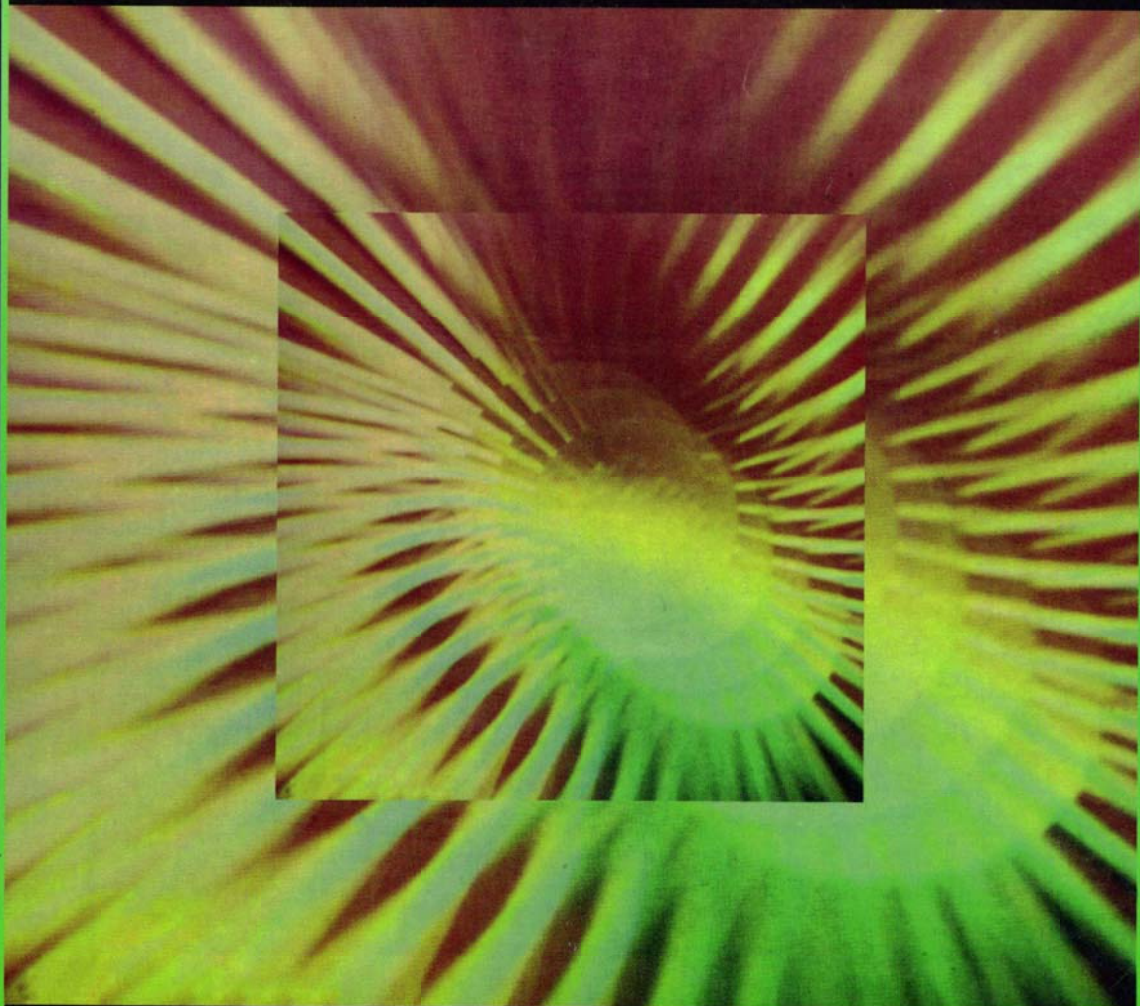


2^a/e^d

GAXIOLA · MAYA

CURSO DE CAPACITACIÓN EN SOLDADURA



 **LIMUSA**
NORIEGA EDITORES

1987

CURSO DE CAPACITACIÓN EN SOLDADURA

El presente curso de capacitación en soldadura, tiene como objetivo principal, proporcionar a los participantes los conocimientos y habilidades necesarios para el desempeño de las actividades de soldadura, de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos.

El curso está diseñado para ser impartido en un periodo de 15 días, con una carga horaria total de 120 horas.

Los contenidos del curso se estructuran en tres módulos:

- Módulo I: Fundamentos de la soldadura.
- Módulo II: Técnicas de soldadura.
- Módulo III: Seguridad y mantenimiento.

Al finalizar el curso, los participantes deberán haber adquirido los conocimientos y habilidades necesarios para el desempeño de las actividades de soldadura, de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos.

621.79 (076)

6,111 c

CURSO DE CAPACITACIÓN EN SOLDADURA

Segunda edición

JOSÉ MARÍA GAXIOLA ANGULO

Ingeniero Industrial con la especialidad en metales laminados y soldadura, egresado del CeNETI (Centro Nacional de Enseñanza Técnica Industrial).

Especializado en fabricaciones metal-mecánicas en L'Ecole Nationale Supérieure D'Arts et Metiers de Chalons-Sur Marne, Francia.

Profesor del CeRETI (Centro Regional de Enseñanza Técnica Industrial) de Guadalajara. 1977-1981.

Maestría en Ingeniería Mecánica en New Mexico State University, U.S.A. 1981-1983.

Ingeniero de Proceso de Chromizing, S.A. de C.V. Planta Mexicali, 1983-1984.

Ingeniero de Proceso, Coordinador de Calidad y Gerente de Manufactura de Rogers Mexicana, S.A. de C.V. PDD-División, planta Agua Prieta, Sonora, 1984-1994.

VICENTE MAYA GARCÍA

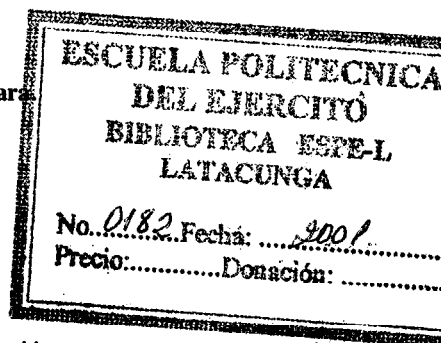
Profesor de soldadura del CeRETI-Guadalajara



LIMUSA

NORIEGA EDITORES



MÉXICO • España • Venezuela • Colombia



LA PRESENTACIÓN Y DISPOSICIÓN EN CONJUNTO DE
CURSO DE CAPACITACIÓN
EN SOLDADURA

SON PROPIEDAD DEL EDITOR. NINGUNA PARTE DE
ESTA OBRA PUEDE SER REPRODUCIDA O TRANS-
MITIDA, MEDIANTE NINGÚN SISTEMA O MÉTODO,
ELECTRÓNICO O MECÁNICO (INCLUYENDO EL FOTO-
COPIADO, LA GRABACIÓN O CUALQUIER SISTEMA DE
RECUPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMA-
CIÓN), SIN CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DEL
EDITOR.

DERECHOS RESERVADOS:

© 1996, EDITORIAL LIMUSA, S.A. DE C.V.
GRUPO NORIEGA EDITORES
BALDERAS 95, MÉXICO, D.F.
C.P. 06040
 521-21-05
 512-29-03

HECHO EN MÉXICO
ISBN 968-18-5147-1

Prólogo

Dada la necesidad de personal técnico y mano de obra calificada que tiene la industria de Occidente de México en la actualidad, y siendo uno de los objetivos del CeRETI—Guadalajara, el colaborar en la formación tecnológica de estos cuadros de mando intermedio, de acuerdo con el plan Escuela-Industria se han elaborado estos apuntes para el curso de CAPACITACION EN SOLDADURA, que se impartirá en primer término a personal de KODAK S.A. y posteriormente a otras empresas que lo soliciten.

Estos apuntes tratan cuatro temas de soldadura, que son los procesos oxiacetilénico; al arco eléctrico; el T.I.G. (Tungsten Inert Gas) o procedimiento de soldadura con gas inerte y electrodo de tungsteno; y el M I G (Micro Wire Gas) o soldadura semiautomática con gas inerte y electrodo consumible; contemplándose en cada uno de ellos, el fenómeno, el equipo, herramientas, material de consumo, manejo del equipo, ejecución del proceso, normas de seguridad a seguir y fundamentos de metalurgia ferrosa.

Para la elaboración de estos apuntes, nos auxiliamos de los manuales de soldadura de la Organización Internacional del Trabajo y A.R.M.O., de algunos libros y literatura comercial, recopilando información y añadiendo experiencias propias.

Esperando que estos apuntes cumplan con el cometido antes descrito y a la vez sirvan como una base para el curso de iniciación de los alumnos de nivel tecnológico que se interesen en los procesos de soldadura que CeRETI Guadalajara ofrece en esta especialidad y que en un futuro pudiera ofrecer el sistema CeNETI—CeRETIS, lo cual creemos que será una iniciativa muy atinada, ya que vendrá a disminuir en gran parte los problemas que hoy en día afronta la industria.

En la segunda edición hemos actualizado la obra, agregando equivalencias de unidades de medida y agregando dos capítulos que tratan sobre dos de las técnicas de soldadura más modernas, de mayor aplicación y futuro en la industria que son: La Soldadura Ultrasónica y la Soldadura de Arco de Plasma.

Contenido

1. SOLDADURA OXIACETILÉNICA

1.1. Proceso de soldadura	9
1.2. Equipo para soldar con oxiacetileno (generalidades)	10
1.3. Gases utilizados en la soldadura (oxígeno-acetileno-propano)	12
1.4. Equipo para soldar con oxiacetileno. Boquilla soplete para soldar	16
Manguera-economizador de gas	22
1.5. Preparar equipo oxiacetilénico	23
1.6. Llama oxiacetilénica	28
1.7. Soldar sin material de aporte	30
1.8. Soldar con material de aporte en posición plana	33
Soldar horizontal	35
Soldar vertical ascendente	36
soldar sobre-cabeza	38
1.9. Oxicorte manual	39
1.10. Soldadura autógena de aluminio	49

2. SOLDADURA AL ARCO ELÉCTRICO

2.1 Arco eléctrico	55
2.2 Procesos de soldadura	56
2.3 Máquina de soldar (transformador)	57
Rectificador	61
2.4 Portaelectrodo y conexión a masa	63
2.5 Electrodo (generalidades)	64
Electrodo revestido, tipos y aplicaciones	66
Especificaciones	67
Intensidad y tensión	70
2.6 Reglas de seguridad para soldadura de arco	71
2.7 Equipo de protección	71
2.8 Accesorios para limpieza	76
2.9 Juntas	77
2.10 Encender y mantener el arco eléctrico	81



2.11	Puntear	86
2.12	Movimientos del electrodo	88
2.13	Soldar a tope sin chaflán	90
	Posición plana.....	90
	Soldar en ángulo (posición plana)	94
	Soldar a tope sin chaflán (posición horizontal)	97
	Soldar vertical descendente	98
	Posición vertical ascendente	100
	Soldar en ángulo (posición vertical ascendente)	102
	Posición sobre cabeza	106
2.14	Soldadura con chaflán	
	Soldar a tope con chaflán	111
	Posición horizontal	114
	Posición vertical ascendente	117
	Posición sobre-cabeza	120
2.15	Cualidades características y recomendaciones	122
2.16	Contracciones y dilataciones	125
2.17	Soplo magnético	126
2.18	Control de soldaduras	127
3.	SOLDADURA BAJO ATMÓSFERA DE GAS	
3.1	Gases utilizados en la soldadura	132
3.2	Equipo para soldar bajo atmósfera de bióxido de carbono	133
	Preparar equipo para soldar bajo atmósfera de bióxido de carbono.....	138
3.3	Equipo para soldar bajo atmósfera de gas inerte	143
	Soldar aluminio a tope sin chaflán	
	bajo atmósfera inerte (posición plana)	149
4.	SOLDADURA ULTRASÓNICA	
4.1	Introducción	153
4.2	Proceso de soldadura ultrasónica	154
4.3	Aplicaciones y ventajas	156
5.	SOLDADURA DE ARCO DE PLASMA	
5.1	Introducción	159
6.	ACERO AL CARBONO	
6.1	Generalidades	165
6.2	Aleaciones de acero	166
7.	PARTES DEL SÍMBOLO ESTÁNDAR DE SOLDADURA	171
	BIBLIOGRAFÍA	179

Soldadura oxiacetilénica

1.1 PROCESO DE SOLDADURA (SOLDADURA A OXIGAS)

Es un procedimiento que permite unir metales, utilizando el calor producido por la combustión de los gases oxígeno-acetileno u oxígeno-propano. Con estos procesos se puede soldar con o sin material de aporte.

Proceso oxígeno-acetileno

Tipos

Son tres tipos, de acuerdo con la presión de trabajo del acetileno.

- ▲ *Alta presión.* Cuando el acetileno trabaja a una presión, que varía entre 0,3 a 0,5 kg/cm² (4.26 a 7.1 lb/pulg²).
- ▲ *Mediana presión.* Cuando el acetileno trabaja a una presión, que varía entre 0,1 a 0,3 kg/cm² (1.42 a 4.26 lb/pulg²).
- ▲ *Baja presión.* Cuando el acetileno es mantenido a una presión común, descontando las pérdidas de las válvulas y los conductos. Prácticamente en la industria no tienen aplicación.

Combinando el oxígeno con el acetileno se logra obtener una llama que permite soldar piezas ferrosas y no ferrosas, ya que con la misma se alcanza una temperatura de 3,200°C (5,792°F). Utilizando un soplete especial, facilita el corte de metales ferrosos, de grandes espesores.

Ventajas

- ▲ Mediante esta combinación, se alcanza alta temperatura de llama.
- ▲ Suelda materiales ferrosos y no ferrosos.

10 Soldadura oxiacetilénica

Desventajas

- ▲ Es un proceso más caro que el de oxígeno-propano.
- ▲ Produce deformaciones por la gran concentración de calor, por lo tanto no es recomendable para ciertos trabajos.
- ▲ La soldadura en espesores gruesos resulta antieconómico.

Proceso oxígeno-propano

De acuerdo con la presión mantenida por el propano generalmente se utiliza el proceso de baja presión, utilizando la combustión de estos gases, se pueden soldar metales blandos.

Utilizando un soplete de corte y la combinación de estos gases, se obtiene una llama cuya temperatura alcanza aproximadamente 2 780°C (5 036°F).

Ventaja

- ▲ El costo del propano es más económico que el acetileno.

Desventajas

- ▲ El corte es más lento que en la mezcla oxígeno-acetileno.
- ▲ Solamente pueden soldarse metales blandos.

1.2 EQUIPO PARA SOLDAR CON OXIACETILENO (GENERALIDADES)

Es el conjunto de elementos que, agrupados, permiten el paso de gases (oxígeno-acetileno) hasta un soplete en cuyo interior se produce la mezcla. La misma, en contacto con una chispa, produce una combustión, necesaria en el proceso oxiacetilénico.

Constitución

Este equipo está formado por los accesorios siguientes (Figura 1.1):

1. Cilindro de oxígeno.
2. Cilindro de acetileno.
3. Válvulas.
4. Regulador para oxígeno.
5. Regulador para acetileno.
6. Mangueras.

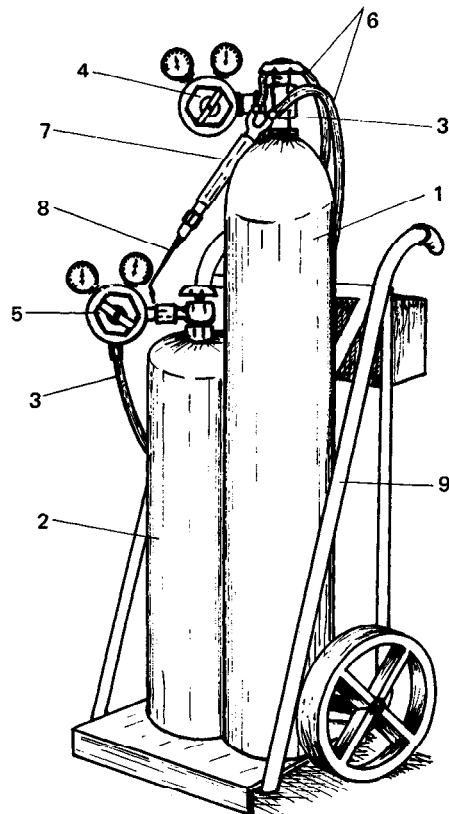


Figura 1.1

- 7. Soplete.
- 8. Boquilla.
- 9. Carrotransporte.

Observación Existen equipos provistos de un generador de acetileno para uso local, en pequeños talleres, los cuales resultan muy económicos.

Ventajas

Los equipos móviles son de fácil transportación. Por medio de este equipo y con un dispositivo adicional, se facilita el corte de metales ferrosos. Permite el fácil calentamiento de piezas en lugares difíciles.

Condiciones de uso

Debe ser usado solamente por personas que conozcan perfectamente su funcionamiento. Debe reunir condiciones óptimas de seguridad y contar con todos sus accesorios.

Mantenimiento

Es importante que cada vez que se termine de usar este equipo:

- ▲ Se desconecte totalmente el mismo.
- ▲ Se limpie con trapos secos los accesorios (mangueras, sopletes, reguladores).
- ▲ Se limpie las boquillas con la aguja correspondiente al orificio de la misma.

Cuidado Al manipular este equipo, debe evitarse el contacto del mismo con grasa o aceite para evitar combustión explosiva.

1.3 GASES UTILIZADOS EN LA SOLDADURA (OXIGENO – ACETILENO – PROPANO)

Son elementos químicos utilizados para producir la combustión en los procesos de soldadura oxi-gas; por eso, se estudian juntos aunque tienen características diferentes.

Oxígeno

Es un gas comburente, inodoro, insípido e incoloro; se utiliza para mantener e intensificar la combustión. Se encuentra en la atmósfera, en una proporción de 21% .

Función

Permite el corte de los metales, debido a la oxidación que produce. Mezclado con acetileno se obtiene una llama cuya temperatura alcanza aproximadamente a 3 200°C, (5 792°F) permitiendo la soldadura de piezas.

Para el uso del soldador, normalmente se encuentra envasado en cilindros. El oxígeno mezclado con el propano alcanza una temperatura de 2 780°C, (5 036°F) esto permite soldar materiales blandos (estaño-plata).

Cuidado En contacto con aceites y grasas es inflamable.

Acetileno

Es un gas incoloro, combustible, de un olor característico; se produce por reacción química del carburo de calcio y agua. El carburo de calcio es un compuesto químico con aspecto de piedra producido por fusión de cal y carbón de coque en un horno eléctrico.

Obtención y equipo del acetileno

La fabricación industrial del acetileno se hace en generadores, contruidos según diversos sistemas y capacidades de carga de carburo. Según la presión a que se obtiene el acetileno, se denominan generadores de baja o alta presión.

Los generadores de alta como los de baja presión más comunes son del tipo *carburo en el agua* (Figura 1.2). El carburo se carga en un recipiente colocado sobre un depósito, en cuyo interior hay un cierto nivel de agua. Por medio de un dispositivo mecánico de alimentación, cae al interior del depósito.

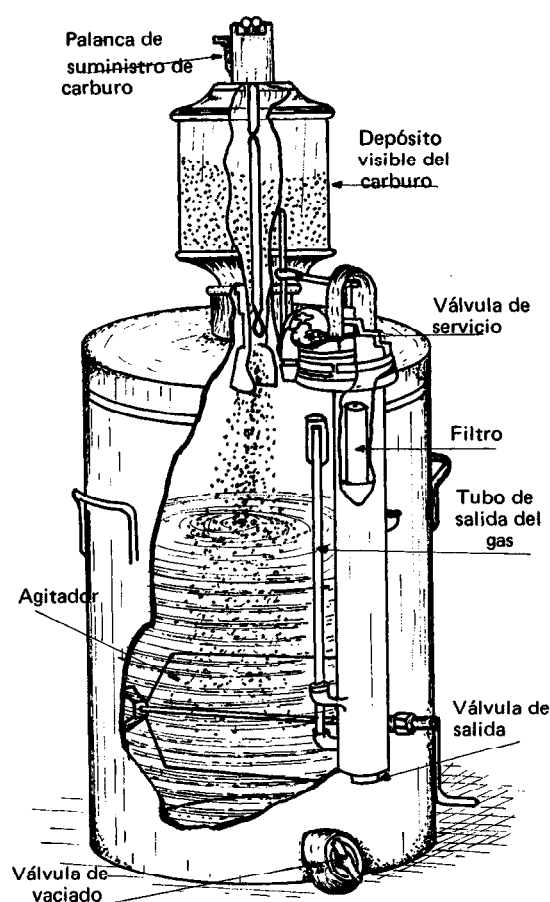


Figura 1.2

14 Soldadura oxiacetilénica

Al ponerse en contacto el carburo con el agua, se produce el acetileno en forma de gas, el cual se almacena en la parte superior del depósito. Cuando se extrae el acetileno del generador, que a través de un filtro pasa a las mangueras, actúa automáticamente un dispositivo de alimentación abriendo la válvula del fondo del recipiente de carburo. De esta manera se generan nuevas cantidades de acetileno y cuando en el interior del generador el acetileno alcanza una presión determinada, vuelve a actuar el mecanismo de alimentación cerrando la válvula de fondo, con lo cual cesa el suministro de carburo. También existen otros tipos de generadores: “agua al carburo” y “sistema de contacto”.

Ventajas y desventajas

El acetileno es de fácil obtención, económico, permitiendo su aplicación en el corte y calentamiento rápido de los metales. Tiene la desventaja de ser *tóxico*.

Condiciones de uso

El acetileno no puede comprimirse como otros gases a presiones elevadas, por riesgo a explosiones. Por tal razón, se envasa en un cilindro de acero, cuyo interior está lleno de una masa porosa, que es embebida en acetona, la cual tiene la propiedad de disolver grandes proporciones de acetileno, evitando que se produzcan cavidades donde pudiera quedar gas libre a alta presión.

Los cilindros (Figura 1.3) van cerrados con una válvula de seguridad y un tapón fusible que salta cuando la presión pasa el límite previsto.

Cuidados ▲ Durante la soldadura los cilindros de acetileno *deben permanecer en posición vertical*.
▲ Proteja el cilindro de acetileno *contra cualquier fuego directo*.

Propano

Es un gas combustible obtenido por la derivación de hidrocarburos, se emplea generalmente para el corte de metales ferrosos. Se aplica además en la soldadura de metales de baja fusión, así como en hornos para fundición y tratamiento térmicos.

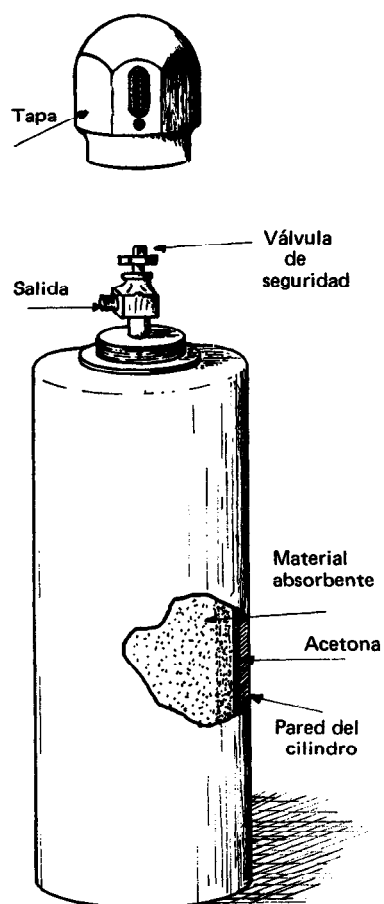


Figura 1.3

Características

Alcanza una temperatura de $2\,780^{\circ}\text{C}$ ($5\,036^{\circ}\text{F}$) aproximadamente; se licúa a los $44,5^{\circ}\text{C}$ ($112,1^{\circ}\text{F}$) disminuyendo su volumen. Tiene un olor característico.

Ventajas

Este gas mezclado con el oxígeno produce una llama que permite el corte de metales; es más económico con relación a otros gases, siendo además liviano, lo cual facilita su transporte.

Desventajas

Su aplicación industrial en la soldadura es limitada.

Obtención

Se obtiene de la separación de los hidrocarburos del petróleo crudo. Al ser separados los hidrocarburos, son sometidos a un proceso de destilación, el cual por varios pasos de enfriamientos y calentamientos separa de la mezcla aquellos productos derivados del gas. Luego son fraccionados para obtener independientemente, gasolina, gas butano y gas propano.

Posteriormente el gas propano así obtenido, es envasado en recipientes cilíndricos o esféricos en varios tamaños.

Condiciones de uso

La pureza del gas y la seguridad en su envasado son condiciones requeridas en el propano.

Precauciones Es un gas tóxico, inflamable; por lo tanto debe evitarse su inhalación, y debe mantenerse lejos del calor excesivo.

Vocabulario técnico
Cilindro. Tubo.

1.4 EQUIPO PARA SOLDAR CON OXIACETILENO (BOQUILLA – SOPLETE PARA SOLDAR)

Boquilla para soldar

Accesorios del equipo que permiten la salida de la llama para soldar. Están fabricadas generalmente de cobre; también las hay de monel. Se fabrican en diversos tamaños; éstos dependen principalmente del orificio de salida de los gases en la boquilla.

De acuerdo con el orificio es posible graduar la presión de trabajo, lo cual estará en estrecha relación con el metal base (Tabla 1).

Se pueden apreciar varios aspectos que hay que tomar en cuenta para escoger la boquilla adecuada al realizar una soldadura.

Tipos de boquillas

Existen dos tipos de boquillas usadas generalmente en oxiacetileno: las *boquillas intercambiables*, que son las que pueden ser montadas al mezclador de gases mediante una rosca (Figura 1.4) y las *boquillas fijas*, que son aquellas donde mezclador y boquilla constituyen una sola pieza (Figura 1.5).

TABLA 1.1

Espesor del material en mm	No. de la boquilla	Presión de oxígeno en ATM aprox.	Presión de acetileno en kg/cm ³	Diámetro del orificio de la boquilla en mm	Consumo de oxígeno litros/hora
0.5-1	1	1	0.2	0.74	100
1-1.5	2	1	0.2	0.93	150
1.5-2	3	1.5	0.25	1.20	225
2-3	4	2	0.3	1.4	300
3-4	5	2.5	0.4	1.6	400
4-5	6	3	0.45	1.8	500
5-7	7	3	0.48	2.1	650
7-11	8	3.5	0.5	2.3	800
11-15	9	4	0.52	2.5	900

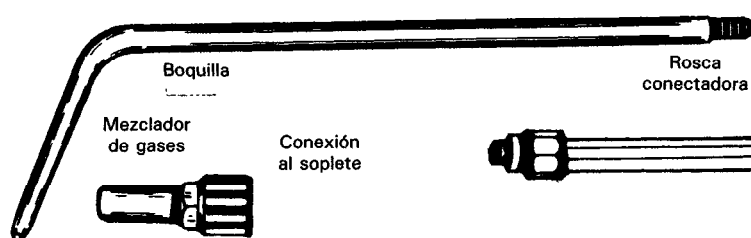


Figura 1.4

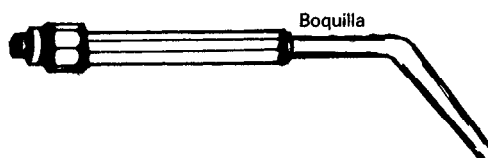


Figura 1.5

Observación Al limpiar el orificio de la boquilla, use la aguja apropiada.

Soplete para soldar

Es la parte del equipo oxiacetilénico que permite la mezcla íntima de los gases y al mismo tiempo permite mantener correcta e invariable, durante la operación, la proporción requerida en la llama.

La mezcla gaseosa deberá salir de la boquilla del soplete, con una velocidad de flujo, que depende de la presión requerida para soldar.

La velocidad de salida deberá ser mayor que la de propagación de la combustión del gas empleado, para evitar retroceso de llama. El soplete debe ser liviano y fácil de manejar para evitar cansancio.



Tipos

Existen dos tipos de sopletes para soldar, el de baja y el de alta presión.

- ▲ *Soplete de baja presión:* (Figura 1.6) es aquel que está previsto, para utilizar directamente el acetileno, a una presión ligeramente superior

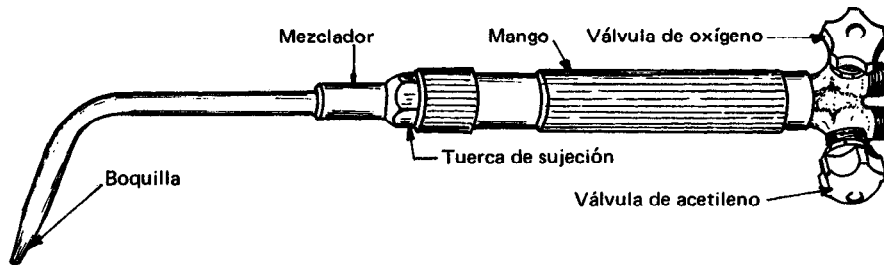


Figura 1.6

a la atmosférica. En este tipo de soplete, el acetileno no puede llegar hasta el mismo, en la cantidad necesaria para la soldadura y tiene que ser aspirado por el oxígeno, por medio de un inyector dispuesto en el soplete, tal como se aprecia en la figura 1.6a, el oxígeno arrastra la cantidad necesaria de acetileno, y ambos gases, completamente mezclados, abandonan el soplete con suficiente presión, para que la combustión se produzca en forma perfecta.

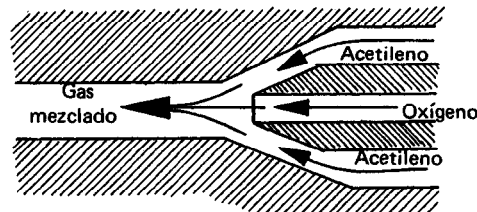


Figura 1.6a

Observación También con estos sopletes, se pueden efectuar soldaduras a mediana presión.

- ▲ *Soplete de alta presión:* (Figura 1.7) es aquel soplete para soldar, donde la llama no varía de composición tan fácilmente, pues los gases entran aproximadamente a una misma presión. En este tipo de soplete, cuando se necesita un consumo distinto de gases, basta cambiar la boquilla conservando siempre el mismo inyector y mezclador, sin embargo, solamente se obtiene igual presión para ambos gases cuando se usa una boquilla determinada.

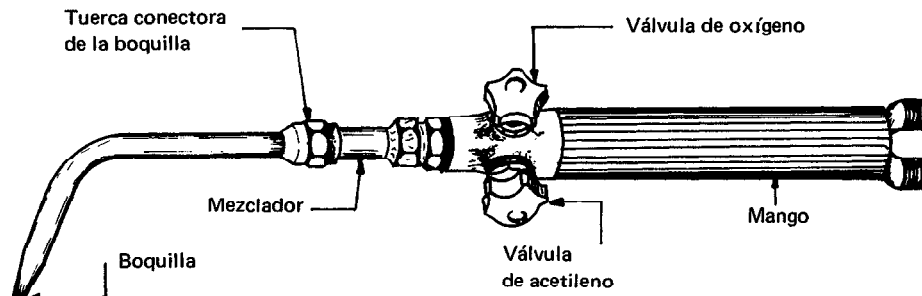


Figura 1.7

Observaciones Si se desea obtener siempre igual presión para los dos gases, es preciso emplear un soplete de alta presión, en el cual se pueda cambiar la boquilla y/o el inyector para variar el consumo, éste permanece constante mientras no se cambien estos elementos.

Cilindros

Son dos recipientes especiales para almacenar los gases utilizados en soldadura oxiacetilénica. Uno de oxígeno (Figura 1.8) y otro de acetileno (Figura 1.9).

Cilindro para oxígeno

Es un recipiente alargado de acero, sin costuras. El cuello del cilindro es más estrecho, está reforzado y contiene un roscado interior donde va montada la válvula de cierre. El roscado exterior del cuello, sirve para colocar la tapa protectora de la válvula. El extremo inferior es plano para asegurarlo en su lugar de trabajo.

Cilindros para acetileno

Se fabrican de acero (sin costuras). Debido a la tendencia del acetileno a la descomposición explosiva, y por motivo de seguridad, se excluye el almacenamiento y transporte de este gas a elevada presión en los envases.

Sin embargo, para ser posible el uso de estos cilindros es necesario disolver el acetileno en acetona, un líquido combustible y transparente, de esta forma se obtiene el acetileno disuelto (gas disuelto). Para evitar peligros al comprimir el gas disuelto, se carga el cilindro con una masa porosa de fibras de asbesto, trocitos de carbón vegetal y tierra de infusorio.

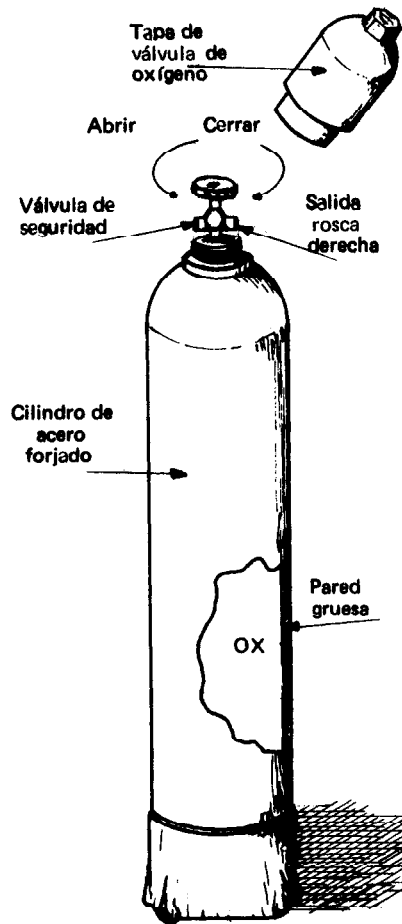


Figura 1.8

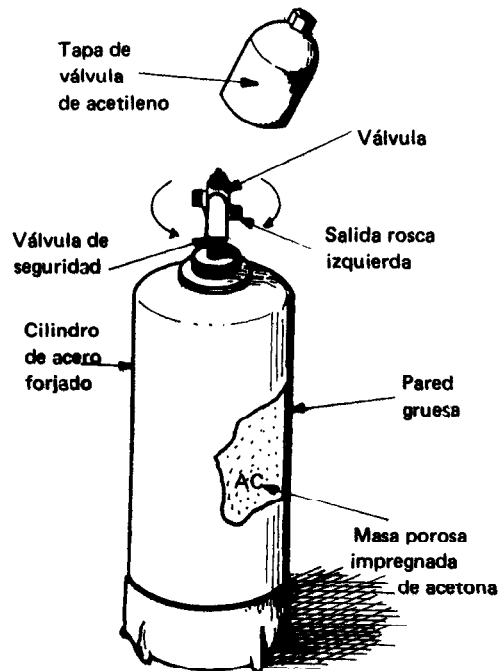


Figura 1.9

La porosidad de esta masa permite absorber la acetona; luego el acetileno introducido lentamente se disuelve uniformemente en la acetona y se distribuye dentro del cilindro.

Los cilindros van provistos de una válvula de seguridad, la que permite la salida del gas en caso de recalentamiento del cilindro. Esta válvula se encuentra generalmente en la base del mismo.

Observación Tanto el cilindro de oxígeno como el de acetileno, deben manejarse con precaución y protegerse contra las radiaciones caloríficas de cualquier clase.

Precaución Cuando sea necesario mover los cilindros, éstos deben estar provistos de la tapa protectora de la válvula y además deben evitarse los golpes.

Válvulas

Son dispositivos generalmente de bronce que permiten la entrada y salida de los gases (Figura 1.10).

En las válvulas para oxígeno y acetileno el roscado es en sentido de derecha a izquierda (rosca normal).

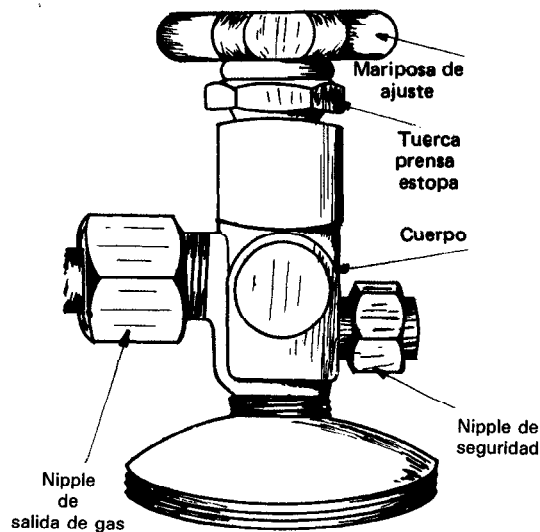


Figura 1.10

Vocabulario técnico: *Nipple* — Tubo roscado de unión.

Válvulas de seguridad

Son dispositivos especiales ubicados en los reguladores y en los gasógenos. Las mismas tienen la función de dejar escapar el gas en caso de aumento de presión o en el retroceso de llama.

Válvulas de seguridad en los reguladores

Tienen la finalidad de proteger al equipo ante la posibilidad de un aumento de presión dejando escapar el gas en exceso. Estas válvulas igual que los reguladores se fabrican en bronce.

Válvula de seguridad en los gasógenos

Son dispositivos del gasógeno que tienen como finalidad proteger al equipo y al soldador contra un posible accidente, causado por el retroceso de la llama. Existen válvulas hidráulicas y válvulas secas, siendo las más comunes las hidráulicas, de alta y media presión.

Manguera — economizador de gas

Observación En el caso de mangueras que están pegadas (oxígeno-acetileno), use abrazaderas para evitar que se separen (Figura 1.11).

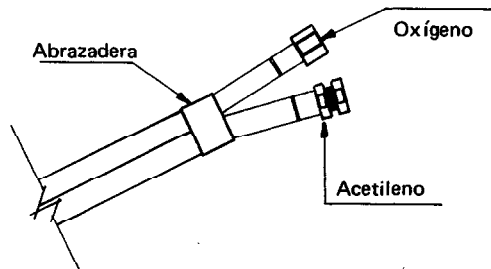


Figura 1.11

El economizador de gas

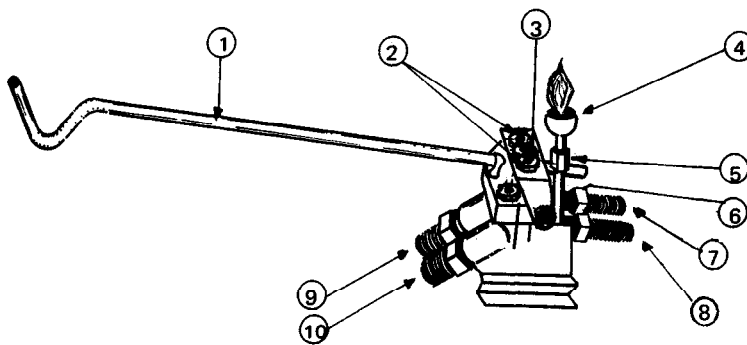


Figura 1.12 1 Palanca interruptora de gases. 2 Tornillos de ajuste. 3 Tornillo de ajuste. 4 Llama piloto. 5 Tuerca. 6 Tornillo pivote. 7 Entrada de acetileno. 8 Entrada de oxígeno. 9 Salida de acetileno. 10 Salida de oxígeno.

Dispositivo componente del equipo que permite apagar la llama, sin accionar las válvulas del soplete y ahorrando así oxígeno y acetileno.

Funcionamiento

Al hacer presión hacia abajo la palanca interruptura de los gases, se cierran automáticamente las válvulas, intercaladas en el cuerpo del economizador cerrando el conducto de gases, apagándose así la llama en el soplete. Al levantar el soplete de la palanca interruptora, ésta se levanta accionada por un resorte, permitiendo el paso de los gases hacia el soplete, una llama que se mantiene en el piloto constantemente encendida, se utiliza para encender el soplete, reanudándose el trabajo con la llama original.

1.5 OPERACION: PREPARAR EQUIPO OXIACETILENICO

Es una operación básica que el soldador debe dominar correctamente ya que la repetirá con frecuencia a través de la ejecución de los distintos trabajos de soldadura oxiacetilénica.

Consiste en dominar los conocimientos sobre el funcionamiento del equipo oxiacetilénico para dejarlo en condiciones de trabajo.

PROCESO DE EJECUCION

- ▲ Primer paso *Monte los reguladores.*

Precaución *Los cilindros deben estar en posición vertical y fijos, para evitar caídas.*

- a) Quite la tapa de los cilindros.
- b) Abra y cierre ligeramente la válvula para expulsar impurezas.

Precauciones

- 1. *Antes de abrir el cilindro de acetileno compruebe que no exista fuego cercano.*
- 2. *Al manipular los cilindros deben tenerse las manos limpias de grasa y aceite, pues éstos pueden provocar combustiones explosivas.*

- c) Conecte los reguladores en sus respectivos cilindros.

- Observaciones**
1. La tuerca conectora debe apretarse con la llave del equipo.
 2. Los relojes deben quedar de tal forma que el operador pueda hacer las lecturas de las presiones con facilidad.

d) Afloje la manija que regula el paso de gas al manómetro de la presión de trabajo.

Precaución Cuando afloje la manija hágalo en sentido contrario al giro de las agujas del reloj (Figura 1.13).

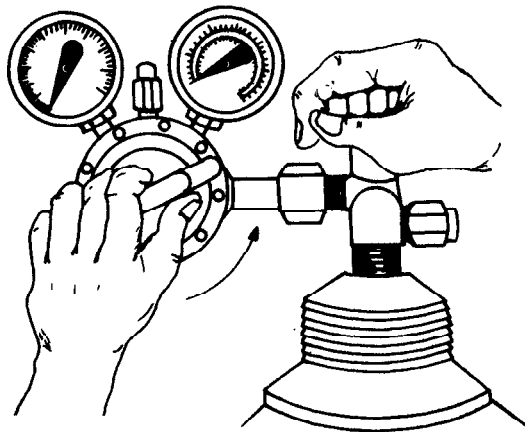


Figura 1.13

▲ Segundo paso *Coloque las mangueras.*

- a) Conecte las mangueras a los reguladores (Figura 1.14).
- b) Conecte las mangueras al mango del soplete (Figura 1.15).

- Observaciones**
1. La manguera que conduce acetileno es de color rojo y tiene sus conectores con rosca izquierda.
 2. La manguera que conduce oxígeno es de color azul o verde y tiene sus conectores con rosca derecha.

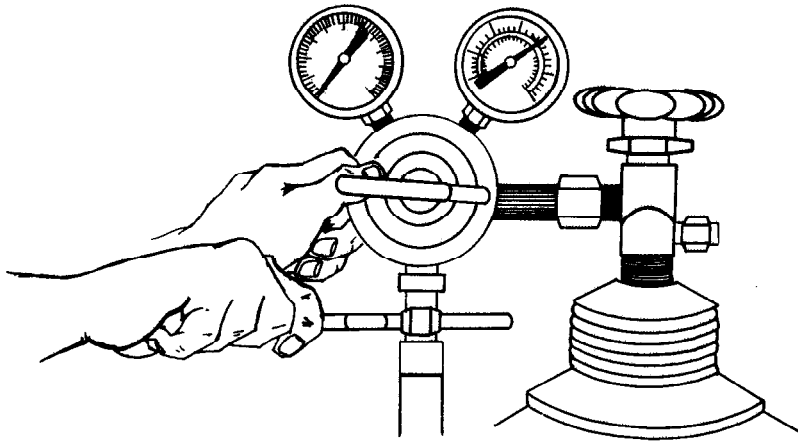


Figura 1.14

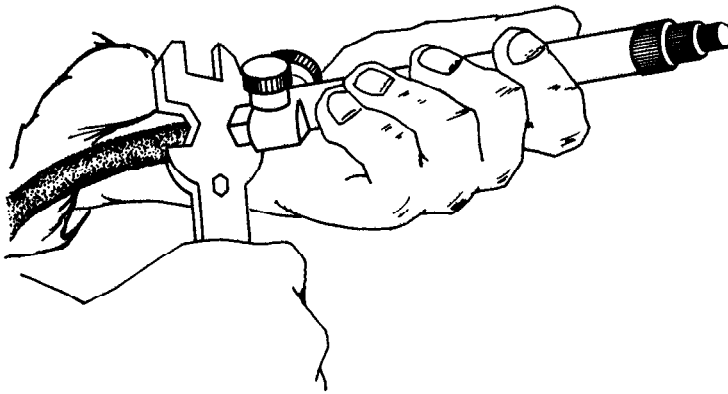


Figura 1.15

▲ Tercer paso *Monte la boquilla.*

- a) Ajuste la boquilla manualmente.
- b) Coloque la boquilla en posición de trabajo (Figura 1.16)

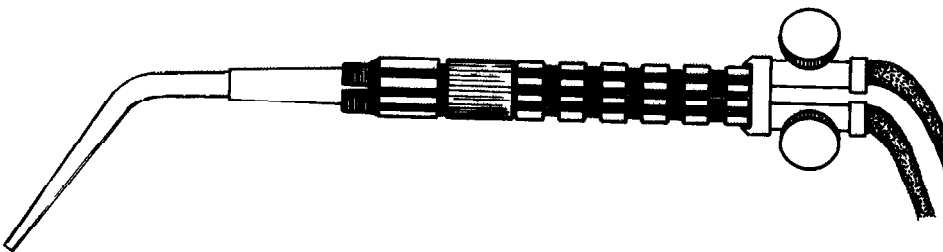


Figura 1.16

▲ Cuarto paso *Regule las presiones de trabajo.*

- a) Abra las válvulas de los cilindros.
- b) Accione las manijas de regulación de oxígeno y acetileno.

▲ Quinto paso *Encienda el soplete.*

- a) Abra la válvula de acetileno en el soplete, 1/4 de giro.
- b) Accione el encendedor (Figura 1.17)

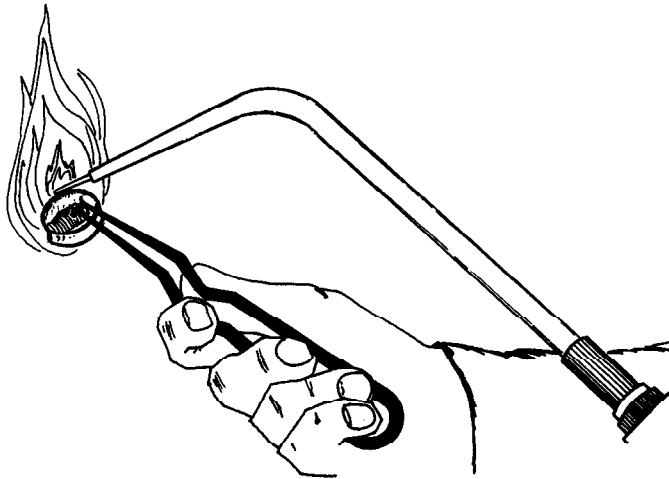


Figura 1.17

Precaución Cuando encienda el soplete apunte la boquilla sobre un sector libre y manipule el encendedor, sin ahogar la llama, para evitar accidentes.

- c) Abra lentamente la válvula de oxígeno del soplete hasta obtener una llama bien regulada, “neutra”.

Observación Es importante para el soldador distinguir entre llama neutra, oxidante y reductora (Figuras 1.18, 1.19 y 1.20).



Figura 1.18 Llama neutra.

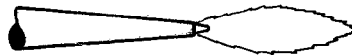


Figura 1.19 Llama oxidante.



Figura 1.20 Llama reductora.

▲ Sexto paso *Apague el soplete.*

- a) Cierre la válvula del acetileno en el soplete.
- b) Cierre la válvula del oxígeno en el soplete.

Precaución Cada vez que apague el soplete, cierre primero la válvula del acetileno.

▲ Séptimo paso *Elimine las presiones.*

- a) Cierre las válvulas de los cilindros.
- b) Afloje las manijas de presión de los reguladores.

Precaución El oxígeno en contacto con lubricantes produce una rápida combustión que puede afectar también a los metales de las llaves y roscas.

- c) Abra las válvulas en el soplete para desalojar los gases de los conductos; luego ciérrelas.

Nota Durante la soldadura en cualquier momento puede ocurrir retroceso de llama en el soplete. ¡Es peligroso, puede provocar explosión!



En este caso, *de inmediato*, proceda del siguiente modo:

- a) Cierre la válvula de oxígeno.
- b) Cierre la válvula de acetileno.
- c) Enfríe el soplete introduciéndolo en el recipiente de agua.
- d) Retire el soplete y abra el paso de oxígeno para desalojar el agua que penetró en el mismo.

Vocabulario técnico

Reguladores Manorreductores.
Cilindros Bombas, botellas, tubos.
Boquilla Pico.
Encendedor Yesquero.

1.6 LLAMA OXIACETILENICA

Es la fuente de calor para la soldadura por fusión con gas. La llama es el resultado de la combustión de oxígeno y acetileno en un soplete. Se emplea para realizar soldaduras duras y blandas, variando la proporción de los gases en la mezcla.

Observación La temperatura alcanzada con la llama oxiacetilénica, es de 3 200°C (5 792°F) en la punta del dardo.

Tipos

Para facilitar el trabajo del soldador, se establecieron 3 tipos de llamas:

- ▲ Llama neutra.
- ▲ Llama oxidante.
- ▲ Llama reductora.

Llama neutra o normal (Figura 1.21)

Es aquella donde se establece la proporción correcta de la mezcla, la cual es la más aconsejable para conservar las propiedades del material. Esta

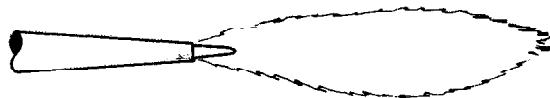


Figura 1.21

Figura 1.22

Esta llama se utiliza para hacer soldaduras en latón, con grandes porcentajes de zinc y aleaciones de bronce.

Observación Si se aumenta la proporción de oxígeno en exceso, se obtendrá un tipo de llama representada en la figura 1.23, en esta llama, el dardo casi llega a desaparecer, permitiendo pasar por el centro de la misma un chorro de oxígeno. Es una llama extremadamente oxidante que encuentra aplicaciones en el corte de aceros suaves y aceros con poco tenor de carbono, hasta 3mm de espesor.



Figura 1.23

- ▼ Cuarto paso *Suelda.*
- a) Incline la boquilla 45° y dirija el dardo al centro de la junta (Figura 1.27).

Precaución ¡Cuidado! Con el retroceso de llama puede provocar explosión.

Observación El punteado debe guardar una distancia de 25 veces el espesor del material base.

- d) Precalente la zona a puntear.
- e) Fusione los bordes, con un movimiento circular.

Llama reductora o comburente

Es aquella donde la proporción de acetileno, es mayor que la del oxígeno, según lo indica la figura 1.24.



Figura 1.24

Se utiliza para efectuar soldaduras en los siguientes metales: aceros al carbono, aceros fundidos y sus aleaciones, aluminio fundido y aceros especiales.

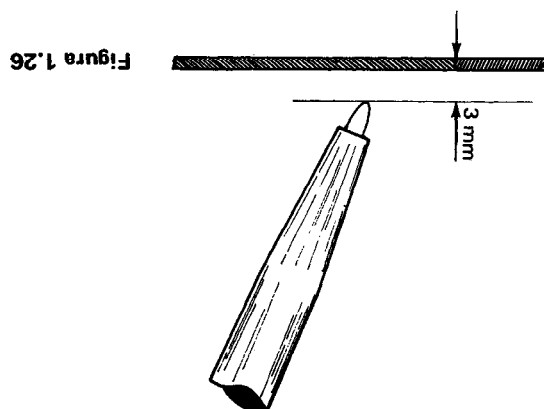
Vocabulario técnico

Llama suave Llama blanda.

Llama fuerte Llama dura.

Reductora Carburante — carburizante.

1.7 SOLDAR SIN MATERIAL DE APOORTE



c) Acerque el dardo a una distancia de 3 mm del material base (Figura 1.26).

Precaución Para soldar, use las gafas con el número de cristal apropiado.

Observación Las presiones y la boquilla se seleccionan de acuerdo a las tablas previstas por los fabricantes.

Proceso de ejecución

▲ Primer paso *Prepare el equipo.*

▲ Segundo paso *Prepare el material.*

- a) Limpie las chapas a soldar.
- b) Enderece las chapas.
- c) Ubique y puntee las chapas.

Observación Guarde una separación de 2 mm entre las juntas.

- d) Corrija las posibles deformaciones después del punteado.
- e) Posicione la pieza.

▲ Tercer paso *Suelde la unión.*

- a) Inclíne la boquilla y el metal de aporte (Figura 1.35).
- b) Oscile la boquilla y el metal de aporte (Figura 1.36).

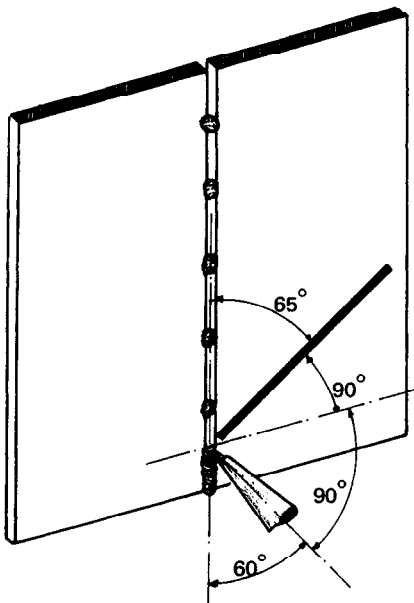


Figura 1.35

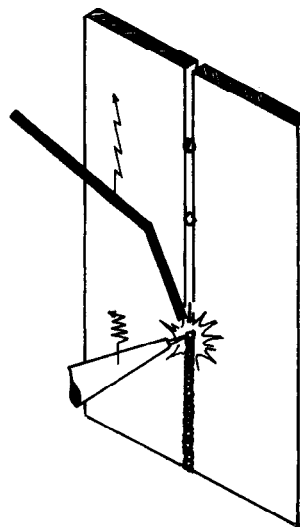


Figura 1.36



- Observaciones
1. La soldadura debe penetrar de tal modo que el cordón se aprecie también desde la parte posterior.
 2. En todo el recorrido de la junta tope debe mantenerse un orificio que indicará la penetración en la chapa de lado a lado.

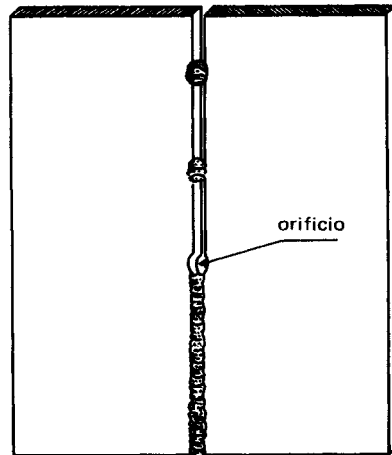


Figura 1.37

Soldar sobre-cabeza

Es la unión de dos piezas entre sí, soldadas desde la parte inferior. Esta operación presenta muchas dificultades ya que debe mantenerse una fusión uniforme evitando al mismo tiempo que el metal líquido escurra por efecto de la gravedad.

Su uso es frecuente en trabajos de carrocerías y carpintería metálica.

Proceso de ejecución

- ▲ Primer paso *Prepare el equipo.*
- ▲ Segundo paso *Prepare el material.*
 - a) Limpie las chapas.
 - b) Enderece las chapas.

- c) Arme y puntee las piezas.
- d) Corrija deformaciones después de puntear.
- e) Posicione la pieza.

▲ Tercer paso *Suelde la unión.*

- a) Inclíne la boquilla y la varilla de aporte (Figura 1.37a).
- b) Oscile la boquilla y la varilla. (Figura 1.37a).

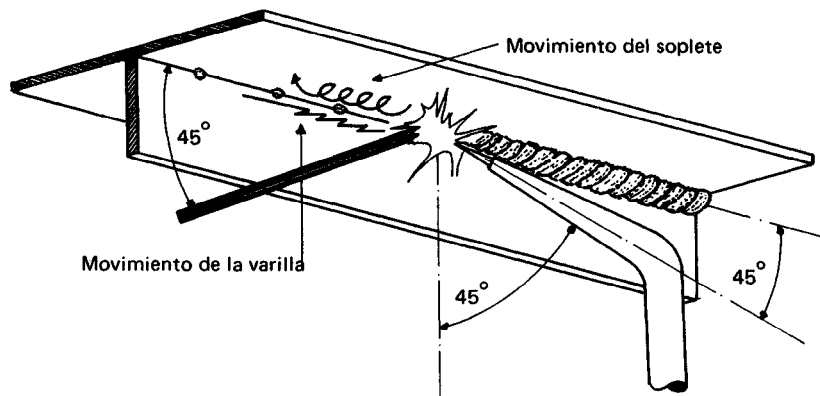


Figura 1.37 a

Precaución Utilice el equipo protector.

1.9 OXICORTE MANUAL

Se conoce como oxicorte manual, el procedimiento utilizado industrialmente para seccionar el acero suave, en piezas de gran espesor y diferentes formas, está basado en el principio de oxidación ferrosa.

Tiene gran aplicación en la preparación de piezas, para la fabricación y montaje de estructuras soldadas.

Existen dos procedimientos de corte, tomando en cuenta los gases combustibles utilizados: *propano* y *acetileno*.

Equipo utilizado

El equipo requerido para oxicortar es similar al utilizado en el proceso de soldadura oxiacetilénica, con excepción del soplete, boquilla de corte y accesorios.

Soplete de corte

Implemento que proporciona un medio, para mezclar oxígeno con propano o acetileno en proporciones correctas, produciendo una llama de gran temperatura. Posee además un conducto adicional para el oxígeno, que a alta presión, proporciona el corte del metal.

Los sopletes de corte pueden ser de dos tipos: *el acoplado a un mango de soldar* (Figura 1.38) y *el soplete de corte fijo* (Figura 1.39).

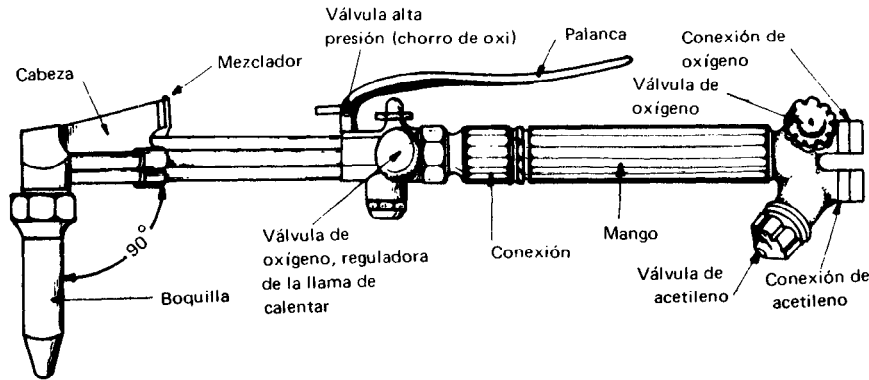


Figura 1.38

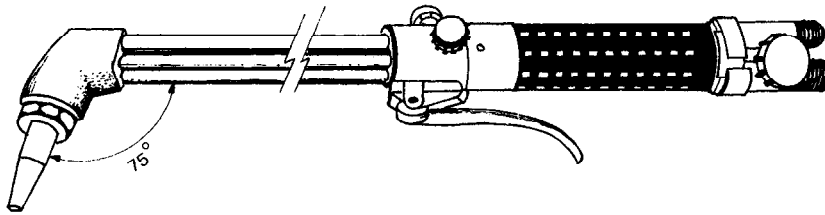


Figura 1.39

El primero, se utiliza solamente en el corte con acetileno y el soplete fijo se utiliza tanto con propano como acetileno. En ambos casos, la inclinación entre la boquilla y el cabezal puede ser de 75° y 90°.

Boquilla de corte

Implemento que ajustado al cabezal del soplete, permite la creación de una llama de caldeo, capaz de calentar el metal a corte. Permite además el paso de un chorro de oxígeno, de alta presión, para corte. Existen boquillas de corte para acetileno (Figura 1.40), así como también boquillas para el corte con propano, la cual consta de dos piezas (Figura 1.41).

Para seleccionar la boquilla, se toma en consideración el espesor del material a cortar, para lo cual se usa la tabla 1.2.

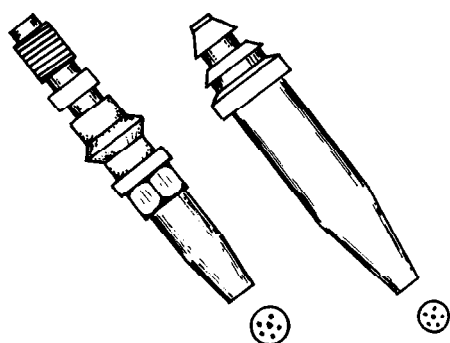


Figura 1.40

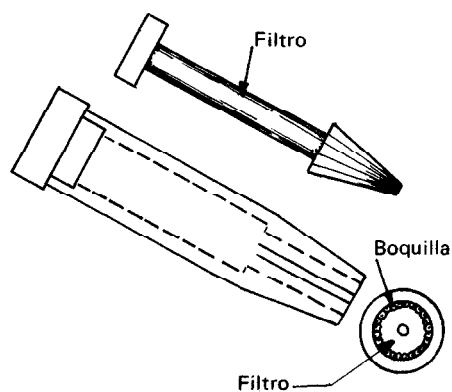


Figura 1.41

Tabla 1.2 Características para la selección de boquilla.

Espesor del metal en mm (Pulgadas)	Presión oxígeno en kg/cm ² lbs/pulg ²	Presión acetileno en kg/cm ² lbs/pulg ²	Presión propano en kg/cm ² lbs/pulg ²	Número de marca de boquilla			
				tochweld	harris	oxweld	airco
3,17 (1/8)	2,46 (35)	0,14 (2)	0,14 (2)	68	00		
4,76-9,52 (3/16-3/8)	1,75-2,24 (25-32)	0,21-0,35 (3-5)	0,21-0,35 (3-5)	62	00-0	3	0-1
12,70-22,22 (1/2-7/8)	2,10-3,51 (30-50)	0,21-0,35 (3-5)	0,21-0,42 (3-6)	56	1	4	1-2
25,40-38,10 (1-1 1/2)	2,46-3,51 (35-50)	0,21-0,42 (3-6)	0,28-0,56 (4-8)	53	1	6	2
50,80 (2)	3,16 (45)	0,35 (5)	0,56 (8)	51	2	8	3
76,20 (3)	2,81 (40)	0,42 (6)	0,56 (8)	46	3	8	4-5
101,60-152,40 (4-6)	2,81-3,86 (40-55)	0,42-0,56 (6-8)	0,42-0,63 (6-9)	42	3-4	8	5-6
177,80-203,20 (7-8)	3,51-3,86 (50-55)	0,42-0,56 (6-8)	0,42-0,63 (6-9)	35		10	
228,60-304,80 (9-12)	3,86-4,92 (55-70)	0,56-0,70 (8-10)	0,49-0,70 (7-10)			12	
330,20-406,40 (13-16)	5,62-6,32 (80-90)	0,70-0,84 (10-12)	0,49-0,70 (7-10)	25			

Observación Esta tabla está sujeta a las especificaciones del fabricante; sólo se han tomado los modelos comunes de boquillas, los cuales poseen su equivalente en otras marcas no presentadas. La limpieza de la boquilla se realiza con agujas adaptables a los orificios de las mismas (Figura 1.42).

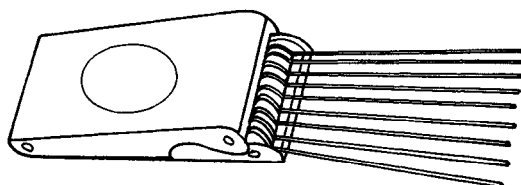


Figura 1.42

Accesorios

El oxicorte manual requiere accesorios, para mejorar la condiciones del corte, entre éstos se pueden mencionar el carrete (Figura 1.43) y el compás de corte (Figura 1.44).

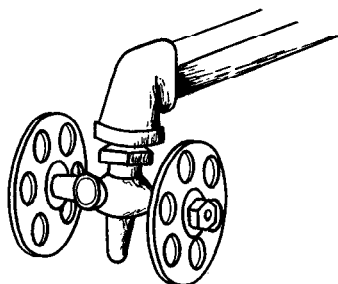


Figura 1.43

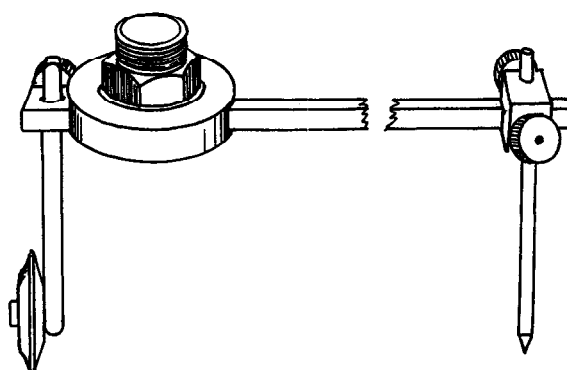


Figura 1.44

Carrete

El *carrete* es un accesorio graduable, que mantiene la boquilla del soplete a una altura uniforme, entre éstas y el material a cortar. Posee ruedas metálicas, que facilitan el desplazamiento del soplete, en todo el recorrido del corte. El carrete puede utilizarse solo o con guías, para mantener la rectitud del corte según lo indica la figura 1.45.

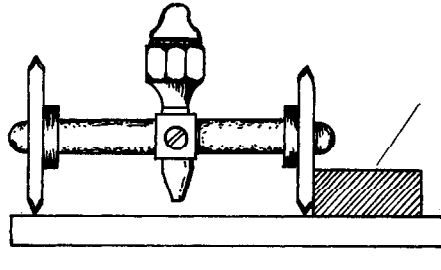


Figura 1.45

Compás de corte

El *compás de corte* es un implemento que se ajusta al soplete, de la misma forma que el carrete se utiliza para cortar círculos y semicírculos, según lo indica la figura 1.46.

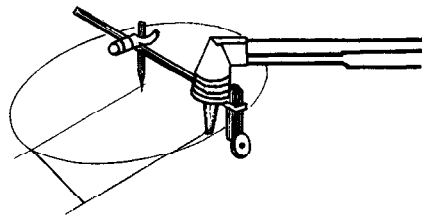


Figura 1.46

Cortador

En la industria metalúrgica, el oxicorte es un procedimiento muy utilizado para seccionar aceros comunes, mediante la combustión violenta del metal por oxígeno; para ello se utiliza un soplete especial que asegura un chorro adicional de oxígeno a elevada presión. Este soplete se llama *cortador*. Dicha operación es fundamental en el mantenimiento de maquinarias y un complemento indispensable en el oficio del soldador.

Proceso de ejecución

▲ Primer paso *Prepare la pieza.*

- a) Trace la pieza a cortar.
- b) Marque con granete el contorno del trazado.
- c) Coloque la pieza sobre la mesa de corte.

▲ Segundo paso *Prepare el equipo.*

- a) Monte el soplete de corte.

Observación Los sopletes de corte pueden tener el cabezal a 90° y 75°.

- b) Monte la boquilla adecuada al espesor del material.

Observación La boquilla de corte debe estar limpia; de lo contrario, utilice la aguja correspondiente al diámetro de los orificios.

- c) Regule las presiones de trabajo de acuerdo al espesor del material.

▲ Tercer paso *Encienda el soplete.*

- a) Abra la válvula de acetileno.
b) Accione el encendedor.
c) Abra la válvula del oxígeno hasta conseguir uniformidad en la llama de caldeo.

Precaución Use el equipo de seguridad completo.

▲ Cuarto paso *Corte.*

- a) Acerque la boquilla del soplete al extremo del trazo de corte, aproximadamente 5 mm (Figura 1.47).
b) Precaliente el inicio del corte hasta alcanzar un color rojo blanco.

Observaciones 1. Cuando el inicio del corte no se efectúe en los bordes de la pieza, taladre la misma para iniciarlo (Figura 1.48).
2. Las piezas se perforan cuando el espesor es mayor de 15 mm.

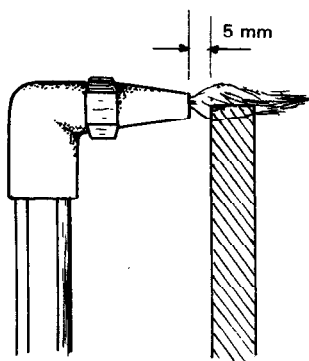


Figura 1.47

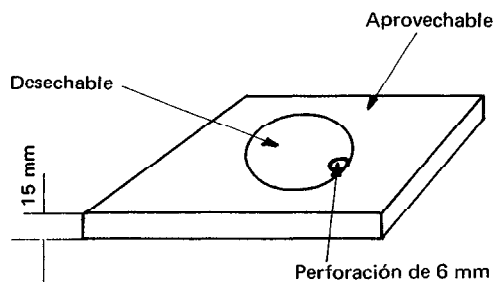


Figura 1.48

- c) Abra el paso del chorro de oxígeno de corte.
- d) Avance lentamente manteniendo una velocidad y altura uniforme.

Observación Cuando el corte se interrumpa, cierre el paso del chorro de oxígeno de corte, reinicie el precalentamiento y repita el 4o. paso.

- Precauciones
1. Cuando el soplete se recaliente, enfríelo en agua.
 2. Cuando el soplete sufre un retroceso de llama, cierre el paso del oxígeno primero y enfríe el soplete en el agua después. Si continúa el retroceso cierre la llave general del gas combustible en el mango del soplete.
 3. Antes de cargar un recipiente, verifique cuál ha sido su contenido.

▲ Quinto paso *Finalice el corte*

- a) Interrumpa el paso del oxígeno de corte.
- b) Apague y retire el soplete.

Vocabulario técnico

Granete Punto-centro, centro-punto, punto de marcar.

Aplicaciones

1. El oxicorte tiene gran aplicación en piezas que requieren chaflanado; su preparación puede ser en V o en X, con diversas inclinaciones.
2. El oxicorte puede ser mecanizado, para lo cual se utilizan máquinas de corte semiautomático (Figuras 1.49 y 1.50).

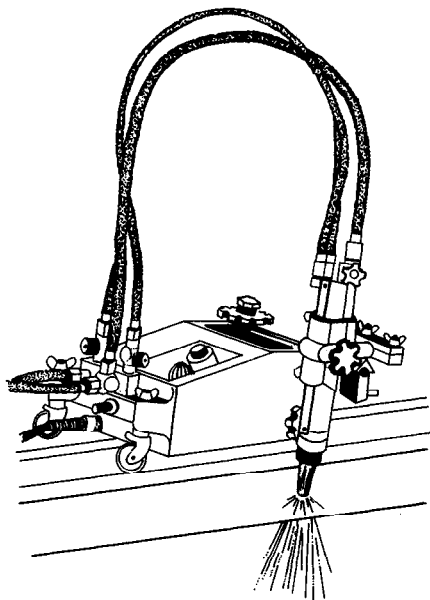


Figura 1.49

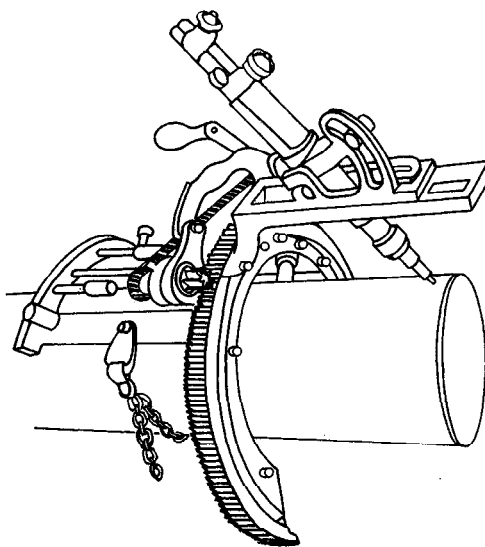


Figura 1.50

Vocabulario técnico

Boquilla de soldar Pico de soldar.

Técnica correcta de corte

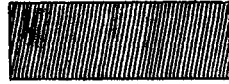
Corte perfecto:

Dejar una superficie regular con las líneas de corte ligeramente marcadas. La superficie puede ser usada para muchas aplicaciones sin tener qué maquinar.



Corte en producción:

Presenta las líneas de corte moderadamente marcadas y una superficie razonablemente tersa. Esta forma representa la mejor combinación en cuanto a calidad y economía.



¿Qué se debe observar en un corte biselado?

Buena calidad:

Se demuestra en el excelente acabado que abarca desde el margen superior del corte, presentando una superficie extremadamente tersa; la parte cortada es dimensionalmente exacta.



Baja calidad:

La excesiva socavación es la causa más frecuente en este caso y es debido ya sea por exceso de velocidad al cortar o por flama de precalentamiento muy suave.



Defectos de corte más comunes

Boquilla sucia:

La tierra u hollín en la boquilla desvía el chorro de oxígeno y causa exceso de escoria en el fondo del corte, picaduras y falta de penetración.



Velocidad de corte:

Demasiado rápido:

No se deja el tiempo suficiente para permitir que la escoria sea “soplada” fuera del corte. La superficie que deja es ligeramente cóncava.



Ligeramente aprisa:

Forma las líneas de corte ligeramente hacia atrás aunque se obtiene aún un corte adecuado. La calidad de este corte se considera satisfactorio en trabajos de producción.



Demasiado lento:

Produce marcas que muestran presión y que indican demasiado oxígeno para el corte así efectuado.



Ligeramente lento:

Produce cortes de alta calidad, aunque con superficies ligeramente burdas debido a las marcas verticales dejadas por las líneas de corte.



Distancia de la boquilla

Demasiado cerca:

Produce surcos y líneas de corte profundas causadas por la acción inestable del corte. Parte de la flama precalentadora, arde dentro del surco cortado donde la expansión normal de los gases desvían el chorro de oxígeno.



Demasiado alta:

La parte superior del corte demuestra chisporroteo y gotas de metal y redondez. La cara del corte no es pareja, muchas veces es biselada. La eficacia del precalentamiento se pierde por la altura a la que está la boquilla. Se pierde velocidad al cortar debido al peligro de interrupciones constantes en la acción de corte.

**Ajuste de los gases***Demasiado calor al precalentar:*

La parte superior del corte se muestra redondeada por el exceso de precalentamiento, el cual no aumenta la velocidad del corte y sólo representa desperdicio en los gases.

*Demasiado oxígeno de corte:*

Muestra marcas por presión causadas por el exceso de oxígeno al cortar. Corriójase disminuyendo la presión de oxígeno de corte. Aumentando la velocidad o usando una boquilla más pequeña. En cuanto al volumen del oxígeno se acerca a la proporción correcta, las marcas producidas por la presión aparecen cerca de la parte inferior hasta que finalmente desaparecen.

**1.10 SOLDADURA AUTOGENA DE ALUMINIO**

La posibilidad de soldar el aluminio y sus aleaciones depende de la presencia de un fundente que pueda disolver el óxido de aluminio que se forma con el calentamiento o por la creación de una atmósfera local absolutamente inerte (argón, helio).

Empezaremos por ocuparnos de la primera de estas dos condiciones.

Los fundentes actúan por vía química disolviendo el óxido de aluminio (Al_2O_3) y transformándolo en una escoria fundible. Generalmente están constituidos por mezclas de cloruros y fluoruros alcalinos que deben reunir las siguientes condiciones.

1. El punto de fusión debe ser inferior (unos 100°C aprox.) al del aluminio (60°C) o de la aleación, de modo que se reduzca al estado líquido antes que el metal base y el de aportación, alcanzando el propio punto de fusión.
2. Debe presentar el máximo poder solvente respecto al Al_2O_3 aun a temperaturas inferiores a la de fusión del metal y deben proteger al metal mismo y las partes líquidas de ulteriores oxidaciones evitando el contacto con el aire.
3. Deben presentar una cohesión homogénea al estado líquido comportándose como una masa fluida, deslizante y adherente, de una viscosidad tal que impida que la presión de la llama no provoque su proyección fuera de la zona interesada por el calentamiento.
4. La densidad del fundente líquido debe ser inferior a la del metal líquido a fin de eliminar o reducir la posibilidad de inclusiones.

En lo posible los fundentes deben también presentar la mínima higroscopicidad, sobre todo para la conservación de los polvos y por la facilidad y economía del transporte. La mayor dificultad en preparación de los fundentes para la soldadura autógena depende de la condición de que la mezcla presente un punto de fusión inferior a los 600°C , precisamente por ese factor es prácticamente difícil determinar un buen fundente que no contenga sales de Li. Las cuales, sales halogenadas de Li no poseen gran capacidad específica de disolver el Al_2O_3 o también que dicha capacidad no es superior a la de las sales de K y de Na. Por el contrario las sales halogenadas de Li ejercen gran influencia sobre el punto de fusión de la mezcla que reduce notablemente. También induce al aumento en el deslizamiento y adhesividad del fundente.

Por este motivo, mientras algunos fundentes económicos o de coyuntura que no contienen sales de Li, o que la contienen en porcentajes reducidos pueden todavía dar resultados tolerables, en el caso del aluminio puro su empleo está prácticamente excluido en el caso de aleaciones ligeras, especialmente si contienen Mg.

La fórmula de un buen fundente de uso general deberá de estar comprendida dentro de los siguientes límites:

NaCl	28-32%
KCl	24-30%
LiCl	20-30%
NaF	10-20%

Composición típica de algunos fundentes para la soldadura de Al y sus aleaciones

Denominación	Fórmula química	Punto de fusión °C	Tipo de fundente				
			1	2	3	4	5
Cloruro de potasio	KCl	776	35	51	24	41	.5 40
Cloruro de sodio	NaCl	801	—	40	32	32	.5 —
Cloruro de litio	LiCl	613	30	—	24	10	30
Cloruro de calcio	CaCl ₂	772	—	—	—	—	20
Fluoruro de potasio	KF	880	—	—	—	—	—
Fluoruro de sodio	NaF	992	35	—	20	2	.5 —
Fluoruro de litio	LiF	870	—	6	—	—	10
Carbonato de potasio	K ₂ CO ₃	891	—	2	—	—	—
Bromuro de potasio	KBr	730	—	—	—	9	.5 —

El fundente No. 5 es adecuado especialmente para las aleaciones de alto contenido de Magnesio, el tipo 2 representa en cambio un fundente de uso general adecuado tanto para el AP5 como para el Acll, su uso no es aconsejable para aleaciones de alto contenido de Mg. El tipo No. 3 es el aconsejable para las aleaciones por la U.S. NAVY. (Armada de los Estados Unidos.)

Todas las composiciones indicadas son higroscópicas, por cuyo motivo tienden a absorber la humedad atmosférica y deben conservarse en recipientes herméticos.

La presencia de las sales de Li produce un buen fundente de costo elevado, su uso por lo tanto debe controlarse aunque sea sólo por motivos económicos.

La aplicación del fundente puede hacerse de dos modos: Preparando una pasta densa con agua y pincelando con ella la varilla de aportación en un trozo aproximado de 15 cm o bien es mucho mejor calentando ligeramente la varilla sumergiéndola en el polvo para que se adhiera.

Efectos secundarios de los fundentes

Como ya hemos visto, todos los fundentes son a base de sales halogenadas, sus residuos en presencia de humedad ejercen un sensible efecto agresivo sobre el metal al que destruyen atrayendo ocultos y peligrosos fenómenos corrosivos locales. Por lo tanto es importante una vez acabado el trabajo, proceder a un meticuloso lavado con agua o mejor con un trapo impregnado de NaOH (sosa) para hacer desaparecer cualquier traza de fundente. La solución de sosa además de realizar un perfecto lavado neutraliza los restos de ácido.

A continuación del lavado con sosa debe seguir un abundante enjuague y un secado con aserrín de madera. El lugar de una solución alcalina que a veces puede ejercer una acción demasiado enérgica, se puede recurrir a una

solución ácida siempre que ésta pueda actuar durante el tiempo suficiente o aplicarse en caliente. Por lo general, se emplean soluciones de HNO_3 o de H_2SO_4 al 10%. La primera debe actuar en frío durante 10-20 min. (5.15 mm. a 65°C); la segunda durante 30 min. (10-15 min. a 65°C).

El empleo de estas últimas soluciones es racional especialmente en el caso de pequeños y medianos recipientes soldados de difícil inspección interna, en este caso después de transcurrido el tiempo suficiente para la acción, el recipiente es vaciado, enjuagado con agua corriente y secado con cuidados, de ser posible con aire caliente.

Preparación de la superficie

La soldadura debe efectuarse siempre sobre partes perfectamente exentas de trazas de grasa, pintura o aceite, ya que la carbonización de estos residuos, en el acto de la soldadura, impedirá la perfecta adherencia y originaría inclusiones perjudiciales. El desengrase se realiza, en el caso de que las partes estuviesen muy sucias de grasa, con petróleo o gasolina. Como norma se aconseja el uso de una solución caliente de NaOH (al 5-10%), seguida de una neutralización con una solución al 10% de HNO_3 y después un lavado en agua corriente, según la técnica ya descrita.

Técnica de la soldadura fuerte

Para la ejecución de la soldadura fuerte, sea sobre la superficie a soldar el material de aportación, se aplica mediante un pincel la solución densa de fundente necesaria para disolver el óxido.

Se empieza por calentar mediante el soplete la zona a soldar, y apenas alcanzada la temperatura deseada, se hace aportación del material soldante, se continúa calentando si se observa una disminución en el deslizamiento del material de aportación.

El calentamiento debe continuar por algún tiempo para facilitar la máxima penetración y difusión del soldante en el aluminio. La temperatura exacta se alcanza cuando el fundente resulta primeramente seco y luego se licúa produciendo un ligero humo.

La llama debe ser siempre reductora. Al final de la soldadura, o sea después de la solidificación completa de las zonas soldadas, se procede a una meticulosa neutralización.

La eliminación completa del fundente es indispensable, porque cualquier residuo que permaneciera aprisionado en la zona soldada, originaría una corrosión del metal con el tiempo. Un buen procedimiento de neutralización de los residuos del fundente es el siguiente: inmersión de la pieza soldada durante 30 min. en una solución al 10% de H_2SO_4 , o bien durante

10-20 min. en una solución al 15% de HNO_3 . En caso de que no se disponga de recipientes adecuados o la pieza no se preste a una inmersión total, es suficiente con unas pinceladas de una solución al 20% de HNO_3 mantenida durante varios minutos. En cada caso debe realizarse un lavado perfecto, de ser preferible en agua caliente, para asegurar una total eliminación de restos de ácido.

Soldadura al arco eléctrico

2.1 ARCO ELECTRICO

Es el fenómeno físico producido por el paso de una corriente eléctrica a través de una masa gaseosa, generándose en esta zona alta temperatura, la cual es aprovechada como fuente de calor, en todos los procesos de soldadura por arco eléctrico.

Características

El arco eléctrico llamado también arco voltaico, desarrolla una elevada energía en forma de luz y calor, alcanzando una temperatura de $4\,000^{\circ}\text{C}$, ($7\,232^{\circ}\text{F}$) aproximadamente. Se forma por contacto eléctrico y posterior separación, a una determinada distancia fija de los polos positivo y negativo.

Este arco eléctrico se mantiene por la alta temperatura del medio gaseoso interpuesto entre ambos polos (Figura 2.1)

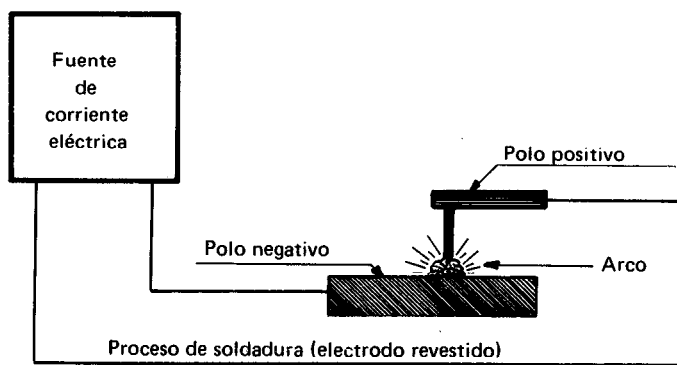


Figura 2.1

Ventajas

Se aprovecha como fuente de calor en el proceso de soldadura por arco, con el fin de fundir los metales en los puntos que han de unirse, de manera que fluyan a la vez y formen luego una masa sólida única.

Desventajas

Provoca irradiaciones de rayos: luminosos, ultravioletas e infrarrojos, los cuales producen trastornos orgánicos.

Precaución Debe evitar exponerse sin equipo de seguridad a los rayos, por la influencia de éstos sobre el organismo, ya que los mismos causan las siguientes afecciones:

- a) Luminosos: encandilamiento.*
- b) Infrarrojos: quemaduras de piel.*
- c) Ultravioletas: quemaduras de piel y ojos.*

Vocabulario técnico

Arco eléctrico Arco voltaico
Polo Borne

2.2 PROCESOS DE SOLDADURA (SOLDADURA MANUAL CON ARCO ELECTRICO)

La soldadura manual con arco eléctrico, es un sistema que utiliza una fuente de calor (arco eléctrico) y un medio gaseoso generado por la combustión del revestimiento del electrodo, mediante el cual es posible la fusión del metal de aportación y la pieza.

Este proceso se realiza por intermedio del circuito eléctrico (Figura 2.2).

La fuente de energía para soldar proviene de una máquina de corriente continua (C.C.) o corriente alterna (C.A.), la cual forma un circuito eléctrico, a través de los cables conductores, del electrodo a la pieza. Este circuito se cierra al hacer contacto la pieza con el electrodo.

El arco formado, es la parte donde el circuito encuentra mayor resistencia y es el punto donde se genera la fuente de calor.

La alta temperatura generada en el arco, permite la fusión del metal base y la varilla de aporte. Esta temperatura permite también, combustionar

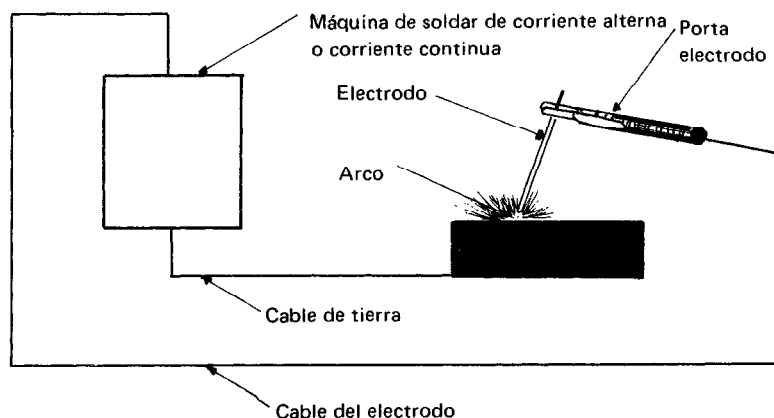


Figura 2.2

los elementos componentes del revestimiento, los que al gasificarse, cumplen diversas funciones, tales como: desoxidar, eliminar impurezas, facilitar el paso de la corriente y especialmente, proteger al metal fundido de las influencias atmosféricas. Este sistema se caracteriza por su versatilidad y economía. Este proceso puede aplicarse en la unión de diferentes metales, en trabajos pequeños, o de gran envergadura.

Observación El funcionamiento de este proceso deberá ajustarse a las indicaciones técnicas que exija el metal a soldar y los electrodos a usar.

2.3 MAQUINA DE SOLDAR (TRANSFORMADOR)

Aparato eléctrico que transforma la corriente alterna, bajando la tensión de la red de alimentación a una tensión e intensidad adecuadas para soldar. Dicha corriente alterna de baja tensión (65 a 75 voltios en vacío) y de intensidad regular, permite obtener la fuente de calor necesaria para la soldadura.

Constitución del transformador

Un núcleo que está compuesto por láminas de acero al silicio y de dos arrollamientos de alambre (bobinas); el de alta tensión, llamado *primario* y el de baja tensión llamado *secundario* (Figura 2.3). La corriente que pro-



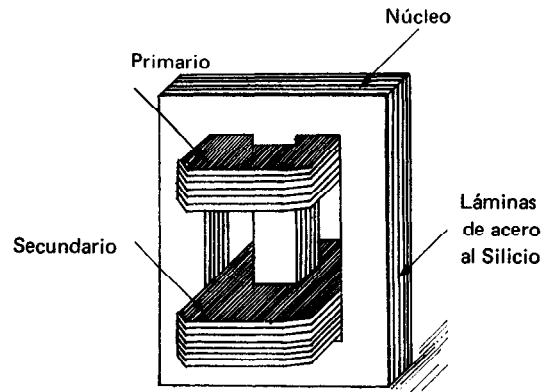


Figura 2.3

viene de la línea circular por el primario. Los transformadores se construyen para diferentes tensiones, a fin de facilitar su conexión en todas las redes de alimentación. La transformación eléctrica se aplica de la forma siguiente: la corriente eléctrica que circula por el primario, genera un campo de líneas de fuerza magnética en el núcleo, dicho campo actuando sobre el arrollamiento secundario, produce en éste, una corriente de baja tensión y alta intensidad, la cual se aprovecha para soldar.

Características

La regulación de la intensidad se hace comúnmente por dos sistemas:

- ▲ *Regulación por bobina desplazante (Figura 2.4).* Consiste en alejar el primario y el secundario entre sí.

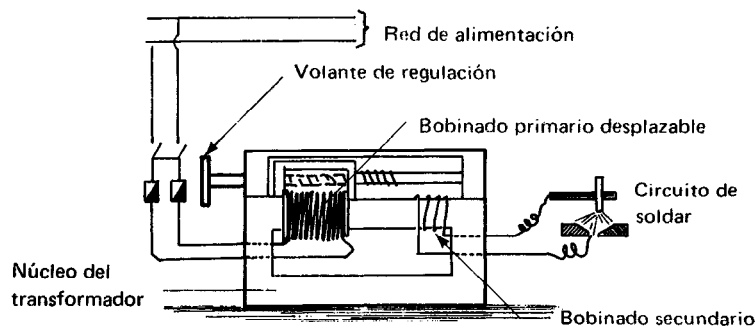


Figura 2.4

Observación. Este sistema es recomendable por su regulación gradual.

- ▲ *Regulación por clavijas (Figura 2.5).* Funciona tomando o disminuyendo el número de espiras.

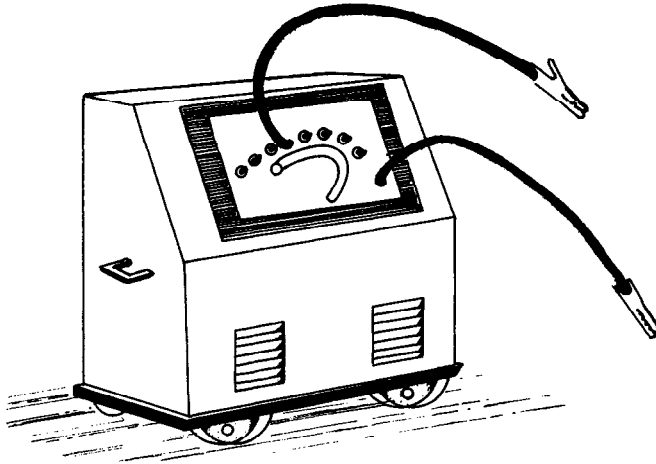


Figura 2.5

Los transformadores se conocen también como máquinas estáticas, por no tener piezas móviles. Los que se fabrican para intensidades altas, llevan un ventilador cuya función exclusiva es refrigerar el sistema.

Ventajas

El uso del transformador se ha generalizado por:

- ▲ Bajo costo de adquisición.
- ▲ Mayor duración y menor gasto de mantenimiento
- ▲ Mayor rendimiento y menor consumo en vacío.
- ▲ Menor influencia del soplo magnético.

Desventajas

Entre sus desventajas se pueden mencionar:

- ▲ Limitación en el uso de algunos electrodos.
- ▲ Dificultad para establecer y mantener el arco.

Mantenimiento

Debe conservarse libre de polvo.

Precaución. Toda acción de limpieza debe realizarse con la máquina desconectada. Al instalarla debe elegirse un lugar seco fijando en la misma una conexión a tierra.

Las máquinas de este tipo producen corriente continua de baja tensión utilizada para soldar.

Están compuestas por un motor, con el cual es posible la obtención de energía mecánica bajo la forma de movimiento giratorio. Este movimiento es transmitido, mediante un eje común al generador propiamente dicho y permite obtener en éste, la corriente adecuada para la soldadura.

Existen dos tipos conocidos de máquinas de soldar, y están caracterizadas por su sistema de propulsión, a saber:

- ▲ Accionadas por motor eléctrico (Figura 2.6).

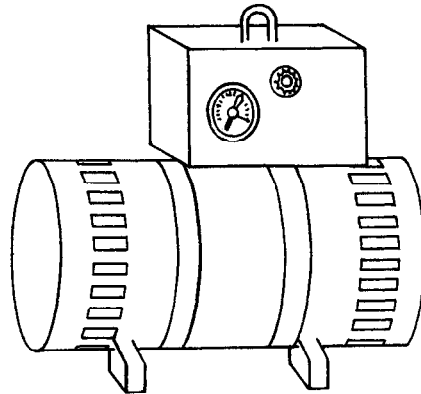


Figura 2.6

- ▲ Accionadas por motor a combustión (Figura 2.7).

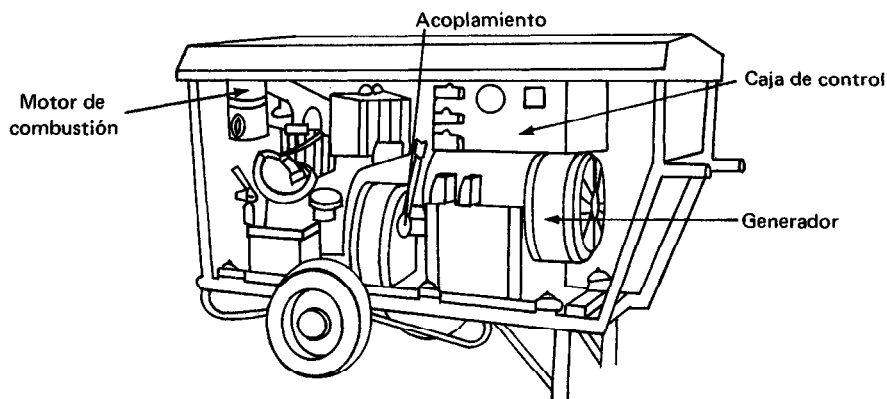


Figura 2.7

Se las conoce también como máquinas rotativas, por su sistema de funcionamiento.

Características

Su característica principal es el tipo de corriente de salida, apta para todo tipo de electrodo.

Ventajas y desventajas

Las ventajas generales de estas clases de máquinas son:

- ▲ Poseer estabilidad en el arco.
- ▲ Disponer de la polaridad que el electrodo requiera.
- ▲ Tensión constante de salida, lo cual da buena presentación en la soldadura.

En algunos tipos de máquinas, se puede seleccionar también el voltaje de salida.

La mayor ventaja de las máquinas accionadas por motor a combustión, es la posibilidad de soldar en lugares donde no hay energía eléctrica.

El uso de este tipo de máquina, está limitado por su alto costo de adquisición y mantenimiento.

Condición de uso

Las máquinas deben usarse sin exceder la duración de carga, ésta viene indicada en la placa de especificaciones técnicas.

Precauciones

- ▲ Debe hacerse revisión del colector y las escobillas.
- ▲ Verifique el sentido de rotación cada vez que se cambie su instalación a la red.
- ▲ Las máquinas de combustión deben equiparse de combustible con el motor detenido.

Vocabulario técnico

Escobilla Carbones.

Máquina de soldar (Rectificador)

Es una máquina que transforma y rectifica la corriente alterna, en otra continua pulsatoria, muy similar a la corriente del generador.

El suministro de esta clase de corriente, permite realizar soldaduras con cualquier tipo de electrodos.

Constitución

La constitución de este grupo se compone de un transformador y un rectificador.

Consta además de un ventilador, para la refrigeración de las placas rectificadoras.

Los rectificadores más usados y de mayor efectividad, son los formados por placas de selenio, conocidos como rectificadores secos (Figura 2.8).

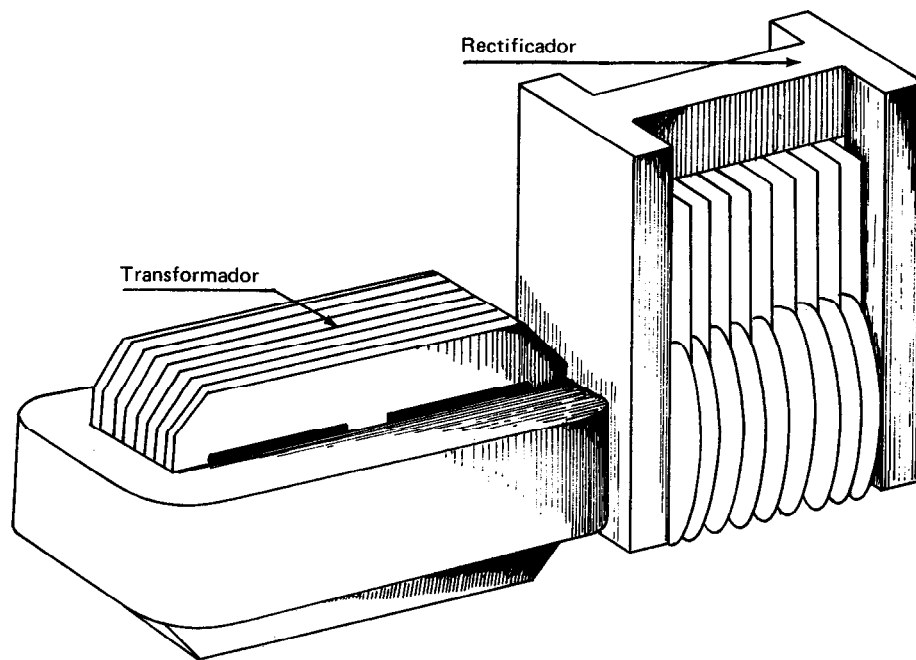


Figura 2.8

Ventajas

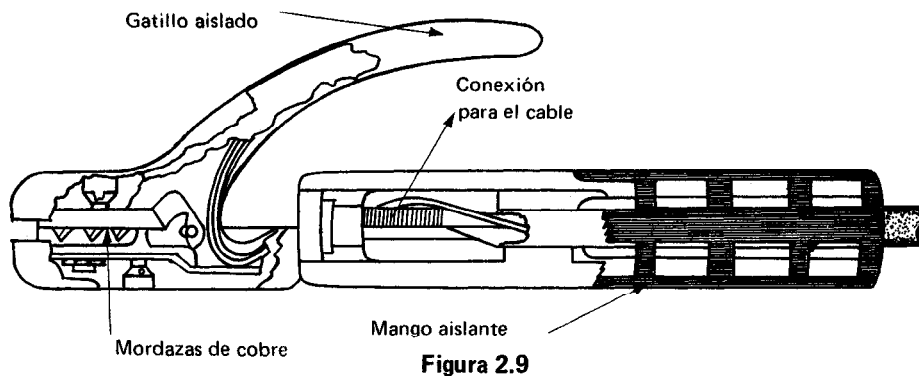
- ▲ Puede disponer de ambas corrientes, alterna y continua.
- ▲ Suministra corriente de gran estabilidad y de afinada regulación, especialmente en los rangos bajos.
- ▲ Permite una carga uniforme en las tres fases de alimentación. Bajo costo de mantenimiento.
- ▲ Es silencioso.

Observación Verifique el funcionamiento del ventilador, ya que su paralización ocasiona calentamiento en la máquina.

2.4 PORTAELECTRODO Y CONEXION A MASA

Son accesorios que forman parte del equipo de soldadura.

Se aplican para asegurar la buena conducción de corriente a través de la pieza y el electrodo. Son de fácil manejo. Están equilibrados y permiten un funcionamiento seguro y rápido (Figura 2.9).



Portaelectrodo

Constitución

El portaelectrodo está constituido por un mango hueco de fibra, el cual permite un rápido enfriamiento; las ranuras posibilitan una fácil manipulación, ya que se amolda perfectamente a la mano; el gatillo aislado con fibra, es para abrir las mandíbulas y cambiar (presionando el gatillo hacia abajo) el electrodo que está sujeto por aquéllas.

Las dos mandíbulas son de acero y tienen en sus extremos mordazas de cobre que aseguran el buen paso de la corriente, al mismo tiempo las mandíbulas están protegidas, por la parte posterior, con un material aislante para evitar contactos con la pieza.

Existen otros tipos de portaelectrodos según figuras 2.10 y 2.11.

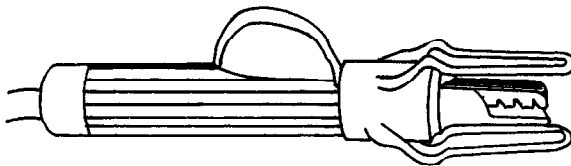


Figura 2.10

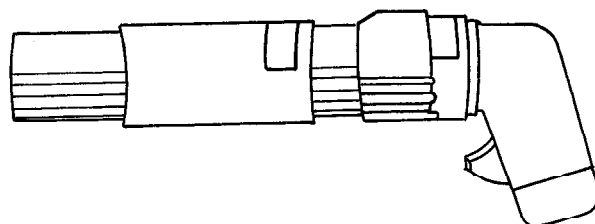


Figura 2.11

Características

Los portaelectrodos deben ser livianos y equilibrados, para evitar el cansancio y asegurar una manipulación rápida. Deben estar térmica y eléctricamente aislados.

Condiciones de uso

La unión de contacto en el portaelectrodo debe ser segura y permitir el paso de corriente sin ofrecer resistencia eléctrica.

Las mandíbulas deben estar limpias de tal forma que el electrodo se ajuste perfectamente en las ranuras de las mordazas.

2.5 ELECTRODO (GENERALIDADES)

Varilla metálica especialmente preparada, para servir como material de aporte en los procesos de soldadura por arco.

Se fabrica de material ferroso y no ferroso.

Tipos

Existen dos tipos: el electrodo *revestido* y el electrodo *desnudo*.

Electrodo revestido

Tiene un núcleo metálico, un revestimiento a base de sustancias químicas y un extremo no revestido para fijarlo en el porta-electrodo (Figura 2.12).

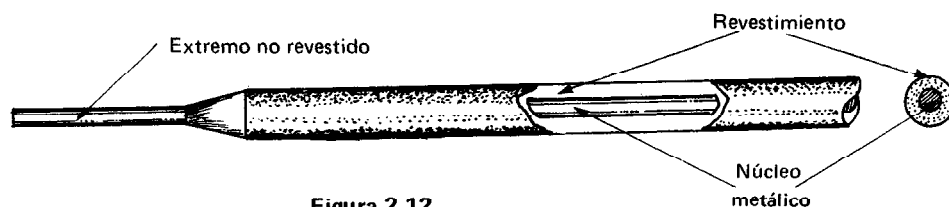


Figura 2.12

El *núcleo* es la parte metálica del electrodo que sirve como material de aporte. Su composición química varía y su selección se hace de acuerdo al material de la pieza a soldar.

El *revestimiento* es un material que está compuesto por distintas sustancias químicas. Tiene las siguientes funciones:

- a) dirige el arco, conduciendo a una fusión equilibrada y uniforme.
- b) crea gases que actúan como protección evitando el acceso de oxígeno y de nitrógeno.
- c) produce una escoria que cubre el metal de aporte, evitando el enfriamiento brusco y también el contacto del oxígeno y del nitrógeno (Figura 2.13).

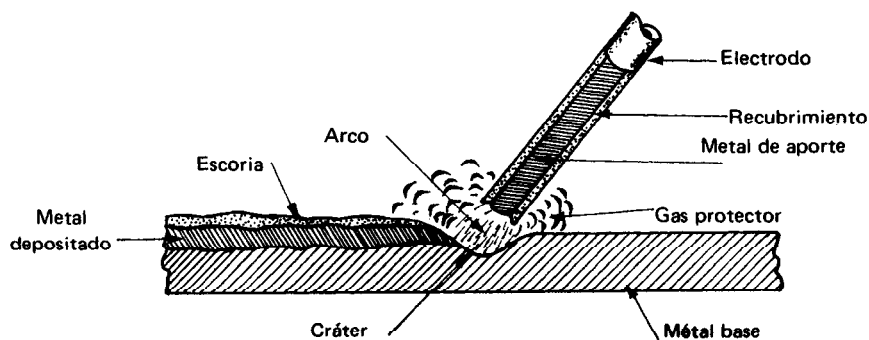


Figura 2.13

- d) contiene determinados elementos para obtener una buena fusión con los distintos tipos de metales.
- e) estabiliza el arco.

Condiciones de uso

1. Debe estar libre de humedad y su núcleo debe ser concéntrico (Figura 2.14).

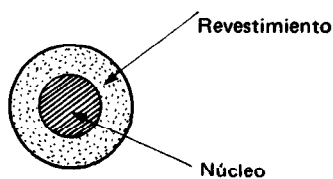


Figura 2.14

2. Debe conservarse en lugar seco.

Electrodo desnudo (sin revestimiento)

Es un alambre estirado o laminado. Su uso es limitado por la alta absorción de oxígeno y nitrógeno del aire y a la inestabilidad de su arco.

Vocabulario técnico

Núcleo. Alma del electrodo.

Electrodo revestido (tipos y aplicaciones)

Según la naturaleza del material de revestimiento, se conocen industrialmente tres tipos fundamentales para los electrodos revestidos, éstos son: *básicos* que contienen en su revestimiento calcio o calcita. *Rutílico* el cual posee un alto contenido de óxido de rutilo (titanio) y el tipo *celulósico*, el revestimiento de estos electrodos, contiene más del 12% de materia orgánica combustible.

Electrodo con revestimiento básico

- ▲ *Espesor del revestimiento.* Generalmente es de revestimiento grueso, pocas veces de revestimiento mediano.
- ▲ *Formación de gotas.* Normalmente las gotas son de tamaño mediano.
- ▲ *Corriente y polaridad.* Estos electrodos, se usan con corriente continua, colocando el electrodo en el polo positivo. En algunos casos se puede soldar con corriente alterna.
- ▲ *Posición para soldar.* Soldables en todas las posiciones.
- ▲ *Profundidad de penetración.* La profundidad de penetración con este tipo de electrodo es mediano.
- ▲ *Manejo.* El arco debe mantenerse corto.
- ▲ *Tipo de escoria.* Densa de aspecto marrón.
- ▲ *Aplicaciones.* Son apropiados para espesores gruesos como para construcciones rígidas, para aceros de baja aleación y para aceros de alto contenido de carbono.

Electrodo con revestimiento rutílico

- ▲ *Espesor del revestimiento.* Es generalmente de revestimiento mediano o grueso, pocas veces de revestimiento delgado.
- ▲ *Formación de gotas.* Gruesas cuando el revestimiento es delgado, medianas cuando el revestimiento es mediano; pequeñas cuando el revestimiento es grueso.

- ▲ *Corriente y polaridad.* La mayoría de estos tipos de electrodos, pueden ser utilizados con ambas corrientes. Generalmente, el electrodo está en el polo negativo; solamente en algunos casos en el polo positivo.
- ▲ *Posición para soldar.* Se puede soldar en todas las posiciones.
- ▲ *Profundidad de penetración.* Según el espesor del revestimiento.
- ▲ *Manejo.* Fácil, produciendo un arco suave y tranquilo.
- ▲ *Tipo de escoria.* Densa, distribución uniforme.
- ▲ *Aplicación.* Los de revestimiento delgado en espesores finos, los de revestimiento mediano o grueso para rellenar.

Electrodo con revestimiento celulósico

- ▲ *Espesor del revestimiento.* El revestimiento en este caso es mediano.
- ▲ *Formación de gotas.* Medianas hasta grandes.
- ▲ *Corriente y polaridad.* Estos electrodos se pueden usar con ambas corrientes. Generalmente se utiliza con corriente continua y polaridad invertida, es decir, el electrodo en el polo positivo y la pieza en el polo negativo.
- ▲ *Posición para soldar.* En todas las posiciones.
- ▲ *Profundidad de penetración.* Con este tipo de electrodo se consigue una penetración muy buena.
- ▲ *Manejo.* De fácil manejo con el arco corto.
- ▲ *Tipo de escoria.* Poca formación de escoria, forma capa delgada y se cristaliza rápidamente.
- ▲ *Aplicación.* Este tipo de electrodo se presta especialmente, en aplicaciones dificultosas y para trabajos de gran resistencia.

Especificaciones

Los electrodos se clasifican por un sistema combinado de números y letras para su identificación, que permite seleccionar el tipo de electrodo recomendado, para un trabajo determinado. Debe atender a lo siguiente:

- a) Tipo de corriente que se dispone.
- b) Posición de la pieza a soldar.
- c) Naturaleza del metal y resistencia que debe poseer.

Esta clasificación utiliza un sistema compuesto, por una letra mayúscula colocada en primer término, denominada prefijo, seguida de cuatro dígitos (Figura 2.15).

El prefijo "E" significa electrodo para soldadura eléctrica por arco. Los dos primeros dígitos, de un total de cuatro, indican la resistencia a la tracción, en miles de libras por pulgada cuadrada.

En la figura 2.15 el número 60 significa 60 000 libras por pulgada cuadrada, lo que equivale a 42.2 kg por milímetro cuadrado.



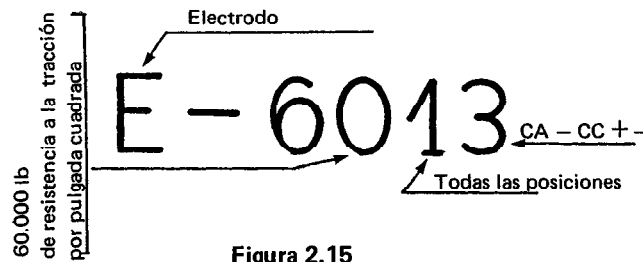


Figura 2.15

El *tercer dígito*, de un total de cuatro, indica la posición para soldar. El número uno significa: soldar en todas posiciones.

Los *dos últimos dígitos en conjunto* indican la clase de corriente a usar y la clase de revestimiento. El número trece significa revestimiento con rutilo, corriente continua o alterna, polo negativo.

Para determinar el significado del *tercer dígito*, se utiliza la equivalencia siguiente:

Para tercer dígito

- ▲ 1. Todas posiciones.
- ▲ 2. Juntas en ángulo interior, en posición horizontal o plana.
- ▲ 3. Posición plana únicamente.

Para el tercer y cuarto dígitos juntos

- ▲ 10.C C (+) revestimiento celulósico.
- ▲ 11.C C (+) revestimiento celulósico.
- ▲ 12.C C o C A (—) revestimiento con rutilo.
- ▲ 13.C A o CC (±), revestimiento con rutilo y hierro en polvo (30% aproximadamente).
- ▲ 16.C C (+) bajo tenor de hidrógeno.
- ▲ 18.C C o C A (±) revestimiento con bajo contenido de hidrógeno y con hierro en polvo.
- ▲ 20.C C o C A (±) revestimiento con bajo contenido de hidrógeno y con hierro en polvo (25% aproximadamente).
- ▲ 24.C A o C C (±) con rutilo y hierro en polvo (aproximadamente 50% de este último elemento).

Observaciones. ▲ C C corriente continua.

▲ C A corriente alterna.

▲ + Polo positivo.

▲ — Polo negativo.

OTROS METODOS DE IDENTIFICAR ELECTRODOS					
EL ELECTRODO CORRECTO PARA USARSE EN TRABAJOS DE ACERO DULCE					
TIPO HOBART	A.W.S. A.S.T.M. No.	APLICACION	POSICION PARA SOLDAR	POLARIDAD DE CORRIENTE	MARGEN DE MEDIDAS
10 10-IP	E-6010	Para soldaduras radiografiadas, soldadura de tuberías; estructuras y trabajos comunes. Gran penetración, poca escoria y depósito promedio.	Todas las posiciones	CD invertida	3/32" - 1/4"
611 335A	E-6011	Básicamente lo mismo que para el E-6010, pero usado también en CA. Cuando se usa en CD polaridad directa se logra un fuerte arco roliado para la placa de metal y un trabajo de mucha velocidad.	Todas las posiciones	CA o CD directa o invertida	3/32" 1/4"
12 212A 12A	E-6012	Para excelente calidad, trabajos generales, soldadura de filete y para puentear huecos en piezas de difícil acomodo. Penetración media, escoria medianamente pesada, y buen depósito.	Todas las posiciones	CA o CD directa	3/32" - 5/16"
413 447A 13A	E-6013	Para buena calidad, trabajos generales, trabajo con poca salpicadura. El tipo más fácil para los operadores inexpertos. Poca penetración. Escoria gruesa, buen depósito. Hobart No. 12A diseñado para plancha metálica.	Todas las posiciones a través de 3/16"	CA o CD directa o invertida	1/16" - 5/16"
111 111 HT	E-6020 E-7020	Para filete y soldadura horizontal de alta velocidad en posición plana. Calidad radiográfica usada sólo en placa gruesa. Penetración profunda, mucha escoria, y excelente depósito. Ha venido siendo remplazado por E-6024 y E-6027.	Filete horizontal o plano	CA o CD directa	1/8" - 5/16"
14A	E-6014 E-7014	Para fabricación en general donde son factores deseables el rápido depósito y algunos trabajos en posiciones incómodas. Salpicado muy bajo, poca penetración y escoria medianamente gruesa. Puede usarse técnica de arrastre.	Todas las posiciones a través de 3/16"	CA o CD directa o invertida	3/32" - 5/16"
24 24A	E-6024 E-7024	Para soldadura de filete en acero dulce, generalmente placa gruesa. Excelente depósito, buena calidad, poca penetración, mucha escoria. Excelente apariencia de la soldadura. Puede usarse técnica de arrastre.	Filete horizontal o plano	CA o CD directa o invertida	3/32" - 5/16"
27	E-6027 E-7027	Otro electrodo con recubrimiento grueso de hierro en polvo para depósito rápido especialmente en soldadura de filete ranurado y filetes planos u horizontales cóncavos. Este electrodo tiene excelente ductilidad y remplaza al E-6020 en muchas aplicaciones. Puede usarse la técnica de arrastre.	Filete horizontal o plano	CA o CD directa o invertida	1/8" - 5/16"
Sulkote	E-4510 E-4520	Este electrodo ligeramente empolvado es excelente para soldaduras que se van a galvanizar o pintar. No tiene resistencia o ductilidad comparado con los electrodos recubiertos.	Todas las posiciones	CD directa	1/8" - 5/32"
710	E-7010-A1	Calidad radiográfica, soldaduras de alta tensión. Agregándole 1/2% de molibdeno lo hace bueno para aceros de baja aleación de muchos tipos. Mucha penetración, poca escoria, depósito promedio.	Todas las posiciones	CD invertida	1/8" - 3/16"
LH-718	E-6018 E-7018	Este electrodo de polvo de hierro y bajo hidrógeno es excelente para aceros de baja aleación y aceros dulces donde se necesita calidad y confiabilidad. Muy buen depósito, penetración media, escoria mediana. Aprobado por MIL-22200/IB.	Todas las posiciones	CA o CD invertida	3/32" - 1/4"
LH-728	E-6028 E-7028	Un electrodo nuevo que combina el alto régimen de depósito del No. 24 con la calidad de bajo hidrógeno de LH-718. Puede usarse la técnica de arrastre.	Filete horizontal y plano	CA o CD invertida	1/8" - 5/16"

CUADRO 2.1 Identificación del fabricante

Ejemplo

E. 9012 es un electrodo que tiene una resistencia a la tracción de 90,000 libras por pulgada cuadrada, que equivale a 63.2 kg por milímetro cuadrado, se puede soldar con corriente continua, polo negativo o corriente alterna; su revestimiento es con rutilo, usándose en todas posiciones.

Soldadura (intensidad y tensión)

En el comportamiento de una corriente eléctrica de soldadura, se distinguen tres tipos de tensiones:

Tensión en vacío

Es la tensión antes de iniciar el arco (60 o 70 V aproximadamente).

Tensión de cebado

Es la tensión en el momento de hacerse el arco (mínima).

Tensión de trabajo

Es la tensión durante la soldadura (30 V aproximadamente).

En la soldadura con corriente alternada, puede regularse solamente la intensidad de corriente (amperaje) requerida. Para la soldadura con corriente continua, hay aparatos que permiten regular también la tensión.

En la corriente continua para soldar es posible cambiar el sentido de circulación de la corriente (polaridad); este cambio de polaridad, viene indicado en los folletos sobre electrodos. Para calcular la intensidad normal de un electrodo, se toma como base 35 A por cada milímetro de espesor del núcleo.

Ejemplo

Para un electrodo de 4 mm de diámetro la intensidad normal será:

$$I = 4 \text{ mm} \times 35 \text{ A/mm}$$

$$I = 140 \text{ A}$$

Los valores usuales se representan en la tabla siguiente:

<i>Diámetro del electrodo (mm)</i>	<i>Intensidad aproximada (A)</i>	<i>Tensión aproximada (V)</i>
1	35	18
2	70	19 a 21
3	105	22 a 25
4	140	26 a 28
5	175	29 a 30
6	210	31 a 36

Observación Estos valores podrán ser aumentados, o disminuidos del 5 al 15% , de acuerdo al electrodo y a la máquina a utilizar.

2.6 REGLAS DE SEGURIDAD PARA SOLDADURA DE ARCO

1. Use siempre la careta con filtro del grado correcto en los vidrios.
 2. Vea que no estén rotos los vidrios antes de empezar a soldar.
 3. Use ropas resistentes al fuego todo el tiempo.
 4. Asegúrese de que los demás están protegidos de los rayos de luz antes de empezar a soldar.
 5. Mantenga sus mangas desdobladas y abotónese hasta el cuello.
 6. Ponga el interruptor de la máquina en apagado al acabar el trabajo (off).
 7. No deje el electrodo en el porta-electrodo.
 8. Compruebe que todas las conexiones estén apretadas antes de empezar el trabajo.
 9. Nunca trabaje en una área húmeda o mojada.
 10. Use lentes de seguridad cuando quite la escoria de la soldadura.
 11. Asegúrese de que la pieza que va a soldar o el banco sobre el que trabaja estén conectados a tierra correctamente.
 12. Comunique inmediatamente, si han caído esquirlas en sus ojos.
 13. Ponga las colas de los electrodos en una caja, no las arroje en el piso.
- Las reglas de seguridad serán recalçadas a través del libro. El aprender y aplicar estas reglas es sólo cuestión de sentido común.

2.7 EQUIPO DE PROTECCION

Máscara

La máscara de protección está hecha de fibra de vidrio o fibra prensada y tiene una mirilla en la cual se coloca un vidrio neutralizador y los vidrios

protectores de éste. Se usa para resguardar los ojos y para evitar quemaduras en la cara.

Tipos

En máscaras para soldar hay diferentes diseños (Figuras 2.16, 2.17 y 2.18). Hay también máscaras combinadas con un casco de seguridad para realizar trabajos en construcciones (Figura 2.19) y con adaptación para proteger la vista cuando haya que limpiar la escoria (Figura 2.20). Las pantallas de mano (Figura 2.21) tienen aplicación en trabajos de armado y punteado por soldadura. Su uso no es conveniente en trabajos de altura o donde el operario requiera la sujeción de piezas o herramientas.

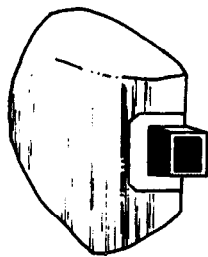


Figura 2.16

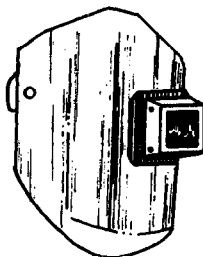


Figura 2.17

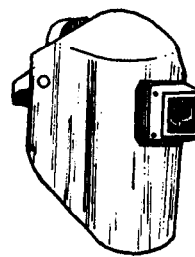


Figura 2.18

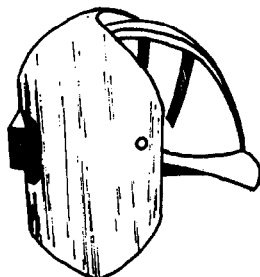


Figura 2.19

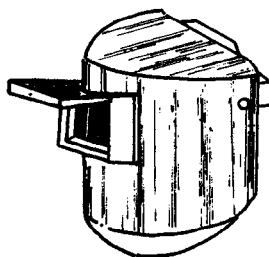


Figura 2.20

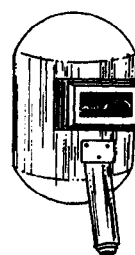


Figura 2.21

Condiciones de uso

Las máscaras deben usarse con la ubicación y cantidad requerida de vidrios (Figura 2.22).

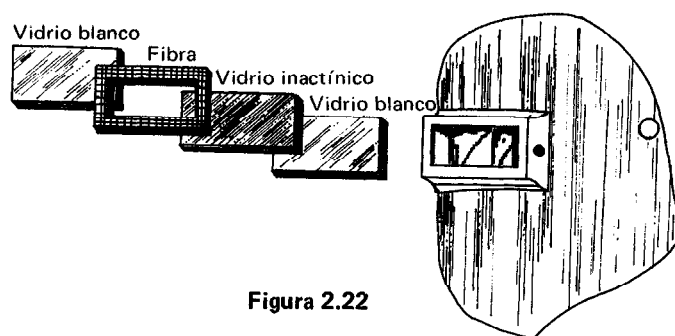


Figura 2.22

El vidrio inactínico debe ser seleccionado de acuerdo al amperaje utilizado. Debe mantener la buena visibilidad cambiando el vidrio protector, cuando éste presente exceso de proyecciones. Evite las filtraciones de luz en la máscara. Esta no debe ser expuesta al calor ni a golpes.

Deben ser livianas y su cintillo ajustable para asegurarla bien a la cabeza. Requieren un mecanismo que permita accionarla con comodidad. El recambio de vidrios debe hacerse mediante un mecanismo de fácil manejo.

Vocabulario técnico

Máscara. Careta o pantalla.

Vidrio inactínico. Cristal oscuro.

Vestimenta de cuero

Está constituido por elementos confeccionados en cuero, y son usados por el soldador para protegerse del calor y de las irradiaciones producidas por el arco eléctrico.

Este equipo está compuesto por: guantes, delantal, casaca, mangas y polainas.

Guantes

Son de cuero y asbesto y su forma varía según pueden verse en las figuras 2.23 y 2.24. Los guantes de asbesto justifican su uso solamente en trabajos de gran temperatura.

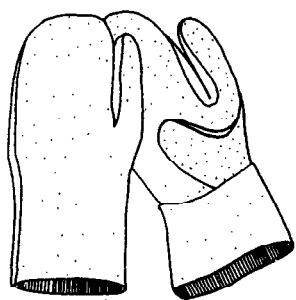


Figura 2.23

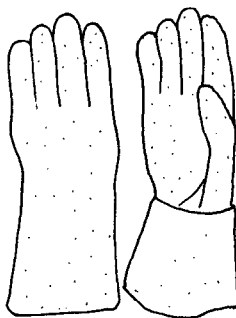


Figura 2.24

Debe evitarse tomar piezas muy calientes con los guantes ya que éstos se deforman y pierden su flexibilidad.

Delantal

Es de forma común (Figura 2.25) o con protector para piernas (Figura 2.26). Su objetivo es proteger la parte anterior del cuerpo y las piernas hasta las rodillas.

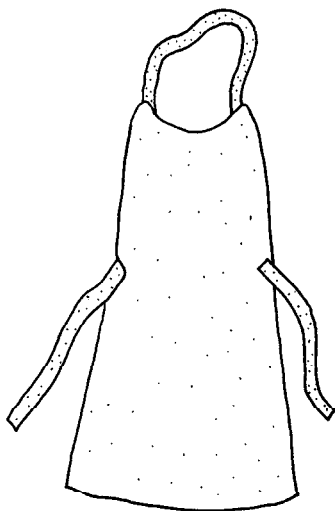


Figura 2.25

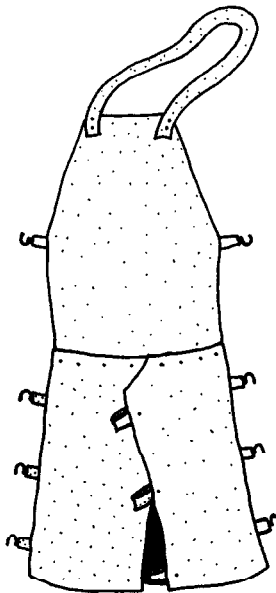


Figura 2.26

Casaca

Su forma puede verse en la figura 2.27. Se utiliza para proteger especialmente los brazos y parte del pecho. Su uso es frecuente cuando se realizan soldaduras en posición vertical, horizontal y sobre cabeza.



Figura 2.27

Mangas

Esta vestimenta tiene por objeto proteger solamente los brazos del soldador (Figura 2.28). Tiene mayor uso en soldaduras que se realizan en el banco de trabajo y en posición plana.

Existe otro tipo de manga en forma de chaleco que cubre a la vez parte del pecho (Figura 2.29).

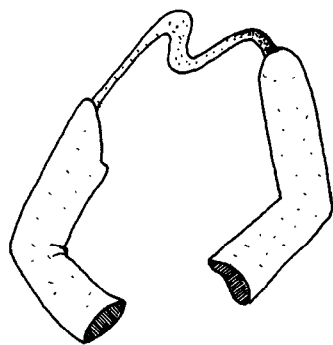


Figura 2.28

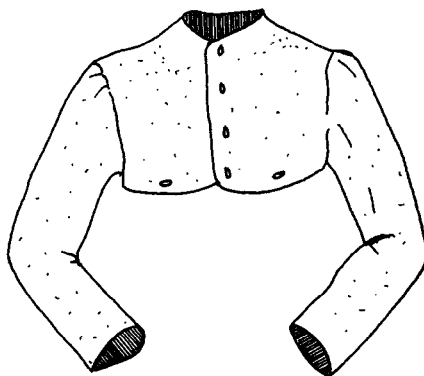


Figura 2.29

Polainas

Este elemento se utiliza para proteger parte de la pierna y los pies del soldador (Figura 2.30).

Las polainas pueden ser reemplazadas por botas altas y lisas (Figura 2.31) con puntera de acero.

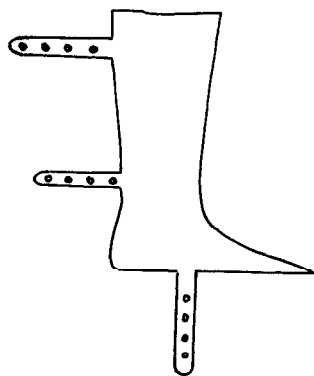


Figura 2.30

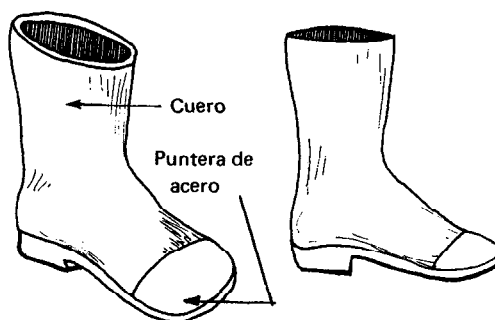


Figura 2.31

Características

Son cueros curtidos, flexibles, livianos y tratados con sales de plomo para impedir las radiaciones del arco eléctrico.

Conservación

Es importante mantener estos elementos en buenas condiciones de uso, libre de roturas, y su abotonadura en perfecto estado. Deben conservarse limpios y secos, para asegurar una buena aislación eléctrica.

2.8 ACCESORIOS PARA LIMPIEZA

Son herramientas adecuadas para la limpieza de las piezas antes y después de soldar. Se estudian en conjunto a pesar de tener características diferentes.

El cepillo de acero

Esta formado por un conjunto de alambres de acero y un mango de madera por donde se sujeta (Figura 2.32).

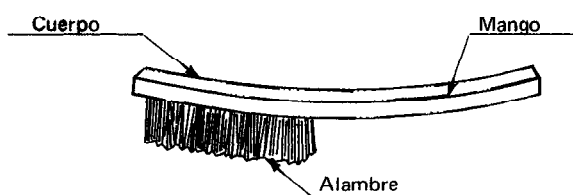


Figura 2.32

La piqueta

Está constituida por un mango que puede ser de madera como se observa en la figura 2.33 o de acero como indican las figuras 2.34, 2.35 y 2.36.

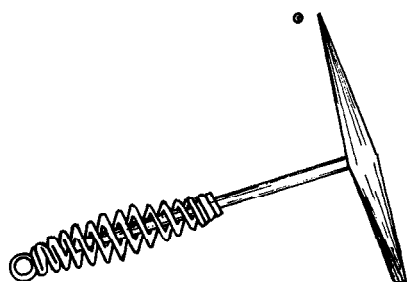


Figura 2.33

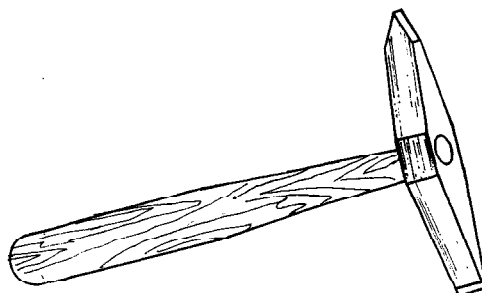


Figura 2.34

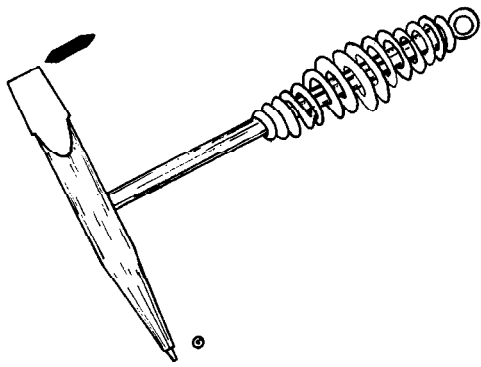


Figura 2.35

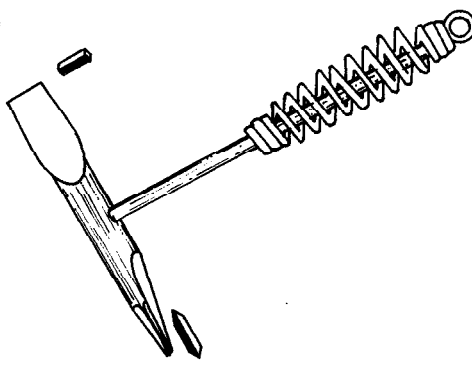


Figura 2.36

Su cuerpo es alargado; uno de sus extremos termina en punta y el otro en forma de cincel. La piqueta tiene sus puntas endurecidas y agudas.

Existen otros tipos de piquetas combinadas con el cepillo de acero, por ejemplo, los indicados en la figura 2.37.

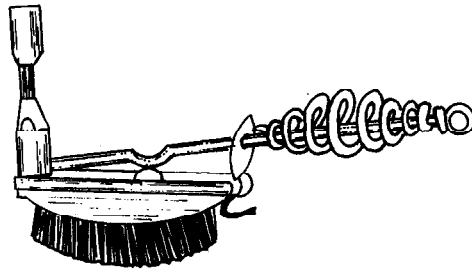


Figura 2.37

Vocabulario técnico

Piqueta Pica escoria.

Cincel Cortafrío.

2.9 JUNTAS

Son las diversas formas que presentan las uniones en las piezas, y que están estrechamente ligadas a la preparación de las mismas.

Estas formas de uniones, se realizan a menudo en los montajes de estructuras y otras tareas que efectúa el soldador.



Tipos

Generalmente se presentan en los tipos siguientes:

- ▲ Juntas a tope.
- ▲ Juntas de solape.
- ▲ Juntas en ángulo.

Juntas a tope

Son aquellas donde los bordes de las chapas a soldar, se tocan en toda su extensión, formando un ángulo de 180° entre sí, este tipo de juntas se efectúa en todas las posiciones, las juntas a tope a su vez, se subdividen en:

- ▲ Juntas a tope en bordes rectos.
- ▲ Juntas a tope en bordes achaflanados en V.
- ▲ Juntas a tope en bordes achaflanados en X.

Juntas a tope en bordes rectos

Son juntas donde el borde de las chapas no requiere preparación mecánica (Figura 2.38). Es usado este tipo de juntas, en la unión de chapas no mayores de 6 mm de espesor, también se considera esta junta para piezas que no sean sometidas a grandes esfuerzos.

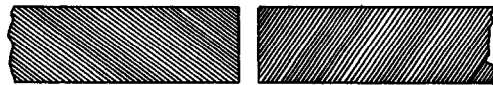


Figura 2.38

Cuando el espesor de la chapa pase de 3 mm, la separación será determinada por el diámetro del núcleo del electrodo.

Juntas a tope en bordes achaflanados en V

Son juntas en las cuales los bordes de las piezas a soldar, requieren preparación mecánica, de tal forma que al unirlos, formen una V entre sí (Figura 2.39).

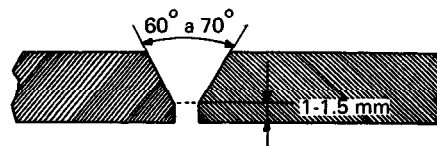


Figura 2.39

Es necesario este tipo de juntas en la soldadura de piezas cuyo espesor varía entre 6 y 12 mm, mediante esta preparación se logra la buena penetración de la soldadura, así como también el completo relleno de toda la sección. Este tipo de juntas, es frecuente en todas las posiciones.

Observación El ángulo bisel en este tipo de juntas, varía entre 60° y 70° , dependiendo el mismo, del espesor de la pieza. Este tipo de juntas, es satisfactoria para soportar condiciones de esfuerzos normales.

Juntas a tope en bordes achaflanados en X

Se refiere este tipo de juntas, a la preparación mecánica que se efectúa por ambos lados de la pieza a soldar, de tal forma que al unir dichos lados, formen una X entre sí (Figura 2.40).

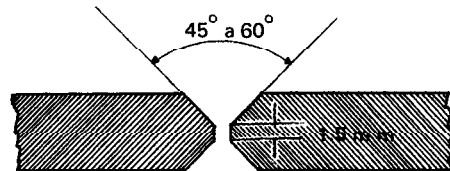


Figura 2.40

Este tipo de juntas es frecuente, en uniones de piezas que serán sometidas a grandes esfuerzos. Se aplica para todas las posiciones, y en chapas que sobrepasan los 18 mm de espesor, las mismas pueden ser soldadas con facilidad por ambos lados.

Observación El ángulo del bisel de esta junta varía entre 45° y 60° dependiendo del esfuerzo a que será sometida la pieza.

Juntas de solape

En este tipo de juntas, los bordes de las chapas, no requieren preparación mecánica ya que los mismos van superpuestos (Figura 2.41). El ancho de la solapa dependerá del espesor de la chapa.

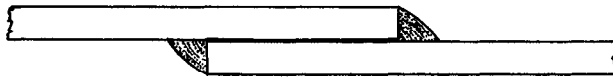


Figura 2.41

- Observaciones**
1. Para chapas de 10 mm de espesor, la solapa será de 40 a 50 mm, para espesores de 11 a 20 mm, la solapa será de 60 a 70 mm.
 2. Cuando la pieza a soldar no debe sobrepasar grandes esfuerzos mecánicos, no será necesario soldar ambos lados de las solapas. A este tipo de juntas, pertenecen también las uniones con cubrejuntas de esfuerzos, y las hay sencillas y dobles. Como su nombre lo indica sirven para reforzar las uniones a tope, realizadas según se observa en las figuras 2.42 y 2.43.

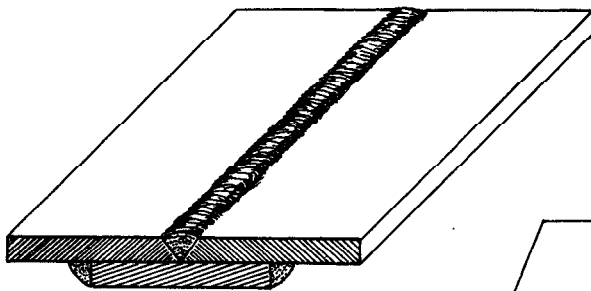


Figura 2.42

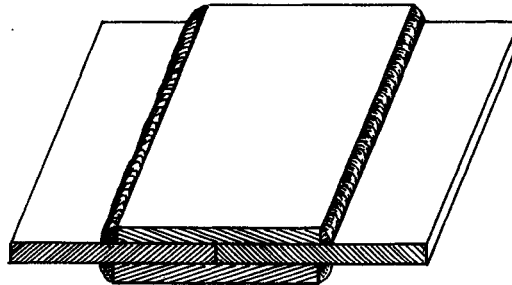


Figura 2.43

Juntas en angulo y en T

Son juntas donde las piezas debido a su configuración, forman ángulos interiores y exteriores, en el punto a soldar (Figuras 2.44 y 2.45).

Debido a esta particularidad, los bordes no requieren preparación mecánica.

Observación Es aconsejable soldar las uniones en T en forma alternada, para evitar deformaciones.

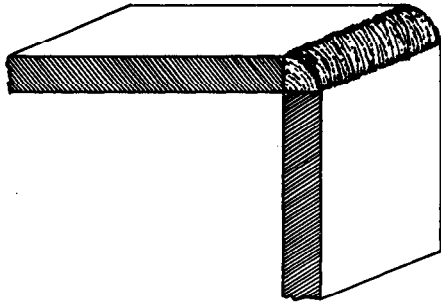


Figura 2.44

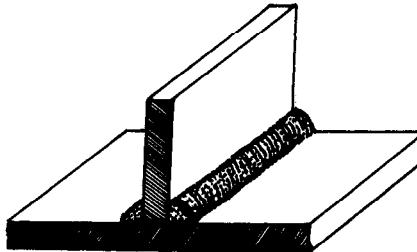


Figura 2.45

Resumen

TIPOS DE JUNTAS

Junta a tope

Bordes rectos — espesores hasta 6 mm.
Bordes achaflanados en V, espesores entre 6 y 12 mm.
Bordes achaflanados en X, espesores mayores de 12 mm.

Juntas de solape

Para chapas de 10 mm solapa, de 40 a 50 mm.
Para espesores de 11 a 20 mm, solapa de 60 a 70 mm

Juntas en ángulo y en T

2.10 ENCENDER Y MANTENER EL ARCO ELECTRICO

Esta operación es realizada para iniciar todas las labores de soldadura por arco eléctrico, razón por la cual debe ser dominada con la mayor eficiencia posible. Comprende la acción de producir un arco eléctrico entre el electrodo y la pieza, manteniéndolo sin que se apague.

Proceso de ejecución

- ▲ Primer paso *Limpie la pieza con el cepillo de acero (Figura 2.46).*

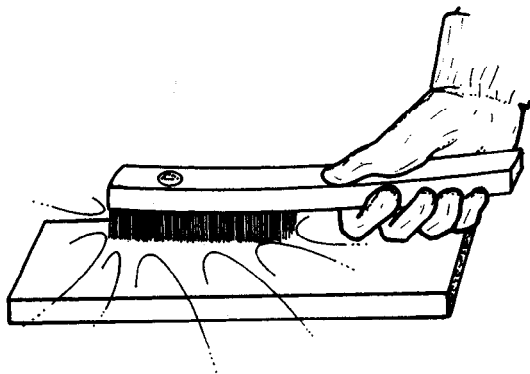


Figura 2.46

Observación El material debe quedar limpio de grasas, óxidos y pinturas.

Precaución Al limpiar la pieza protéjase la vista con gafas de seguridad.

- ▲ Segundo paso *Coloque el material sobre la mesa.*

Observación Asegúrese que la pieza quede fija (Figura 2.47).

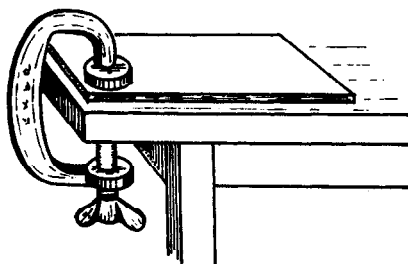


Figura 2.47

▲ Tercer paso *Encienda la máquina.*

Observación Asegúrese que la polaridad de la máquina esté de acuerdo con el electrodo a usar.

Precaución Verifique que los conductores (cables) estén en buen estado y aislados.

▲ Cuarto paso *Regule el amperaje de la máquina en función del electrodo.*

Observación La regulación se realizará de acuerdo al sistema que posee la máquina que se utilice.

▲ Quinto paso *Fije la conexión de masa sobre la mesa de soldar (Figura 2.48).*

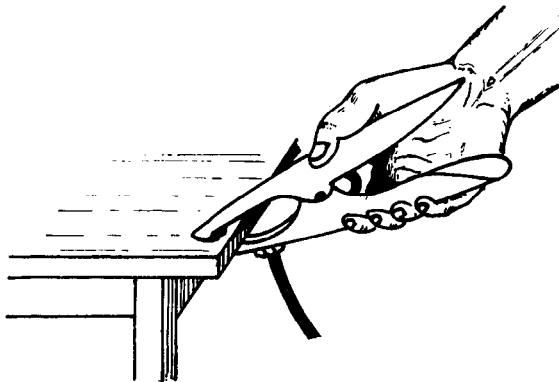


Figura 2.48

Observación Asegure el buen contacto de la conexión a masa.

▲ Sexto paso *Coloque el electrodo en la pinza porta-electrodo.*

- a) Tome la pinza porta-electrodo con la mano más hábil.
- b) Asegure el electrodo por la parte desnuda del mismo dentro de la mandíbula del porta-electrodo (Figura 2.49).

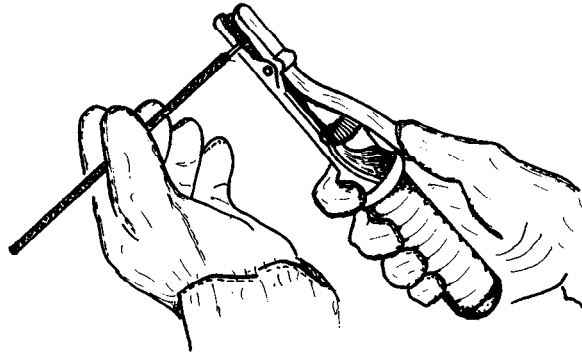


Figura 2.49

▲ Séptimo paso *Encienda el arco.*

Precaución Colóquese el equipo protector y controle su buen estado.

- a) Aproxime el extremo del electrodo a la pieza.
- b) Protéjase con la máscara.
- c) Toque la pieza con el electrodo y retírelo para formar el arco (Figura 2.50).

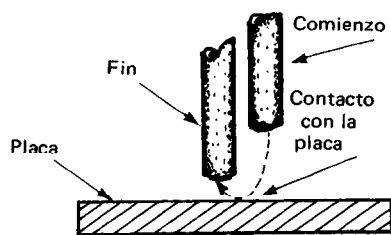


Figura 2.50

Observación El encendido puede efectuarse también por raspado (Figura 2.51).

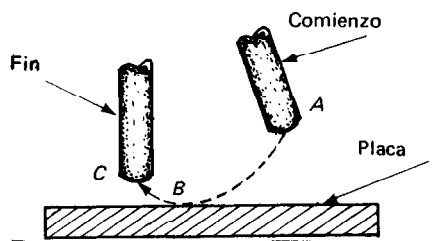


Figura 2.51

▲ Octavo paso *Mantenga el electrodo a una distancia igual al diámetro de su núcleo.*

Observación En caso de pegarse el electrodo, muévelo rápidamente (Figura 2.52).

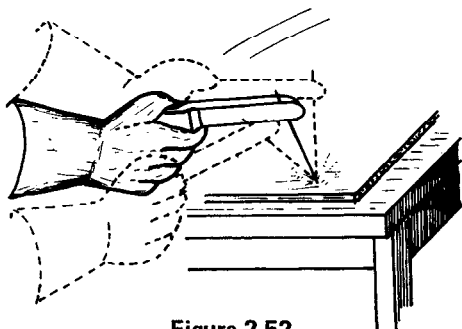


Figura 2.52

▲ Noveno paso *Apague el arco, retirando el electrodo de la pieza.*

Observación En caso de necesidad repita los pasos 7°, 8° y 9°.

Vocabulario técnico

Gafas de seguridad. Antiparras, anteojos, lentes de seguridad.

Masa. Tierra.

Máscara. Careta, pantalla.

Cepillo. Escobilla.

2.11 PUNTEAR

Es uno de los primeros conocimientos que adquiere el soldador; tiene por objeto depositar uno o más puntos de soldadura mediante un arco eléctrico, permitiéndole sujetar piezas en una alineación apropiada. Se utiliza para realizar el montaje previo a la ejecución de una soldadura.

Proceso de ejecución

▲ Primer paso *Prepare las piezas.*

- a) Revise los bordes.
- b) Enderece en caso de deformaciones.
- c) Limpie la parte a puntear.
- d) Ubique las piezas.

▲ Segundo paso *Posicione las piezas.*

Observaciones. 1. Cuando la pieza requiera achaflanado, proceda como en los casos señalados por las figuras 2.53 y 2.54.

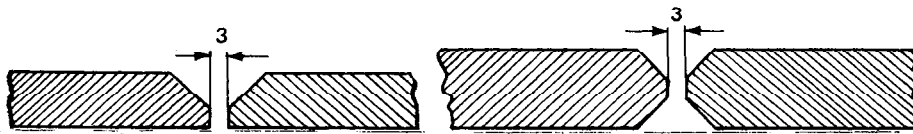


Figura 2.53

Figura 2.54

2. Cuando las piezas formen un ángulo entre ellas, proceda como indican las figuras 2.55, 2.56 y 2.57.

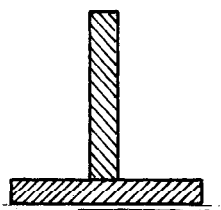


Figura 2.55

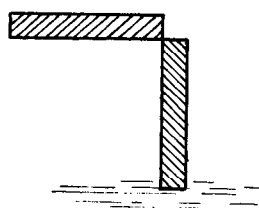


Figura 2.56



Figura 2.57

3. Cuando las piezas no requieren achaflanados, proceda conforme a la figura 2.58.



Figura 2.58

4. Cuando en las piezas se exige penetración, debe guardarse una separación entre sus bordes que sea igual al núcleo del electrodo.

- ▲ Tercer paso *Encienda la máquina.*
- ▲ Cuarto paso *Regule la máquina.*
- ▲ Quinto paso *Coloque a masa la pieza.*
- ▲ Sexto paso *Coloque el electrodo en la pinza porta-electrodo.*
- ▲ Séptimo paso *Encienda el arco.*

Precaución *Protéjase la vista bajándose la máscara.*

- ▲ Octavo paso *Deposite el material de aporte.*
- a) Toque con la punta del electrodo el lugar a puntear.
- b) Levántelo ligeramente para precalentar la zona a puntear.
- c) Mantenga el arco y suelde.

Observaciones 1. El punto tiene que estar fusionado con las piezas a soldar (Figura 2.59).



Figura 2.59

2. La longitud del punto y el número de ellos dependerá del tamaño de la pieza.

- ▲ Noveno paso *Apague el arco.*



Observación Coloque la pinza en un lugar que no haga contacto.

- ▲ Décimo paso *Limpie* los puntos con la piqueta (Figura 2.60) y cepillo de alambre.

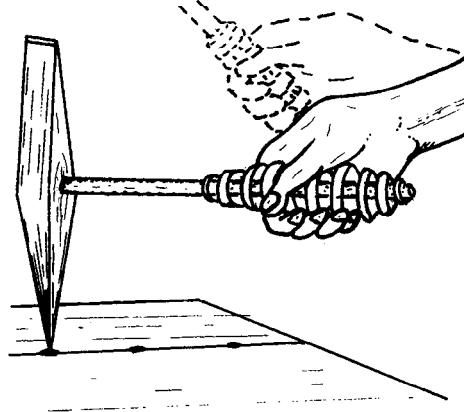


Figura 2.60

Precaución Protéjase la vista con gafas o máscara.

Vocabulario técnico

Piqueta Pica-escoria.

2.12 MOVIMIENTOS DEL ELECTRODO

Movimientos

Esta denominación abarca a los movimientos que se realizan con el electrodo a medida que se avanza en una soldadura; estos movimientos se llaman de oscilación, son diversos y están determinados principalmente por la clase de electrodo y la posición de la unión.

Movimiento de zig-zag (longitudinal)

Es el movimiento zigzagueante en línea recta efectuado con el electrodo en sentido del cordón (Figura 2.61). Este movimiento se usa en posición pla-

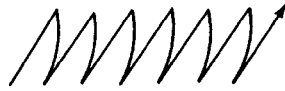


Figura 2.61

na para mantener el cráter caliente y obtener una buena penetración. Cuando se suelda en posición vertical ascendente, sobre cabeza y en juntas muy finas, se utiliza este movimiento para evitar acumulación de calor e impedir así que el material aportado gotee.

Movimiento circular

Se utiliza esencialmente en cordones de penetración donde se requiere poco depósito, su aplicación es frecuente en ángulos interiores, pero no para relleno o capas superiores. A medida que se avanza, el electrodo describe una trayectoria circular (Figura 2.62).



Figura 2.62

Movimiento semicircular

Garantiza una fusión total de las juntas a soldar. El electrodo se mueve a través de la junta, describiendo un arco o media luna, lo que asegura la buena fusión en los bordes (Figura 2.63). Es recomendable, en juntas chaflanadas y recargue de piezas.



Figura 2.63

Movimiento de zig-zag (transversal)

El electrodo se mueve de lado a lado mientras se avanza (Figura 2.64). Este movimiento se utiliza principalmente para efectuar cordones anchos. Se obtiene un buen acabado en sus bordes, facilita que suba la escoria a la superficie, permite el escape de los gases con mayor facilidad y evita la porosidad en el material depositado.



Figura 2.64

Este movimiento se utiliza para soldar en toda posición.

Movimiento entrelazado

Este movimiento se usa generalmente en cordones de terminación, en tal caso se aplica al electrodo una oscilación lateral (Figura 2.65), que cubre totalmente los cordones de relleno. Es de gran importancia que el movimiento sea uniforme, ya que se corre el riesgo de tener una fusión deficiente en los bordes de la unión.

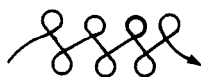


Figura 2.65

Vocabulario técnico

Recargue. Relleno

Zig — zag. Chicote, látigo.

Pase. Pasada, capa, cordón

2.13 SOLDAR A TOPE SIN CHAFLAN (POSICION PLANA)

Esta operación consiste en unir piezas por sus bordes, soldadas desde el lado superior en posición plana, siendo la más común y conveniente en todo trabajo del soldador.

Es usada frecuentemente en las construcciones metálicas, por ejemplo: cubiertas de barcos, fondos de tanques y carrocerías.

Proceso de ejecución

- ▲ Primer paso *Prepare las piezas.*
- ▲ Segundo paso *Ubique y fije las piezas en posición plana.*

Observación La separación de las piezas varía de acuerdo al espesor de las mismas y al núcleo del electrodo a utilizar.

▲ Tercer paso *Encienda y regule la máquina.*

▲ Cuarto paso *Puntee.*

Observaciones 1. El punteado debe ser alternado (Figura 2.66).

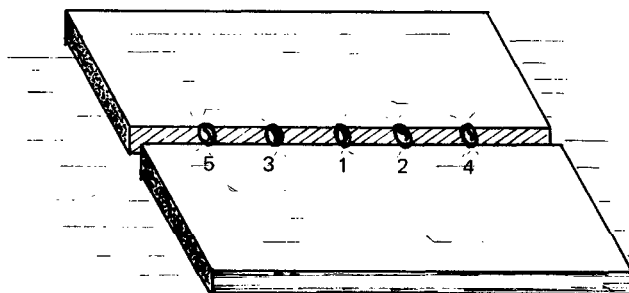


Figura 2.66

2. Mantenga la separación de las piezas durante el punteado usando cuñas (Figura 2.67).

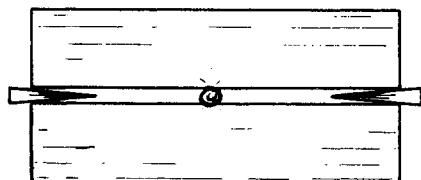


Figura 2.67

▲ Quinto paso *Limpie los puntos con piqueta y cepillo.*

Precaución Protéjase la vista con gafas de seguridad.

▲ Sexto paso *Inicie el cordón.*

a) Inclíne el electrodo en dirección al avance (Figura 2.68).

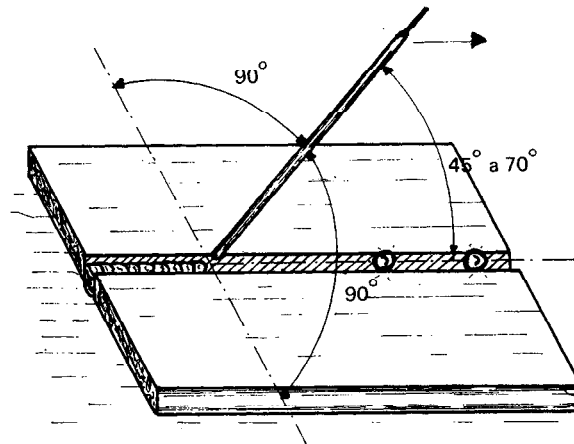


Figura 2.68

b) Oscile el electrodo cubriendo los dos bordes (Figura 2.69).

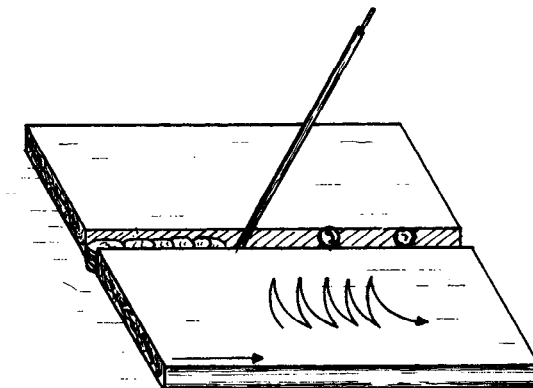


Figura 2.69

Observación Si la penetración es deficiente, aumente la intensidad.

c) Penetre a través de ambos bordes hasta la parte inferior manteniendo una velocidad de avance constante.

- ▲ Séptimo paso *Interrumpa el cordón* (Figura 2.70).

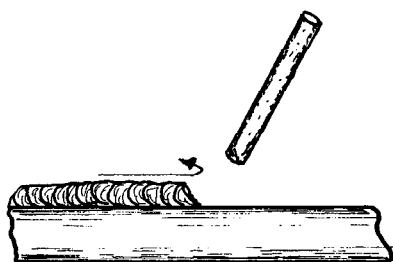


Figura 2.70

- ▲ Octavo paso *Limpie el cráter*.

- ▲ Noveno paso *Reinicie el cordón*.

Observación Precaliente y rellene el cráter antes de continuar (Figuras 2.71 y 2.72).

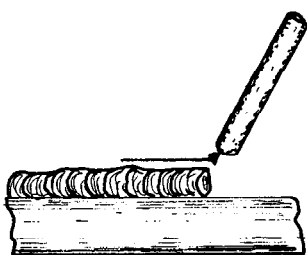


Figura 2.71

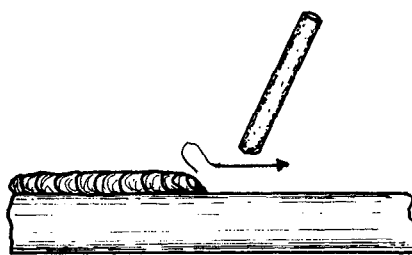


Figura 2.72

- ▲ Décimo paso *Finalice el cordón*.

Observación Al finalizar el cordón llene el cráter depositando material.

- ▲ Décimo primer paso *Limpie todo el cordón* con piqueta y cepillo.

Vocabulario técnico

Cordón. Costura.

Soldar en ángulo (posición plana)

Tiene por objeto unir dos piezas que formen un ángulo entre sí. Esta operación constituye una de las bases dentro del aprendizaje, ya que su aplicación es muy frecuente. Su uso es muy común en estructuras de edificios, puentes y barcos.

Proceso de ejecución

- ▲ Primer paso *Prepare las piezas, formando un ángulo (Figuras 2.73 y 2.74).*

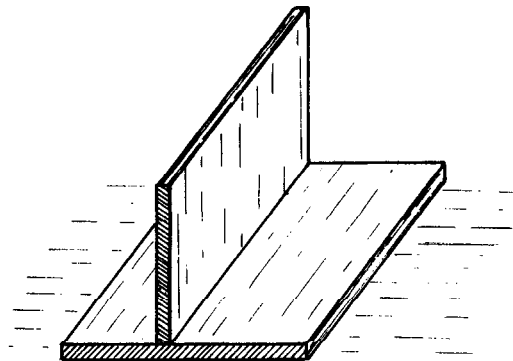


Figura 2.73

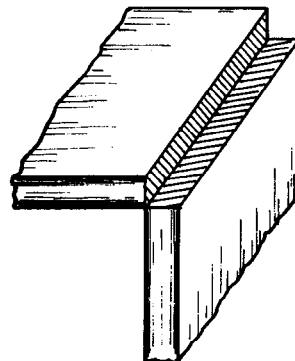


Figura 2.74

- ▲ Segundo paso *Encienda y regule la máquina.*
- ▲ Tercer paso *Puntee las piezas en forma alternada (Figura 2.75).*

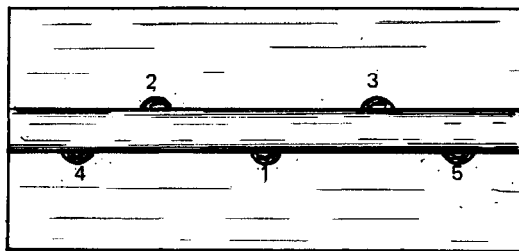


Figura 2.75

- ▲ Cuarto paso *Suelde.*
- a) Inicie el cordón de raíz.

b) Incline el electrodo (Figuras 2.76 y 2.77).

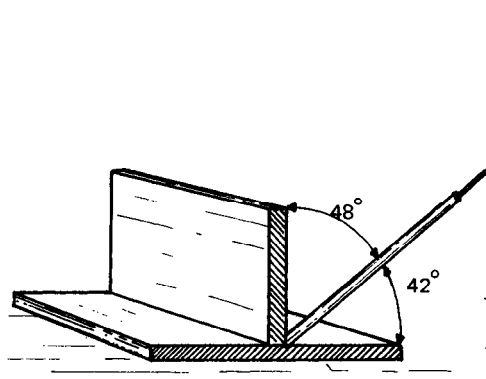


Figura 2.76

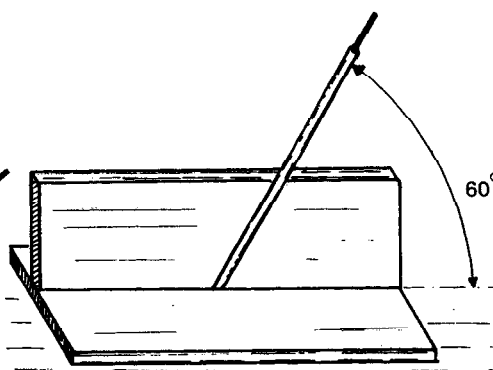


Figura 2.77

c) Avance y oscile el electrodo con movimiento de zig-zag (Figura 2.78).

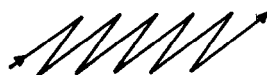


Figura 2.78

d) Finalice y limpie el cordón.

▲ Quinto paso *Deposite el resto de los cordones* (Figuras 2.79 y 2.80).

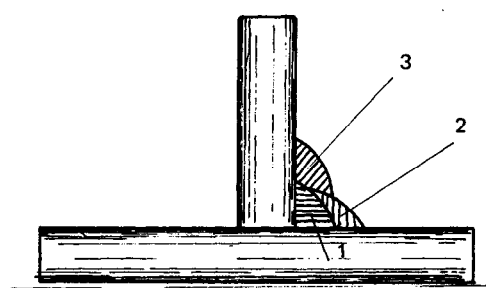


Figura 2.79

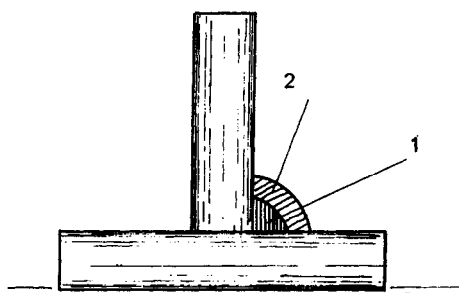


Figura 2.80

Observación Cuando se depositan cordones escalonados se debe tomar 1/3 del cordón anterior (Figura 2.81).

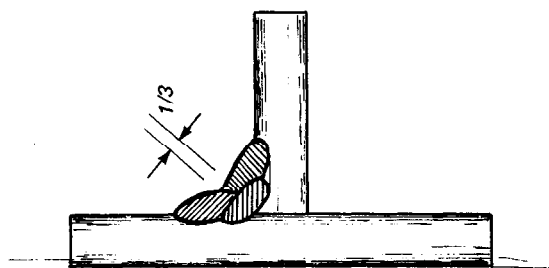


Figura 2.81

- a) Oscile el electrodo en el resto de los cordones con movimiento en zig-zag curvo o semicircular (Figura 2.82).

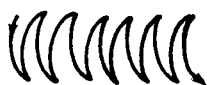


Figura 2.82

- b) Deposite el segundo cordón inclinando el electrodo conforme a la figura 2.83.
c) Deposite el tercer cordón inclinando el electrodo conforme a la figura 2.84.

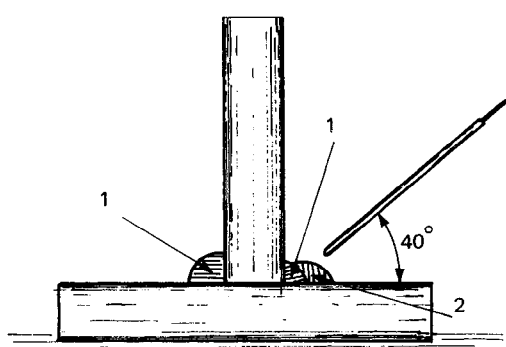


Figura 2.83

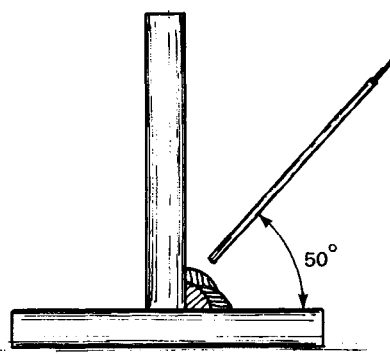


Figura 2.84

Observación Al finalizar limpie los cordones.

Vocabulario técnico

Chicote. Diente de sierra, látigo.

Soldar a tope sin chaflán (posición horizontal)

Este tipo de unión se refiere a soldaduras que se realizan sobre bordes sin preparación mecánica previa. Esto permite obtener un gran rendimiento en piezas que no estarán expuestas a esfuerzos considerables.

En la industria se aplica frecuentemente en la ejecución de diversas instalaciones, como por ejemplo: estanques de almacenamiento sin presión.

Proceso de ejecución

▲ Primer paso *Prepare las piezas.*

- a) Aproxime los bordes a soldar.
- b) Guarde una separación aproximada al núcleo del electrodo.

Observación Cuando la soldadura se efectúa en láminas finas, no existirá separación entre ellas.

▲ Segundo paso *Encienda y regule la máquina.*

▲ Tercer paso *Puntee las piezas.*

▲ Cuarto paso *Deposite el primer cordón (Figura 2.85).*

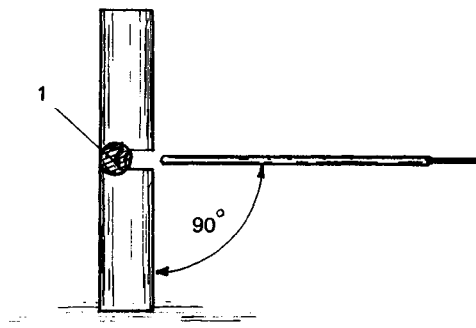


Figura 2.85

- a) Incline el electrodo (Figura 2.86).
- b) Haga el cordón, oscilando el electrodo conforme a la figura 2.86.
- c) Limpie el cordón.



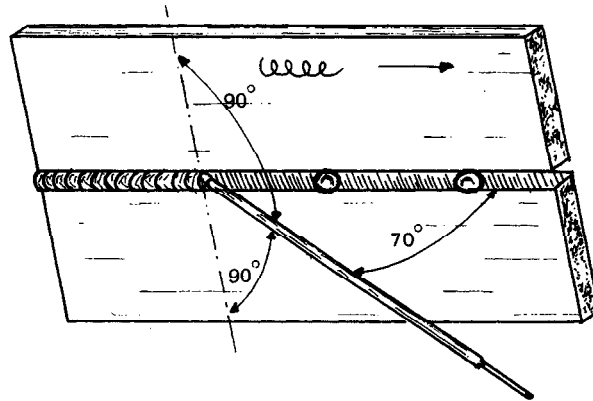


Figura 2.86

▲ Quinto paso *Deposite el segundo cordón* (Figura 2.87).

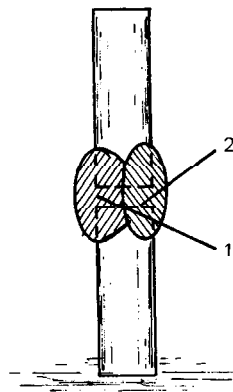


Figura 2.87

▲ Sexto paso *Limpie el cordón.*

Observación Cuando la pieza no está sometida a grandes esfuerzos y no precisa gran penetración, con una pasada es suficiente.

Soldar vertical descendente

En muchas oportunidades se encuentra el soldador ante la necesidad de hacer cordones en posición vertical descendente, ya que esta operación permite gran rendimiento y menor deformación en las estructuras soldadas. Se aplica generalmente en trabajos de chapa fina, donde las piezas soldadas no son sometidas a grandes esfuerzos.

Proceso de ejecución

▲ Primer paso *Prepare las piezas.*

Observación Las piezas pueden prepararse de acuerdo a las alternativas: A-B C-D (Figura 2.88).

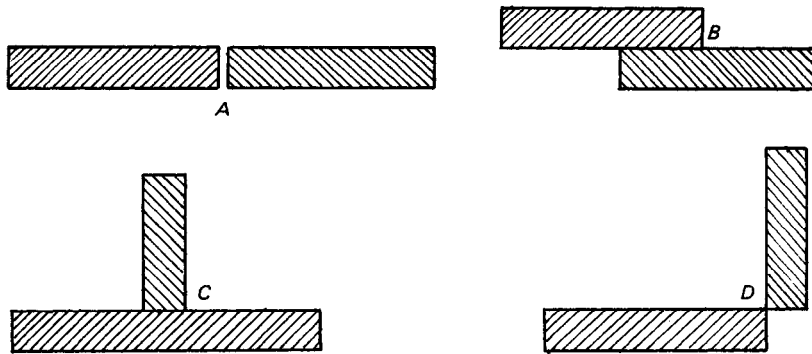


Figura 2.88

▲ Segundo paso *Encienda y regule la máquina.*

Observación Aumente la intensidad de la corriente hasta un 15% de la utilizada normalmente. Este aumento se debe a la mayor velocidad de avance que requiere este tipo de junta.

▲ Tercer paso *Puntee las piezas.*

▲ Cuarto paso *Limpie las piezas.*

▲ Quinto paso *Deposite el cordón.*

Observaciones 1. Mantenga la inclinación y velocidad de avance constante a lo largo de la junta (Figura 2.89).
2. Siga los movimientos indicados en la figura 2.90.

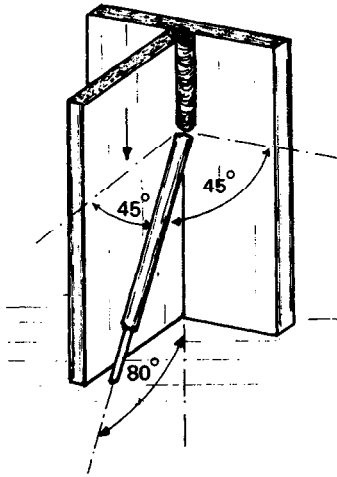


Figura 2.89

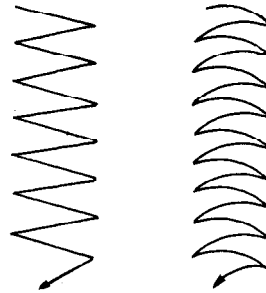


Figura 2.90

Soldar a tope sin chaflán (posición vertical ascendente)

Se considera que la soldadura vertical ascendente a tope es una operación que tiene gran importancia en los trabajos del soldador, por presentar dificultades en su ejecución. La misma tiene por objeto unir dos o más piezas de espesor entre 5 y 7 mm por medio de cordones de soldadura, efectuados de abajo hacia arriba. Es utilizada en las construcciones de barcos, tanques de almacenamiento, reparaciones de equipos pesados, refinerías y plantas termoelectricas.

Proceso de ejecución

- ▲ Primer paso *Prepare las piezas.*
- ▲ Segundo paso *Encienda y regule la máquina.*
- ▲ Tercer paso *Puntee las piezas (Figura 2.91).*

- Observaciones**

 1. La separación entre las piezas debe mantenerse constante a medida que se efectúan los puntos.
 2. En piezas grandes, la separación entre los puntos será de 20 a 30 veces el espesor del material base.

- ▲ Cuarto paso *Limpie los puntos utilizando la piqueta y el cepillo de acero.*

Precaución Protéjase la vista con gafas de seguridad.

▲ Quinto paso *Deposite el primer cordón.*

a) Incline el electrodo (Figura 2.92).

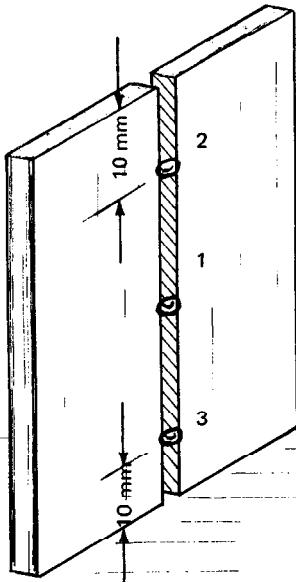


Figura 2.91

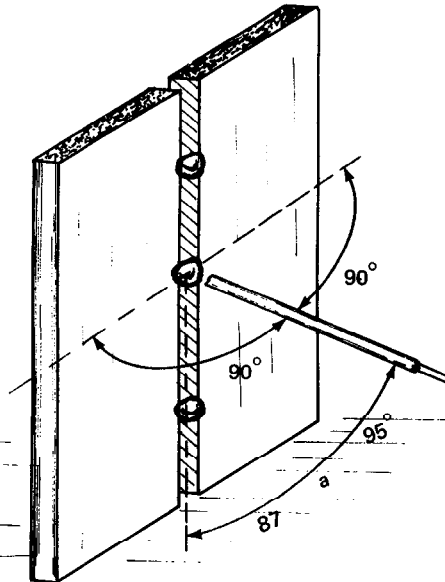


Figura 2.92

b) Avance, haciendo oscilar el electrodo con movimiento zig-zag (Figura 2.93).

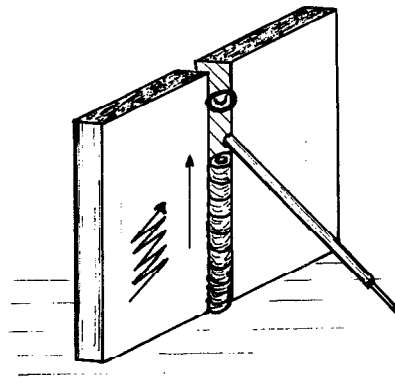


Figura 2.93

Observación También se pueden utilizar los movimientos conforme a las figuras 2.94 y 2.94a.

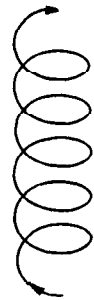


Figura 2.94



Figura 2.94a

c) Limpie el cordón realizado.

▲ Sexto paso *Deposite el resto de los cordones* (Figura 2.95).

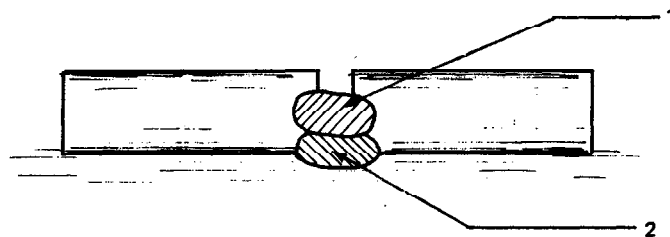


Figura 2.95

Observación En caso de efectuar más de un cordón, utilice la oscilación indicada en la figura 2.94a para cada uno de ellos.

▲ Séptimo paso *Deposite el cordón en la cara posterior repitiendo el 6° paso* (Figura 2.96).

Soldar en ángulo (posición vertical ascendente)

Es una unión de dos piezas en ángulo, por medio de cordones realizados en posición vertical ascendente. Tienen gran aplicación en piezas que no pue-

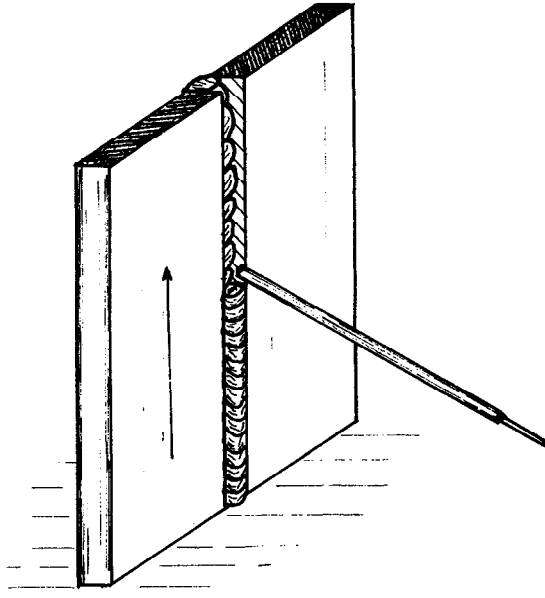


Figura 2.96

den posicionarse, debido al tamaño del montaje o por encontrarse fijas. Ejemplo: estructuras de puentes y edificios.

Proceso de ejecución

▲ Primer paso *Prepare las piezas.*

a) *Coloque las piezas formando un ángulo.*

Observación Las piezas pueden ubicarse según el perfil que se requiera (Figuras 2.97, 2.98 y 2.99).

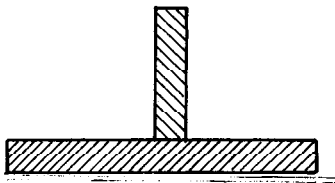


Figura 2.97

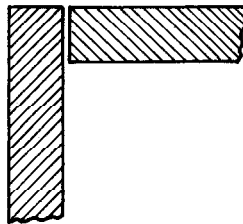


Figura 2.98

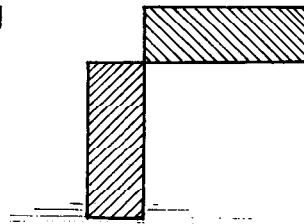


Figura 2.99

▲ Segundo paso *Encienda y regule la máquina.*

▲ Tercer paso *Puntee.*

Observaciones 1. De ser posible, puntee del lado opuesto a la ejecución de la soldadura.
2. Cuando las piezas formen una "T", alterne las puntadas.

▲ Cuarto paso *Limpie los puntos.*

▲ Quinto paso *Deposite el primer cordón.*

a) Deposite el cordón de raíz inclinando el electrodo (Figura 2.100).

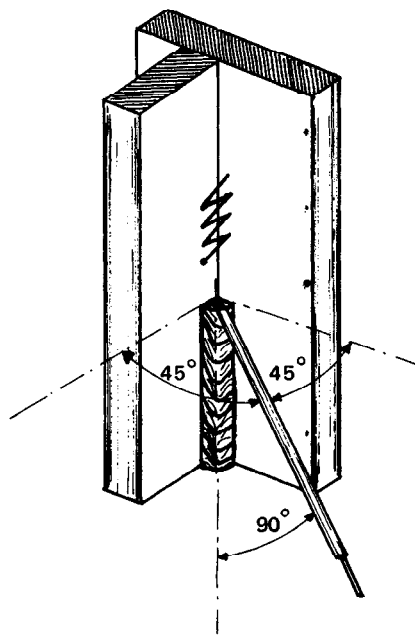


Figura 2.100

- Observaciones**
1. Mantenga el arco corto fundiendo ambos lados con el movimiento indicado en la figura 2.101.
 2. Cuando las piezas formen una "T", alterne el depósito de los cordones (Figura 2.102) para evitar deformaciones.

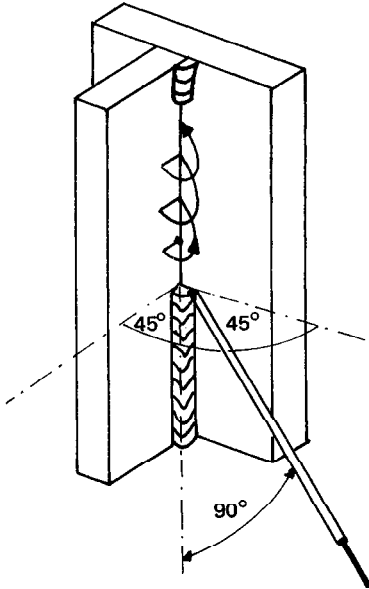


Figura 2.101

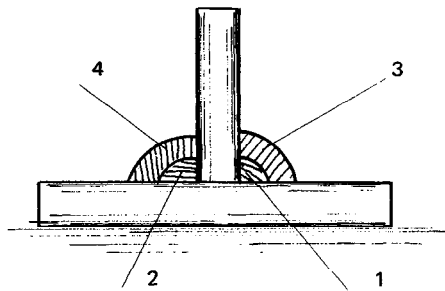


Figura 2.102

b) Limpie el cordón.

Observación La limpieza tiene que ser total para eliminar incrustaciones en los demás cordones.

▲ Sexto paso *Deposite el segundo cordón* con el movimiento indicado (Figura 2.103).

Observación Avance manteniendo una velocidad constante.

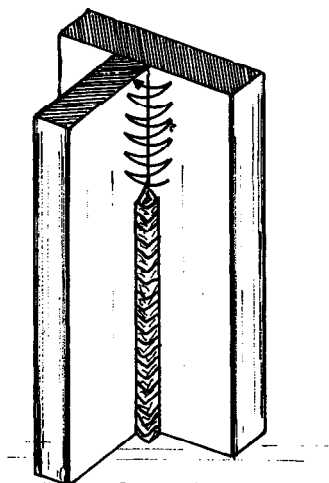


Figura 2.103

▲ Séptimo paso *Deposite el resto de los cordones.*

- Observaciones
1. En los demás cordones, debe hacerse una detención del electrodo en los bordes del cordón, para conseguir buena fusión y evitar socavaciones.
 2. Si el metal fundido se escurre, disminuya la intensidad de corriente.
 3. La cantidad de cordones se establece según el espesor del material y las exigencias a que deba someterse la pieza.
 4. Limpie cada vez que finalice el cordón.

Soldar en ángulo (posición sobre-cabeza)

Esta operación se caracteriza por el grado de dificultad que presenta el control de metal líquido, al tener que depositarse desde el lado inferior de la pieza. Comúnmente se realiza en piezas fijas o estructuras de gran volumen.

Proceso de ejecución

▲ Primer paso *Prepare las piezas y puntee dos planchas formando una "T".*

- ▲ Segundo paso *Posicione las piezas a una altura tal que el soldador pueda consumir la totalidad del electrodo con facilidad.*

Precauciones

1. *Fije fuertemente las piezas para evitar una caída.*
2. *Use el equipo protector completo.*
3. *Evite que el peso del cable actúe directamente sobre la mano.*

- ▲ Tercer paso *Deposite el cordón de raíz (Figura 2.104).*

- a) *Incline el electrodo.*
- b) *Mantenga un ligero movimiento de tejido corto.*

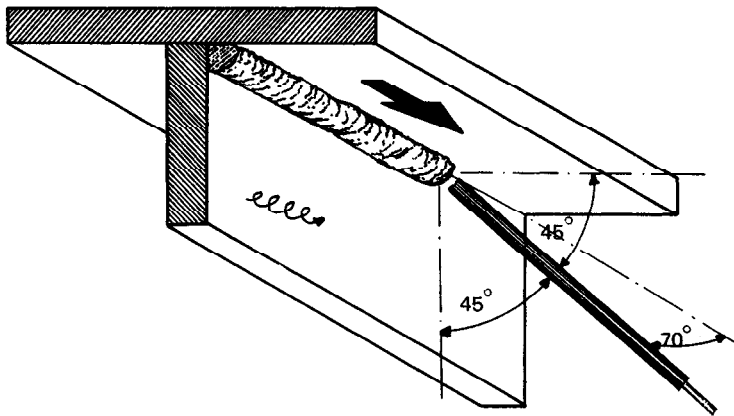


Figura 2.104

Observación *Fusione la arista del vértice del ángulo.*

- ▲ Cuarto paso *Limpie con cuidado el cordón.*

Precaución *Use los anteojos de seguridad.*



- ▲ Quinto paso *Deposite el segundo cordón* (Figura 2.105).

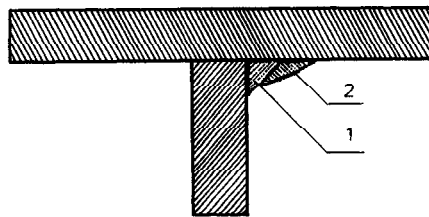


Figura 2.105

- a) Incline el electrodo apuntando hacia la junta superior.
- b) Suelde el cordón en la parte superior del primero, montando hasta la mitad sobre el cordón ya depositado.
- c) Limpie el cordón.

- ▲ Sexto paso *Deposite el tercer cordón.*

- a) Comience apuntando en la parte inferior del primer depósito montando $1/3$ sobre el segundo cordón (Figura 2.106).

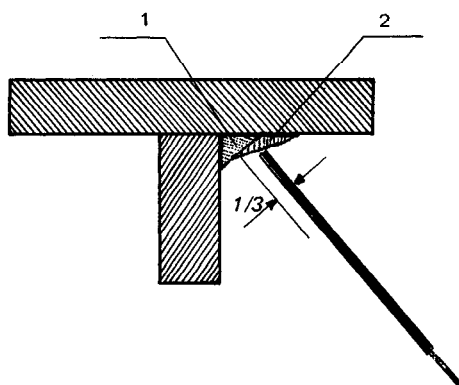


Figura 2.106

- b) Avance fundiendo ambos cordones con la pared vertical, haciendo movimiento como la figura 2.104.

Observación Mantenga una velocidad de avance constante para evitar la caída del material.

c) Limpie todo el cordón.

Vocabulario técnico

Sobre-cabeza. De techo.

Soldar a tope sin chaflán (posición sobre-cabeza)

Es un procedimiento que requiere mucha destreza por parte del soldador. Consiste en unir dos piezas colocadas a tope, por medio de cordones de soldadura efectuados desde la parte inferior de la junta. Su aplicación es frecuente en piezas que, por su tamaño, no pueden adecuarse para poder ser soldadas en otra posición. Es muy usual en construcción de barcos, estructuras metálicas y refinerías.

Proceso de ejecución

▲ Primer paso *Prepare las piezas.*

Observación Las piezas se puntearán en posición plana.

▲ Segundo paso *Posicione las piezas a una altura sobre la cabeza.*

Precauciones 1. Fije las piezas fuertemente para evitar su caída.
2. Use el equipo de protección completo.

▲ Tercer paso *Deposite el cordón de penetración.*

- a) Incline el electrodo (Figura 2.107).
- b) Avance y oscile el electrodo (Figura 2.108).

Observación Mantenga constante la inclinación del electrodo a medida que éste avanza.

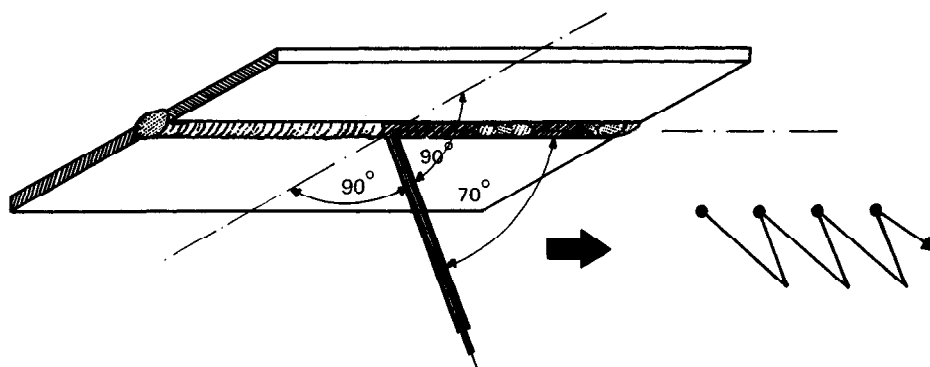


Figura 2.107

Figura 2.108

▲ Cuarto paso *Limpie el cordón de penetración.*

Precaución Use gafas de seguridad.

▲ Quinto paso *Deposite el cordón de remate (Figura 2.109).*

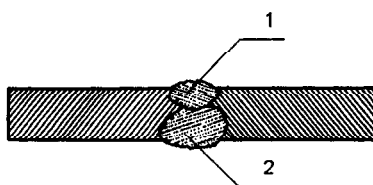


Figura 2.109

a) Incline el electrodo y avance oscilándolo según figura 2.110.

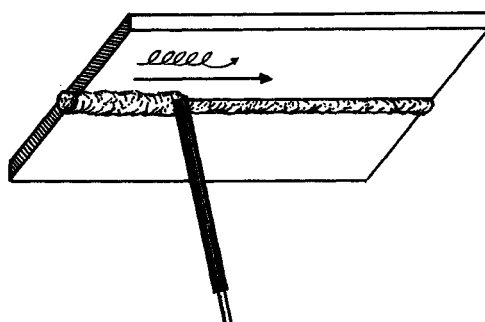


Figura 2.110

b) Limpie el cordón.

Observación El ancho del cordón debe sobrepasar aproximadamente un diámetro de la parte metálica del electrodo en los bordes de la junta (Figura 2.111).

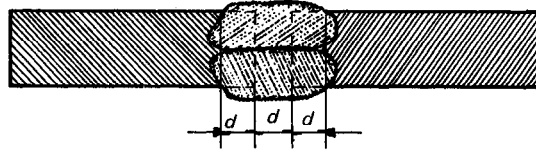


Figura 2.111

Vocabulario técnico

Remate. Acabado, terminación.

2.14 SOLDAR A TOPE CON CHAFLAN (POSICION PLANA)

Tiene por objeto unir piezas de espesores gruesos para lo cual se hace un chaflanado previo a la ejecución de la soldadura, con la finalidad de conseguir mayor resistencia. Se aplica en construcciones de tanques, trenes, refinerías y estructuras de plantas termoeléctricas.

Proceso de ejecución.

▲ Primer paso *Prepare el material.*

a) Limpie las piezas achaflanadas con el cepillo de acero.

Observación El hombro debe tener la misma altura en ambas piezas (Figura 2.112).

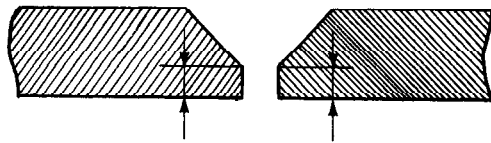


Figura 2.112

b) Fije las piezas sobre la mesa de trabajo para evitar las contracciones del material.

▲ Segundo paso *Encienda* y regule la máquina.

▲ Tercer paso *Puntee*.

Observaciones 1. Siempre que sea posible, puntee las piezas por la parte posterior del chaflanado (Figura 2.113).

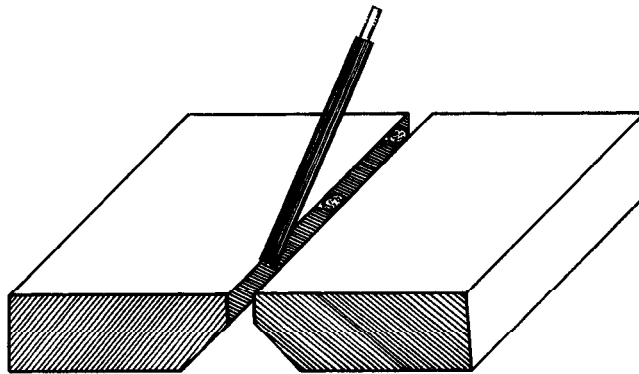


Figura 2.113

2. Al realizar este paso es conveniente usar puntos bajos, pero bien fusionados.

▲ Cuarto paso *Limpie* los puntos efectuados usando piqueta y cepillo de acero.

Precaución Antes de iniciar la limpieza, colóquese sus gafas de seguridad.

▲ Quinto paso *Suelde*.

a) Inicie el cordón de raíz.

Observación Al iniciar el cordón, encienda el arco dentro del chaflán (Figura 2.114).

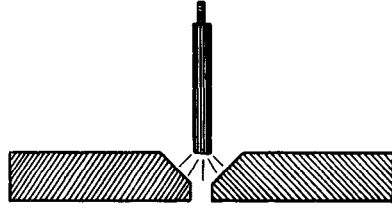


Figura 2.114

- b) Incline el electrodo (Figura 2.115).
- c) Avance oscilando el electrodo (Figura 2.116).
- d) Finalice y limpie el cordón de raíz.

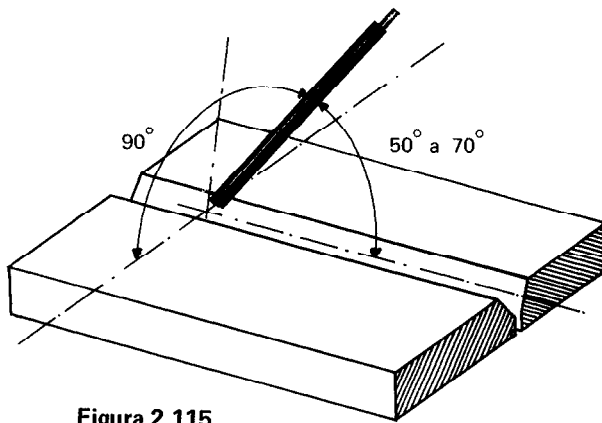


Figura 2.115



Figura 2.116

- ▲ Sexto paso *Deposite* el resto de los cordones hasta que los mismos cubran el chaflán (Figura 2.117).

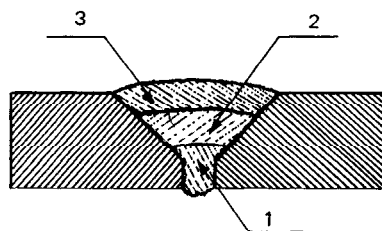


Figura 2.117

- Observaciones**
1. Después de cada pasada limpie el cordón depositado.
 2. En el caso de tener que empalmar el cordón limpie el cráter.

Vocabulario técnico

Chaflán. Bisel.

Cordón de raíz. Cordón de penetración.

Soldar a tope con chaflán (posición horizontal)

Es uno de los procesos mediante el cual se unen dos piezas previamente preparadas, de manera tal que los bordes a soldar formen un bisel en V o en X. Toda unión con preparación especial en sus bordes exige una cuidadosa elaboración mecánica y la calidad de ésta depende en gran parte de la destreza del soldador. Este tipo de unión tiene una gran aplicación en estructuras metálicas en general, donde se requiere gran penetración y resistencia.

Proceso de ejecución

- ▲ Primer paso *Prepare las piezas.*

- Observaciones**
1. El chaflán debe tener en ambas piezas la misma inclinación (Figura 2.118).

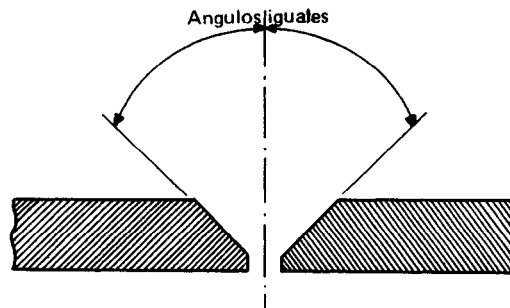


Figura 2.118

2. El hombro debe tener en ambas piezas la misma altura.

- ▲ Segundo paso *Encienda y regule la máquina.*

Observación La intensidad será de 5 ó 10% inferior a la utilizada en soldadura plana.

- ▲ Tercer paso *Puntee las piezas.*

Observación Las piezas deben tener una separación entre los bordes a soldar de 2 a 3 mm.

- ▲ Cuarto paso *Limpie los puntos efectuados.*

- ▲ Quinto paso *Deposite el cordón de penetración.*

Observaciones 1. El cordón de penetración debe fundir completamente los hombros del chaflán (Figura 2.119).

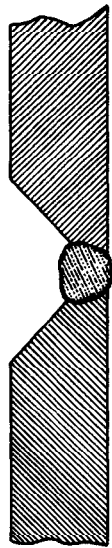


Figura 2.119

2. El depósito excesivo del cordón de penetración no es recomendable.

- a) Incline el electrodo (Figura 2.120).
- b) Avance moviendo longitudinalmente el electrodo en forma de chicote, deteniéndose brevemente según indica la figura 2.121.

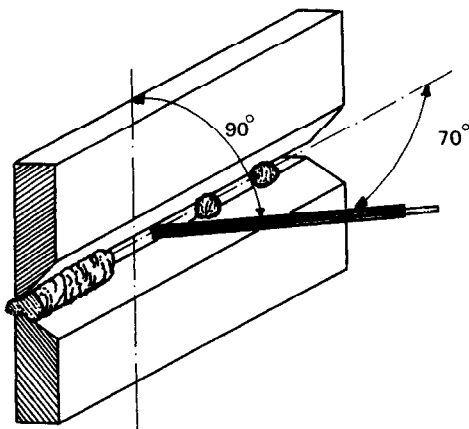


Figura 2.120

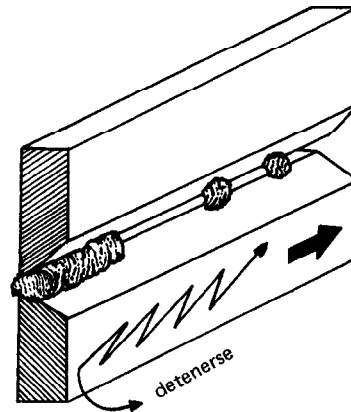


Figura 2.121

- c) Limpie el cordón realizado.

▲ Sexto paso *Deposite el resto de los cordones.*

Observaciones

1. Los cordones deben quedar fusionados entre sí.
2. Los cordones deben ser superpuestos como indica la figura 2.122.

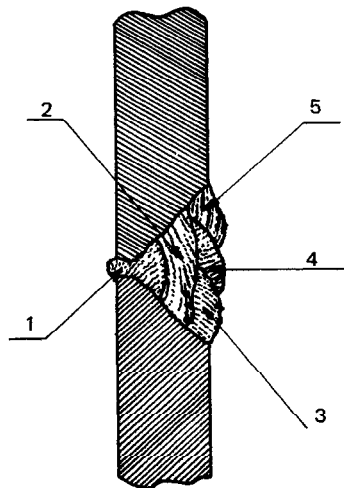


Figura 2.122



3. Al efectuar los cordones restantes, mueva el electrodo en forma circular (Figura 2.123).

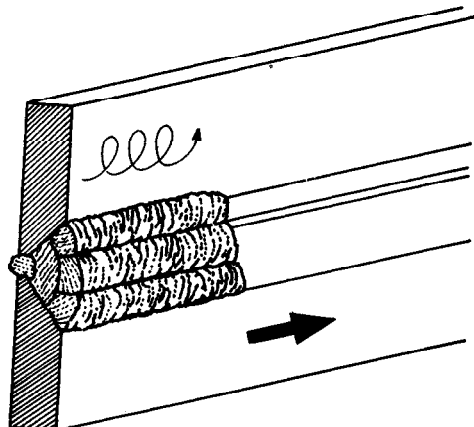


Figura 2.123

4. En los casos en que se utilice chaflán en X, repita este paso.

Soldar a tope con chaflán (posición vertical ascendente)

Consiste en unir dos piezas en posición vertical por medio de cordones depositados en forma ascendente, con el fin de ejecutar montajes que son sometidos a grandes esfuerzos. Se utiliza en las construcciones metálicas en general, por ejemplo: buques, tanques de almacenamiento, refinerías y plantas termoeléctricas.

Proceso de ejecución

- ▲ Primer paso *Prepare las piezas.*

Observación Verifique las condiciones del chaflán limpiando las escorias y esmerilando los bordes.

- ▲ Segundo paso *Encienda y regule la máquina.*

- ▲ Tercer paso *Puntee las piezas* (Figura 2.124).

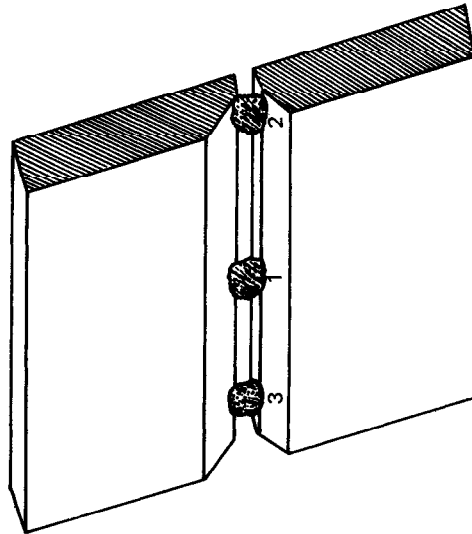


Figura 2.124

Observación La separación de las piezas debe ser igual al diámetro del núcleo del electrodo.

- ▲ Cuarto paso *Limpie los puntos*.
- ▲ Quinto paso *Deposite el primer cordón*.

Observación El cordón de penetración debe sobrepasar 1,5 mm la superficie posterior de la pieza (Figura 2.125).

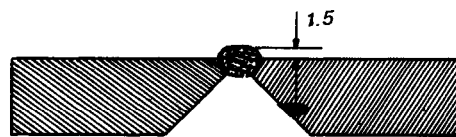


Figura 2.125

- a) Incline el electrodo (Figura 2.126).
- b) Avance el electrodo con un movimiento de zig-zag.
- c) Limpie el cordón.

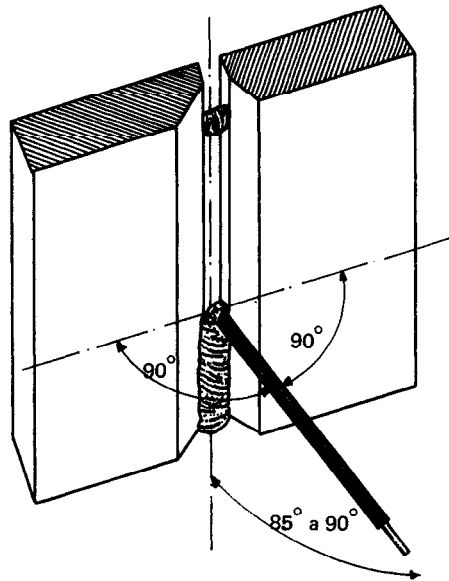


Figura 2.126

Observación Antes de limpiar el cordón espere que se enfríe la escoria.

Precaución Use gafas de protección cuando limpie el cordón.

- ▲ Sexto paso *Deposite* el resto de los cordones que sean necesarios de acuerdo a la figura 2.127.

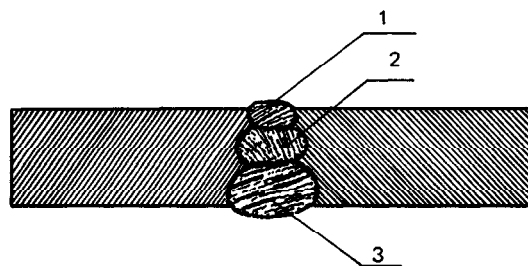


Figura 2.127

Observación La oscilación del resto de los cordones se realiza según la figura 2.128.



Figura 2.128

Vocabulario técnico

Buques. Barcos.

Soldar a tope con chaflán (posición sobre-cabeza)

Los depósitos que se realizan sobre bordes achaflanados y en posición sobre cabeza deben satisfacer las exigencias de calidad, a pesar de los inconvenientes de la posición. Estos tipos de unión se aplican en estanques de presión o en estructuras sometidas a grandes esfuerzos mecánicos.

Proceso de ejecución

▲ Primer paso *Prepare las piezas.*

- a) Ubique las piezas.
- b) Puntee las piezas.
- c) Posicione la pieza.

Precaución *Asegúrese que la pieza quede firme para evitar accidentes por caída de la misma.*

▲ Segundo paso *Deposite cordón de penetración.*

- a) Inclíne el electrodo (Figura 2.129).

- b) Aplique un movimiento de chicote (Figura 2.129a).
- c) Limpie.

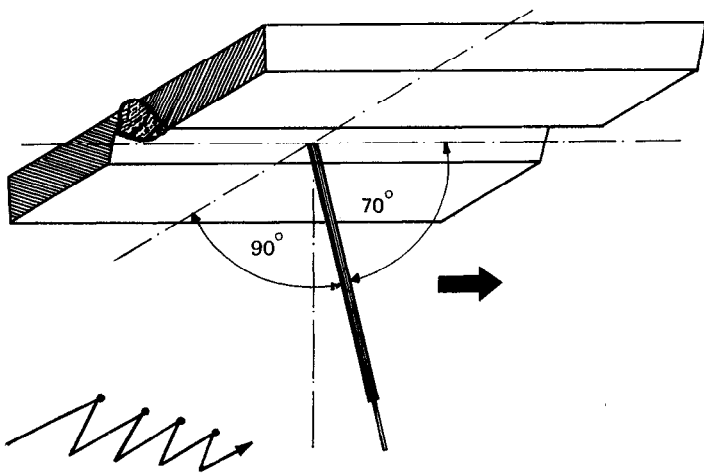


Figura 2.129

Observación Si es necesario, use un buril para obtener una limpieza profunda.

- ▲ Tercer paso *Deposite el resto de los cordones* (Figura 2.129a).

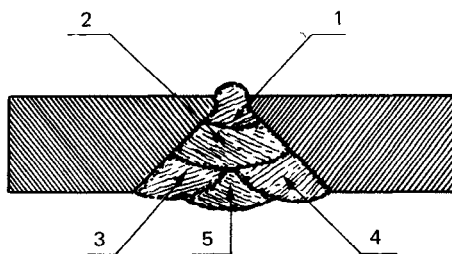


Figura 2.129 a

- Observaciones**
- 1. Varíe la inclinación del electrodo en los cordones 3 y 4 (Figura 2.130).
 - 2. Al finalizar cada cordón limpie profundamente.

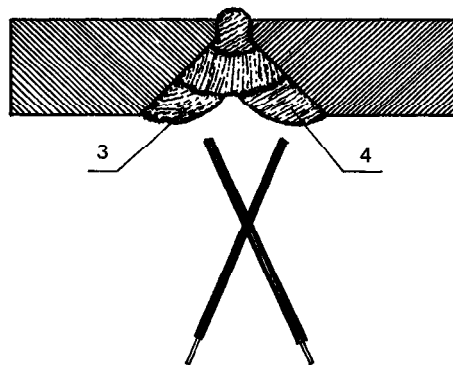


Figura 2.130

Precaución Protéjase la vista con gafas de seguridad.

2.15 CUALIDADES CARACTERÍSTICAS Y RECOMENDACIONES

Una buena soldadura debe ofrecer entre otras cosas, seguridad y calidad. Para alcanzar estos objetivos, se requiere que los cordones de soldadura, sean efectuados con un máximo de habilidad, buena regulación de la intensidad y buena selección de electrodos.

Características de una buena soldadura

Una buena soldadura debe poseer las siguientes características:

- a) Buena penetración.
- b) Exenta de socavaciones.
- c) Fusión completa.
- d) Ausencia de porosidades.
- e) Buena apariencia.
- f) Ausencia de grietas.

Buena penetración

Se obtiene cuando el material aportado, funde la raíz y se extiende por debajo de la superficie de las partes soldadas.



Exenta de socavaciones

Se obtiene una soldadura sin socavación cuando, junto al pie de la misma, no se produce en el metal base, ningún ahondamiento que dañe la pieza.

Fusión completa

Se obtiene una buena fusión, cuando el metal base y el metal de aporte, forman una masa homogénea.

Ausencia de porosidades

Una buena soldadura está libre de poros, cuando en su estructura interior no existen bolsas de gas, ni inclusiones de escoria.

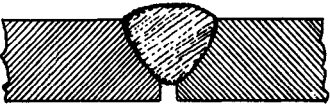
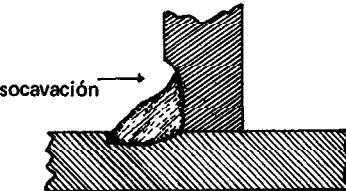
Buena apariencia




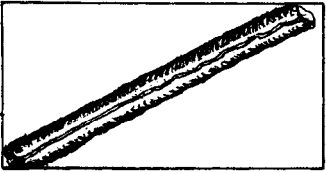
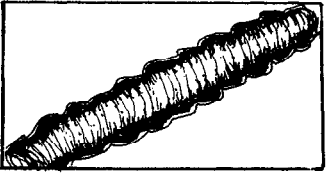
Una soldadura tiene buena apariencia, cuando se aprecia en toda la extensión de la unión, un cordón de soldadura pareja, sin presentar hendiduras, ni sobremontas.

Ausencia de grietas

Una soldadura sin grietas se presenta, cuando en el material aportado no existen rajaduras o fisuras en toda su extensión.

A continuación exponemos algunas recomendaciones para efectuar una buena soldadura.

Características	Recomendaciones	Identificación de defectos
<i>Buena penetración</i>	Use la intensidad suficiente, para obtener la penetración deseada. Seleccione electrodos de buena penetración. Prepare el hombro correcto, en piezas chaflanadas. Deje la separación adecuada, entre las piezas a soldar.	<p>poca penetración</p> 
<i>Exenta de socavaciones</i>	Use una oscilación adecuada y con la mayor uniformidad posible. Mantenga la altura del arco.	<p>socavación</p> 

Características	Recomendaciones	Identificación de efectos
<i>Buena fusión</i>	La oscilación debe cubrir los bordes de la junta. La corriente adecuada producirá depósitos y penetración correcta. Evite que el metal en fusión, se deposite fuera de la unión.	 <p>Poca fusión</p>
<i>Ausencia de porosidades</i>	Limpie debidamente el material base. Permita más tiempo a la fusión, para que los gases escapen. Use la intensidad apropiada. Mantenga la oscilación de acuerdo a la junta. Use el electrodo apropiado. Mantenga el arco a una distancia apropiada.	 <p>Porosidades</p>
<i>Buena apariencia</i>	Evite el recalentamiento por depósito excesivo. Use oscilación uniforme. Evite los excesos de intensidad.	 <p>Mala apariencia</p>
<i>Ausencia de grietas</i>	Evite soldar cordones en hileras, en aceros especiales. Haga soldaduras de buena fusión. Proporcione el ancho y altura del cordón, de acuerdo al espesor de la pieza. Mantenga las uniones, con separación apropiada y uniforme. Trabaje con la intensidad, de acuerdo al diámetro del electrodo. Precaliente el material base, en caso de piezas de acero al carbono, de gran espesor.	 <p>Grieta central</p>  <p>Grieta ambos lados</p>

2.16 SOLDADURA (CONTRACCIONES Y DILATACIONES)

Son fenómenos producidos por la acción de la temperatura, que provocan deformaciones en las piezas soldadas.

Los mismos están presentes en todos los procesos, donde hay aplicación de calor y enfriamiento; produciendo así dilataciones y contracciones respectivamente.

Tipos

Las contracciones se presentan en forma longitudinal y transversal.

Contracción longitudinal

Al depositar un cordón de soldadura sobre la cara superior de una planchuela delgada y perfectamente plana, la cual no ha sido fijada o sujeta, ésta se doblará hacia arriba en dirección al cordón, a medida que éste se enfría según lo indica la figura 2.131.

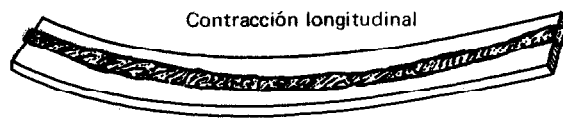


Figura 2.131

Contracción transversal

Si dos planchas se sueldan a tope, y las mismas no han sido sujetas conjuntamente, éstas se curvarán aproximándose entre sí en sentido transversal, debido al enfriamiento del cordón de soldadura (Figura 2.132).

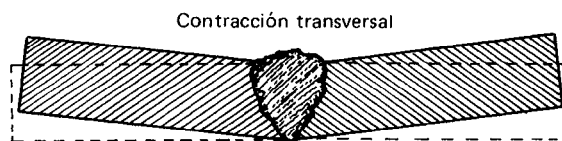


Figura 2.132

Las contracciones son perjudiciales en la soldadura, ya que al no poderse eliminar totalmente, producen tensiones y grietas internas en las piezas.

Para neutralizar estos efectos, se tomarán las medidas siguientes:

- a) Se fija la pieza por medio de prensas o refuerzos.
- b) Se distribuye en forma equilibrada el calor en la pieza.
- c) Se procede al pre y post-calentamiento.
- d) Se compensan los efectos del cordón.

Observación Cuando se realicen soldaduras, en piezas gruesas y éstas se fijen por medio de prensas y refuerzos, deberá considerarse un tratamiento térmico o mecánico posterior, para aliviar las tensiones internas.

2.17 SOLDADURA (SOPLO MAGNETICO)

El soplo magnético es una de las grandes dificultades que el soldador encontrará, principalmente, en la soldadura por arco de corriente continua.

El soplo magnético se produce por fuerzas electromagnéticas, éstas actúan sobre el arco eléctrico, especialmente cuando éste se encuentra sobre bordes, extremos o partes de la pieza que tienen forma aguda, produciendo fluctuaciones en el arco, con direcciones diversas y movimientos violentos, según se ve en la figura 2.133.

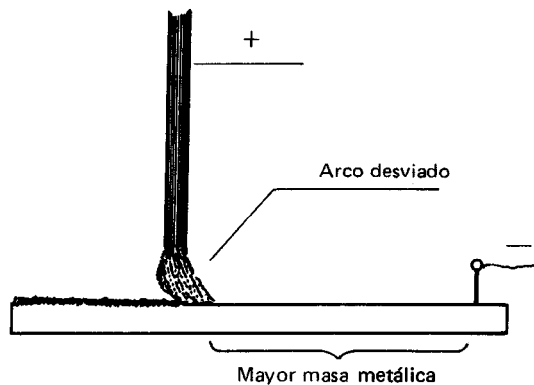


Figura 2.133

La distorsión del campo magnético, es causada porque el arco no va por el camino más corto del electrodo a la pieza, sino que se desvía por los campos magnéticos que aparecen en la misma, producida por la intensidad de corriente necesaria para soldar.

Cuando se presenta este fenómeno el soldador tiene varios medios a su disposición para limitar el efecto del soplo magnético:

1. Mantenga inclinado el electrodo (es el primer recurso, para evitar este fenómeno) (Figura 2.134).

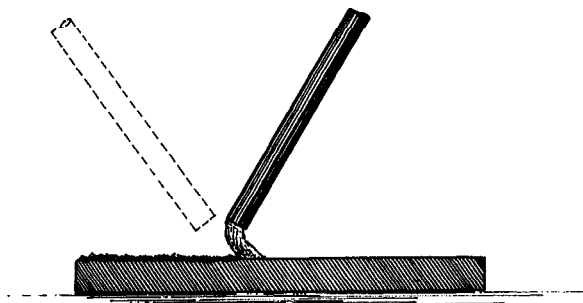


Figura 2.134

2. Colocar la conexión de masa o retorno, en el lugar más cercano posible a la pieza a soldar.
3. Colocar dos conexiones a masa, una en la pieza y la otra en la mesa de trabajo.
4. Usar bloques de acero, para alterar el curso magnético alrededor del arco.
5. Usar un arco eléctrico corto.
6. Soldar con corriente alterna.

2.18 CONTROL DE SOLDADURAS

I. Generalidades

El control tiene como objeto el garantizar la obtención de soldaduras y de juntas soldadas de calidad.

La importancia de las operaciones de control varía con los materiales de base y la naturaleza de la fabricación. La experiencia ha demostrado que la eficiencia del control es función de su intervención durante cada etapa de la fabricación.

Es necesario intervenir a todos los estados de la fabricación; sobre el proyecto, mano de obra, materiales utilizados, productos de aporte, técnica de ejecución y para terminar sobre las mismas soldaduras.

Se distinguen tres fases principales:

- ▲ Control antes de soldar
- ▲ Control durante la soldadura
- ▲ Control después de la soldadura

II. Control antes de soldar

- II.1. Control del proyecto
 - II.1.1. Examen crítico del proyecto para evitar los errores de concepción, accesibilidad de soldaduras, contracciones, posibilidad de ejecución y del control de juntas.
 - II.1.2. Selección de materiales y de procesos de soldadura, colaboración entre el diseñador o técnico.
 - II.1.3. Ensayos de homologación de los nuevos procedimientos.
- II.2. Control de materiales antes de la fabricación.
 - II.2.1. Materiales de base, ellos deben ser objeto de una norma.
 - II.2.2. Electrodo de soldar componentes (flux y alambre) estos productos deben estar normalizados.
- II.3. Control y certificación de soldadores. El trabajo de soldadura debe estar asegurado por personal calificado, este personal debe ser controlado periódicamente.

Se distingue:

- ▲ El control periódico por medio de ensayos de calificación.
- ▲ El control por radiografía de juntas durante la fabricación.

- II.4. Control de preparación de juntas:
chaflán, separaciones, soportes, ángulos, etc.

III. Control durante la soldadura

Durante la fabricación el control deberá ser sobre:

- ▲ Medio ambiente (temperatura, estado higrométrico)
- ▲ La preparación de bordes.
- ▲ La presentación y punteado de elementos a ensamblar los electrodos del tipo previsto.
- ▲ El paso de fondo (después de levantar la escoria se verificará si no hay fisuras o inclusiones de escoria).
- ▲ El limpiado correcto entre pases.
- ▲ La velocidad de ejecución.
- ▲ El aspecto de pases sucesivos.
- ▲ La utilización de parámetros de soldadura definidos en las instrucciones.



- ▲ El calentamiento eventual (pre-calentamiento, calentamiento entre pases y post-enfriamiento)
- ▲ Los tratamientos térmicos eventuales (destensionado, normalización, revenido, . . . etc.)

IV. Control después de soldar

Este control es el más importante aunque teóricamente, no es necesario si los controles antes y durante la soldadura son hechos correctamente.

La dificultad reside en el control de defectos internos que son difíciles de detectar si no se practican controles destructivos. Esto explica el desarrollo de los procesos de control no destructivos aplicados a las soldaduras de los cuales unos se utilizan más que otros pero ninguno tiene una utilización universal por consecuencia, se complementan.

Se distingue:

IV. Los exámenes y los ensayos no destructivos siguientes:

- ▲ Radiografía y gammagrafía.
- ▲ Ultra-sonidos.
- ▲ Exámenes visuales de cordones.
- ▲ Control de estanqueidad.
- ▲ Resuage y magnetoscopia.

IV.2 Los exámenes y ensayos destructivos.

- ▲ Ensayos mecánicos: tracción, resiliencia, plegado.
- ▲ Exámenes metalográficos (micrografía y macrografía).
- ▲ Levantamiento de muestras en cilindros.
- ▲ Fresado de una parte del cordón.

Guía para el análisis de fallas en el cordón de soldadura
Arco eléctrico y electrodo revestido

FALLA	CAUSA	ARCO			VELOCIDAD DE AVANCE			ANGULO IN-CORRECTO DEL ELECTRODO	INTENSIDAD DE CORRIENTE		POLARIDAD INCORRECTA	RUGOSIDAD U OXIDACIÓN EN EL METAL BASE
		CORTO	LARGO	INTER-RUMPIDO	RAPIDA	LENTA	REGULAR		ALTA	BAJA		
CORDON	PLANO		X						X			
	ABULTADO	X				X		X		X		
	DELGADO				X							
	IRREGULAR		X				X		X		X	
POROSIDAD SUPERFICIAL			X	X					X			X
PENETRACION	EXCESIVA							X	X		X	
	POBRE	X	X		X			X		X	X	
CHARCO	ANCHO		X						X			
	ALARGADO				X							
	PEQUEÑO	X								X		
SOCAVACIONES			X		X			X	X			
DIFÍCIL ELIMINACIÓN DE LA ESCORIA			X					X	X	X		
EL ELECTRODO SE PEGA		X								X		
EXCESO DE SALPICADURAS			X					X	X			

FALLA	CAUSA	CORRIENTE ALTA	CORRIENTE BAJA	TIPO DE CORRIENTE INCORRECTA	POLARIDAD INCORRECTA	COLOCACIÓN INCORRECTA DE LA PINZA DE TIERRA
SONIDO	DEBIL		X			
	DEMASIADO FUERTE	X			X	
	IRREGULAR		X	X		
PENETRACION	EXCESIVA	X				
	DEFICIENTE		X		X	
EXCESO DE CHISPAS		X			X	
DIFICULTAD PARA ENCENDER EL ARCO			X	X		
INESTABILIDAD DEL ARCO			X	X	X	
DESVIACIÓN DEL ARCO		X		X		X
CALENTAMIENTO EXCESIVO DEL ELECTRODO		X				

Valor promedio de corriente

CALIBRE DEL ELECTRODO			INTENSIDAD DE CORRIENTE
PULGADAS		mm.	
			AMPERES (PROMEDIO)
$\frac{1}{16}$	0.063	1.59	35
$\frac{3}{32}$	0.094	2.38	65
$\frac{1}{8}$	0.125	3.18	100
$\frac{5}{32}$	0.156	3.97	140
$\frac{3}{16}$	0.187	4.76	190
$\frac{1}{4}$	0.250	6.35	240

Soldadura bajo atmósfera de gas

Es un procedimiento que utiliza un arco eléctrico como fuente de calor, el cual está protegido por una atmósfera de gas, que origina una situación propicia para la soldadura.

Tipos

Los más conocidos en soldadura de arco eléctrico son:

1. Con protección de bióxido de carbono.
2. Con protección de gas inerte (argón).

1. Con protección de bióxido de carbono

Características

Este proceso está basado en la teoría de utilizar un alambre desnudo, para eliminar el revestimiento de los electrodos metálicos; las funciones del revestimiento deberán ser cubiertas por otro elemento, en este caso un gas (bióxido de carbono), que introducido como medio protector, cubre el área del arco, eliminando así el oxígeno y el nitrógeno del aire.

La estabilización del arco se obtiene por medios eléctricos, utilizando una máquina de soldar de voltaje constante, equipada con un alimentador de alambre y su sistema de control.

Los elementos metálicos requeridos para la soldadura, están contenidos en la composición del acero que se utiliza para hacer el alambre-electrodo. En la composición de este acero también se incluyen elementos desoxidantes para limpiar el metal fundido. Se puede realizar mezcla con gases inertes, para las condiciones del arco.

Ventajas

El arco es siempre visible para el soldador; el gas de protección CO_2 es menos costoso, que otros gases de protección usados para metales ferrosos; es el más versátil de los procesos de soldadura conocidos.

II. Con protección de gas inerte (argón)

Características

Se emplea un gas inerte "argón", para resguardar la zona en fusión contra el aire del medio ambiente.

El calor requerido para soldar, es proporcionado por un arco eléctrico de gran intensidad, que se hace saltar entre un electrodo de tungsteno puro, o con porcentaje de torio o zirconio que apenas se consume y la pieza de metal a soldar. En las juntas donde se necesite metal de aportación, se alimenta la zona de fusión, con una varilla de aportación que se funde con el metal base, del mismo modo que el empleado en la soldadura oxiacetilénica.

Ventajas

Se mantiene el máximo de propiedades en las piezas soldadas; se puede soldar cualquier metal puro o aleado. Produce soldaduras de gran calidad.

3.1 GASES UTILIZADOS EN LA SOLDADURA (ARGON – BIOXIDO DE CARBONO)

Son gases que protegen el arco eléctrico, en los procesos de soldadura bajo atmósfera de gas. Se utilizan en la ejecución de juntas soldadas en metales ferrosos y no ferrosos.

Argón

Es un gas raro que constituye menos del 1% de la atmósfera terrestre. Es extremadamente inerte y no forma compuesto químico con otros elementos conocidos; por lo tanto, forma una barrera ideal contra la contaminación atmosférica, en cierto número de procesos especiales de soldadura, evitando en todos ellos la oxidación.

Su aplicación evita el uso de fundentes, en la soldadura de metales no ferrosos, facilitando el proceso.

En las soldaduras de metales no ferrosos, se puede combinar con otro gas inerte (helio).



En las soldaduras de metales ferrosos, se puede combinar con bióxido de carbono (CO_2).

Bióxido de carbono

Es un gas que se obtiene en la mayoría de las plantas de gases de petróleo y se produce al quemar gas natural, petróleo o carbón de piedra; también puede obtenerse en hornos de calcio, en la fabricación de amoníaco, o por la fermentación de alcohol.

El bióxido de carbono es un gas que ha mostrado una gran eficiencia, como medio gaseoso para la protección de soldaduras con alambre sin revestimiento, ya que a temperatura normal es esencialmente inerte. Se obtienen con él, soldaduras con penetración firme y profunda, facilitando al soldador la eliminación de defectos en la junta soldada.

El CO_2 puede combinarse con el argón, para mejorar la calidad de las soldaduras ferrosas.

3.2 EQUIPO PARA SOLDAR BAJO ATMOSFERA DE BIOXIDO DE CARBONO

Es un conjunto de elementos utilizados para efectuar soldaduras con aporte de material continuo (Figura 3.1), en el cual se protege su arco por medio de una atmósfera de bióxido de carbono.

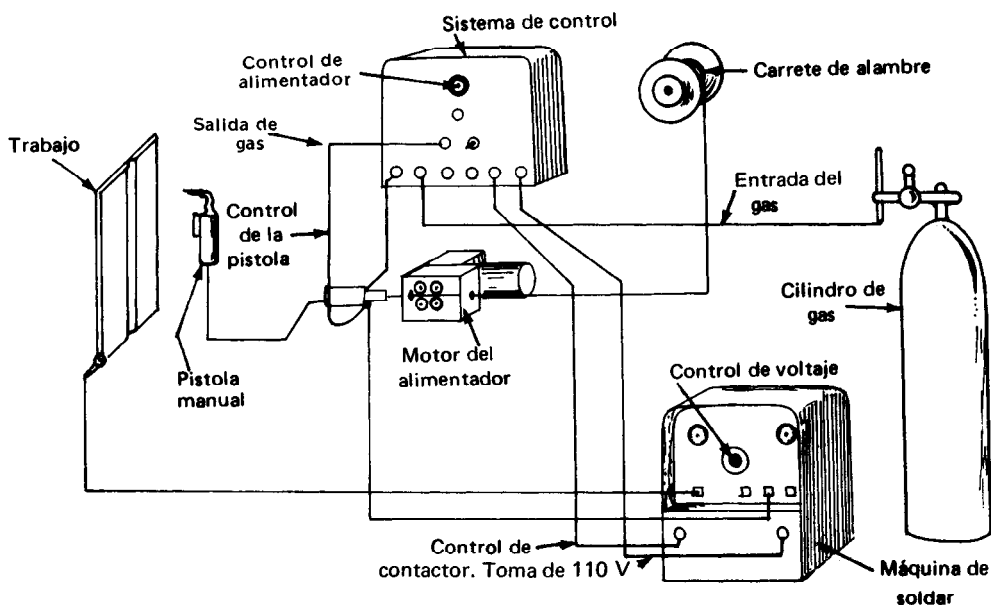


Figura 3.1

Características

Está constituido por los siguientes elementos:

- ▲ Máquina de soldar.
- ▲ Unidad de alimentación de alambre.
- ▲ Pistola y conjunto de cables.
- ▲ Sistema de protección (gas).
- ▲ Carrete de alambre (electrodo).

Máquina de soldar

Los dos tipos más comunes son: el *rectificador* y el *generador*.

Pueden usarse de distintas capacidades, pero la importancia de su constitución, está en que puede utilizarse en un 100% de su ciclo de trabajo. Su capacidad es de 200 hasta 500 amperios y una salida de 25 a 40 voltios.

Unidad de alimentación de alambre

Es un mecanismo que impulsa automáticamente, el alambre-electrodo del carretel del conjunto a la pistola, conduciéndolo hasta el arco, a una velocidad uniforme. El alimentador incluye el sistema de control, que pone en marcha y detiene el motor de alimentación de alambre, opera el contactor de la máquina de soldar y da a su vez, energía a la válvula solenoide de control de gas. En las máquinas denominadas semiautomáticas, siempre se dispone de esta unidad.

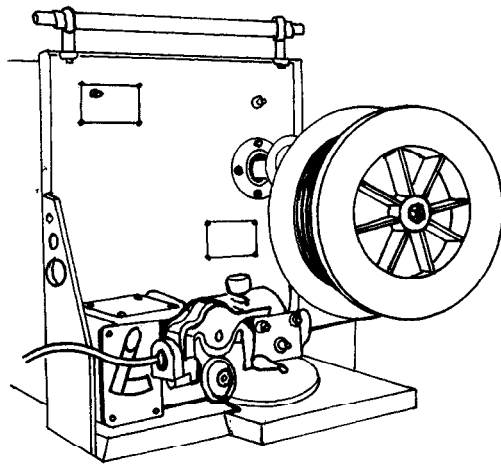


Figura 3.2

Sistema de protección (gas)

El sistema de protección de gas suministra y controla el flujo de gas, usado para proteger el área del arco, del medio atmosférico.

El sistema está compuesto de uno o más cilindros de gas, un regulador reductor de presión con flujómetro (Figura 3.3) y válvulas solenoide de control para el grupo de mangueras que las conectan.

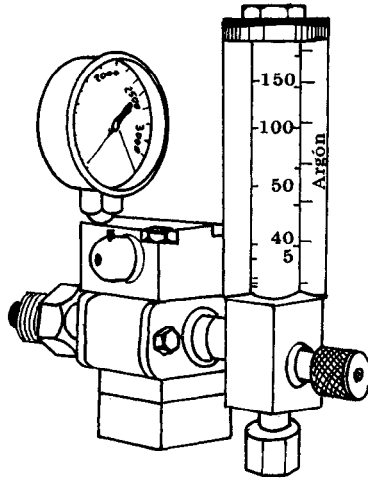


Figura 3.3

Es importante utilizar el tipo correcto de regulador y flujómetro, así como el gas apropiado.

Precaución Se recomienda asegurarse bajo inspecciones periódicas, que no existan fugas en el sistema de gas.

Carrete de alambre-electrodo

El alambre-electrodo aunque no forma parte directa en el equipo, es conveniente asociarlo, dando ciertas características del mismo.

Es un rollo de alambre fino utilizado en los procesos de soldadura, con protección de gas manual o automático, se producen para diferentes diámetros de alambre, diámetro del carretel, peso y especificaciones técnicas.

La tabla 3.1 indica el diámetro del alambre, así como el amperaje y voltaje que debe utilizarse.

TABLA 3.1

Diámetro del alambre mm Pulgadas		Amperes	Volts
0,64	.025	110-150	24-28
0,76	.030	140-180	24-28
0,89	.035	140-200	24-28
1,14	.045	150-250	24-28
1,58	.062	275-400	24-28
1,98	.078	350-500	24-28
2,38	.093	400-500	24-28

Ventajas generales

- ▲ Se suelda en todas las posiciones.
- ▲ Mayor depósito de material.
- ▲ Gran rendimiento.
- ▲ Se sueldan metales ferrosos y no ferrosos.

***Precaución** El control de refrigeración bien sea por gas, aire o agua debe ser constante ya que del mismo depende la duración del equipo.*

Vocabulario técnico

Carretel. Rollo de alambre o carrete.

Pistolas

La pistola debe resistir su condición de trabajo continuo, debe estar diseñada para diferentes tipos de servicios y ciclos de trabajo (Figuras 3.4 y 3.5). Existen pistolas muy livianas para posiciones difíciles, así como para realizar trabajos de gran producción.

En condiciones normales las pistolas para trabajos con CO₂ no requieren refrigeración por agua, pero si se utilizan gases inertes o ciclos de trabajos intensos, es imprescindible hacerlo, también pueden refrigerarse por aire forzado.

Mantenimiento

Las boquillas guía de contacto de la pistola, deben mantenerse limpias y reemplazarse cuando sea necesario.

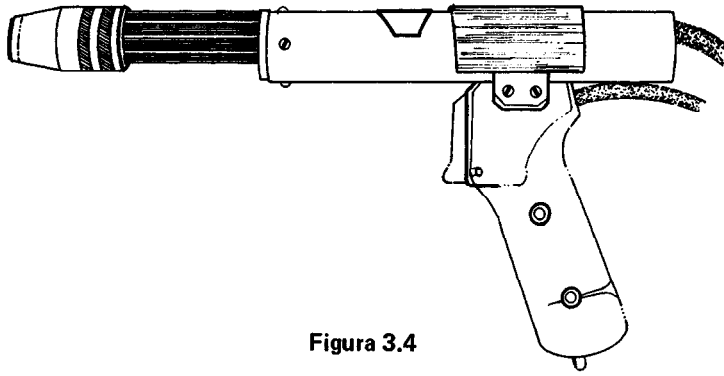


Figura 3.4

Conjunto de cables

Existen varios tipos y longitudes de cables para conectar la pistola al alimentador de alambre, los mismos pueden tener cables y mangueras separadas, mientras que otros tienen mangueras y cables encerrados en un tubo plástico. Los conjuntos de cables utilizan una camisa flexible, en el conductor principal, esta camisa está hecha de acero y de forma retorcida, que protege y dirige el alambre-electrodo a través del cable. Pueden utilizarse también camisas de tipo plástico.

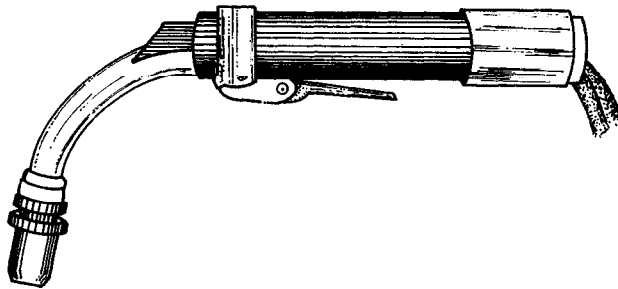


Figura 3.5

La función específica de la camisa, es servir de guía para que el alambre-electrodo avance sin interrupción, desde la salida del alimentador hasta la boquilla de contacto en la pistola.

Es importante realizar el mantenimiento adecuado de la pistola y el conjunto de cables para asegurar condiciones óptimas en la operación.

Los cables deben ser sopladados con aire a presión, cada vez que se cambia un rollo de alambre-electrodo.

Las impurezas que se van acumulando en el interior de los cables conductores, aumentan la resistencia del paso del alambre a través de ellos, de no efectuar esta limpieza periódica, será necesario reemplazar la camisa.

Preparar equipo para soldar bajo atmósfera de bióxido de carbono

La introducción del equipo CO_2 en el campo de la soldadura eléctrica ha obligado al soldador a perfeccionarse en el manejo y puesta a punto del mismo, ya que de esta operación depende en gran medida la obtención de uniones de gran calidad y rendimiento.

Proceso de ejecución

- ▲ Primer paso *Monte el carrete de alambre en porta-carrete.*

Observación El alambre se selecciona en función del material base.

- a) Fije el carrete de alambre al porta-carrete (Figura 3.6).
- b) Ajuste la tensión del eje de manera que el carrete no siga girando, cuando el alimentador de alambre se detenga.

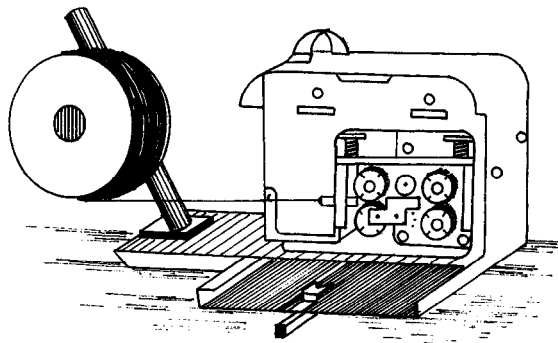


Figura 3.6

Observación El alambre debe salir del carrete al mismo nivel de los rodillos de alimentación.



▲ Segundo paso *Inserte el alambre.*

Observación. El extremo debe estar libre de rebabas.

a) Introduzca el alambre a través de la guía (Figura 3.7).

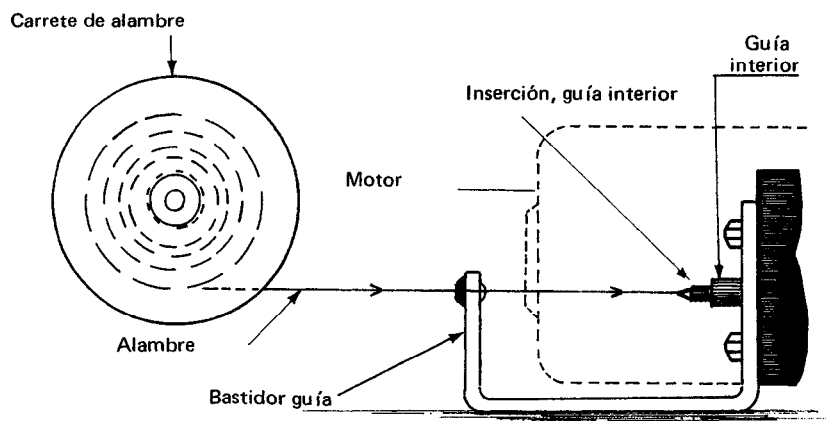


Figura 3.7

b) Introduzca el alambre a través de los rodillos de alimentación según figura 3.8.

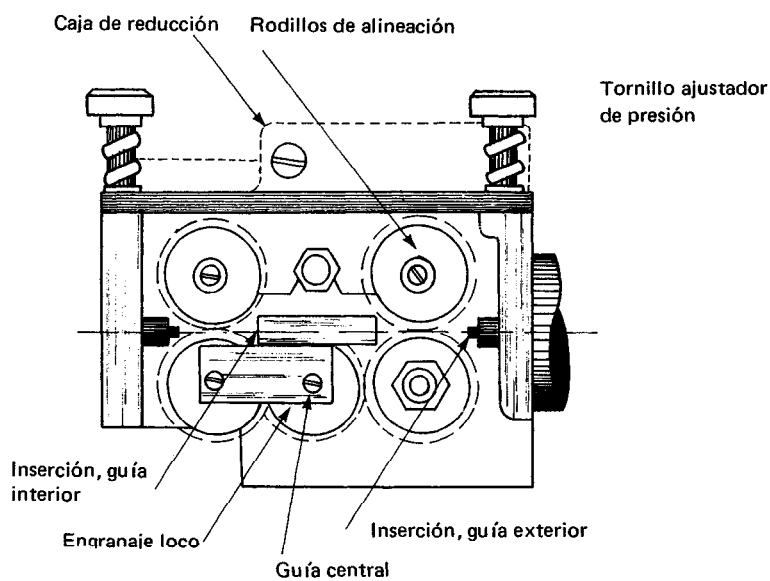


Figura 3.8

Precaución Utilice un destornillador para guiar el alambre, de este modo evitará que los rodillos atrapen sus dedos.

- ▲ Tercer paso *Regule la alimentación del alambre, accionando los tornillos de ajuste.*

Observación Al ajustar los rodillos de tracción evite la excesiva presión sobre los mismos.

- ▲ Cuarto paso *Acople el conjunto de manguera y cable de alimentación, y pase el alambre a través de la camisa guía (Figura 3.9).*

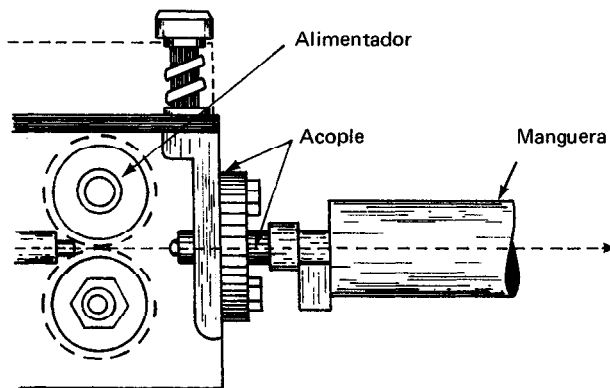


Figura 3.9

- Observaciones**
1. Compruebe la alineación de la guía exterior con el cable de la pistola.
 2. Seleccione la pistola de acuerdo al tipo e intensidad de trabajo.
 3. Deje sobresalir el alambre una longitud mayor que la pistola.

- ▲ Quinto paso *Coloque la boquilla.*

- a) Ajuste la guía de contacto al diámetro del alambre.
- b) Apriete la boquilla manualmente.

- c) Corte el alambre sobresaliente a 1 cm fuera de la boquilla de acuerdo a la figura 3.10

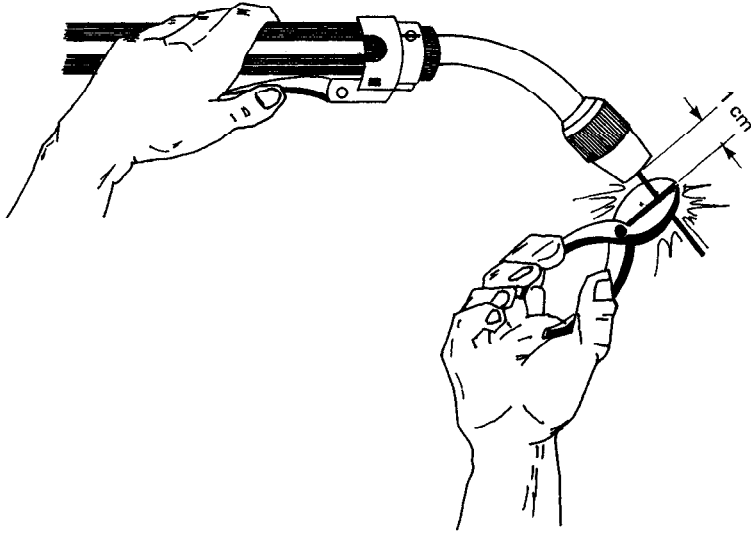


Figura 3.10

▲ Sexto paso *Acople el sistema de gas al alimentador.*

- a) Instale el regulador en el cilindro de gas (CO_2).
- b) Conecte la manguera al regulador y al alimentador.
- c) Regule la presión y el flujo de salida.

▲ Séptimo paso *Encienda la máquina.*

- a) Ajuste la velocidad de alimentación del alambre en el rango intermedio (Figura 3.11).

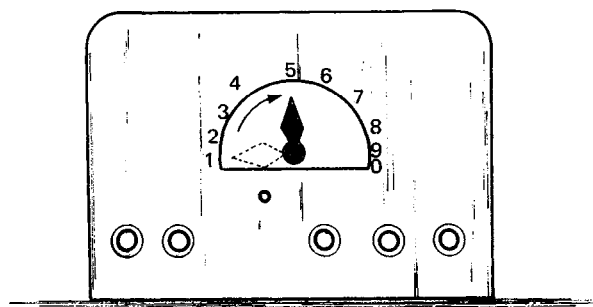


Figura 3.11

- b) Ajuste el reóstato a 23 voltios.
- c) Coloque el cable de tierra.

▲ Octavo paso *Realice una soldadura de prueba.*

- a) Compruebe la salida de gas y alambre, accionando el pulsador.

Observación Evite que el alambre haga contacto en la pieza al recortarlo.

- b) Suelde sobre material sobrante acercando el alambre y accionando el pulsador.

Observaciones 1. Mantenga una distancia de 8 mm entre la boquilla y la pieza (Figura 3.12).

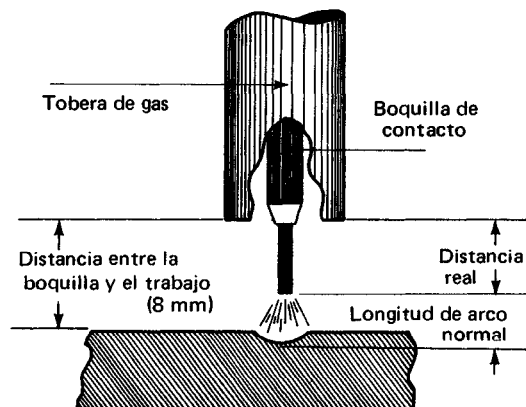


Figura 3.12

- 2. Cuando interrumpa el arco deje la pistola momentáneamente sobre el charco para proteger el baño.

3.3 EQUIPO PARA SOLDAR BAJO ATMOSFERA DE GAS INERTE

Está integrado por un grupo eléctrico de soldar con accesorios complementarios para realizar uniones de metales, utilizando un electrodo de lento consumo y una protección de gas argón.

Se utiliza generalmente para soldar metales no ferrosos y aleaciones especiales.

Tipos

Existen diversos tipos, pero los más comunes son dos:

- a) Grupo corriente alterna.
- b) Grupo corriente continua.

Observaciones Existen grupos que operan con los dos tipos de corriente (Figura 3.13).

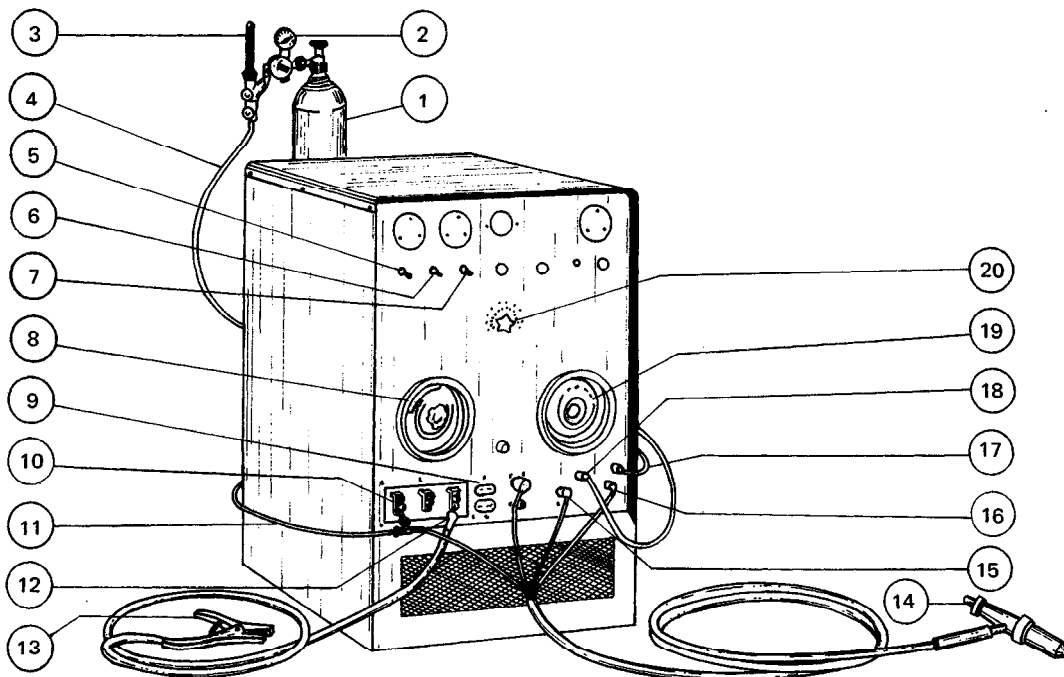


Figura 3.13 1. Cilindro de gas. 2. Regulador. 3. Flujómetro. 4. Manguera (gas). 5. Energía. 6. Regulador alta frecuencia. 7. Interruptor (AF). 8. Selector de Amperaje. 9. Toma 110 V. 10. Conexión de cable del electrodo. 11. Salida de agua. 12. Tierra. 13. Pinza. 14. Pistola. 15. Control (gas-agua). 16. Energía (pistola). 17. Entrada de agua. 18. Conexión a gas. 19. Selector de corriente. 20. Selector de flujo.

Constitución

1. Equipo eléctrico de soldar que puede ser rectificador que opera con corriente alterna o corriente continua (Figura 3.14).

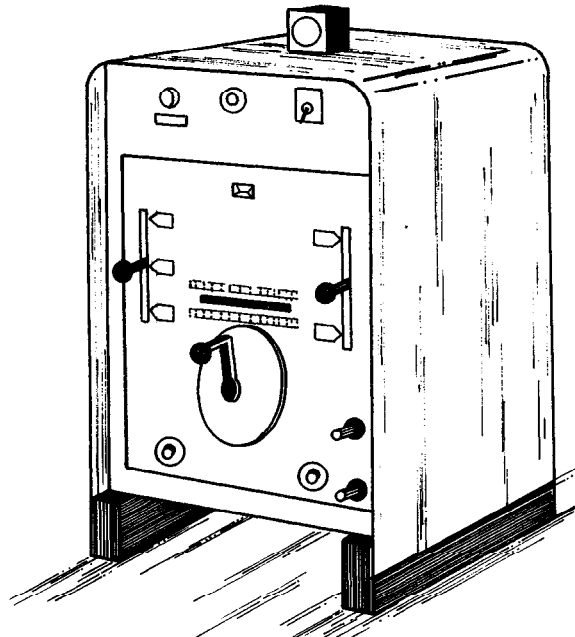


Figura 3.14

2. Transformador de alta frecuencia (Figura 3.15).
3. Suministro de refrigeración que puede ser por aire o por agua. El aire para refrigerar puede ser suministrado de dos maneras: acoplado en el equipo o instalación colocada en el taller.

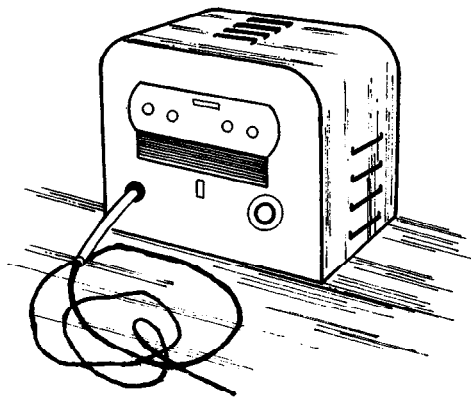


Figura 3.15



4. Suministro de gas argón.

El gas argón se suministra en cilindros de acero conteniendo cada uno 6,8 m³ (240 pies cúbicos y una presión de 140 atmósferas). Los mismos llevan montado un regulador (Figura 3.16). Para reducir la presión necesaria al soldar, al regulador se le acopla un flujómetro para controlar el caudal necesario de gas (Figura 3.17).

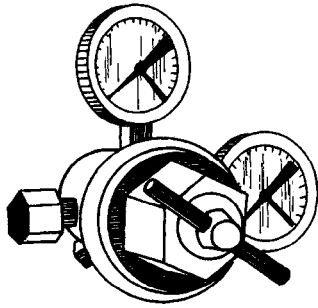


Figura 3.16

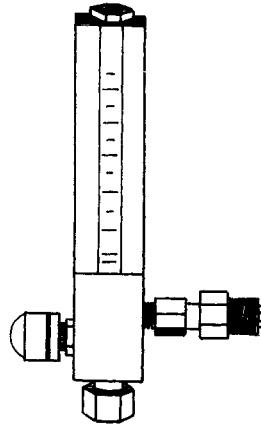


Figura 3.17

5. Conjunto de manguera y pistola. La pistola está compuesta por boquilla de ajuste, electrodo de tungsteno, tobera y tapa (Figura 3.18).

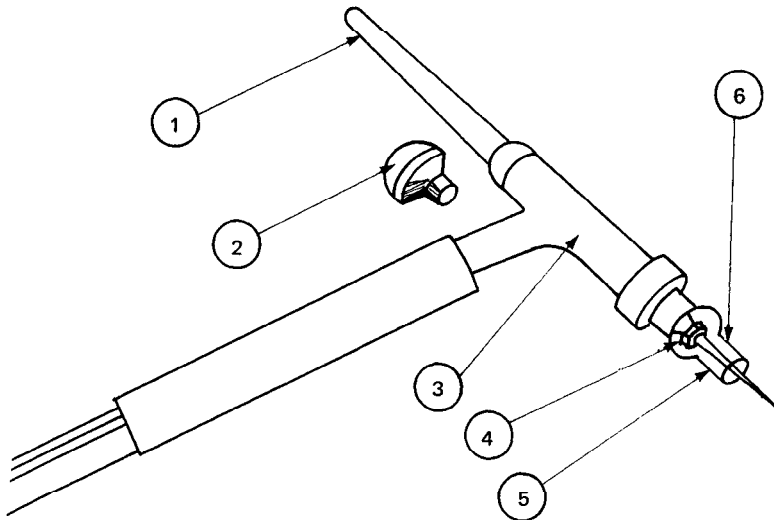


Figura 3.18 1. Tapa electrodo de 76,20mm (3''). 2. Tapa electrodo de 76,20mm (3''). 3. Pistola. 4. Boquilla de ajuste. 5. Tobera. 6. Electrodo de tungsteno.

Las tapas pueden ser de varios tipos, según el largo de los electrodos. Las toberas pueden ser de cobre, cerámica o vidrio refractario. Existen varios tipos de preparación del electrodo de tungsteno, pero los más importantes son: el electrodo preparado para soldar acero inoxidable (Figura 3.19) y el electrodo preparado para soldar aluminio (Figura 3.20).



Figura 3.19



Figura 3.20

Características

La carga máxima es de 400 amperios. El régimen de trabajo continuo, principalmente es aluminio y aleaciones, vea la tabla 3.2 para soldar aluminio y acero inoxidable según el espesor.

Espesor a soldar		Electrodo de tungsteno Ø		Tobera de Cu	Amperes	Metal de aporte Ø		Consumo de gas argón	
mm	pulg.	mm	pulg.	No.		mm	pulg.	m/h	pies ³ /h
0,39-1,58	1/64-1/16	1,02	.040	12	10-60	1,58	1/16	0,25	9
1,58-3,17	1/16-1/8	1,58	1/16	12	30-70	1,58	1/16	0,32	11,4
3,17-3,96	1/8-5/32	2,38	3/32	12	70-150	2,38	3/32	0,37	13,2
3,96-4,76	5/32-3/16	3,17	1/8	14	130-180	3,17	1/8	0,49	17,4
4,76-5,55	3/16-7/32	3,96	5/32	14	150-225	4,76	3/16	0,52	18,6
5,55-6,35	7/32-1/4	4,76	3/16	16	150-300	4,76	3/16	0,69	24,5

Observación En la Tabla 3.3 se puede elegir la corriente para soldar.

Tabla 3.3 Elección de la corriente eléctrica para soldadura.

Material y espesor aproximado	Corriente alterna*	Corriente continua	
	Con estabilización de alta frecuencia	Polaridad directa	Polaridad inversa
Magnesio hasta 3,18 mm	1	N.R.	2
Magnesio de más de 4.76 mm	1	N.R.	N.R.
Piezas fundidas de magnesio	1	N.R.	2
Aluminio hasta 2,38 mm	1	N.R.	2
Aluminio de más de 2,38 mm	1	N.R.	N.R.

Tabla 3.3 Elección de la corriente eléctrica para soldadura (continuación).

Materia y espesor aproximado	Corriente alterna*	Corriente continua	
	Con estabilización de alta frecuencia	Polaridad directa	Polaridad inversa
Piezas fundidas en aluminio	1	N.R.	N.R.
Acero inoxidable	2	1	N.R.
Aleaciones de latón	2	1	N.R.
Cobre silicioso	N.R.	1	N.R.
Plata	2	1	N.R.
Enchapado de plata	1	N.R.	N.R.
Recubrimiento duro	1	1	N.R.
Fundición de hierro	2	1	N.R.
Acero bajo % C de 0,55 mm a 0,76 mm	2**	1	N.R.
Acero alto % C de 0,55 mm a 0,76 mm	2	1	N.R.
Acero bajo % C de 0,76 mm a 3,18 mm	N.R.	1	N.R.
Acero alto % C de 0,76 mm y más	2	1	N.R.
Cobre desoxidado***	N.R.	1	N.R.

NOTA 1. Funcionamiento excelente.

2. Buen funcionamiento.

N.R. No recomendable.

(*) Cuando sea recomendable la corriente alterna como opción en segundo lugar, empléese una intensidad de corriente un 25 por ciento mayor que la recomendada para la corriente continua en polaridad directa.

(**) No emplee corriente alterna en piezas fuertemente sujetas en montaje.

(***) Empléese fundente de soldar con bronce o fundente de bronce silicioso para espesores de 6,35 mm y mayores.

Ventajas

Eliminación de dificultades que se presentan en otros procesos:

- ▲ No se usa fundente.
- ▲ Se pueden efectuar soldaduras en espesores finos.
- ▲ Evita la corrosión debido a la protección del gas.
- ▲ Se eliminan las operaciones de limpieza.
- ▲ Toda la operación de soldar se efectúa sin salpicaduras.

Condiciones de uso

Tiene que tener una buena aislación y trabajar con todos sus accesorios.

Mantenimiento

Control de la limpieza y comprobación del flujo del agua de refrigeración. Controlar el caudal del suministro de gas argón.

Funcionamiento

Opera previa regulación de la corriente y flujo de gas, con un sistema automático que permite, al accionar el circuito de la pistola dar paso a la refrigeración y a la protección de gas.

Resumen

<i>Equipo para soldar bajo atmósfera de gas inerte</i>	<i>Sirve para realizar las uniones de metales con</i>	{ Electrodo poco consumible Protección de gas argón		
	<i>Suelda</i>	{ Metales no ferrosos Aleaciones especiales		
	<i>Tipos</i>	{ Corriente alterna Corriente continuá		
	<i>Constitución</i>	Equipo eléctrico		
		Transformador de alta frecuencia		
		Suministro refrigerador	{ aire agua	
		Suministro de gas argón		
		Mangueras		
	<i>Pistola</i>	{	Boquilla	{ Acero Aluminio
			Electrodo	
Tobera				
Tapa				
<i>Características</i>	{	Régimen de trabajo continuo		
		No produce escoria		
		Evita la corrosión		
<i>Condiciones de uso</i>	{	Buena aislación Refrigeración permanente		



Soldar aluminio a tope sin chaflán bajo atmósfera inerte (posición plana)

Es un proceso de soldadura, ejecutado dentro de una atmósfera protectora de gas inerte, para conseguir uniones de gran calidad en metales no ferrosos evitando porosidades, inestabilidad del arco e inclusiones no metálicas. El dominio de esta operación es muy importante, debido a que en estos últimos años se ha generalizado el uso de aluminio y sus aleaciones, para hacer instalaciones petroquímicas, construcciones aeronáuticas y de refrigeración comercial.

Proceso de ejecución

▲ Primer paso *Prepare la máquina*

Observación Para este procedimiento se utilizará un equipo de soldar con rectificador de alta frecuencia incorporado.

- a) Abra el suministro de gas.
- b) Abra el suministro de agua (refrigeración).
- c) Controle el flujo de gas según tabla.
- d) Encienda la máquina y coloque la polaridad.
- e) Regule la intensidad según el espesor de la pieza.

▲ Segundo paso *Prepare la pistola*

- a) Monte el electrodo de tungsteno eligiendo el diámetro de acuerdo a tablas.
- b) Fije el electrodo con la boquilla de ajuste.

Observaciones 1. Cuando fije el electrodo, déjelo sobresalir 5 mm del extremo de la tobera.
2. Utilice una llave fija o de copa.

- c) Monte la tobera de gas.

Observación Cuando coloque la tobera, evite golpes y caídas, porque el material de la misma es frágil.

▲ Tercer paso *Prepare las piezas.*

- a) Limpie de impurezas los bordes a soldar.

Observación Utilice para la limpieza: tela abrasiva, cepillo con cerdas de acero inoxidable y detergente.

- b) Coloque las piezas a tope sin separación.

▲ Cuarto paso *Puntee.*

- a) Accione el contacto para comprobar el suministro de refrigeración y el gas protector.
b) Acerque la pistola al lugar a puntear.
c) Haga saltar el arco y manténgalo.

Precauciones 1. Protéjase la vista.
2. Al hacer arco, evite el contacto entre el electrodo de tungsteno y la pieza.

▲ Quinto paso *Suelde.*

- a) Inicie la unión con una pasada sin aportación y obtenga con la misma la penetración.
b) Mantenga la pistola inclinada según figura 3.21.

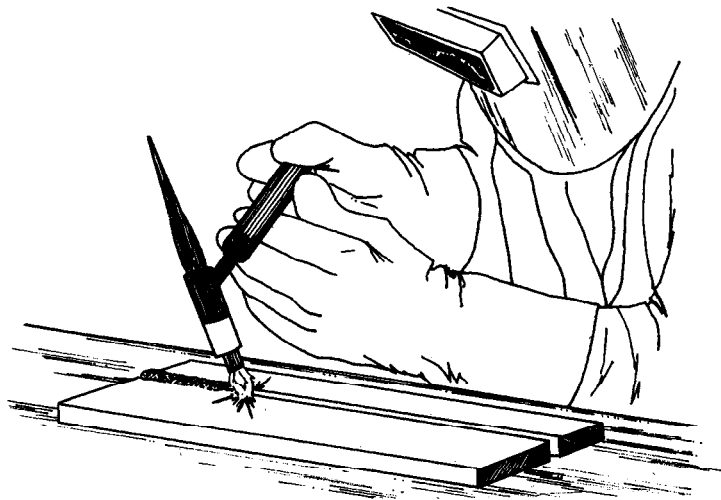


Figura 3.21



- c) Avance lentamente fundiendo ambos lados con movimientos circulares (Figura 3.22).

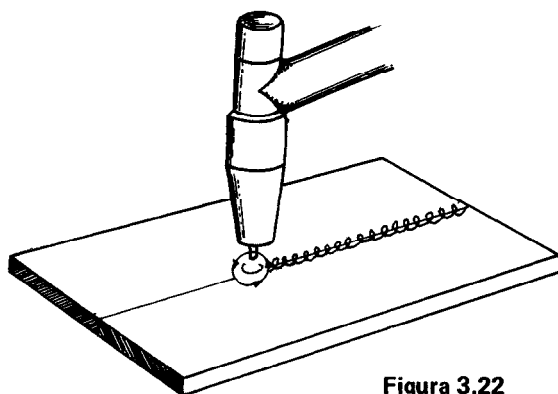


Figura 3.22

Observación El cordón de raíz debe quedar bien penetrado.

- d) Deposite un cordón con metal de aporte según figura 3.23.

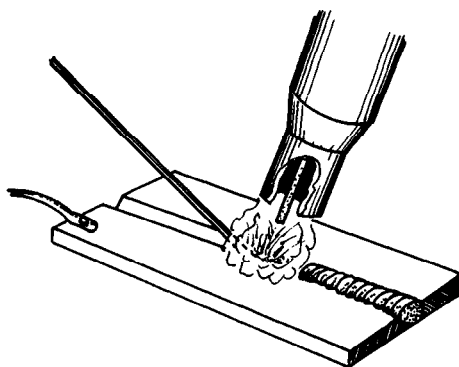


Figura 3.23

Observaciones

1. El metal de aporte tiene que ser de las mismas características que el material base.
2. La inclinación y el movimiento que se debe dar a la varilla de metal de aporte están indicados en la figura 3.24.

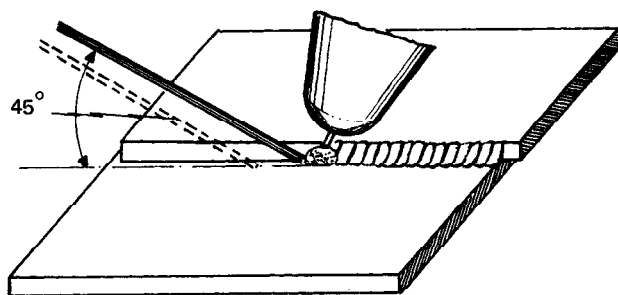


Figura 3.24

3. El proceso de soldar con gas inerte utilizando material de aporte se asemeja a la soldadura oxi-acetilénica.

Vocabulario técnico

Tobera. Copa, campana.

Soldadura ultrasónica

4.1 INTRODUCCION

En 1969 Neil Armstrong recogió rocas en la superficie de la Luna dentro de una bolsa soldada y sellada por procesos ultrasónicos. Este fue el primer gran paso de la soldadura ultrasónica aplicada a la manufactura. Actualmente las aplicaciones son muy variadas, lográndose uniones: metal-metal, plástico-metal y plástico-plástico reconocidas y aceptadas como uniones efectivas.

En el desarrollo de equipo ultrasónico efectivo y eficiente, las compañías han considerado todos los componentes del sistema ultrasónico, desde el flujo de energía que viene de las líneas eléctricas hasta el convertidor de frecuencia, pasando por los sistemas transductores y de acoplamiento hasta el área de trabajo. El equipo ha sido diseñado para operar en un rango de frecuencia que va desde 5 kilohertz hasta 1000 kilohertz. Aunque por razones prácticas, la mayoría del equipo que se utiliza actualmente está en un rango de 15 a 60 kilohertz.

Una serie de problemas técnicos han tenido que ser resueltos en el desarrollo de la soldadura ultrasónica que hoy en día se utiliza en la industria; tales como las vibraciones que estos sistemas producen y la pérdida de energía que esto ocasiona. Sistemas de acoplamiento de una variedad de materiales y geometrías han tenido que ser probados y utilizados, encontrándose el efectivo uso de convertidores de frecuencia del tipo de estado sólido tanto transistorizados como controlados por rectificadores de silicón.

Se puede decir que el proceso ultrasónico no es una tecnología totalmente nueva, pero es una tecnología que ha logrado méritos últimamente y ha empezado a surgir en el mercado actual, por sus bondades de alta eficiencia, reducción de peso, miniaturización y propósitos de utilización múltiple.

Una de las compañías que más desarrollo ha logrado en los sistemas de soldadura ultrasónica es Sonobond, y esto se refleja en una amplia estructura

de patentes en los Estados Unidos y, en otros países como Gran Bretaña, Canadá, Francia, Italia, Suiza, Bélgica y Japón.

4.2 PROCESO DE SOLDADURA ULTRASONICA

En general, el ultrasonido se refiere a un proceso dentro del cual la energía mecánica es convertida en energía vibratoria con una relación de conversión de alta eficiencia. La amplitud de esta energía vibratoria es aumentada y transmitida a la pieza de trabajo en forma de ondas de sonido a una frecuencia ultrasónica, es decir, a una frecuencia que va más allá del rango auditivo del oído humano. Al aplicar estas ondas para lograr una unión de soldadura, la energía vibratoria de las superficies a ser unidas vibran y se unen en un solo flujo. Esto es muy parecido y pudiese equivaler a la fusión de ambas superficies.

Las ventajas del proceso ultrasónico son múltiples. Las uniones soldadas con este proceso han demostrado ser de calidad superior en muchas aplicaciones metálicas, acercándose al 100% de la resistencia de metal base. Además de esto, la soldadura ultrasónica es un proceso que se puede considerar frío, ya que la generación de calor se limita casi exclusivamente a la área a unir, sucede en un lapso de fracción de segundo y está muy por debajo de los puntos de fusión de los metales a unir. Por otro lado, este proceso no agrega peso a la unión, ni cambia la forma de las superficies a unir; ya que no utiliza ni fundente ni material de aporte.

Principios de la soldadura ultrasónica

Ultrasonidos se refiere a ondas vibratorias con frecuencias de 15 000 a 20 000 ciclos por segundo (Hertz o Hz), las cuales están por encima del rango normal del oído humano.

En la soldadura ultrasónica, los componentes a ser unidos son puestos juntos y presionados entre un punzón de soldadura y un yunque o miembro soportador. La presión estática ejercida entre los dos componentes a ser soldados debe ser suficiente para mantenerlos íntimamente en contacto. Energía vibratoria de alta frecuencia es transmitida a la unión a través del punzón por un breve intervalo de tiempo. Esto produce una unión metalúrgica de alta resistencia entre metales similares y no similares. Esta unión es lograda sin necesidad de aplicar calor externo, sin llegar a fundir los componentes a unir, sin usar fundentes ni material de aporte y sin aplicar corriente eléctrica a través de la unión.

Toda soldadura ultrasónica consta de cinco elementos mayores:

Fuente de poder. Son generadores que traen incorporado un circuito electrónico de estado sólido avanzado, equipado con una unidad automática de



control; que asegura una amplitud constante de vibración de salida desde cero carga hasta carga completa; asegurando una repetibilidad completa en corridas de altos volúmenes de producción.

Transductor. Convierte la energía eléctrica en energía mecánica vibratoria.

Sistema de acoplamiento: Recibe la energía mecánica vibratoria y la transmite al punzón ultrasónico.

Herramientas. Punzón ultrasónico y receptor diseñados y manufacturados según la aplicación para la que el cliente la necesite. Las herramientas para soldar metales son enteramente diferentes de las herramientas para soldar plásticos.

Prensa neumática. Ejerce sobre las herramientas y piezas a unir la fuerza necesaria para mantenerlas unidas durante el proceso de la unión y lograr la interacción molecular.

La figura 4.1 muestra los elementos principales de la soldadura ultrasónica.

Principio: La fuente de poder produce una frecuencia seleccionada en un rango de 15 a 50 kilohertz, generalmente 20 kilohertz, la cual alimenta al Transductor piezoeléctrico, donde es convertida a una vibración mecánica a la frecuencia preseleccionada. Esta vibración es acoplada (o conectada) y

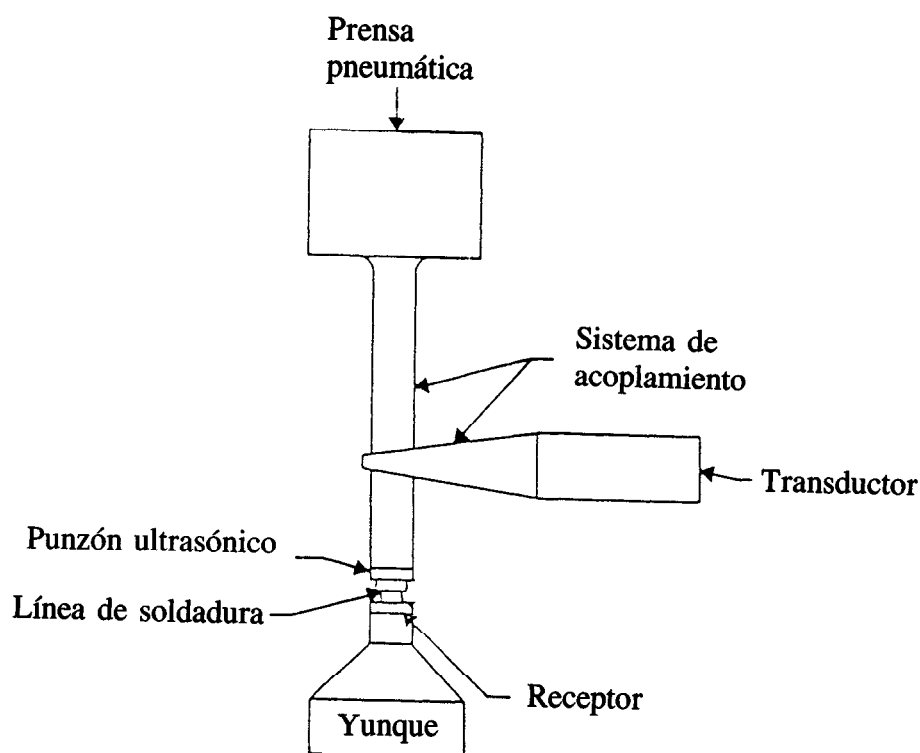


Figura 4.1 Elementos de la soldadura ultrasónica.

transmitida a través de las herramientas a las piezas de trabajo a ser ensambladas. Mientras que las piezas de trabajo son sujetadas juntas bajo una presión constante aplicada por la Prensa neumática.

En la soldadura ultrasónica de metales, la energía aplicada rompe la estructura molecular y plastifica las superficies en contacto, causando una difusión interatómica entre las superficies a soldar.

En la soldadura ultrasónica de plásticos, el calor desarrollado por la energía vibratoria aplicada entre las dos superficies a ser soldadas, causa que el material plástico de las superficies en contacto se funda en una fracción de segundo. Cuando el material fundido resolidifica, la operación de soldadura ha sido completada. Esto sucede una fracción de segundo después de haberse fundido, mientras las piezas a unir aún están sujetas a una presión entre el punzón ultrasónico y el receptor.

4.3 APLICACIONES Y VENTAJAS

La soldadura ultrasónica de metales no cristaliza la estructura molecular unida, a diferencia de otros procesos de soldadura, lo que representa una gran ventaja ya que las estructuras moleculares cristalizadas son frágiles y muy susceptibles a rajarse o quebrarse. Esto evita la necesidad de tratamientos térmicos antes y después de la soldadura ultrasónica.

La soldadura ultrasónica no ocasiona un arco eléctrico, por lo tanto, no expele material fundido de la unión soldada, como sucede con los procedimientos de soldadura tradicionales (soldadura eléctrica, autógena y por resistencia eléctrica por mencionar algunos).

Los procesos ultrasónicos permiten unir secciones delgadas con secciones gruesas sin los problemas térmicos y de distorsión que esto ocasiona al quererlo hacer con los procedimientos tradicionales de soldadura.

Otra ventaja de la soldadura ultrasónica es que al soldar aluminio, cobre y otros metales de alta conductividad térmica, requiere de substancialmente menos energía que otros procedimientos de soldadura.

La soldadura ultrasónica permite unir una amplia variedad de materiales diferentes, incluyendo la unión de piezas metálicas con piezas de plásticos.

La soldadura ultrasónica está siendo usada en semiconductores, microcircuitos y contactos eléctricos industriales; en la fabricación de pequeñas armaduras de motores; en la manufactura de papel aluminio; y en el ensamble de componentes de aluminio. Está recibiendo aceptación como una técnica de unión estructural en la industria aeroespacial y automotriz. La soldadura ultrasónica es también muy conveniente como un medio de encapsular materiales tales como explosivos, pirotécnicos y reactivos químicos que requieren un sellado hermético y no pueden ser encapsulados con calentamiento excesivo o con técnicas eléctricas.

La figura 4.2 muestra una soldadura ultrasónica de plásticos y la figura 4.3 muestra una soldadura ultrasónica de metales.



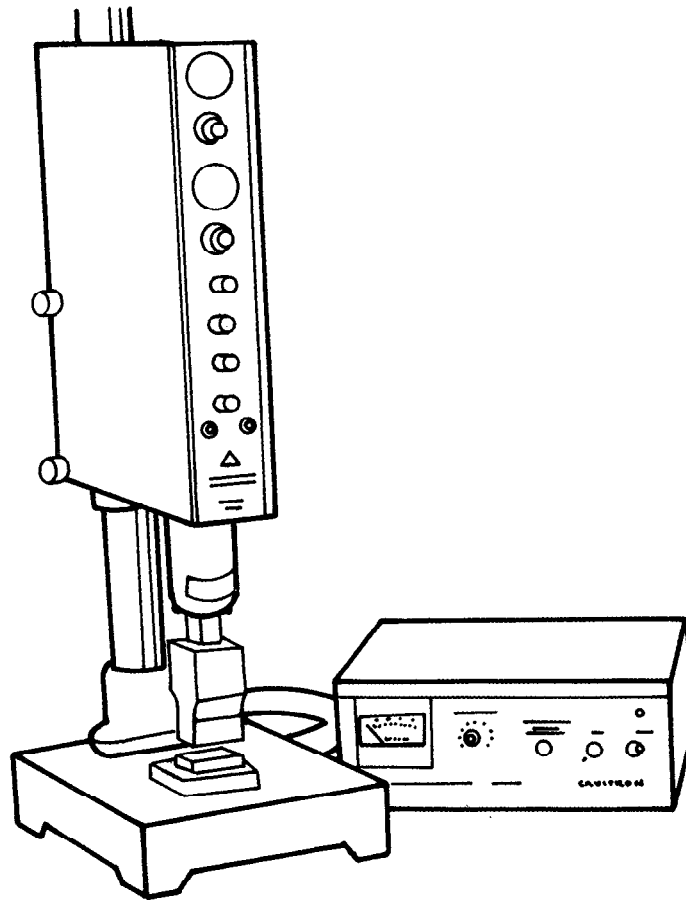


Figura 4.2 Soldadora ultrasónica de plásticos.

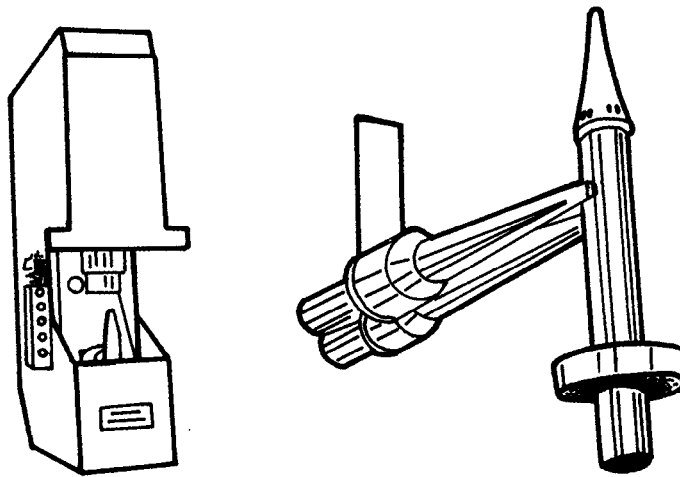


Figura 4.3 Soldadura ultrasónica de metales.

Tal vez la más amplia aplicación actualmente de la soldadura ultrasónica de metales está en la industria electrónica en el ensamble de pequeños componentes tales como la unión de cables de aluminio y de oro-plomo a transistores, diodos y otras piezas semiconductoras; alambres y listones son soldados a hojas delgadas y circuitos miniaturizados; diodos y transistores son montados directamente en circuitos electrónicos. Estas uniones son muy confiables y muestran una resistencia eléctrica mínima, además de no dejar contaminación, ni producir distorsión térmica en los componentes a unir.

La soldadura ultrasónica ha reducido los costos de fabricación de los sistemas de conversión de energía solar. Los sistemas para convertir energía solar en energía eléctrica a menudo usan módulos fotovoltaicos con celdas de silicón, las cuales son interconectadas con conectores de aluminio, níquel o plata. Esta es otra de las aplicaciones que está teniendo la soldadura ultrasónica.

Soldadura de arco de plasma

5.1 INTRODUCCION

La soldadura de arco de plasma es un proceso de soldadura de arco eléctrico restringido o chorro de plasma para obtener la fusión y la unión de metal. El término *plasma* se refiere a un gas el cual es lo suficientemente ionizado para conducir corriente libremente. Una soldadura de arco convencional es un ejemplo de un plasma; un chorro de plasma es creado cuando el arco es pasado a través de una boquilla restringida o estrecha. Como un resultado de la restricción, el chorro de plasma toma una forma angosta, columnar con propiedades únicas que lo hacen ideal para soldadura.

El principio básico del circuito de soldadura de arco de plasma se muestra en la figura 5.1. El sistema consiste de un electrodo, una boquilla enfriada

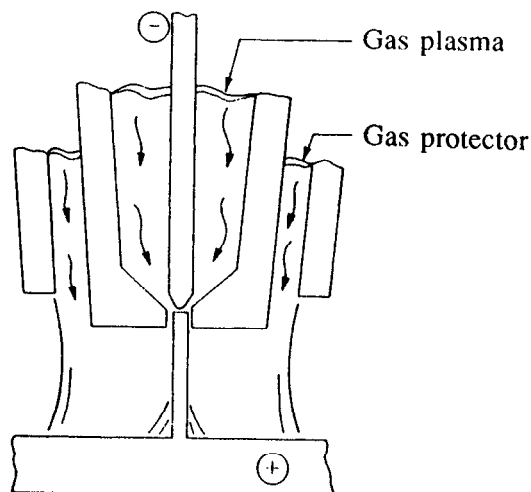


Figura 5.1 Flujo de corriente durante un arco de plasma.

por agua, y pasadizos para proveer agua y gas. Una unidad de potencia provee corriente directa constante para el arco. El gas que se hace pasar dentro de la boquilla rodeando el electrodo, se ioniza al llegar al arco eléctrico, y forma el chorro de plasma. En ciertas operaciones el área soldada es protegida por una cortina de gas que es proveído a través de una boquilla exterior, que rodea a la boquilla que conduce el gas plasma como se muestra en la figura 5.1.

Arco transferido:

Los términos *arco transferido* y *arco no transferido* son importantes en el vocabulario de la soldadura de plasma. Un arco transferido como lo muestra la figura 5.1 fluye el electrodo dentro de la boquilla a la pieza de trabajo. Mientras que un arco no transferido ocurre del electrodo a la boquilla independientemente de la pieza de trabajo. El calor útil obtenido de un arco no transferido es acarreado fuera de la boquilla por el gas que sale de ella y se dirige a la pieza de trabajo. El arco transferido proporciona calor más eficientemente a la pieza de trabajo, ya que el arco eléctrico entre el electrodo y la pieza genera calor directamente sobre la pieza además del calor que aporta el chorro de plasma. Como consecuencia de esta mayor eficiencia, la mayoría de los sistemas de soldadura de plasma son de arco transferido.

Arco constringido:

La constricción de un arco por una boquilla ocasiona algunos cambios severos en las características del arco, las más obvias de las cuales son la proyección del arco mismo y la formación del gas plasma que nos dan una flama larga y angosta. Los cambios eléctricos y térmicos típicos causados por un arco constringido se muestran en la figura 5.2; donde las condiciones del arco son 200 amperes, a 15 volts, y con un flujo de 40 pies cúbicos por hora de argón. El lado izquierdo de la figura muestra la forma abierta del arco de tungsteno con gas inerte; y el lado derecho muestra el arco después que ha sido constringido al pasar a través de un orificio de 3/16" de diámetro.

Observe que con la misma corriente y flujo de gas, el voltaje del arco se dobla a 30 volts. Note también que las zonas de muy alta temperatura han sido proyectadas hacia abajo. Constringiendo el arco tiende a enfocar su energía a un área más pequeña de la pieza de trabajo, debido a que la constricción del arco no tiene el ángulo de divergencia de un arco abierto.

Soldadura ojo de cerradura:

Los sistemas de soldadura de arco de plasma ocasionan penetración en el material base ya sea por "fusión de lado a lado", o por "ojo de cerradura". El método de fusión de lado a lado es idéntico al usado en el proceso TIG (Gas



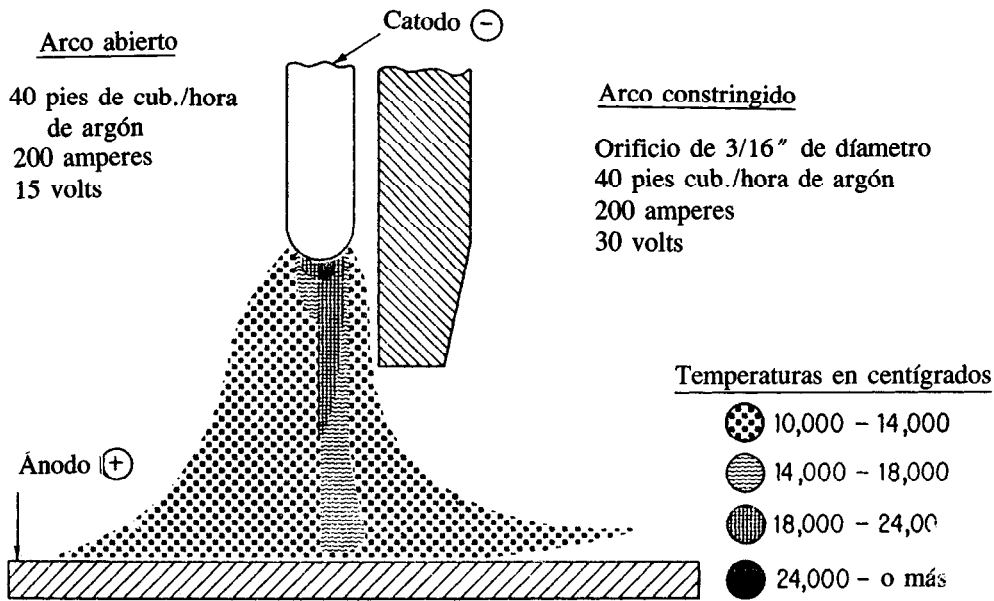


Figura 5.2 Efectos del arco constringido en el voltaje y en la temperatura del chorro de plasma.

inerte y electrodo de tungsteno), en el cual la penetración es obtenida por conducción térmica. El método ojo de cerradura, por otro lado, obtiene penetración por la combinación de la velocidad del gas con la conducción térmica. En esta técnica un agujero, conocido como *ojo de cerradura* es perforado a través del espesor total a soldar a la orilla del canto sobre la gota fundida, donde la fuerza del chorro de plasma desplaza el metal fundido.

Una protección de gas inerte por debajo de la zona de soldadura es requerida generalmente con el fin de evitar contaminación atmosférica en el material fundido. Una barra acanalada rectangular que soporte las piezas a soldar, que tenga alimentación de gas inerte y que provea un espacio para la salida del chorro de plasma es usada con este propósito. Las dimensiones de la barra acanalada son de aproximadamente 5/16" de ancho por 1/2" de profundidad. La figura 5.3 muestra la soldadura ojo de cerradura así como la protección con barra acanalada, antes descritas.

Las principales ventajas del método "ojo de cerradura" sobre el método de "fusión de lado a lado" son: aumento de la velocidad de soldadura, soldaduras más angostas, y prueba visual de que se obtuvo penetración total.

La soldadura de arco de plasma se divide en dos áreas básicas: de alta corriente y de baja corriente. El método de alta corriente se utiliza para soldaduras reforzadas en materiales de 0.090" a 0.375" de espesor. El proceso de baja corriente es usado para espesores que van de 0.005" a 0.090".

La soldadura de arco de plasma con alta corriente generalmente se usa con una boquilla constringida de varias salidas cuando el material a ser soldado

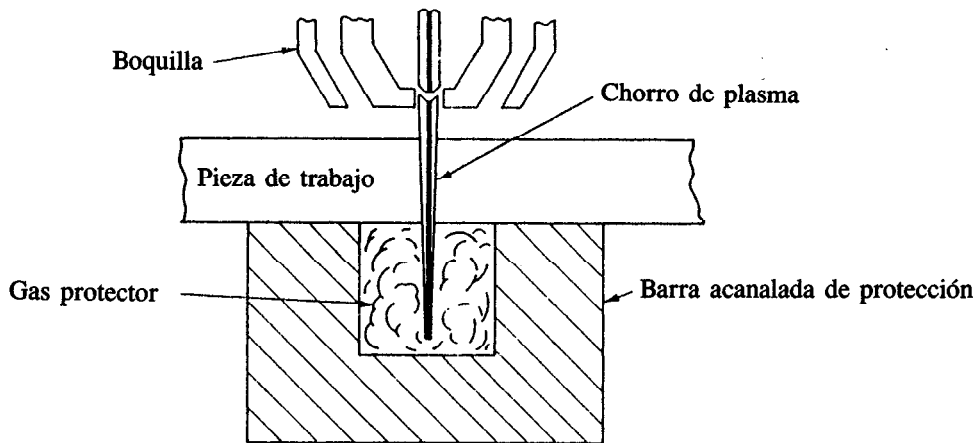


Figura 5.3 Uso de una barra acanalada de protección en la soldadura de arco de plasma.

excede $3/32$ " de espesor. Un diseño de esta boquilla es mostrado en la figura 5.4. En estos casos las corrientes usadas varían de 100 a 400 amperes, el arco no es en forma de aguja, y distribuye el calor sobre un área mayor de la pieza que la soldadura con baja corriente. Como lo muestra la figura 5.4a las boquillas de múltiples salidas tienen un grado de control mayor que las de alta corriente, dado que el gas que fluye a través de las salidas múltiples adelgaza el chorro de plasma. La distribución de calor de una boquilla de salidas múltiples aumenta la velocidad de soldadura de un 30 a un 50% mayor que el de una boquilla de salida simple.

Los gases usados en la soldadura de arco de plasma de alta corriente dependen del material a ser soldado. Usualmente el gas inerte usado como protector para la parte inferior del área a soldar es el mismo que se une en la boquilla. El argón es conveniente pero no produce necesariamente el resultado óptimo; por lo que el hidrógeno es agregado a menudo para producir un arco más caliente y una transferencia de calor más eficiente, con una velocidad de soldadura mayor. El exceso de hidrógeno puede ocasionar porosidad o grietas en la soldadura. Aun pequeñas cantidades de hidrógeno en el gas usado para soldar acero al carbono, acero de alta resistencia, titanio o zirconio pueden ocasionar porosidades, grietas o reducir las propiedades mecánicas de la unión. Sin embargo, la mezcla de argón e hidrógeno es usada para soldar aceros inoxidables, níquel, aleaciones cobre, níquel y otras aleaciones. Generalmente entre más delgadas sean las piezas a soldar es mayor el porcentaje permisible de hidrógeno, hasta un máximo del 15%.

La figura 5.5 muestra un circuito eléctrico típico de la soldadura de arco de plasma.



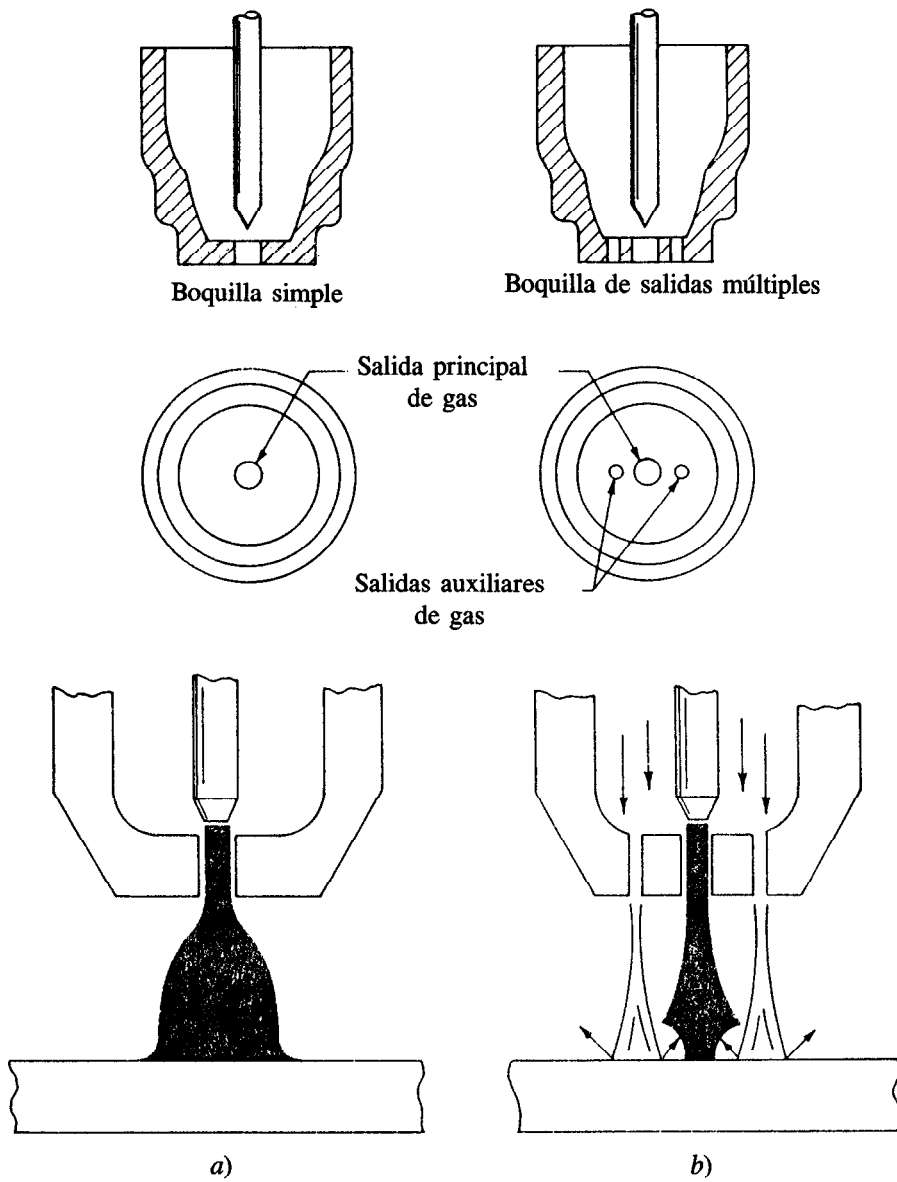


Figura 5.4 Diseño de boquillas y efectos del chorro de plasma de a) boquilla simple y de b) boquilla de múltiples salidas.

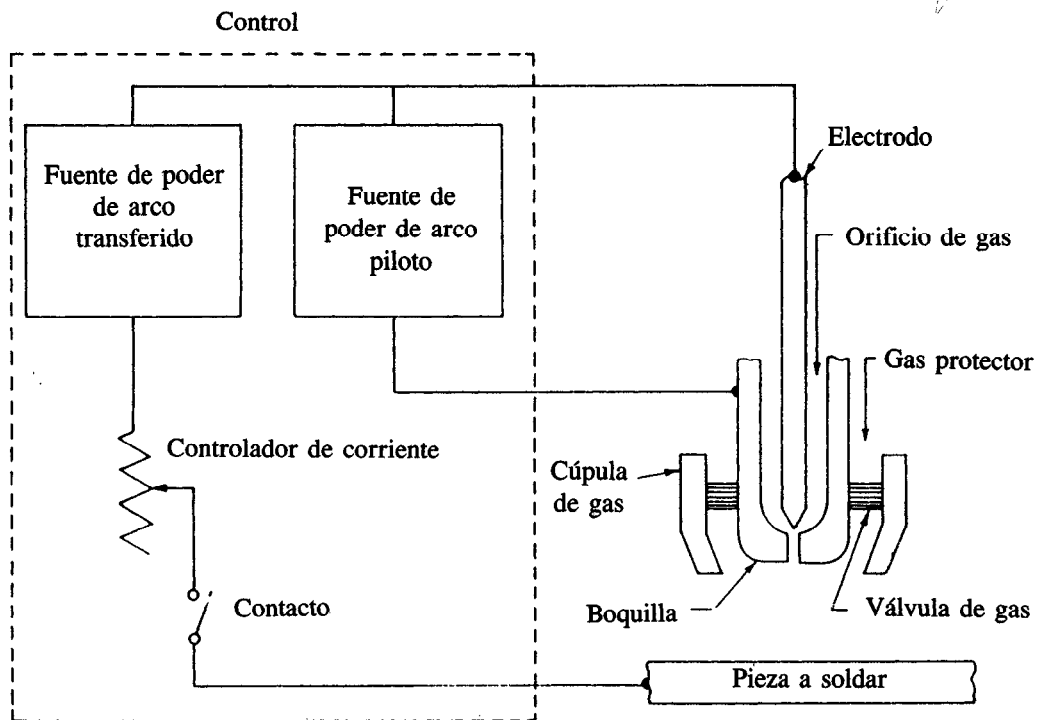


Figura 5.5 Circuito eléctrico típico de la soldadura de arco de plasma con gas protector y baja corriente (arco de aguja).



Acero al carbono

6.1 GENERALIDADES

El acero es un *material*

Material

Es todo lo que se emplea en la construcción de objetos. Los materiales se clasifican según se muestra en la figura 4.1.

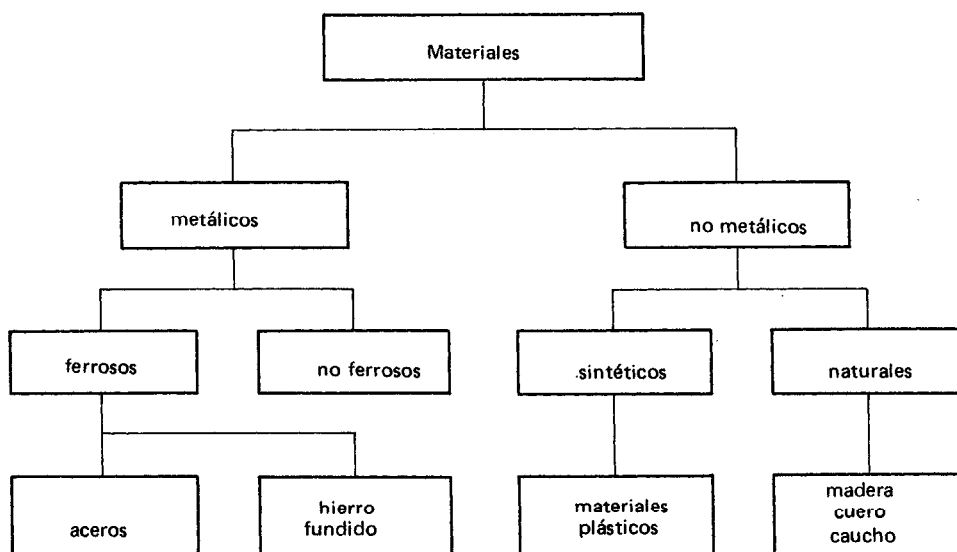


Figura 6.1

Metales

Son materiales dotados de brillo, en general buenos conductores del calor y de electricidad.

Los metales pueden ser ferrosos o no ferrosos. Se llaman metales ferrosos los que contienen hierro. Dentro de este grupo tenemos el acero que es un metal compuesto de hierro y carbono.

Hierro

Es un metal que se encuentra en la naturaleza en forma de mineral.

Carbono

Es un elemento que también se encuentra en la naturaleza en grandes cantidades.

La combinación de hierro y carbono da origen al *acero al carbono*, donde el porcentaje de este último puede variar de 0,05 a 1,5%. Esta combinación se obtiene derritiendo el mineral de hierro juntamente con un fundente (piedras calcáreas) en hornos apropiados, usándose coque como combustible.

De esta primera fusión, se obtiene el arrabio, que es llevado a otros tipos de hornos para ser transformado en acero al carbono, de color gris.

6.2 ALEACIONES DE ACERO

Son materiales ferrosos formados por la fusión del acero con otros elementos, tales como:

- ▲ níquel (Ni).
- ▲ cromo (Cr).
- ▲ manganeso (Mn).
- ▲ tungsteno (W).
- ▲ molibdeno (Mo).
- ▲ vanadio (Va).
- ▲ silicio (Si).
- ▲ cobalto (Co).
- ▲ aluminio (Al).

Las aleaciones de acero sirven para fabricación de piezas y herramientas que, por su aplicación, requieren la presencia en su composición de uno o varios elementos de los arriba mencionados. La aleación resultante recibe el nombre del o de los elementos según sea uno o varios componentes. Cada uno de estos elementos da al acero las propiedades siguientes:



Níquel (Ni)

Ha sido uno de los primeros metales utilizados con éxito para dar determinadas cualidades al acero. El níquel aumenta la resistencia y la tenacidad del mismo, eleva su límite de elasticidad, da buena conductibilidad y buena resistencia a la corrosión.

El acero al níquel contiene del 2 al 5% de Ni y de 0,1 al 0,5% de carbono. Los porcentajes de 12 al 21% de Ni y 0,1% de carbono producen ACEROS INOXIDABLES y presentan gran dureza y alta resistencia.

Cromo (Cr)

Da también al acero alta resistencia, dureza, elevado límite de elasticidad y buena resistencia a la corrosión.

El acero al cromo contiene 0,5 al 2% de cromo y 0,1 al 1,5% de C.

El acero al cromo especial, tipo inoxidable, contiene 11 a 17% de cromo.

Manganeso (Mn)

Los aceros con 1,5 al 5% de manganeso son frágiles. El manganeso, sin embargo, cuando se adiciona en cantidad conveniente, aumenta la resistencia del acero al desgaste y a los choques, manteniéndolo dúctil.

El acero al manganeso contiene usualmente 11 al 14% de Mn y 0,8 a 1,5% de carbono.

Tungsteno (W)

Es generalmente adicionado a los aceros con otros elementos. El tungsteno aumenta la resistencia al calor, la dureza, la resistencia a la ruptura y el límite de elasticidad.

Los aceros con 3 al 18% de W y 0,2 al 1,5% de C presentan gran resistencia.

Molibdeno (Mo)

Su acción en los aceros es similar a la del tungsteno. Se emplea, en general, adicionado con el cromo, produciendo los aceros al cromo-molibdeno, de gran resistencia, principalmente a esfuerzos repetidos.

Vanadio (Va)

Mejora, en los aceros, la resistencia a la tracción, sin pérdida de ductilidad, y eleva los límites de elasticidad y de fatiga. Los aceros al cromo-vanadio contienen, generalmente, 0,5 al 1,5% de Cr, 0,15 al 0,3% Va y 0,13 al 1,1% de C.

Silicio (Si)

Aumenta la elasticidad y la resistencia de los aceros.

Los aceros al silicio contienen 1 al 2% de Si y 0,1 a 0,4% de C.

El silicio tiene el efecto de aislar o suprimir el magnetismo.

Cobalto (Co)

Influye favorablemente en las propiedades magnéticas de los aceros.

Además, el cobalto, en asociación con el tungsteno, aumenta la resistencia de los aceros al calor.

Aluminio (Al)

Desoxida el acero. En el proceso de tratamiento termo-químico llamado nitruración, se combina con el nitrógeno favoreciendo la formación de una capa superficial durísima.

Tabla 6.2 Aleaciones del acero.

<i>Tipo de la aleación de acero</i>	<i>Porcentaje de la adición</i>	<i>Características de acero</i>	<i>Usos industriales</i>
Aceros al níquel	1 al 10% de Ni	Resisten bien a la ruptura y al choque, cuando son templados y revenidos.	Piezas de automóviles Piezas de máquinas Herramientas
	10 al 20% de Ni	Resisten bien a la tracción Muy duros Templables en chorro de aire	Blindaje de barcos Ejes — Varas de frenos Proyectiles
	20 al 50% de Ni	Inoxidables Resistentes a choques Resistentes eléctricos	Válvulas de motores térmicos Resistencias eléctricas Cuchillos — Instrumentos de medición
Aceros al cromo	Hasta 6% de Cr	Resisten bien a la ruptura Duros No resistentes a choques	Rodamientos. Herramientas Proyectiles. Blindajes
	11 al 17% de Cr	Inoxidables	Aparatos e instrumentos de medida. Cuchillos
	20 al 30% de Cr	Resisten a la oxidación	Válvulas de motores a explosión Calibres — Matrices



Tabla 6.2 Aleaciones del acero (continuación)

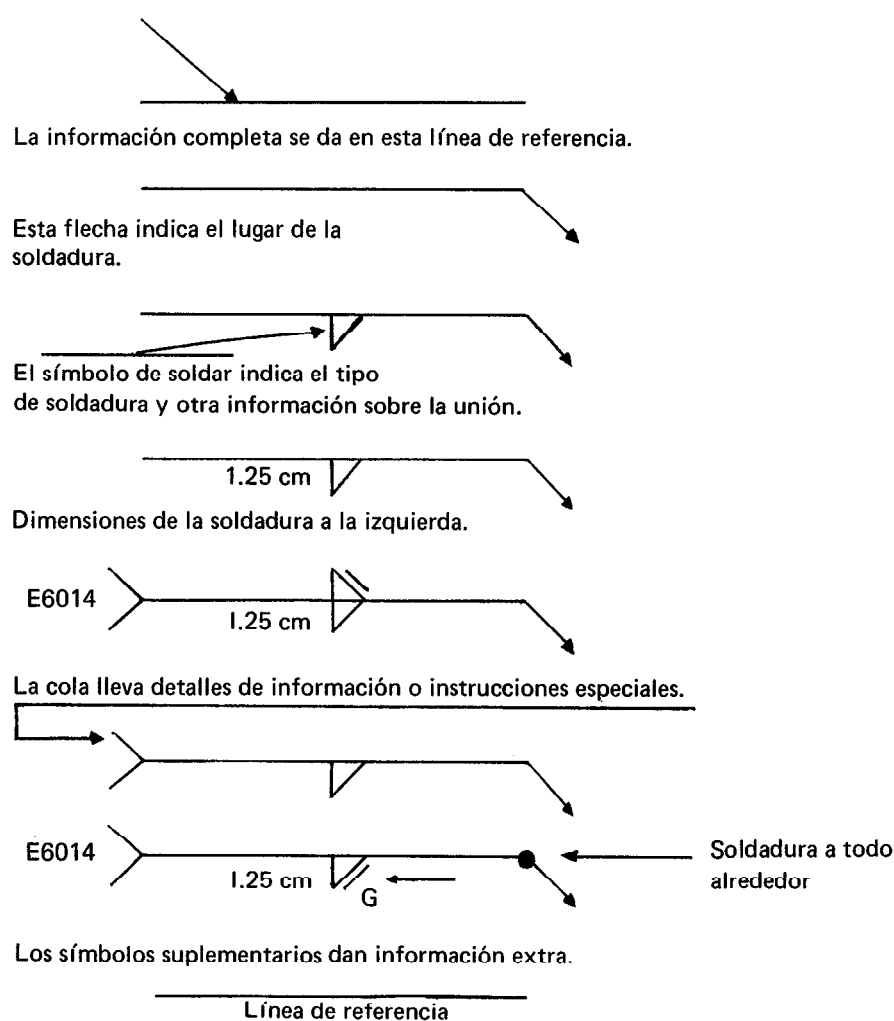
<i>Tipo de la aleación de acero</i>	<i>Porcentaje de la adición</i>	<i>Características del acero</i>	<i>Usos industriales</i>
Aceros al cromo-niquel	0,5 al 1,5% de Cr 1,5 al 5% de Ni	Gran resistencia. Gran dureza. Mucha resistencia a los choques, a torsión y a flexión.	Ejes de manivelas — Engranajes Ejes — Piezas de motores de gran velocidad Bielas
	8 al 25% de Cr 18 al 25% de Ni	Inoxidables. Resistentes a la acción del calor. Resistentes a la corrosión de elementos químicos	Puertas de hornos — Retortas Cañerías para agua salina y gas. Ejes de bombas. Válvulas — Turbinas
Aceros al manganeso	7 al 20% de Mn	Extrema dureza Gran resistencia a los choques y al desgaste	Mandíbulas de triturar Ejes de válvulas en general Agujas, cruzamientos y curvas de rieles Piezas de dragas
Aceros al silicio	1 al 3% de Si	Resistencia a ruptura. Elevado límite de elasticidad. Propiedad de anular el magnetismo	Resortes — Chapas de inducidos de máquinas eléctricas Núcleos de bobinas eléctricas
Aceros al silicio manganeso	1% de Si 1% de Mn	Gran resistencia a ruptura Elevado límite de elasticidad	Resortes diversos Resortes de vehículos Automóviles
Aceros al tungsteno	1 al 9% de W	Dureza — Resistencia a ruptura — Resistencia al calor de abrasión. Propiedades magnéticas	Herramientas de corte para altas velocidades Matrices Fabricación de imanes
Aceros al molibdeno y aceros al vanadio	—————	Dureza — Resistencia a ruptura Resistencia al calor de abrasión	No son comunes los aceros al molibdeno y al vanadio simples Estos se asocian a otros elementos
Aceros al cobalto	(Co)	Propiedades magnéticas Dureza — Resistencia a ruptura. Alta resistencia a abrasión	Imanes permanentes. Chapas de inducidos No es usual el acero al cobalto simple

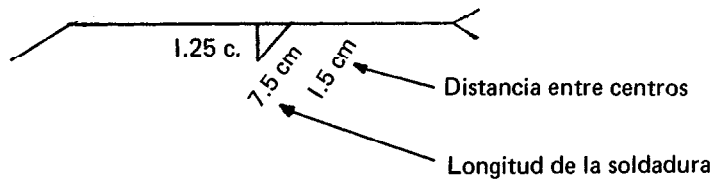
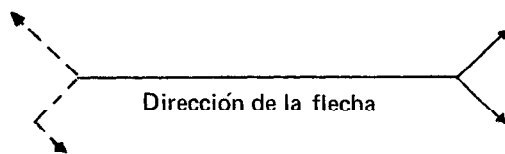
Tabla 6.2 Aleaciones del acero (continuación)

<i>Tipo de la aleación de acero</i>	<i>Porcentaje de la adición</i>	<i>Características del acero</i>	<i>Usos industriales</i>
Aceros rápidos	8 al 20% de W 1 al 5% de Va Hasta 8% de Mo 3 al 4% de Cr	Excepcional dureza. Resistencia al corte, aun con la herramienta caliente por la alta velocidad. La herramienta de acero rápido que contiene Co consigue maquinar el acero al manganeso de gran dureza.	Herramientas de corte de todos los tipos, para altas velocidades. Cilindros de laminadores ★ Matrices ★ Calibres ★ Granetes
Acero al aluminio-cromo	8,85 al 1,20% de Al 0,9 al 1,8% de Cr	Posibilita gran dureza superficial por tratamiento de nitruración (termo-químico)	Piezas para motores a explosión de combustión interna Ejes de manivelas Ejes Calibres de medidas de dimensiones fijas



Partes del símbolo estándar de soldadura





Cordón



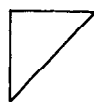
Chañlón J



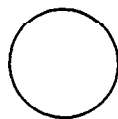
Tapón



Chañlón U



Filete



Soldar todo alrededor



Filos rectos



Soldar en el área



Chañlón



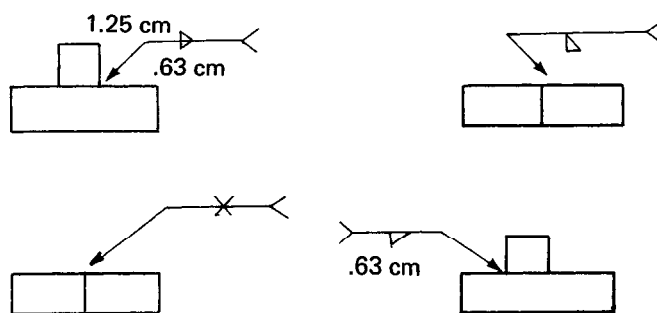
Cordón liso



Chañlón V



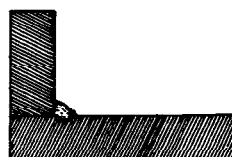
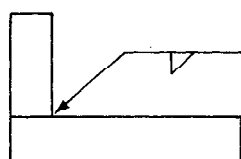
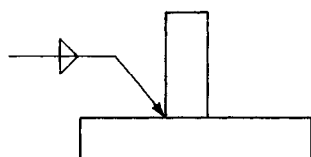
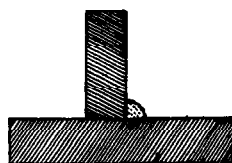
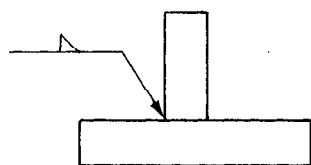
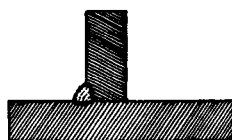
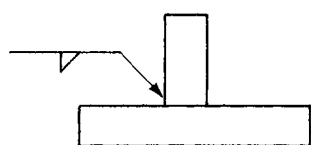
Contorno de cordón



Uniones "T"

Símbolo

Resultado

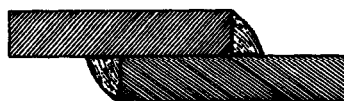
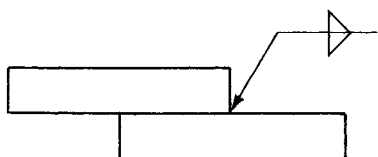
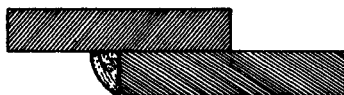
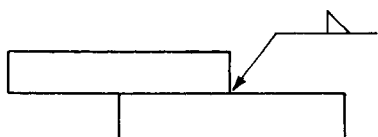
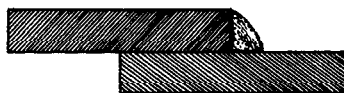


Uniones traslapadas

Símbolo

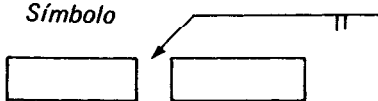


Resultado

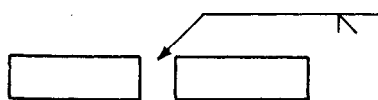


Uniones a tope

Símbolo

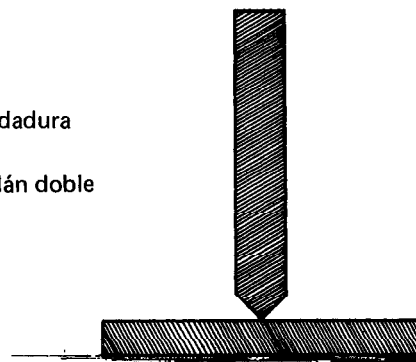
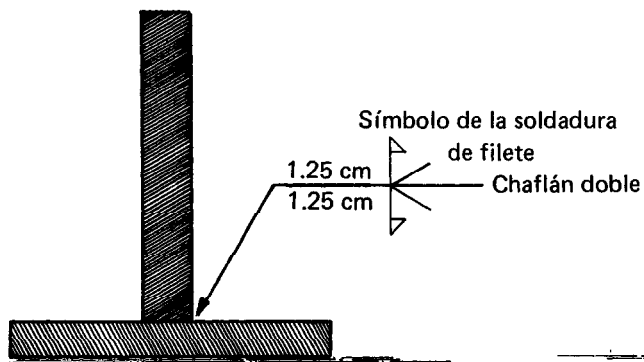
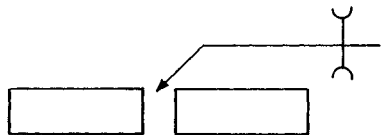
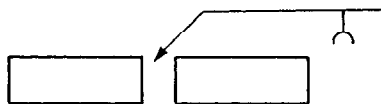
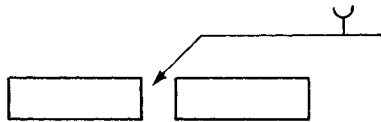
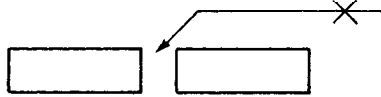
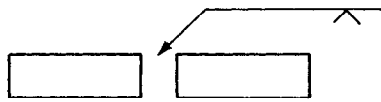


Resultado

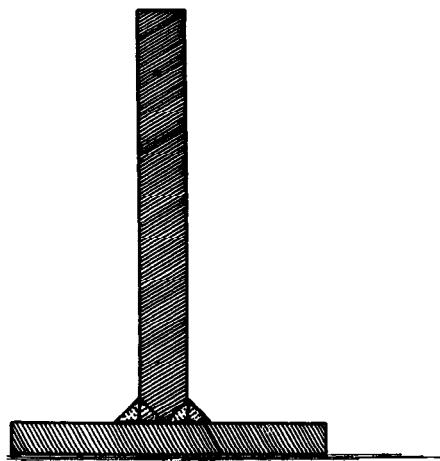


Resultado

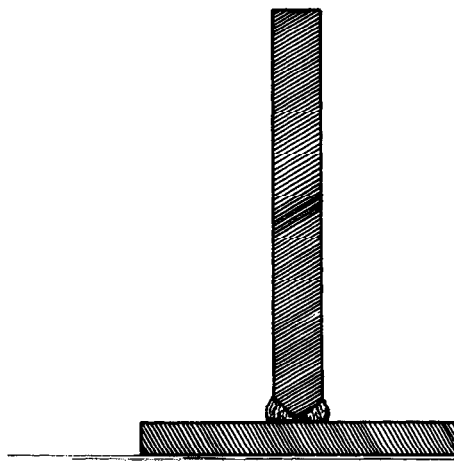
Símbolo



La pieza vertical achaflanada



Soldadura reforzada



El chaflán relleno



De un solo vértice					
	Representación	Fun.	Reforzamiento	Formas planas	Unif. aligeradas
Soldadura en borde					
En I sencilla					
Con refuerzo en revés					
En V sencilla					
Con refuerzo en revés					
En U sencilla					
Con refuerzo en revés					
En 1/2 U					
Con refuerzo					
En J sencilla					
Con refuerzo					
Soldadura en ambos lados					
En X					
En W					
En K					
En 2 J					
Soldadura en ángulo					
Sobre 3 chapas					
En tipo sencillo con <					

Bibliografía

- JAMES A. PENDER, *MANUALES DE LA ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL TRABAJO.*
- *SOLDADURAS*
 - *MANUAL DE SOLDADURA ARMO*
 - *CURSO DE SOLDADURA PARA INGENIEROS Y SUPERVISORES*
 - *SONOBOND ULTRASONICS*
 - *TOOL & MANUFACTURING ENGINEERS HANDBOOK*

