

Tema
N.º 10



**Curso de capacitación sobre el proceso
de soldado**

Gubladura por arco de plasma



SEGURIDAD



Como en todos los trabajos, la seguridad es primordial. Debido a que existen varios códigos y normas de seguridad vigentes, le recomendamos que siempre lea cuidadosamente todas las etiquetas y el Manual del Usuario antes de instalar, operar o hacer el mantenimiento de la unidad. Lea la información de seguridad al comienzo del manual y en cada sección. Además, lea y cumpla todas las normas de seguridad vigentes, en especial la norma ANSI Z49.1 denominada Seguridad en soldadura, corte y procesos aliados.

La norma ANSI Z49.1:2005 denominada Seguridad en soldadura, corte y procesos aliados se puede descargar gratuitamente del sitio web de la Sociedad Estadounidense de Soldadura: <http://www.aws.org>

La lista que sigue a continuación muestra las normas de seguridad adicionales y cómo acceder a ellas.

Prácticas seguras para la preparación de recipientes y tuberías para soldadura y corte, Norma AWS F4.1, Sociedad Estadounidense de Soldadura, de Global Engineering Documents (Teléfono: 1-877-413-5184, sitio web: www.global.ihs.com).

Código Eléctrico Nacional, Norma NFPA 70, de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, Quincy, MA 02269 (Teléfono: 1-800-344-3555, sitio web: www.nfpa.org y www.sparky.org).

Manejo seguro de cilindros con gases comprimidos, Folleto CGA P-1, de la Asociación de Gases Comprimidos, 4221 Walney Road, 5th Floor, Chantilly, VA 20151 (Teléfono: 703-788-2700, sitio web: www.cganet.com).

Seguridad en la soldadura, el corte y los procesos aliados, Norma CSA W117.2, de la Asociación de Normas Canadienses, Venta de normas, 5060 Spectrum Way, Suite 100, Ontario, Canada L4W 5NS (Teléfono: 800-463-6727, sitio web: www.csa-international.org).

Práctica segura para la protección ocupacional y educativa de los ojos y el rostro, Norma ANSI Z87.1, del Instituto Nacional de Normas de los Estados Unidos, 25 West 43rd Street, New York, NY 10036 (Teléfono: 212-642-4900, sitio web: www.ansi.org).

Norma para la Prevención del Fuego durante la Soldadura, el Corte y Otros trabajos en caliente, Norma NFPA 51B, de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, Quincy, MA 02269 (Teléfono: 1-800-344-3555, sitio web: www.nfpa.org).

Normas de Seguridad y Salud Ocupacional para la Industria en General, OSHA, Título 29, Código de Regulaciones Federales (Code of Federal Regulations, CFR), parte 1910, subparte Q, y parte 1926, subparte J, de la Oficina de Impresión del Gobierno de los EE. UU., Superintendencia de Documentos, P.O. Box 371954, Pittsburgh, PA 15250-7954 (Teléfono: 1-866-512-1800) (Existen 10 Oficinas Regionales de OSHA—el teléfono de la Región 5, Chicago, es 312-353-2220, sitio web: www.osha.gov).

Folleto, *Valores Umbrales Límites (Threshold Limit Values, TLV)*, de la Conferencia Estadounidense de Higienistas Industriales del Gobierno (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH), 1330 Kemper Meadow Drive, Cincinnati, OH 45240 (Teléfono: 513-742-3355, sitio web: www.acgih.org).

Remolcar un tráiler – Equiparse para estar seguro, Publicación del Departamento de Transporte de los EE. UU., Administración Nacional de Seguridad de Tráfico por Carretera, 400 Seventh Street, SW, Washington, D.C. 20590

Comisión de Seguridad para los Productos de Consumo (U.S. Consumer Product Safety Commission, CPSC), 4330 East West Highway, Bethesda, MD 20814 (Teléfono: 301-504-7923, sitio web: www.cpsc.gov).

Manual de Aplicaciones para la Ecuación de Levantamiento de NIOSH Revisada, Instituto Nacional para la Seguridad y la Salud Ocupacional (The National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH), 1600 Clifton Rd, Atlanta, GA 30333 (Teléfono: 1-800-232-4636, sitio web: www.cdc.gov/NIOSH).

Preparado por el Departamento de Capacitación de Miller Electric Mfg. Co.

©2012 Miller Electric Mfg. Co.

Los contenidos de esta publicación no se podrán reproducir sin la autorización de Miller Electric Mfg. Co., Appleton Wisconsin, U.S.A.

ADVERTENCIA

Este documento contiene información general sobre los temas que aquí se tratan. No es un manual de aplicaciones y no contiene una declaración completa de todos los factores relacionados con estos temas.

Solamente personas calificadas deberán llevar a cabo la instalación, operación y mantenimiento de los equipos de soldadura por arco y el uso de los procedimientos descritos en este documento de acuerdo con los códigos pertinentes, las prácticas seguras y las instrucciones del fabricante.

Siempre asegúrese de que las áreas de trabajo estén limpias y sean seguras, y de que exista la ventilación adecuada. La mala utilización de los equipos y el incumplimiento de los códigos pertinentes y las prácticas seguras pueden derivar en graves lesiones personales y daños a la propiedad.

Gubladura por arco de plasma

Curso de capacitación sobre el proceso de soldadura y los metales de aportación.

Bienvenido al curso de capacitación sobre el proceso de soldadura y los metales de aportación. Esta serie de capacitación se desarrolló con el objetivo de brindar un conjunto básico de materiales educativos que se pueden utilizar de manera individual o en el entorno del aula.

Los temas que se tratarán en el curso son los siguientes:

Procesos de soldadura

- Tema 1. **Introducción a la soldadura**
- Tema 2. **La seguridad en la soldadura**
- Tema 3. **Electricidad básica para la soldadura**
- Tema 4. **Diseño de la fuente de alimentación para soldaduras**
- Tema 5. **Fuentes de alimentación accionadas por motor**
- Tema 6. **Soldadura por arco de metal protegido**
- Tema 7. **Soldadura por arco de tungsteno con gas**
- Tema 8. **Soldadura por arco metálico con gas**
- Tema 9. **Soldadura por arco con núcleo de fundente**
- Tema 10. **Corte y gubladura por arco de plasma**
- Tema 11. **Solución de problemas en los procesos de soldadura**

Metales de aportación

- Tema A. **Introducción a los metales**
- Tema B. **Acero bajo en carbono**
- Tema C. **Acero de aleación baja**
- Tema D. **Acero inoxidable**
- Tema E. **Aluminio**
- Tema F. **Operaciones de endurecimiento superficial**

Tenga en cuenta que este curso no fue desarrollado con el objeto de enseñar la técnica de la soldadura o del corte sino para brindar una base de conocimiento general sobre los distintos procesos y los temas relacionados.

Tabla de contenidos

| | |
|---|-----------|
| Definición del proceso | 1 |
| Corte por plasma versus corte con oxígeno-gas | 2 |
| Requerimientos del equipo de arco de plasma | 3 |
| Fuente de alimentación para PAC | 3 |
| Velocidad de corte | 4 |
| Consumibles del soplete | 4 |
| Anillo en remolino | 4 |
| Electrodo | 4 |
| Punta | 4 |
| Boquilla de retención | 4 |
| Protecciones | 5 |
| Corte de arrastre vs. corte extendido | 7 |
| Puntas de corte para diferentes amperajes | 7 |
| Reemplazo de consumibles | 7 |
| Gases de corte | 7 |
| Secuencia de operación de gubladura y corte por plasma | 8 |
| Inicios de frecuencia alta | 8 |
| Inicios por contacto | 9 |
| Métodos de control del arco piloto | 11 |
| Inicio del corte | 11 |
| Gubladura con arco de plasma | 13 |
| Elementos de un corte de calidad | 14 |
| Ocho pasos para un corte de buena calidad | 15 |
| Cómo mejorar la vida útil de los consumibles | 15 |
| Resumen | 16 |
| Términos y definiciones | 16 |

Definición del proceso

Los experimentos con un arco de plasma datan de comienzos del siglo XX, pero no fue hasta la década de 1950 que se introdujeron en el mercado los sopletes para cortes por arco de plasma (PAC). El equipo era grande y voluminoso y empleaba una variedad de gases de corte y enfriamiento.

Al contrario de lo que comúnmente se cree, hay cuatro estados de la materia en lugar de tres. El plasma se conoce como el cuarto estado de la materia. Los cuatro estados en los que puede existir la materia física son: sólido, líquido, gaseoso y plasma. Los cambios de un estado físico a otro ocurren al suministrar o quitar energía (en forma de calor). El agua puede usarse como un ejemplo de estos cuatro estados de la materia. El agua, en estado sólido, es hielo a temperaturas de 32 °F (0 °C) o menos. Si se le agrega calor, el hielo se derrite y se transforma en agua, el estado líquido. Si se le agrega más calor, a una temperatura de 212 °F (100 °C) o más, este líquido pasa a un estado gaseoso; o sea, vapor. El cuarto estado de la materia, plasma, se ve y se comporta como un gas a alta temperatura, pero con una diferencia importante: conduce electricidad. El arco de plasma es el resultado del gas de calentamiento por arco eléctrico a muy altas temperaturas, de forma tal que sus átomos se ionizan (un gas cargado eléctricamente debido a una cantidad desigual de electrones en relación con protones) y permiten la conducción de electricidad. La principal diferencia entre un gas neutral y el plasma es que las partículas del plasma pueden ejercer fuerzas electromagnéticas entre ellas.

Si usted está leyendo esto gracias a la luz emitida por una lámpara fluorescente, está viendo plasma en acción. Dentro del tubo encendido de la lámpara hay plasma que consiste en mercurio de baja presión o vapor de sodio, ionizado por un voltaje alto a través de los electrodos de los extremos del tubo. Cuando el plasma conduce una corriente eléctrica, emite rayos que al mismo tiempo hacen que el recubrimiento de fósforo en la superficie interior del tubo se encienda.

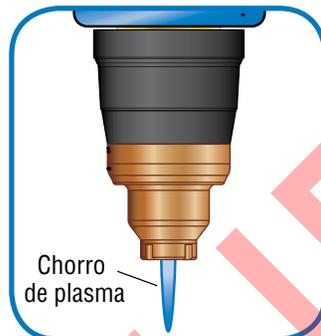


Figura 1 – Arco de plasma

El soplete de arco de plasma tiene un espacio que rodea al electrodo dentro de la punta o boquilla del soplete. Es en esta cámara o pleno donde el gas de plasma se calienta y se ioniza. Este calor hace que el gas de plasma se expanda enormemente en volumen y presión. El gas de plasma sale por el orificio estrecho de la boquilla o punta del soplete a una velocidad y temperatura muy altas, de hasta 30.000 °F (16.000 °C) a 20.000 pies/s (6000 m/s). La intensidad y velocidad del plasma se determina por numerosas variables que incluyen el tipo de gas, su presión y volumen, el patrón del flujo, la cantidad de corriente eléctrica, el tamaño y la forma del orificio estrecho de la boquilla o punta y la distancia de la punta al trabajo.

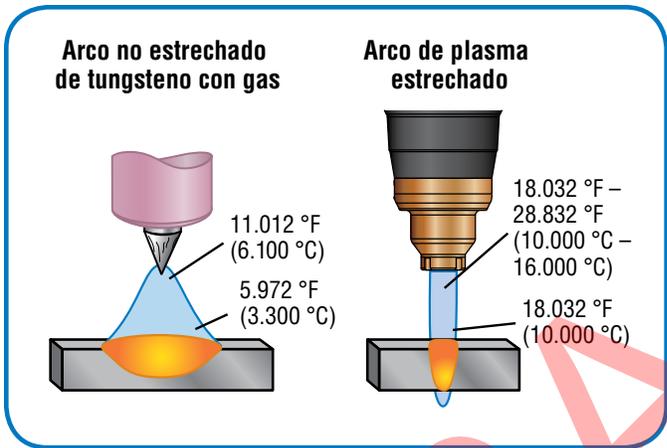


Figura 2 – Arcos de plasma y TIG

El proceso de corte por arco de plasma usa este chorro estrecho de gas ionizado de alta temperatura y velocidad que sale del orificio de la punta del soplete para fundir un área muy restringida. La fuerza del chorro de plasma empuja el metal fundido a través de la pieza de trabajo y corta el material. Es posible lograr cortes extremadamente definidos y precisos con el corte por arco de plasma. Debido a la energía térmica bien concentrada, hay muy pocas deformaciones, incluso cuando se corta metal en láminas de poco espesor. El corte por arco de plasma también ofrece gubladuras y capacidades de perforación de calidad.

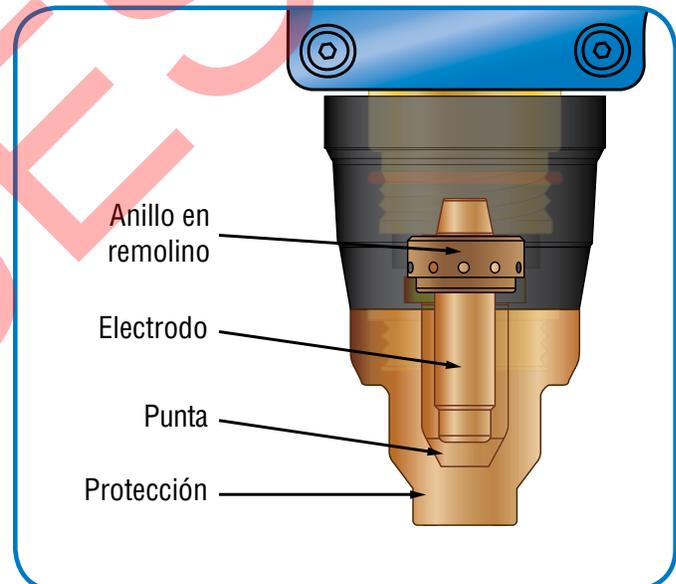


Figura 3 – Corte transversal con soplete de corte por plasma

Corte por plasma versus corte con oxígeno-gas

Antes de que el proceso de PAC se hiciera común, si se quería cortar acero al carbono, acero inoxidable o aluminio, se podían usar varios métodos. Se utilizaba con frecuencia el corte por llama de gas de oxígeno-gas para el acero, pero ese proceso no se recomienda para cortar acero inoxidable ni aluminio. También podían usarse las sierras de cinta, cizallas, ruedas de recortar abrasivas o sierras para metales eléctricas. Y se necesitaban cuchillas especiales para cortar los aceros inoxidables y aceros de aleación.

Gracias a los avances técnicos en los equipos de PAC, todos los metales que conducen electricidad, ya sean metales comunes o exóticos, pueden cortarse de forma económica en un proceso. Ya que el proceso de corte por arco de plasma es capaz de cortar con soplete (manualmente o con máquina) metales que van del aluminio de poco espesor al acero al carbono o acero inoxidable de 2 pulgadas (51 mm), se puede usar en varias aplicaciones. Estas aplicaciones incluyen cortes apilados, biselados, cortes con formas, gubladuras y perforaciones en todas las posiciones. El proceso de PAC se usa en industrias como las de fabricación de metal, construcción, mantenimiento, salvamento de metales (chatarra y reciclaje), reparación de automóviles, arte en metal y esculpido.

El proceso de PAC se compara principalmente con el proceso de corte con oxígeno-gas combustible (OFC). El proceso de corte con OFC corta o quita el metal gracias a la reacción química de la oxidación o quemadura. Esto ocurre cuando se aplica oxígeno puro al metal caliente precalentado. El metal se mantiene a temperaturas elevadas con una llama de la mezcla de oxígeno-gas encendida. El proceso OFC requiere oxígeno de alta pureza y gas combustible, los cuales conforman una mezcla de gas combustible explosiva. El oxígeno y los gases combustibles generalmente se suministran en cilindros de gas comprimido de alta presión.

La ventaja del OFC es su capacidad de cortar hasta 7 pies (2 m) de acero al carbono grueso con un equipo relativamente económico, que no requiere electricidad. La principal desventaja de OFC es la limitación de cortar sólo acero al carbono.

PAC requiere una capacitación mínima para operar el equipo de forma segura y eficiente. Una de las principales ventajas de PAC es la velocidad. Ya que PAC funciona a un nivel de energía térmica mucho mayor, puede cortar más rápido que OFC. Esto funciona especialmente en metales que tienen menos de 2 pulgadas (51 mm) de grosor. La velocidad de corte logra una diferencia significativa en el tiempo de producción y la comodidad del operador. Más allá de las velocidades de corte más rápidas, una ventaja principal de PAC es que no requiere precalentamiento del metal como sucede con el proceso OFC. Debido a esto, PAC tiene como resultado una menor distorsión del metal de corte. Esto también se debe a una zona afectada por el calor muy angosta (área cuyas características cambian cerca del corte). El corte bien definido y libre de escorias producido mediante el proceso de PAC puede eliminar las operaciones secundarias de otros métodos de corte, como limpiar bordes desiguales y escorias en la parte inferior o posterior del corte. Las escorias son el material oxidado que se funde durante el corte.

La retribución por corte con PAC puede ser mejor con aire comprimido o nitrógeno que con oxígeno-gas combustible y otros métodos de corte. Más allá de las velocidades de corte superiores, el aire y los consumibles son relativamente económicos frente a, por ejemplo, el costo de los gases para OFC.

Muchas de las limitaciones o desventajas de PAC pueden superarse al usar el equipo o procedimiento adecuados. El costo inicial del equipo de PAC puede ser mayor que otros métodos de corte, pero la facilidad de operación y la velocidad de corte de este método en general hacen que el equipo se pague por sí mismo. Cuando se lo compara con OFC, PAC no será tan portátil en algunas áreas, debido a su dependencia de energía eléctrica primaria de un servicio público o de un generador accionado por motor.

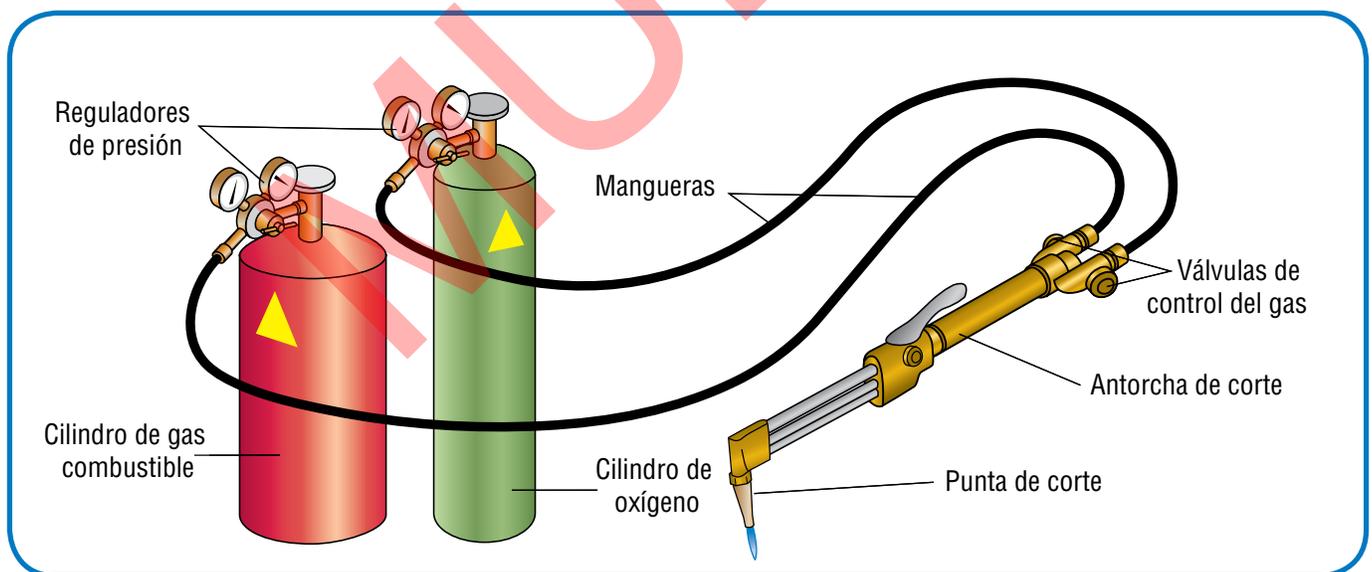


Figura 4 – Sistema de oxígeno-gas combustible