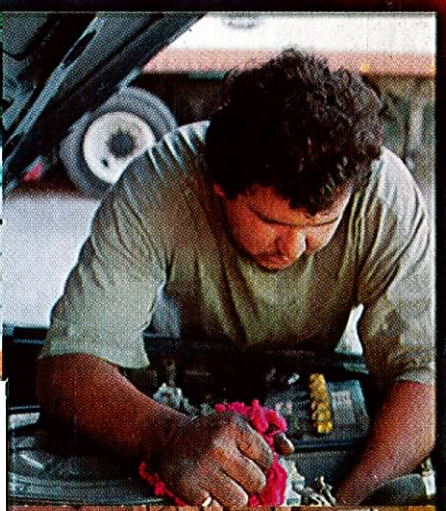
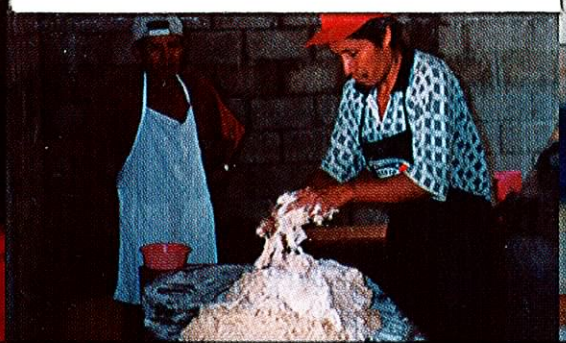
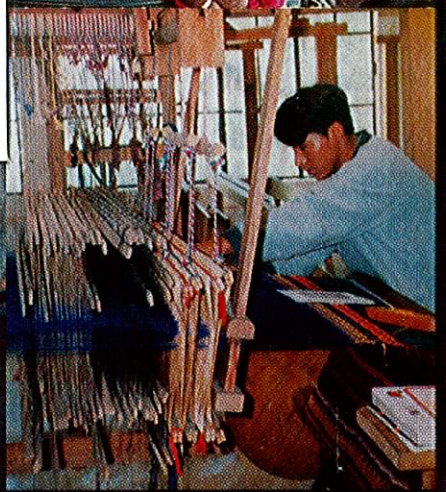
Programa
SA'KOMONIL
"Entre Todos"

UNION EUROPEA





SOLDADURA

CISP
COMITATO INTERNAZIONALE PER LO SVILUPPO DEI POPOLI

CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICO ARTESANAL
"Bartolo Perlo"

Programma SA' KOMONIL "Entre Todos"

CENTRO DE FORMACION TECNICO ARTESANAL
"BARTOLO PERLO"
SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

UNION EUROPEA

PRIMER CURSO

SOLDADURA

CISP COMITATO INTERNAZIONALE PER LO SVILUPPO DEI POPOLI

CENTRO DE FORMACION TECNICO ARTESANAL "Bartolo Perlo"

SOLDADURA

PRIMER CURSO

SOLDADURA
PROCEDIMIENTOS Y APLICACIONES
REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Durante el siglo XVIII se fabricaron máquinas que aumentaron en gran medida la producción que antes se obtenía por fuerza humana. Aunque los progresos realizados fueron lentos y hubieron de transcurrir más de 100 años para que se modificasen los métodos de manufactura, al advenimiento del siglo XIX ya había muchos negocios que empleaban técnicas de producción en masa y el intercambio de partes. La gente empezó a experimentar. Edmund Dhabi descubrió durante ese periodo los procesos de soldadura y corte con oxiacetileno. También durante ese tiempo Humphery Dhabi descubrió que era posible crear un arco de luz conectando una batería de dos electrodos de carbón. Posteriormente, este tipo de arco dio origen a más de una docena de procesos importantes de soldadura incluyendo la soldadura de protección al arco metálico, soldadura al arco de tungsteno con gas y soldadura al arco metálico con gas.

PRÁCTICAS MODERNAS

Todavía en 1900 se aceptaba la operación de soldar sólo como un método apropiado para efectuar reparaciones, pues la industria aún no estaba preparada para utilizar el proceso en la fabricación de maquinaria porque no se había comprendido cabalmente el valor de la soldadura. El cliente sentía satisfacción solamente si podía ver que había pernos y remaches manteniendo unida una maquinaria. Esta idea permaneció hasta después del comienzo de la Primera Guerra Mundial. La crisis bélica demandó de la industria estadounidense la implantación de métodos de producción más rápidos y mejores; los viejos métodos resultaban demasiado lentos para hacer frente a las críticas exigencias de los tiempos de guerra. La industria reconoció, finalmente, las

ventajas de la soldadura porque ésta aumentaba la eficacia y velocidad de producción. Varios barcos averiados fueron reconstruidos en un tiempo muy breve gracias a la soldadura. El incidente que suscitó esta acción ocurrió a principios de la guerra, cuando varios barcos alemanes internados en puertos estadounidenses fueron dañados por su propia tripulación al tratar de destruir las máquinas de hierro colado de las naves. Los militares de Estados Unidos se encontraron con lo que parecía ser un conjunto de máquinas inservibles e hicieron un llamamiento a la industria de la soldadura para que cooperase en su reconstrucción. Expertos en soldadura procedente de todos los puntos del país respondieron al llamado; al cabo de pocas semanas las máquinas dañadas quedaron totalmente reconstruidas por medio de la soldadura y las naves fueron puestas al servicio de los aliados.

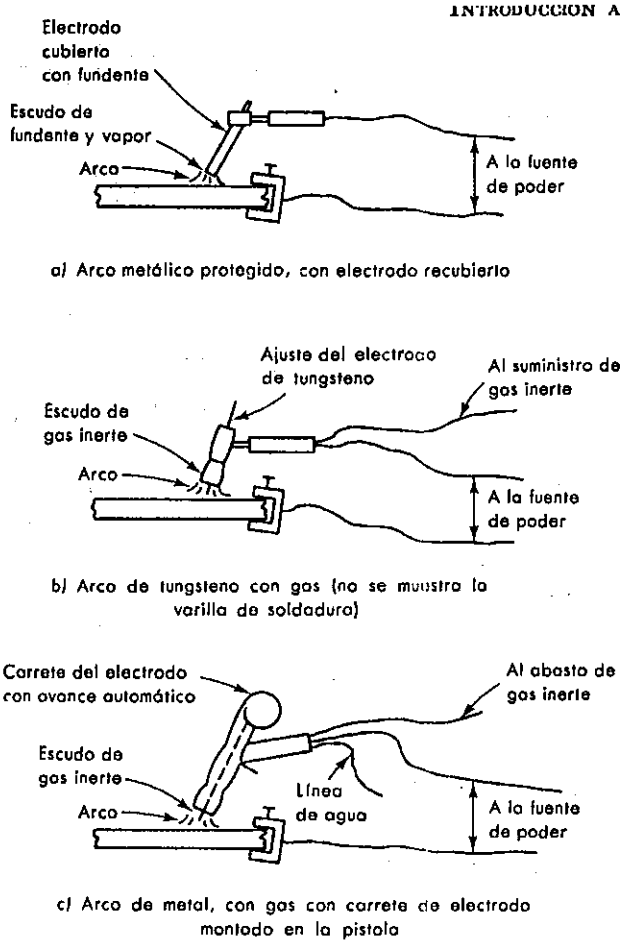


FIGURA 1-3. Tres procesos importantes de soldadura al arco.

La industria estadounidense no tardó, entonces, en reconocer los méritos de los procesos de soldadura. Las técnicas de soldadura se implantaron rápidamente en la construcción de edificios y puentes así como en la fabricación de maquinaria.

IMPORTANCIA DE LA SOLDADURA

La mayoría de los fabricantes norteamericanos emplean ahora procesos de soldadura. Sin el uso de los métodos de soldadura no existiría maquinaria compleja.

Por ejemplo, un nuevo modelo de transporte pesado para servicio fuera de carretera contiene muchos tipos de metal soldado.Este modelo pesa 3 635 kg (8 000 libras)

menos que los transportadores de diseño convencional pero aún así arrastra unos 8 metros cúbicos más de carga útil. Otro ejemplo de fabricación con soldadura es el depósito cilíndrico de almacenamiento a presión, una estructura de peso liviano de esta clase puede construirse sólo por medio de soldadura. En la industria de la construcción, los diseños de soldadura proporcionan la resistencia y eficacia que se requieren para los edificios altos.

La soldadura permite obtener una producción de alta calidad a precios competitivos. Sin los procesos de soldadura no sería posible efectuar numerosos trabajos de reparación y mantenimiento. Un ejemplo representativo de soldadura para reparación se encuentra en los talleres de una fundición de acero inoxidable en la que se cuelan grandes secciones de productos inoxidables destinados a ensambles nucleares.

En la técnica de fabricación de superficies duras encontramos un ejemplo de soldadura de mantenimiento: por medio de soldadura se aplican materiales duros a la superficie de las partes de acero. Por ejemplo, se pone carburo de tungsteno en el borde cortante de las herramientas de acero con el fin de prolongar su vida de trabajo útil hasta 20 veces.



FIGURA 1-8. Reparación de una pieza costosa mediante unas cuantas varillas de electrodos para soldar. (Cortesía de National Cylinder Gas, división de Chemetron Corp.)

La importancia de la soldadura en lo que concierne a la actividad industrial estadounidense queda ejemplificada en la declaración hecha por Paul Galton, vicepresidente y gerente general de Ransome Co., una división de Big Three Industries:

"La soldadura ha llegado a ocupar un sitio vital prácticamente en todas las fases de la actividad industrial. En la actualidad se le toma en consideración como un proceso serie y profesional aun antes de llegar a la etapa de diseño y producción de un artículo o alguna construcción."

DEFINICIÓN DE LA SOLDADURA

Con soldadura se unen dos metales, o más, mediante una ligadura o fusión de metal a metal. La composición de los metales puede ser idéntica o diferente. La formación de ligaduras o fusión puede efectuarse a temperatura ambiente o uniendo los metales en estado de fusión. Sólo eliminando la contaminación en la superficie de las partes que se van a soldar se puede obtener una calidad satisfactoria. Los procesos de soldadura exigen limpieza y buen contacto de las superficies.

Existen muchas maneras diferentes para formar uniones soldadas.

1. Caliente un metal hasta que fluya sobre la superficie de otro.
2. Caliente las superficies por soldar hasta que estén en estado líquido.
3. Aplique calor y presión.

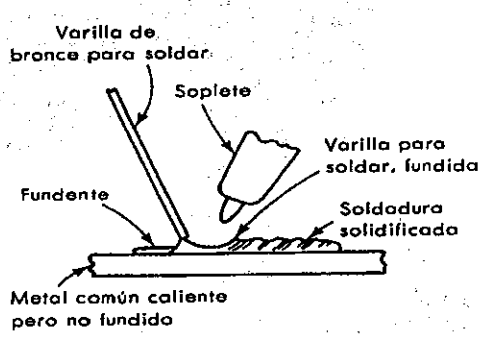


FIGURA 1-10. Soldadura de aleación utilizando un soplete oxiacetilénico que funde el metal de soldadura pero no el metal común.

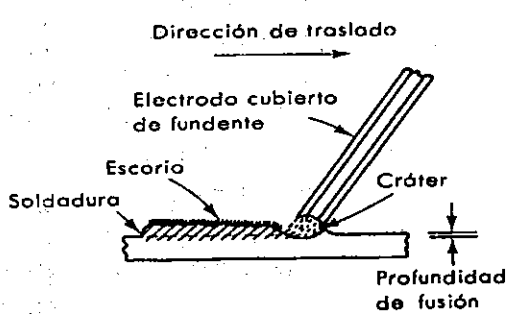


FIGURA 1-11. La soldadura con arco de metal origina que se fundan tanto el material de soldadura como el metal común.

4. Aplique presión a temperatura ambiente.
5. Deslice una superficie metálica sobre otra, a una velocidad alta.
6. Junte las superficies haciéndolas vibrar a alta frccuencia.

Se puede comprender mejor la naturaleza de las diversas clases de soldadura que hay, si se clasifica cada una de acuerdo con su temperatura superior o inferior a la de fusión de los metales utilizados.

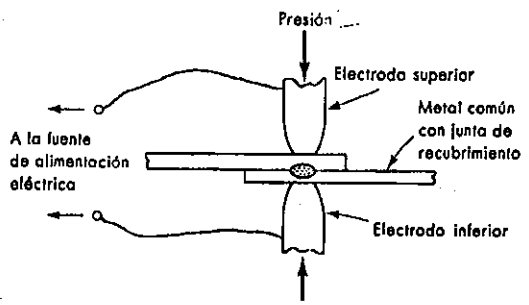


FIGURA 1-12. La soldadura eléctrica por puntos completa las uniones de alta resistencia mediante la aplicación de flujo de corriente para calentamiento seguida por la aplicación de presión para efectuar la unión.

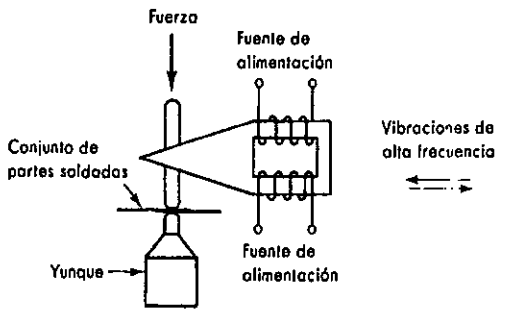


FIGURA 1-15. En la soldadura ultrasónica se emplea el principio de la vibración a altas frecuencias para eliminar la contaminación de la superficie y hacer que los metales fluyan a temperatura ambiente.

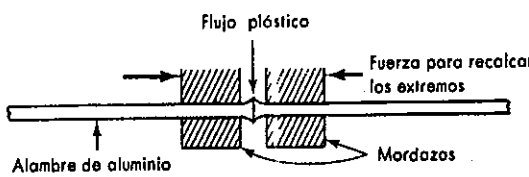


FIGURA 1-13. Superficies limpias unidas mediante fuerza, a la temperatura ambiente, completan el proceso de soldadura en frío.

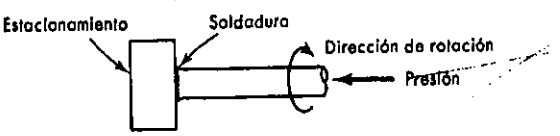


FIGURA 1-14. La soldadura por fricción se efectúa haciendo girar una sección de metal contra otra, hasta que ambas superficies se calienten. En seguida, una fuerza de alta presión completa el proceso de unificación.

RIESGOS PROFESIONALES

Un soldador se enfrenta a un determinado número de riesgos profesionales en los que se incluye la presencia de gases y polvo, choques eléctricos, radiación originada por los arcos, quemaduras, partículas desprendidas con cierta velocidad, golpes, raspones y ruido.

GASES Y POLVO.

Es necesario tomar precauciones para proteger al operario contra los gases y polvo que se desprenden durante las operaciones de soldadura en que se utilizan escorias, varillas revestidas de fundentes y metales que generan vapores.

El grado de contaminación se determina por el tamaño de la superficie, el número de soldadura en actividad, el tipo de ventilación y la posición de la cabeza del soldador en relación con el humo. Al trabajar con materiales tóxicos, el soldador deberá mantener la cabeza debajo o a un lado del punto en donde se originan los humos. Si los

humos se mezclan con el aire atmosférico es probable que no haya problemas de respiración.

La soldadura de protección al arco metálico, con electrodos normales de acero dúctil, no produce efectos perjudiciales cuando se usa en áreas abiertas. En este tipo de soldadura se utiliza la mayoría de los electrodos que se fabrican en la actualidad. Si la soldadura se efectúa en un espacio cerrado, como por ejemplo en un pequeño tanque, entonces sí existe riesgo pues los óxidos de nitrógeno se acumulan y pueden dañar seriamente los pulmones.

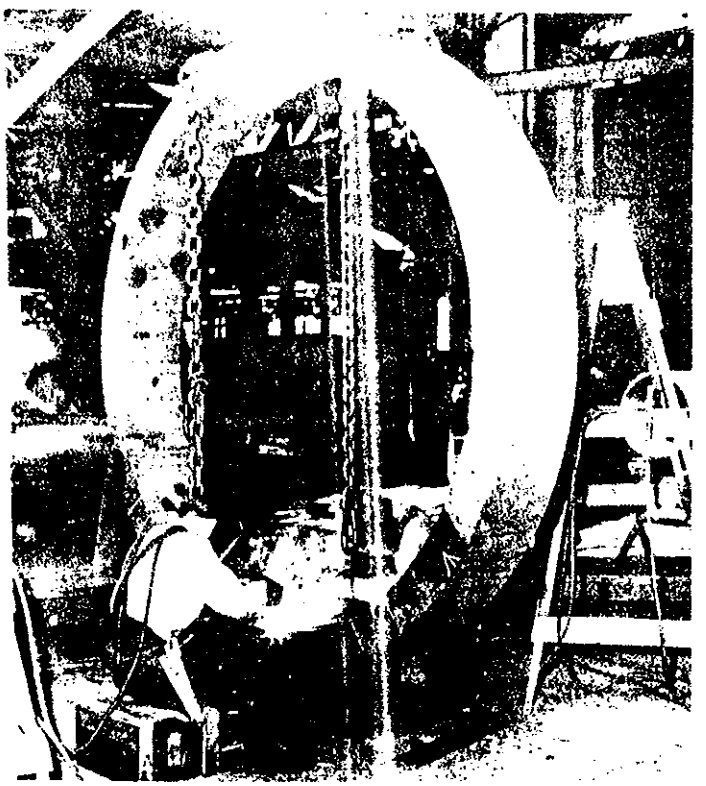


FIGURA 2-2. El operario soldador situado al frente tiene aire limpio para respirar, en tanto que el operario situado atrás está rodeado de humos. (Cortesía de ARCOS Corp.)

Cuando se usan electrodos bajos en hidrógeno, pueden originarse compuestos fluorados que son un riesgo para la garganta y los pulmones. La irritación de la garganta puede disminuir al cabo de unos cuantos días, pero si las condiciones de trabajo permanecen iguales no se debe suponer que hayan desaparecido los compuestos fluorados. Los tejidos de la garganta pueden haber perdido su sensibilidad y el tóxico tal vez aún permanezca allí.

Los electrodos de alta aleación pueden contener fluoruros y cromatos y deben usarse únicamente en áreas ventiladas.

La soldadura de protección de gas, con sus altas temperaturas de arco y radiación infrarroja y ultravioleta, es una fuente de riesgos en potencia. En el área próxima a la soldadura se produce ozono a causa de la exposición del oxígeno del aire a la acción de la luz ultravioleta. En las operaciones de soldadura de protección con gas es más evidente el aumento de ozono y se atribuye a este efecto a la corriente de alta intensidad, a la humedad tan marcada y a las tasas excesivas de argón. Los operarios soldadores deben limitar la cantidad de argón que utilizan haciendo sólo uso del estricta-

mente necesario para asegurar que la soldadura sea de calidad.

Los disolventes para limpieza se descomponen rápidamente cuando se exponen la arco, aun a distancias superiores a 3 metros. No se deben usar líquidos para desengrasar en el mismo salón en donde se solda. Si un olor es bastante fuerte para ser perceptible deberá interrumpirse la soldadura. Un ventilador que se utilice para hacer circular el aire de la estación de soldadura puede aumentar de hecho este riesgo, porque existe la posibilidad de que atraiga los humos hacia el operario soldador.

El proceso del oxicombustible no presenta ningún problema grave. Los riesgos que resultan de este proceso empiezan cuando se inicia la emisión de humos de los fundentes o metales sobrecalentados. En algunas operaciones de soldadura fuerte, por ejemplo, el sobrecalentamiento genera volúmenes peligrosos de gases. El zinc vaporizado se presenta en forma de humo blanco y es venenoso. Los humos que produce la soldadura con cadmio son en extremo peligrosos para la salud de los operarios; cuando éste se calienta a una temperatura superior a la de su punto de fusión se forma un humo amarillo-café que destruye los pulmones después de una exposición breve.

CHOQUE ELÉCTRICO.

La mayoría de los procesos de soldadura modernos requieren el empleo de un circuito eléctrico. Una descarga puede ser inofensiva o mortal, y lo que para un individuo pudiera no tener consecuencias, en cambio para otro sería una experiencia dolorosa. La severidad del choque eléctrico depende de la trayectoria seguida por el circuito, del voltaje y amperaje y también de la duración del choque.

1. **Trayectoria del circuito:** El choque de tipo más peligroso lo constituye el paso de la corriente a través del corazón y la cavidad pulmonar. Es decir, desde los pies a las manos o a través de las dos manos. Cuando existe alguna duda con respecto a un circuito eléctrico, algunos soldadores acostumbran utilizar sólo una mano en su labor. Los dispositivos eléctricos pueden estar desconectados y, sin embargo, tener almacenada suficiente energía para resultar mortales.

2. **Voltaje y amperaje.** Un corazón humano puede detenerse o dejar de funcionar por completo por el paso de una corriente de 0.06 amperios. La corriente en un circuito eléctrico es igual al voltaje dividido entre la resistencia. La piel seca normal ofrece más de 10 000 ohmios de resistencia a la corriente eléctrica; la piel húmeda tiene una resistencia cercana a 500 ohmios.

3. **Duración del choque:** Las lesiones ocasionadas por un choque eléctrico se

pueden manifestar instantáneamente o después de cierto tiempo, según haya sido la cantidad de corriente recibida. Cuando su intensidad es casi de 0.004 amperios se puede experimentar dolor. Si la corriente excede los 0.009 amperios pueden paralizarse los nervios y los músculos no reaccionarán para romper el circuito. Al circular una corriente de 0.06 amperios por la cavidad cardiaca se puede alterar el ritmo de los latidos del corazón. El corazón se detiene entonces en un estado conocido como fibrilación ventricular. En vista de que el cerebro puede vivir solamente unos 4 minutos sin recibir un nuevo abasto de oxígeno, es necesario impartirle a la victima de un choque eléctrico, cuyo corazón no late, respiración artificial y masaje cardiaco hasta que llegue al hospital.

RADIACIÓN EMITIDA POR LOS ARCOS.

Un arco eléctrico alcanza temperaturas hasta de 6 000 °C. (12 000 °F). Esta temperatura origina radiaciones de rayos infrarrojos y ultravioleta. En el proceso de arco metálico estos rayos son absorbidos parcialmente por una nube de vapor y humo que se produce por la ignición del recubrimiento que protege los electrodos comunes.

En los procesos de protección con gas se genera poco vapor o humo pero es necesario tomar medidas especiales de precaución contra la radiación.

QUEMADURAS Y PARTÍCULAS VOLÁTILES CALIENTES.

La soldadura por fusión que se efectúa mediante el proceso de arco y gas, alcanza temperaturas de varios cientos de grados Fahrenheit. Las chispas y las partículas de metal calientes constituyen un riesgo para el operario soldador. Una vez que se termina de soldar, la escoria o escamas calientes de la soldadura y los fragmentos que se desprenden violentamente pueden causar lesiones.

GOLPES Y RASPONES.

Durante el ensamblado de las secciones metálicas puede ocurrir que las manos del operario sufran magulladuras o raspones. Cuando se manejan secciones grandes no es raro que los obreros sean empujados o golpeados por las secciones. Por lo tanto, es necesario que se mantengan alertas sobre este tipo de situaciones y porten guantes, zapatos de seguridad y cascos resistentes.

RUIDO.

Cuando los materiales se golpean entre sí, vibran haciendo que se libere energía, la

cual produce un ruido. Por ejemplo, el astillado de escoria de las soldaduras, el martillado con aire comprimido para la preparación de acanaladuras para la preparación de juntas y las operaciones con soplete a alta presión, origina ruido. El sonido o ruido puede dañar el sentido auditivo. Este daño puede ser ocasionado por sonidos de alta frecuencia, próximos a 15 kilohertzios, por sonidos de alta intensidad, de 90-115 decibelios.

Cuando los empleados quedan expuestos a niveles de ruido que excedan los limites, es necesario utilizar medios para controlar el sonido o protegerse del mismo. Por ejemplo, cuando el nivel de ruido es superior a 90 decibelios, durante 8 horas, el soldador deberá proteger sus oídos con tapones y orejeras.

EQUIPO DE PROTECCIÓN

Existen en el comercio siete clases principales de equipos de protección. Las condiciones específicas que imperan en el trabajo determinan, en forma precisa, la clase de equipo que debe emplear un operario soldador.

PROTECCIÓN PARA LOS PULMONES.

Algunos tipos de soldadura generan humos venenosos que deben expulsarse. Existen diversos sistemas de ventilación que son eficaces para este fin en zonas locales o áreas inmediatas. Por ejemplo, la expulsión de una cantidad tan pequeña como 1/100 contaminantes que se encuentran dentro del área de soldadura, puede suministrar una atmósfera exenta de riesgos. Esto puede obtenerse mediante el empleo de un ventilador que se conecte a la derivación de un motor. Una fuente de abastecimiento de aire fresco proporciona al soldador una protección aún mayor.



FIGURA 2-6. El abastecimiento de aire fresco ofrece una protección respiratoria completa. (Fotografía cortesía de 3M Company.)

PROTECCIÓN DE LAS MANOS.

Los guantes que se utilizan para soldar se pueden obtener en variedades desde algodón duro hasta cuero aislado y curtido en forma especial. Los guantes de algodón liviano son menos molestos pero no duran tanto como los de cuero.

PROTECCIÓN PARA LOS OJOS.

La protección que generalmente se emplea para los ojos consiste en unos anteojos de seguridad con lentes templados en forma especial. Estos pueden ser claros o levemente teñidos. El soldador tiene que usar los anteojos en todo momento, mientras esté desempeñando su tarea. Un visor o casco colocado sobre los anteojos filtra la luz emitida por las condiciones de trabajo específicas. Por ejemplo, un lente de sombra No. 2 es apropiado para proteger contra un arco a distancias superiores a 15 metros.



FIGURA 2-7. Guante de cuero flexible curtido al cromo con forro de tela de asbesto para aislar contra el calor. (Cortesía de Racine Glove Company, Inc.)

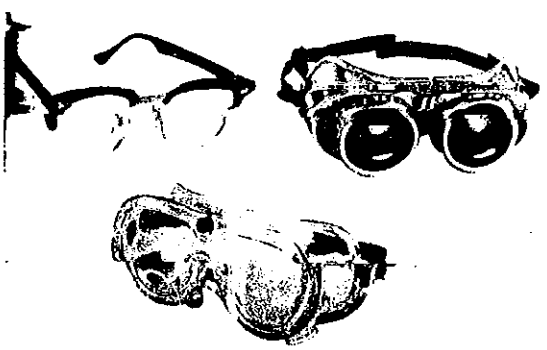


FIGURA 2-8. Diversos estilos de anteojos de seguridad con diferentes sombreados en lentes teñidos pueden obtenerse en el mercado. (Cortesía de Bausch and Lomb, Rochester, N. Y.)

PROTECCIÓN AUDITIVA.

La protección auditiva se provee mediante el aislamiento o reducción del volumen del sonido que penetra a los oídos. Los dispositivos para proteger los oídos están hechos de plástico o de material aislante para cubrir las orejas. Los aislantes para orejas o las copas de plástico que las cubren por completo son, por lo general, menos molestos. Estos protegen razonablemente bien contra sonidos hasta de 120 decibeles.



FIGURA 2-9. Los cascos protectores y los protectores faciales son excelentes para resguardar la cabeza y la cara. (Cortesía de Fibre-Metal Products Co.)

ROPA PROTECTORA.

Este tipo de ropa varía de acuerdo con la preferencia personal y las características que exija el trabajo. Las prendas de cuero con curtido especial ofrecen protección y comodidad a un costo conveniente.

Todas las prendas deben mantenerse libres de aceite y grasa. Debe evitarse que las prendas tengan bolsas o puños abiertos ya que éstos pueden atrapar chispas.



FIGURA 2-10. Copas de plástico para reducir el nivel de ruido en la industria.

PROTECCIÓN DE LOS PIES.

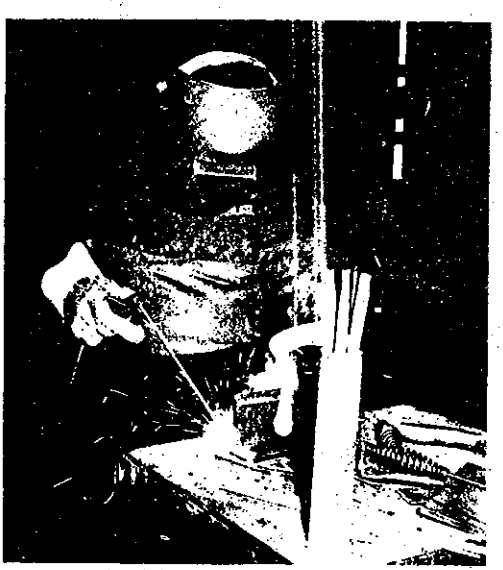


FIGURA 2-11. Las vestimentas de cuero ofrecen máxima protección contra chispas y metal caliente. (Cortesía de Singer Safety Products, Inc.)

Para este trabajo no se permite el empleo de calzado ordinario, de guarnición baja. Los zapatos deben prolongarse hasta arriba del tobillo y tener empeine de acero para brindar protección máxima.

PROTECCIÓN DE LA CABEZA.

Un casco es parte integral de la vestimenta regular que se utiliza en la mayoría de los trabajos de soldadura. Este sirve para proteger el cabello contra las chispas y la cabeza contra objetos que caigan.

EQUIPO Y MATERIALES BÁSICOS

Los materiales y equipo para soldar con gas consisten en la fuente de gas, los reguladores para el control de la presión, mangueras, conjunto de soplete, encendedor del soplete, anteojos y material para soldar.

CILINDRO DE GAS.

El oxígeno se suministra en cilindros de acero con capacidad para 566.33 litros (20 pies cúbicos) hasta 8 494.9 litros (300 pies cúbicos). La presión en estos cilindros de oxígeno es cercana a 154.66 kg/cm_ (2 200 libras por pulgada cuadrada) a 21.1 °C. (70 °F.). Los cilindros tienen una tapadera de acero para proteger la válvula de latón y un tapón-fusible de seguridad para dejar escapar el gas en caso de incendio.



FIGURA 3-1. Un juego completo para soldar con gas. (Cortesía de National Cylinder Gas, división de Chemetron Corp.)

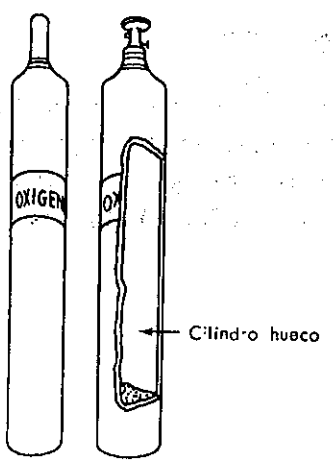


FIGURA 3-2. Detalles de un tanque de oxígeno.

El acetileno puede adquirirse en cilindros de unos 17.6 kg/cm_ (250 libras por pulgada cuadrada) a 21.1 1 °C. (70 °F.). Los cilindros de acetileno se llenan con un material absorbente que contiene una sustancia química disuelta para estabilizar el acetileno. Sin la sustancia química estabilizante no sería posible usar el acetileno a presiones superiores a unos 1.0545 kg/cm_ (15 libras por pulgada cuadrada). En los cilindros de acetileno se usan también tapones-fusibles

de seguridad y éstos se encuentran, ordinariamente, en las superficies superiores o las del fondo del cilindro.

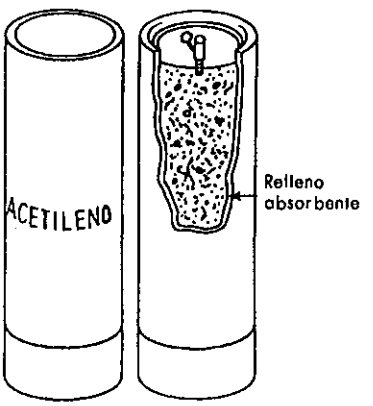


FIGURA 3-3. Detalles de un tanque de acetileno.

REGULADORES DE PRESIÓN.

Estos dispositivos sirven para dos finalidades: a) reducir la presión del tanque y, b) mantener la presión a un nivel constante.

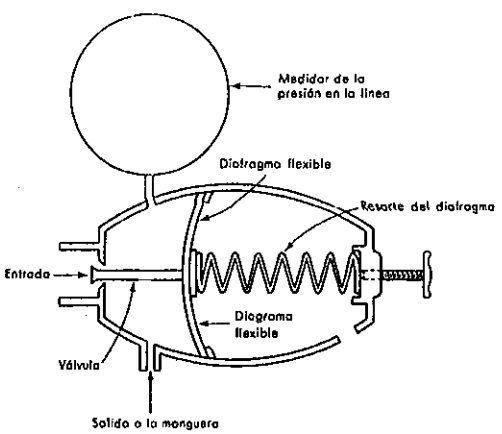


FIGURA 3-4. Detalles de un regulador de presión.

Las cuatro partes más importantes que constituyen un regulador de gas para soldar son:

1. Un tornillo para el ajuste de la presión.
2. Un resorte que transmite fuerza desde el tornillo hasta el diafragma.
3. Un diafragma que permite el movimiento de la válvula.
4. Un ensamblado de válvula y asiento.

MANGUERAS.

Los reguladores se conectan al soplete por medio de una manguera flexible, de diámetro pequeño. Los tamaños normales son de 4.762 mm (3/16"), 6.350 mm (1/4") y 8.937 mm (5/76") de diámetro interior. El diámetro que se requiere se determina mediante la longitud de la manguera y la presión de salida mínima. Una manguera más grande tiene menos caída de presión pero se maneja con más dificultad. El trabajo de soldadura que va a hacerse determina el tamaño de la manguera. Pueden obtenerse mangueras gemelas, en una sola pieza. De esta manera se elimina por completo el

problema de que se enreden las mangueras. Sencillas o dobles, se identifica cada manguera con un forro de color verde o negro si es para oxígeno y rojo para el gas combustible. Las mangueras para gas combustible tienen uniones con cuerda izquierda y las mangueras para oxígeno tienen uniones con cuerda derecha.

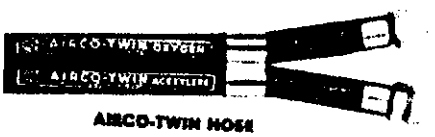


FIGURA 3-5. Mangueras gemelas para oxiacetileno con tuercas unión de latón. (Cortesía de AIRCO)

ENSAMBLE DEL SOPLETE.

El soplete para soldar es la pieza más importante en el equipo para soldar con gas. El soplete mezcla y regula el flujo de gas para producir la flama que desee obtenerse. Consiste en un cuerpo con dos válvulas, una cámara mezcladora y una boquilla o punta. Dos válvulas reguladoras situadas en la parte posterior del soplete actúan como ahogadores.

Mientras se ajustan las válvulas de oxígeno y de acetileno, fluyen los gases hasta la cámara mezcladora y, finalmente, hacia la boquilla en donde se efectúa la ignición.

Se fabrican dos tipos de principales sopletes: el tipo de presión igual y el tipo inyector. El soplete de presión igual (llamado también de presión media) exige el empleo de gas combustible y oxígeno a la misma presión, desde 1 hasta 15 libras por pulgada cuadrada (0.0703 hasta 1.0545 kg/cm°). Cuando se trabaja con puntas de tamaño grande (diámetro de agujero de 1.778 mm -0.070 pulgada- de diámetro del agujero o más, puede llegar la presión del oxígeno hasta 25 libras por pulgada cuadrada (1.7575) kg/cm°) mientras la presión del gas combustible permanece inferior a 15 libras por pulgada cuadrada (1.0545 kg/cm°).

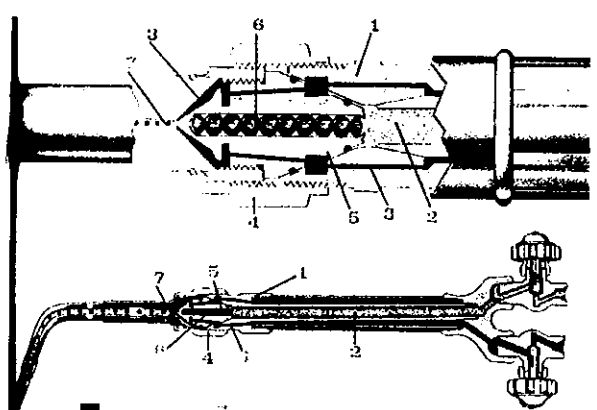


FIGURA 3-6. Detalles del soplete para oxiacetileno: 1, cabezal del soplete para soldar; 2, tubo de oxígeno desde el cabezal del soplete; 3, pasos para el acetileno (gas combustible) desde el cabezal del soplete; 4, tuerca de la boquilla; 5, extremo terminal del cono de la boquilla de soldar; 6, mezclador espiral en la boquilla de soldar y, 7, orificio del mezclador espiral y cámara mezcladora. (Cortesía de Victor Equipment Co.)

El soplete inyector funciona con presión de acetileno a una libra por pulgada cuadrada (0.0703 kg/cm°). La presión de oxígeno fluctúa, ordinariamente, entre 10 y 40 libras por pulgada cuadrada (0.703 hasta 2.812 kg/cm°). Es necesario que el oxígeno esté a presión alta para que los gases se mezclen correctamente.

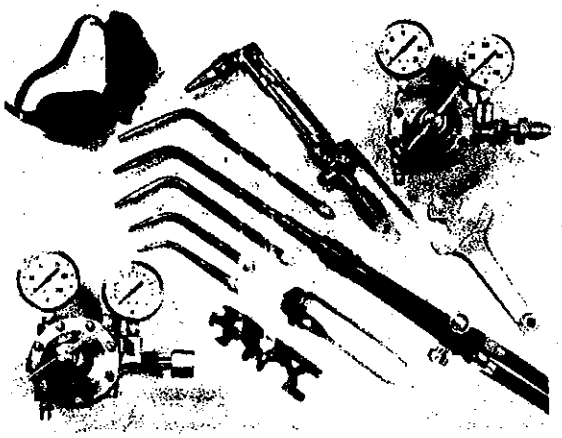


FIGURA 3-7. Juego estándar de boquillas para soplete de oxiacetileno. (Cortesía de Modern Engineering Co., Inc.)

LA BOQUILLA PARA SOLDAR.

Cada cuerpo de soplete puede tener boquillas de diferentes tamaños. El tamaño de la boquilla se mide en el diámetro interior de la salida de la boquilla. Los metales gruesos (3/16" –4.762mm) o más gruesos necesitan el empleo de boquillas con diámetros de agujero de salida superiores a 0.070 pulgada (1.778 mm).

Para obtener un servicio óptimo es necesario mantener la boquilla fría y limpia. Si se permite que la boquilla llegue a calentarse durante la soldadura por fusión, se corre el riesgo de que se peguen algunas partículas metálicas a la superficie y surge una flama de forma inconveniente. Estas partículas hacen también que la boquilla se caliente en exceso al atraer el calor de la flama. Muchas veces es necesario limpiar una boquilla antes de que sea posible obtener una soldadura de calidad satisfactoria. Un limpiador estándar tiene un juego de pequeños alambres provistos de nervaduras junto con una lima. La terminal de la boquilla del soplete se lima para que quede lista antes de insertar el alambre limpiador en la abertura de la boquilla

La limpieza de la boquilla debe hacerse cuidadosamente porque está hecha de una aleación de cobre dúctil. Se usa cobre porque éste es un buen conductor y transfiere el calor de la boquilla de retorno al cuerpo del soplete para ayudar a que la boquilla se mantenga fría.

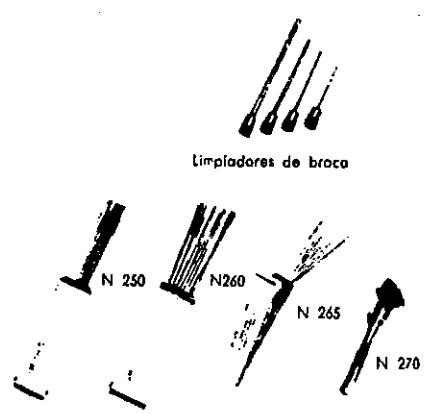


FIGURA 3-8. Limpiaboquillas para sopletes de oxiacetileno. (Cortesía de Tescom Corp.)

ENCENDEDOR DEL SOPLETE.

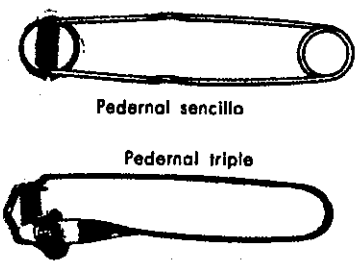


FIGURA 3-9. Tipos de encendedores para sopletes (Cortesía de Modern Engineering Co., Inc.)

La seguridad y los costos exigen que se haga uso de un encendedor de soplete. Un encendedor está formado por una piedra de encendedor y una lima de acero. Revise el encendedor frecuentemente para cerciorarse que el pedernal desplace toda su base sobre la lima. Esta alineación prolonga la vida de la unidad; si la alineación no es correcta, entonces los pedernales se gastan en forma desigual. Cuando el pedernal se gasta hasta quedar al ras con el sujetador de latón es necesario cambiar la piedra.

MATERIAL PARA SOLDAR.

Se usa una varilla de soldadura para suministrar metal o material de soldadura adicional para cubrir la junta por completo. Una varilla para soldar a gas o de simple soldadura puede comprarse en tamaños ordinarios desde 1/16" (1.588 mm) hasta _" (6.350 mm) de diámetro y longitudes estándar de 91.44 cm (36 pulgadas).

FUENTES DE PODER

La selección y control de la corriente son aspectos importantes en el proceso de soldadura de protección al arco metálico. La cantidad de corriente que fluye a través de un arco es proporcional al calor aplicado a la junta que se va a soldar. Si se aumenta la corriente se obtiene un efecto calorífico mayor del arco. Las fuentes de poder (de máquinas soldadoras) suministran corriente continua (CC) o corriente alterna (CA).

MÁQUINAS DE CORRIENTE ALTERNA (CA).

Las líneas de fuerza normales no suministran valores de corriente apropiados para soldar. Las máquinas o fuentes de potencia de corriente alterna suministran el voltaje y amperaje corrector para soldar. Por ejemplo, el voltaje aumenta desde cero hasta el valor máximo cuando el movimiento de la bobina se encuentra a 90° a través de las líneas magnéticas. Puede medirse la corriente con base en el tiempo que se requiere para completar una revolución o ciclo de la armadura (bobina). Si se colocasen mu-

chas lecturas de voltímetros tomadas durante una revolución, representándolas como puntos en un gráfica, veríamos la curva que se da. La corriente que circula por las líneas de una máquina soldadora de corriente alterna se mueve, en realidad, en dos direcciones diferentes en cada ciclo. Las líneas de fuerza normales suministran corriente de 60 ciclos.

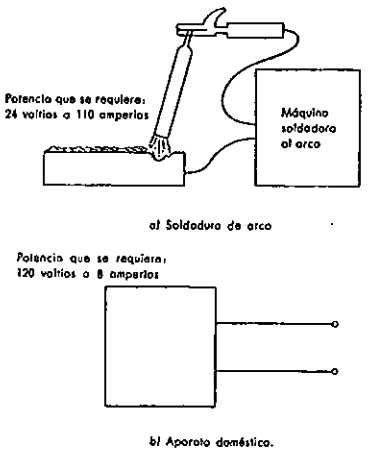


FIGURA 5-1. Necesidades de potencia representativas para la soldadura de arco metálico y un aparato doméstico de consumo medio.

Esto indica que hay 60 picos eléctricos positivos y 60 negativos durante cada segundo, en línea de fuerza. Mientras la corriente cambia de valores positivos a negativos existe un instante breve en el que el valor de la corriente es próximo a cero. A causa de este valor cero hay algunos electrodos (E6010 de acero dulce y aleaciones con base de aluminio) que no pueden usarse satisfactoriamente en máquinas de corriente alterna.

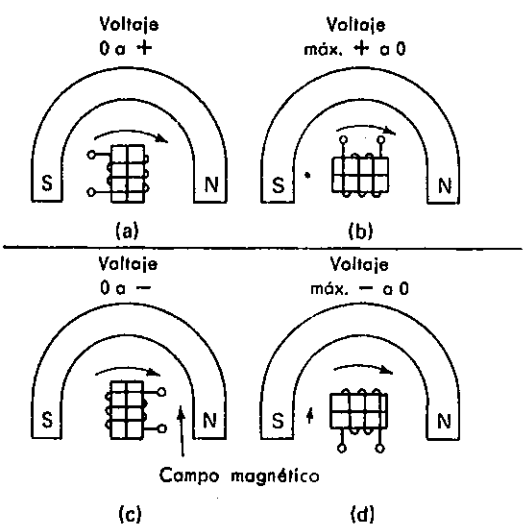


FIGURA 5-2. Se genera voltaje cuando una bobina de alambre gira en un campo magnético. Cuando el movimiento se efectúa a través de las líneas magnéticas se alcanza el voltaje máximo. Cuando el movimiento es paralelo se genera un voltaje cero. La dirección de rotación es (⌒).

MÁQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA (CC).

Las fuentes de poder de corriente continua hacen que la corriente fluya continuamente en la misma dirección. En vista de que no hay cambios en la dirección de la corriente se marcan las dos líneas o terminales procedentes de la fuente de poder como más (+) y menos (-). Las partículas cargadas negativamente (-) se llaman electrones. Cuando las dos líneas de la fuente de potencia están conectadas al electrodo y a la pieza de trabajo y se mantiene un arco, fluye el exceso de electrones o partículas cargadas negativamente, de la terminal menos (-) hacia la terminal más (+).

La corriente tiende a igualar el potencial de las dos terminales de la fuente de poder. Vemos de esta manera que una máquina de corriente continua difiere de dos maneras de una máquina de corriente alterna. En primer lugar, vemos que la corriente (en la máquina de corriente continua) lleva siempre una misma dirección, lo que produce un arco más estable. En segundo lugar, la elección de la conexión a una terminal, positiva o negativa, hacia un electrodo,

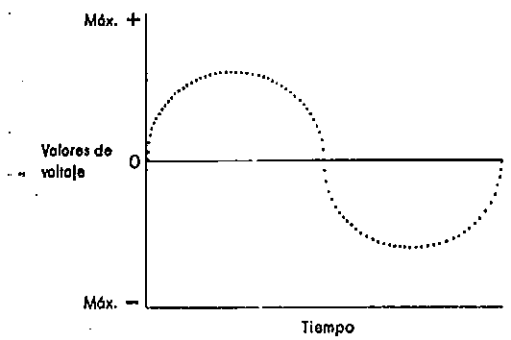


FIGURA 5-3. Una bobina de alambre que gira en un campo magnético es, en realidad, un generador sencillo de corriente alterna. Los puntos representan las lecturas de voltaje tomadas de este tipo de generador cada 1/120 de segundo. La curva se llama "onda sinusoidal".

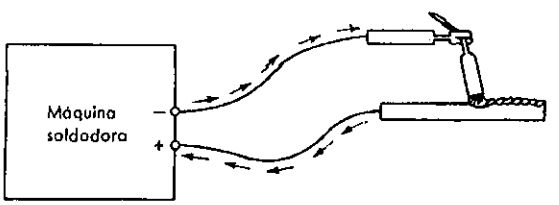


FIGURA 5-4. La dirección de la corriente está representada por flechas. Como los electrones saltan a través del arco, el impacto hace que la terminal positiva reciba mayor cantidad de calor. Aproximadamente 70% del calentamiento se efectúa en el lado positivo del arco.

controlará el calor suministrando a dicho electrodo. Por ejemplo, si un electrodo se conecta al positivo se acumula cerca de 70% del calor sobre el metal común. De esta manera, cuando se cambian las líneas de una fuente de poder de corriente continua se cambia también los efectos de polaridad y caloríficos.

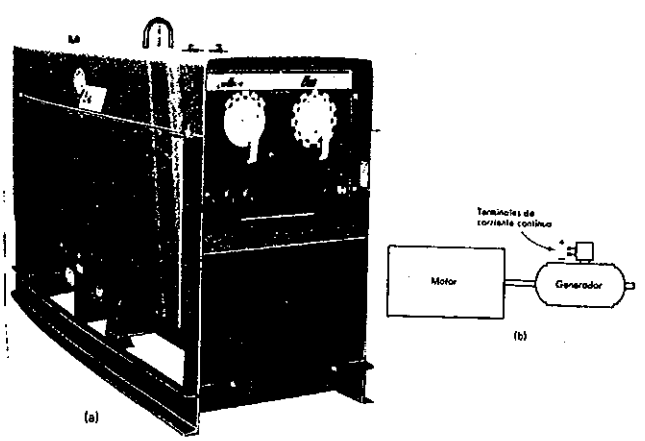


FIGURA 5-5. Fuente de poder de corriente continua accionada por motor para usarse en soldadura de arco. (Cortesía de Miller Electric Mfg. Co.)

TIPOS DE FUENTES DE PODER.

Existen varios tipos diferentes de fuentes de poder apropiadas para utilizarse en combinaciones con el proceso de arco metálico. Puede emplearse como fuente de poder un generador de corriente continua accionado por un motor. Con esta fuente de poder se genera corriente continua para soldar en áreas no servidas por líneas de transmisión eléctricas. También puede usarse un generador de corriente alterna accionado por un motor. Otro tipo de fuente de poder

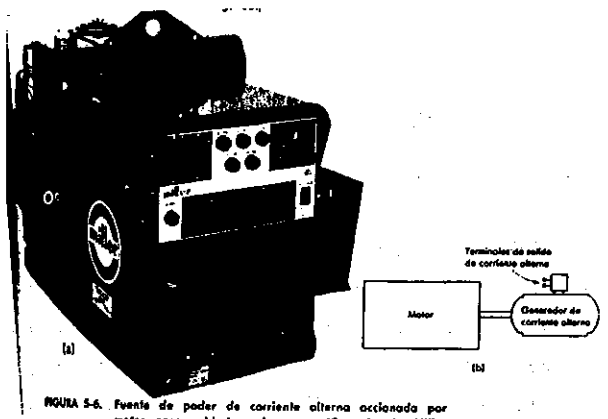


FIGURA 5-6. Fuente de poder de corriente alterna accionada por motor para soldadura de arco. (Cortesía de Miller Electric Mfg. Co.)

se cambia la corriente alterna a corriente directa (continua) mediante la utilización de una máquina que limita la corriente a una dirección, solamente. Un tipo de fuente de poder más costoso pero para servicio doble, emplea un transformador rectificador para suministrar corriente alterna o corriente continua.

utiliza un motor eléctrico para accionar un generador de corriente continua. Una fuente de poder tipo transformador se utiliza para convertir el voltaje y amperaje de una línea de fuerza motriz normal a una de características especiales. Existe aún otra fuente de poder que usa un rectificador que convierte la corriente de la línea de fuerza motriz en corriente continua. Con este tipo de fuente de poder

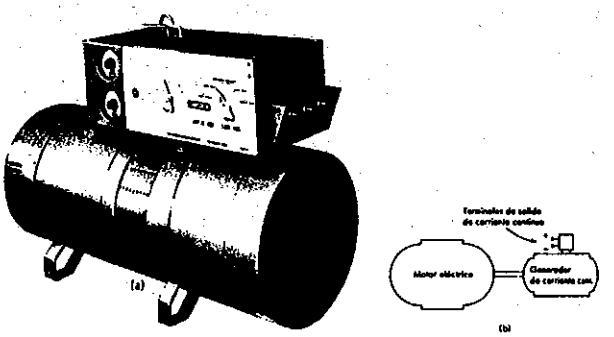
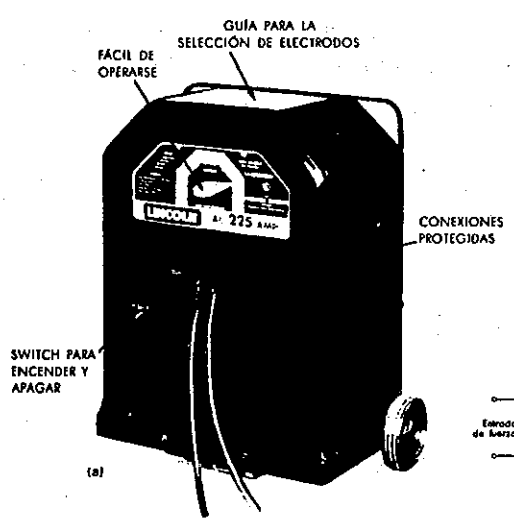


FIGURA 5-7. Fuente de poder para soldar al arco, con motogenerador (Cortesía de Lincoln Electric Co.)



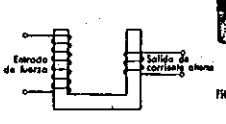
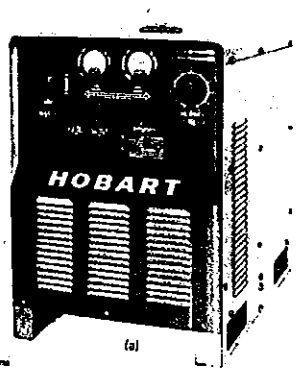


FIGURA 5-8. Fuente de poder con transformador para soldadura al arco. (Cortesía de Lincoln Electric Co.)



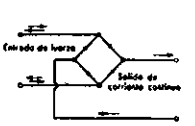


FIGURA 5-9. Fuente de poder con rectificador para soldadura al arco. Las flechas indican la dirección de la corriente.

CONEXIONES ELÉCTRICAS

CABLES PARA SOLDAR.

Los cables (líneas) que conectan un portaelectrodos y un metal común (trabajo) a una fuente de poder tiene que ser de tamaño adecuado: mientras más largo sea el cable utilizado, tanto mayor será su diámetro. Por ejemplo, una máquina soldadora ajustada para trabajar a 100 amperios de corriente que se utiliza en un ciclo de servicio de 20% podría conectarse por medio de 15.24 metros (50 pies) de alambre de cobre No. 8. Si la longitud del circuito fuese mayor de 50 pies, sería necesario emplear alambre de cobre No.4. Los cables están forrados con una capa de material aislante grueso y duro. El cable consiste en miles de alambres pequeños para suministrar flexibilidad.

Los alambres de los cables (conductores) están hechos, por lo general de cobre. También existen conductores de aluminio pero éstos necesitan diámetros mayores para la misma cantidad de corriente que llevan los conductores de cobre.

PINZAS DE CONEXIÓN A TIERRA.

La conexión del metal común (trabajo) a un cable de tierra es un asunto importante porque pueden ocurrir pérdidas eléctricas en dicha conexión. En vista que la conexión se cambia con bastante frecuencia de un lugar a otro es necesario que las pinzas de conexión a tierra puedan moverse fácilmente, hagan contacto efectivo y sean de diseño resistente. Algunas tierras están atornilladas firmemente a una placa pesada que está soldada, por lo general, al trabajo.

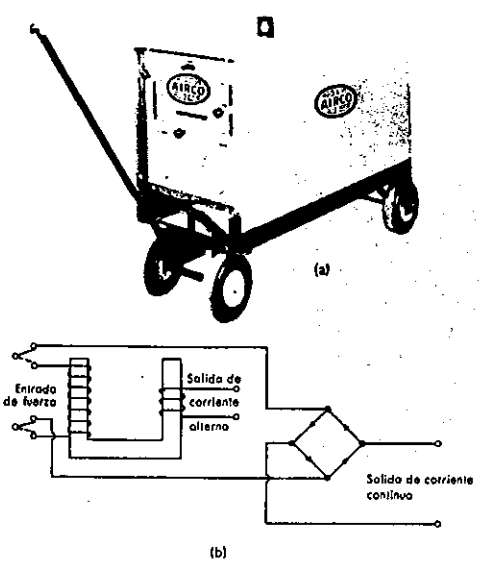


FIGURA 5-10. Fuente de poder para corriente alterna y corriente directa combinada de transformador y rectificador, para soldadura de arco. (Cortesía de AIRCO.)

PORTAELECTRODO.

Un portaelectrodo es un dispositivo utilizado para unir un electrodo a un cable para soldar. El sujetador está hecho, ordinariamente, de una aleación muy fuerte de bronce, que forma junto con

los electrodos, conexiones eléctricas satisfactorias. Algunos sujetadores están aislados completamente con plásticos terrmofijadores., Existen en el comercio muchos estilos y tamaños diferentes de portaelectrodo.

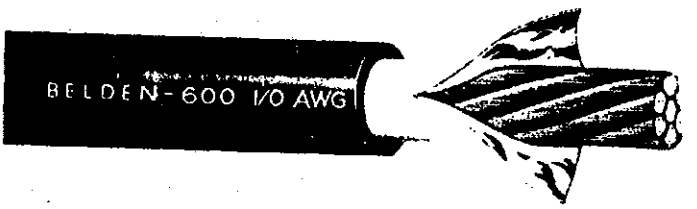


FIGURA 5-11. Alambre de cobre aislado; es el indicado para soldadura de arco. (Cortesía de Belden Manufacturing Company.)

La mayoría de los operarios prefieren el modelo de peso liviano porque se maneja fácilmente. La elección de un portaelectrodo deberá basarse en las características siguientes:

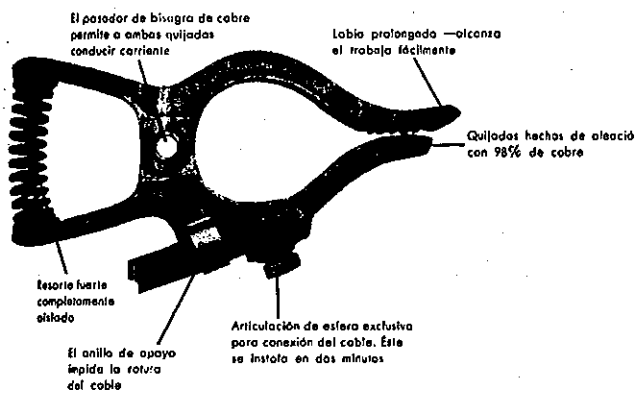


FIGURA 5-12. Pinzas para conexión a tierra que se fijan fácilmente. (Cortesía de Tweco Products, Inc.)

1Facilidad de operación mientras se portan guantes pesados.

2. Aislamiento contra cortocircuitos.

3. Escala de temperaturas.

4. Sujeción positiva de los electrodos.

Jamás debe colocarse un portaelectrodos sobre el trabajo cuando un circuito se encuentra energizado. Podría ocurrir una acumulación metálica sobre el aislamiento dando lugar, así, a un cortocircuito.

Equipo de protección

El casco para soldar. El cuerpo de una persona no debe quedar expuesta a un arco para soldar. Los cascos para soldadores proporcionan protección completa a la cara.

Los ojos se protegen contra la intensidad del arco utilizando la sombra apropiada en los lentes para absorber los rayos dañinos. Para trabajar con electrodos recubiertos de 1/8

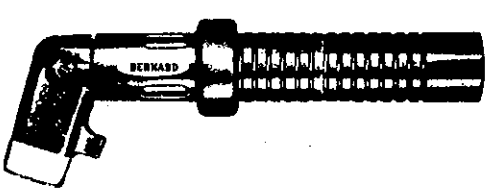


FIGURA 5-13. Portaelectrodo con quijadas aisladas. (Cortesía de Bernard Division/Dover Corp.)

hasta 5/8 de pulgada de diámetro se usa por regular, la sombra No 10. El numero se encuentra situado en la esquina derecha superior del lente.

Guantes

Los operarios que utilizan soldadura de arco usan casi siempre guantes con faldón hechos de cuero curtido especialmente que rechaza las chispas y partículas calientes.

ELECTRODOS

TIPOS.

La mayoría de los electrodos que se fabrican actualmente son del tipo pesado, recubiertos para soldadura de protección al arco. Este recubrimiento no sólo produce un escudo alrededor del arco sino también puede servir para cumplir una o más de las funciones siguientes: a) concentrar el chorro del arco; b) afectar la velocidad de fusión del electrodo; c) controlar la profundidad de penetración; d) regular la velocidad de congelación del estanque de soldadura; e) absorber las impurezas de la soldadura, y f) estabilizar el arco y suministrar aleaciones adicionales al metal de soldadura.

ALMACENAMIENTO.

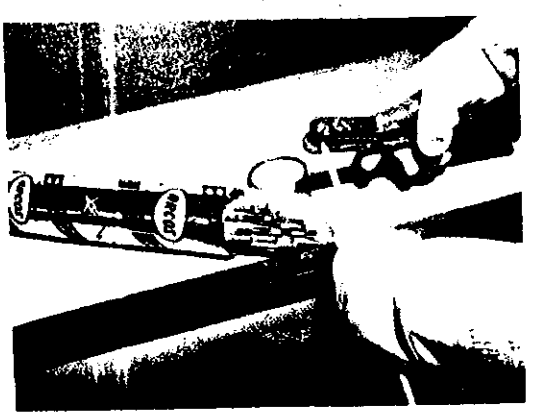


FIGURA 5-17. Electrodos para soldadura de protección al arco metálico (Cortesía de ARCOS.)

La manera como se almacenan los electrodos es importante. La presencia de lubricantes, rociaduras de pintura o de humedad atmosférica puede ocasionar trabajos de soldadura de baja calidad. Por lo tanto, es conveniente almacenar los electrodos para soldar en latas metálicas o en recipientes a prueba de vapores. Las cajas de cartón abiertas que contienen electrodos deben almacenarse, normalmente, en hornos calentados. Los trabajos de características críticas exigen que los electrodos se regresen al horno después de haber quedado expuestos durante treinta minutos a la temperatura ambiente. Los electrodos tienden a absorber humedad atmosférica y producen hidrógeno que contamina la soldadura.

ACCESORIOS DE LIMPIEZA

Las superficies metálicas se sueldan más fácilmente que las que están cubiertas con herrumbre y suciedad. Entre los métodos seguidos para limpiar las superficies se incluye el esmerilado, cepillado y la aplicación de chorros de área. Cuando la junta de soldadura exige la aplicación de más de un paso (capa de soldadura) es necesario usar un martillo para escorias y un cepillo de alambre para eliminar los residuos dejados por el primer paso.

DEFECTOS RELACIONADOS CON LA DIMENSIÓN O MEDIDA.

ENCOGIMIENTO Y DEFORMACIÓN.

Cuando se unen metales por soldadura con procesos de fusión, se calientan las superficies adyacentes hasta el estado líquido. Durante el enfriamiento se encogen las áreas que alcanzaron el estado líquido y se desplazan en la dirección de la aplicación original de calor. Por ejemplo, cuando se sueldan dos placas planas desde un lado se desplazan las superficies adyacentes hacia la soldadura. Cuando esta deformación no es conveniente debe colocarse la obra de soldadura en un accesorio fijador con el fin de restringir el movimiento hasta que ocurra el enfriamiento.

La deformación puede disminuirse empleando un martillo pequeño para golpear el metal al principiar a enfriarse éste. Este método se conoce como golpear con martillo (peening). Si el metal caliente, en la zona de soldadura, se martilla levemente mientras se está encogiendo, esta operación hará que se distribuya el esfuerzo de enfriamiento y, de hecho, equilibrar la cantidad de encogimiento total. Si se inicia el martilleo al principiar el enfriamiento hasta llegar a la temperatura ambiente aumentará la dureza en la zona de soldadura. Por consiguiente, es necesario que el tiempo y la cantidad de martilleo se efectúen cuidadosamente. Los cambios en la dureza del acero afectan la resistencia a la tensión. La dureza Brinell del acero estructural es, aproximadamente, 120.

Otro método utilizado para combatir la deformación consiste en seleccionar una secuencia de soldadura en la que el encogimiento de una soldadura ejerce un efecto atractivo contra una soldadura de tendencia opuesta. El encogimiento del metal calienta también pude usarse para corregir la desalineación de una sección soldada. Por ejemplo, si una barra de metal se calienta de un lado, el encogimiento que se manifiesta durante el enfriamiento jalará el metal hacia el área que ha sido calentada. El procedimiento se utiliza el encogimiento para corregir la alineación se emplea para la producción de monoblocks para motores diesel.

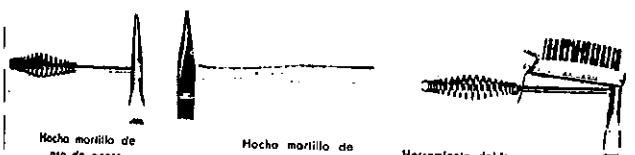


FIGURA 5-19. Combinaciones de martillo para escoria y cepillo. A) Combinación de cepillo y martillo. B) Cepillo de acero con asa de madera. C) Martillo para escoria con punta doble. (Cortesía de AIRCO)

Un soldador debe darse cuenta que la expansión y la contracción ocurren siempre que se calienta un metal y, con el fin de disminuir los efectos de la deformación, es necesario que forme un proyecto para seguir una secuencia de soldadura determinada para neutralizar el encogimiento. Es necesario fijar una soldadura a lo largo de toda la obra de soldadura antes de iniciar la operación de soldadura continua. Es conveniente calentar el metal previamente antes de soldar para disminuir los efectos globales del encogimiento.

PERFIL DE SOLDADURA INCORRECTO.

El perfil de una soldadura puede afectar severamente la vida de servicio de una pieza fabricada con soldadura. Un perfil incorrecto puede ocurrir con una soldadura hecha en un paso sencillo o en pasos múltiples. Si se hace una soldadura de pase sencillo en la que la perla de soldadura no se lene hasta la altura del metal común se acumulará un esfuerzo en el área transversal menor. En cambio, si la soldadura se hace con un contorno alto resultará una sección rígida y se afectará desfavorablemente la vida de servicio. Un perfil de soldadura correcto tiene solamente un área de sección transversal un poco mayor que el metal común.

Pueden formarse soldaduras de tamaño correcto:

1. Desarrollando una técnica para observar el charco mientras se suelda, con el fin de calcular el tamaño correcto.
2. No confundiendo la acumulación de fundente pensando que es de soldadura.
3. Conociendo el tamaño recomendado para las soldaduras y vigilando frecuentemente el tamaño de la soldadura.
4. No agregando metal de soldadura adicional para compensar defectos anticipados en el metal de soldadura.

TÉCNICAS PARA SOLDAR Y CORTAR
INTRODUCCIÓN.

La soldadura de arco incluye un grupo de procedimientos para soldar que utilizan calor generado por un arco eléctrico para fundir metales y unirlos. El procedimiento de arco que tiene mayor difusión, el de la soldadura de protección al arco metálico, se utiliza para la manufactura de bastidores automotrices, construcción de oleoductos o gasoductos y reparación de piezas de hierro colado. La soldadura se efectúa al tocar un electrodo el metal común. El intenso calor del arco origina la formación de glóbulos metálicos muy pequeños en el extremo terminal del electrodo. Estas partículas efectúan un movimiento de transferencia a través del arco hasta la superficie de trabajo. La fusión ocurre a medida que el arco se desplaza a lo largo del trabajo. La regulación de la velocidad de desplazamiento deposita la cantidad deseada de metal sobre el área de trabajo.

Pueden efectuarse movimientos rápidos, de 38 cm (15 plg) o más a lo largo de la unión soldada. Es posible alcanzar esta velocidad porque la intensidad del arco (en exceso de 5 000 °C. O 9 000 °F). Transfiere casi instantáneamente el calor del arco de trabajo.

SOLDADURA DE PROTECCIÓN AL ARCO METÁLICO.

PREPARACIÓN DEL OPERARIO.

Al prepararse para emplear el proceso de soldadura de protección al arco metálico es necesario tomar en consideración lo siguiente:

1. Vestimentas apropiadas.
2. Protección de cara y ojos.
3. Guantes (de cuero, por lo general).
4. Ventilación adecuada.

PRENDIENDO AL ARCO.

Antes de prender el arco lleve a buen término los pasos siguientes:

1. Asegure al trabajo las líneas conectadas a tierra.
2. Ajuste la carátula del selector de corriente de la máquina de soldar para que genere el calor apropiado.
3. Ajuste el switch de polaridad de la máquina soldadora para trabajar con electrodo apropiado.
4. Conecte el switch de potencia.

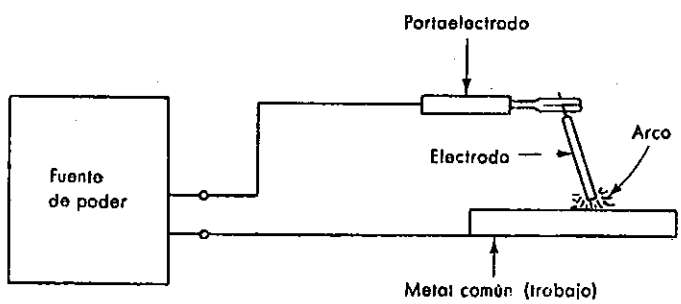


FIGURA 6-1. Ilustración gráfica de los elementos necesarios para la soldadura de protección al arco metálico.

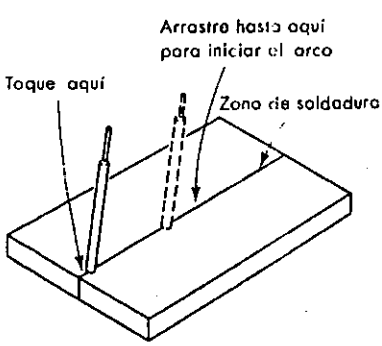


FIGURA 6-2. Iniciación del arco por la técnica de arrastre.

5. Sujete el extremo expuesto del electrodo firmemente en el porta electrodo.

El operario queda entonces preparado para cubrirse los ojos con un casco y formar la chispa. En el instante en que el extremo del electrodo toca el trabajo, fluye una corriente intensa a través del electrodo, calentándolo, y si no se mueve el electrodo originará que se suelde al trabajo (metal común). Por lo tanto, se sugiere que el operario soldador arrastre el electrodo una distancia de unos cinco centímetros sobre la superficie de la pieza de trabajo con el fin de hacer saltar el arco.

A continuación puede alzarse el electrodo hasta una distancia aproximadamente igual al diámetro del electrodo a medida que la acción de la formación del arco se vuelve continua.

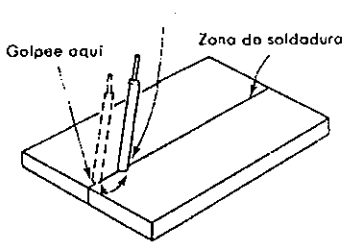


FIGURA 6-3. Iniciación del arco por la técnica del golpeteo.

Otro método consiste en golpear ligeramente el extremo del electrodo contra la pieza de trabajo para hacer que el electrodo salte una distancia corta por efecto de la elasticidad. Al saltar el electrodo se debe mantener una longitud apropiada. Una vez iniciado el arco es necesario mantener una longitud de arco cercana a 6 mm (1/4") durante unos dos segundos para permitir que el metal común (el trabajo) alcance la temperatura adecuada para soldar. Las soldaduras de mejor calidad se aplican mediante longitudes de arco costas, más o menos iguales al diámetro del electrodo.

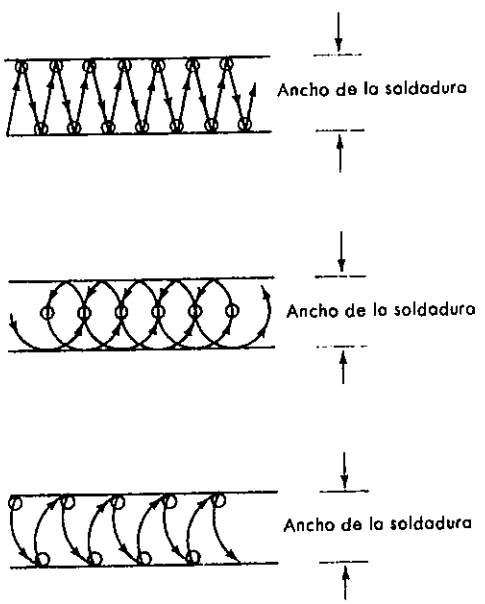


FIGURA 6-4. Patrones para el movimiento de los electrodos.

MOVIMIENTO DEL ELECTRODO.

La calidad de una soldadura hecha al arco metálico se controla por medio de oscilaciones del electrodo que ayudan a colocar el metal depositado y darle forma a la superficie soldada. La transferencia de metal desde un electrodo inmóvil hacia el metal común no produce una soldadura de buena calidad. Puede ser necesario practicar durante muchas horas para perfeccionar la técnica de la oscilación de los electrodos.

No existe un solo patrón que sea el mejor para todos los trabajos de soldadura. Tres movimientos característicos de los electrodo forman la base para la mayoría de los trabajos de soldadura de posición plana: en zigzag, circular y semicircular.

Para dominar estas oscilaciones es necesario practicar la iniciación y la detención. Antes de iniciar los trabajos de soldadura de práctica debe recordarse que el ángulo entre el electrodo y el metal común es un factor importante. Por ejemplo, cuando se hace una soldadura sobre una placa plana deberá el operario cerciorarse de que el electrodo tiene un ángulo de entrada desde 15° hasta 20° y queda apuntando hacia atrás en línea con el eje de la soldadura. A medida que el operario soldador completa estas soldaduras debe entrar su oído, también, para que descubra el ruido correcto que hace el arco que es parecido al sonido de la grasa caliente mientras se fríe en un sartén.

AJUSTE DE LA MÁQUINA SOLDADORA.

El ajuste correcto de la fuente de poder (de la máquina soldadora) es importante para que la operación sea eficaz.

El ajuste en un transformador de corriente alterna consiste, únicamente, en la selección del amperaje. Por ejemplo, los electrodos de 3.2 mm (1/8 de pulgada) de diámetro, del tipo E6011 se sueldan a 80-115 amperios. Las fuentes de poder de corriente continua cuentan, por lo menos, con un control adicional. Este es para la selección de la polaridad (la conexión positiva o negativa del electrodo). La selección de la polaridad se debe efectuar de acuerdo con el tipo de recubrimiento aplicado al electrodo. Por ejemplo, electrodo E6010, electrodo E6011 + para corriente alterna y corriente continua, y electrodo E6012 – para corriente alterna y corriente continua. Sin importar si el electrodo para corriente alterna y corriente continua es positivo o si el electrodo para corriente continua es negativo, permanece más o menos igual la escala de amperajes: a un diámetro de 3.2 mm (1/8") de diámetro es posible soldar estos electrodos con una escala de corrientes desde 75 hasta 150 amperios.

El amperaje de salida en el electrodo puede variar considerablemente en algunas máquinas soldadoras, es decir, pueden tener fluctuaciones desde 15 hasta40 amperios. El control de amperaje es extremadamente importante pues si el amperaje es demasiado bajo se obtendrá solamente una fusión deficiente y penetración inadecuada y si el amperaje es demasiado alto ocurrirán cortes más profundos y el deterioro del recubrimiento fundente.

FACTORES DE OPERACIÓN.

Entre las consideraciones primordiales de operación se incluyen:

1. La posición del metal común.
2. El ángulo del electrodo.
3. La longitud del arco.
4. La velocidad de aplicación de la soldadura y el ajuste de la corriente.

1. La posición del metal común: El soldador principiante alcanzará el mayor éxito colocando la pieza de trabajo en posición plana de manera que la gravedad no deforme el cráter de soldadura.
2. Angulo del electrodo: Podemos decir, en general, que el ángulo entre el electrodo y el trabajo debe ser tal que se aproveche la fuerza del arco para penetrar en el metal común y obligarlo a que regrese el cráter de soldadura. Con esta técnica no se dificulta obtener un trabajo de soldadura de alta calidad. El ángulo apropiado del electrodo también facilita las tasas de soldadura rápida.

3. **Longitud del arco:** La longitud del arco tiene relación con la entrada de calor total a la junta soldada. Un arco corto produce menos calor que un arco más largo porque la longitud del arco controla el voltaje a través del arco y la entrada de calor es el producto de voltios por amperios. Por ejemplo, un arco pequeño (casi tocando) produce cerca de 18 voltios y un arco más largo produce 24 voltios. Cuando se emplean 100 amperios tiene el arco corto una entrada de calor de 18 voltios por 100 amperios, o 1 800 vatios. El arco largo tiene 24 voltios por 100 amperios, o 2 400 vatios. El operario principiante deberá aprender a utilizar la longitud del arco para obtener aumentos o disminuciones pequeñas en el calor. Los trabajos de soldadura para práctica deberán hacerse con un arco de longitud corta con objeto de controlar la soldadura más eficazmente.

4. **La velocidad de la soldadura y el ajuste de la corriente:** La velocidad de aplicación de la soldadura está relacionada directamente con el tamaño del depósito de soldadura, cantidad de amperaje utilizada y el diámetro del electrodo. Una perla de soldadura 8 mm (5/16") de ancho y 1.6 mm (1/16") de alto hecha con un electrodo de 4 mm (5/32") de diámetro (tipo E7024) a 200 amperios produciría una tasa de 81.3 cm (32 pulgadas) de soldadura por minuto. La mayoría de los fabricantes favorecen el uso de electrodos de diámetro mayor y de amperaje más alto para cumplir con las exigencias de las normas de calidad mínimas. Los operarios principiantes no deben tratar de alcanzar velocidad en su trabajo, más bien deben tratar de producir un perfil de soldadura satisfactorio.

POSICIONES PARA SOLDAR

El principiante debe practicar las posiciones para soldar en la junta a tope, T y de revestimiento.

JUNTA A TOPE, EN POSICIÓN PLANA.

Las juntas a tope se preparan de acuerdo con el espesor del metal común y las normas de control de calidad.

La penetración completa se puede obtener en placas de acero hasta de 6.4 mm (1/4") de espesor si ambos lados son accesibles para aplicar la soldadura. Esto exige una abertura de raíz (espacio entre los borde) hasta de 2.4 mm (3/32). El movimiento del electrodo (la oscilación) no es altamente crítico en este tipo de trabajo. Las oscilaciones características son la zigzag, circular y semicircular.

Cuando el espesor del metal común excede 6.4 mm (1/4") y el control de calidad especifica soldaduras de calidad para rayos X (ninguna oquedad ni fusión deficiente) se prefiere, por lo general, proceder por la preparación de los bordes. Dos tipos importantes de preparación de bordes son el cónico o achaflanado y el de muesca que pueden hacerse en uno o en ambos bordes. La preparación de doble borde es la más utilizada.

JUNTA "T" EN POSICIÓN PLANA.

Las uniones T no requieren, por lo general, ninguna preparación de los bordes. La junta se ajusta lo más estrechamente posible y se suelda con penetración mínima en la intersección. La técnica para la soldadura aplicada depende de si la junta requiere pasos sencillos o múltiples. Una junta T es, generalmente, débil desde el lado posterior (lado de la raíz). Si ambos lados quedan expuestos a efectos de carga es conveniente que ambos queden soldados.

JUNTA DE RECUBRIMIENTO EN POSICIÓN PLANA.

Existe una diferencia entre las juntas T soldadas y las puntas de recubrimiento, aunque ambas requieran de la misma forma de soldadura de filete. En la junta de recubrimiento es el miembro superior el que normalmente se caliente en menos tiempo y funde antes que el miembro inferior. El soldador puede compensar este fenómeno haciendo que oscile el electrodo y sujetando el electrodo en posición más próxima al miembro inferior de manera que la fuerza del arco obligue al metal fundido a fluir ascendiendo hasta el borde de la sección superior.

JUNTAS EN POSICIÓN HORIZONTAL.

Cuando el trabajo se realiza en posición horizontal, el metal líquido de soldadura es atraído por la fuerza de gravedad. Esta no es una posición difícil de trabajar, en ninguna de las tres juntas, si se mantiene pequeño el cráter (charco) utilizando:

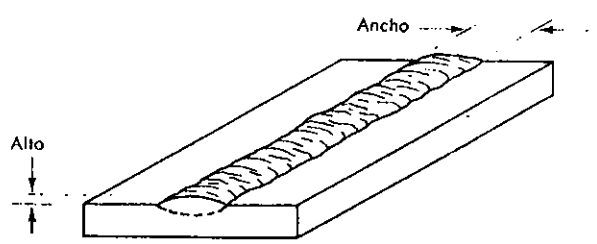


FIGURA 6-10. Perla de soldadura satisfactoria, obtenida con electrodo E6011 en posición plana sobre la superficie de una placa de acero. El ancho debe ser, más o menos, cuatro veces la altura.

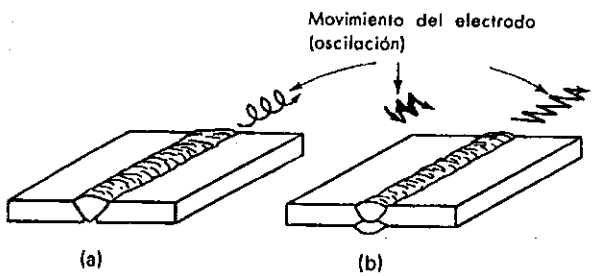


FIGURA 6-11. Técnica y resultados de una junta a tope en posición plana soldada desde ambos lados. A) Primer paso. B) Segundo paso.

1. Electrodos de diámetro pequeño, 4mm (5/32").
2. Electrodos que permiten la conge lación rápida (E6010, E6011, E7018).
3. Ajustes de amperaje mínimos para cada tipo y diámetro de electrodos.
4. Oscilaciones que permiten que se congele momentáneamente el cra ter de soldadura.

SOLDADURA EN POSICIÓN VERTICAL.

El metal de la soldadura tiende a desplomarse estando en esta posición y a dejar una muesca a lo largo del lado de la perla de soldadura. Esta muesca se conoce como corte inferior. Tanto el desplome como el corte inferior del metal pueden corregirse procediendo de la manera siguiente:



FIGURA 6-12. Preparación de los bordes para la soldadura al arco. A) Ranura en V de bisel doble. B) Arco de carbono y aire, amuescado con ranura en U.

1. Seleccionando electrodos para "cualquier posición".
2. Usando valores de amperaje bajos para el electrodo seleccionado, por ejemplo el E6010 a 80 amperios.

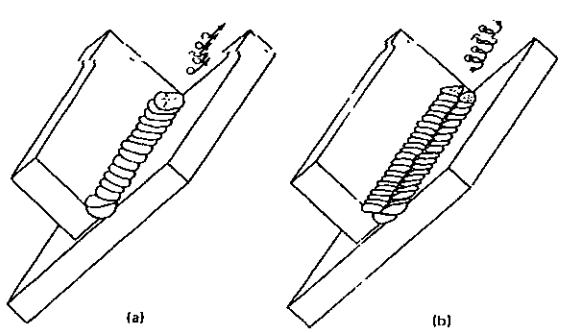


FIGURA 6-13. Juntas T en posición plana. A) Paso sencillo. B) Pasos múltiples.

3. Manteniendo un arco de poca longitud, es decir, poniendo el recubrimiento del electrodo casi en contacto con el cráter.
4. Oscilando el electrodo hacia arriba desde el centro del cráter y regresando hasta llegar apenas arriba de la posición original. Emplee dos oscilaciones por segundo.

Los electrodos recomendados para esta posición son los E6010, E6011, E6016 y E7018 de 3.2 mm (1/8") de diámetro.

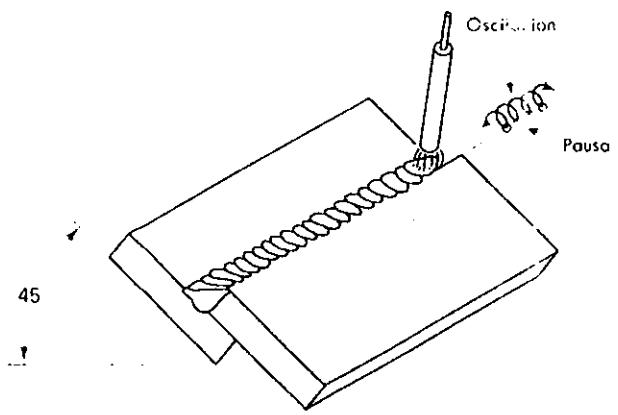


FIGURA 6-14. Junta de recubrimiento en posición plana.

La soldadura que se inicia en la parte superior y va descendiendo (conocida como vertical-descendente) fue adoptada originalmente para obtener velocidades de desplazamiento rápidas aunadas a un mínimo de penetración.

El método vertical hacia arriba (desde el fondo hacia la parte superior) se recomienda para los soldadores principiantes porque la mayoría de las pruebas de calificación de producción especifican el método vertical hacia arriba.

SOLDADURA SOBRE LA CABEZA.

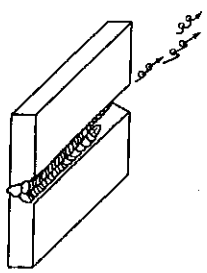


FIGURA 6-15. Junta a tope, en posición horizontal.

Es necesario dominar los métodos de soldadura en posición horizontal y vertical antes de intentar efectuar soldaduras arriba de la cabeza. Casi todas las juntas a tope están biseladas o rebajadas, excepto cuando se trabaja lámina metálica de calibre 12 o más delgada. En el paso de raíz (primer paso) es necesario oscilar el electrodo con un movimiento recto hacia delante y atrás. El ajuste del amperaje es un factor altamente crítico para el primer paso: si el amperaje es demasiado bajo no habrá suficiente penetración y si es demasiado alto se desplomará el centro de soldadura dejando una fractura filosa muy marcada a lo largo de los lados en donde puede quedar atrapada la escoria. En los casos intermedios de soldadura es necesarios usar una oscilación en forma de U para fundir las paredes del metal común al depósito de solda-

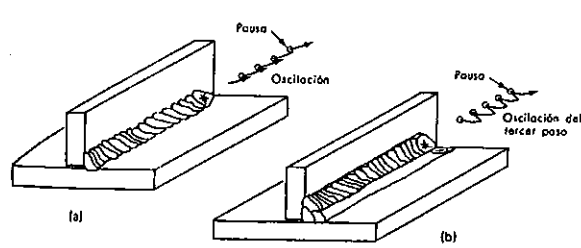


FIGURA 6-16. Juntas T en posición horizontal. A) Paso sencillo. B) Pasos múltiples.

dura. La capa final puede estar constituida por un patrón entretejido sencillo o por una serie de soldaduras angostas conocidas como perlas en hilera. Debe mantenerse una longitud de arco corta mientras el electrodo se encuentra en el cráter. Algunos operarios prefieren alargar el arco un poco durante la parte de avance de la oscilación.

Las juntas T y las de recubrimientos, generalmente requieren una técnica parecida a la empleada para la posición arriba de la cabeza.

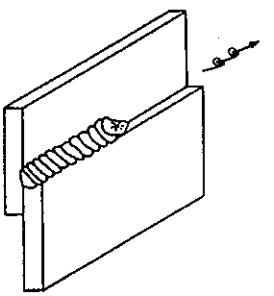


FIGURA 6-17. Junta de recubrimiento en posición horizontal.

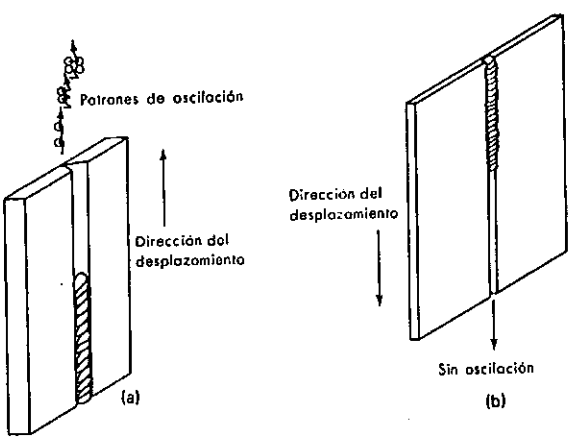


FIGURA 6-18. Junta a tope, vertical. A) Vertical hacia arriba. B) Vertical hacia abajo.

PROCESOS DE CORTE AL ARCO

Es factible efectuar cortes con el arco a causa del intenso calor de la reacción eléctrica que se desarrolla entre un electrodo y el trabajo. Se explicarán los métodos de arco metálico y de arco de carbono.

EL CORTE CON ARCO METÁLICO

Emplea un electrodo de recubrimiento grueso y amperaje alto, por ejemplo, un electrodo de 3.2 mm (1/8") de diámetro a 250 amperios. El corte más eficaz se efectúa con electrodo de corriente directo negativo. En la realización del corte interviene el calentamiento del metal en el sitio de corte para formar un líquido. La fuerza de gravedad hace descender el líquido a través de la entalladura del corte.

Este tipo de corte ha sido sustituido en gran parte por el proceso de corte con arco de carbono y aire, que es más eficaz y que emplea el

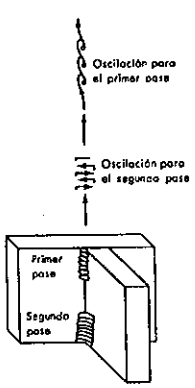


FIGURA 6-19. Junta T vertical, vertical hacia arriba.

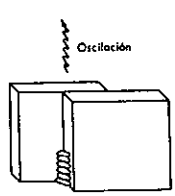


FIGURA 6-20. Junta de recubrimiento vertical, vertical hacia arriba.

calor de un arco y aire comprimido para eliminar el metal presente en el sitio de corte. El soplete se parece a un portaelectrodo común, del tipo que se usa para soldar con arco metálico. Debajo del sujetador en donde está montado el electrodo de carbono, se encuentra un dispositivo para lanzar un chorro de aire dirigido contra el arco.

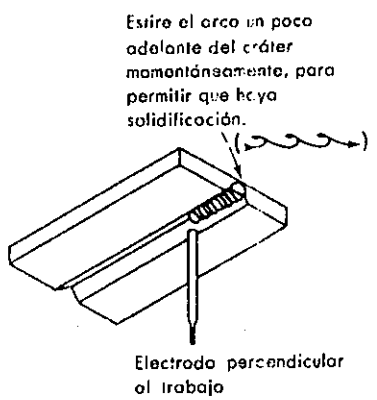


FIGURA 6-21. Junta a tope sobre la cabeza (acanaladura en V).

El metal, fundido por el arco, es expulsado continuamente en forma violenta por la presión del aire. Para efectuar este trabajo se necesita una máquina soldadora estándar (fuente de poder) y una fuente de aire comprimido cuya presión sea apropiada (mínimo unos 5.98 kg/cm_ u 85 libras por pulgada cuadrada.) Con el proceso de arco de carbono con aire se puede cortar cualquier metal ya que, a diferencia del corte con oxiacetileno, aquél no depende de fenómenos de oxidación.

El proceso oxiacetileno no corta fácilmente el acero inoxidable, hierro colado o aleaciones de cobre, porque estos metales no forman óxidos de punto de fusión bajo.

SÍMBOLOS CARACTERÍSTICOS DE SOLDADURA INFORMACIÓN GENERAL

Los símbolos de soldadura están diseñados para ser sencillos y lógicos. En vista de que existen solamente unos cuantos símbolos básicos, éstos se aprenden fácilmente. Existen docenas de variantes pero la mayoría de las operaciones de soldadura estándar quedan representadas por símbolos correspondientes a cuatro formas de soldaduras principales: soldaduras de filete, soldaduras de tapón o ranura, soldaduras de acanaladura y soldaduras para formación de superficies. Cada símbolo de soldadura cuenta con una flecha, una línea de referencia horizontal y, si se necesita, una cola.

SOLDADURAS DE FILETE

Las soldaduras de filete se emplean cuando un miembro intersecta a otro. La magnitud de las soldaduras de filete depende del tamaño del costado o pie.

SÍMBOLO DE FILETE.

Según lo requieran las necesidades de resistencia y de costo, las soldaduras de filete se colocan en el lado correspondiente a la flecha, o a ambos lados de la obra de soldadura.

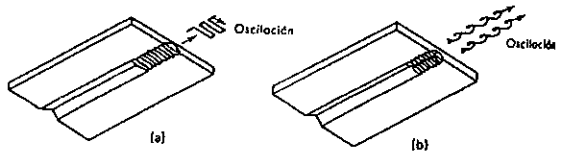


FIGURA 6-22. Soldadura de pasos múltiples sobre la cabeza. A) Acabado de tejido sencillo. B) Acabado de perla en hilera.

SOLDADURAS DE FILETE INTERMITENTES DE CADENA.

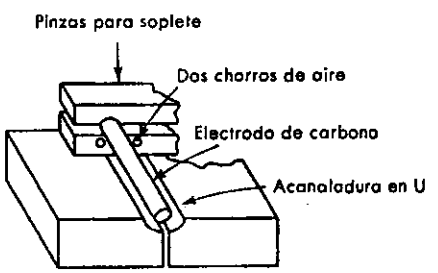


FIGURA 6-23. Elementos para el corte con arco de carbono y aire.

El control de deformación y las consideraciones de los costos pueden exigir la aplicación de una soldadura discontinua. Una soldadura que no es continua se sitúa a 4 pulgadas de un centro a otro de la soldadura, dejando una distancia de 2 pulgadas entre las soldaduras.

SOLDADURAS DE FILETE ESCALONADAS.

Las soldaduras de filete pueden estar escalonadas de un lado hasta el otro, generalmente se hace una soldadura en los extremos de cada junta.

SOLDADURAS DE TAPÓN O RANURA

GENERALIDADES.

Una soldadura de tapón o ranura se forma cuando se unen dos miembros soldando a través de un agujero situado en un miembro. Se usa este método para unir láminas metálicas a miembros estructurales. Una soldadura de tapón o ranura causa menos deformación y cuesta menos que la soldadura continua.

DIMENSIONES EN LOS SÍMBOLOS DE SOLDADURA TAPÓN.

Las dimensiones se usan generalmente para indicar tamaños, ángulo y profundidad de la soldadura.

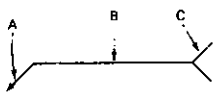


FIGURA 10-3. Estipulaciones generales de los símbolos de soldaduras. La sección A) establece la localización de la soldadura. La sección B) contiene los símbolos de soldadura. Si el símbolo se encuentra debajo de la línea de referencia, se refiere éste al "lado de la flecha". Los símbolos situados arriba de la línea de referencia son para el "otro lado". C) La sección de cola, cuando se utiliza, contiene la especificación, proceso u otra información.

SOLDADURAS DE ACANALADURA

GENERALIDADES.

Las soldaduras de acanaladura se clasifican según el tipo de la preparación de los bordes. Las secciones delgadas (calibre 12 y más delgadas) se dejan, por lo común, con un borde rectangular o cuadrado. En el caso de algunos productos fabricados con lámina metálica delgada que no necesiten tener mucha fuerza o penetración completa, puede mantenerse al mínimo el tiempo necesario para la preparación utilizando soldaduras de acanaladura cuadrada.

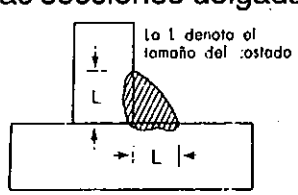
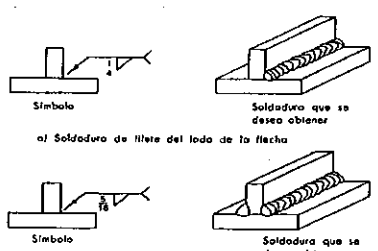


FIGURA 10-4. Las flechas señalan cómo se indican dimensiones de las soldaduras de filete y cómo se miden éstas. Los tamaños de los lados casi siempre son iguales.



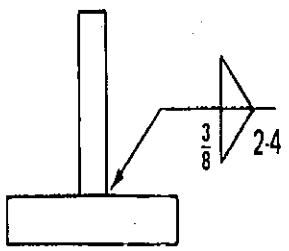
a) Soldadura de filete del lado de la flecha

b) Soldadura de filete a ambos lados

FIGURA 10-5. La sección A) muestra que la soldadura de filete debe estar situada en el lado de la flecha. (Ésta es la costumbre, cuando el símbolo se encuentra debajo de la línea de referencia.) La sección B) muestra la aplicación de soldaduras de filete a ambos lados (lado de la flecha y el otro lado). Las fracciones (1/4) y (5/16) indican el tamaño del costado de filete, expresado en pulgadas.

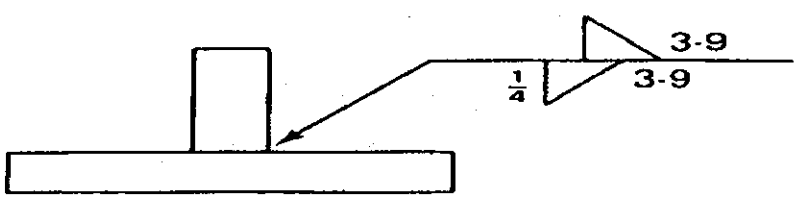
SOLDADURAS DE ACANALADURA EN FORMA DE "U" O "J".

La forma U es la que se emplea con más frecuencia. Es especialmente importante para lograr penetración en planchas de espesor intermedio. Se obtiene un costo de producción bajo utilizando el proceso de arco de carbono, con aire, para preparar el borde. **Fig 10-11**

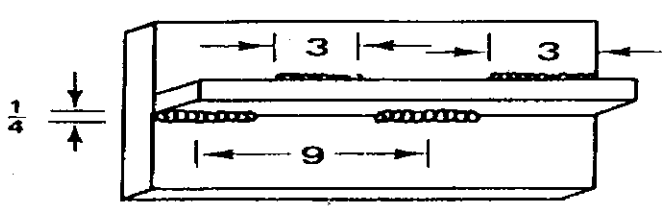


Símbolo

SOLDADURA DE ACANALADURA ACHAFLANADA Y "V".

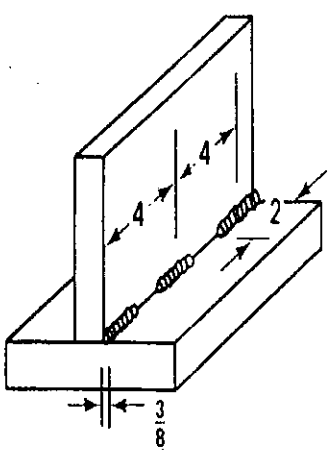


Símbolo



Soldadura que se desea obtener

FIGURA 10-7. El "3" indica la longitud de la soldadura y el "9" denota el espaciado de centro a centro, expresado en pulgadas. La fracción (1/4) señala el tamaño del costado de la soldadura.



Soldadura que se deseo obtener

FIGURA 10-6. Las soldaduras están situadas en cada extremo, con el primer número indicando la longitud de la soldadura y el segundo mostrando el espaciado de las soldaduras de un centro a otro. La fracción (3/8) indica el tamaño del costado del filete, expresado en pulgadas.

Los trabajos de soldadura que exijan calidad máxima en soldadura se preparan, generalmente, reduciendo las dimensiones de los bordes. Si se prepara un solo borde se conoce la soldadura como soldadura de acanaladura achaflanada. **Fig 10-12**

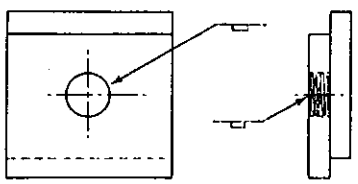


FIGURA 10-8. Se muestra una soldadura de tapón. Si el agujero fuese alargado se designaría como una soldadura de ranura.

SOLDADURA DE REVESTIMIENTO

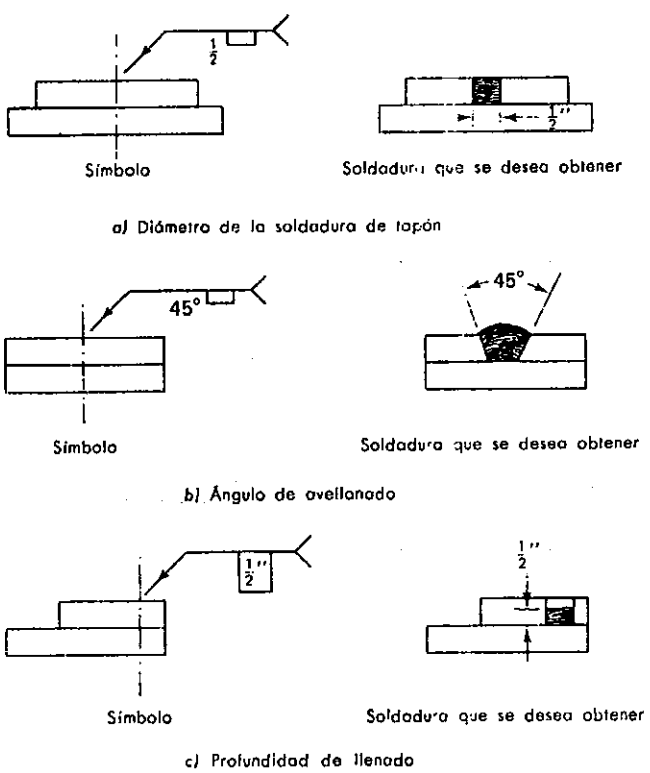


FIGURA 10-9. Esquema de símbolos de soldaduras de tapón y de las soldaduras correspondientes que se desea obtener.

La soldadura es una herramienta útil en el mantenimiento y reparación de maquinaria. Por ejemplo, una flecha que se ha gastado y su tamaño se ha vuelto marcadamente inferior al necesario, puede agrandarse para darle un tamaño mayor, aprovechando los beneficios ofrecidos por la soldadura. Después puede maquinarse la flecha para volver a darle su tamaño original. El área que debe agrandarse se identifica por medio de un símbolo de soldadura.

LOCALIZACIÓN DE INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

SÍMBOLO PARA SOLDADURA APLICADA EN TODO EL CONTORNO.

Algunas juntas necesitan la aplicación de una soldadura continua, como es el caso de un tubo vertical unido a una placa plana. Esta característica queda indicada en el símbolo de soldadura por medio de un círculo pequeño situado en la intersección de la flecha y la línea de referencia horizontal.

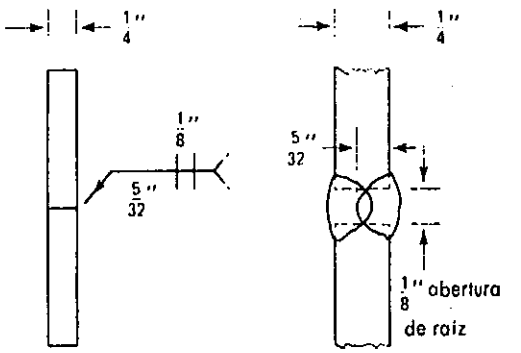


FIGURA 10-10. Símbolo de soldadura de acanaladura cuadrada y la soldadura correspondiente que se desea obtener.

SÍMBOLO DE SOLDADURA EN EL CAMPO.

Cuando es posible se completa un trabajo de soldadura en el taller porque las condiciones controladas dentro del mismo producen una soldadura que es, ordinariamente, de calidad superior y cuesta menos que el trabajo de soldar en el sitio de erección. Las obras de soldadura, como las realizadas en trabajos de construcción y mantenimiento, son costosas, pero debido a las limitaciones en el tamaño, es indispensable efectuar algunos trabajos de soldadura en el sitio de erección. Por ejemplo, los rieles ferroviarios y las secciones de oleoductos o gasoductos se sueldan en el campo.

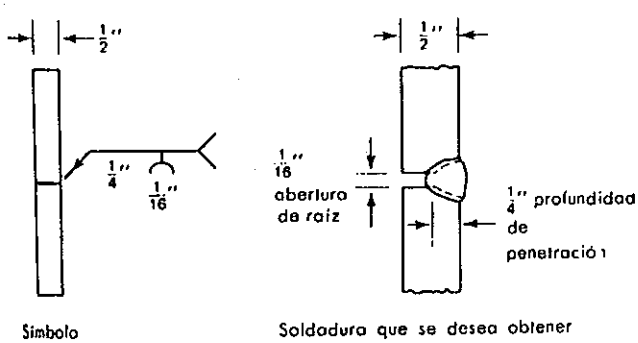


FIGURA 10-11. Símbolo de soldadura de acanaladura U y la soldadura correspondiente que se desea obtener.

SÍMBOLO DE LA FUSIÓN ATRAVESANTE.

Si es admisible o se desea que haya más de 100 % de penetración se emplea para indicar esto una forma negra semicircular. **Fig 10-16**

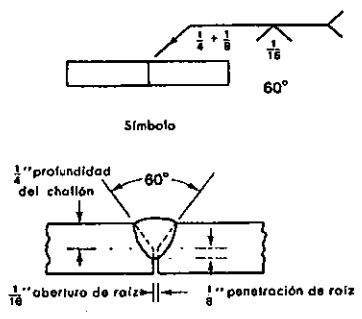


FIGURA 10-12. Símbolo de soldadura de acanaladura V y la información correspondiente.

SÍMBOLO DE CONTORNO.

Las normas de diseño pueden exigir que una soldadura quede al ras con la superficie del metal común o que un perfil de soldadura tenga una corono alta (forma convexa).

METARLUGIA DE LA SOLDADURA IDENTIFICACIÓN DE LOS METALES

Los metales pueden identificarse por densidad, color, propiedades magnéticas, condición de fusión, tipo de fractura y tipo de chispa emitida durante el esmerilado. No se discutirán otras pruebas más complejas como la detección de fallas ultrasónicas, la comprobación de perfección radiográfica ni el análisis químico de los metales.

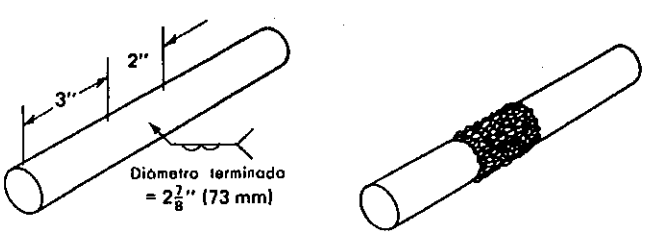


FIGURA 10-13. El uso dado al símbolo de soldadura para la formación de superficies. *A)* el símbolo de soldadura (⌓) sobre la línea de referencia indica el área general. Las dimensiones en el diagrama muestran la localización específica de la obra de soldadura. *B)* La perla de soldadura es de tamaño mayor para permitir el trabajo de maquinado.

PRUEBA DE DENSIDAD.

La densidad es el peso de un metal comparado con su volumen. Un ejemplo de un metal de alta densidad es el tungsteno, mientras el aluminio y magnesio son metales de baja densidad. Cuando la densidad de dos metales difiere tanto como las del magnesio y el tungsteno, puede una persona sostener uno de los metales en la mano y saber fácilmente cuál es cuál.

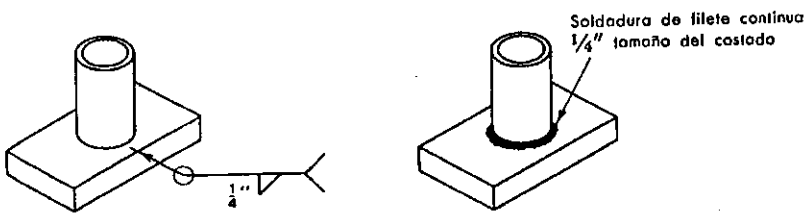


FIGURA 10-14. El símbolo de soldadura en todo el contorno queda indicado por un círculo pequeño en la intersección de la flecha y la línea de referencia.

Puede hacerse uso más preciso de la prueba de densidad teniendo en cuenta el hecho de que la densidad del agua es 1.0

La densidad de los metales comunes está especificada en The Metals anbook (El manual de los metales) en términos de peso por unidad de masa.

Las unidades de aceptación más amplia son gramos por centímetro cúbico (g/cm°). Conociendo la densidad de los metales específicos es tarea fácil la separación de ambos.

Para hacer esto con precisión es necesario determinar el peso y la masa. Debe usarse una báscula sensible para determinar el peso. Para conocer la masa de un metal de forma irregular se coloca en un recipiente con agua y se pesa el agua que desplaza.

Ahora puede resolver la densidad del metal desconocido dividiendo el peso del metal desconocido entre el peso del agua desplazada. Ejemplo: tenemos:

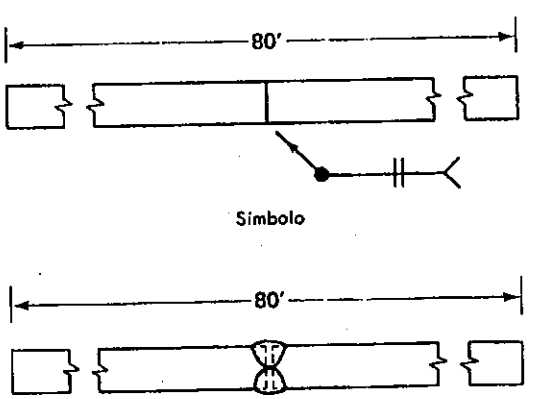


FIGURA 10-15. El punto negro (●)* situado en el símbolo de soldadura indica que esta sección se soldará en el sitio de trabajo o en el de erección final.
* Símbolo de soldadura en el campo.

Peso del metal desconocido = 32 gramos

Peso del agua desplazada = 4 gramos

Buscamos:

La densidad del metal desconocido

Densidad= Peso del metal desconocido

Peso del agua desplazada= 32 4 = 8.0

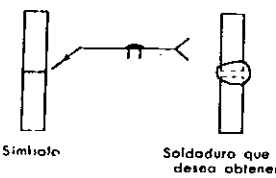


FIGURA 10-16. Símbolo para la fusión atravesante (▬) utilizado para indicar que puede usarse una penetración superior a 100% con cualquier tipo de soldadura aplicable.

De acuerdo con el valor de la densidad podría ser hierro el metal desconocido (densidad aproximadamente 7.9 g/cm^3).

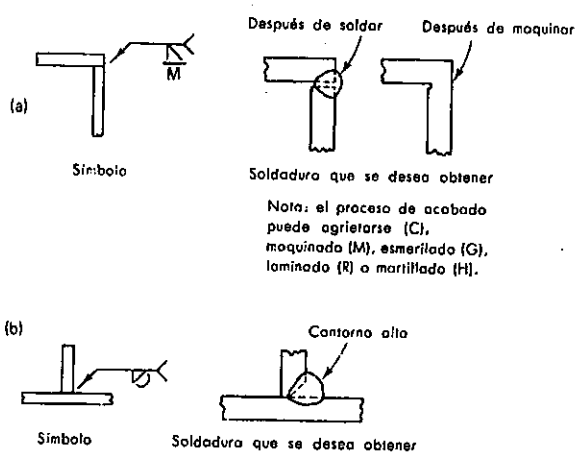


FIGURA 10-17. Símbolos de contorno y métodos de acabado designados. A) La soldadura ha de acabarse por maquinado. B) La soldadura se aplica para producir contornos altos.

PRUEBA DE COLOR.

A veces pueden identificarse los metales fácilmente por su color; por ejemplo, al comparar las aleaciones de cobre con acero inoxidable. Sin embargo, frecuentemente existe muy poca diferencia entre los colores, por ejemplo, entre el aluminio y el magnesio. La mejor manera para identificar un metal por su color consiste en obtener una muestra de un metal conocido que se sospeche sea igual al desconocido. Esmerile la superficie tanto del metal conocido como la del desconocido y acérque-

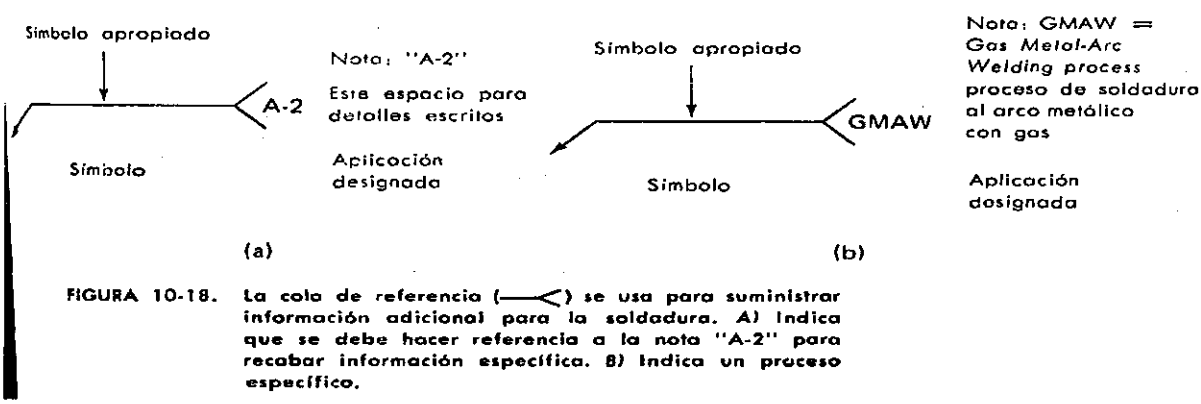


FIGURA 10-18. La cola de referencia (—<) se usa para suministrar información adicional para la soldadura. A) Indica que se debe hacer referencia a la nota "A-2" para recabar información específica. B) Indica un proceso específico.

los entre sí para hacer la comparación. Si los dos metales son iguales deberán tener ambos superficies del mismo color y acabado.

PRUEBA MAGNÉTICA.

Esta prueba es sencilla y no se necesita tener más que un imán pequeño. Como los aceros de aleación baja son magnéticos y los metales no ferrosos no lo son, es fácil establecer la diferencia. Entre las tres clases más importantes de acero inoxidable solamente el tipo austenítico no es magnético.

La prueba magnética también es útil para determinar temperaturas de tratamientos térmicos. Arriba de 770 °C (1 420°F) el acero pierde su magnetismo y permanece asó hasta que se enfría a menos de esa temperatura.

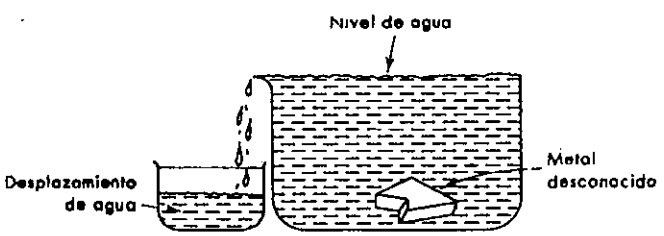


FIGURA 12-1. El metal colocado en un recipiente lleno de agua obliga a un volumen igual a sí mismo (agua desplazada) a derramarse hacia un recipiente pequeño.

PRUEBA DE FRACTURA.

Una prueba de fractura puede suministrar mucha información acerca de una soldadura. Consiga una tira de metal de unos 38 mm (1 _") de ancho y asierre una muesca de 6.35 mm (1/4") de profundidad a cualquier lado del área de inspección. Fracture la soldadura doblando el metal hacia una de las muescas. No toque las superficies interiores sino hasta que se haya completado el examen. Una superficie muy reflectiva sobre la fractura indica que el grado es fino. Los contenidos de escoria tienen una superficie oscura y áspera. La penetración deficiente puede quedar indicada, generalmente, por un área tersa oscura que se prolonga a lo largo de toda la fractura. Si se ha obtenido una fusión o ligadura inadecuada busque una superficie plana que revele el contorno original del metal común.

La prueba de fractura también es valiosa para determinar si se necesita dar un calentamiento preliminar en soldaduras de filete. Rompa una soldadura de filete hecha en un solo paso golpeándola desde el lado de la raíz. Si parte de la soldadura se queda adherida a cada una de las secciones es indicación de que la soldadura es de calidad satisfactoria. Si la soldadura se separa de un lado puede ser necesario aumentar la temperatura de calentamiento preliminar de esa sección.

PRUEBA DE FUSIÓN.

*E*sta prueba es aplicable a la reparación de secciones rotas de metales desconocidos. El comportamiento del metal durante y después del enfriamiento proveerá una indicación acerca de la capacidad de soldadura del metal. Por ejemplo, suelde por un lado una pieza pequeña y déjela enfriar lentamente. Una vez fría, golpee el lado de la raíz con un martillo para comprobar la resistencia de la soldadura. Se indica que existen condiciones satisfactorias para efectuar la soldadura si la sección exhibe fuerza y resistencia a la fractura.

PRUEBA DE LA CHISPA.

Si ésta se lleva a cabo correctamente puede aportar información fidedigna con respecto a tipos de metales y aleaciones. Para efectuar una prueba de chispa se oprime el metal desconocido contra la rueda de amolar y se compara el patrón de chispas con de un material conocido. Las características que deben observarse incluyen la cantidad de chispas, la longitud del chorro, el calor del mismo y la acción que se observa al final de ese torrente. La velocidad de la rueda de esmerilar, en términos de metros de superficie por minuto o pies de superficie por minuto, y la cantidad de luz para iluminación, deberán permanecer constante para las dos muestras que se sometan a la prueba.

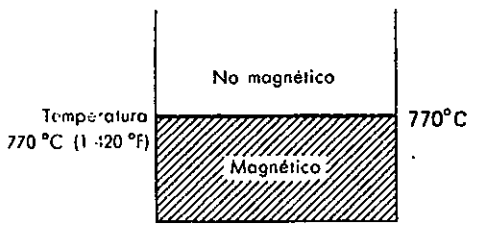


FIGURA 12-2. Manera como se afectan las propiedades magnéticas con la temperatura.

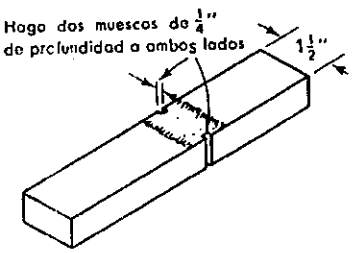


FIGURA 12-3. Procedimiento de preparación para una muestra de ruptura de muescas.

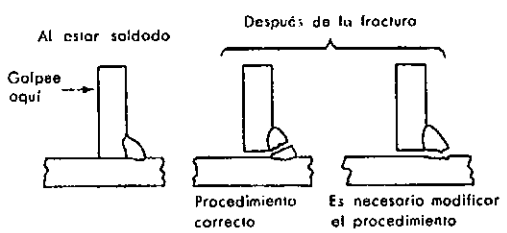


FIGURA 12-4. Una aplicación práctica para ayudar a establecer si se sueldan dos metales.

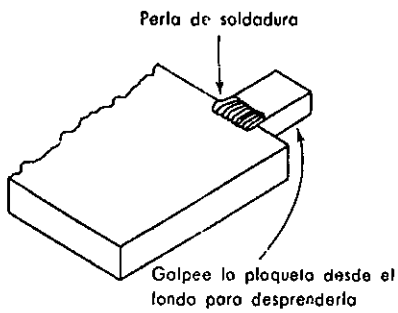


FIGURA 12-5. La prueba de fusión se efectúa fundiendo una perla de soldadura pequeña para observar la reacción del material de soldadura y la del metal común. El metal común disolverá rápidamente el metal de soldadura sobre las aleaciones que se suelden bien.

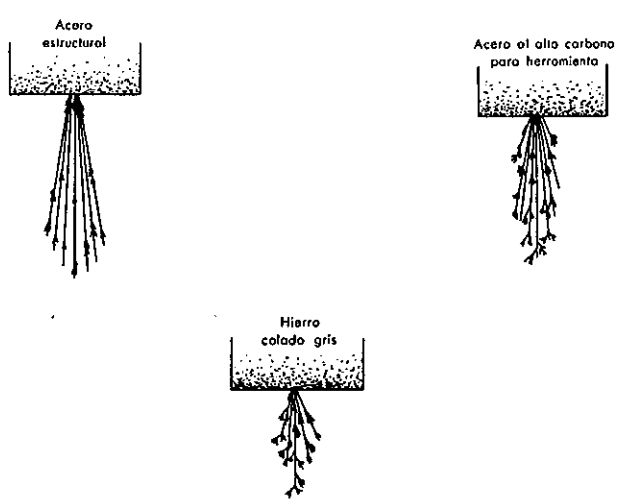


FIGURA 12-6. Patrones de chispas originados por metales en contacto con piedras de amolar.