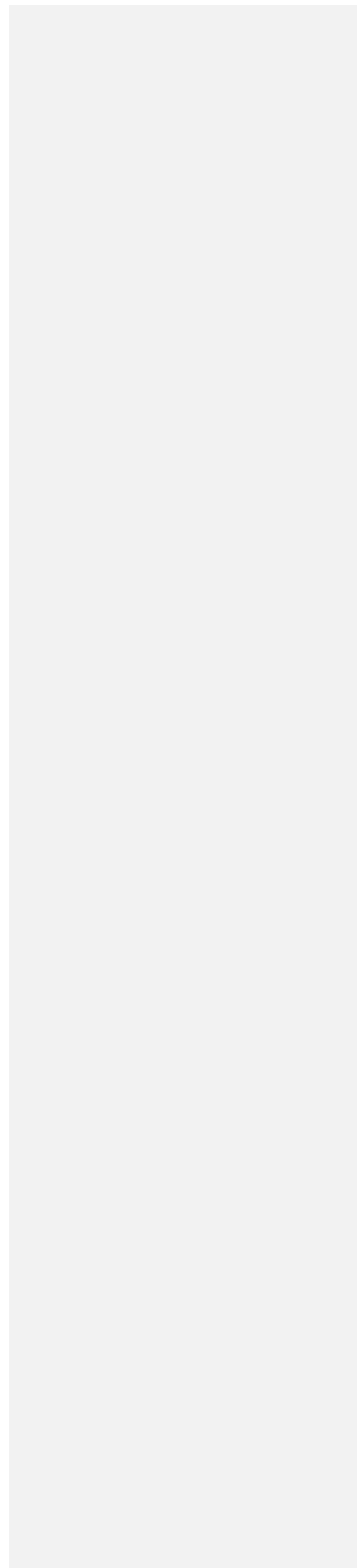
Guardar los cilindros en una posición vertical sujetos con una cadena a su carretilla. Los cilindros deben ser localizados fuera de las áreas donde pueden ser golpeados o donde pueden ser objeto de daños físicos a una distancia segura alejados del arco de soldadura y otros peligros como chispas y flamas.

Nunca permitir que electrodos, porta electrodos u otras partes eléctricamente calientes toquen los cilindros. Conservar la cabeza o la cara lejos de la válvula de salida cuando esta sea abierta.

Mantener protegida la tapa de la válvula cuando no esta en uso.

4.6 Instalación eléctrica

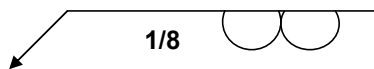
Colocar todos los interruptores en la posición “*off*” (apagado), mientras se revisa el equipo. Revisar los conectores y las conexiones entre la fuente de alimentación y el alimentador del alambre. Asegúrese que el conductor de la pieza de trabajo o cable a tierra está conectado al borne negativo de la fuente de alimentación y sujeto al trabajo o mesa, y que el cable de la pistola esté conectado al borne positivo. Cerciorarse que la pistola esté en buenas condiciones. Verificar el voltaje al que se conectara la maquina para que no sufra daños por un alto voltaje.



5. SOLDADURA DE RANURA CUADRADA Y FILETE

5.1 Práctica No. 1: soldadura de recubrimiento – posición plana

El objetivo de esta práctica es ajustar correctamente la máquina; iniciar el arco, manejar la pistola y conocer el baño de soldadura, para poder hacer soldaduras de buena calidad con la técnica de recubrimiento en posición plana. El símbolo de la soldadura es el siguiente: (6)



Para iniciar la práctica se necesita el siguiente material y equipo:

- plancha de acero dulce de 3/16 " (4.76mm): cuatro trozos.
- Electrodo: ER70S-3 de 0.035" (0.89mm).
- Gas protector: dióxido de carbono.
- Fuente de alimentación CC (corriente constante) de voltaje constante.
- Ropa protectora, guantes y mascarara, escobilla de alambre, corta alambres y alicates.

5.1.1 Preparar la maquina (6)

Polaridad: electrodo positivo (polaridad invertida)

Amperaje: 100 – 120 amperios

Voltaje: 19 – 21 voltios

Flujo de gas: 15 – 25 pies³ / hr. (1.39 – 2.32 m³ /hr.)

Largo del alambre – electrodo: ¼ - 3/8” (6.35 – 9.53 mm)

Si el voltaje es bajo en relación a la alimentación del alambre (amperaje) puede suceder lo siguiente:

- a) El cordón se vuelve angosto y convexo con poca penetración.
- b) El arco se vuelve errático y el alambre tiende a empujar contra la pieza de trabajo.

Si el voltaje es demasiado alto en relación a la alimentación del alambre (amperaje):

- a) El cordón se vuelve plano y ancho con mala penetración.
- b) La salpicadura es excesiva.
- c) En una situación extrema, puede ocurrir una transferencia globular.

5.1.2 Colocar en posición el material y soldar provisoriamente

- a) colocara dos trozos en la mesa con una abertura de raíz de 1/16” (1.59mm).
- b) Soldar provisoriamente cada extremo.

5.1.3 Soldar el relleno de cordones

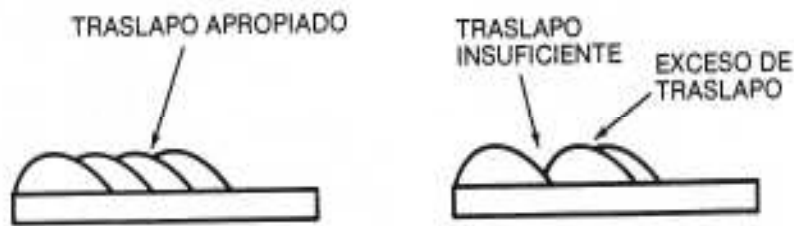
Soldar el primer cordón:

- a) Depositar el primer cordón en el espacio entremedio de las planchas.
- b) Usar un ángulo de trabajo de 90° y un ángulo de avance de arrastre de $15 - 30^\circ$.
- c) Iniciar el arco y moverse a lo largo de la junta usando un movimiento ligeramente oscilante.
- d) No parar en los bordes de los cordones.
- e) Permanecer en el borde anterior del baño.

Depositar el segundo cordón de soldadura:

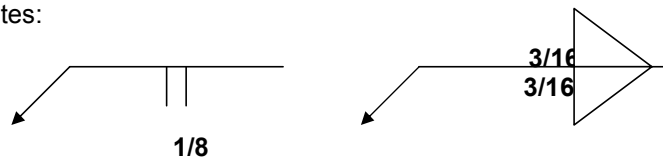
- a) Usar un ángulo de trabajo de $85 - 90^\circ$ y un ángulo de avance de arrastre de $15-30^\circ$.
- b) Usar el mismo movimiento traslapando el cordón anterior en la mitad de su ancho.
- c) Soldar los cordones adicionales hasta cubrir toda la plancha.
- d) Cuando la plancha se calienta, cambiar a otro conjunto soldado provisoriamente hasta que la primera pieza de trabajo esté fría.
- e) Mantener el traslapo apropiado para producir un relleno de cordones con una superficie casi plana, como se ve en la figura 5.

Figura 5. Muestra de traslajos en soldadura de recubrimiento, posición plana



5.2 Práctica No. 2: Junta a tope de traslajo en t – posición plana

El objetivo de esta práctica es producir soldaduras de ranura cuadrada y de filete de buena calidad en posición plana. Los símbolos de la soldadura son los siguientes:



Para iniciar la práctica se necesita el siguiente material y equipo:

- plancha de acero dulce de $3/16$ " (4.76mm): cuatro trozos.
- Electrodo: ER70S-3 de 0.035" (0.89mm).
- Gas protector: dióxido de carbono.
- Fuente de alimentación CC (corriente constante) de voltaje constante.
- Ropa protectora, guantes y mascarara, escobilla de alambre, corta alambres y alicates.

5.2.1 Preparar la máquina

Polaridad: electrodo positivo (polaridad invertida)

Amperaje: 100 – 120 amperios

Voltaje: 19 – 21 voltios

Flujo de gas: 15 – 25 pies³ / hr. (1.39 – 2.32 m³ /hr.)

Largo del alambre – electrodo: ¼ - 3/8 “ (6.35 – 9.53 mm)

5.2.2 Colocar en posición el material y soldar provisoriamente

- a) Usar un alambre espaciador de 1/8” (3.18mm) para separar las planchas.
- b) Asegurarse que el espacio entre las planchas es de alrededor de 1/8” (3.18mm), para permitir la contracción de la soldadura provisoria.
- c) Hacer soldadura provisoria en un extremo.
- d) Usar el alambre espaciador para realinear la junta para dejar una abertura de raíz de 3/32 – 1/8 (2.38 – 3.18mm).
- e) Soldar provisoriamente el extremo opuesto.

Colocar una tercera plancha en la junta a tope ensamblada para formar una junta de traslapo:

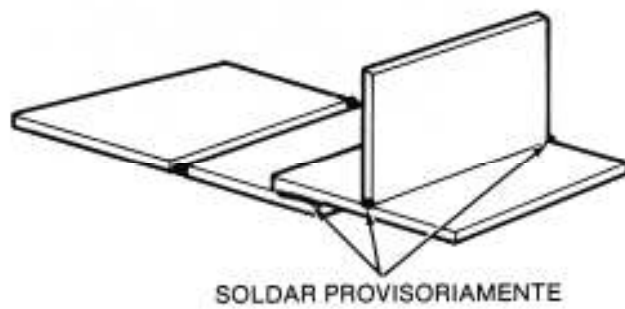
- a) Soldar provisoriamente en cada extremo de la pieza de trabajo.

Colocar una cuarta plancha perpendicular a la junta de traslape ensamblada para formar una junta en "T":

- a) Soldar provisoria y firmemente ambos extremos.

Las piezas quedaran como se muestra en la figura 6.

Figura 6. Piezas preparadas para soldar



5.2.3 Soldar la junta a tope

- a) Colocar la junta a tope en posición plana.

Depositar el segundo cordón:

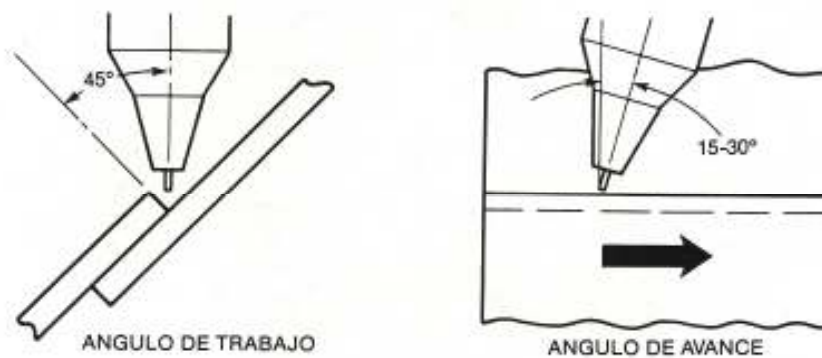
- a) Usar los mismos ángulos de avance y de arrastre que en el primer cordón.
- b) Usar un ligero movimiento de oscilación constante para obtener una cara de cordón de aproximadamente 3/8”(9.53mm) de ancho con un ligero refuerzo.
- c) El refuerzo de cara debe ser un poco más alto que la superficie superior de la pieza de trabajo.

5.2.4 Soldar la junta de traslapo

Reposicionar la pieza de modo que las juntas de traslapo y en “T” queden en posición plana:

- a) Angulo de trabajo de 45°, ángulo de avance de arrastre de 15 – 30°
- b) Usar un ligero movimiento de oscilación.
- c) Avanzar suave y uniformemente para llenar por completo la junta.
- d) No fundir más de 1/16” (1.59mm) de la plancha superior.
- e) La cara del cordón debe estar entre plana y ligeramente convexa.

Figura 8. Ángulos de trabajo y de avance en juntas de traslape



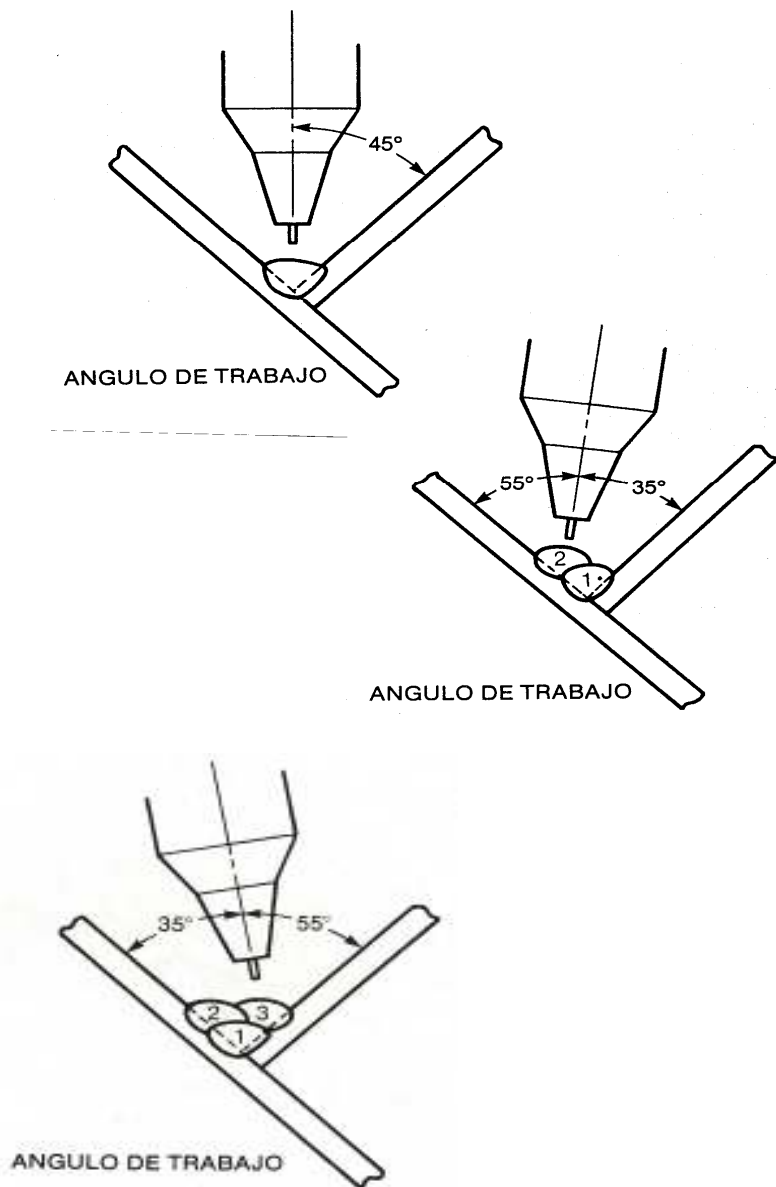
Soldar la junta opuesta empleando el mismo procedimiento.

5.2.5 Soldar la junta en “T”

Depositar el primer cordón de soldadura.

- Angulo de trabajo 45° y ángulo de avance de arrastre $15 - 30^\circ$
- Usar un ligero movimiento de oscilación en los tres cordones
- El cordón debe tener los catetos de la misma medida
- La cara del cordón debe ser entre plana y ligeramente convexa

Figura 9. Ángulo de trabajo de junta en "T" para el primer, segundo y tercer cordón



Depositar el segundo cordón de soldadura

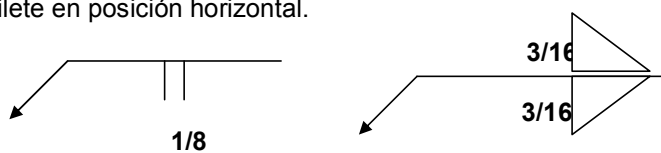
- a) Ángulo de trabajo 55° y ángulo de avance de arrastre $15 - 30^\circ$.
- b) El segundo cordón debe traslapar la mitad del cordón anterior.

Depositar el tercer cordón de soldadura

- a) Angulo de trabajo de 35° , y ángulo de avance de arrastre de $15 - 30^\circ$.
- b) El tercer cordón debe traslapar $1/3$ del segundo cordón.
- c) La soldadura final debe tener los catetos de la misma medida.
- d) La cara de la soldadura debe tener un ancho de $1/2"$ (2.70mm) y entre plana y ligeramente convexa.
- e) Soldar la junta opuesta empleando el mismo procedimiento.

5.3 Práctica No. 3: Junta a tope de traslapo en t – posición horizontal

El objetivo de esta práctica es producir soldaduras de ranura cuadrada a tope y de filete en posición horizontal.



Para iniciar la práctica se necesita el siguiente material y equipo

- a) plancha de acero dulce de 3/16" (4.76mm): cuatro trozos.
- b) Electrodo: ER70S-3 de 0.035" (0.89mm).
- c) Gas protector: dióxido de carbono.
- d) Fuente de alimentación CC (corriente constante) de voltaje constante.
- e) Ropa protectora, guantes y mascarara, escobilla de alambre, corta alambres y alicates.

5.3.1 Preparar la máquina

Polaridad: electrodo positivo (polaridad invertida)

Amperaje: 100 – 120 amperios

Voltaje: 19 – 21 voltios

Flujo de gas: 15 – 25 pies³ / hr. (1.39 – 2.32 m³ /hr.)

Largo del alambre – electrodo: ¼ - 3/8 " (6.35 – 9.53 mm)

5.3.2 Colocar en posición el material y soldar provisoriamente

- a) Soldar provisoriamente dejando una abertura de raíz de 5/32" (3.97mm) en la junta a tope abierta.
- b) Fijar la pieza de trabajo de modo que la junta a tope esté en posición horizontal.

5.3.3 Soldar la junta a tope

Depositar el cordón de soldadura

- a) Colocar la boquilla de la pistola en un ángulo de trabajo de 80 – 85° y de avance de arrastre de 15 – 30°.
- b) Avanzar a velocidad para penetrar por completo la junta y formar la cara del cordón de un ancho de 5/16”(7.94mm).

5.3.4 Soldar la junta de traslape

- a) Ángulo de trabajo de 45°, ángulo de avance de arrastre de 15 – 30°
- b) Avanzar suave y uniformemente para producir una cara del cordón de 5/16” (7.94mm).
- c) Usar un ligero movimiento de oscilación para obtener el ancho del cordón.
- d) No debe haber socavado o indentación marginal en la plancha superior.

Puede usarse un movimiento de oscilación ovalado opcional, sin embargo, con este movimiento hay más probabilidades de que la fusión sea incompleta.

- e) No alejarse demasiado del borde anterior del baño
- f) Mantener los movimientos en incrementos uniformes pequeños.

Emplear el mismo procedimiento en la junta opuesta.

5.3.5 Soldar la junta en “T”

Depositar el primer cordón

- a) Colocar la boquilla de la pistola en un ángulo de trabajo de 45° y un ángulo de avance de 15 – 30°.
- b) Emplear un movimiento de oscilación para mejorar la apariencia del cordón.
- c) Avanzar uniformemente para mantener los catetos de la misma medida.
- d) Permanecer en el borde anterior del baño para evitar la fusión incompleta (traslapo en frío).

Puede usarse el movimiento de oscilación ovalado opcional.

Depositar el segundo cordón de soldadura

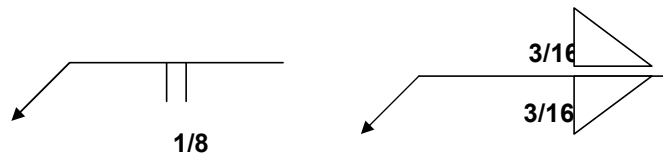
- a) Ángulo de trabajo de 45°, ángulo de avance de arrastre de 15 –30°.
- b) El segundo cordón debe traslapar 1/2 a 2/3 del cordón anterior.

Depositar el tercer cordón de soldadura

- a) Ángulo de trabajo de 35°, ángulo de avance de arrastre de 15 – 30°
- b) El tercer cordón debe traslapar 1/3 a 1/2 del cordón anterior.
- c) La soldadura terminada debe ser ligeramente convexa. Emplear la misma técnica para soldar la junta opuesta.

5.4 Práctica No. 4: Junta a tope de traslapo en t – posición vertical descendente

El objetivo de esta práctica es producir soldaduras de ranura cuadrada y de filete de buena calidad en posición vertical descendente. Los símbolos de la soldadura son los siguientes:



Para iniciar la práctica se necesita el siguiente material y equipo:

- plancha de acero dulce de 3/16" (4.76mm): cuatro trozos.
- Electrodo: ER70S-3 de 0.035" (0.89mm).
- Gas protector: dióxido de carbono.
- Fuente de alimentación CC (corriente constante) de voltaje constante.
- Ropa protectora, guantes y mascarara, escobilla de alambre, corta alambres y alicates.

5.4.1 Preparar la máquina

Polaridad: electrodo positivo (polaridad invertida)

Amperaje: 100 – 120 amperios

Voltaje: 19 – 21 voltios

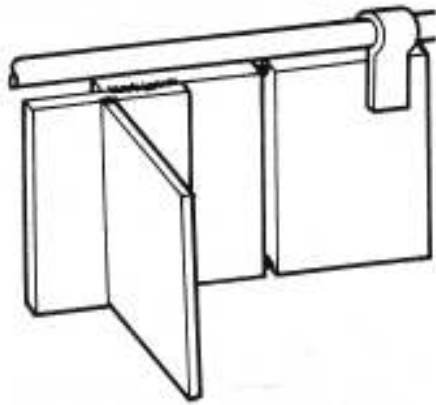
Flujo de gas: 15 – 25 pies³ / hr. (1.39 – 2.32 m³ /hr.)

Largo del alambre – electrodo: ¼ - 3/8 " (6.35 – 9.53 mm)

5.4.2 Colocar en posición el material y soldar provisoriamente

- a) Soldar provisoriamente en ambos extremos como se hizo en la práctica número 2, con excepción que hay que proveer una abertura de raíz en la junta a tope abierta.

Figura 10. Fijar la pieza de trabajo en posición vertical



5.4.3 Soldar la junta a tope

Depositar el primer cordón de soldadura

- a) Angulo de trabajo de 90° , ángulo de avance de arrastre de $15 - 30^\circ$
- b) Usar un movimiento de arrastre recto constante
- c) No salirse de la abertura de raíz
- d) Permanecer en el borde anterior del baño
- e) La penetración del cordón de raíz debe ser entre ligeramente cóncavo y al ras con el metal base.
- f) La cara de la soldadura debe ser ligeramente cóncava

Depositar el segundo cordón de soldadura

- a) Usar los mismos ángulos de trabajo y de avance que en el primer cordón.
- b) Usar un movimiento oscilatorio en z para llenar el resto de la junta
- c) Permanecer en el borde anterior del baño
- d) La cara del cordón debe tener un ancho de $3/8''$ (9.53mm)
- e) La cara del cordón debe ser ligeramente convexa

5.4.4 Soldar la junta de traslape

Depositar el cordón de soldadura

- a) Colocar la boquilla de la pistola en un ángulo de trabajo de 45° y de avance de arrastre de $15 - 30^\circ$
- b) Soldar hacia abajo con un ligero movimiento de arrastre, permaneciendo en el borde anterior del baño
- c) Avanzar a velocidad para llenar por completo la junta.

Soldar la junta opuesta empleando la misma técnica de soldadura.

5.4.5 Soldar la junta en "T"

Depositar el primer cordón de soldadura

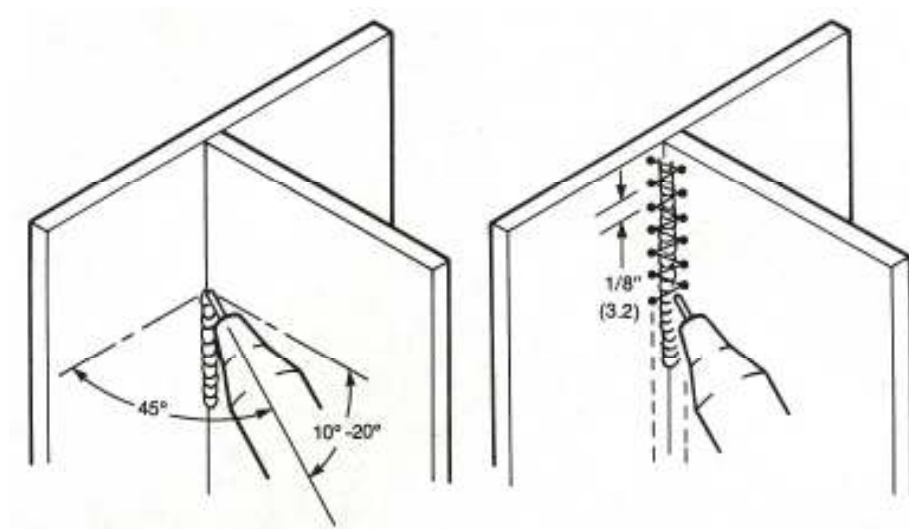
- a) Ángulo de trabajo 45° , ángulo de avance de arrastre de $15 - 30^\circ$.
- b) Usar un movimiento oscilatorio en z, haciendo una pequeña pausa en los bordes como se muestra en la figura 11.
- c) Permanecer en el borde anterior del baño para impedir la fusión incompleta (solape en frío).
- d) Avanzar en pasos de $1/8"$ (3.18mm) máximo.
- e) La cara del cordón debe tener un ancho de $5/16"$ (7.94mm).

Depositar el segundo cordón de soldadura

- a) Usar los mismos ángulos de trabajo y de avance que en el primer cordón.
- b) Usar un movimiento oscilatorio más ancho.
- c) La cara del cordón debe ser ligeramente convexa y de $\frac{1}{2}$ " (12.70mm).

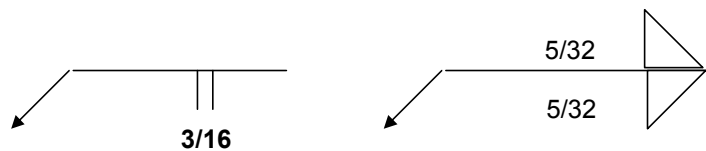
Soldar la junta opuesta empleando el mismo procedimiento.

Figura 11. Ángulos de soldadura y movimientos oscilatorios en Z



5.5 Práctica No. 5: Junta a tope de traslapeo en t – posición vertical ascendente

El objetivo de esta práctica es producir soldaduras de ranura cuadrada y de filete de buena calidad en posición vertical ascendente. Los símbolos de la soldadura son los siguientes:



Para iniciar la práctica se necesita el siguiente material y equipo

- c) plancha de acero dulce de 3/16" (4.76mm): cuatro trozos.
- d) Electrodo: ER70S-3 de 0.035" (0.89mm).
- c) Gas protector: dióxido de carbono.
- d) Fuente de alimentación CC (corriente constante) de voltaje constante.
- e) Ropa protectora, guantes y mascarara, escobilla de alambre, corta alambres y alicates.

5.5.1 Preparar la máquina

Polaridad: electrodo positivo (polaridad invertida)

Amperaje: 100 – 120 amperios

Voltaje: 19 – 21 voltios

Flujo de gas: 15 – 25 pies³ / hr. (1.39 – 2.32 m³ /hr.)

Largo del alambre – electrodo: 1/4 - 3/8 " (6.35 – 9.53 mm)

5.5.2 Colocar en posición el material y soldar provisoriamente

- a) Soldar provisoriamente como en la práctica No.2.
- b) La junta a tope debe estar separada por una abertura de raíz entre 3/32" (2.38mm) suelta y a 1/8" (3.18mm) apretada.
- c) El empalme es crítico en una junta es a tope abierta en esta posición, con avance ascendente.

Fijar la pieza de trabajo en posición vertical.

5.5.3 Soldar la junta a tope

Depositar el cordón de soldadura

- a) Colocar la boquilla de la pistola en un ángulo de trabajo de 90° y de avance de empuje de 0 – 5°.
- b) Mover parejo en la dirección del avance, sin movimiento lateral.
- c) Avanzar a velocidad para penetrar la junta por completo y producir la cara del cordón ligeramente convexa.
- d) Si la penetración es incompleta, reducir la sobrextensión del electrodo y aumentar un poco la abertura de raíz.
- e) La abertura de raíz de tamaño apropiado y el amperaje correcto son esenciales para la calidad y tamaño apropiados del cordón.
- f) La cara debe tener un ancho aproximado de ¼ - 5/16" (6.35 – 7.94mm) y ser convexa.

5.5.4 Soldar la junta de traslapo

Depositar el cordón de soldadura

- a) Ángulo de trabajo de 45°, ángulo de avance de empuje de 0 – 5°.
- b) Soldar hacia arriba con un ligero movimiento oscilante.
- c) Fundir el borde de la plancha superior para asegurar la penetración.

5.5.5 Soldar la junta en “T”

Depositar el primer cordón de soldadura

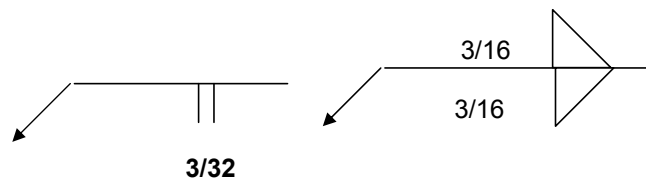
- a) Usar los mismos ángulos de trabajo y de avance que la junta de traslapo para ambos cordones.
- b) Comenzar abajo y soldar hacia arriba. Usar un leve movimiento oscilante.
- c) Avanzar a una velocidad suficiente para producir una cara del cordón de 5/16” (7.94mm) de ancho.
- d) Los catetos deben ser de la misma medida.

Depositar el segundo cordón de soldadura

- a) Usar un movimiento oscilante más ancho para depositar el segundo cordón. Parar en los puntos para llenar el cráter.
- b) La cara del segundo cordón de tener ½” (12.70mm) de ancho.
- c) Avanzar hacia arriba un máximo de 1/8” (3.18mm) con cada oscilación. Soldar la junta opuesta empleando la misma técnica.

5.6 Práctica No. 6: Junta a tope de traslapeo en t – Posición sobre cabeza

El objetivo de esta práctica es producir soldaduras de ranura cuadrada y de filete de buena calidad en posición sobre cabeza. Los símbolos de la soldadura son los siguientes:



Para iniciar la práctica se necesita el siguiente material y equipo

- plancha de acero dulce de 3/16" (4.76mm): cuatro trozos.
- Electrodo: ER70S-3 de 0.035" (0.89mm).
- Gas protector: dióxido de carbono.
- Fuente de alimentación CC (corriente constante) de voltaje constante.
- Ropa protectora, guantes y máscara, escobilla de alambre, corta alambres y alicates.

5.6.1 Preparar la máquina

Polaridad: electrodo positivo (polaridad invertida)

Amperaje: 100 – 120 amperios

Voltaje: 19 – 21 voltios

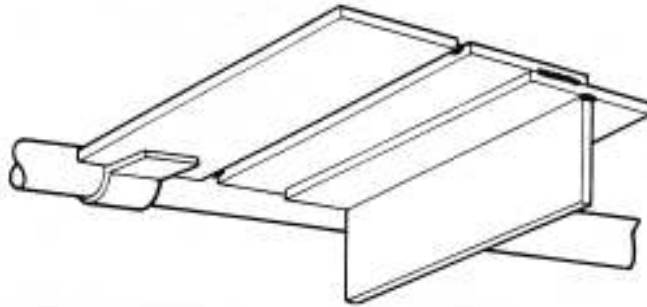
Flujo de gas: 15 – 25 pies³ / hr. (1.39 – 2.32 m³ /hr.)

Largo del alambre – electrodo: ¼ - 3/8 " (6.35 – 9.53 mm)

5.6.2 Colocar en posición y soldar provisoriamente el material

- a) Soldar provisoriamente de la misma forma empleada en la en la práctica número 5.2.

Figura 12. Fijar la pieza de trabajo en posición sobre cabeza

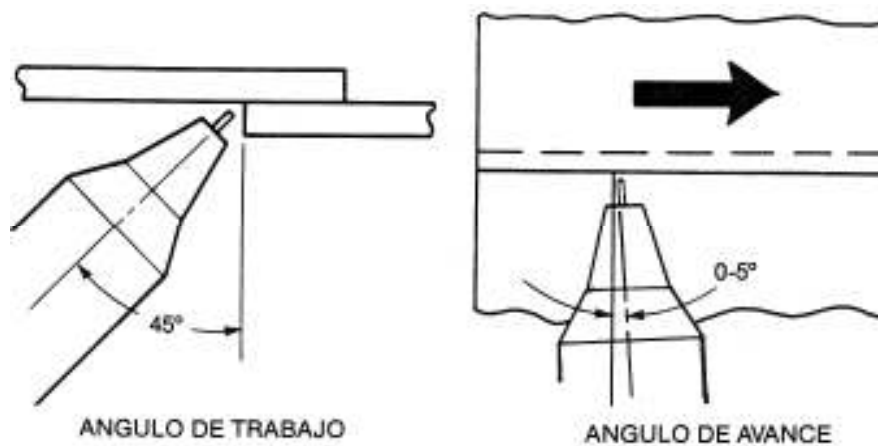


5.6.3 Soldar la junta a tope

Deposita el cordón de soldadura

- a) Angulo de trabajo de 90° , ángulo de avance de arrastre de $0 - 5^\circ$
- b) Avanzar a velocidad para rellenar por completo la junta y formar la cara del cordón ligeramente convexa.
- c) La penetración en el lado de raíz de la junta debe quedar al ras con el metal base.

Figura 13. Ángulo de trabajo y de avance



5.6.4 Soldar la junta de traslape

Depositar el cordón de soldadura

- Angulo de trabajo de 45°, ángulo de avance de arrastre de 0-5°.
- Avanzar suave y uniformemente para llenar por completo la junta.
- Usar un movimiento ligeramente oscilante, y seguir moviéndose a velocidad constante en la dirección de avance.
- No tiene que haber socavadura en la plancha superior.

Soldar la junta opuesta empleando la misma técnica de soldadura.

5.6.5 Soldar la junta en “ T “

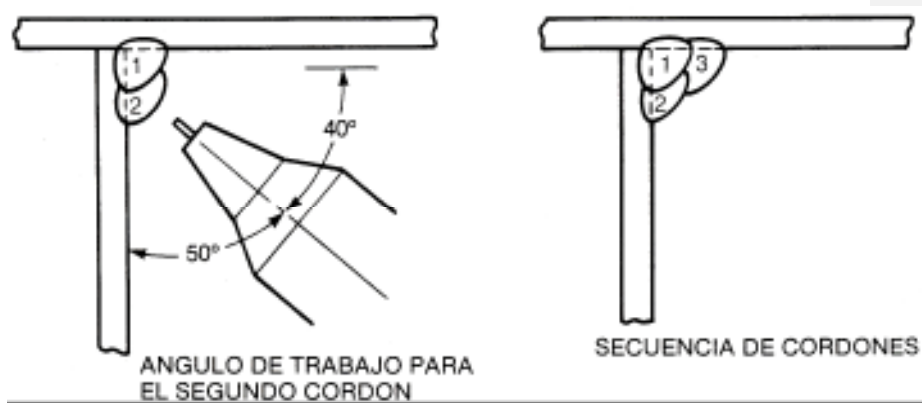
Depositar el primer cordón de soldadura

- a) Colocar la tobera de la pistola en un ángulo de trabajo de 45° y de avance de arrastre de 0 – 5°.
- b) Usar un ligero movimiento oscilante para obtener la apariencia apropiada.
- c) Producir una soldadura de filete con los catetos de misma medida.
- d) Avanzar a una velocidad suficiente para producir la cara del cordón de 5/16” (7.94mm) de ancho.

Depositar el segundo cordón de soldadura

- a) Usar la secuencia de cordones apropiada, como se muestra en la figura 13.
- b) Ángulo de trabajo de 50°, ángulo de avance de arrastre de 0 – 5°.

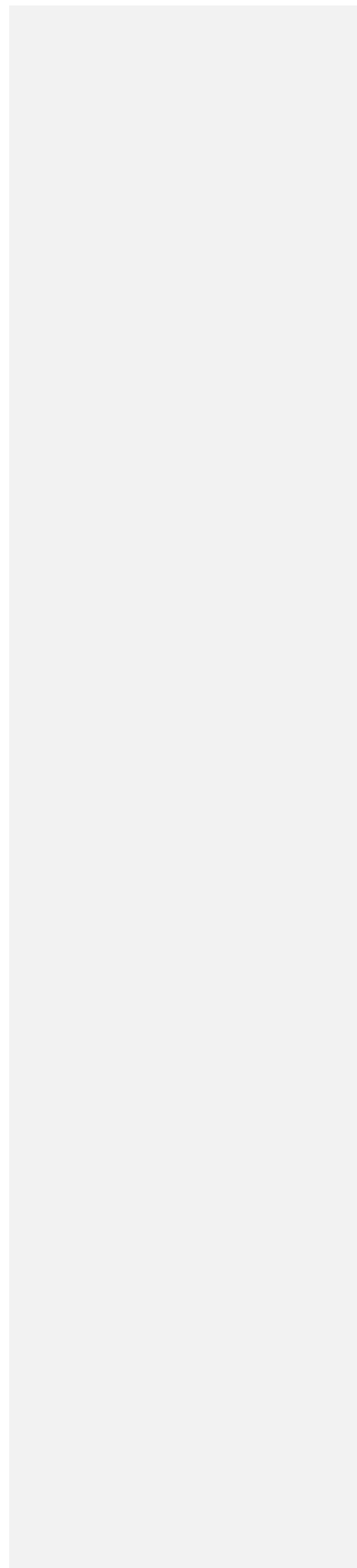
Figura 14. Ángulo de trabajo y secuencia de cordones



Depositar el tercer cordón de soldadura

- Angulo de trabajo de 40° , ángulo de avance de arrastre de $0 - 5^\circ$
- La última soldadura debe tener los catetos de la misma medida.
- No debe haber socavadura.

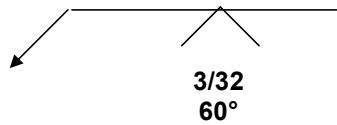
Soldar la junta opuesta empleando el mismo procedimiento.



6. SOLDADURA DE RANURA EN V SIMPLE

6.1 Práctica No. 7: Junta a tope – posición horizontal

El objetivo de esta práctica es producir soldaduras de ranura en v simple de buena calidad en planchas de 3/8" (9.53mm) en posición horizontal. El símbolo de la soldadura es el siguiente: (7)

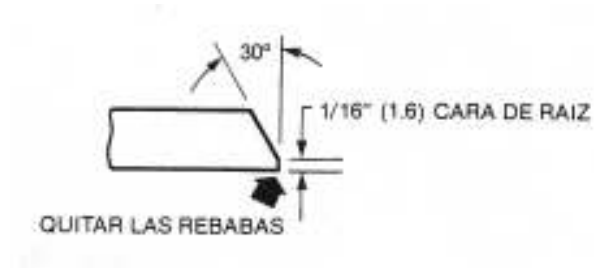


Para iniciar la práctica se necesita el siguiente material y equipo:

- Plancha de acero dulce de 3/8" (9.53mm): dos trozos
- Electrodo: ER70S-3 de 0.035" (0.89mm)
- Gas protector : dióxido de carbono
- Fuente de alimentación CC(corriente constante) de voltaje constante
- Ropa protectora, guantes y mascarara, escobilla de alambre, corta alambres y alicates.

6.1.1 Preparar el material

Figura 15. Biselar un costado largo de cada plancha



- a) Esmerilar la cara de raíz 1/16" (1.59mm)
- b) Quitar las rebabas en el lado de revés de la plancha

6.1.2 Preparar la máquina (7)

Polaridad: Electrodo positivo (polaridad invertida)

Amperaje: 110 – 130 amperios

Voltaje: 19 – 21 voltios

Flujo de gas: 15 – 25 pies³ /hr. (1.39 – 2.32 m³ /hr.)

Sobre extensión del alambre – electrodo: ¼ - 3/8" (6.35 – 9.53mm).

6.1.3 Colocar en posición el material y soldar provisoriamente

Colocar las planchas en la mesa de trabajo:

- a) Separar las planchas con un alambre espaciador en forma de U de $3/32''$ (2.38mm).
- b) Hacer una soldadura provisoria ligera en un extremo
- c) Hacer soldadura provisoria en el otro extremo.
- d) Sostener bien firmes las planchas juntas, separadas por el extremo del alambre espaciador de $3/32''$ (2.38mm).
- e) Quitar el alambre espaciador inmediatamente después de depositar la soldadura provisoria.

6.1.4 Colocar en posición la pieza de trabajo y soldar

Fijar la junta de la pieza en posición horizontal (7)

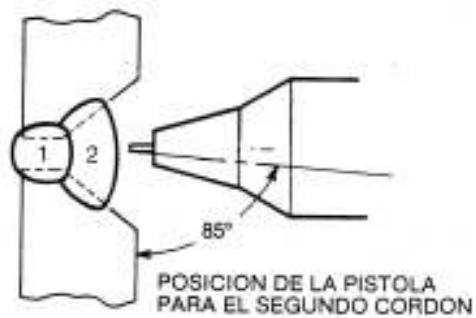
Figura 16. Depositar el primer cordón de soldadura



Depositar el primer cordón de soldadura

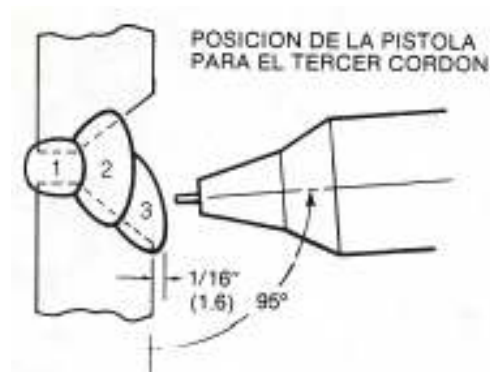
- a) Ángulo de trabajo de 85° y de avance de arrastre de $0 - 5^\circ$
- b) Avanzar suavemente con el alambre cerca del borde anterior del baño de soldadura.
- c) Avanzar a velocidad suficiente para penetrar la raíz y producir la cara del cordón de $5/16''$ (7.94mm) de ancho y el refuerzo de raíz de $1/16''$ (1.59mm).

Figura 17. Depositar el segundo cordón de soldadura



- a) Sostener la tobera de la pistola en el mismo ángulo usado para el primer cordón.
- b) Usar un movimiento de oscilación en la dirección de avance. Parar en la parte de arriba solamente para llenar el cráter.
- c) No alejarse demasiado del borde anterior del baño al usar el movimiento de oscilación.
- d) Para comenzar una pasada interrumpida, reiniciar el arco a $\frac{1}{4}$ " (6.35mm) pasado el extremo del segundo cordón. Retroceder al cordón, luego continuar soldando.

Figura 18. Depositar el tercer cordón de soldadura



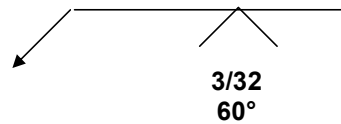
- a) Usar un movimiento ovalado con la pistola traslapando 2/3 del segundo cordón.
- b) Sostener la tobera de la de la pistola en el mismo ángulo usado para el primer cordón.
- c) La cara de la soldadura debe sobresalir 1/16" (1.59mm) sobre la superficie de la plancha.

Depositar el cuarto cordón de soldadura:

- a) Usar el mismo procedimiento, pero con un ángulo de trabajo de 85° desde la plancha inferior y un ángulo de avance de arrastre de 0 – 5°.

6.2 Práctica No. 8: Junta a tope – posición vertical descendente

El objetivo de esta práctica es producir soldaduras de ranura en V simple en planchas de 3/8" (9.53mm) en posición vertical descendente. El símbolo de la soldadura es el siguiente:



Para iniciar la práctica se necesita el siguiente material y equipo

- Plancha de acero dulce de 3/8" (9.53mm): dos trozos.
- Electrodo: ER70S-3 de 0.035" (0.89mm).
- Gas protector : dióxido de carbono.
- Fuente de alimentación CC(corriente constante) de voltaje constante
- Ropa protectora, guantes y mascara, escobilla de alambre, corta alambres y alicates.

6.2.1 Preparar el material

Para preparar las piezas de trabajo se procede como en la práctica No. 7.

6.2.2 Preparar la máquina

Polaridad: Electrodo positivo (polaridad invertida)

Amperaje: 110 – 130 amperios

Voltaje: 19 – 21 voltios

Flujo de gas: 15 – 25 pies³ /hr. (1.39 – 2.32 m³ /hr.)

Sobre extensión del alambre – electrodo: ¼ - 3/8" (6.35 – 9.53mm).

6.2.3 Colocar en posición el material y soldar provisoriamente

Para soldar provisoriamente se procede como en la práctica No. 7

6.2.4 Colocar en posición la pieza de trabajo y soldar

Fijar la pieza en posición vertical.

Depositar el primer cordón de soldadura

- a) Usar un ángulo de trabajo de 90° y uno de avance de arrastre de 15 – 30°.
- b) Avanzar suavemente hacia abajo y uniformemente para penetrar por completo la raíz.
- c) Permanecer en el borde anterior del baño.

Depositar el segundo cordón de soldadura

- a) Usar los mismos ángulos de la pistola usados en el primer cordón
- b) Usar un movimiento oscilante, parando en cada lado del zig – zag.
- c) Avanzar a velocidad suficiente para llenar la junta casi por completo, hasta $3/32$ " (2.38mm) de la superficie de arriba.
- d) Permanecer en el borde anterior del baño.

Depositar el tercer cordón de soldadura

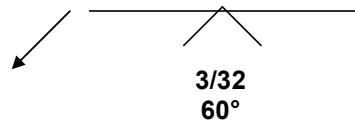
- a) Emplear la misma técnica de soldadura que en el segundo cordón.
- b) Usar un movimiento de oscilación más ancho para producir un cordón ligeramente más ancho que la junta.
- c) Avanzar a velocidad suficiente para proveer un refuerzo de la cara de alrededor de $1/16$ " (1.59mm) sobre la superficie de la plancha.
- d) Permanecer en el borde anterior del baño.

Figura 19. Secuencia de cordones junta a tope, posición vertical descendente



6.3 Práctica No. 9: Junta a tope – posición vertical ascendente

El objetivo de esta de esta práctica es producir soldaduras de ranura en V simple de buena calidad en planchas de 3/8" (9.53mm) en posición vertical ascendente. El símbolo de la soldadura es el siguiente:



Para iniciar la práctica se necesita el siguiente material y equipo

- b) Plancha de acero dulce de 3/16" (4.76mmmm): dos trozos.
- b) Electrodo: ER70S-3 de 0.035" (0.89mm).
- c) Gas protector : dióxido de carbono.
- d) Fuente de alimentación CC(corriente constante) de voltaje constante
- e) Ropa protectora, guantes y mascara, escobilla de alambre, corta alambres y alicates.

6.3.1 Preparar el material

Para preparar las piezas de trabajo se procede como en la práctica No. 7.

6.3.2 Preparar la máquina

Polaridad: Electrodo positivo (polaridad invertida)

Amperaje: 110 – 130 amperios

Voltaje: 19 – 21 voltios

Flujo de gas: 15 – 25 pies³ /hr. (1.39 – 2.32 m³ /hr.)

Sobrextensión del alambre – electrodo: ¼ - 3/8" (6.35 – 9.53mm).

6.3.3 Colocar en posición el material y soldar provisoriamente

Para soldar provisoriamente se procede como en la práctica No. 7

6.3.4 Colocar en posición la pieza de trabajo y soldar

Fijar la pieza de trabajo en posición vertical con el eje de la soldadura vertical.

Depositar el primer cordón

- a) Ángulo de trabajo de 90° perpendicular a la plancha y un ángulo de avance de empuje de 0 – 5°.
- b) Usar un ligero movimiento de oscilación.
- c) Avanzar a velocidad suficiente para penetrar por completo la raíz y llenar 1/3 de la junta.

Depositar el segundo cordón

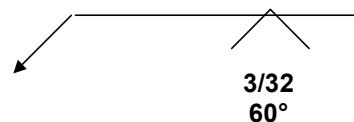
- a) Sostener la boquilla de la pistola en el mismo ángulo usado para el primer cordón.
- b) Usar un movimiento oscilante ligeramente más ancho llenando 2/3 de la junta o bien hasta 3/32" (2.38mm) de la superficie de la plancha.

Depositar el tercer cordón de soldadura

- a) Usar los mismos ángulos de trabajo y de avance que en el primer cordón.
- b) Hacer la cara de la soldadura 1/16" (1.59mm) más ancha que la junta para obtener penetración completa.
- c) La cara de la soldadura debe ser 1/16" (1.59mm) más alta que la superficie de la plancha.

6.4 Práctica No. 10: Junta a tope – posición plana

El objetivo de esta práctica es producir soldaduras de ranura en V simple de buena calidad en planchas de 3/8 (9.53mm) en posición plana. El símbolo de la soldadura es el siguientes:



Para iniciar la práctica se necesita el siguiente material y equipo

- c) Plancha de acero dulce de 3/16" (4.76mmmm): cuatro trozos.
- b) Electrodo: ER70S-3 de 0.035" (0.89mm).
- c) Gas protector : dióxido de carbono.
- d) Fuente de alimentación CC(corriente constante) de voltaje constante
- e) Ropa protectora, guantes y máscara, escobilla de alambre, corta alambres y alicates.

6.4.1 Preparar el material

Para preparar las piezas de trabajo se procede como en la práctica número 7.

6.4.2 Preparar la máquina

Polaridad: Electrodo positivo (polaridad invertida)

Amperaje: 110 – 130 amperios

Voltaje: 19 – 21 voltios

Flujo de gas: 15 – 25 pies³ /hr. (1.39 – 2.32 m³ /hr.)

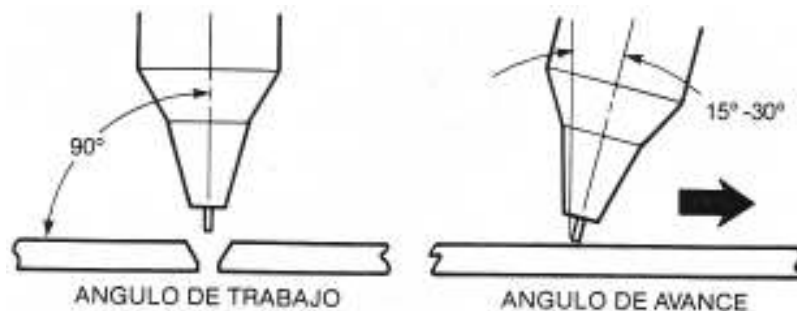
Sobrextensión del alambre – electrodo: ¼ - 3/8" (6.35 – 9.53mm).

6.4.3 Colocar en posición el material y soldar provisoriamente

Para soldar provisoriamente se procede como en la práctica No. 7

6.4.4 Colocar la junta a tope en posición plana y soldar

Figura 20. Depositar el primer cordón de soldadura



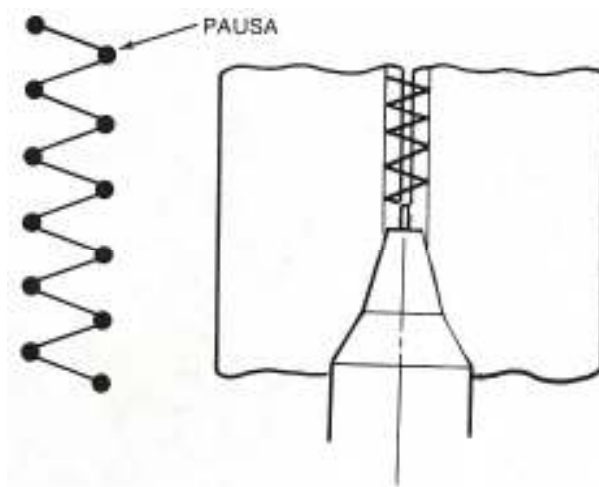
- Angulo de trabajo de 90°, ángulo de avance de arrastre 15 – 30°
- Usar un movimiento oscilado y avanzar a una velocidad suficiente para llenar 1/3 de la junta.
- El primer cordón debe ser plano en el lado de la cara de la junta.
- El cordón de raíz debe tener un ancho de aproximadamente 3/16" (4.76mm) y ser ligeramente convexo en el lado de raíz.
- Debe haber una buena penetración en la junta soldada.

Depositar el segundo cordón de soldadura

- Usar los mismos ángulos de trabajo y de avance.
- Usar un movimiento oscilado en Z para llenar la junta hasta 3/32" (2.38mm) de la superficie superior.
- Permanecer en el borde anterior del baño para todos los cordones.
- Parar en los bordes para asegurar buena fusión.

Depositar el tercer cordón de soldadura:

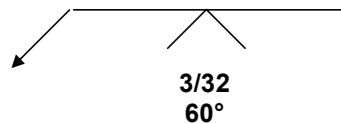
Figura 21. Usar movimiento zig – zag, parando en los bordes para evitar que el cordón quede muy convexo



- a) No oscilar más de 1/16" (1.59mm) pasado los bordes de la junta.
- b) La cara del cordón debe tener un ancho de aproximadamente 1/2" (12.70mm) y ligeramente convexa.

6.5 Práctica No. 11: Junta a tope – posición sobre cabeza

El objetivo de esta práctica es producir soldaduras de ranura en V simple de buena calidad en planchas de 3/8" (9.53mm), en posición sobre cabeza. El símbolo de la soldadura es el siguiente:



Para iniciar la práctica se necesita el siguiente material y equipo:

- Plancha de acero dulce de 3/16" (4.76mm): cuatro trozos.
- Electrodo: ER70S-3 de 0.035" (0.89mm).
- Gas protector : dióxido de carbono.
- Fuente de alimentación CC(corriente constante) de voltaje constante
- Ropa protectora, guantes y mascara, escobilla de alambre, corta alambres y alicates.

6.5.1 Preparar el material

Para preparar las piezas de trabajo se procede como en la práctica No.7.

6.5.2 Preparar la máquina

Polaridad: Electrodo positivo (polaridad invertida)

Amperaje: 110 – 130 amperios

Voltaje: 19 – 21 voltios

Flujo de gas: 15 – 25 pies³ /hr. (1.39 – 2.32 m³ /hr.)

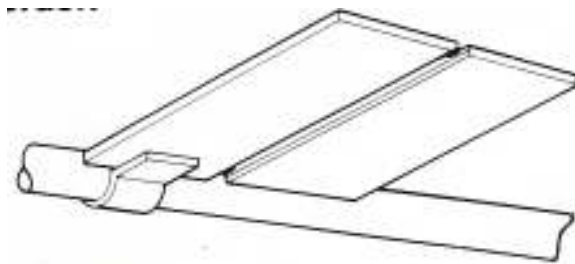
Sobrextensión del alambre – electrodo: ¼ - 3/8" (6.35 – 9.53mm).

6.5.3 Colocar en posición el material y soldar provisoriamente

Para soldar provisoriamente se procede como en la práctica No. 7

6.5.4 Colocar en posición la pieza de trabajo y soldar

Figura 22: Fijar la pieza de trabajo con la junta en posición sobre cabeza



Depositar el primer cordón de soldadura

- a) Usar un ángulo de trabajo de 90° perpendicular a la plancha y un ángulo de avance de arrastre de $0 - 5^\circ$.
- b) Usar un ligero movimiento de oscilación.
- c) Avanzar a velocidad suficiente para llenar un tercio de la junta. El cordón debe penetrar para quedar al ras hasta con refuerzo de raíz de $1/16''$ (1.59mm).

Depositar el segundo cordón de soldadura

- a) Usar los mismo ángulos de trabajo y de avance.
- b) Usar un movimiento pendular más ancho para llenar la junta hasta $3/32''$ (2.38mm).

Depositar el tercer cordón de soldadura

- a) Usar un ángulo de trabajo de 90° y uno de avance de $0 - 5^\circ$.
- b) Usar una oscilación más ancha; hacer el cordón un poco más ancho que la junta con un refuerzo de $1/16''$ (1.59mm).

7. TIPOS DE TRANSFERENCIA DE METAL

7.1 Transferencia en corto circuito

En el proceso de transferencia de cortocircuito, la punta del alambre – electrodo se funde en un pequeño glóbulo que avanza hacia el baño. El arco se extingue a medida que el glóbulo queda en contacto con el baño, produciendo un cortocircuito. La corriente aumenta y el glóbulo comienza a estrecharse en la base hasta cortarse, con lo que el arco se vuelve a encender, comenzando otra vez el mismo proceso. (8)

La soldadura de transferencia de cortocircuito se usa principalmente en aceros de bajo o mediano carbono, y aceros de baja aleación y alta resistencia.

El tipo de gas protector usado tiene muy poco efecto en la transferencia de cortocircuito. La mayoría de las soldaduras al arco con alambre protegido por gas por transferencia de cortocircuito usan gas protector de dióxido de carbono, que es activo. Al usar 100% dióxido de carbono se tiene un baño de soldadura pequeño de congelación rápida con salpicadura pequeña fina. Se puede producir un arco más estable con una mezcla de 75% argón y 25% de dióxido de carbono.

El argón es químicamente inerte, por lo tanto, no se combina con otros materiales. Al usar acero inoxidable para soldar, se usa 90% de helio, 7-1/2% de argón y 2-1/2% de dióxido de carbono para promover la transferencia de cortocircuito porque mantiene las propiedades anticorrosivas.

La soldadura por cortocircuito puede usarse en todas posiciones, para todo tipo de juntas, para unir secciones delgadas de metal en posiciones vertical, horizontal y sobre cabeza, para rellenar aberturas de raíz grandes, y en aplicaciones de metales ferrosos y no ferrosos y soldadura de tuberías.

Para la transferencia de cortocircuito, los ajustes del amperaje y voltaje son relativamente bajos, produciendo una adición de calor relativamente baja. También usa un alambre – electrodo de diámetro pequeño. Para ajustar el equipo para este proceso, obtener el alambre – electrodo y el gas protector correctos. Ajustar la fuente de alimentación en la gama correcta de amperaje / voltaje. El arco tiene que ser pequeño.

Se usa en aplicaciones de soldaduras de planchas y tuberías.

7.2 Transferencia globular

La transferencia globular forma una gota en la punta del alambre – electrodo que se está fundiendo hasta que crece a un tamaño más grande que el diámetro del alambre. Debido a la fuerza de gravedad, se suelta del electrodo y se transfiere a través del arco. Puede ser 1-1/2 a 2 veces el diámetro del electrodo. Este proceso se repite continuamente. La transferencia globular produce una velocidad de deposición mayor y más calor que la transferencia de cortocircuito.

Se usa en aceros de bajo y mediano carbono, y aceros de alta resistencia y baja aleación. Se usa dióxido de carbono como gas protector. Este gas se está usando mucho para soldar aceros de baja y mediana aleación, y produce transferencia globular a niveles más altos de corriente.

La transferencia globular tiene un arco violento y poco de salpicadura. No es adecuada para soldar fuera de posición debido al gran tamaño de la gota y a que depende de la fuerza de gravedad para transferir el metal de aportación.

Puede usarse en una amplia variedad de espesores de metales a partir del calibre 18, y en todo tipo de juntas. Al soldar ranuras en V y biseladas, hay que reducir el ángulo del bisel y la abertura de raíz.

Ajustar el voltaje y el amperaje más altos que para la transferencia de cortocircuito y usar un electrodo de diámetro mayor. Para preparar el equipo, obtener el diámetro de alambre-electrodo y gas protector correctos, y ajustar la fuente de alimentación para lograr el amperaje y voltajes apropiados. El arco será un poco más grande que para la transferencia de cortocircuito.

Donde mas frecuentemente se usa la transferencia globular, es en la industria en aceros al carbono gruesos en posiciones plana y horizontal.

7.3 Transferencia por aspersion

Consiste en gotas de fundición muy finas que electromagnéticamente se desprenden de la punta cónica que se forma en el extremo del alambre-electrodo. Las gotas se transfieren rápidamente a través del arco al baño desde menos de cien hasta varios cientos de veces por segundo.

Se usa para soldar metales ferrosos y no ferrosos. Para los metales no ferrosos se usa una combinación de argón y oxígeno como gas protector. Puede ser una mezcla de 95% argón, 5% oxígeno; 98% argón, 2% oxígeno, o 99% argón, 1% oxígeno. El argón limita el tamaño de las gotas de metal derretido, sólo se transfieren gotitas pequeñas de metal. El oxígeno en la mezcla ayuda a estabilizar el arco, reducir la salpicadura, ensanchar la penetración de la soldadura e impedir el socavado o indentación marginal. Se puede usar un máximo de 5% de oxígeno, si no se tendrán problemas de porosidad.

El argón con oxígeno se usa para soldar aceros de bajo y mediano carbono, aceros de baja aleación y alta resistencia y aceros inoxidable en las posiciones plana y horizontal.

El argón, helio o una mezcla de ambos se usa para soldar aluminio y aleaciones de aluminio, níquel y aleaciones de níquel, aleaciones de cobre, titanio y otros metales no ferrosos.

El argón puro no produce socavaduras en los metales no ferrosos, por lo tanto no se necesita oxígeno. Para soldar metales no ferrosos en todas posiciones, se usa cien por ciento de argón y un electrodo de diámetro pequeño.

El método de transferencia por aspersion puede usarse en todo tipo de juntas. En una junta con apertura de raíz, se recomienda usar una chapa de respaldo, con lo que se puede rebajar en 25% la apertura y el ángulo de bisel. Con la transferencia por aspersion se pueden soldar metales de un espesor de 1/8" (3.18mm) o mayores.

Para metales ferrosos, usar corriente más alta y alambre – electrodo de diámetro mayor. La gama común de alambre-electrodo usada con la transferencia por aspersion es de 1/16" (1.59mm) a 3/32" (2.38mm) de diámetro.

Para hacer partir el equipo, obtener el alambre-electrodo y gas protector recomendados, y ajustar la fuente de alimentación al voltaje y amperajes apropiados para usar el método de transferencia de rocío. El arco tiene que ser más grande que para la transferencia de cortocircuito y tener apariencia de rocío con un sonido silbante suave.

Este tipo de transferencia se usa más a menudo con una mezcla de argón – oxígeno , y produce una soldadura de penetración profunda en las posiciones plana y horizontal.

8. GAS PROTECTOR

La función primaria del gas protector es impedir que la atmósfera entre en contacto con el metal de soldadura fundido. Esto es necesario porque la mayor parte de los metales, al calentarse hasta su punto de fusión en aire, presentan una marcada tendencia a formar óxidos y, en menor grado, nitruros. Además, el oxígeno reacciona con el carbono del acero fundido para formar monóxido y dióxido de carbono. Estos diversos productos de reacción pueden causar deficiencias de la soldadura, como escoria atrapada, porosidad y pérdida de ductilidad del metal de soldadura. Los productos de reacción mencionados se forman con facilidad en la atmósfera si no se toman precauciones para excluir el oxígeno y el nitrógeno. (9)

Además de proporcionar un entorno protector, el gas protector y la tasa de flujo tiene un efecto importante sobre lo siguiente:

- a) Características del arco
- b) Modalidad de transferencia del metal
- c) Penetración y perfil de la franja de soldadura
- d) Velocidad de soldadura
- e) Tendencia al socavamiento
- f) Acción limpiadora
- g) Propiedades mecánicas del metal de soldadura

El argón y el helio son gases inertes. Estos dos y sus mezclas se emplean para soldar metales no ferrosos y aceros inoxidable, al carbono y de baja aleación. Las diferencias físicas entre el argón y el helio son la densidad, la conductividad térmica y las características del arco.

El argón es aproximadamente 1.4 veces más denso que el aire, en tanto que la densidad del helio es de alrededor de 0.14 veces la del aire. El argón al ser más pesado, es más efectivo para proteger el arco y cubrir el área de soldadura en la posición plana. El helio requiere tasas de flujo unas dos o tres veces mayores que las usadas con argón para proporcionar una protección equivalente.

La protección con argón puro se usa en muchas aplicaciones de soldadura de materiales no ferrosos. El empleo de helio puro generalmente está restringido a áreas más especializadas porque un arco en helio tiene estabilidad limitada. Pese a ello, las características del perfil de la franja de soldadura deseables (profundo, ancho y parabólico) que se obtienen con el arco de helio muchas veces son el objetivo al usar mezclas de argón y helio como gas protector.

Las mezclas de argón, helio y dióxido de carbono se usan para soldar aceros al carbono, de baja aleación e inoxidable en cortocircuito o con arco pulsado. Las mezclas en las que el argón es el constituyente primario sirven para soldadura con arco pulsado, y aquellas en las que el helio predomina se emplean para soldar en cortocircuito.

Las mezclas de argón con hasta 20% de dióxido de carbono y 3 a 5% de oxígeno son versátiles. Proveen una protección adecuada y características de arco deseables para soldar en las modalidades de aspersión, cortocircuito y a pulsos.

El dióxido de carbono (CO₂) es un gas reactivo ampliamente utilizado en su forma pura para la soldadura y por arco de metal y gas de aceros al carbono y de baja aleación. Es el único gas reactivo que puede usarse solo como escudo en el proceso. La mayor velocidad de soldadura, la penetración más profunda en la unión y el bajo costo son características generales que han promovido el uso del CO₂ como gas protector.

Con un escudo de CO₂, la modalidad de transferencia de metal es en cortocircuito o bien globular. En una comparación general con el arco protegido por una mezcla rica en argón, el arco protegido por CO₂ produce una franja de soldadura con excelente penetración y un perfil superficial más áspero, con una acción de "mojado" muy inferior en los bordes de la franja de soldadura gracias al arco enterrado. Se logran depósitos de soldadura muy íntegros, pero las propiedades mecánicas pueden sufrir menoscabo por la naturaleza oxidante del arco.

9. ANÁLISIS DE LA SOLDADURA

9.1 Soldadura de calidad

La calidad de una soldadura depende de la calidad del material que se use, de las técnicas apropiadas para soldar, de los ajustes correctos de la máquina y de la pericia del soldador. La soldadura con alambre protegido por gas ayuda a producir buenas soldaduras porque es un proceso de bajo contenido de hidrógeno, y el uso del gas protector elimina la escoria y los vapores. Hay muy pocas posibilidades de contaminación si se usa un gas protector de grado de soldadura que no contenga hidrógeno, y un electrodo de alambre seco y limpio en una superficie de trabajo limpia.

En una plancha de 3/16" (4.76mm), con una junta a tope de ranura cuadrada bien soldada, posición plana, horizontal o vertical, se logra buena fusión en ambos bordes de la plancha. El refuerzo de raíz será ligeramente convexo y fundido uniformemente al metal base. El refuerzo de cara tendrá un ancho de 5/16" (7.94mm) y será convexo.

Una junta a tope de ranura cuadrada en posición vertical descendente o de sobre cabeza debe tener buena fusión en el metal base con menos refuerzo de raíz. La raíz está al ras con el metal base o ligeramente cóncava. La posición sobre cabeza tiene una cara entre plana y ligeramente convexa mientras que la cara de la posición vertical descendente es cóncava, haciendo necesario agregar una pasada de cobertura a la posición vertical descendente.

9.2 Errores de soldadura

Entre los errores más comunes en las soldaduras tenemos:

- a) Fusión incompleta: debido a una corriente muy alta – voltaje muy bajo, sosteniendo el alambre-electrodo muy alejado hacia atrás del borde anterior del baño de soldadura y pausas muy cortas en el borde del cordón.
- b) Penetración excesiva: abertura de raíz muy ancha, velocidad de avance muy lenta, corriente muy alta y distancia entre boquilla y la pieza de trabajo muy corta.
- c) Penetración insuficiente: corriente muy baja, distancia entre la boquilla y la pieza de trabajo muy grande, velocidad de avance muy rápida y técnica de soldadura incorrecta.
- d) Derretimiento: corriente muy alta, velocidad de avance muy lenta, abertura de raíz muy ancha y cara de raíz muy pequeña.
- e) Porosidad en la superficie: falta de cobertura de gas, la junta no está limpia, corrientes de aire fuertes y gas húmedo o contaminado.
- f) Mala apariencia: corriente muy alta, preparación defectuosa de la junta y técnica de soldadura incorrecta.
- g) Bigotes: Velocidad de avance muy rápida: electrodo muy cerca del borde anterior del baño, corriente muy alta y distancia muy corta entre la boquilla y la pieza de trabajo.

- h) Penetración despareja: Ángulo de trabajo incorrecto y técnica de soldadura incorrecta.
- i) Superficie de raíz cóncava: voltaje muy alto, velocidad de avance muy lenta y abertura de raíz muy ancha.

CONCLUSIONES

- 1 El proceso GMAW descrito en las hojas anteriores como opción para prácticas de laboratorio, es un proceso de forma sencilla, fácil de aprender y cómodo para trabajar.
- 2 Es una necesidad el inquietar el interés acerca del desarrollo de prácticas de laboratorio no tradicionales en la escuela de ingeniería mecánica.
- 3 Con la guía de laboratorio para el proceso GMAW se tendría una herramienta para actualizar a los instructores de laboratorios y a los estudiantes que desarrollan esta práctica.
- 4 Tendríamos como un soporte técnico y profesional este tipo de investigación no solo para la escuela de ingeniería mecánica, sino para cualquiera que se dedique a la enseñanza o el aprendizaje del arte de la soldadura.

RECOMENDACIONES

- 1 Establecer lineamientos para que se introduzca como alternativa las prácticas de laboratorio de soldadura al arco con alambre protegido por gas.
- 2 No se pretende desactualizar a los otros dos procesos de soldadura practicados en el laboratorio sino más bien se presenta como una opción para la escuela de ingeniería mecánica.
- 3 Ir implementando en forma gradual el equipo para el desarrollo de este tipo de procesos, ya que económicamente es bastante considerable el gasto para la introducción del mismo.
- 4 Para fines de enseñanza profesional puede no cubrirse todo el programa, únicamente los temas de mayor interés para el estudiante de ingeniería mecánica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. R. L. O'Brien. **Manual de soldadura**. Tomo I. (1ª. Ed. En español México: Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, 1996). pp. 110- 112.
2. Ibid., p. 123-131.
3. O'Brien, op. Cit. P. 150.
4. Lincoln Electric, "Supplemental safety information to be included with all older operator's manual that do not contain this information", **Safe** (1): 1-3. 1996.
5. Erick Aróstegui, "Boletín de seguridad en el trabajo" **3M** (1): 1-3. 2000.
6. Henry Horwitz, P.E., Soldadura: Aplicaciones y práctica. (México: Ediciones Alfaomega, D.F.). pp. 347-350

7. Hobart School of welding technology, "Enseñanza básica en Soldadura al arco con alambre protegido por gas", **Programa de entrenamiento audiovisual** (EW-269-GMAW B-S): 48. 1981.

8. Ibid., p. 40-42.

9. Arturo Samayoa, "Medidas de seguridad", **Actualización en el manejo de gases médicos** (1): 5. 1988.

BIBLIOGRAFÍA

1. BROSILOW, R. "The new GMAW power supplies", *Welding Design and Fabrication*, U.S.A. junio 1987, pp 22-28
2. DILLENBECK, V. R. Y Castagno, L. "The effects of various shielding an associated mixtures in GMA welding of mild steel", *Welding Journal* U.S.A. 66 (9): 45-49, Septiembre 1987. pp 45-49
3. HILTON, D. E. "Shielding gases for arc welding", *Welding and metal fabrication* U.S.A. junio 1988.
4. INDURA " Seguridad operacional " **Informativo Mensual Indura.** (Chile), (29): 2. 1993.
5. LINCOLN ELECTRIC MEXICANA S.A. DE C.V. "Principios básicos teóricos" Seminario servicio equipo de importación (México), (ILSC-MEXICO) : 1-15. 1996.

6. LINCOLN ELECTRIC “ Service Manual and Operator’s Manual “
Technical literature – no retail value. (22801 St. Clair Ave. Cleveland,
Ohio 44117-1199 U.S.A.): BK34PLUS-CD. 1998.

7. MESSER DE CENTROAMÉRICA “Gases Especiales” Programa de
capacitación en seguridad gases médicos e industriales (Guatemala), (1):
77-92. 1998.

8. “MIG welding handbook“. Union Carbide Corporation. Danbury,
Connecticut, U.S.A. 1984.

9. PAN, J.L. “Adaptive control GMA welding – a new technique for quality
control” Welding Journal 68 (3): 73. 1989.

10. UTP “Aceros inoxidable, metales no ferrosos y revestimientos”
Soldaduras especiales para: Fabricación, reparación y mantenimiento
(México), (3-03-GENERAL-002): 1-5,. 1999.

11. SHACKLETON, D. N. Y Lucas, W. “Shielding gas mixtures for high
quality mechanized GMA welding of Q & T steels”, Welding Journal 53
(12):537-547. 1974.

