

UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA



**Universidad Técnica
Latinoamericana**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**“IMPLEMENTACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA SMAW, GTAW Y
GMAW; A TRAVÉS DE UN EQUIPO MULTIPROCESOS CON TECNOLOGÍA
INVERTER”**

PARA OPTAR AL GRADO DE:

INGENIERO MECÁNICO

PRESENTADO POR:

Br. Luis Enrique Vaquero Palacios

SANTA TECLA, AGOSTO 2023



**Universidad Técnica
Latinoamericana**

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

ING. ROSENDO MAURICIO SERMEÑO PALACIOS

RECTOR

ING. FRANCISCO ALFREDO CARRILLO LARREYNAGA

VICE-RECTOR

ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO

SECRETARIO GENERAL

LIC. CARLOS MAURICIO MOLINA RENDEROS

FISCAL

ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ING. OBDULIO ADALBERTO CALVO

DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

SANTA TECLA, AGOSTO DE 2023



**Universidad Técnica
Latinoamericana**

ASESOR

Ing. Obdulio Adalberto Calvo

JURADO EVALUADOR

Ing. Armando Antonio Bolaños Sandoval
Ing. José Benjamín Castro Chávez
Ing. José Raúl Anzora González

SANTA TECLA, AGOSTO DE 2023

UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL CIENTO SESENTA Y NUEVE

A las ocho horas y treinta minutos, del sábado diecinueve de agosto de dos mil veintitrés. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por LUIS ENRIQUE VAQUERO PALACIOS, en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

"IMPLEMENTACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA GMAW, GTAW Y SMAW; A TRAVÉS DE UN EQUIPO MULTIPROCESOS CON TECNOLOGÍA INVERTER."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADO, con una calificación de ~~OCHO PUNTO OCHO~~ (8.8), el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado, obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO MECANICO

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.

ING. ARMANDO ANTONIO BOLAÑOS SANDOVAL

ING. JOSÉ BENJAMÍN CASTRO CHAVEZ

ING. JOSÉ RAÚL ANZORA GONZÁLEZ

ING. ROOSELVEY ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme fortalecido hasta el punto de superar las dificultades y también por toda la salud que me dio y que me permitió llegar a esta etapa tan importante de mi vida, a la consecución de un sueño, de una meta.

A la Universidad Técnica Latinoamericana y a toda su administración, les doy un agradecimiento por todo el ambiente inspirador y por la oportunidad de completar esta carrera.

Agradecer de gran manera a mi asesor de tesis el Ingeniero Obdulio Calvo, quien con compromiso, paciencia y objetividad me guio en la elaboración de mi trabajo final.

Me gustaría agradecer a los demás catedráticos por su incansable orientación, compromiso y confianza que ayudaron a hacer posible este objetivo.

A mi familia y amigos, que nunca se rindieron y siempre me ofrecieron palabras de aliento, les dejo una palabra y una promesa de gratitud eterna. A todas las personas que formaron parte de mi viaje durante estos años de formación les quiero expresar un profundo agradecimiento, a quienes con su ayuda, apoyo y comprensión me alentaron a lograr esta meta trazada desde hace ya varios años.

Porque sólo la superación de mis ideales, me han permitido comprender cada día más la difícil posición de ser padre, mis conceptos, mis valores morales y mi superación; esto será la mejor de las herencias; lo reconozco y lo agradeceré eternamente a ustedes mamá y papá.

INTRODUCCIÓN

La misión de la Universidad Técnica Latinoamericana (UTLA), es formar profesionales teórico prácticos de excelencia, con capacidad de conducción y liderazgo, que impulsen el desarrollo de país.

La Carrera de Ingeniería Mecánica, forma profesionales calificados para la elaboración, repotenciación y mantenimiento en las áreas de mecánica con las especialidades de procesos de soldaduras en las diferentes industrias que sostienen nuestra economía.

El gran avance en las tecnologías de los procesos de soldaduras llegó con el uso de equipos inverter. Se puede decir que ha sido la electrónica la responsable de la cada vez mayor popularización de este tipo de cambios en los equipos de soldar. Los cambios de voltajes y amperajes ya no se producen en función de referencias mecánicas, sino que vienen determinados por una serie de leyes gobernadas por la electrónica.

A través de la incorporación de software, a diferencia de los equipos convencionales, los equipos inversores pueden incorporar electrónica, la cual se maneja mediante microcontroladores. Esto significa que las características eléctricas de la corriente de soldadura pueden cambiarse en base a un software en tiempo real e incluso ejecutar cambios en tiempos muy cortos. Típicamente, los programas de control pueden trabajar sobre la forma de onda de la corriente de soldadura, generando características tales como corriente pulsada de soldadura, la posibilidad de almacenar y ejecutar un ciclo completo (por ejemplo, en una soldadura de puntos) y tener memorias para los parámetros disponibles para que el operario pueda usarlos, por ejemplo, en ciclos repetitivos. El uso de un software también asegura una inversión a largo plazo, ya que, si se desea añadir alguna característica a una fuente inversora controlada por software, es muy posible que solamente tengamos que actualizar el software en lugar de adquirir una máquina nueva.

La selección de parámetros es generalmente simple, sólo se debe elegir la corriente de soldadura mediante una manivela o un botón. Los inversores tienen un panel extremadamente simple y en algunos casos poseen indicadores en los paneles, que suministran los parámetros de ajuste y precisión.

Mientras los equipos con transformador requieren una gran habilidad del soldador, los equipos inversores vienen provistos con dispositivos de ayuda a la soldadura para facilitar el trabajo y brindar soldaduras térmicamente estabilizadas de alta calidad.

Por lo tanto, propongo el tema de graduación: IMPLEMENTACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA SMAW, GTAW Y GMAW; A TRAVÉS DE UN EQUIPO MULTIPROCESOS CON TECNOLOGÍA INVERTER, tomando en cuenta que la educación en la Universidad Técnica Latinoamericana (UTLA) se fundamenta en la excelencia académica, el cultivo de valores humanos, equilibrio de la teoría con la práctica, e incorporando tecnología actualizada.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Situación Problemática	1
1.2. Justificación de la investigación	2
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. General.	3
1.3.2. Específicos.	3
1.4. Investigación de campo	3
2. CAPITULO II: MARCO TEORICO	5
2.1. Antecedentes	5
2.1.1. Antecedentes Históricos.	5
2.2. Soldadura con electrodo revestido (SMAW)	21
2.3. Soldadura de Tungsteno INERT GAS TIG o GAS TIG o TUGSTEN ARC WELDING (G.T.A.W.)	36
2.4. Soldadura por arco metálico con protección de gas (GMAW)	52
3. CAPITULO III: ELABORACION DE GUIAS PRACTICAS PARA PROCESOS DE SOLDADURAS SMAW, GTAW Y GMAW	69
3.1. Mejoramiento de procesos	69
3.2. Equipo técnico para la implementación de procesos de soldaduras	70
3.3. Herramientas didácticas para el mejoramiento de los procesos	71
3.4. Plan o propuesta de mejora	71
4. CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
4.1. Conclusiones	73
4.2. Recomendaciones	73
BIBLIOGRAFÍA	74
ANEXOS	75
ANEXO 1. MANUAL DE USUARIO DE EQUIPO IMET 10250/190 BVM, SOLDADOR INVERTER MIG- ELECTRODO- TIG LIFT.	75
ANEXO 2. NORMAS DE SEGURIDAD PARA LOS DIFERENTES PROCESOS DE SOLDADURAS.....	104
ANEXO 3. GUIAS PRACTICAS DE LABORATORIO TALLER PARA LA IMPLEMENTACION DE PROCESOS DE SOLDADURAS SMAW, GMAW Y GTAW ...	106

TABLAS

Tabla 1. Clasificación de aceros según S.A.E. y A.I.S.I.....	20
Tabla 2. Tipos de electrodos.....	33
Tabla 3. Intensidad de corriente eléctrica para el aluminio y sus aleaciones.	40
Tabla 4. Intensidad de corriente eléctrica para el acero inoxidable.	40
Tabla 5. Clasificación del electrodo en el proceso G.T.A.W.	42
Tabla 6. Gases inertes para el proceso G.T.A.W.....	44
Tabla 7. Parámetros recomendados para soldar aluminio y sus aleaciones.	47
Tabla 8. Parámetros recomendados para soldar acero al carbono.	48
Tabla 9. Parámetros recomendados para soldar acero inoxidable.	49
Tabla 10. Diagnóstico de fallas, causas y soluciones en el proceso G.T.A.W.	51
Tabla 11. Intensidad de corriente en función del diámetro del alambre.	55
Tabla 12. Tipos de alambre de acero en el proceso G.M.A.W.....	58
Tabla 13. Velocidad del alambre en el proceso G.M.A.W.	59
Tabla 14. Gases usados en el proceso G.M.A.W.....	60
Tabla 15. Diagnóstico de fallas, causas y soluciones posibles en el proceso G.M.A.W.....	63
Tabla 16. Diagnóstico de fallas, causas y soluciones en el proceso G.M.A.W.....	64
Tabla 17. Tabla de pruebas no destructivas.	66
Tabla 18. Plan de mejora.....	72

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Procesos de soldadura según la AWS.....	13
Ilustración 2. Componentes que se forman en el proceso de soldadura.	18
Ilustración 3. Componentes que se forman en el proceso de soldadura.	18
Ilustración 4. Soldadura por arco eléctrico.....	21
Ilustración 5. Posiciones para soldar.....	23
Ilustración 6. Símbolo completo de soldadura.	24
Ilustración 7. Proceso de soldadura.	25
Ilustración 8. Gráfica del voltaje en la corriente alterna.	26
Ilustración 9. Conexión de la corriente alterna.....	27

Ilustración 10. Corriente continua o directa.	27
Ilustración 11. Conexión de la polaridad directa.	28
Ilustración 12. Efectos de la polaridad directa.....	29
Ilustración 13. Conexión de la polaridad invertida.	29
Ilustración 14. Efectos de la polaridad invertida.	30
Ilustración 15. Nomenclatura del electrodo.	31
Ilustración 16. Diámetro de un electrodo.	36
Ilustración 17. Descripción del proceso G.T.A.W.....	37
Ilustración 18. Polaridad directa.	38
Ilustración 19. Polaridad invertida.	39
Ilustración 20. Efectos de la corriente alterna en el cordón de soldadura.	39
Ilustración 21. Afilado del electrodo.	42
Ilustración 22. Inclinação del electrodo y metal de aporte.	43
Ilustración 23. Longitud del arco en el proceso G.T.A.W.	43
Ilustración 24. IMET 10250/190 BVM soldadora invertir MIG - ELECTRODO - TIG LIFT inversor para solda MIG - ELECTRODO - TIG LIFT.....	45
Ilustración 25. Recipientes o cilindros de gas inerte.....	46
Ilustración 26. Regulador de presión.	47
Ilustración 27. Soldadura de aluminio en el proceso G.T.A.W. Diagnóstico de fallas en el proceso G.T.A.W.....	50
Ilustración 28. Descripción del proceso G.M.A.W.....	53
Ilustración 29. Polaridad invertida en el proceso G.M.A.W.	54
Ilustración 30. Inclinação del porta electrodo.	54
Ilustración 31. Ángulo del porta electrodo.....	55
Ilustración 32. Transferencia por cortocircuito.	56
Ilustración 33. Transferencia globular.	56
Ilustración 34. Transferencia por rocío.	57
Ilustración 35. Tipos de alambre en el proceso G.M.A.W.....	59
Ilustración 36. Fuente de poder para procesos G.M.A.W.	61
Ilustración 37. Regulador de presión.	62
Ilustración 38. Fuente de poder para procesos de soldaduras.	70

1. CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación Problemática

La evolución tecnológica a nivel mundial en el sector industrial - metalmecánica se está innovando con nuevos procesos de soldadura en diversas áreas y campos de aplicación. Según su aplicación se tiene el tipo manual, el semiautomático y el sistemático con la finalidad de incrementar la productividad asociada a un estándar de calidad.

En nuestro país El Salvador es común observar trabajos de soldadura realizados por procesos de soldadura al arco eléctrico. Uno de ellos es el proceso de soldadura SMAW (soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido) el SMAW es ampliamente utilizado en soldaduras de producción corta, en los trabajos de mantenimiento y reparación y en las construcciones de campo. Sin embargo, este proceso de soldadura tiene pro y contras al emplearlos en proyectos de alta envergadura.

Luego el proceso MIG (siglas del inglés de Metal Inert Gas), que ahora posee la nomenclatura AWS y CSA de soldadura con gas y arco metálico GMAW (siglas del inglés de Gas Metal Arc Welding).

La GMAW suelda casi todos los metales (aluminio, cobre, hierro, magnesio, titanio y zirconio) y las aleaciones metálicas (acero libre de carbono, acero de bajo carbono, acero de baja aleación, acero de alta resistencia, acero inoxidable, acero cromado, acero niquelado) por lo que diversas industrias hacen uso de ellas.

La Soldadura de Tungsteno Inert Gas (TIG) o Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) que tiene demanda en la industria en este método de soldadura por fusión se conoce por sus siglas en inglés “Tungsteno Inert Gas” que es una soldadura por arco con electrodo de tungsteno no consumible y con protección de gas inerte, es utilizado para soldar la mayoría de los metales que se utilizan ya sea de forma manual o automática, además su aplicación puede ser para fabricación o reparación en trabajos de alta calidad, posee muchas ventajas como lo es un metal de alta calidad, cordones suaves y no salpica impurezas.

Todos los procesos anteriores requieren de un conocimiento y un dominio básico esto implica analizar los planos y entender las propiedades y cualidades de los metales que van a ser trabajados. También debe seleccionar las herramientas que va a necesitar y las técnicas que empleará, así como el proceso de soldadura más adecuada.

1.2. Justificación de la investigación

A la luz de la situación actual, este trabajo es de fundamental importancia, dado que el crecimiento en la industria y la actualización tecnológica en el área metal mecánica posibilitará formar profesionales capaces de desempeñarse en la industria.

En el área de los diferentes procesos de soldaduras la demanda crece día a día en nuestro país y eso implica que más profesionales deben dominar el conocimiento, habilidades y destrezas en estos temas, es por eso que se deben incluir en la formación de las carreras universitarias afines a las áreas técnicas

Las carreras de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica Latinoamericana ofrecen las competencias profesionales durante el desarrollo de las materias de Tecnología I, Tecnología II y en el caso de la Ingeniería Industrial la Tecnología III que permiten al estudiante preparar su incorporación al mundo laboral o desarrollar procesos productivos independientes, de acuerdo con sus intereses profesionales o las necesidades en su entorno social y para eso el incorporar los procesos de soldaduras SMAW, GTAW Y GMAW con tecnología inverter a la ejecución de los laboratorios de las materias antes mencionadas reafirma el compromiso de formar profesionales competentes.

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. General.

- Elaborar una propuesta de mejora en el desarrollo de los laboratorios correspondientes a las materias de tecnología enfocada al conocimiento y manejo de los diferentes procesos de soldaduras tales como SMAW (electrodo revestido) GTAW (electrodo no consumible) y GMAW (alambre continuo) mediante la aplicación de instrumentos técnico didácticos.

1.3.2. Específicos.

- Describir en instrumentos metodológicos las apreciaciones técnicas que nos permitan medir el grado de dominio en cada proceso de soldadura SMAW, GMAW y GTAW.
- Desarrollar prácticas de laboratorio según planos de probetas con especificaciones técnicas en diferentes procesos de soldaduras.
- Aplicar instrumentos técnicos para cada proceso de soldadura que nos permitan emitir un criterio sobre el dominio y ejecución de estos.

1.4. Investigación de campo

El cambio de matriz productiva, la era del conocimiento y la tecnología, obliga al profesional a perfeccionarse, esta es la razón primordial para que el futuro Ingeniero desarrolle una competencia amplia en este campo y es por eso que se detectó el problema, que los estudiantes en poca proporción adquieren conocimientos teóricos prácticos en su carrera de ingeniería elegida.

El objetivo de estudio y análisis de competencias adquiridas en las materias de tecnología I y II en la temática de soldadura facilitará la inserción y desempeño en el campo laboral.

En el desarrollo del proyecto se empleará una investigación aplicada, de tipo intervención debido a que se analizaron los medios didácticos utilizados en la enseñanza del módulo de la materia antes descrita. También, se empleó el método deductivo que permitió visualizar el problema de lo general a lo particular.

Se utilizaron técnicas de investigación como la encuesta con sus respectivos instrumentos dirigidas a los alumnos de las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica siendo los resultados los que se muestran al final del documento.

En la actualidad las tecnologías en equipos de soldadura han avanzado mucho, los cuales se utilizan en el campo laboral. Los laboratorios de la Universidad Técnica Latinoamericana no cuentan con este tipo de tecnología, pero con la oportuna intervención de un proyecto de IMPLEMENTACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA SMAW, GTAW, Y GMAW; A TRAVÉS DE UN EQUIPO MULTIPROCESOS CON TECNOLOGÍA INVERTER para mejorar la metodología en el proceso educativo, formativo.

2. CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Históricos.

Aunque los metales han sido utilizados durante miles de años, nadie está seguro de cómo se obtuvo el primer metal útil. Pudo ser a partir de restos de meteoritos o más probablemente, al calentar inadvertidamente minerales que contenían cobre, obteniéndose una masa de cobre impuro que fácilmente podía conformarse. Independientemente de su origen, la antigüedad del empleo de los metales ha sido confirmada por los descubrimientos de diferentes piezas de bronce. Hachas, puntas de lanza y ornamentos han sido extraídos de antiguos emplazamientos humanos y los arqueólogos han podido demostrar que fueron fabricados y utilizados durante el período que se conoce como Edad de Bronce.

El empleo que pudieron dar al metal descubierto, estuvo limitado por el hecho de que la tecnología entonces disponible no ofrecía técnicas capaces de producir grandes piezas totalmente de bronce. Esto no fue un gran problema para el caso de hachas o dardos, utensilios a los que pudieron acoplar como mango, por diferentes métodos, un material de buena tenacidad como la madera, pero el problema de conseguir uniones aceptables metal a metal quedó sin resolver. Independientemente del desarrollo de las técnicas de soldeo, la incapacidad de unir pequeñas piezas metálicas entre sí para conseguir otras de mayor tamaño, o más complejas de forma, no fue solucionada definitivamente hasta el siglo pasado. Fue la revolución industrial la que incentivó la introducción a escala comercial de las técnicas de remachado, soldeo fuerte y blando, soldeo por fusión, etc.

El arco eléctrico fue descubierto por Sir Humphrey Davy en 1.801, sin embargo, el descubrimiento permaneció durante muchos años como una mera curiosidad científica.

Los primeros electrodos utilizados fueron alambres desnudos de hierro que producían soldaduras débiles y frágiles. El arco, a menudo, sobrecalentaba el metal de aportación y se fragilizaba el cordón de soldadura por reacción con el aire. Para evitar estas dificultades se desarrollaron electrodos ligeramente recubiertos con diferentes materiales orgánicos e inorgánicos, no obstante, éstos estuvieron dirigidos más a establecer y estabilizar el arco que a conseguir la protección y purificación del cordón. No fue hasta 1.912 que Strohmenger patentó en USA un electrodo fuertemente recubierto, capaz de producir a escala industrial soldaduras

La Primera Guerra Mundial en 1914 causó un repunte importante en el uso de los procesos de soldadura, con las diferentes fuerzas militares procurando determinar cuáles de los varios procesos nuevos de soldadura serían los mejores. Los estadounidenses eran más vacilantes, pero comenzaron a reconocer los beneficios de la soldadura de arco cuando el proceso les permitió reparar rápidamente sus naves después de los ataques alemanes en el puerto de Nueva York al principio de la guerra. También la soldadura de arco fue aplicada primero a los aviones durante la guerra, pues algunos fuselajes de aeroplanos alemanes fueron contruidos usando el proceso.

Durante los años 1920, importantes avances fueron hechos en la tecnología de la soldadura, incluyendo la introducción de la soldadura automática en la que el alambre del electrodo era alimentado continuamente.

El gas de protección se convirtió en un tema recibiendo mucha atención, mientras que los científicos procuraban proteger las soldaduras contra los efectos del oxígeno y el nitrógeno en la atmósfera. La porosidad y la fragilidad eran los problemas primarios, y las soluciones que desarrollaron incluyeron el uso del hidrógeno, argón, y helio como atmósferas de soldadura. Durante la siguiente década, posteriores avances permitieron la soldadura de metales reactivos como el aluminio y el magnesio. Esto, conjuntamente con desarrollos en la soldadura automática, la corriente alterna, y los fundentes alimentaron una importante extensión de la soldadura de arco durante los años 1930 y entonces durante la Segunda Guerra Mundial.

A mediados del siglo XX, fueron inventados muchos métodos nuevos de soldaduras. La soldadura de arco sumergido fue inventada el mismo año, y continúa siendo popular hoy en día.

En la década de 1940 se otorgó una patente a un proceso que alimentaba electrodo de alambre en forma continua para realizar soldadura con arco protegido por gas.

En 1941, después de décadas de desarrollo, la soldadura de arco a través de una atmosfera de protección por gas tungsteno fue finalmente perfeccionada, seguida en 1948 por la soldadura por arco metálico con gas, permitiendo la soldadura rápida de materiales no ferrosos, pero requiriendo costosos gases de blindaje.

La soldadura de arco metálico blindado fue desarrollada durante los años 1950, usando un fundente de electrodo consumible cubierto, y se convirtió rápidamente en el más popular proceso de soldadura de arco metálico. En 1957, debutó el proceso de soldadura por arco con núcleo fundente, en el que el electrodo de alambre auto blindado podía ser usado con un equipo automático, resultando en velocidades de soldadura altamente incrementadas, y ese mismo año fue inventada la soldadura de arco de plasma. La soldadura por electro escoria fue introducida en 1958, y fue seguida en 1961 por su prima, la soldadura por electro gas.

Otros desarrollos recientes en la soldadura incluyen en 1958 el importante logro de la soldadura con rayo de electrones, haciendo posible la soldadura profunda y estrecha por medio de la fuente de calor concentrada.

Siguiendo la invención del láser en 1960, la soldadura por rayo láser debutó varias décadas más tarde, y ha demostrado ser especialmente útil en la soldadura automatizada de alta velocidad, Sin embargo, ambos procesos continúan siendo altamente costosos debido al alto costo del equipo necesario, y esto ha limitado sus aplicaciones.

El empleo del fundente granular y alambre continuo como electrodo, dio lugar en 1935 al nacimiento del proceso denominado "arco sumergido", cuyas principales aplicaciones fueron en construcción naval y en la fabricación de tubería.

El primer proceso con protección gaseosa empleó un electrodo no consumible de wolframio y helio como gas de protección, recibió la denominación de TIG. El proceso todavía se mejoró cuando se introdujo el empleo de la corriente alterna, a la que se superpone una corriente de alta frecuencia y voltaje para mejorar la estabilidad del arco. TIG, que resolvió el problema del soldeo de los metales muy reactivos, no se reveló útil a la hora de soldar secciones gruesas o aleaciones altamente conductoras del calor. Para salvar este inconveniente, en 1948 el electrodo de wolframio se sustituyó por un alambre continuo consumible, dando lugar a un nuevo proceso de soldeo por arco que se denominó MIG.

El elevado precio de los gases de protección, argón(Ar) y helio(He), hizo que para el soldeo del acero estos se sustituyeran por una mezcla más económica formada por el gas inerte, oxígeno(O) y anhídrido carbónico (CO_2), el cual se descompone y reacciona durante el soldeo produciendo arcos más estables y más energéticos. Este nuevo proceso recibió el nombre de MAG y por su bajo coste, fue rápidamente adoptado en la industria del automóvil y en todas aquellas en las que las exigencias de calidad no fueran excesivamente críticas.

El soldeo con electrodo revestido no pudo, en principio, ser mecanizado debido a que el electrodo no podía enrollarse en una bobina para ser alimentado continuamente, su recubrimiento se agrietaba y desprendía. El problema se resolvió en 1.958 cuando se desarrolló el "alambre tubular". Consiste este alambre/electrodo en una varilla metálica hueca en cuyo núcleo se aloja el fundente, que ofrece la ventaja de ser fácilmente enrollable en una bobina y empleada en equipos con alimentación automática. Este tipo de electrodo es utilizable con y sin gas de protección.

En la actualidad los desarrollos tecnológicos se centran en la aplicación de la microelectrónica y de la informática, para un mejor control del arco y de los parámetros de soldeo. Más que la aparición de nuevos procesos, se está consiguiendo la ampliación del campo de aplicación de los ya existentes a nuevos materiales no metálicos y a aleaciones metálicas hasta ahora difícilmente soldables sin olvidar la mecanización, automatización, robotización y control de los procesos mediante ensayos no destructivos y registro de los parámetros en tiempo real.

2.2. Soldadura en la Industria y sus procesos

2.2.1. Soldadura.

La importancia de la soldadura queda establecida por el hecho de que actualmente no existe ninguna empresa industrial que no utilice la soldadura, ya sea dentro de sus procesos de producción, o bien para conservación o reparación de sus equipos e instalaciones.

La soldadura juega un papel clave en cualquier proceso de fabricación de productos metálicos y por ende en la industria metalúrgica, estando ambas estrechamente relacionadas porque dan una respuesta a las necesidades de la sociedad y sus exigencias diarias.

¿Qué es la Soldadura?

Una soldadura según la AWS (American Welding Society), es una coalescencia localizada de metal (unión de metales en uno), formando una sola pieza única, producida por el calentamiento del material a una temperatura suficientemente alta y requerida por el material para causar el reblandecimiento o fusión.

Es utilizada por las diversas empresas de las diferentes industrias del país tales como:

- Agroindustria.
- Industria alimenticia.
- Industria farmacéutica.
- Industria automotriz.
- Industria naval.
- Industria eléctrica.

La soldadura es un proceso de producción muy eficiente y altamente aplicable que cuenta con características benéficas como:

- La soldadura proporciona una unión permanente. Las partes soldadas se vuelven una sola unidad.
- La unión soldada puede ser más fuerte que los materiales originales siempre y cuando se use un metal de relleno que tenga propiedades de resistencia superiores a la de los materiales originales y se empleen las técnicas de soldadura adecuadas.
- En general, la soldadura es la forma más económica de unir componentes, en términos de uso de materiales y costos de fabricación, los métodos mecánicos alternativos de ensamble requieren alteraciones más complejas de las formas (por ejemplo, taladrado de orificios) y adición de sujetadores (remaches o tuercas). El ensamble mecánico resultante por lo general es más pesado que la soldadura correspondiente.
- La soldadura no se limita al ambiente de fábrica. Puede realizarse en campo, y en algunos casos puede ser aplicada por personal sin mucha experiencia.

En concreto se utiliza para la construcción de estructuras metálicas, siendo responsabilidad de cada una de las empresas, garantizar la calidad de la soldadura a través de cumplir la normas que son requeridas en cada uno de los procesos, como también la idoneidad y habilidad de los técnicos soldadores para dicho proceso, respetando la compatibilidad del metal de soldadura depositado con el metal base utilizado, para obtener la calidad necesaria para el funcionamiento correcto de las piezas soldadas

Considerando lo anterior se puede clasificar a la soldadura de acuerdo con su aplicación industrial en forma siguiente:

Soldadura para producción:

- Soldadura de unión.
- Soldadura de revestimiento.

Soldadura para mantenimiento:

- Soldadura de reparación.
- Soldadura de conservación.

En producción se emplea la soldadura de unión para unir diversos componentes de artículos metálicos fabricados en serie.

La soldadura de revestimiento sirve para depositar un metal de ciertas propiedades sobre otro de propiedades diferentes.

La soldadura para mantenimiento de reparación se aplica cuando es necesario recuperar o reconstruir piezas que se rompieron o desgastaron excesivamente.

Soldadura de mantenimiento de conservación es utilizada cuando se necesita recuperar una pieza que aún sirve, pero que es necesario reparar para que funcione eficientemente o para evitar que sufra un daño mayor.

Procesos de soldaduras.

La soldadura se considera un proceso de unión de materiales en el cual se funden parcialmente las piezas a través de la aplicación de calor y/o presión. Muchos procesos usan solamente calor sin aplicar presión; otros combinando calor y presión. Si las partes en contacto de las piezas estuvieran libres de óxidos y de humedad, con el simple acto de sobreponerlas se efectuaría la unión. Sin embargo, al presentar la superficie a nivel microscópico crestas y valles, impiden el acercamiento de los átomos periféricos, por lo que es necesario el aporte de la energía calorífica. La energía calorífica funde los bordes de los materiales metálicos logrando conformar una sola pieza con una nueva red cristalina, si en vez de calor se aplica presión, la ruptura de la capa de óxido entre las crestas y valles se nivelan por la deformación plástica permitiendo el contacto de las superficies a unir.

Lo anterior es referencia para clasificar a la soldadura en dos tipos: Por fusión y por presión.

Soldadura por fusión.

Este proceso utiliza calor para fundir los materiales a unir, se usa un segundo material conocido como aporte que iguala o mejora las propiedades de la unión. Los procesos representativos de este proceso son: El arco eléctrico protegido y la soldadura oxiacetilénica.

Soldadura con arco eléctrico protegido. Este proceso de soldadura toma como referencia el calentamiento de las partes a unir a través de un arco eléctrico que se establece entre el metal de aporte y las piezas a unir.

Soldadura oxiacetilénica. Es un proceso de unión en el que se utiliza gas combustible y oxígeno para producir una flama que funden los extremos de las piezas y con o sin aplicación de metal de aporte.

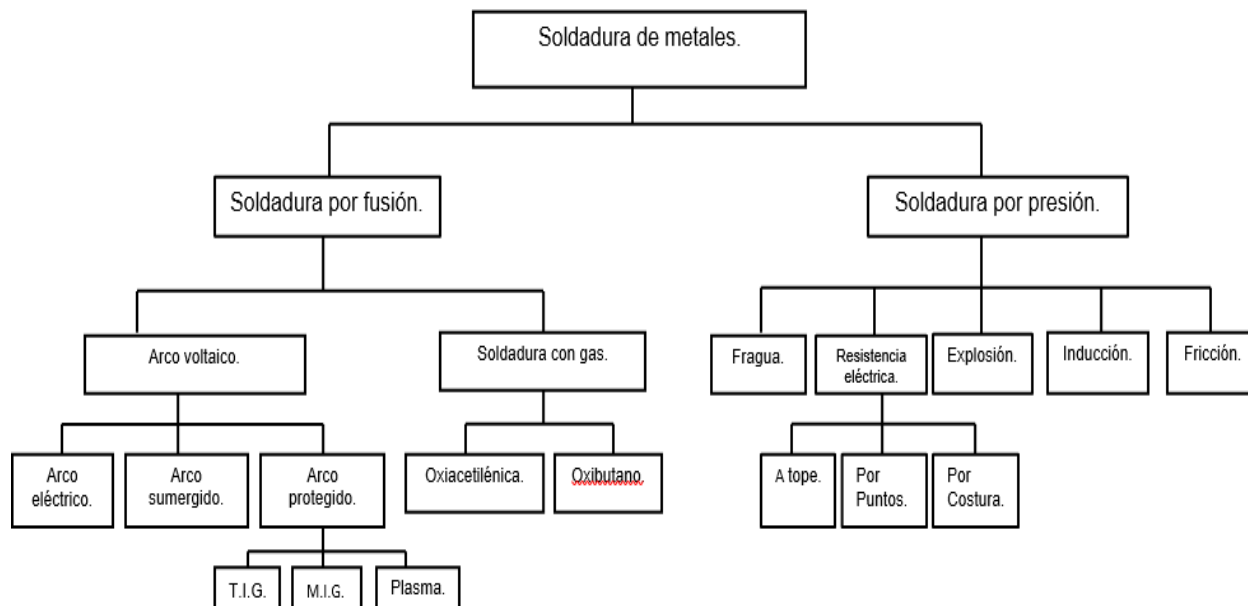
Soldadura por presión.

En este tipo de soldadura, la unión se obtiene mediante una presión aplicada a las superficies a unir previamente calentadas a determinada temperatura. Entre los procesos comunes de este tipo se encuentran la soldadura por fragua y la soldadura por resistencia eléctrica.

Soldadura por fragua. También se conoce como soldadura por forja; consiste en calentar las piezas en una fragua, después por medio de presión o golpeteo con un mazo y yunque se unen las piezas.

Soldadura por resistencia eléctrica. Este proceso, utiliza una combinación de calor y presión para obtener la unión. El calor se genera a través de una resistencia eléctrica y la presión a través de elementos mecánicos que presenta la máquina de soldar.

La Sociedad Americana de Soldadura A.W.S. ha catalogado más de cincuenta procesos de soldadura que utilizan combinaciones de energía para llevar a cabo el proceso, algunos de ellos se indican a continuación:



*Ilustración 1.*Procesos de soldadura según la AWS.

Fuente: Sociedad Americana de Soldadura.

De todos los procesos de soldadura, el de soldadura con arco es el que más se aplica con más frecuencia en la industria en general. En esta soldadura, el calor necesario para fundir el electrodo y el metal de la pieza de trabajo se genera por la resistencia (fricción) de ambos al paso de la electricidad (corriente). Cuando pasa electricidad por un alambre, el movimiento de la energía eléctrica en el alambre origina una fricción, dicha fricción calienta el alambre. Como el alambre se calienta como resultado de su resistencia al paso de la electricidad, es lógico deducir que cuanto mayor sea el flujo (corriente) de electricidad que pasa por un alambre de un diámetro dado mayor será la fricción que resulte. El incremento de fricción dará así lugar a un incremento en calor.

El estudio o descripción de los diferentes procesos de soldadura por arco se pueden agrupar según diferentes criterios: tipo de arco, tipo de electrodo, grado de mecanización, tipo y polaridad de la corriente y tipo de protección. Según el tipo de arco, o la forma de este, se encuentran los de acción directa y de acción indirecta: Los primeros se caracterizan porque el arco salta directamente entre las piezas a soldar (metal base) y el extremo del electrodo. Un ejemplo típico de este tipo de proceso es el que ocurre en la soldadura por arco manual, la más generalizada en la industria es la soldadura por arco eléctrico. El segundo tipo es el que se caracteriza por utilizar más de un electrodo (generalmente dos) y el arco salta entre ellos, e incide de forma indirecta sobre el metal base, un proceso típico en el proceso de soldadura por arco en atmósfera de hidrógeno atómico.

Según el tipo de electrodo que se emplea, el proceso puede ser con electrodo fusible o con electrodo infusible. En el primero se tiene la particularidad de que el electrodo, además de ser el elemento del circuito eléctrico es el metal de aportación (soldadura manual por arco eléctrico). En el proceso con electrodo infusible se usan electrodos de carbón o tungsteno, ejemplos de esto se encuentran en la soldadura en atmósfera de gases inertes (TIG o MIG). De acuerdo con el grado de mecanización puede ser manual, semiautomático o automático en dependencia de la forma en que se ejecuten los movimientos necesarios para la soldadura.

Según el tipo y polaridad de la corriente que se emplea existen procesos de arco con corriente continua y con corriente alterna. En el primer caso se tiene en cuenta la polaridad de la conexión de la fuente respecto al electrodo y al metal base. Además, existe la polaridad normal y la polaridad invertida, en la primera se conecta el polo positivo de la fuente al metal base y el negativo, al electrodo. En la polaridad invertida la conexión es al revés. De acuerdo el tipo de protección empleada en la zona de soldadura existe diversos procesos; sin protección, con protección de escoria o fundente fundido, con protección de atmósfera gaseosa, con protección combinada de atmósfera gaseosa y fundente, etc.

Materiales usados en los procesos de soldadura.

Estos materiales se denominan materiales consumibles de la soldadura y son los que se van desgastando al hacer los trabajos de soldadura, tales como los electrodos, las varillas de soldadura, los fundentes, los gases combustibles y los gases de protección aplicados exteriormente.

En esencia, todos los metales de aporte que se citan acá se clasifican de acuerdo con una de las especificaciones que han desarrollado conjuntamente las sociedades AWS-ASTM (American Welding Society - American Society for Testing and Materials), Subcomité sobre metales de aporte. Los metales de aporte y sus especificaciones correspondientes AWS-ASTM son:

- Electrodos para soldadura de arco, de acero blando recubierto.
- Varillas de soldadura de hierro y acero para soldar a gas.
- Electrodos de aluminio y aleaciones de aluminio para soldadura de arco.
- Electrodos de acero al cromo y al cromo-níquel, resistentes a la corrosión y recubiertos.
- Electrodos de cobre y aleaciones de cobre para soldadura de arco.
- Electrodos de cobre y aleaciones de cobre para soldar.
- Metal de aporte para soldadura fuerte.
- Varillas de soldadura y electrodos desnudos de acero al cromo y al cromo-níquel, resistente a la corrosión.
- Varillas de soldadura y electrodos desnudos de aluminio, y aleaciones de aluminio.
- Electrodos de soldadura de níquel y aleaciones de níquel, recubiertos.
- Varillas de soldadura y electrodos para recubrimientos superficiales.
- Varillas desnudas de soldadura y electrodos desnudos de níquel y aleaciones de níquel.
- Varillas de soldadura y electrodos recubiertos para soldar hierro fundido.
- Varillas desnudas de soldadura y electrodos desnudos de titanio y aleaciones de titanio.

- Electrodo desnudo de acero blando, y fundentes para soldadura de arco sumergido.
- Electrodo de acero blando para soldadura de arco metálico con gas.
- Varillas de soldadura y electrodo desnudo de aleaciones de magnesio.
- Electrodo de acero blando para soldadura de arco, con núcleo de fundente.
- Varillas de soldadura y electrodo compuesto para recubrimientos superficiales.

Los materiales orgánicos e inorgánicos utilizados en el revestimiento de los electrodos incluyen:

Materiales orgánicos: Celulosa, Resinas, Carbonato de calcio, Ácido bórico, Óxido de magnesio, Óxido de aluminio, Óxido de hierro.

Materiales inorgánicos: Sílice, Manganeso, Silicatos, Titanio, Rutilo.

Los materiales orgánicos ayudan a proteger el núcleo del electrodo del calor y la humedad, y también ayudan a crear un arco eléctrico estable. Los materiales inorgánicos ayudan a formar el cordón de soldadura y también ayudan a proteger la soldadura de la corrosión.

El tipo de revestimiento utilizado en un electrodo afecta las propiedades de la soldadura, como la fuerza, la ductilidad y la resistencia a la corrosión. El tipo de revestimiento también afecta la facilidad de soldadura y el costo del electrodo.

Por ejemplo, los electrodos con revestimientos ricos en celulosa son fáciles de soldar y tienen un costo relativamente bajo. Sin embargo, las soldaduras realizadas con estos electrodos no son tan fuertes como las soldaduras realizadas con electrodos con revestimientos ricos en manganeso.

Los electrodos con revestimientos ricos en manganeso producen soldaduras más fuertes que los electrodos con revestimientos ricos en celulosa. Sin embargo, los electrodos con revestimientos ricos en manganeso son más difíciles de soldar y tienen un costo más alto.

El tipo de revestimiento utilizado en un electrodo debe seleccionarse en función del tipo de trabajo que se realizará y del tipo de metal que se soldará.

Mediante las especificaciones de los metales de aporte, el usuario recibe la información de que un cierto electrodo o varilla de soldadura puede producir un metal de soldadura de propiedades mecánicas específicas.

Al mismo tiempo, el sistema de especificaciones clasifica a los electrodos para las diversas posiciones de aplicación de la soldadura, en cuanto a su capacidad para penetrar adecuadamente en el fondo o la raíz de una junta en cuanto a suministro de energía (corriente alterna o directa).

Elementos que se forman en el proceso de soldadura.

Metal base. Es el material en el que se efectúa la fusión con otro elemento y forman un solo; en el cuerpo unificado existe una superficie afectada por el incremento de temperatura que genera la soldadura, y una superficie no afectada que las propiedades mecánicas siguen siendo iniciales.

Material de aporte de soldadura. Es el metal fundido, sus propiedades químicas y mecánicas son las correspondientes a la fusión del material de aporte suministrado.

Zona Afectada Térmicamente (ZAT). Es la zona del material base, donde sufren transformaciones micro estructurales, además se alteran las propiedades mecánicas y se producen la inserción de tensiones residuales en el elemento.

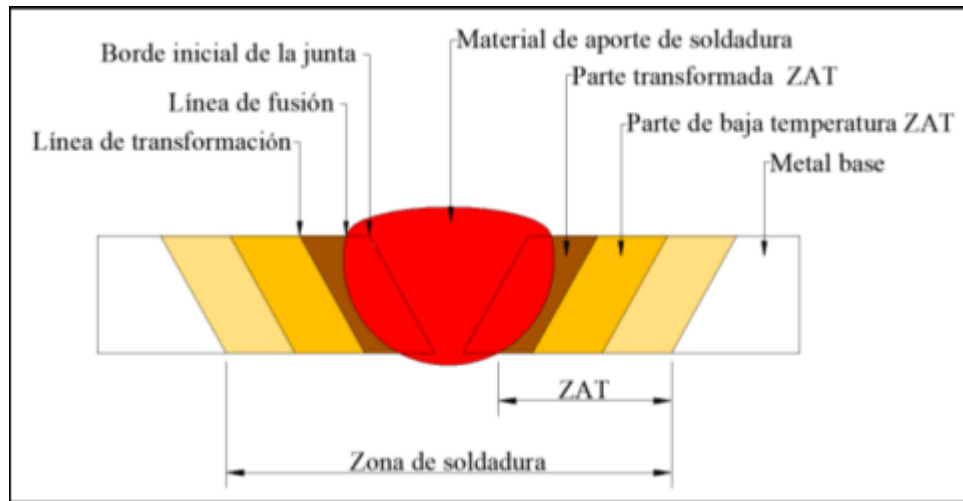


Ilustración 2. Componentes que se forman en el proceso de soldadura.

Fuente: Mejoramiento del proceso de soldadura para reducir deformaciones en las juntas soldadas de estructuras metálicas – Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, Perú.

Materiales base usados en los procesos de soldadura.

La selección de materiales es imprescindible debido a que en los componentes de la mayoría de los productos manufacturados presentan materiales ferrosos y/o no ferrosos. Para conocimiento general es recomendable considerar la siguiente clasificación.

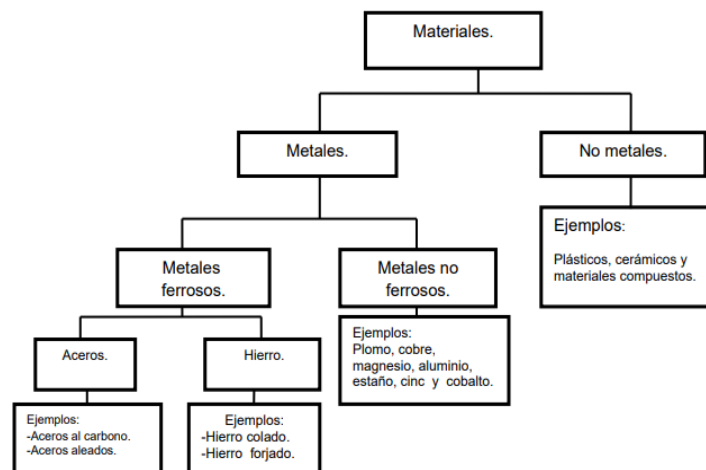


Ilustración 3. Componentes que se forman en el proceso de soldadura.

Fuente: Mejoramiento del proceso de soldadura para reducir deformaciones en las juntas soldadas de estructuras metálicas – Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, Perú.

Tipos de acero utilizados en los procesos de soldadura.

Uno de los materiales que tiene gran aplicación en la soldadura es el acero; el acero es una aleación de varios elementos químicos principalmente hierro y carbono, se le agrega otros elementos químicos como el azufre, fósforo, silicio y manganeso, para fortalecer y/o mejorar sus propiedades principalmente mecánicas.

El resultado de estos elementos agregados da como origen a los aceros al carbono y aceros con aleación.

Acero al carbono. Los aceros al carbono se clasifican a la vez en bajo, mediano y alto contenido de carbono; en estos aceros, el hierro y carbono son los componentes principales y se sueldan con facilidad los que presentan menos del 0.5 % de carbono.

Ejemplos: -Hierro colado. -Hierro forjado. Materiales. Metales. No metales. Metales no ferrosos. Metales no ferrosos. Aceros. Hierro.

Ejemplos: -Aceros al carbono. -Aceros aleados-

Ejemplos: Plomo, cobre, magnesio, aluminio, estaño, cinc y cobalto. Ejemplos: Plásticos, cerámicos y materiales compuestos.

Acero con aleación. Este tipo de acero también presenta hierro, carbono y elementos químicos como el cromo, tungsteno, manganeso, níquel, vanadio, cobalto, molibdeno, cobre, azufre, fósforo, entre otros; con esta composición química, el acero ofrecerá mejores propiedades en la soldabilidad, resistencia a la corrosión, resistencia a la fractura, etc.

Debido a la gran variedad de aceros que pueden obtenerse por los distintos porcentajes de carbono y otros elementos químicos que se pueden agregar, el Instituto Americano del Hierro y Acero (A.I.S.I.) y la Sociedad Americana de Ingenieros (S.A.E) clasifican a los aceros en cuatro dígitos; el primero indica el tipo de acero, el segundo dígito el contenido porcentual del elemento predominante en la aleación. Los dos últimos dígitos divididos entre 100 indican

el porcentaje de carbono.

Ejemplo: Un acero 1040 tiene las siguientes características: El 1 indica que es un acero al carbono, el 0 no presenta ningún porcentaje de aleación, los dos últimos dígitos indican 0.40% de carbono.

A continuación, se presentan algunos tipos de acero usados en la soldadura:

Tabla 1. Clasificación de aceros según S.A.E. y A.I.S.I

CLASIFICACIÓN A.I.S.I. – S.A.E.	TIPOS DE ACERO
10XX	Aceros al Carbono.
11XX	Aceros maquinables, con alto S.
12XX	Aceros maquinables, con alto P y S.
13XX	Aceros al Manganeso, con 1.75 % Mn.
15XX	Aceros al Manganeso, con 1% Mn.
40XX	Aceros al Molibdeno, con 0.25% Mo.
41XX	Aceros al Cromo-Molibdeno, con 0.40 a 1,1% Cr y 0.08 a 0.35% Mo.
43XX	Aceros al Ni-Cr-Mo, con 1.65 a 2% Ni, 0.4 a 0.9% Cr y 0.2 a 0.3% Mo.
46XX	Aceros al Ni-Mo, con 0.7 a 2% Ni y 0.15 a 0.3% Mo.
47XX	Aceros al Ni-Cr-Mo, con 1.05% Ni, 0.45% Cr y 0.2% Mo.
48XX	Aceros al Ni-Mo, con 3.25 a 3.25% Ni y 0.2 a 0.3% Mo.
51XX	Aceros al Cromo, con 0.7 a 1.1% Cr.
51100	Aceros al Cromo (horno eléctrico), con 1.0% Cr.
52100	Aceros al Cromo (horno eléctrico), con 1.45% Cr.
61XX	Aceros al Cr-V, con 0.6 a 0.95% Cr y 0.1 - 0.15% V.
86XX	Aceros Ni-Cr-Mo, con 0.55% Ni, 0.5% Cr y 0.2% Mo.
87XX	Aceros al Ni-Cr-Mo, con 0.55% Ni, 0.5% Cr y 0.25% Mo.
88XX	Aceros al Ni-Cr-Mo, con 0.55% Ni, 0.5% Cr y 0.3 a 0.4% Mo.
9260	Aceros al Silicio, con 1.8 a 2.2% Si.
81B45	Aceros Ni-Cr-Mo, con 0.3% Ni, 0.45% de Cr, 0.12% Mo y 0.0005 a 0.003% B.

Fuente: ingemecanica.com

2.2. Soldadura con electrodo revestido (SMAW)

Descripción del proceso de soldadura por arco eléctrico. La Sociedad Americana de Soldadura A.W.S. (American, Welding, Society) denomina con las siglas S.M.A.W. (Shielded, Metal, Arc, Welding) a la soldadura de arco metálico protegido con electrodo revestido y la define como la unión de dos partes metálicas mediante un material de aporte conocido como electrodo revestido. La transferencia del electrodo hacia el metal base es a través de una zona eléctrica generada por la intensidad de corriente o amperaje.

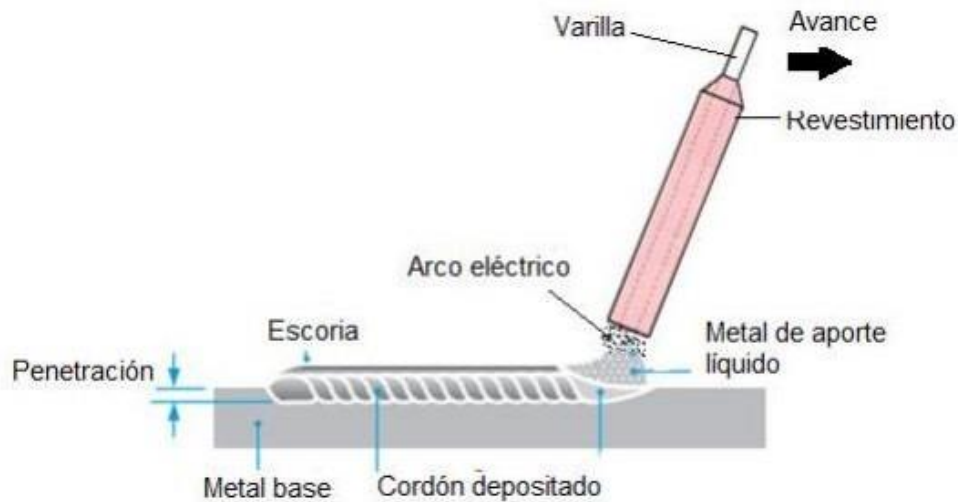


Ilustración 4. Soldadura por arco eléctrico.

Fuente: Procesos en soldadura.

Los cordones de soldadura realizados en este proceso suelen aplicarse en diferentes posiciones, lo anterior estará en función de la ubicación de las piezas a unir y de la habilidad del soldador para aplicar dicha unión.

A continuación, se muestran varias posiciones de soldar y amperajes y electrodos sugeridos:

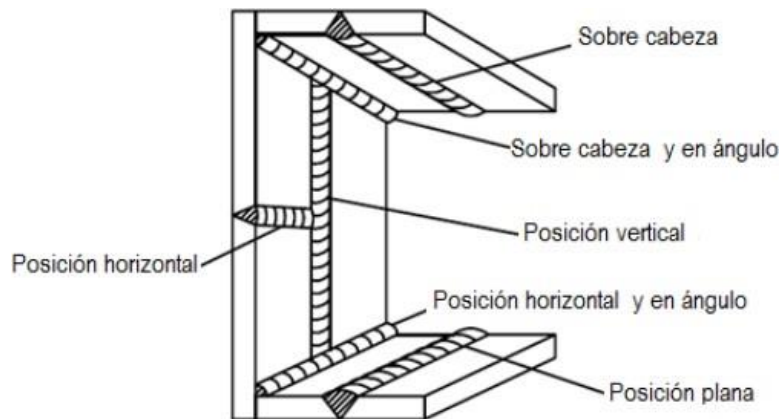


TABLA DE POLARIDAD DE ELECTRODOS

ELECTRODO	CD*	CA	POSICIÓN	PENETRACIÓN	USO
6010	EP	—	ALL	DEEP	MIN. PREP, ROUGH, HIGH SPATTER
6011	EP	✓	ALL	DEEP	
6013	EP, EN	✓	ALL	LOW	GENERAL
7014	EP, EN	✓	ALL	MED.	SMOOTH, EASY, FAST
7018	EP	✓	ALL	LOW	LOW HYDROGEN, STRONG
7024	EP, EN	✓	FLAT HORIZ. FILLET	LOW	SMOOTH, EASY, FASTER
NI-CI	EP	✓	ALL	LOW	CAST IRON
308L	EP	✓	ALL	LOW	STAINLESS

*EP = ELECTRODE POSITIVE (REVERSE POLARITY)
EN = ELECTRODE NEGATIVE (STRAIGHT POLARITY)

TABLA DE AMPERAJE PARA ELECTRODOS

ELECTRODO	DIÁMETRO		GAMA DE AMPERAJE					
	IN	MM	MIN.	50A	100A	150A	200A	MAX.
6010 & 6011	3/32	2.4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	1/8	3.2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	5/32	4.0	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	3/16	4.8	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6013	1/16	1.6	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	5/64	2.0	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	3/32	2.4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	1/8	3.2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	5/32	4.0	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	3/16	4.8	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7014	3/32	2.4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	1/8	3.2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	5/32	4.0	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7018	3/32	2.4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	1/8	3.2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	5/32	4.0	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7024	3/32	2.4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	1/8	3.2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	5/32	4.0	✓	✓	✓	✓	✓	✓
NI-CI	3/32	2.4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	1/8	3.2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	5/32	4.0	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	3/16	4.8	✓	✓	✓	✓	✓	✓
308L	3/32	2.4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	1/8	3.2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	5/32	4.0	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Ilustración 5. Posiciones para soldar.

Fuente: Procesos en soldadura

En los procesos de soldadura es importante realizar un adecuado diseño de las uniones o justas, este diseño favorecerá la penetración de la soldadura y lógicamente permitirá obtener una unión resistente y un adecuado desempeño de la pieza en el servicio. Dentro de los múltiples tipos de uniones o justas, se pueden mencionar algunas que suelen ser generales y de las cuales en función del diseño se desprenden las demás. Estos tipos de juntas son representados por medio de símbolos gráficos y a su vez se emplean en la representación de procesos de soldadura en planos técnicos, es decir para especificar características geométricas de las uniones.

La AWS y la ANSI (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares) han estandarizado los símbolos empleados para describir uniones soldadas en los dibujos técnicos. El símbolo de soldadura describe por completo las especificaciones que debe incluir la soldadura

En general se puede decir que el símbolo consta de 8 partes básicas:

- i. Línea de referencia.
- ii. Línea guía y flecha.
- iii. Símbolo básico de soldadura: (Posición [Ambos lados, otro lado, lado de la flecha]/ profundidad de la soldadura [S]).
- iv. Símbolo de acabado. [F]
- v. Símbolo de soldadura: (Tipo de soldadura). [Ejemplo soldadura de filete:]
- vi. Dimensiones: [L – P; A; R]
- vii. Símbolos complementarios: [Símbolo de soldadura en campo, soldadura de todo alrededor o periférica, número de soldaduras de punto, etc.].
- viii. Cola y especificación del proceso de soldadura [T].



Ilustración 6. Símbolo completo de soldadura.

Fuente: stargas.com.ve

En la unión de elementos metálicos podría obviarse el dimensionamiento del proceso de soldadura solo si este es continuo y con el simple dimensionado de la pieza se establecen las dimensiones a soldar para efectos de estimar los insumos necesarios en el proceso.

Cuando los procesos no son continuos y se debe especificar aspectos relacionados con el proceso de soldadura como penetración de la soldadura, alto del filete, distancia entre tramos de soldadura, separación entre puntos de soldadura, todos estos aspectos dimensionales se deben especificar en los símbolos de soldadura.

En los siguientes ejemplos se explicará cómo se especifican dimensionalmente los procesos de soldadura en un plano técnico. A continuación, se observa un ejemplo de soldadura discontinua: Si la soldadura no es continua su longitud aparece como parte del símbolo de soldador. La distancia de un punto de la soldadura al correspondiente punto en la siguiente soldadura recibe el nombre de distancia de paso. Esta distancia junto con el número de soldaduras aparece a la derecha del símbolo de soldador.

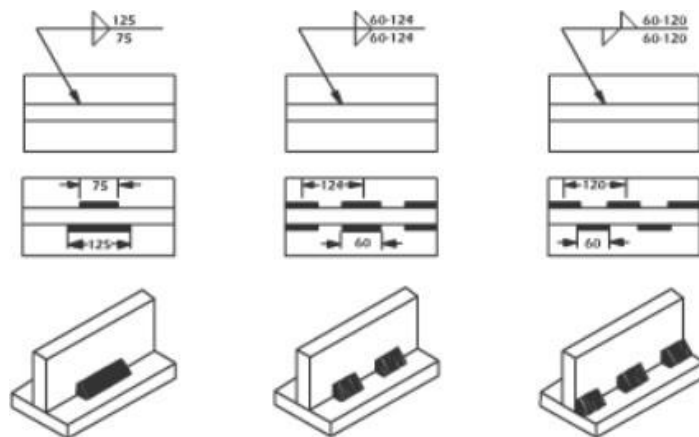


Ilustración 7. Proceso de soldadura.

Fuente: Procesos de soldadura.

Variables que intervienen en un proceso de soldadura por arco eléctrico.

El ingeniero en formación debe tener conocimientos de electricidad para comprender el funcionamiento del equipo para soldar con arco eléctrico, sobre todo para tener precaución con la intensidad de corriente que se trabaja, el cuidado con las radiaciones que se desprenden, el voltaje y los efectos de la corriente al momento de establecer el arco.

En ese contexto, la corriente eléctrica se transforma en energía calorífica para lograr la unión, por lo que es importante analizar las variables antes de llevar a cabo la soldadura.

Diferencia de potencial. Es la presión que una fuente de suministro de energía eléctrica ejerce sobre las cargas eléctricas en un circuito eléctrico. Es una de las unidades básicas de la soldadura por arco, está en función de la intensidad de corriente, resistencia eléctrica y se expresa con la siguiente fórmula:

$$V = I * R$$

Donde:

V = Diferencia de potencial, tensión o voltaje.

I = Intensidad de corriente o amperaje.

R = Resistencia eléctrica.

La diferencia de potencial se conoce también como tensión o voltaje, en soldadura por arco eléctrico protegido se distinguen tres tipos de voltaje:

Voltaje primario. Es la entrada de voltaje a la máquina generadora que puede ser de 120, 220 y 440 volts, con una frecuencia de 50 o 60 Hertz.

Voltaje en vacío. Es la tensión antes de iniciar el arco, oscila entre 60 a 70 volts aproximadamente.

Voltaje de trabajo. Es la tensión o voltaje obtenido durante el arco establecido en el proceso de soldadura, varía entre 7 y 28 volts.

Tipos de corriente eléctrica.

Los tipos de corriente eléctrica usadas en las máquinas de soldar son: Corriente alterna y corriente continua.

Corriente alterna. Su característica principal es que durante un instante de tiempo un polo es negativo y el otro positivo, mientras que en el instante siguiente las polaridades se invierten tantas veces como ciclos por segundo posea la corriente. En este tipo de corriente, el amperaje varía con el tiempo y cambia de sentido de circulación a razón de 50 o 60 veces por segundo según la frecuencia de 50 o 60 Hertz.

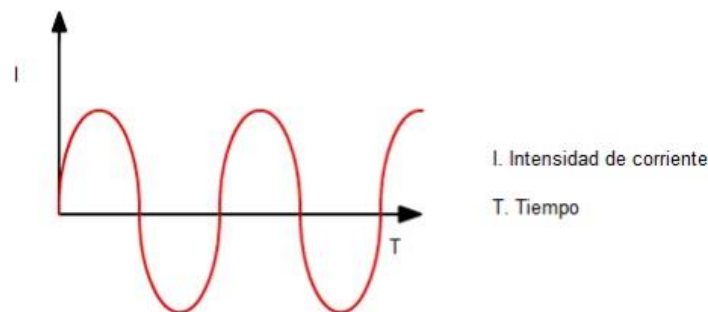


Ilustración 8. Gráfica del voltaje en la corriente alterna.

Fuente: Procesos de soldadura.

La corriente alterna por su variación es recomendada para soldar determinados materiales tales como el aluminio y magnesio ya que requieren una mediana penetración en las uniones.

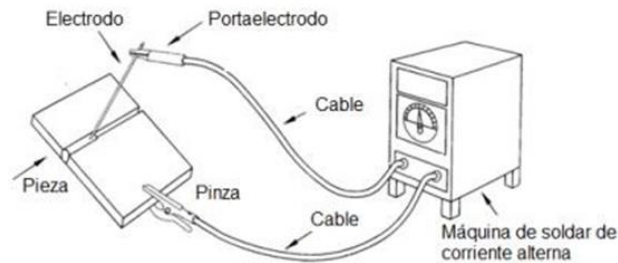


Ilustración 9. Conexión de la corriente alterna.

Fuente: Procesos de soldadura.

La distribución de calor con corriente alterna es aproximadamente en un 50% en el electrodo y otro 50% en la pieza. Este tipo de corriente ofrece un cordón de soldadura con penetración regular en el metal base.

Corriente continua o directa. Es aquella corriente cuyas cargas eléctricas o electrones fluyen en el mismo sentido en un circuito eléctrico, moviéndose del polo negativo hacia el polo positivo, tal como ocurre en las baterías o en cualquier otra fuente generadora de corriente. La representación del voltaje y el amperaje en una corriente continua es de la siguiente forma:

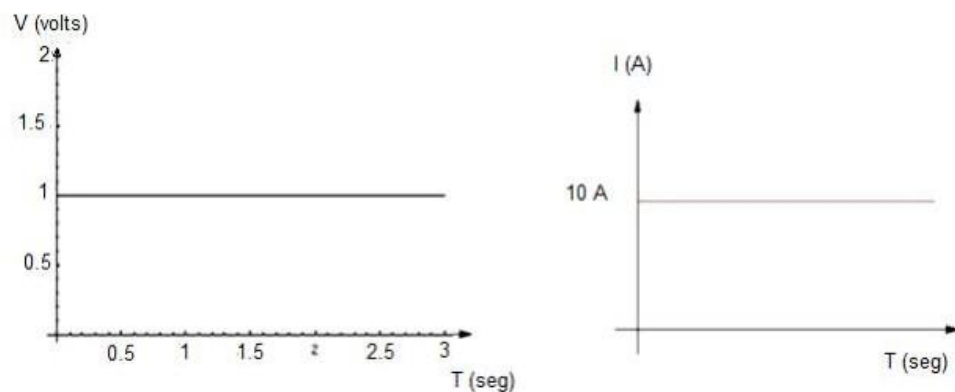


Ilustración 10. Corriente continua o directa.

Fuente: Procesos de soldadura.

Donde:

V = Voltaje en volts.

I = Intensidad de corriente en amperes.

T = Tiempo en segundos.

Se hace énfasis en que una máquina de soldar con este tipo de corriente tiene las terminales positiva y negativa, permitiendo seleccionar la polaridad con base en el tipo de trabajo a realizar.

Polaridad.

Es la dirección del flujo de corriente en una máquina de soldar de corriente continua y está en función de las conexiones de las terminales.

Polaridad directa. Se obtiene al conectar el polo negativo al metal de aporte o electrodo y el polo positivo a la pieza o metal base.

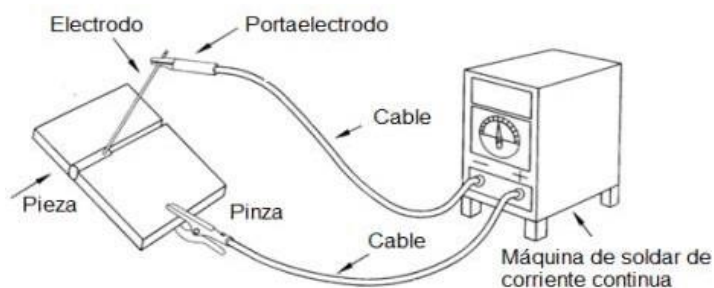


Ilustración 11. Conexión de la polaridad directa.

Fuente: Procesos de soldadura.

La distribución de calor es aproximadamente de un 30% en el electrodo y un 70% en la pieza; con esta polaridad, se presenta un cordón de soldadura ancho y con poca penetración,

tal como se observa en la siguiente figura:

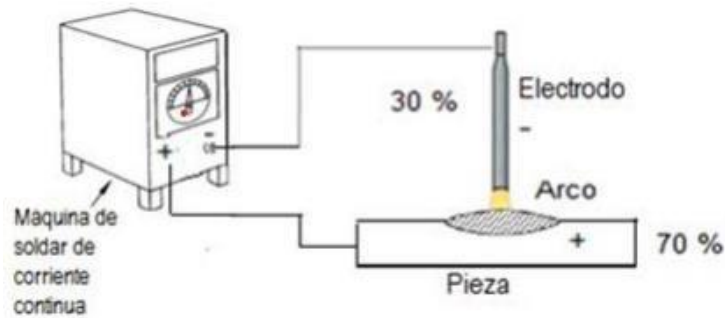


Ilustración 12. Efectos de la polaridad directa.

Fuente: Procesos de soldadura.

Polaridad invertida. Se obtiene al conectar el polo positivo al electrodo y el polo negativo a la pieza; con esta polaridad se obtiene excelente penetración en la soldadura.

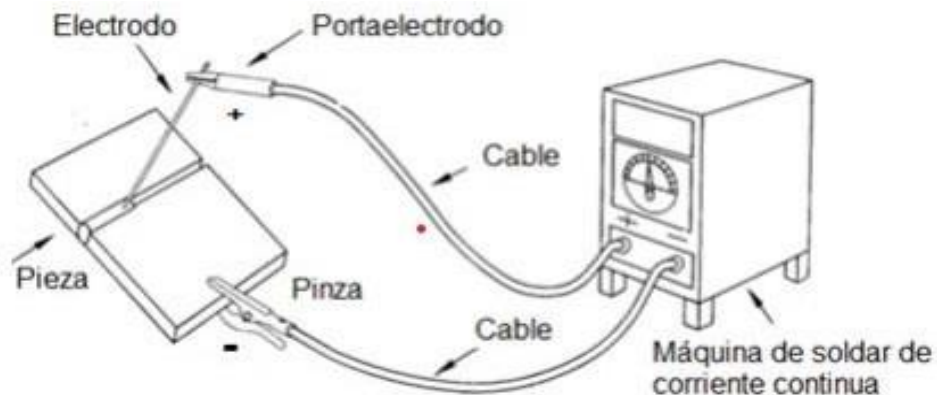


Ilustración 13. Conexión de la polaridad invertida.

Fuente: Procesos de soldadura.

La distribución de calor es aproximadamente de un 70% en el electrodo y un 30% en la pieza; con este tipo de polaridad, la penetración de la soldadura es mayor con respecto a la polaridad directa.

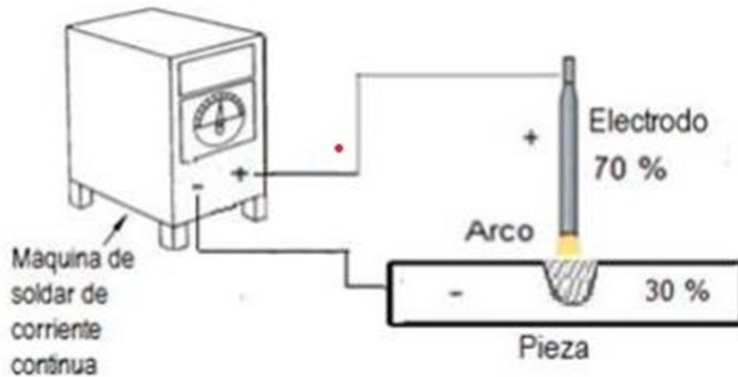


Ilustración 14. Efectos de la polaridad invertida.

Fuente: Procesos de soldadura.

Intensidad de corriente. En la soldadura por arco eléctrico protegido, la intensidad de corriente eléctrica se conoce también como amperaje; proporciona el calor necesario para soldar y puede variar entre 100 y 300 amperes de acuerdo al tipo de fuente. Para las uniones, el amperaje está en función del diámetro de la varilla del electrodo.

Ciclo de trabajo. Con el propósito de no dañar la máquina o fuente de soldar, se establece el ciclo de trabajo, que es el tiempo para soldar en un intervalo de 10 minutos, de tal forma que, si el ciclo de trabajo es del 60%, entonces, la fuente de poder está diseñada para funcionar a su máximo amperaje 6 minutos por cada intervalo de 10 minutos. El ciclo de trabajo lo establece el fabricante para un correcto rendimiento de la máquina.

Material de aporte. En la soldadura por arco eléctrico protegido, el material de aporte se conoce como electrodo. Para su selección es necesario analizar las características de la unión a realizar. Entre los factores que hay considerar se encuentran: La naturaleza del metal base, características del cordón de soldadura, resistencia a la corrosión, resistencia a la tracción, ductilidad, entre otros.

El material de aporte también conocido como electrodo presenta un revestimiento o recubrimiento el cual estabiliza el arco eléctrico y proporciona una atmósfera protectora a la

soldadura, se emplea para que no se formen óxidos y otros contaminantes que perjudican la unión durante y después del proceso.

El electrodo revestido usado en el proceso de soldadura, es un metal de aporte que consiste en una varilla metálica recubierta por una combinación de materiales que realiza las siguientes funciones:

- Producir escoria para la protección del metal depositado.
- Obtener gases protectores para evitar la contaminación atmosférica.
- Suministrar materiales desoxidantes y elementos de aleación.
- Obtener gases ionizantes para dirigir y mantener el arco.

La A.W.S., A.S.M.E. y la A.S.T.M., establecen normas para los electrodos revestidos, entre las especificaciones se incluyen: Propiedades mecánicas, físicas y químicas del metal depositado; dimensiones y porcentaje de aleación.

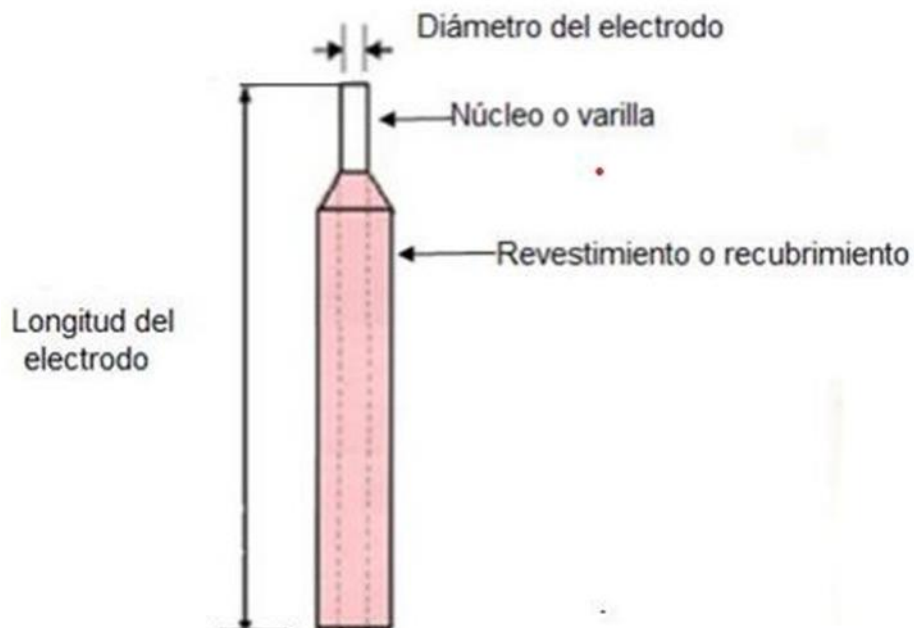


Ilustración 15. Nomenclatura del electrodo.

Fuente: Procesos de soldadura.

Los electrodos revestidos para arco eléctrico están codificados con un sistema de cuatro y cinco dígitos precedidos de la letra E. la letra E indica que es un electrodo para arco eléctrico; las dos primeras cifras de un número de cuatro dígitos o las tres primeras cifras de un número de cinco dígitos representan la resistencia a la tracción en miles de libras por pulgada cuadrada; el penúltimo dígito representa la posición a soldar y, el último dígito el tipo de corriente, naturaleza del arco y características del revestimiento.

Se muestran a continuación algunos ejemplos:

Para un electrodo E6013. La letra E indica que es un electrodo para arco eléctrico. 60 indica una resistencia a la tracción de 60 000 libras/plg² (42.2 kg/mm²). 1 indica que se puede soldar en cualquier posición

Para un electrodo E7024. La letra E indica que es un electrodo para arco eléctrico. 70 indica una resistencia a la tracción de 70 000 libras/plg² (49.2 kg/mm²). 2 indica que se puede soldar en posición horizontal y/o plana.

Para un electrodo 11030. La letra E indica que es un electrodo para arco eléctrico. 110 indica una resistencia a la tracción de 110 000 libras/plg² (77 kg/mm²). 3 indica que se puede soldar en posición plana.

La interpretación del último dígito es como sigue:

0. Significa alta penetración, para soldar con corriente continua, polaridad invertida, el revestimiento es de celulosa y sodio.

1. Es de alta penetración, para soldar con corriente alterna, corriente continua con polaridad invertida, el revestimiento es de celulosa y potasio.

2. Ofrece mediana penetración, para soldar con corriente alterna, corriente continua con polaridad directa o invertida, el revestimiento es de titanio y sodio.

3. Ofrece ligera penetración, para usarse con corriente alterna, corriente continua con polaridad directa o invertida y el recubrimiento es de rutilo.

4. Es de penetración mediana, trabaja con corriente continua ya sea con polaridad directa o invertida, su revestimiento es de hierro y titanio.

5. Ofrece mediana penetración, para usarse con corriente continua con polaridad invertida, presenta sodio e hidrógeno en su revestimiento.

6. Es de mediana penetración, usa corriente alterna, corriente continua con polaridad invertida, en su revestimiento contiene hidrógeno y potasio.

7. Es de mediana penetración, se usa para corriente continua con polaridad invertida, es revestido de hidrógeno y polvo de hierro.

8. Indica mediana penetración, para soldar con corriente alterna, corriente continua con polaridad invertida y presenta en su recubrimiento polvo de hierro e hidrógeno.

En la siguiente tabla se describen algunos tipos de electrodos de acuerdo con la clasificación de la A.W.S. La Clasificación de los electrodos según la A.W.S. donde: C.C. es Corriente Continua; P.D. es Polaridad Directa y P.I. es Polaridad Invertida.

Tabla 2. Tipos de electrodos.

A.W.S . A5.1- 81	Corriente y polaridad	Tipo de recubrimiento	Características de aplicación	Posición a soldar
E 6010	C.C. y P.I.	Celulosa.	Soldadura con calidad para pruebas con rayos x, penetración profunda y escoria delgada.	Todas
E 6011	C.C. con P.I. C.C. con P.D. y C.A.	Celulosa.	Soldadura con calidad para pruebas con rayos x, penetración profunda y escoria delgada.	Todas
E 6012	C.C. , P.D. y C.A.	Rutilo.	Para trabajos generales con preparación o junta deficiente.	Todas

E 6013	C.C. con P.I. C.C. con P.D. y C.A.	Rutilo.	Para todo tipo de trabajo, penetración ligera, escoria gruesa.	Todas
E 6014	C.C. con P.I. C.C. con P.D. y C.A.	Rutilo polvo de hierro.	Penetración, ligera, escoria gruesa, soldadura de aspecto terso, se puede usar la técnica de arrastre.	Todas
E 6015	C.C. con P.D.	Bajo contenido de hidrógeno.	Para acero de bajo contenido de carbono, presentación excelente, escoria vidriosa.	Todas
E 6016	C.C. con P.I. C.C. con P.D. y C.A.	Bajo contenido de hidrógeno.	Para acero de bajo contenido de carbono, presentación excelente, escoria vidriosa.	Todas
E 6018	C.C. con P.I. y C.A.	Bajo contenido de hidrógeno.	Para acero de bajo contenido de carbono, presentación excelente, escoria mediana y vidriosa.	Todas
E 6024	C.C. con P.I. C.C. con P.D. y C.A.	Rutilo, 50% de polvo de hierro.	Para depósito de más cantidad de metal, presentación ligera, soldadura de aspecto terso, se puede usar la técnica de arrastre.	Posición plana.
E6028	C.C. con P.D. y C.A.	Bajo contenido de hidrógeno, 50% de polvo de hierro.	Combinación de bajo contenido de hidrógeno, se deposita más metal, se puede usar la técnica de arrastre, soldadura de aspecto terso, escoria gruesa y vidriosa.	Posición plana.

Fuente: Asociación Americana de Soldadura.

La importancia que tiene actualmente la soldadura en producción y mantenimiento ha contribuido a la creación de electrodos con aleaciones especiales para cubrir cada vez más la extensa necesidad de realizar trabajos de mayor calidad en los procesos de soldadura por arco eléctrico.

Cálculo de la intensidad de corriente en los electrodos revestidos. El diámetro del electrodo es la referencia para determinar la intensidad de corriente y se selecciona en función del tipo y espesor del material. Para determinar la mínima cantidad de calor, en la práctica se utiliza la siguiente fórmula:

$$A = 40 (D-1) (2)$$

Donde:

A= Amperaje.

D= Diámetro del electrodo sin revestimiento, expresado en milímetros.

Ejemplo: Determinar el amperaje de un electrodo E6013, de un 1/8 plg (3.18 mm) de diámetro. Solución:

Aplicando la fórmula:

$$A = 40 (D-1) (2)$$

Sustituyendo D, se tiene:

$$A = 40(3.18 - 1) = 87.2 \text{ amperes}$$

Para determinar el valor del amperaje máximo a utilizar, se recomienda considerar las milésimas de pulgada del diámetro del electrodo sin el revestimiento, es decir, por cada milésima de pulgada que presente el diámetro del electrodo sin revestimiento equivaldrá a 1 ampere.

Ejemplo: Determinar el amperaje máximo para un electrodo de diámetro de 3/8 plg. Solución: 1/8 plg = 0.125 plg, por lo tanto, requerirá como máxima intensidad de corriente 125 amperes



Ilustración 16. Diámetro de un electrodo.

Fuente: Procesos de soldadura.

2.3. Soldadura de Tungsteno INERT GAS TIG o GAS TIG o TUNGSTEN ARC WELDING (G.T.A.W.)

La Sociedad Americana de soldadura A.W.S. designa al proceso de soldadura de arco con electrodo de tungsteno y gas inerte con las siglas G.T.A.W. (Gas, Tungsten, Arc, Welding); comercialmente se conoce como T.I.G. (Tungsten, Inert, Gas); en algunos países se denomina como W.I.G. (Wólfra, Inert, Gas) debido a que el tungsteno también recibe el nombre wolframio.

El tungsteno es un elemento químico con el símbolo W y el número atómico 74. Es un metal de transición blanco grisáceo, duro, denso y de alta temperatura de fusión. El tungsteno es el elemento más denso de todos los elementos estables. También es el elemento con el punto de fusión más alto de todos los elementos estables, a 3.422 °C (6.195 °F).

El tungsteno también se utiliza en materiales revestidos para mejorar sus propiedades. Por ejemplo, el tungsteno se puede recubrir en acero para aumentar su dureza y resistencia al desgaste. El tungsteno también se puede recubrir en otros metales para mejorar su conductividad térmica o eléctrica.

Su punto de fusión alto, su dureza y su resistencia al desgaste lo hacen ideal para utilizarlo en los procesos de soldadura.

Su campo de aplicación está en la unión de chapas o láminas hasta con 3 mm de espesor. La soldadura obtenida por este proceso ofrece un excelente acabado en comparación con otros. El proceso G.T.A.W. se usa tanto en metales ferrosos como no ferrosos, con equipo manual o

automático.

El proceso T.I.G. tiene las siguientes ventajas: Arco estable y concentrado, no produce proyecciones o chispas cuando se trabaja sin metal de aporte, no presenta escoria, produce soldaduras lisas y regulares, aplica a cualquier tipo de unión y posición a soldar.

El proceso T.I.G. es utilizado en la industria química, construcción, aeronáutica, alimentación, centrales nucleares, entre otros.

Descripción del proceso G.T.A.W.

Al igual que otros tipos de soldadura con arco, en el proceso G.T.A.W. o T.I.G. se hace circular la corriente eléctrica a entre el electrodo no consumible y el metal base. La circulación de la intensidad de corriente se hace con la protección de un gas inerte. Al no consumirse el electrodo teóricamente, se desarrolla un arco continuo de bajo voltaje y alto amperaje logrando obtener una temperatura de aproximadamente 3 500° centígrados. Cuando se requiere material de aporte en la zona de fusión se utiliza una varilla o alambre con las mismas características del metal base.

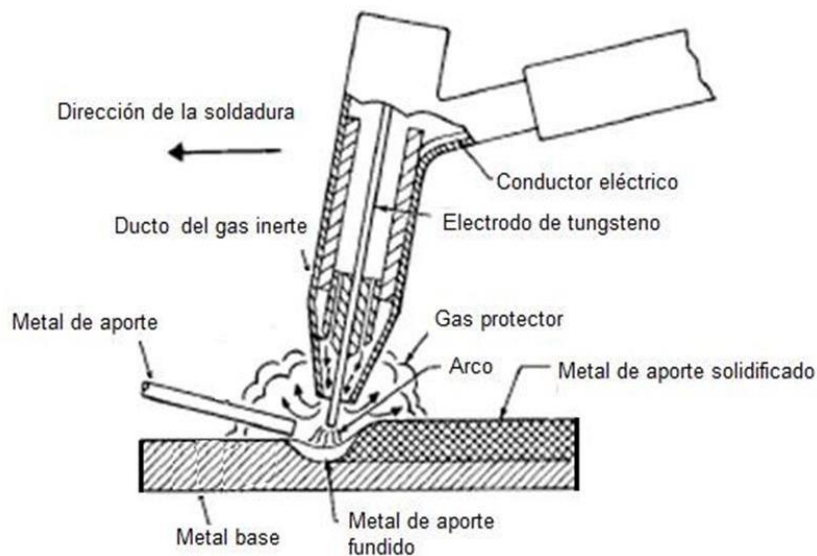


Ilustración 17. Descripción del proceso G.T.A.W.

Fuente: Procesos de soldadura.

Para obtener una protección adecuada en la zona de fusión se debe tomar en cuenta la

separación entre la tobera donde sale el gas inerte y la pieza a soldar. Una distancia muy pequeña produce salpicaduras y una distancia prolongada no protege el gas inerte de los contaminantes del aire.

Variables que influyen en el proceso G.T.A.W. El uso adecuado del proceso dependerá de las variables que influyen directamente en las propiedades físicas, mecánicas y químicas de la unión. Entre las variables se encuentran: El tipo de corriente, amperaje, características del electrodo no consumible, inclinación de la porta electrodo, longitud de arco, gas inerte y metal de aporte.

Tipos de corriente eléctrica. Para el proceso G.T.A.W., se disponen dos tipos de corriente eléctrica: Continua y alterna.

Cuando se utiliza corriente continua, se obtienen polaridades directa e invertida. Cuando se usa polaridad directa, la distribución de calor es menor en el electrodo que en el metal base, por lo que se obtiene buena penetración en la unión. Este tipo de polaridad permite que se suelden la mayoría de los metales con facilidad.

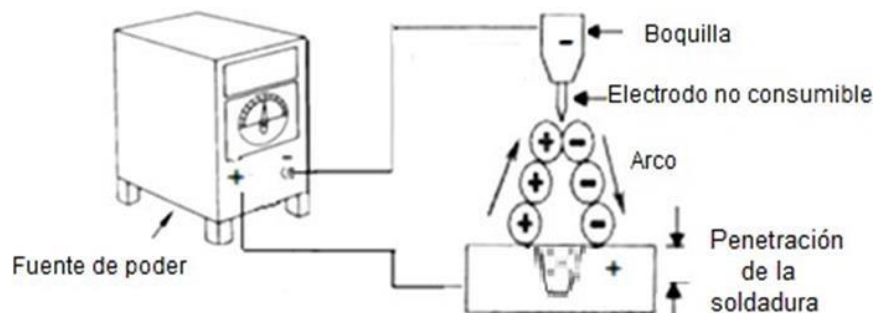


Ilustración 18. Polaridad directa.

Fuente: Procesos de soldadura.

En el caso de la polaridad invertida, el metal base se convierte en emisor de electrones lográndose concentrar más calor en el electrodo. Este fenómeno de bombardeo iónico es el que permite la limpieza en la soldadura, ya que la película de óxido como el que se presenta en el aluminio y magnesio puede ser interrumpida o quebrada en la zona de fusión.

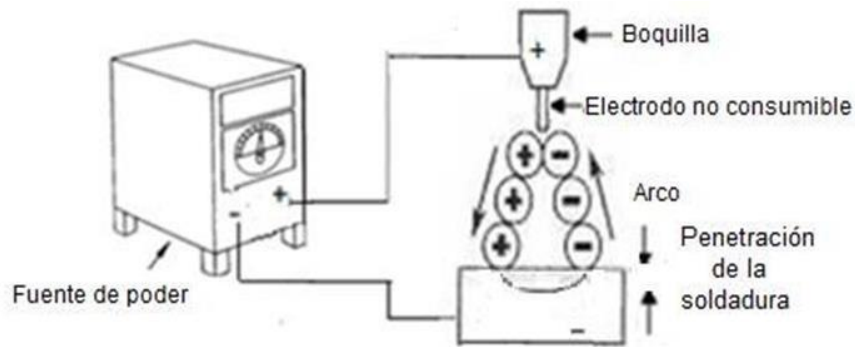


Ilustración 19. Polaridad invertida.

Fuente: Procesos de soldadura.

Al usar corriente alterna, se obtiene la misma cantidad de calor en el electrodo y en el metal base en vista de que no existe polaridad. Lo anterior se debe a que la corriente cambia de sentido de circulación a razón de 50 o 60 veces por segundo de acuerdo a la frecuencia de 50 y 60 Hertz. La penetración de la corriente alterna está en un nivel intermedio entre las dos polaridades que ofrece la corriente continua y es aplicable para la soldadura de aluminio y magnesio.

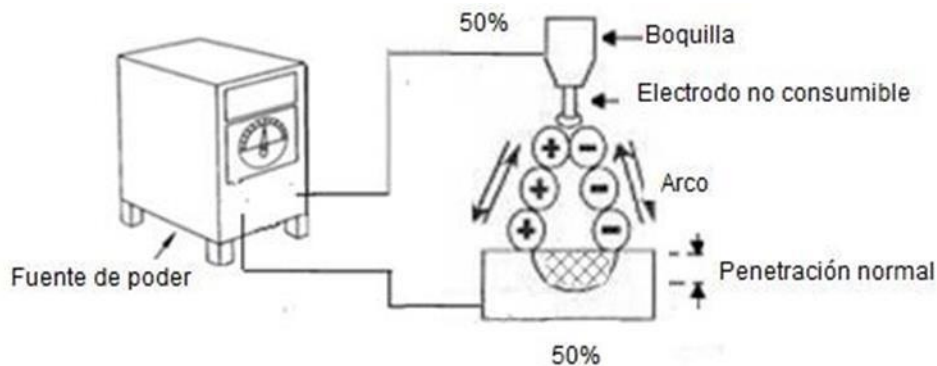


Ilustración 20. Efectos de la corriente alterna en el cordón de soldadura.

Fuente: Procesos de soldadura.

Cabe mencionar, que el uso de una unidad de alta frecuencia en estos dos tipos de corriente es para producir la ionización del gas inerte protector y es el puente eléctrico entre la punta del electrodo y la pieza, permitiendo el encendido del arco sin necesidad de tocar el metal base con el electrodo de tungsteno.

Intensidad de corriente eléctrica. En el caso de la intensidad de corriente, un parámetro práctico es considerar que por cada milímetro de espesor del material corresponde a 40 amperes, por ejemplo: Si una lámina de acero tiene un espesor de 1/8 plg (3.125 mm), requerirá una intensidad de corriente de 125 amperes.

Partiendo de esta referencia, el incrementar o disminuir el amperaje estará en función de la soldadura. Para una mejor selección es necesario consultar las tablas que proporcionan los fabricantes de los equipos.

Tabla 3. Intensidad de corriente eléctrica para el aluminio y sus aleaciones.

Material	Espesor del material		Intensidad de corriente. amperes	Tipo de corriente(Con dispositivo de alta frecuencia).	Proceso
	plg	mm			
Aluminio y sus aleaciones.	1/16	1.58	60-100	Corriente alterna.	Manual.
Aluminio y sus aleaciones.	1/8	3.17	120-160	Corriente alterna.	Manual.
Aluminio y sus aleaciones.	3/16	4.76	180-240	Corriente alterna.	Manual.
Aluminio y sus aleaciones.	1/4	6.35	240-320	Corriente alterna.	Manual.

Fuente: Procesos de soldadura.

Tabla 4. Intensidad de corriente eléctrica para el acero inoxidable.

Material	Espesor del material		Intensidad de corriente amperes	Tipo de corriente (con dispositivo de alta frecuencia)	Proceso
	plg	mm			
Acero inoxidable.	1/16	1.58	40-70	Corriente directa.	Manual

Acero inoxidable.	1/8	3.17	65-110	Corriente directa.	Manual.
Acero inoxidable.	3/16	4.76	100-150	Corriente directa.	Manual.
Acero inoxidable.	1/4	6.35	135-180	Corriente directa.	Manual.

Fuente: Procesos de soldadura.

Características del electrodo no consumible. La función principal del electrodo de tungsteno o wolframio es transferir el arco al metal base. Difiere de los otros electrodos de soldadura por arco eléctrico ya que no se funde con el calor generado en la fuente de poder de alta frecuencia; por lo tanto, no suministra material de aporte en la unión. Se fabrica en diámetros que van desde 0.60 hasta 6.35 mm, con aleaciones de cerio, lantano, torio y circonio.

Tungsteno puro. Este electrodo es recomendable para soldar aluminio y magnesio con corriente alterna. El tungsteno puro tiene una buena resistencia a la contaminación cuando se usa con corriente continua.

Tungsteno con aleación de cerio. Este tipo de electrodo mejora la estabilidad del arco protegiéndolo contra la erosión originada por el calor.

Tungsteno con aleación lantano. Al igual que el elemento químico cerio, mejora el inicio y la estabilidad del arco.

Tungsteno con aleación de torio entre 1- 2 %. (De uso restringido por sus partículas radioactivas). Ofrece estabilidad al iniciar el arco y mayor capacidad de corriente ya que no se contamina.

Tungsteno con aleación de circonio. El circonio provee mejor estabilidad del arco cuando se suelda con corriente alterna. También permite temperaturas más elevadas en los metales a soldar y es particularmente recomendado para soldar titanio, cobre, níquel, acero inoxidable, aluminio y sus aleaciones. En la siguiente tabla, se resumen los electrodos usados en este proceso con base en los colores y siglas que establece la Sociedad Americana de Soldadura (A.W.S.).

Tabla 5. Clasificación del electrodo en el proceso G.T.A.W.

Clasificación A.W.S.	Aleaciones.	Color de identificación.
EWP	Tungsteno puro.	Verde.
EWCe-2	97.3% de tungsteno y 2% de óxido de cerio.	Anaranjado.
EWLa-1	98.3% de tungsteno y 1% de óxido de lantano.	Negro.
EWTh-1	98.3% de tungsteno y 1% de óxido de torio.	Amarillo.
EWTh-2	97.3% de tungsteno y 2% de óxido de torio.	Rojo.
EWZr-1	99.1% de tungsteno y 0.25% de óxido de circonio.	Café.
EWG	94.5% de tungsteno.	Gris.

Fuente: Asociación Americana de Soldadura.

Para obtener excelentes resultados en el proceso, la punta del electrodo se debe afilar a un ángulo con base en la corriente y el material a soldar. Cuando se dispone de corriente alterna se afila en forma semiesférica y cuando se usa corriente continua en forma de punta. Para conseguir la geometría adecuada, deberá efectuarse el esmerilado a través de una rueda o cinta abrasiva de grano fino.

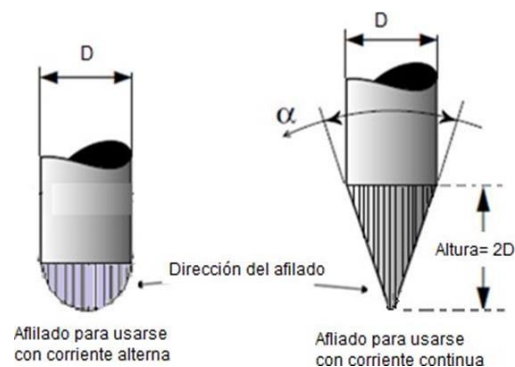


Ilustración 21. Afilado del electrodo.

Fuente: Procesos de soldadura.

La inclinación del porta electrodo con respecto al metal base es entre 75° y 80° ; este rango permite facilitar el trabajo y controlar el cordón. Un ángulo menor repercute en la protección del gas inerte en la zona de fusión. Cuando se usa metal de aporte, el ángulo recomendado para éste es entre 15° y 30° , tal como se aprecia en la siguiente figura.

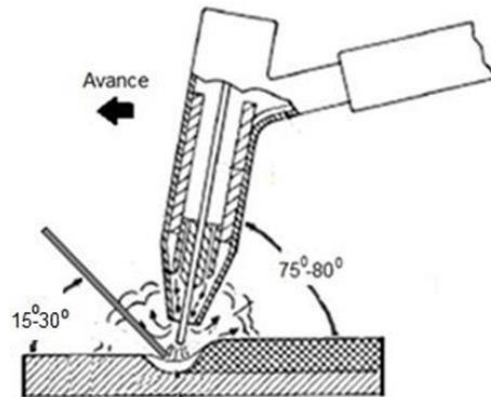


Ilustración 22. Inclinación del electrodo y metal de aporte.

Fuente: Procesos de soldadura.

Inclinación del porta electrodo. Es la distancia entre la punta del electrodo y la pieza a soldar. La longitud del arco eléctrico es aproximadamente 1.5 veces el diámetro del electrodo y se recomienda que no exceda los 5 mm ya que una distancia más grande disipa más calor sobre la superficie del metal base, restándole profundidad y fusión además de crear un arco menos estable y con riesgo de contaminación en el baño de fusión.

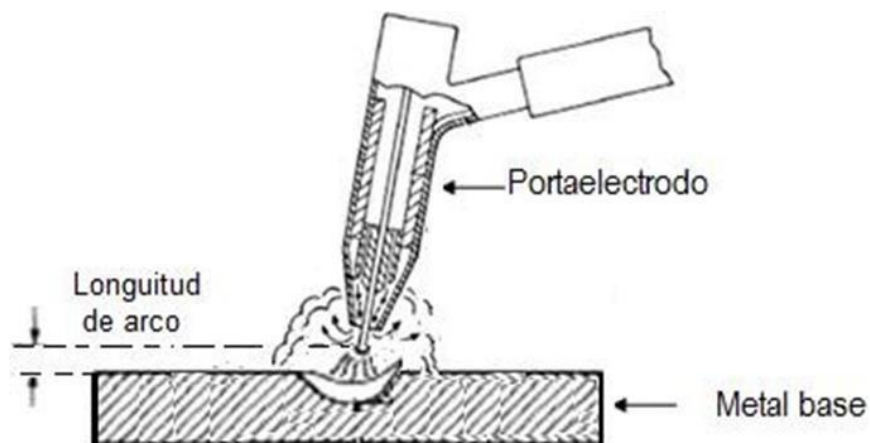


Ilustración 23. Longitud del arco en el proceso G.T.A.W.

Fuente: Procesos de soldadura.

Gas inerte. La función principal del gas inerte es proteger y estabilizar el arco durante el proceso, también evitar el contacto del aire con el electrodo y metal fundido en la zona de fusión. Los gases más empleados son: Argón (Ar), Helio (He) o una combinación de ellos con una pureza de 99.99%.

El helio produce mayor temperatura en el área soldada logrando una excelente penetración, por lo que se usa en la soldadura de materiales de gran espesor como el cobre, aluminio y sus aleaciones. El argón se adapta mejor a la soldadura de metales de menor conductividad térmica y de espesor delgado. En la siguiente tabla se describen los gases apropiados para algunos materiales.

Tabla 6. Gases inertes para el proceso G.T.A.W.

Material a soldar	Gas inerte
Aluminio y sus aleaciones.	Argón.
Latón y sus aleaciones.	Helio o argón.
Cobre y sus aleaciones de menos de 3mm de espesor.	Argón.
Cobre y sus aleaciones de más de 3 mm de espesor.	Helio.
Acero al carbono.	Argón.
Acero inoxidable.	Argón.

Fuente: Asociación Americana de Soldadura.

Metal de aporte. En el proceso G.T.A.W. se puede o no usar metal de aporte y está en función de la soldadura. En el caso de su uso, se selecciona de acuerdo con las propiedades físicas, químicas y mecánicas del metal base. La A.W.S. clasifica el metal de aporte o varilla de la siguiente forma: A5.18. Varilla para soldadura de aceros al carbono de mediana resistencia. A5.28. Varilla para soldadura de aceros de baja aleación y alta resistencia. A5.9. Varilla para soldadura de aceros inoxidables. A5.10. Varilla para soldadura de aluminio y sus aleaciones. A5.14. Varilla para soldadura de níquel y sus aleaciones.

Equipo del proceso G.T.A.W.



Ilustración 24. IMET 10250/190 BVM soldadora invertir MIG - ELECTRODO - TIG LIFT
inversor para soldar MIG - ELECTRODO - TIG LIFT.

Fuente: Procesos de soldadura.

Cilindro de gas inerte. El cilindro del gas inerte está diseñado con base en las normas A.S.M.E., la parte superior presenta una cuerda o rosca para recibir la válvula. Al cuello del cilindro se le hace un mecanizado de rosca en donde se coloca el capuchón que sirve de protección a la válvula instalada. El cilindro se identifica a través de una etiqueta en la ojiva en la cual se indica el nombre del producto y precauciones principales para su manejo. Presenta en la parte inferior una base cóncava la cual le permite permanecer en forma vertical.



Ilustración 25. Recipientes o cilindros de gas inerte.

Fuente: Procesos de soldadura.

Regulador de presión. Este componente se usa para regular la salida del gas protector, disminuye la alta presión que contiene el cilindro y suministra el flujo necesario de gas inerte en el porta electrodo.

El regulador lo conforma un manómetro y un flujómetro. El manómetro indica la presión dentro del cilindro y viene graduado en kg/cm^2 y en lb/plg^2 ; el flujómetro determina la presión de trabajo a soldar del gas inerte y consiste en un tubo de vidrio graduado en pies cúbicos/hora o litros por minuto. El flujo de gas para un trabajo varía entre 8-30 pies cúbicos por hora, su ajuste está en función del tipo de gas inerte, distancia entre la boquilla y la pieza, tipo de unión y diámetro de la boquilla.

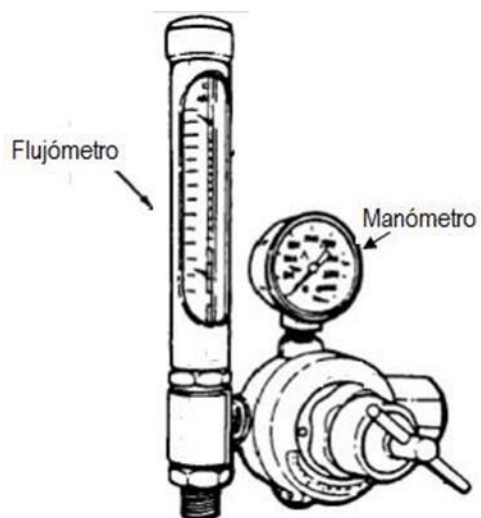


Ilustración 26. Regulador de presión.

Fuente: Procesos de soldadura.

Se indican en las siguientes tablas los parámetros de flujo de gas para soldar aluminio, aceros al carbono y aceros inoxidable.

Tabla 7. Parámetros recomendados para soldar aluminio y sus aleaciones.

Material	Espesor del material		Diámetro del material de aporte		Diámetro del electrodo de Tungsteno		Intensidad decorriente amperes	Tipo de corriente	Gas inerte	Flujo (pies ³ /hora)
	plg	mm	plg	mm	plg	mm				
Aluminio y sus aleaciones	1/16	1.58	1/16	1.58	1/16	1.58	60-100	Alterna de alta frecuencia.	Argón.	15
Aluminio y sus aleaciones	1/8	3.17	3/32	2.38	3/32 - 1/8	2.38 - 3.17	120-160	Alterna de frecuencia	Argón.	20
Aluminio y sus aleaciones	3/16	4.76	1/8	3.17	1/8 - 5/32	3.17 - 3.96	180-240	Alterna de frecuencia	Argón.	20

Aluminio y sus aleaciones	1/4	6.35	3/16	4.76	5/32	2-	3.96-	240-320	Alterna de alta frecuencia	Argón.	25
						3/16	4.76				
						6					

Fuente: Procesos de soldadura.

Tabla 8. Parámetros recomendados para soldar acero al carbono.

Material	Espesor del material		Diámetro del material de aporte		Diámetro del electrodo de Tungsteno		Intensidad de corriente	Tipo de corriente	Gas inerte	Flujo (pies ³ /hora)
	plg	mm	plg	mm	plg	mm	amperes			
Acero al carbono	1/16	1.58	1/16	1.58	1/16	1.58	60-90	Continua con polaridad directa.	Argón	15
Acero al carbono	1/8	3.17	3/32	2.38	1/16 - 3/32	1.58 - 2.38	80-115	Continua con polaridad directa.	Argón	15
Acero al carbono	3/16	4.76	1/8	3.17	3/32	2.38	115-170	Continua con polaridad directa.	Argón	20
Acero al carbono	1/4	6.35	5/32	3.96	1/8	3.17	160-210	Continua con polaridad directa.	Argón	20

Fuente: Procesos de soldadura.

Tabla 9. Parámetros recomendados para soldar acero inoxidable.

Material	Espesor del material		Diámetro del material de aporte		Diámetro del electrodo de Tungsteno		Intensidad de corriente de amperes	Tipo de corriente	Gas inerte	Flujo (pies ³ /hora)
	plg	mm	plg	mm	plg	mm				
Acero inoxidable.	1/16	1.58	1/16	1.58	1/16	1.58	40-70	Continua de alta frecuencia.	Argón.	15
Acero inoxidable.	1/8	3.17	3/32	2.38	3/32	2.38	65-110	Continua de alta frecuencia.	Argón.	15
Acero inoxidable.	3/16	4.76	1/8	3.17	3/32	2.38	100-150	Continua de alta frecuencia.	Argón.	20
Acero inoxidable.	1/4	6.35	5/32	3.96	1/8	3.17	135-180	Continua de alta frecuencia.	Argón.	20

Fuente: Procesos de soldadura.

Aplicación del proceso G.T.A.W.

El proceso está adaptado para soldar materiales delgados como el acero y sus aleaciones, aluminio, magnesio, titanio, circonio, oro, plata, aleaciones de cobre y aluminio. Unas de las aplicaciones de la soldadura G.T.A.W. se encuentran en las cajas de transistores, diafragmas de instrumentos, fuelles de expansión, entre otras.



Ilustración 27. Soldadura de aluminio en el proceso G.T.A.W. Diagnóstico de fallas en el proceso G.T.A.W.

Fuente: Procesos de soldadura.

Las fallas o defectos que se presentan en la unión son similares al proceso de arco eléctrico protegido; una forma de detectarlas es a través de la inspección visual o mediante el uso de métodos no destructivos y destructivos. Con el propósito de identificar estas fallas, se recomienda considerar los siguientes parámetros que se pueden detectar a través de una inspección visual después de la soldadura.

Tabla 10. Diagnóstico de fallas, causas y soluciones en el proceso G.T.A.W.

Fallas	Causas	Soluciones
Cordón abultado. Falta de fusión en los pies del cordón.	Corriente demasiado baja.	Aumentar la intensidad de corriente.
Socavación. Exceso de salpicaduras. Refuerzo del cordón plano.	Corriente demasiado alta.	Reducir la intensidad de corriente.
Cordón irregular. Cordón negro. Baja penetración.	Arco largo.	Hacer un arco normal o corto.
Cordón angosto. Rugosidad irregular. Baja penetración.	Velocidad de avance muy rápida.	Reducir la velocidad de avance.
Mucho material en la cara del cordón. Cordón muy ancho.	Velocidad de avance muy baja.	Aumentar la velocidad de avance.
Porosidad. Salpicaduras sobre el cordón.	Falta de gas. Electrodo contaminado.	Aumentar el flujo de gas. Limpiar el electrodo.

Fuente: Procesos de soldadura.

Medidas de seguridad. Las radiaciones emitidas en este proceso son más elevadas que el arco eléctrico con electrodo revestido por lo que es muy importante seguir las medidas de seguridad que se establece para tal caso.

A continuación, se indican los puntos esenciales antes de iniciar la soldadura.

- Soldar solamente en las áreas designadas con una adecuada ventilación ya que el arco genera niveles peligrosos de ozono el cual es invisible y cuya concentración debe mantenerse al mínimo.
- Usar careta, gorra, guantes, peto y ropa de protección en óptimas condiciones, para cubrir todas las partes expuestas a las radiaciones, al calor y a la intensa luminosidad.

- Localizar el extinguidor más próximo, antes de empezar a soldar.
- Si trabajan otras personas en el área, asegurar que hayan sido avisadas y estén protegidas contra el arco, humos y otros peligros relacionados con la soldadura.

2.4. Soldadura por arco metálico con protección de gas (GMAW)

La A.W.S. designa al proceso de soldadura de arco metálico con gas y electrodo consumible con las siglas G.M.A.W. (Gas, Metal, Arc, Welding). El concepto básico de este proceso de soldadura surge a mediados del siglo XX. En los primeros equipos del proceso G.M.A.W., un rollo de alambre consumible se introducía a través de un tubo flexible desde la fuente de la corriente hasta el porta electrodo donde hacía contacto con la pieza; el gas inerte protegía la zona de fusión de los gases del ambiente.

Actualmente, en este proceso se establece el arco eléctrico entre el electrodo consumible y la pieza a soldar. La protección del arco la realiza un gas protector que puede ser inerte o activo. Al usar gas inerte, el proceso se conoce como M.I.G. (Metal, Inert, Gas); por el contrario, cuando el gas utilizado es activo, el proceso se conoce como M.A.G. (Metal, Active, Gas).

La soldadura G.M.A.W. ofrece ventajas con respecto a los demás procesos de arco eléctrico, Una de ellas es la mayor productividad que se obtiene debido a que se evita el tiempo en reponer electrodos y la otra es la disminución de interrupción del arco.

El uso del proceso G.M.A.W. es amplio en el sector industrial debido a su eficiencia y facilidad de automatización ya que permite soldar materiales tales como aceros de baja aleación, aceros inoxidables, aluminio, magnesio, cobre, entre otros. También el proceso garantiza una soldadura continua, uniforme, libre de impurezas y escoria.

Descripción del proceso del proceso G.M.A.W.

Es un proceso de soldadura, donde la fusión se produce por el arco establecido entre un electrodo consumible y la pieza a soldar. La protección del arco se obtiene con un gas inerte o activo suministrado en forma externa. En este proceso, un sistema de alimentación impulsa en forma automática el electrodo o rollo de alambre hacia la zona de soldar.

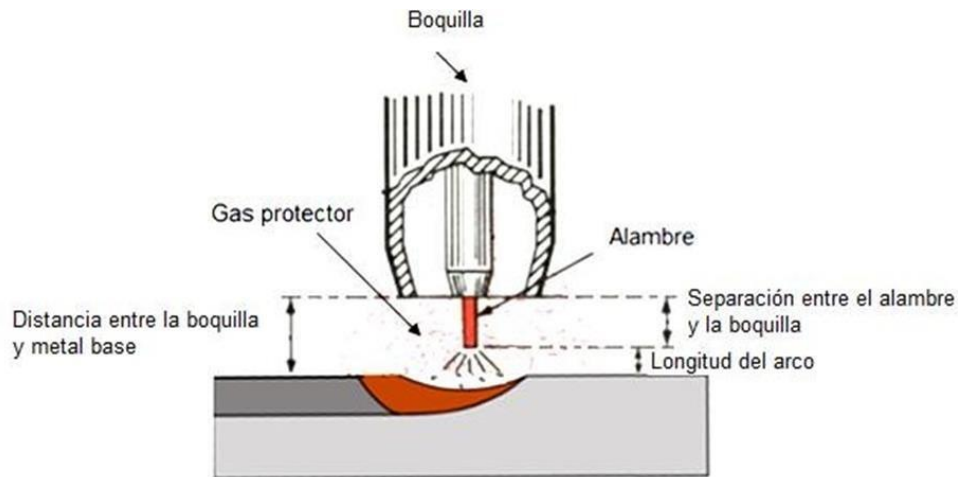


Ilustración 28. Descripción del proceso G.M.A.W.

Fuente: Procesos de soldadura.

El electrodo, arco, metal fundido y el área cercana a la zona de fusión quedan protegidos de la contaminación de los gases atmosféricos por el flujo de gas protector inerte o activo, dicha protección se efectúa con gas argón, helio, bióxido de carbono o una mezcla de argón y helio. Durante el proceso, el electrodo o alambre es suministrado por un dispositivo eléctrico que avanza a una velocidad constante.

Variables que intervienen en el proceso G.M.A.W. Las variables que intervienen en este proceso son: Tipo de corriente, Longitud de arco, Inclinação del porta electrodo, Intensidad de corriente, Transferencia del alambre, Metal de aporte, Gas protector.

Tipo de corriente. El tipo de corriente recomendable para este proceso es la corriente continua. Al usar este tipo de corriente continua se requiere polaridad invertida, es decir el alambre conectado al polo positivo y la pieza al polo negativo. En este proceso, el uso la corriente alterna origina inestabilidad en el arco ya que se presenta una variación de flujo de electrones en fracciones de segundo.

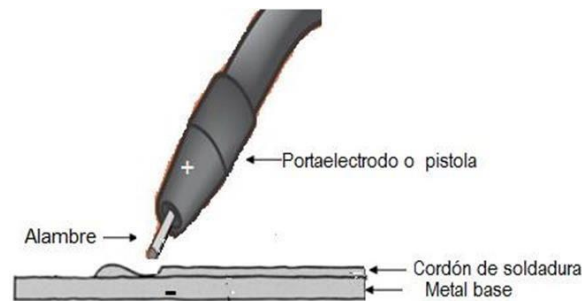


Ilustración 29. Polaridad invertida en el proceso G.M.A.W.

Fuente: Procesos de soldadura.

Longitud de arco. Se presenta al transferir el electrodo o alambre a la pieza. Se puede regular en la mayoría de las máquinas acercando o alejando el porta electrodo. El voltaje constante regulado en el tablero de control de la fuente mantiene la estabilidad del arco eléctrico; sin embargo, es importante que el soldador evite los movimientos bruscos y oscilantes, manteniendo la boquilla a una distancia de 20 mm aproximadamente con respecto al metal base.

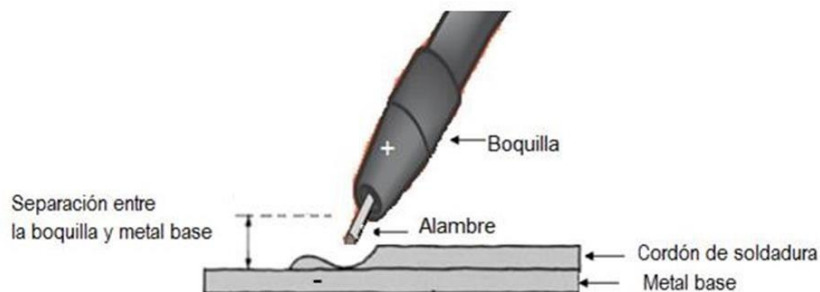


Ilustración 30. Inclinación del porta electrodo.

Fuente: Procesos de soldadura.

En el proceso G.M.A.W., el porta electrodo se orienta en la misma dirección que el avance de la soldadura a un ángulo similar al de la soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido.

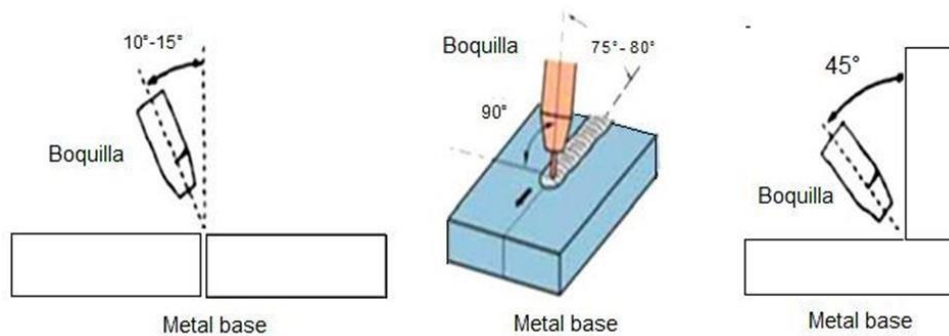


Ilustración 31. ángulo del porta electrodo.

Fuente: Procesos de soldadura.

Intensidad de corriente. En la actualidad, los fabricantes de equipos proporcionan información para determinar el amperaje en función del diámetro del alambre y varía entre 50 y 600 amperes. Los diámetros usuales del alambre en este tipo de soldadura son: 0.8 mm, 1.0 mm, 1.2 mm y 1.6 mm.

Tabla 11. Intensidad de corriente en función del diámetro del alambre.

Diámetro del alambre (mm)	Intensidad de corriente (amperes)
0.80	50-110
1.00	60-120
1.20	120-250
1.60	250-600

Fuente: Procesos de soldadura.

Transferencia del alambre. Se refiere a la forma en la cual el alambre fundido es transferido a la zona de fusión. Tiene una influencia directa en la estabilización del arco, generación de humos, salpicaduras y penetración. En el proceso G.M.A.W. se consideran los siguientes tipos de transferencia: Por cortocircuito, globular y rocío.

Transferencia por cortocircuito. Este tipo de transferencia produce un charco pequeño de soldadura debido a que se usa bajo amperaje; se presenta cuando se usa el gas bióxido de carbono y un diámetro de alambre menor a 1.14 mm. Es recomendable para soldar en todas posiciones y en lámina metálica con espesor menor a 4.76 mm.

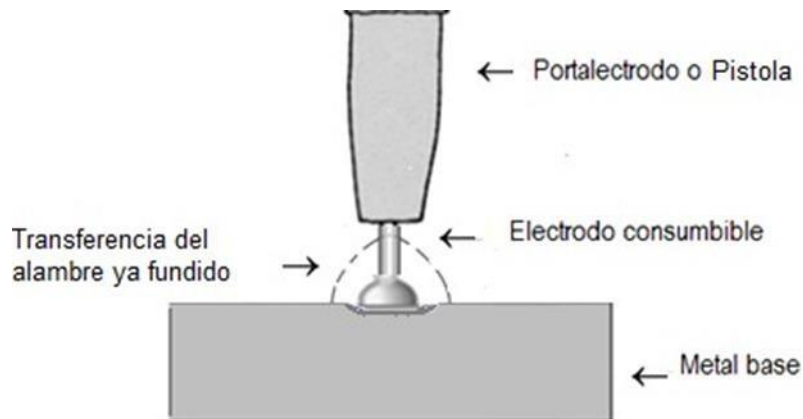


Ilustración 32. Transferencia por cortocircuito.

Fuente: Procesos de soldadura.

Transferencia globular. En este tipo de transferencia, el electrodo o alambre se funde en gotas de gran tamaño, se utiliza como gas protector el argón y el dióxido de carbono. La transferencia globular produce elevados amperajes dando origen a una adecuada penetración. Se recomienda para soldar piezas de espesores mayores a 4.76 mm y en posición plana.

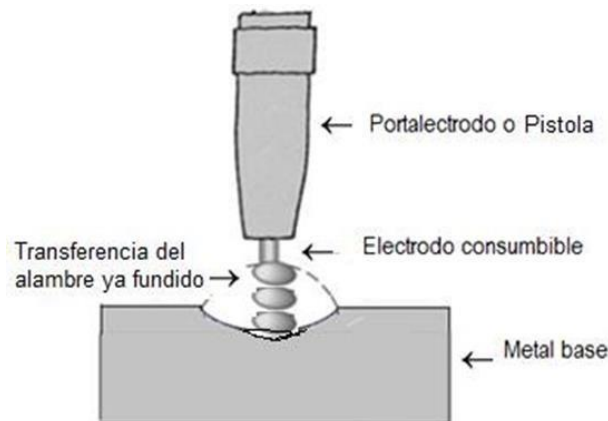


Ilustración 33. Transferencia globular.

Fuente: Procesos de soldadura.

Transferencia por rocío. Es la que más aplicación tiene en este proceso. Se usa corriente continua con polaridad invertida y como gas protector el argón o una mezcla rica en argón. Con este tipo de transferencia, se pueden atomizar las gotas desde la punta del electrodo hacia la zona de fusión. Lo anterior permite soldar a elevadas temperaturas sin salpicaduras, con excelente penetración y en cualquier posición. Se aplica para soldar piezas de gran espesor.

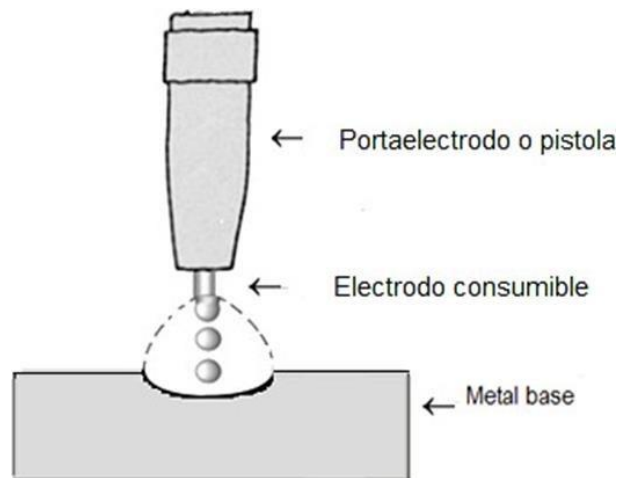


Ilustración 34. Transferencia por rocío.

Fuente: Procesos de soldadura.

Metal de aporte. El metal de aporte o electrodo consumible es un rollo de alambre de acero al carbono, acero inoxidable, aluminio, cobre, etc., y viene en medidas de 0.8 mm, 1.0 mm, 1.2 mm y 1.6 mm. El metal de aporte o alambre se selecciona de acuerdo a las propiedades mecánicas y a la composición química del metal base.

La A.W.S.- A5.18 usa la siguiente nomenclatura para el alambre. E R 6 0 S - X (5)

Donde:

E: Electrodo.

R: Varilla o alambre.

60: Los dos siguientes dígitos indican la resistencia a la tracción en miles de libra/plg².

S: La penúltima letra indica que el alambre es sólido.

X: El último número que indica la composición química del alambre y varía entre 2 –

7. Los elementos químicos más comunes son: Carbono, manganeso, silicio, fósforo, azufre, níquel, cromo, molibdeno, cobre, entre otros.

En la siguiente tabla, se indican algunos tipos de alambre de acero usados en este proceso de soldadura.

Tabla 12. Tipos de alambre de acero en el proceso G.M.A.W.

Código A.W.S.	Características
ER70S-2	Presenta desoxidantes, se usa para soldar láminas delgadas de acero, contiene titanio, zirconio y aluminio.
ER70S-3	Es el alambre más común utilizado en este proceso, contiene desoxidantes y presenta una zona de fusión más fluida formando un cordón ancho y plano. Se utiliza en la fabricación de carrocerías de vehículos, maquinaria agrícola y aparatos electrodomésticos.
ER70S-4	Alambre adecuado para la soldadura de acero. Se usa en estructuras de acero, barcos y recipientes de calderas.
ER60S-5	Es usado para soldar en posición plana y en aceros con oxidación.
ER60S-6	Alambre con buen rendimiento, contiene silicio y manganeso como desoxidantes. Es adecuado para la soldadura de casi todos los aceros, funciona con las mezclas de gases más usadas y la zona de fusión presenta fluidez. Sus aplicaciones incluyen la fabricación de carrocerías, muebles, extinguidores, recipientes a presión y soldadura de cañerías, entre otras.
Fuente: Asociación Americana de Soldadura.	



Ilustración 35. Tipos de alambre en el proceso G.M.A.W.

Fuente: Procesos de soldadura.

La velocidad de alimentación del alambre está en función de la intensidad de corriente, voltaje, diámetro del alambre, espesor del material a soldar y flujo del gas protector.

Tabla 13. Velocidad del alambre en el proceso G.M.A.W.

Diámetro del alambre (mm)	Espesor del metal base (mm)	Amperaje (amperes)	Voltaje (Volts)	Velocidad del alambre (m/min)	Caudal de gas protector (l/min)
0.6	0.60	30-50	16-17	1.3-1.8	8-10
	0.80	35-60	16-17.5	1.3-2.0	8-11
	0.90	40-70	17-18	1.5-3.0	9-11
0.9	1.30	70-90	18-19	3.0-3.6	10-12
	1.60	80-110	19-20	3.3-3.8	11-13
	2.00	120-130	20-21	3.6-4.1	11-14
1.2	3.20	120-180	20-22	4.6-6.1	11-16
	4.70	160-180	21-22	5.1-6.1	14-17
	6.40	190-200	22-23	6.4-7.1	14-17
	7.90	200-210	23-24	7.0-7.4	14-17
	9.40	220-250	24-25	7.5-8.9	14-17
	12.70	240-250	28-29	8.4-9.5	14-17
1.6	19.00	280-300	30-32	4.6-5.1	17-19

Fuente: Procesos de soldadura.

Gas protector. El gas protector utilizado en el proceso G.M.A.W. influye sobre la transferencia del material, penetración, forma del cordón e impide que el oxígeno y el nitrógeno del ambiente penetren en la zona de fusión. Los gases que comúnmente se usan en este proceso son: Argón, helio y bióxido de carbono; cuando se usa el argón o helio, el proceso se identifica como M.I.G. y cuando se usa el dióxido de carbono, el proceso se conoce como M.A.G.

El argón es el que más se usa ya que facilita la unión de piezas en diferentes posiciones y por su baja conductividad térmica que es diez veces más pesado que el helio. Su aplicación es en la soldadura de aluminio, titanio, cobre y níquel.

El helio también es usado en este proceso ya que produce mayor temperatura en la zona de fusión, por lo que resulta más efectivo en la unión de metales de gran espesor, específicamente en el cobre, aluminio y sus aleaciones.

El dióxido de carbono permite mayor penetración de la soldadura, mejora las propiedades físicas de la unión y aumenta la resistencia al impacto; sin embargo, debido a la naturaleza activa del gas, produce cordones de soldadura abultados e incrementa las salpicaduras. Para evitar lo anterior, se estabiliza el dióxido de carbono mezclándolo con porcentaje de 25% de argón y helio.

Tabla 14. Gases usados en el proceso G.M.A.W.

Material a soldar.	Gas protector.
Aluminio y magnesio.	Argón, helio, argón con 25% de helio, argón con 75% de helio.
Cobre.	Helio, argón con 25% de helio, argón con 50% de helio, argón con 75% de helio.
Acero inoxidable.	Argón con 2% de CO ₂ , argón con 1% de oxígeno y argón con 2% de oxígeno.
Aceros al carbono.	Argón con 2% de oxígeno y argón con 75% de CO ₂ .

Fuente: Procesos de soldadura.

Otros gases como el oxígeno, hidrógeno y nitrógeno son usados en bajas concentraciones con otros elementos químicos para determinados trabajos.

Equipo del proceso G.M.A.W.

El equipo de soldadura para este proceso está diseñado para trabajar en forma continua y consta de: Fuente de poder, unidad alimentadora de alambre, porta electrodo o pistola, cilindro del gas protector, regulador de presión, conexiones y mangueras.

Soldadora Inversor Microalambre, Electrodo y TIG Alta Frecuencia 250 A
CÓDIGO: **IMET 10250/190 BVM**

Suelda con:
-Arco manual electrodo revestido (MMA)
-MIG con o sin gas
Suelda MIG - MIG / o sin gas
Amperímetro digital para amperaje y voltaje
Ayudante MIG con Euroconector
Peso 18kg

3 EN 1

NIVEL	AMPERIAJE MAX	VOLTAJE
10	250A	120V-220V ~ 60 Hz

ELECTRODO	VOLTAJE	VOLTAJE EN VACÍO	RANGO DE AMPERIAJE	CONSUMO	CICLO DE TRABAJO ELECTRO			
					5/64"	3/32"	1/8"	5/32"
120V	70V	90-190A	5340W	100%	100%	60%	35%	
220V	85V	90-250A	5340W	100%	100%	100%	60%	

CAPACIDAD EN ELECTRODOS: 6010 / 6011 / 6013 / 7018

BIVOLTAJE	VOLTAJE	CICLO DE TRABAJO MIG			
		0,8 mm 0,032"	0,9 mm 0,031"	0,9 mm 0,036"	1,0 mm 0,039"
120V	100%	100%	90%	40%	
220V	100%	100%	90%	60%	

3/8" SUELDA MIG

Hi Auto-Cable

Hf Auto-Fundido

AI Auto-Iso

AI Auto

Incubadora MIG/MAG

ELECTRO-VALVULA Ayudante de GAS

MIG con EURO-CONECTOR

BI VOLTAGE

IGBT TECHNOLOGY

Ilustración 36. Fuente de poder para procesos G.M.A.W.

Fuente: Procesos de soldadura.

Cilindro de gas protector. Este cilindro de acero es similar al del oxígeno. El cilindro de argón es de color café, el de dióxido de carbono es de color gris; si existe una mezcla de gases, el cilindro presenta dos combinaciones de colores.

Regulador de presión. Para controlar determinar la presión del gas inerte se usa el manómetro y el flujo de gas para soldar se controla a través del flujómetro.

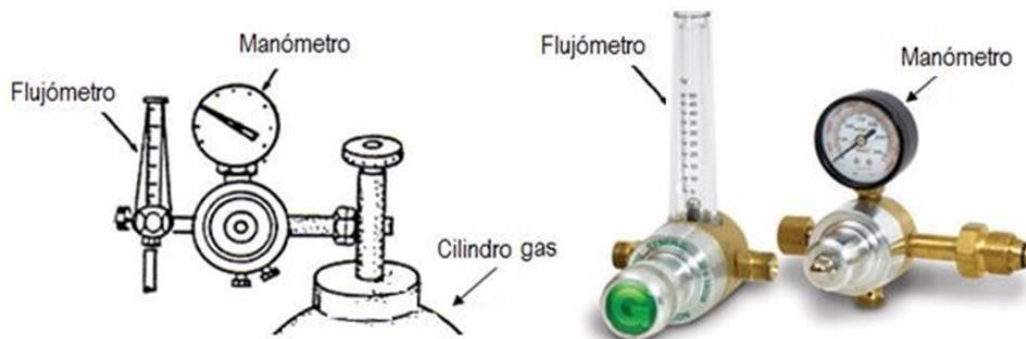


Ilustración 37. Regulador de presión.

Fuente: Procesos de soldadura.

Actualmente, es un proceso semiautomático y automático, que usa una alimentación continua de alambre y es adecuado en procesos industriales para la unión de carrocerías de automóviles, muebles metálicos para oficina, equipo médico, industria alimentaria, contenedores marítimos, calderas para vapor, recipientes de mediana presión, industria farmacéutica, carros de ferrocarril, plantas generadoras de electricidad, etc.

Diagnóstico de fallas en el proceso G.M.A.W.

Las uniones soldadas por el proceso G.M.A.W. son evaluadas mediante un proceso de inspección en donde se consideran el tamaño, continuidad y resistencia del cordón; para ello, se usan diferentes métodos de prueba que se clasifican en destructivas y no destructivas.

Las pruebas no destructivas comprueban las propiedades físicas sin realizar ningún cambio en las uniones, entre los más comunes se encuentran: La inspección visual, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, ultrasonido y radiografía. En el caso de las pruebas destructivas, se usan la dureza y la resistencia al impacto. Con base en lo anterior, se indica a continuación las fallas más comunes en este proceso.

Tabla 15. Diagnóstico de fallas, causas y soluciones posibles en el proceso G.M.A.W.

Fallas	Causas	Soluciones
Falta de fusión o penetración.	Variables del proceso G.M.A.W. no adecuados.	Incrementar la tensión y la velocidad de alimentación del alambre. Reducir la velocidad de desplazamiento. Reducir la dimensión del diámetro del alambre. Reducir el espesor del cordón de soldadura.
	Movimiento incorrecto del porta electrodo o pistola.	Distribuir el calor del arco en forma simétrica en el metal de aporte.
	Porta electrodo o pistola con inclinación excesiva.	Mantener la inclinación de acuerdo a la posición de la soldadura.
	Boquilla inadecuada en la unión.	Cambiar la boquilla de acuerdo a la unión.
	Superficies sucias u oxidadas.	Limpiar las superficies del chaflán.
Grietas.	Enfriamiento excesivo.	Se recomienda hacer un precalentamiento.
	Electrodo o alambre inadecuado.	Utilizar el alambre adecuado para la unión, se recomienda consultar la tabla que proporciona el fabricante.
	Penetración excesiva respecto a la anchura del cordón.	Revisar la composición y la velocidad del alambre.
	Aportación elevada de calor.	Disminuir la velocidad de alimentación del alambre o aumentar el voltaje.
	Tensiones elevadas.	Reducir la tensión y la velocidad de alimentación del alambre o aumentar la velocidad de avance.
	Enfriamiento rápido y grandes deformaciones.	Precalentar para reducir las tensiones, utilizar una secuencia de soldadura adecuada.

Fuente: Procesos de soldadura.

Tabla 16. Diagnóstico de fallas, causas y soluciones en el proceso G.M.A.W.

Fallas	Causas	Soluciones
Porosidad	Proyección defectuosa del gas protector en la protección de la zona de fusión.	Incrementar el caudal de gas de protección.
	Turbulencia del gas protector en la zona de fusión.	Disminuir el caudal para eliminar la turbulencia.
	Excesivas corrientes de viento.	Proteger la zona de fusión.
	Electrodo contaminado o sucio.	Utilizar exclusivamente electrodos limpios y secos.
	Longitud de arco excesiva.	Disminuir la distancia entre la boquilla y el metal de aporte.
	Insuficiente protección debida a un avance rápido.	Reducir la velocidad.
Cordón irregular	Contaminación del gas de protección.	Utilizar gas protector de gran calidad. Es conveniente purgar las botellas (excepto las de hidrógeno y mezclas con hidrógeno) antes de conectarlos a las mangueras para eliminar la acumulación de polvo en el ducto.
	Intensidad de corriente excesiva.	Disminuir la intensidad con la velocidad del alambre.
	Longitud de arco elevada.	Acercar la boquilla al metal base.
	Movimiento de avance irregular.	Realizar un movimiento de avance uniforme en el porta electrodo o pistola.
	Avance irregular del alambre.	Dar más presión a los rodillos del alambre.
	Excesiva inclinación de la pistola.	Colocar la pistola con la inclinación adecuada.

Fuente: Procesos de soldadura.

Medidas de seguridad a observar en los diferentes procesos de soldadura. Debido a que los procesos de soldadura generan radiaciones y temperaturas elevadas en la zona de fusión, es importante seguir las normas de seguridad que se mencionan a continuación:

- Usar careta con filtro de acuerdo al amperaje seleccionado, se recomienda usar la tabla de filtros del proceso G.T.A.W.
- Usar guantes, peto, calzado de seguridad y ropa de protección en óptimas condiciones, para cubrir las partes expuestas a las radiaciones, al calor y a la intensa luminosidad del arco.
- Soldar solamente en las áreas designadas.
- Debe haber ventilación ya que el arco genera niveles peligrosos de ozono el cual es invisible y cuya concentración debe mantenerse al mínimo.
- Ubicar el extinguidor más próximo, antes de empezar a soldar.
- Asegurar que hayan sido avisadas otras personas que están en el área de soldar y que estén protegidas contra el arco, humos y chispas.

Tabla 17. Tabla de pruebas no destructivas.

Método de inspección	Equipo usado	Detecta	Ventajas	Limitaciones	Observaciones
Visual	Lupa, calibrador de tamaño de soldadura, regla de bolsillo, flexómetro, normas para de soldadura para el proceso.	Fallas de superficie, grietas, porosidad, cráteres, inclusiones de escoria. Distorsión, exceso de soldadura, cordones irregulares, desalineación y ajuste incorrecto.	Bajo costo. Se puede aplicar en el en proceso y permite corregir los defectos. Detecta procedimientos incorrectos.	Aplicable sólo a defectos de superficie. No a una indicación permanente	Debe ser el método primario de inspección, independiente de la aplicación de otros métodos. Inspección necesaria.
		Grietas de superficie que no se detectan a simple vista. Excelente para localizar filtraciones en las soldaduras.	Se aplica en materiales magnéticos y no magnéticos. Fácil de usar. Bajo costo.	Sólo se detectan defectos en la superficie. No es eficaz en piezas calientes.	En recipientes de pared delgada, revela fugas que no se pueden localizar con las pruebas con aire a presión. Las condiciones sin importancia en la superficie suelen dar indicaciones engañosas.
Líquido penetrante	Colorantes líquidos fluorescentes y reveladores. Fuente de luz ultravioleta				

Partículas magnéticas	Equipo comercial especial. Polvos magnéticos; en forma seca o húmeda. Pueden ser fluorescentes para observación con luz ultravioleta.	Grietas de superficie que no se detectan a simple vista. Localiza filtraciones en la soldadura.	Se aplica en materiales magnéticos y no magnéticos. Fácil de usar. Bajo costo.	Sólo se detectan defectos en la superficie. No es eficaz en piezas calientes.	En recipientes de pared delgada, revela fugas que no se pueden localizar con las pruebas con aire a presión. Las condiciones sin importancia en la superficie suelen dar indicaciones engañosas.
	Máquina de rayos X para inspeccionar soldaduras, piezas de fundición y forjadas. Película y aparato revelador.	Fallas macroscópicas internas, grietas, porosidad, sopladuras, inclusiones no metálicas, penetración incompleta en la raíz, socavado y quemaduras.	Cuando se fotografía la soldadura, queda un dato permanente en la película para su análisis.	Requiere capacitación para operar el equipo e interpretar las indicaciones. No es adecuado para inspección de soldaduras de filete.	Muchos códigos y especificaciones requieren la inspección con rayos X. Útil para la calificación de soldaduras y procesos de soldadura. Debido al costo, su uso se debe limitar a las áreas en las cuales las otras pruebas no ofrecen seguridad.

Ultrasonido	Equipo comercial especial para soldadura de ultrasonido. Patrones estándar dereferencia.	Fallas en la superficie y debajo de ella.	Permite explorar uniones inaccesibles ala radiografía.	Requiere de mucha especialización para interpretar los patrones de impulsos y ecos. No se puede tener con facilidad un registro permanente.	Se requiere capacitación en este tipo de prueba, debido a los parámetros empleados en el equipo.
		Se usa para detectar defectos similares a laminacion es debajo de la superficie.			

Fuente: Procesos de soldadura.

3. CAPITULO III: ELABORACION DE GUIAS PRACTICAS PARA PROCESOS DE SOLDADURAS SMAW, GTAW Y GMAW

3.1. Mejoramiento de procesos

Una vez establecido el problema, la justificación y los diferentes marcos referenciales, se procederá a realizar la selección de las distintas herramientas e instrumentos educativos o guías prácticas apropiadas para la implementación y puesta en marcha de PROCESOS DE SOLDADURA SMAW, GTAW Y GMAW; A TRAVÉS DE UN EQUIPO MULTIPROCESOS CON TECNOLOGÍA INVERTER, esto se hará en dos momentos, primero se realizará una encuesta por formulario libre de GOOGLE para capturar datos de partida. Posteriormente se ha de elaborar las guías prácticas de uniones básicas para realizarlas con los diferentes procesos de soldadura y en los diferentes materiales sugeridos.

Luego realizar el montaje de las herramientas y el equipo **IMET 10250-190 BVM NEO**, dando marcha a la implementación, consistente en desarrollar las practicas con el encargado de laboratorio, recogiendo datos e información relacionada con el desempeño en las actividades propuestas dentro de la implementación a partir de la información diseñada para tal efecto.

3.2. Equipo técnico para la implementación de procesos de soldaduras



Ilustración 38. Fuente de poder para procesos de soldaduras.

Fuente: Procesos de soldadura.

DATOS TÉCNICOS

VOLTAJE/FRECUENCIA: 220/120V~ 50-60Hz 220-230/120-127V~ 60Hz.

POTENCIA NOMINAL: 6,19KVA - 4,89kW.

CAPACIDAD DEL ELECTRODO: 2,0 ~ 4,0mm.

DIÁMETRO DEL ALAMBRE: 0,6 ~ 1,0mm.

RANGO DE AMPERAJE 220V: 50 ~ 250^a 120V: 20 ~ 190^a.

VOLTAJE EN VACÍO: 56V.

TIPO DE AISLACIÓN: CLASE I.

PESO: 18kg = 39,6lb.

3.3. Herramientas didácticas para el mejoramiento de los procesos

Las prácticas de laboratorio constituyen una metodología de enseñanza-aprendizaje que permite que los egresados una vez en el campo laboral puedan desenvolverse sin temor a las actividades que realizarán.

Los laboratorios taller es una forma pedagógica que pretende lograr la integración de teoría y práctica y tienen como objetivo la demostración práctica de las leyes, las ideas, las teorías, las características y los principios que se estudian, la solución de las tareas con contenido productivo.

Esta modalidad nos enseña a ver y a considerar a la **Universidad Técnica Latinoamericana**, no solamente como un programa de materias, sino como una institución formadora cuyo núcleo es el alumno a quien permite desarrollar su proceso creador porque lo estimula a pensar, sentir y actuar, explorar y experimentar con sus propias posibilidades y vivencias.

Tomando lo anterior como base se han elaborado una serie de guías prácticas para cada proceso de soldaduras donde se detallan pasos y recomendaciones a seguir siendo estas:

- Guía práctica “Preparar parámetros para procesos de soldaduras”.
- Guía práctica “Procesos de soldadura SMAW”.
- Guía práctica “Procesos de soldadura GTAW”.
- Guía práctica “Procesos de soldaduras GMAW”.

3.4. Plan o propuesta de mejora

En la actualidad las universidades deben mantener mecanismos permanentes para asegurar la calidad de la enseñanza. Cada día son mayores las exigencias en el campo laboral para que las universidades se transformen en agentes de cambio constante para responder a los cambios e innovaciones.

En este sentido, un plan de mejora se justifica para que la **UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA**, como protagonista del proceso educativo, sea responsable de impulsar y desarrollar políticas de calidad y mecanismos de mejora continua en las carreras de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial en los procesos de formación en el área técnica.

El plan de mejora se propone basado en mediano plazo que podría sugerirse seis meses según calendario educativo.

Tabla 18. Plan de mejora

Propuestas de mejora	Responsable	Plazo	Observaciones
Incorporación en la temática académica la “Implementación de Procesos de Soldadura SMAW,GTAW y GMAW; a través de un equipo multiprocesos con tecnología INVERTER”	Catedrático de las materias de tecnología	Mediano plazo	
Incorporación en la práctica de laboratorios taller la “Implementación de Procesos de Soldadura SMAW,GTAW y GMAW; a través de un equipo multiprocesos con tecnología INVERTER”	Instructor de laboratorio para las practicas asignadas en la materia de tecnología	Mediano plazo	
Gestionar la asignación de cubículo o área de trabajo a equipo IMET 10250/190 BVM SOLDADORA INVERTER en los laboratorios de la UTLA	Departamento de mantenimiento y logística de la UTLA	Mediano plazo	

Fuente: Elaboración de propia.

4. CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

El modelo propuesto de la **IMPLEMENTACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA SMAW, GTAW Y GMAW; A TRAVÉS DE UN EQUIPO MULTIPROCESOS CON TECNOLOGÍA INVERTER** para mejorar los procesos educativos en la formación técnica en los laboratorios taller de las materias de tecnología presenta como principales bondades:

- Garantizar la adquisición de conocimientos, habilidades y destrezas indispensable como requisito para la ejecución de los diferentes procesos de soldaduras en el campo laboral ya sea a nivel operativo o a nivel administrativo (gerencias o jefaturas)
- Para la Implementación De Procesos De Soldadura SMAW, GTAW Y GMAW a través de un equipo Multiprocesos con Tecnología Inverter se diseña un plan de acción que precisa las actividades, responsables, participantes, secuencia y recursos. La herramienta didáctica a utilizar son guías prácticas para actividades de laboratorio taller en las carreras de ingeniería tanto mecánica como industrial.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda aplicar la metodología formativa propuesta a través de guías prácticas en los laboratorios asignados a las materias de tecnología de las carreras e ingeniería mecánica e ingeniería industrial como requisito puntual para aprobar las materias antes descritas.

Se sugiere potenciar el uso del equipo **IMET 10250/190 BVM SOLDADORA INVERTER** en diferentes prácticas de laboratorio diseñadas por los instructores de laboratorio aprovechando las virtudes del equipo inverter.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

Jeffus, L., Caballero, J. (2009). Soldadura, Principios y Aplicaciones 5ED. Madrid, España: Paraninfo.

Molera, P. (s.f.). Soldadura Industrial: Clases y Aplicaciones. Ciudad de México, México.

Rodriguez, P. (s.f.). Soldadura Eléctrica TIG y MIG. Ciudad de México, México.

ANEXOS

ANEXO 1. MANUAL DE USUARIO DE EQUIPO IMET 10250/190 BVM, SOLDADOR INVERTER MIG- ELECTRODO- TIG LIFT.

**ANEXO 1 MANUAL DE USUARIO DE EQUIPO IMET 10250/190 BVM,
SOLDADOR INVERTER MIG- ELECTRODO- TIG LIFT**

INTRO DUCCIÓN

Su herramienta tiene muchas características que harán su trabajo mucho más rápido y fácil. Seguridad, comodidad y confiabilidad fueron tenidos como prioridad para el diseño de esta herramienta, lo que hace más fácil su mantenimiento y operación.

⚠ ADVERTENCIA Lea atentamente el manual completo antes de intentar usar esta herramienta. Asegúrese de prestar atención a todas las advertencias y precauciones a lo largo de este manual.

NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD

⚠ ADVERTENCIA Lea y entienda todas las instrucciones. La falta de seguimiento de las instrucciones listadas abajo puede resultar en una descarga eléctrica, fuego y/o lesiones personales serias.

GUARDE ESTAS INSTRUCCIONES

ÁREA DE TRABAJO

- Mantenga su área de trabajo limpia y bien iluminada. Mesas desordenadas y áreas oscuras pueden causar accidentes.
- No use la máquina en atmósferas explosivas, tales como frente a la presencia de líquidos inflamables, gases o polvo. La herramienta eléctrica genera chispas, las cuales pueden provocar incendios.
- Mantenga a los observadores, chicos y visitantes lejos de la máquina mientras la está operando. Las distracciones pueden causarle la pérdida del control.

SEGURIDAD ELÉCTRICA

- ⚠ ADVERTENCIA**
- Evite el contacto del cuerpo con las superficies descargadas a tierra tales como tubos, radiadores y refrigeradores. Hay un aumento de riesgos de descarga eléctrica si su cuerpo es descargado a tierra.
 - No exponga la máquina a la lluvia o a condiciones de humedad. La entrada de agua en la máquina aumentará el riesgo de una descarga eléctrica.
 - No abuse del cable. Nunca use el cable para llevar la herramienta o tirar del cable para sacarlo del

tomacorriente. Mantenga el cable lejos del calor, del aceite, bordes filosos y partes móviles. Reemplace los cables dañados inmediatamente. Los cables dañados incrementan los riesgos de descarga eléctrica.

- Si el cordón de alimentación se daña, deberá ser reemplazado por el fabricante o su representante.

USO Y CUIDADO DE LA MÁQUINA

- Use mordazas o alguna otra manera práctica para asegurar y apoyar la pieza de trabajo a una plataforma estable. Sostener la pieza de trabajo con las manos o contra su cuerpo es inestable y puede generar una pérdida de control.
- No fuerce la máquina. Use la máquina correcta para su aplicación. La máquina correcta realizará mejor y de manera más segura el trabajo para el cual fue diseñado.
- No use la máquina si el interruptor de encendido no enciende o apaga. Cualquier máquina que no pueda ser controlada con la llave es peligrosa y debe ser reparada.
- Desconecte el enchufe de la fuente de energía, antes de hacer algún ajuste, cambiar accesorios o guardar la máquina. Estas medidas preventivas reducen el riesgo de que la máquina se encienda accidentalmente.
- Almacene las máquinas eléctricas fuera del alcance de los niños y cualquier otra persona que no esté capacitada en el manejo. Las herramientas son peligrosas en manos de usuarios que no están capacitados.
- Mantenga la herramienta con cuidado. Mantenga las herramientas cortantes filosas y limpias. Las herramientas correctamente mantenidas, con sus bordes filosos son menos probable que se empasten y son más fáciles de controlar.
- Chequee si hay una mala alineación o un empaste de partes móviles, partes rotas o cualquier otra condición que pueda afectar la operación de la máquina. Si hay daños, haga reparar la máquina antes de usarla. Muchos accidentes son causados por máquinas con un mantenimiento pobre.
- Use solamente accesorios recomendados por el fabricante de su modelo. Accesorios que funcionan para una máquina pueden ser peligrosos cuando son usados en otra máquina.
- No altere o use mal la máquina. Esta máquina fue construida con precisión. Cualquier alteración o modificación no especificada es un mal uso y puede resultar en una condición peligrosa.
- Es recomendable que use un dispositivo de seguridad adecuado, tal como un interruptor térmico y diferencial cuando está usando equipos eléctricos.

NORMAS ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD

- Evitar los contactos directos con el circuito de soldadura; la tensión suministrada por el generador puede ser peligrosa en alguna circunstancia.
- Desenchufar la máquina de la toma de corriente antes de la instalación, y de todas las operaciones de verificación y reparación.
- Hacer la instalación eléctrica, según las normas previstas y leyes de prevención de accidentes.
- Desconectar el aparato antes de sustituir las partes de la antorcha con mayor desgaste.
- La soldadora debe conectarse exclusivamente a un sistema de alimentación con conductor de neutro conectado a tierra.
- Asegurarse de que la toma de corriente esté correctamente conectada a la tierra de protección.
- No utilizar la máquina en ambientes húmedos o mojados o bajo la lluvia.
- No utilizar cables con aislamiento deteriorado o conexiones mal realizadas.
- No soldar sobre contenedores, recipientes o tuberías que hayan contenido productos inflamables líquidos o gaseosos.
- Evitar trabajar sobre materiales limpiados con disolventes o en las cercanías de dichos disolventes.
- No soldar en recipientes a presión. Alejar del área de trabajo todas las sustancias inflamables (por ejemplo, leño, papel, trapos, etc.).
- Asegurar una aireación adecuada o de medios aptos para aspirar los humos de la soldadura o en las cercanías del arco.
- Sujetar la bombona de gas con la correspondiente correa o cadena adjunta.
- Mantener la bombona al reparo de fuentes de calor, incluso de los rayos solares.
- Proteger los ojos con los vidrios adecuados inactivos montados sobre máscara o gafas. Utilizar la indumentaria de protección adecuada y guantes, lo que evita que se exponga la epidermis a los rayos ultravioletas producidos por el arco.
- No utilizar la máquina para descongelar las tuberías.
- Apoyar la máquina en una superficie plana horizontal para evitar que se vuelque.

MÁSCARA DE PROTECCIÓN

USE SIEMPRE la máscara durante la soldadura para proteger los ojos y el rostro de las radiaciones luminosas producidas por el arco eléctrico y, al mismo tiempo, para poder observar la soldadura que realiza.

Las máscaras de soldar deben tener un filtro oscuro según esta tabla:

Para amperajes de 40 a 80 A - filtro grado 10

Para amperajes de 80 a 175 A - filtro grado 11

Para amperajes de 175 a 300 A - filtro grado 12

PROTECCIÓN TÉRMICA

Esta soldadora está protegida de sobrecargas térmicas, mediante protección automática (termostato de recarga automática). Cuando los bobinados alcancen una temperatura establecida, la protección cortará la corriente del circuito de alimentación. Después de una refrigeración de pocos minutos, la protección se reanuda, insertando la línea de alimentación. La soldadora estará dispuesta para trabajar de nuevo.

⚠ ATENCIÓN

- Utilizar la soldadora solo siguiendo el procedimiento previsto en este manual. La mala utilización de esta soldadora, puede ser peligroso para personas, animales y elementos.
- El utilitario de la soldadora es responsable de la seguridad propia y de la ajena: es indispensable leer, comprender y respetar las reglas mínimas contenidas en este manual. Asegurarse de que la absorción de corriente y la protección de la línea eléctrica correspondan con los de la máquina y del enchufe. Conectar los cables de trabajo en sus respectivos lugares.

EVALUACIÓN DEL ÁREA

Antes de instalar equipos de soldadora, el usuario deberá realizar una evaluación de los problemas electromagnéticos potenciales en el área circundante. Se deberán tener en consideración:

- Otros cables de alimentación, cables de control, cables telefónicos o de señalización, arriba, abajo y adyacentes al equipo de soldadora.
- Transmisores o receptores de radio y televisión.
- Computadoras u otros equipos de control.
- Equipo de seguridad crítico, por ejemplo, protecciones de máquinas automáticas.
- Aparatos electrónicos personales, por ejemplo, marcapasos o elementos de ayuda auditiva.
- Equipos/instrumental de calibración o medición.
- La inmunidad de otros equipos en el ambiente. El usuario deberá asegurarse de que otros equipos utilizados en el ambiente sean compatibles. Esto puede requerir medidas de protección adicionales;
- El momento del día en que se llevará a cabo la soldadura u otras actividades.
- El tamaño del área circundante a ser considerado dependerá de la estructura del edificio y de las otras actividades que se desarrollan simultáneamente. El área circundante puede extenderse más allá de los límites edilicios.

AMBIENTE

- La soldadora al arco produce chispas, proyección de metal fundido y humo: Apartar del área de trabajo todas las sustancias y/o materiales inflamables.
- Procurar siempre una buena ventilación en el lugar donde se esté soldando.
- No soldar sobre contenedores, recipientes o tuberías que contengan gas o hayan contenido productos inflamables, líquidos o gaseosos (peligro de explosión y/o incendio), o sobre materiales pulidos con solventes clorurados o barnizados (peligro de expulsión de humo tóxico).

PERSONAL

- Evitar el contacto directo con el circuito de soldadura, la tensión al vacío, presente entre la pinza porta electrodo y la mordaza de masa; podría resultar peligroso en tales circunstancias.
- No utilizar la soldadora en ambientes húmedos, mojados o bajo la lluvia.
- Proteger los ojos, usando cristales de colores adecuados, montados sobre la máscara correspondiente.
- Usar guantes y uniforme de protección seco o grasa, evitando exponer la piel a los rayos ultravioletas, producto del arco.

ATENCIÓN

- Las radiaciones luminosas producidas por el arco pueden dañar los ojos y causar quemaduras en la piel.
- La soldadora al arco produce chispas y gotas de metal fundido. El metal soldado (trabajo) se enrojece y quema a alta temperatura, por un tiempo relativamente largo.
- La soldadora al arco produce humo, que puede ser potencialmente dañino.
- Todos los shocks eléctricos pueden ser potencialmente elevados.
- Evitar exponerse directamente al arco eléctrico, en un radio inferior a 15 metros.
- Proteger, así mismo, a las personas cercanas, con los medios apropiados contra los efectos potencialmente peligrosos del arco.

PROTECCIÓN DEL OPERADOR

- La ropa del operador debe estar seca.
- No se suba o apoye en las piezas de trabajo cuando la fuente de poder está encendida.
- Para prevenir descargas eléctricas, no trabaje en ambientes húmedos o mojados sin ropa de protección adecuada.

- Controle los cables de la soldadora y de alimentación y reemplace inmediatamente si se observan cables dañados.
- Desconecte la alimentación antes de llevar a cabo cualquier trabajo en la antorcha, alimentación eléctrica o cables de soldar.
- Para evitar cualquier riesgo de cortocircuito accidental o encendido del arco, no coloque la pinza de soldar o la trocha directamente sobre el banco de trabajo o cualquier superficie metálica conectada a la tierra de la fuente de poder.

ADVERTENCIA: Los campos electromagnéticos generados por las altas corrientes de soldadura pueden causar el mal funcionamiento de aparatos electrónicos vitales.

PREVENCIÓN DE HUMOS TÓXICOS

Estas precauciones deben adoptarse para prevenir la exposición del operador u otro agente a los humos tóxicos que pueden generarse durante el proceso de soldadura.

- Evite operaciones de soldadura sobre superficies pintadas, con aceite o con grasa.
- Algunos solventes clorados pueden descomponerse durante la soldadura y generar gases peligrosos como el fosgeno. Por lo tanto, es importante asegurarse de que tales solventes no estén presentes en las piezas a soldar. Si lo están, será necesario removerlos antes de soldar. También es necesario asegurarse de que esos solventes u otros agentes desagradables no estén próximos en las inmediaciones del área de trabajo. Las partes metálicas recubiertas o conteniendo plomo, grafito, cadmio, zinc, mercurio, berilio o cromo pueden causar concentraciones peligrosas de humos tóxicos y no deben estar sujetas a operaciones de soldadura a menos que:
 - Se remueva el recubrimiento antes de comenzar la soldadura.
 - El área de trabajo esté ventilada adecuadamente.
 - El operador utilice un sistema adecuado de extracción de humos.
 - No trabaje en un lugar sin ventilación apropiada.

PREVENCIÓN DE INCENDIO

- Durante el proceso de soldadura el metal se calienta a muy altas temperaturas y pueden proyectarse chispas y escoria alrededor. Se deben tomar precauciones adecuadas para prevenir incendios y/o explosiones.
- Evite trabajar en áreas donde hay recipientes de sustancias inflamables.
- Todos los combustibles y/o productos combustibles deben estar lejos del área de trabajo.
- Los extinguidores de fuego deben estar ubicados cerca, a mano.

- Se deben tomar precauciones especiales durante la soldadura: de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables, dentro de recipientes metálicos o en lugares con poca ventilación.
- Estas operaciones deberán realizarse siempre con la presencia de personal calificado que pueda prestar la asistencia necesaria si fuera requerido.
- NUNCA opere en ambientes cuya atmósfera contenga gases inflamables, vapores o combustibles líquidos (como petróleo o sus vapores).

SOLDADURA DE ARCO, PREVENCIÓN DE QUEMADURAS

- NUNCA mire hacia un arco eléctrico sin protección. La máscara de soldar debe poseer un filtro oscuro N.º 12 o más denso.
- Cúbrase la cara ANTES de iniciar el arco. Proteja el filtro con un vidrio transparente.
- Filtros y máscaras con grietas y/o roturas no deben usarse. El filtro o el vidrio transparente dañados o faltantes deben ser reemplazados en forma inmediata.
- Mirar hacia el arco incluso momentáneamente sin protección ocular puede causar daños en la retina del ojo.
- NO sobrepase la capacidad máxima del equipo de soldadura, podría ser causa de recalentamiento de los cables e incendio.
- Las conexiones flojas producen chisporroteos y recalentamiento, pudiendo ser causa de fuego.
- NO intente soldar ninguna clase de envase bajo presión.
- NO SE PARE, SIENTE, APOYE O TOQUE los conductores cuando esté soldando, sin la adecuada protección.
- Los campos magnéticos de las altas corrientes pueden afectar el normal funcionamiento de los marcapasos. Si utiliza uno, consulte a su médico.
- NUNCA toque el electrodo y otro objeto metálico si no está desconectada la fuente de alimentación de la soldadora.
- SÓLO USE electrodos totalmente aislados.
- No use porta electrodos con tornillo sobresaliente
- Excepto en los modelos que traen los cables ya colocados, el cable a tierra y el del porta electrodo deben conectarse a sus terminales especiales ajustándolos firmemente para evitar recalentamientos.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

120V

DIÁMETRO DEL ELECTRODO			
Ø 2,0	Ø 2,5	Ø 3,2	Ø 4,0
5/64"	5/32"	1/8"	5/16"
100%	100%	60%	35%

DIÁMETRO DEL ALAMBRE			
Ø 0,6	Ø 0,8	Ø 0,9	Ø 1,0
0,024"	0,031"	0,035"	0,039"
100%	100%	60%	30%

TIO			
Ø 1	Ø 1,6	Ø 2,4	Ø 3,2
100%	100%	60%	30%

ELECTRODO			
Carburo	Rutilio	México	
1-100%	100%	100%	100%

220V

DIÁMETRO DEL ELECTRODO			
Ø 2,0	Ø 2,5	Ø 3,2	Ø 4,0
5/64"	5/32"	1/8"	5/16"
100%	100%	100%	60%

DIÁMETRO DEL ALAMBRE			
Ø 0,6	Ø 0,8	Ø 0,9	Ø 1,0
0,024"	0,031"	0,035"	0,039"
100%	100%	60%	60%

TIO			
Ø 1	Ø 1,6	Ø 2,4	Ø 3,2
100%	100%	100%	60%

TIEMPO ROLLO EN MIN			
5	15	18	20
SI	NO	NO	NO



DATOS TÉCNICOS

VOLTAJE/FRECUENCIA	220/120V~ 50-60Hz 220-230/120-127V~ 60Hz
POTENCIA NOMINAL	6,19KVA - 4,89kW
CAPACIDAD DEL ELECTRODO	2,0 - 4,0mm
DIÁMETRO DEL ALAMBRE	0,6 - 1,0mm
RANGO DE AMPERAJE	220V: 50 - 250A 120V: 20 - 190A
VOLTAJE EN VACÍO	56V
TIPO DE AISLACIÓN	CLASE I
PESO	18kg - 39,6lb

CABLE DE EXTENSIÓN

- Reemplace los cables dañados inmediatamente. El uso de cables dañados puede dar descargas eléctricas, quemar o electrocutar.
- Si es necesario un cable de extensión, debe ser usado un cable con el tamaño adecuado de los conductores. La tabla muestra el tamaño correcto para usar, dependiendo en la longitud del cable y el rango de amperaje especificado en la etiqueta de identificación de la máquina. Si está en duda, use el rango próximo más grande. Siempre use cables de extensión listados en UL y CSA.

TAMAÑOS RECOMENDADOS DE CABLES DE EXTENSIÓN 110 V

Rango de amperaje de la herramienta	Longitud del cable			
	50ft	15m	100ft	30m
3-6	16 AWG	2,5mm ²	16 AWG	2,5mm ²
6-8	16 AWG	2,5mm ²	14 AWG	3,00mm ²
8-11	12 AWG	4,0mm ²	10 AWG	5,00mm ²

220 V

Rango de amperaje de la herramienta	Longitud del cable			
	50ft	15m	100ft	30m
3-6	18 AWG	2,00mm ²	16 AWG	2,5mm ²
6-8	16 AWG	2,5mm ²	14 AWG	3,00mm ²

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA

- 1- PERILLAS REGULADORAS
- 2- DISPLAY DE CORRIENTE
- 3- CONECTORES DE ENTRADA/SALIDA
- 4- REGULADOR MIG



INSTRUCCIONES DE ENSAMBLADO ELECTRODO

Desembalaje

Remueva la soldadora de la caja y examínelo cuidadosamente. No deseche el cartón o cualquier material de embalaje hasta que todas las partes sean examinadas.

PRECAUCIÓN

Para prevenir lesiones, si alguna parte de la herramienta está faltando o está dañada, no la enchufe hasta que las partes dañadas sean reparadas o reemplazadas por un personal autorizado.

CONEXIÓN

- Conectar al cable de alimentación un enchufe (toma) normalizada de capacidad adecuada. La toma de red debe contar con una puesta a tierra adecuada y poseer fusibles o interruptor automático (braker).
- Conecte el terminal de tierra al terminal verde-amarillo de la red de alimentación.
- * Puesta a tierra sólo para máquinas CLASE I.

ATENCIÓN

La no observancia de las normas antes indicadas ocasiona ineficacia en el sistema de seguridad previsto por el fabricante (CLASE I) y puede ocasionar graves riesgos para las personas (SHOCK ELÉCTRICO) o para las cosas (INCENDIO).

PRECAUCIÓN

Para prevenir lesiones, si alguna parte de la herramienta está faltando o está dañada, no la enchufe hasta que las partes dañadas sean reparadas o reemplazadas por personal autorizado.

CABLES DE SOLDADURA

Los cables de la soldadora deberán mantenerse tan cortos como sea posible. Se posicionarán uno cerca del otro, sobre o cerca del nivel del piso.

CONEXIÓN A TIERRA DE LA INSTALACIÓN

Se deberá considerar la conexión a tierra de todos los elementos metálicos en la instalación de la soldadora y adyacentes a esta. Sin embargo, los elementos metálicos conectados a la pieza de trabajo aumentarán el riesgo del operador de recibir una descarga eléctrica tocando en forma simultánea el electrodo y los mencionados elementos. El operador deberá estar aislado de todos esos componentes metálicos conectados.

CONEXIÓN A TIERRA DE LA PIEZA DE TRABAJO

Si la pieza no está conectada a tierra por seguridad eléctrica o por su tamaño o posición, por ejemplo, cascos de barcos o estructura metálica de edificios, deberá establecerse una conexión a tierra en forma directa. En algunos países donde esta conexión no está permitida, la conexión se logrará por medio de una capacitación adecuada, seleccionada de acuerdo con las regulaciones nacionales.

PANTALLAS Y BLINDAJES

El uso de pantallas y blindajes en forma selectiva de otros cables y equipos en el área podrán aliviar los problemas de interferencia. En aplicaciones especiales puede ser considerada la protección total de la instalación de la soldadora.

PREVENCIÓN DE DESCARGA ELÉCTRICA

- La máquina de soldar por arco eléctrico requiere una alimentación de voltaje alto y por ende se debe tener un cuidado especial mientras se opera o se realiza su mantenimiento.

CABLES DE ALIMENTACIÓN

- Conecte los cables de alimentación a una ficha con dispositivos de protección adecuados.
- Controle el estado de estos cables y reemplácelos si están dañados.

CONEXIÓN A LA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN

- Antes de efectuar cualquier tipo de conexión eléctrica verifique que la tensión y frecuencia de la identificación de la soldadura correspondan a las de la red disponible en el lugar de instalación. **PELIGRO DE ELECTROCUCIÓN.**

- La máquina debe alimentarse con dos conductores (fase-neutro) más un tercer conductor destinado exclusivamente a la protección a tierra (verde-amarillo).

* Sólo máquinas CLASE I

- Controle que el voltaje de alimentación sea igual al de la máquina. La toma debe contar con la adecuada puesta a tierra. **PELIGRO DE ELECTROCUCIÓN.**
- Antes de realizar cualquier tarea de mantenimiento verifique que el aparato se encuentre desconectado de la red eléctrica.
- Proteja el cable de alimentación del calor, aceites y bordes agudos. Colóquelo de tal forma que, al trabajar, no moleste ni corra riesgo de deterioro.
- NO toque el enchufe ni el tomacorriente con las manos mojadas. **PELIGRO DE ELECTROCUCIÓN.**
- Si usa un cable de extensión, este debe estar aprobado para su uso en exteriores, del calibre adecuado al consumo de la máquina y a su largo. **NO USE CABLES REPARADOS O AÑADIDOS.**
- SIEMPRE controle que el cable de prolongación no presente daños en su aislación en todo su largo, como así también su enchufe y el estado de la máquina. Una herramienta dañada **NO DEBE SER USADA.**
- No sustituya la ficha polarizada original por otra de diferente tipo.

PELIGRO PARA SU SEGURIDAD Y LA DE LOS DEMÁS.

- Todas las partes conductoras deberán protegerse contra chorros de agua.

PELIGRO DE CORTOCIRCUITO.

- Un interruptor diferencial de seguridad (30mA) ofrece una protección personal suplementaria.
- Por razones de seguridad, SIEMPRE utilice el arrancador en circuitos de alimentación que posean un **DISYUNTOR DIFERENCIAL** para una corriente de fuga igual o inferior a 30 mA, de acuerdo con la norma.
- El mantenimiento y/o la reparación de los circuitos eléctricos DEBEN ser realizados por personal especializado.

ESTACIÓN DE TRABAJO

- La conexión a tierra de la fuente debe estar conectada a la pieza de trabajo asegurando un buen contacto; el banco de trabajo debe estar conectado a tierra correctamente.

INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN ELECTRODO

CABLE DE MASA

Va montado directamente a la pieza de soldar, o al banco sobre el que está apoyado.

ATENCIÓN

Garantice un contacto adecuado con la pieza de soldar, evitando superficies barnizadas y/o materiales no metálicos.

•La tabla 1 aporta los valores aconsejados para los cables de soldadora (en mm²), en base a la máxima corriente distribuida por la soldadora.

CABLE DE PINZA PORTA ELECTRODOS

Lleva sobre el terminal una mordaza especial, que sirve para cerrar la parte descubierta del electrodo.

La tabla 1 aporta los valores aconsejados para los electrodos (en mm²), en base a la máxima corriente distribuida por la soldadora.

MÁSCARA DE PROTECCIÓN

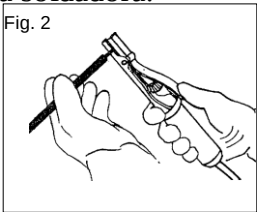
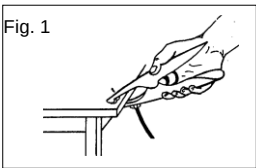
Llevar siempre puesta durante la soldadura, protegiendo los ojos de los rayos luminosos que desprende el arco resultante, así como permitiendo observar la soldadura que está realizando.

DIÁMETRO ELECTRODO (MM)	CORRIENTE DE SOLDADORA (A)
1.6	25-50
2	40-80
2.5	60-110
3.2	80-160
4	120-200



MODO DE OPERACIÓN ELECTRODO

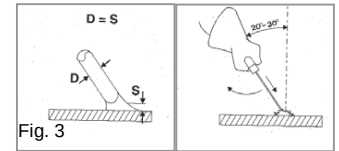
1. Conectar la pinza de masa a la máquina.
2. Fijar la pinza de masa a la pieza a soldar (Figura 1).
3. Después de haber realizado todas las conexiones eléctricas necesarias, sea de circuito de alimentación primario como de la soldadora, conectar la pinza porta electrodos en la soldadora.
4. Fijar la parte descubierta del electrodo, en la pinza porta electrodo (Figura 2).
5. Encender el equipo
6. Utilizar la máscara



7. Acercar el electrodo a la pinza. Proceder de la siguiente forma: Teniendo la máscara DELANTE DE LA CARA, intentar rozar la punta del electrodo sobre la pieza a soldar, siguiendo un movimiento como si se fuese a encender un cerrillo; este es el método más correcto para provocar el arco

▲ ATENCIÓN

NO PUNTEAR el electrodo sobre la pieza; podría dañarse el revestimiento, lo que hace más dificultosa la atracción del arco. Una vez conseguido el arco, intentar mantener una distancia de la pieza, equivalente al diámetro del electrodo utilizado y mantener esta distancia lo más constante posible, durante la ejecución de la soldadura, recordando, así mismo, que la inclinación del electrodo, en sentido de avance, deberá ser de cerca de 20 o 30 grados. (Figura 3)



▲ ATENCIÓN

EMPLEAR SIEMPRE UNA PINZA PARA REMOVER LOS ELECTRODOS CONSUMIDOS PARA MANEJAR LAS PIEZAS, UNA VEZ SOLDADAS.

INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN MIG

Los principales datos relativos al uso y a las prestaciones de la máquina están resumidos en la tabla de características (panel posterior), con el siguiente significado:

1. Norma EUROPEA de referencia para la seguridad y la construcción de las máquinas de soldadura por arco.
2. Símbolo de la estructura interna de la máquina: transformador-rectificador.
3. Símbolo del procedimiento de soldadura previsto: soldadura con flujo continuo del hilo de soldadura.
4. Símbolo de la línea de alimentación: tensión alterna 1 ph.
5. Grado de protección de la envoltura: IP21 o IP22: está protegido contra cuerpos sólidos extraños de diámetro 12.5 mm (Ej. dedos) y contra la caída vertical de gotas de agua (IP21) o con inclinación hasta 15° sobre la vertical (IP22).
6. Prestaciones de circuito de soldadura

U.: tensión de pico máxima en vacío (circuito de soldadura abierto).

I2/U2: corriente y tensión correspondiente normalizada [$U_2 = (14+0,05 I_2)V$], que pueden ser suministradas por la máquina durante la soldadura.

X: relación de intermitencia: indica el tiempo durante el cual la máquina puede suministrar la corriente correspondiente (misma columna). Se expresa en %, en base a un ciclo de 10 min. (por ejemplo, 60% = 6 minutos de trabajo, 4 minutos de paro).

A/V - A/V: indica la gama de regulación de la corriente de soldadura (mínimo máximo) a la tensión de arco correspondiente.

7. Datos característicos de la línea de alimentación:

U_s: tensión alterna y frecuencia de alimentación de la máquina (límites admitidos $\pm 15\%$):

I_{max}: corriente máxima absorbida por la línea.

I_{left}: máxima corriente eficaz de alimentación

- 8. Valor de los fusibles de accionamiento retardado a prever para la protección de la línea. Símbolos referidos a normas de seguridad.
- 9. Número de matrícula de fabricación. Identificación de la máquina (indispensable para la asistencia técnica, solicitud de recambios, búsqueda de origen del producto).
- 10. Símbolo S: indica que se pueden realizar operaciones de soldadura en un ambiente con un riesgo mayor de choque eléctrico (por ejemplo, muy cerca de grandes masas metálicas).

Nota: El ejemplo de matrícula que se muestra vale como indicación del significado de los símbolos y de las cifras; los valores exactos de los datos técnicos de vuestra máquina deben ser consultados directamente en la matrícula de esta misma máquina.

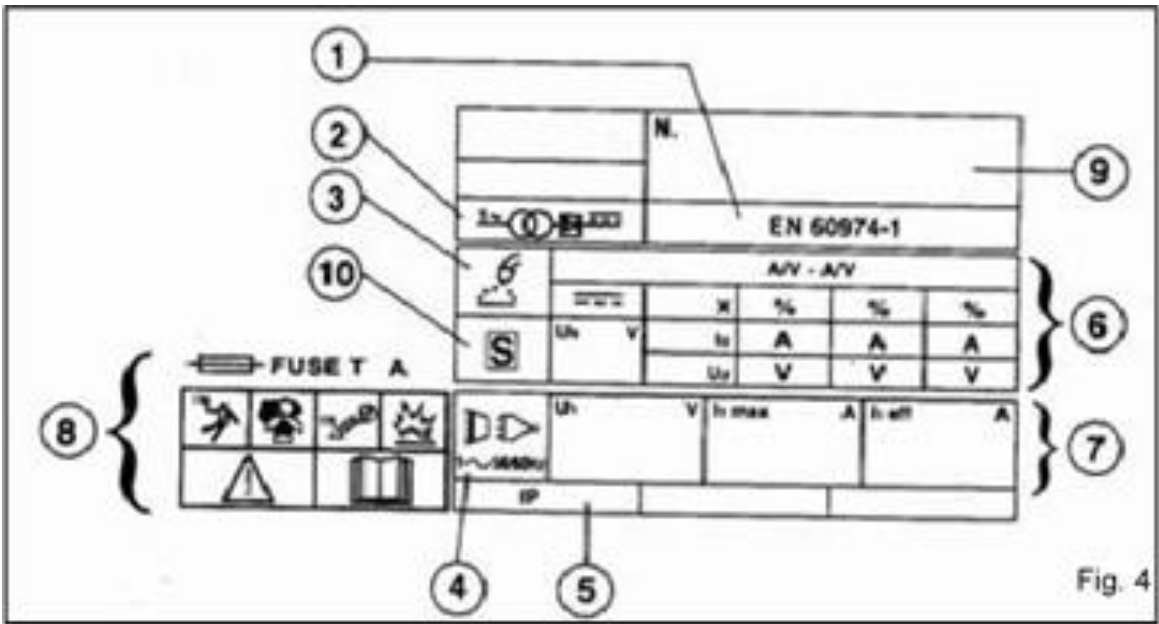


Fig. 4

MASA DE LA SOLDADORA

⚠ ATENCIÓN

Fig. 5

I _{max}	220V	220V	
100 A	T13 A	T13 A	16
130 A	T16 A	T21 A	16
150 A	T16 A	T24 A	16
170 A	T20 A	T30 A	20
190 A	T20 A	T32 A	20
230 A	T25 A	T35 A	20
250 A	T32 A	T42 A	25

Todas las soldadoras descritas en este manual están desprovistas de dispositivos de elevación.

UBICACIÓN

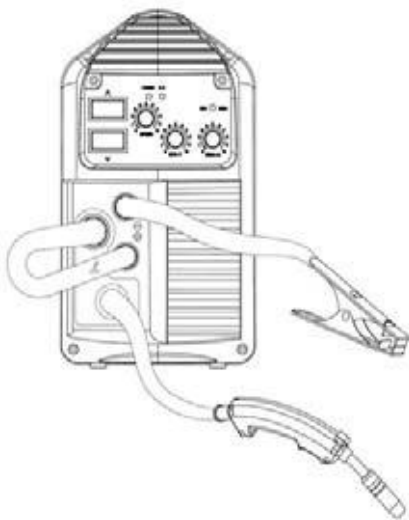
- Aislar el lugar de instalación de la máquina, de forma que no tengamos obstáculos para la apertura de entrada y salida del aire de refrigeración (circulación forzada, a través del ventilador); asegurarse, al mismo tiempo, que no se aspiran polvos conductivos, vapores corrosivos, humedad, etc.

CAMBIO DE POLARIDAD

CONFIGURACIÓN PARA USO DE TIPOS DE ALAMBRE

MIG con Alambre común (GMAW)

Esta configuración se conoce como DCEP / DC de electrodo positivo (polaridad directa). Esto es comúnmente utilizado en soldadura MIG en la mayoría de materiales como el acero y acero inoxidable. Debe utilizarse esta configuración para soldar con alambre común recubierto con gas. Para usar esta configuración, conectar la pinza de masa en la salida del negativo.



MIG con Alambre Flux Core (FCAW)

Esta configuración se conoce como DCEN / DC electrodo negativo (polaridad inversa). Esto es comúnmente utilizado para la soldadura MIG con alambre flux, el cual no necesita de gas de recubrimiento. Para usar esta configuración, conectar la pinza de masa en la salida del positivo.



CONEXIÓN A LA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN

- Antes de efectuar cualquier tipo de conexión eléctrica, compruebe que la tensión y frecuencia de la tarjeta de la soldadora corresponden a las de la red disponible en el lugar de instalación.
- La máquina debe ser alimentada con dos conductores (dos fases o fase neutro) más un tercer conductor, destinado exclusivamente para la conexión a la tierra de protección (PE), este conductor es de color amarillo-verde.

CLAVIJA: CONECTAR AL CABLE DE ALIMENTACIÓN, UNA CLAVIJA NORMALIZADA (2P+T/3P+T) DE CAPACIDAD ADECUADA Y PREDISPONER UNA TOMA DE RED DOTADA DE FUSIBLES O INTERRUPTOR AUTOMÁTICO. EL TERMINAL DE TIERRA CORRESPONDIENTE DEBE SER CONECTADO AL CONDUCTOR (AMARILLO VERDE) DE LA RED DE ALIMENTACIÓN. LA TABLA 1 APORTA LOS VALORES ACONSEJADOS DE LOS FUSIBLES RETARDADOS, EN AMPERIOS, ESCOGIDOS EN BASE A LA MÁXIMA CORRIENTE NOMINAL ABASTECIDA POR LA SOLDADORA Y EN BASE A LA TENSIÓN NOMINAL DE ALIMENTACIÓN.

▲ ATENCIÓN: La no observación de las normas antes indicadas, ocasiona ineficacia en el sistema de seguridad previsto por el fabricante (clase I), con los consiguientes graves riesgos para la persona (ej. shock eléctrico) y para las cosas (ej. incendio).

SUSTITUCIÓN DEL CABLE DE ALIMENTACIÓN ESTA OPERACIÓN DEBE SER EFECTUADA POR PERSONAL CALIFICADO.

Ubicación de la bombona

- Por razones de seguridad en el transporte, ubicar en la correspondiente plataforma posterior, sólo bombonas de pequeñas y medianas dimensiones.
- Sujetar la bombona rodeándola con la cadena que luego se deberá fijar firmemente en los ganchos. No transportar la soldadora con bombonas grandes.
- Quitar el sombrerete de la bombona, limpiar la rosca eliminando las suciedades y abrir por unos segundos la válvula para que salga un poco de gas, esto evitará que eventuales suciedades o impurezas entren en el reductor de presión, dañándolo. Controlar que la conexión del reductor tenga la empaquetadura y enroscarlo ejerciendo un poco de presión. Conectar el tubo del gas ajustando bien la abrazadera metálica. Controlar que no haya pérdidas con la válvula de la bombona abierta. De todas formas, hay que mantener la válvula siempre bien cerrada cuando no se usa la soldadora para evitar que se derroche el gas.

CARGA DEL CARRET E DE ALAMBRE

- CONTROLAR QUE LOS RODILLOS DE ARRASTRE DEL ALAMBRE, LA VAINA GUIAHILO Y EL TUBITO DE CONTACTO DE LA ANTORCHA CORRESPONDAN AL DIÁMETRO Y AL TIPO DE HILO QUE SE QUIERE UTILIZAR Y QUE ESTÉN CORRECTAMENTE MONTADOS.
- Colocar el carrete de alambre en el aspa, asegurándose de que el piolín de arrastre del aspa se haya alojado correctamente en el orificio previsto.
- Liberar el contra rodillo de presión y alejarlo del rodillo inferior.
- Liberar el cabo del alambre, cortarle el extremo deformado con un corte neto y sin rebaba; girar la bobina en sentido anti horario y hacer pasar el cabo del alambre por el guía hilo de entrada empujándolo unos 50-100 mm en el guía hilo de la unión antorcha.
- Colocar nuevamente el contra rodillo regulando su presión en un valor intermedio y verificar que el alambre esté correctamente colocado en la ranura del rodillo inferior.
- Frenar ligeramente el aspa con el tornillo de regulación.
- Encender la soldadora poniendo el interruptor en (I), apretar el botón de la antorcha y esperar que el cabo del alambre, recorriendo toda la vaina guía hilo, sobresalga unos 10-15 cm, de la parte anterior de la antorcha; soltar el botón de la antorcha.

⚠ CUIDADO: Durante estas operaciones el alambre está bajo tensión eléctrica y está sometido a fuerza mecánica, por lo tanto, puede causar, si no se adoptan oportunas medidas de precaución, peligros de shock eléctrico, heridas y arcos eléctricos no deseados.

- Llevar puestos siempre vestidos y guantes protectores aislantes.
- No utilizar la embocadura de la antorcha contra partes del cuerpo.
- No acercar la antorcha a la bombona.
- Montar nuevamente en la antorcha el tubito de contacto y el inyector.
- Verificar que el avance del alambre sea regular; calibrar la presión de los rodillos y el frenado del aspa en los valores mínimos posibles, verificando que el alambre no patine en la ranura y que no se aflojen las espiras de este al detener el arrastre por excesiva inercia del carrete.
- Cortar el extremo del alambre que sale del inyector a unos 10-15mm.

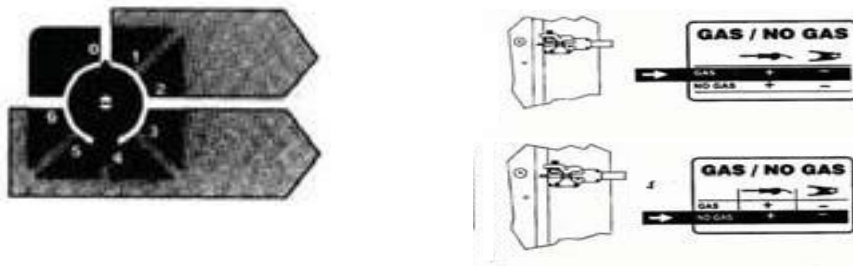


PREPARACIÓN DE LA SOLDADORA

- Si se está usando el alambre lleno, abrir y regular el flujo de gas de protección, por medio del reductor de presión.

NOTA: No olvidarse al final del trabajo de cerrar el gas de protección.

- Encender la soldadora y programar la corriente de soldadura con los interruptores o el convertidor rotatorio.



FUNCIÓN PUNTEADO

⚠ **ATENCIÓN:** Apretar el botón de la antorcha de soldar hasta que salga el alambre del tubito de contacto.

- Regular los parámetros de soldadura, regulando la velocidad del alambre con el correspondiente pomo hasta obtener una soldadura regular.
- La lámpara de señalación se enciende cuando se verifican condiciones de recalentamiento, interrumpiendo el suministro de potencia; el restablecimiento se produce automáticamente después de algunos minutos de enfriamiento.

SOLDADURA POR PROCEDIMIENTO TIG (TUNGSTEN INERT GAS)

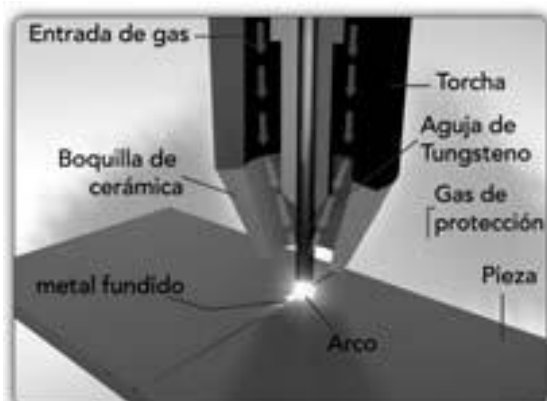
Suelda las partes con un electrodo no consumible bajo un gas inerte.

Detalle de costura con TIG



Fig. 7

En este procedimiento se hace saltar un arco eléctrico entre un electrodo refractario de tungsteno y la pieza a soldar, mientras que un chorro de gas inerte, generalmente argón, rodeando el electrodo, protege el baño de fusión contra la oxidación. Una varilla de aportación sujeta con la mano alimenta el baño de fusión, y está específicamente concebida para la soldadura de las aleaciones de aluminio. Se utiliza en espesores comprendidos entre 1 y 6 mm y se puede robotizar.



SOLDADURA POR ELECTRODO NO CONSUMIBLE PROTEGIDO

- El objetivo fundamental en cualquier operación de soldadura es el de conseguir una junta con la misma característica del metal base. Este resultado sólo puede obtenerse si el baño de fusión está completamente aislado de la atmósfera durante toda la operación de soldeo. De no ser así, tanto el oxígeno como el nitrógeno del aire serán absorbidos por el metal en estado de fusión y la soldadura quedará porosa y frágil. En este tipo de soldadura se utiliza, como medio de protección, un chorro de gas que impide la contaminación de la junta.
- A diferencia que, en las soldaduras de electrodo consumible, en este caso el metal que formará el cordón de soldadura debe ser añadido externamente, a no ser que las piezas a soldar sean específicamente delgadas y no sea necesario. El metal de aportación debe ser de la misma composición o similar que el metal base; incluso, en algunos casos, puede utilizarse satisfactoriamente como material de aportación una tira obtenida de las propias chapas a soldar.
- La inyección del gas a la zona de soldeo se consigue mediante una canalización que llega directamente a la punta del electrodo, rodeándolo. Dada la elevada resistencia a la temperatura del tungsteno (funde a 3410 °C), acompañada de la protección del gas, la punta del electrodo apenas se desgasta tras un uso prolongado. Es conveniente, eso sí, repasar la terminación en punta, ya que una geometría poco adecuada perjudicaría en gran medida la calidad del soldado. Respecto al gas, los más utilizados son el argón, el helio, y mezclas de ambos. El helio, gas noble (inerte, de ahí el nombre de soldadura por gas inerte) es más usado en los Estados Unidos, dado que allí se obtiene de forma económica en yacimientos de gas natural. Este gas deja un cordón de soldadura más achatado y menos profundo que el argón. Este último, más utilizado en Europa por su bajo precio en comparación con el helio, deja un cordón más triangular y que se infiltra en la soldadura. Una mezcla de ambos gases proporcionará un cordón de soldadura con características intermedias entre los dos.
- La gran ventaja de este método de soldadura es, básicamente, la obtención de cordones más resistentes, más dúctiles y menos sensibles a la corrosión que en el resto de procedimientos, ya que el gas protector impide el contacto entre la atmósfera y el baño de fusión. Además, dicho gas simplifica notablemente el soldeo de metales no ferrosos, por no requerir el empleo de desoxidantes, con las deformaciones o inclusiones de escoria que pueden implicar. Otra ventaja de la soldadura por arco con protección gaseosa es la que permite obtener soldaduras limpias y uniformes debido a la escasez de humos y proyecciones; la movilidad del gas que rodea al arco transparente permite al soldador ver claramente lo que está haciendo en todo momento, lo que repercute favorablemente en la calidad de la soldadura. El cordón obtenido es por tanto de un buen acabado superficial, que puede mejorarse con sencillas operaciones de acabado, lo

que incide favorablemente en los costes de producción. Además, la deformación que se produce en las inmediaciones del cordón de soldadura es menor.

- Como inconvenientes está la necesidad de proporcionar un flujo continuo de gas, con la subsiguiente instalación de tuberías, etc., y el encarecimiento que supone. Además, este método de soldadura requiere una mano de obra muy especializada, lo que también aumenta los costes. Por tanto, no es uno de los métodos más utilizados, sino que se reserva para uniones con necesidades especiales de acabado superficial y precisión.

MATERIALES DE APORTACIÓN

- En la soldadura TIG se puede o no utilizar materiales de aportación. Las mejores propiedades de la junta soldada en lo que se refiere a la resistencia, corrosión y ausencia de fisuras, se obtiene cuando se usan materiales de aportación adecuados.
- No existe una norma general para la elección de los materiales de aportación, debido al tipo de utilización y al parámetro que interese más en cada caso. Las de alto contenido en magnesio AlMg5 (EN AW 5356-5556) dan mayor resistencia, mientras que la de AlSi5 (EN AW 4043) es más resistente a la fisuración y proporciona mejor flujo de metal durante el proceso de fusión de las aleaciones templables. Este tipo de aleaciones (AlCu - AlMgSi - AlZn), no se deben soldar con material de aportación del mismo grupo de aleación por el proceso de fisuración. En el caso de que el material se vaya a anodizar posteriormente a la soldadura, se evitará el material de aportación AlSi5 porque tomará en la zona de soldadura un color muy oscuro. Con el fin de reducir el peligro de la corrosión bajo tensión y aumentar la resistencia, se ha añadido Cu a las aleaciones de AlZnMg. Al hacer esto, también empeora la soldabilidad. Diversas investigaciones señalan que se puede añadir como máximo 0,2% de Cu, antes de que el peligro de fisuración en caliente aumente considerablemente. Se elige en este caso el AlSi5 (EN AW 4043). (glosario pág. 22)

LIMPIEZA ANTES DE SOLDAR

- La limpieza antes de la soldadura es esencial para conseguir buenos resultados. La suciedad, aceites, restos de grasas, humedad y óxidos deben ser eliminados previamente, bien sea por medios mecánicos o químicos. Para trabajos normales de taller se puede elegir el siguiente procedimiento:
 1. Eliminación de la suciedad y desengrasado en frío con alcohol o acetona.
 2. Lavar con agua y secar inmediatamente para evitar el riesgo de oxidación.
 3. Eliminación mecánica mediante:
 - Cepillado con un cepillo rotativo inoxidable.
 - Raspado con lija abrasiva o lima.
 - Por chorreado.

- Cuando hay demandas más exigentes respecto a la preparación, se puede realizar una limpieza química según el esquema siguiente:
 - Eliminación de la suciedad.
 - Desengrasado con percloroetileno a 121°C.
 - Lavado con agua y secado inmediato.
 - Eliminación del óxido de aluminio de la siguiente forma:
 - Limpieza alcalina con p.e. NaOH.
 - Limpieza ácida con p.e. HNO₃ + HCl + HF.
 - Lavado con agua y secado inmediato.
 - Neutralización con HNO₃ (después del tratamiento con NaOH).
 - Baño en agua desionizada.
 - Secado inmediato con aire caliente. Los métodos químicos requieren equipos costosos para el tratamiento superficial y no se pueden usar siempre por esta razón. Sin embargo, no se debe nunca prescindir de la eliminación del óxido o el desengrasado en el área de soldadura.

ATMÓSFERA CONTROLADA

- Como gases de protección para la soldadura TIG, se usan siempre los gases inertes Argón y Helio. Durante la soldadura el gas inerte enfría la boquilla de soldadura y protege, al mismo tiempo, al electrodo y al baño de fusión. El gas también participa en el proceso eléctrico en el arco. Los gases comerciales que generalmente se usan son los siguientes:
 - Argón, pureza 99,95 %.
 - Argón + Helio (30/70, 50/50) para soldadura MIG, da un baño de fusión más amplio y caliente.
 - Helio para corriente continua. En la soldadura TIG proporciona una fusión más caliente y velocidad de soldadura mayor, pero es más caro y requiere mayor consumo.
 - El Argón puro es el gas que con mayor frecuencia se usa y se debe emplear en la soldadura normal de taller, puesto que es mucho más económico y requiere menor flujo de gas. El Helio se usa sólo cuando se exige mayor penetración, por ejemplo, en soldadura en ángulo o cuando se suelda un material muy grueso.

USO DE LA SOLDADORA TIG

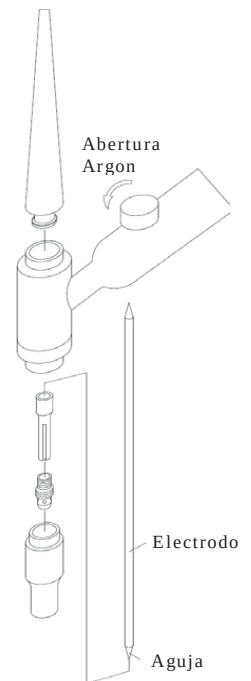
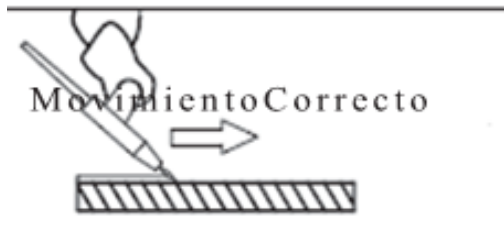
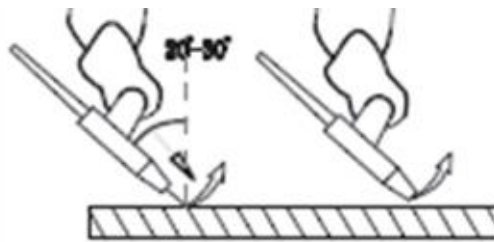
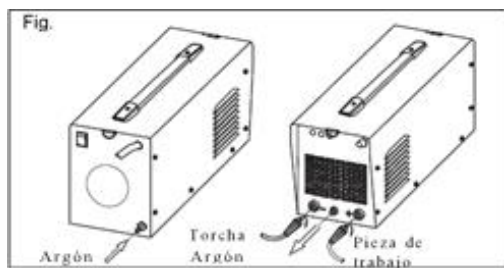
Antes de conectar la soldadora a la corriente eléctrica, verifique lo siguiente:

1. Inserte el cable de masa dentro del polo positivo del panel frontal y ajústelo. Inserte el conector de la antorcha en el polo negativo del panel frontal y ajústelo.

2. Conecte el tubo de Gas Argón en su entrada correspondiente en el panel trasero. Luego conecte el conducto de gas a antorcha en el panel frontal (Figura 8).
3. Inserte el electrodo de tungsteno dentro de la antorcha.
4. Encienda la unidad y regule la potencia en función al diámetro de electrodo a usar.
5. Sostenga la máscara en frente de su rostro, toque con el electrodo el punto a soldar sobre la pieza de trabajo, esta es la forma de iniciar el arco de soldadura; en este momento la luz Verde indica que la unidad está lista para empezar a soldar. La luz se apagará cuando la antorcha se aleje de la pieza de trabajo.

⚠ ATENCIÓN

No golpee el electrodo sobre la pieza de trabajo, ya que dañará el mismo y esto dificultará el trabajo. Cuando esté trabajando sobre la pieza, posicione el electrodo a 2 – 5 mm de la pieza. Esto es posible de realizar: recuerde que la inclinación del electrodo contra el avance es de 20 – 30° (grados), haga que la antorcha realice el movimiento hacia la izquierda a lo largo de la línea de soldadura.



MANTENIMIENTO MIG

⚠ ATENCIÓN

- EN NINGÚN CASO QUITAR LOS PANELES DE LA MÁQUINA, NI ACCEDER A SU INTERIOR, SIN QUE SE HAYA QUITADO PREVIAMENTE, LA CLAVIJA DE LA TOMA DE ALIMENTACIÓN.
- LOS CONTROLES EVENTUALES REALIZADOS BAJO TENSIÓN EN EL INTERIOR DE LA MÁQUINA, PUEDEN CAUSAR SHOCK ELÉCTRICO GRAVE, ORIGINADO POR CONTACTO DIRECTO CON PARTES EN TENSIÓN.
- Periódicamente, y sea como fuere con frecuencia, en función del uso o de la Polvorosidad del ambiente, inspeccionar el interior de la máquina y quitar el polvo depositado sobre los componentes, mediante un chorro de aire a baja presión.
- Al final de las actuaciones de mantenimiento, vuelva a montar los paneles de la máquina atornillando a fondo los tornillos de fijación.
- Nunca dirija el porta electrodo hacia sí mismo y evite el contacto directo con el hilo.
- No bata ni cierre el porta electrodo con herramientas.
- No apoyar la antorcha y su cable sobre piezas calientes; esto causaría la fusión de los materiales aislantes inutilizándola rápidamente.
- Controlar periódicamente el sellado de la tubería y de las uniones por donde circula el gas.
- Cada vez que se sustituye el carrete de alambre, limpiar con un soplo de aire comprimido seco (máx.10 bar) la vaina guía hilo; controlar que esté íntegra.
- Controlar, por lo menos una vez al día, las condiciones de desgaste y la exactitud del montaje de las partes terminales de la antorcha: inyector, tubito de contacto, difusor de gas.
- Antes de cualquier tipo de mantenimiento o sustitución de las partes consumibles del porta electrodo, desconecte el equipo y déjelo que se enfríe.
- Sustituya el tubito de contacto, en caso de que presentara un agujero deformado o ensanchado.
- Periódicamente limpie la parte interior de la boquilla y la del difusor.
- Compruebe frecuentemente el estado de los cables de soldadura y sustitúyalos en caso de desgaste sobrante.

ALIMENTADOR DE ALAMBRE

- Controlar las condiciones de desgaste de los rodillos de arrastre del alambre; quitar periódicamente el polvo metálico depositado en la zona de arrastre (rodillos y guía hilo de entrada y de salida).

PROBLEMAS Y SOLUCIONES MIG-MAG

PROBLEMA	CAUSA	METODOS DE SOLUCION
La alimentación del alambre no es estable.	1. La presión del alambre es excesiva o deficiente. 2. Mucha resistencia en el tubo causado por suciedad. 3. La placa de alambre está muy tirante. 4. Alambre oxidado.	1. Ajustar el alambre. 2. Reemplace el tubo de alimentación. 3. Aflojar la tuerca de la placa. 4. Use alambre de buena calidad.
Presiona el interruptor de la antorcha, pero no comienza el soldado.	1. El interruptor de la antorcha o el control del alambre están rotos. 2. Fusible roto. 3. Placa PCB rota.	1. Reparar o reemplazar 2. Revisar y reemplazar. 3. Revisar y reemplazar.
Disminuye la corriente de salida	1. La pinza de tierra no está bien conectada. 2. La conexión de la antorcha no está bien hecha.	1. Revisar y ajustar. 2. Revisar y ajustar o reemplazar.
La línea de soldado tiene aire.	1. Falta de gas. 2. El viento es muy fuerte. 3. La boquilla de la antorcha tiene suciedad.	1. Revise el gas del envase. 2. Use una pantalla para impedir el paso del viento 3. Limpiar la suciedad.
La línea de soldado tiene aire.	4. El tubo de aire está roto. 5. La válvula de aire no funciona. 6. El gas o el alambre de soldado están en malas condiciones.	4. Remplace el tubo de aire. 5. Revisar la válvula de aire. 6. Reemplazar el gas o el alambre.
Hay mucha chispa.	1. La velocidad de alimentaciones muy alta. 2. Alto voltaje. 3. El alambre es muy largo. 4. Falta de gas.	1. Ajustar. 2. Ajustar. 3. Ajustar. 4. Revisar y ajustar.

MANTENIMIENTO ELECTRODO

- Esta parte del manual es importante para el uso correcto del equipo de soldadura. No contiene instrucciones específicas de mantenimiento, ya que esta fuente de poder no requiere servicio de rutina.
- Las precauciones a tomar son las usuales para cualquier equipo de soldadura eléctrica con armazón o cubierta metálica.
- Se recomienda evitar golpes y cualquier forma de exposición de la máquina a caídas, fuentes de calor excesivo, u otras situaciones.
- En caso de transporte y/o almacenamiento, el equipo de soldadura no debe exponerse a temperaturas fuera del rango de: -25 a + 55°C.

- Si se necesita reparación, es posible seguir las instrucciones provistas en el manual de servicio técnico adecuado. Sin embargo, esto no debe intentarse a menos que se cuente con las herramientas y el conocimiento de un personal técnico autorizado.
- El mantenimiento o la reparación realizadas por servicios técnicos no autorizados anularán y darán por terminada la garantía del fabricante.

REPARACIÓN

- La reparación de la herramienta debe ser llevada a cabo solamente por un personal de reparaciones calificado. La reparación o el mantenimiento realizado por una persona no calificada puede generar peligro de lesiones.
- Cuando esté reparando la máquina, use únicamente partes de reemplazo idénticas. Siga las instrucciones en la sección de mantenimiento de este manual. El uso de partes no autorizadas o la falta en el seguimiento de las instrucciones de mantenimiento pueden ocasionar el riesgo de una descarga eléctrica o lesiones.

GLOSARIO

AlSi5: Aleación de Aluminio-Silicio

AlCu: Aleación de Aluminio-Cobre

AlMgSi: Aleación de Aluminio-Magnesio-Silicio

AlZn: Aleación de Aluminio-Zinc

AlZnMg: Aleación de Aluminio-Zinc-Magnesio

AlMg5: Aleación de Aluminio-Magnesio

NaOH: Hidróxido de sodio

HNO₃: Ácido nítrico

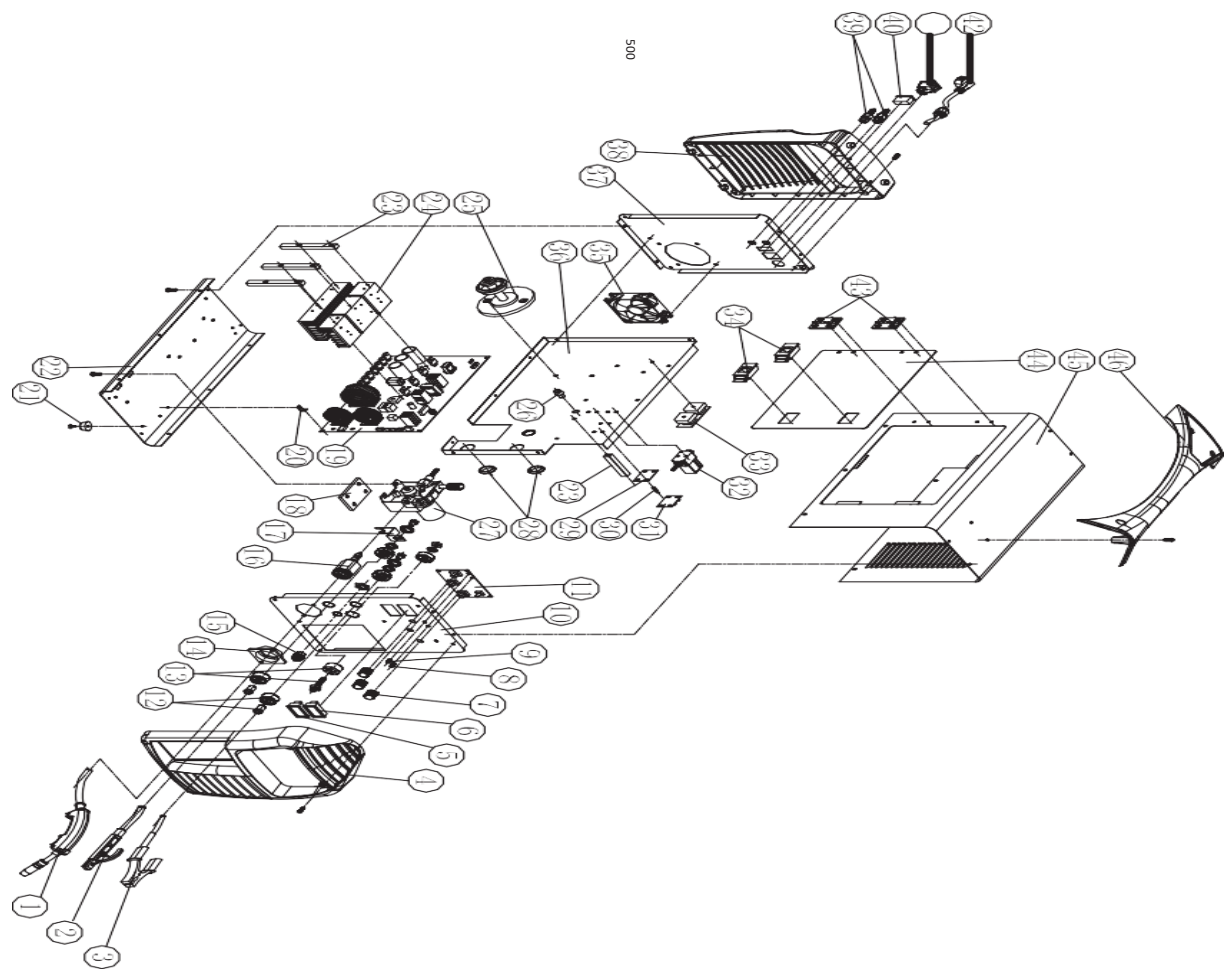
HCl: Ácido clorhídrico HF: Ácido fluorhídrico

PROBLEMAS Y SOLUCIONES ELECTRODO

El indicador del interruptor no se encuentra encendido, el ventilador no funciona y no hay salida de corriente.	Asegúrese de que el interruptor se encuentre encendido. Asegúrese de que el cable de entrada se encuentre conectado.
El indicador se encuentra encendido, el ventilador no funciona y no hay salida de corriente.	1. El poder a 220V no se estabiliza (el cable de entrada es muy delgado) o el cable de entrada está conectado para electrificar la red eléctrica causando que la herramienta active su circuito de protección. Incremente la sección del cable y conecte firmemente a la ranura. Apague la máquina 5-10 minutos y vuelva a encenderla

	2. Apague y prenda la herramienta en poco tiempo para causar que el equipo de protección funcione correctamente. 3. Los cables están relajados entre el cable de poder y la placa principal. Ajústelos nuevamente.
El ventilador funciona, la corriente de salida no se estabiliza, a veces es alta y a veces es baja.	La regulación de resistencia de 1K está rota. Reemplácela. La terminal de salida está rota o mal conectada. Chequee.
El ventilador funciona y el indicador de funcionamiento anormal no se encuentra prendido, pero no hay salida de corriente.	1. Chequee si los componentes están bien conectados. 2. Chequee si el conector de salida de la terminal está haciendo cortocircuito o mal conectado. 3. Mida con un voltímetro el circuito principal y chequee que el voltaje sea de aproximadamente 308V DC. 4. Si el indicador verde no está encendido, contacte a un operador del servicio técnico. 5. Si hay dudas con respecto al circuito eléctrico, contactea un operador del servicio técnico.
El ventilador funciona y el indicador de funcionamiento anormal está encendido, pero no hay salida de corriente.	1. Estará funcionando el protector de sobre corriente. Apague la herramienta y espere. Luego de que el indicador se apague, encienda la herramienta. 2. Está funcionando la protección térmica. Apague la máquina por 5-10 minutos y vuelva a empezar. 3. El circuito inversor está dañado: Reemplace el tubo IGBT. Algún tubo rectificador secundario puede estar dañado, chequee y reemplácelo. 4. El circuito de retorno puede estar dañado.

DESPIECE/VISTA IMET 10250



LISTADO DE PARTES IMET 10250

Ítem	Código	Descripción	Description	Descrição
1	IMET10250R1001	TORCHA MIG	MIG TORCH	TORCHA MIG
2	IMET10250R1002	SOPORTE DE ELECTRODO	ELECTRODE HOLDER	SUPORE DO ELETRODO
3	IMET10250R1003	PINZA DE MASA	EARTH CLAMP	PINÇA DE TERRA
4	IMET10250R1004	PANEL PLÁSTICO	PLASTIC PANEL	PANEL PLASTICO
5	IMET10250R1005	DISPLAY DE VOLTAJE	VOLTAGE DISPLAY	DISPLAY DE VOLTAGEM
6	IMET10250R1006	DISPLAY DE CORRIENTE	CURRENT DISPLAY	DISPLAY DE CORRENTE
7	IMET10250R1007	PERILLA	KNOB	BOTÃO
8	IMET10250R1008	LUZ OC	OC LIGHT	LUZ OC
9	IMET10250R1009	LUZ DE ENCENDIDO	POWER LIGHT	LUZ DE ACENDIDO
10	IMET10250R1010	PANEL FRONTAL	FRONT PANEL	PANEL FRONTAL
11	IMET10250R1011	POTENCIOMÉTRO PK-125-A0	POTENTIOMETER PLATE PK-125-A0	POTENCIOMETRO
12	IMET10250R1012	ACOPLE	COUPLER	ACOPLE
13	IMET10250R1013	CONECTOR ELÉCTRICO DE GAS	GAS ELECTRICAL CONNECTOR	CONETOR ELETRICO DE GAS
14	IMET10250R1014	PIEZA FIJA	FIXED PIECE	PEÇA FIXA

15	IMET10250R1015	ENCHUFE DE AVIADOR	AVIATION PLUG	PLUGUE DE AVIADOR
16	IMET10250R1016	RANURA	SOCKET	RANHURA
17	IMET10250R1017	CONEXIONES DE COBRE	COPPER CONNECTIONS	CONEXÕES DE COBRE
18	IMET10250R1018	PLACA AISLANTE	INSULATING PLATE	PLACA ISOLANTE
19	IMET10250R1019	PCB PRINCIPAL PT-117-A0	MAIN PCB PT-117-A0	PCB PRINCIPAL PT-117-A0
20	IMET10250R1020	CURVA	BEND	CURVA
21	IMET10250R1021	PIE	FOOT	PE
22	IMET10250R1022	PLACA BASE	BASE BOARD	PLACA BASE
23	IMET10250R1023	PIEZA AISLANTE	ARTICLE BAKELITE	PEÇA ISOLANTE
24	IMET10250R1024	RADIADOR	RADIATOR	RADIADOR
25	IMET10250R1025	BASE DE ALAMBRE	WIRE REEL BASE	BASE DE ALAMBRE
26	IMET10250R1026	INTERRUPTOR DE ALAMBRE	CHECK WIRE SWITCH	INTERRUPTOR DE ARAME
27	IMET10250R1027	ALIMENTADOR DE ALAMBRE	WIRE FEEDER	ALIMENTADOR DO ARAME
28	IMET10250R1028	GOMA	SOFT RUBBER SET	BORRACHA
29	IMET10250R1029	PLACA AISLANTE	INSULATING PLATE	PLACA ISOLANTE
30	IMET10250R1030	TARUGO	LONG BRASS STUD	TARUGO
31	IMET10250R1031	PCB DE DISPLAY DIGITAL PK-116-A0	DIGITAL DISPLAY PCB PK-116-A0	PCB DO DISPLAY DIGITAL PK-116-A0
32	IMET10250R1032	VÁLVULA ELECTROMAGNÉTICA	ELECTROMAGNETIC VALVE	VAVULA ELETROMAGNETICA
33	IMET10250R1033	PLACA DE ARCO PCB PH-90-A0(2)	D ARC PLATE PCB PH-90-A0(2)	PLACA DO ARCO PCB PH-90-A0(2)
34	IMET10250R1034	BROCHE	HASP	BROCHE
35	IMET10250R1035	TURBINA	FAN	TURBINA
36	IMET10250R1036	PLACA SEPARADORA MEDIA	MIDDLE SEPARATING BOARD	PLACA SEPARADORA MEIA
37	IMET10250R1037	PANEL TRASERO	BACK PANEL	PANEL TRASEIRO
38	IMET10250R1038	PLACA	BACK FACE PLATE	PLACA
39	IMET10250R1039	BOQUILLA DE GAS	GAS NOZZLE	BOQUILHA DE GAS
40	IMET10250R1040	RANURA	SOCKET	RANHURA
500	IMET10250R1500	INTERRUPTOR	POWER SWITCH	INTERRUPTOR
42	IMET10250R1042	ENCHUFE	PLUG	PLUGUE
43	IMET10250R1043	BISAGRA	HINGE	DOBRADIÇA
44	IMET10250R1044	COMPUERTA	CHECKING DOOR	COMPORTA
45	IMET10250R1045	COBERTOR SUPERIOR	UP COVER	COBERTOR SUPERIOR
46	IMET10250R1046	MANGO	HANDLE	ALÇA

ANEXO 2. NORMAS DE SEGURIDAD PARA LOS DIFERENTES PROCESOS DE SOLDADURAS

NORMAS DE SEGURIDAD ELECTRICA

- 1- Las conexiones fijas de enganche o toma a la red deben ser instaladas sólo por personal eléctrico especialista.
- 2- La tensión eléctrica del equipo en vacío, es decir, cuando aún no se ha establecido el arco, puede ser mucho mayor que la de trabajo, así que ha de vigilarse con atención el estado de los cables. Emplee sólo empalmes y cables en buen estado y perfectamente aislados.
- 3- Durante las operaciones de soldadura debe estar correctamente conectado el cable de masa, que debe ser un conductor especial para la conexión a tierra de la armadura de la máquina, y que debe estar en perfecto estado de conservación
- 4- Establezca la conexión a tierra tan cerca como sea posible de la zona donde se vaya a efectuar la soldadura.
- 5- El número de conexiones a tierra en cualquier punto no debe pasar de dos, así se evita la excesiva generación de calor.
- 6- Limpie el área cercana a la conexión de cualquier clase de líquido.
- 7- No efectúe la toma en ningún elemento metálico con posibilidades de quedar bajo tensión eléctrica.
- 8- La máquina de soldar, incluyendo la armadura del motor del generador y la caja de arranque, deben estar interconectados para formar una tierra permanente.
- 9- Si se trabaja en la misma zona que el equipo de soldar con herramientas eléctricas, éstas han de un aislamiento protector, ya que de lo contrario podrían llegar a fundirse sus conductores de protección por efecto de las corrientes inducidas por la soldadura.
- 10- Cuando la pieza que haya de soldar se encuentre colgada de un gancho de carga, intercale un aislante intermedio entre ambos, por ejemplo, una cuerda de cáñamo.
- 11- Los equipos o unidades portátiles deben ser desconectados de la red antes de ser trasladados o transportados, incluso cuando se vayan a limpiar o reparar.
- 12- Enrolle los cables de conexión a la red y los de soldadura antes de realizar cualquier transporte.

NORMAS DE SEGURIDAD EN LOS PROCESOS DE SOLDADURAS

- 1- Antes de conectar o desconectar la máquina, abra el circuito de la línea de fuerza para evitar chispas. Sea cuidadoso para mantener el cable seco.
- 2- Cuando se suspenda el trabajo abra el interruptor de la línea de fuerza.
- 3- Deje siempre el porta electrodos depositado encima de objetos aislantes, o colgado de una horquilla aislada.
- 4- Para evitar que la tensión en vacío descargue a través de su cuerpo, y los demás peligros asociados a las radiaciones ultravioleta, infrarrojas y a las de luz visible muy intensa sea cuidadoso a la hora de llevar la protección requerida.
- 5- Lleve los guantes aislantes protectores.
- 6- No esté con los brazos descubiertos, los rayos ultravioletas del arco pueden quemarle la piel.
- 7- Use pantalla protectora facial con cristales absorbentes.
- 8- Si necesita corrección visual, nunca utilice en este caso, lentes de contacto.
- 9- Sus compañeros deben llevar gafas con protección lateral y cristales absorbentes, absteniéndose igualmente de utilizar lentes de contacto.
- 10- Su cara debe estar como mínimo a 30 cm del arco de soldadura mientras realiza las soldaduras.
- 11- Si a su alrededor hay otros puestos de trabajo, debe protegerlos de las radiaciones usando pantallas adecuadas.
- 12- La protección mínima requerida será un traje de trabajo cerrado hasta arriba, mandil o peto de cuero, polainas, guantes con mangas y pantalla o careta de soldador.
- 13- Debe situar cerca del lugar de trabajo un extintor adecuado a la tarea específica que desarrolle.
- 14- Preocúpese de que la ventilación sea buena y elimine los gases, vapores o humos existentes procedentes de la soldadura mediante aspiración.
- 15- No ventile nunca con oxígeno.
- 16- Su ropa protectora debe ser no inflamable.

ANEXO 3. GUIAS PRACTICAS DE LABORATORIO TALLER PARA LA IMPLEMENTACION DE PROCESOS DE SOLDADURAS SMAW, GMAW Y GTAW

CARRERA	CICLO	MATERIA	ALUMNO
Ingeniería Mecánica			
PRACTICA NO.	LABORATORIO	Procesos de soldaduras	INSTRUCTOR
	NOMBRE DE LA PRACTICA	Preparación de equipo de soldaduras	

OBJETIVO:

- Demostrar conocimientos para trasladar equipo IMET 10250-190 BVM NEO y accesorios de soldadura SMAW, GTAW ó GMAW, a mesa de trabajo

Material a utilizar:

- Maquina soldadora inverter IMET 10250-190 BVM NEO
- Equipo de protección.

Introducción:

Preparar el equipo de soldar al lugar donde se realizará la práctica es importante para condicionar el puesto o mesa de trabajo.

Esta guía le ayudará a:

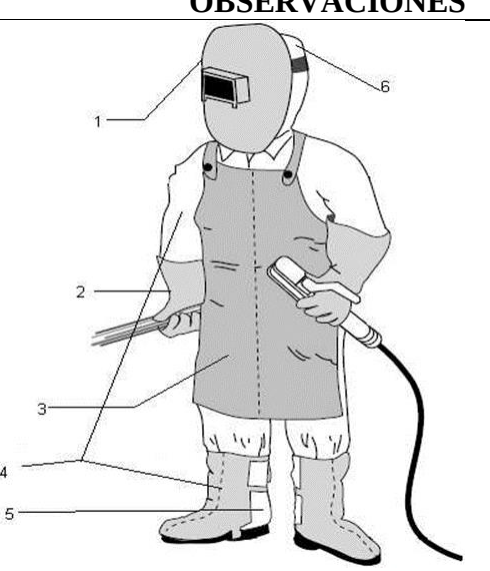
Seleccionar el equipo a trasladar, transportar el equipo seleccionado y ubicarlo en el lugar de destino.

Para esto debe tomar en cuenta que normas para el transporte de gases y procedimientos para el manejo de materiales y equipos de soldadura

PROCEDIMIENTOS DE OPERACIONES	OBSERVACIONES
- Seleccionar equipo de soldadura a revisar que en este caso es IMET 10250-190 BVM NEO - Revisar cables de alimentación eléctrica en equipo de soldadura. - Conectar equipo de soldadura en alimentación eléctrica. - Encender máquina de soldar y verificar su funcionamiento. Luego apagar. - Revisar cables de masa y porta electrodo. - Verifique que los cables de masa no presenten mordeduras, empalmes defectuosos u otro defecto que podría afectar el cierre del circuito eléctrico.	• Asegúrese que el equipo de soldadura seleccionado esté completo (cables de alimentación, cables de porta electrodo y tierra) • Asegúrese que el cable de alimentación de corriente cuente con enchufe • Limpie con un trapo el equipo de soldadura seleccionado • Determine fallas o anomalías en cable de alimentación eléctrica tales como revestimiento defectuoso, quemaduras, mordeduras, etc.

- Seleccionar material de aporte de acuerdo al tipo de material a soldar (carrete de alambre continuo para proceso MIG/MAG y varillas para proceso TIG) - Las varillas de aporte para proceso TIG, deben tener el diámetro sugerido de acuerdo al espesor del material a soldar. - RECUERDE: Que cada material base tiene su respectivo material de aporte, tanto en proceso TIG como MIG/MAG. - Seleccionar accesorios en equipo de soldadura para realizar el trabajo - Seleccionar herramienta auxiliar para realizar el trabajo. - Verificar contenido de gas de protección en cilindro.	• Antes de conectar, asegúrese que el equipo de soldadura trabaje con el tipo de corriente al cual será conectado • En el caso de alambre continuo para proceso MIG/MAG, asegúrese que el diámetro esté de acuerdo al tipo y número de guía en el arrastre del alambre continuo. • Asegúrese que los accesorios del equipo de soldadura sean los adecuados para el tipo de obra a realizar (toberas, guías, etc.) • Verifique que el cable de extensión a utilizar esté en condiciones adecuadas de trabajo. • Seleccione herramientas de acuerdo al tipo de práctica a realizar, tales como: sierra, martillo, alicates, abrasivos, etc. • Evite traslado de herramienta que no ha de utilizar. • Revise que los cilindros que ha de transportar contengan gas de protección, para ello conecte el manómetro en éste y verifique la presión que se tiene de gas dentro del cilindro • Asegúrese que cada cilindro debe poseer su gorro para evitar que la válvula se dañe.
--	--

NORMAS DE SEGURIDAD

PASOS	OBSERVACIONES
1. Careta de soldar: para proteger los ojos, la cara, el cuello 2. Guantes de cuero: para proteger las manos y muñecas. 3. Delantal de cuero: para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco. 4. Polainas y mangas de cuero: para evitar las severas quemaduras que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido. 5. Zapatos de seguridad: que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras. 6. Gorro: para proteger el cabello y el cuero cabelludo.	

ACTIVIDADES A REALIZAR POR EL ALUMNO
1. Desarrollo de la practica
2. Conclusiones
3. Entrega de reporte

CARRERA	CICLO	MATERIA	ALUMNO
Ingeniería Mecánica			
PRACTICA NO.	LABORATORIO	Proceso de soldadura SMAW	INSTRUCTOR
	NOMBRE DE LA PRACTICA	Encendido del arco y cordón de soldadura	1

OBJETIVOS:

- El alumno aprenderá el procedimiento básico para poder realizar una unión a tope utilizando soldadura de arco manual con electrodo revestido (SMAW).
- El alumno aprenderá la importancia del tratamiento que se debe dar a las piezas a unir y la función que desempeñan los elementos del arco eléctrico en el proceso de soldadura por arco eléctrico.
- Debe adquirir el conocimiento mínimo para realizar una unión de soldadura.
- Aprenderá las medidas de seguridad necesarias para la ejecución de este trabajo.

Material a utilizar:

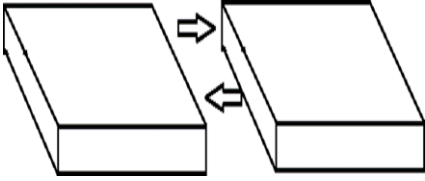
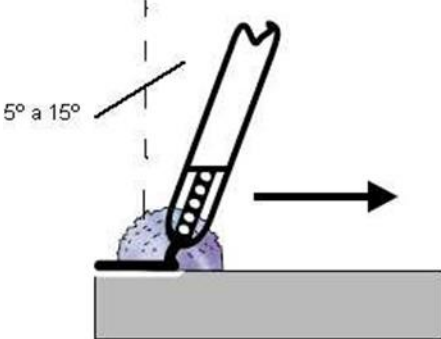
- Maquina soldadora inverter IMET 10250-190 BVM NEO
- Pinza de maza.
- Cable porta electrodo.
- Electrodo revestido del tipo 6013 diámetro de núcleo 3/32
- 2 Placas de acero al carbono (150mm *100 mm* 6mm)
- Equipo de protección.

Introducción:

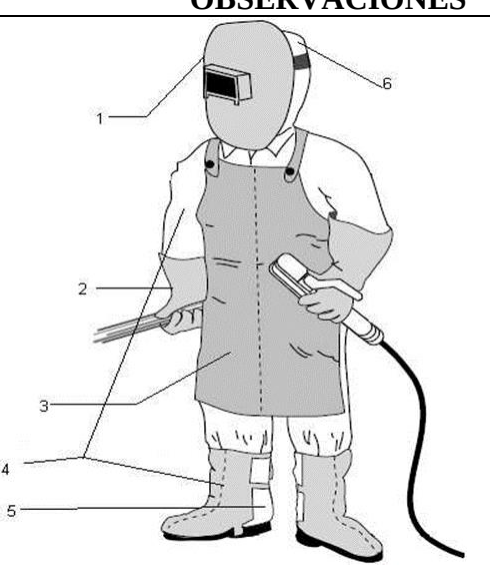
Se llama soldadura a la unión de dos piezas metálicas de igual o parecida composición, de forma que la unión quede rígida. Esto se consigue bien por el efecto de fusión que proporciona la aportación de calor, por la aportación de otro metal de enlace o por la combinación de ambos efectos.

La soldadura en plano se denomina así por su posición precisamente plana, esta es la posición más cómoda que existe y por lo consiguiente es la ideal para realizar soldaduras perfectas.

La unión a tope consiste en que las placas o piezas a soldar se colocan con sus extremos a unir juntos, las piezas pueden ser tratadas con un chaflán o no.

PROCEDIMIENTOS DE OPERACIONES	OBSERVACIONES
Actividad 1. -Limpie las piezas con un cincel y con cepillo de alambre hasta que no tenga residuos de óxido, metal suelto por el corte u algún material ajeno a esta. Si contiene alguna imperfección las partes donde será unida puede hacer uso de un esmeril para corregirla, trate de no quemar el material con el disco para evitar choques térmicos en las piezas y no debilitar la soldadura antes de hacerla.	 Detalle de las piezas a unir
Actividad 2. -Encender el arco eléctrico -Desplazar el electrodo manteniendo encendido el arco eléctrico e inclinar de 5° a 15° en relación a la horizontal -Observar detrás del arco eléctrico la formación del cordón. - De acuerdo a la observación realizada aumentar o reducir la velocidad para formar un cordón de aspecto agradable. - Durante el proceso de soldadura ajustar la distancia de la punta del electrodo a la pieza ya que en el proceso el electrodo se consume. - Si al desplazar el electrodo se pega con la pieza de trabajo se debe realizar un movimiento de vaivén para que se pueda retirar el electrodo de la pieza. - El objetivo es el de formar el cordón tal que tenga una buena penetración al reverso de la platina. - Limpiar la escoria del cordón de soldadura. - observar los resultados del cordón de soldadura. - Formar tres cordones de soldadura - Apagar el arco eléctrico	
NOTA: Si se es principiante en el proceso realice el ejercicio de práctica en línea recta sobre un material similar al de la probeta, pero sin unir solo para realizar el cordón. Una vez que sus cordones sean de buena calidad y apariencia, proceda a realizar la unión.	

NORMAS DE SEGURIDAD

PASOS	OBSERVACIONES
1- Careta de soldar: para proteger los ojos, la cara, el cuello 2- Guantes de cuero: para proteger las manos y muñecas. 3- Delantal de cuero: para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco. 4- Polainas y mangas de cuero: para evitar las severas quemaduras que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido. 5- Zapatos de seguridad: que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras. 6- Gorro: para proteger el cabello y el cuero cabelludo.	

RECOMENDACIONES

- Al pegar el electrodo a la platina, no levantarse el casco de soldar hasta haber retirado o desconectado del porta electrodo.
- Tenga cerca un extintor en caso de incendio.
- Utilizar gafas de seguridad cuando se limpia la escoria.
- Ubicar las placas en la prensa de banco para limpiar.

Cualquier duda preguntar al instructor

RECOMENDACIONES DE LO QUE NO SE DEBE HACER

- No enfriar el material soldado con agua.
- No sujetar la pieza soldada con el guante de cuero.
- No enrollar los cables alrededor del soldador y tampoco alrededor de la máquina.
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura.
- Al terminar de soldar nunca dejar el porta electrodo sobre la mesa de trabajo.
- No tocar partes del circuito de soldadura que estén sin protección, por cuanto puede llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales.
- No cambiar la polaridad de las maquinas en funcionamiento.
- No pisar los cables de soldadura.

ACTIVIDADES A REALIZAR POR EL ALUMNO
1. Desarrollo de la practica
2. Conclusiones
3. Entrega de reporte

CARRERA	CICLO	MATERIA	ALUMNO
Ingeniería Mecánica			
PRACTICA NO.	LABORATORIO	Proceso de soldadura GMAW	INSTRUCTOR
	NOMBRE DE LA PRACTICA	Encendido del arco y depósito de soldadura posición 1G	TIEMPO

OBJETIVOS:

- Desarrollar las habilidades para realizar un cordón de soldadura de acuerdo al tipo de unión.
- Poder seleccionar el gas de protección, corriente apropiada, diámetro y tipo de alambre correcto en soldadura GMAW
- Saber regular la velocidad del alambre y voltaje del arco.

Material a utilizar:

- Piezas de acero al carbono de 6.35mm * 100mm* 25mm
- Cortadoras de alambre
- Cepillo de alambre
- Un equipo de soldadura **IMET 10250-190 BVM NEO**

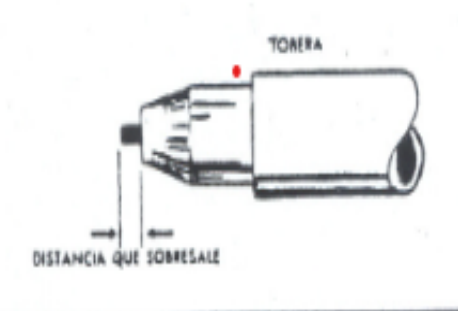
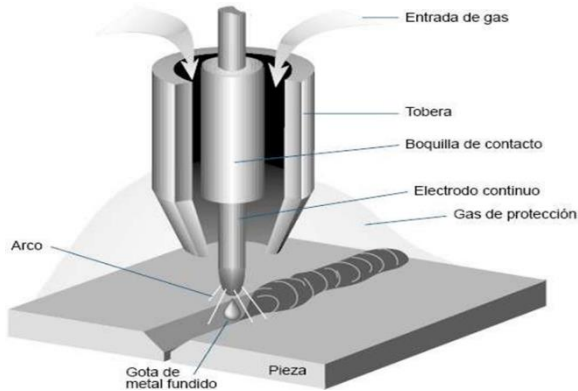
Introducción:

En este proceso como en todos los procesos de soldadura la aplicación de un cordón está sujeto a factores que se deben respetar y que se llaman comúnmente condiciones especiales porque influyen en forma directa en la calidad de la soldadura.

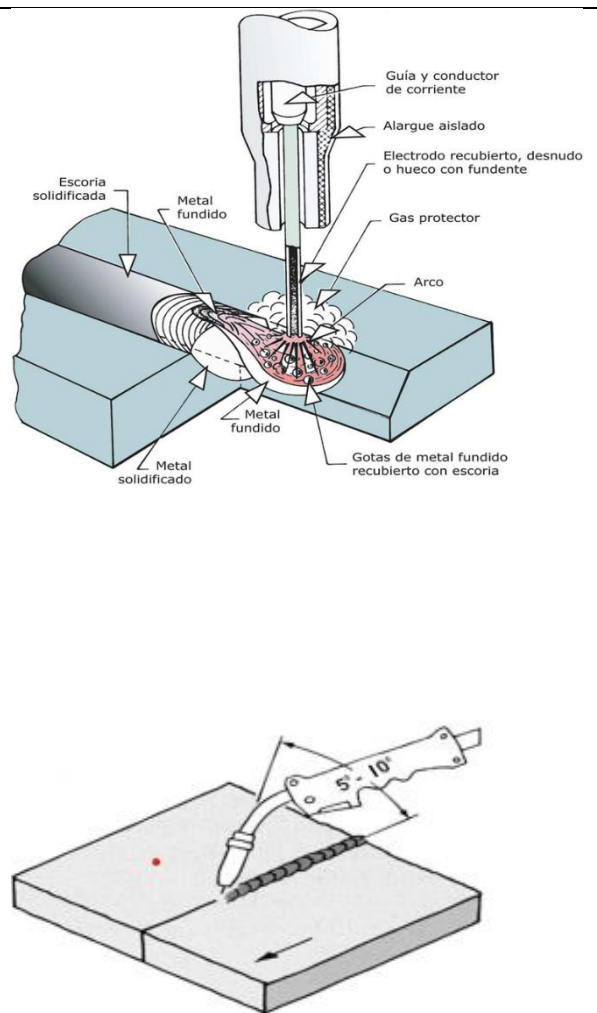
Los componentes de esta Soldadura son:

- ✓ Selección del gas de protección
- ✓ Corriente apropiada
- ✓ Diámetro y tipo de alambre correcto en la soldadura GMAW
- ✓ Velocidad del alambre
- ✓ Voltaje del arco correcto
- ✓ Ángulo correcto del material en soldadura
- ✓ Ángulo de avance de la soldadura

NOTA: Por seguridad el instructor de laboratorio/taller preparará el equipo antes que el estudiante realice la práctica con el equipo GMAW.

PROCEDIMIENTOS DE OPERACIONES	RECOMENDACIONES
Actividad 1. -Revise las prácticas de seguridad para los procesos de soldaduras -Verifique el ajuste de las conexiones de los cables y arranque de la máquina soldadora. -Ajuste el mecanismo alimentador de alambre a la velocidad deseada. -Presione el gatillo de la pistola y deje que se alimente hasta que sobresalga ¼” de la tobera.	
Actividad 2. -Utilice la maquina soldadora, IMET 10250-190 BVM NEO conectada en 220V. -Verifique conexiones del cilindro de gas y abra la válvula lentamente. -Presione el gatillo de la pistola para activar el gas y regule el flujo de la presión deseada. -Con piezas de cortar alambre corte el exceso de alambre que sobresalga a la tobera. -Ajuste el voltaje de acuerdo con las necesidades de trabajo.	
Actividad 3. -Inicie el arco utilizando el método de rayado para iniciarlo. -Una vez establecido el arco, mueva la pistola a lo largo del metal a velocidad constante para producir una soldadura suave y ligera. -Es muy importante el ángulo en que se sostiene la pistola, debe inclinarse 5 ó 10 grados de la vertical porque mucho ángulo dará muy pobre la protección de gas a la soldadura. - Regular la velocidad de avance del electrodo. - Oprimir el gatillo de la pistola hasta que sobresalgan 6 mm de electrodo de la boquilla. En caso de sobrepasar dicha medida, cortar el excedente con un alicate - Abrir el cilindro de gas protector.	

- Oprimir el gatillo de la pistola para purgar el aire de las mangueras y ajustar el manómetro al valor deseado (entre 18 y 20 psi)
- Frotar con la punta del alambre la platina para encender el arco eléctrico.
- Para extinguir el arco, separar la pistola del metal o bien soltar y volver a pulsar el gatillo
- Si el electrodo se pega al metal, soltar el gatillo y cortar el electrodo con alicate.
- Si se desea realizar un cordón o una costura, se deberá calentar el metal formando una zona incandescente, y luego mover la pistola a lo largo de la unión a una velocidad uniforme para producir una soldadura lisa y pareja.
- Mantener el electrodo en el borde delantero de la zona de metal fundido, conforme al avance de la soldadura
- El ángulo que forme la pistola con la vertical es muy importante. Este deberá ser de no más de 5° a 10° . De no ser así, el gas no protegerá la zona de metal fundido.
- Apague el equipo
- Inspeccione la soldadura



NORMAS DE SEGURIDAD

PASOS	OBSERVACIONES
1- Careta de soldar: para proteger los ojos, la cara, el cuello 2- Guantes de cuero: para proteger las manos y muñecas. 3- Delantal de cuero: para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco. 4- Polainas y mangas de cuero: para evitar las severas quemaduras que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido. 5- Zapatos de seguridad: que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras. 6- Gorro: para proteger el cabello y el cuero cabelludo.	

RECOMENDACIONES DE LO QUE NO SE DEBE HACER

- No pisar los cables ni mangueras del equipo de soldadura
- No enrollar los cables alrededor del soldador y tampoco alrededor de la máquina.
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura.
- Al terminar de soldar nunca dejar la pistola o antorcha electrodo sobre la mesa de trabajo.
- No tocar partes del circuito de soldadura que estén sin protección, por cuanto puede llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales.

ACTIVIDADES A REALIZAR POR EL ALUMNO
1. Desarrollo de la practica
2. Conclusiones
3. Entrega de reporte

CARRERA	CICLO	MATERIA	ALUMNO
Ingeniería Mecánica			
PRACTICA NO.	LABORATORIO	Proceso de soldadura GTAW	INSTRUCTOR
	NOMBRE DE LA PRACTICA	Encendido del arco y cordón de soldadura	

OBJETIVOS:

- Comprender y aplicar el procedimiento de soldadura por arco eléctrico con electrodo de tungsteno (GTAW)
- Adquirir destreza en el manejo de pistola o antorcha.
- Conocer y utilizar el equipo de soldadura GTAW
- Adquirir la habilidad para formar un cordón de soldadura

Material a utilizar:

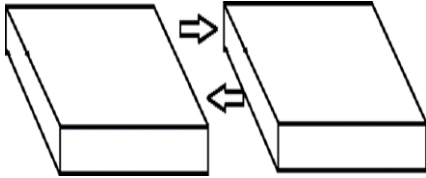
- Máquina soldadora inverter IMET 10250-190 BVM NEO
- Soplete o antorcha electrodo para soldadura GTAW.
- Cilindro de gas inerte.
- Cables de interconexión y mangueras.
- Manómetros
- Cepillo de alambre
- Platina de acero inoxidable de 3mm*100mm*25mm
- Electrodo de tungsteno según material a soldar

Introducción:

La soldadura GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) o Soldadura TIG (Tungsten Inert Gas) es un sistema de soldadura al arco con protección gaseosa, que utiliza el intenso calor de un arco eléctrico generado entre un electrodo de tungsteno no consumible y la pieza a soldar, donde puede o no utilizarse metal de aporte. Cuando se usa un metal de aporte, éste se agrega al pozo de soldadura desde una varilla separada, la cual se funde mediante el calor del arco eléctrico.

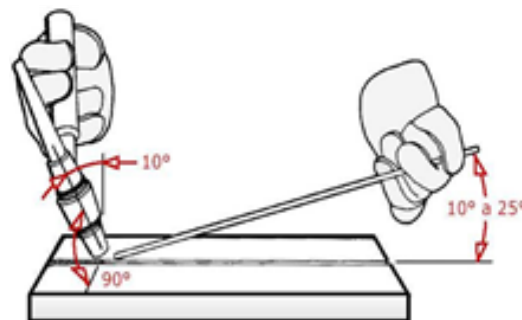
El tungsteno es un buen material para electrodo debido a su alto punto de fusión de 3410 °C.

NOTA: El instructor preparará el equipo antes que el estudiante realice la práctica con el equipo TIG.

PROCEDIMIENTOS DE OPERACIONES	OBSERVACIONES
Actividad 1. Limpie las piezas con un cincel y con cepillo de alambre hasta que no tenga residuos de óxido, metal suelto por el corte u algún material ajeno a esta. Si contiene alguna imperfección las partes donde será unida puede hacer uso de un esmeril para corregirla, trate de no quemar el material con el disco para evitar choques térmicos en las piezas y no debilitar la soldadura antes de hacerla. Previo a la realización de cualquier operación de soldadura con GTAW, limpiar la superficie. Esto es muy importante ya que en este sistema no se utilizan fundentes o “fluxes” que realicen dicho trabajo y separen las impurezas como escoria.	 Detalle de las piezas a unir en material acero inoxidable
Actividad 2. -Utilice la maquina soldadora, IMET 10250-190 BVM NEO conectada en 220V. -Comprobar que el cilindro de gas esté conectado y ajustado correctamente. -Se deberá estimar el diámetro del electrodo de tungsteno a utilizar en aproximadamente la mitad del espesor del metal a soldar. -Ajustar el electrodo en el porta electrodos, de forma que sobresalga de la longitud adecuada al tipo de junta a realizar. -Ajustar el generador a la intensidad de corriente adecuada si se emplea porta electrodos refrigerados por agua, el paso de agua. -Abrir el paso de gas inerte y regular el caudal adecuadamente. -Deben evitarse corrientes de aire en el lugar de soldadura. La más mínima brisa hará que las soldaduras realizadas con TIG se quiebre o fisure. Además, puede ser que, por efecto del viento, se sople o desvanezca el gas inerte de protección. -Comprobar la polaridad antes de empezar a soldar. La polaridad inversa produce un arco mucho más caliente que la directa, al mismo amperaje. -Para comenzar la soldadura, el soplete deberá estar a un ángulo de 45° respecto al plano de soldadura. Se acercará el electrodo de tungsteno a la pieza mediante un giro de muñeca -Se deberá mantener una distancia entre el electrodo y la pieza a soldar de 3 a 6 mm (1/8” a 1/4”). Nunca se debe tocar el electrodo de tungsteno con la pieza a soldar. El arco se generará sin necesidad de ello. -Si la antorcha está equipada con un interruptor de arranque en el mango o pedal, éste se debe tener oprimido siempre durante todo el proceso. -Calentar con la antorcha hasta generar un punto incandescente.	

-Mantener alejada varilla de aporte hasta tanto no se haya alcanzado la temperatura de trabajo correcta. Una vez logrado el punto incandescente sobre el material a soldar, adicionar aporte con la varilla metálica, realizando movimientos hacia adentro y hacia fuera de la zona de soldadura (llamado picado). No se debe tratar de fundir el metal de aporte con el arco. Se debe dejar que el metal fundido de la pieza lo absorba. Al sumergir el metal de aporte en la zona de metal fundido, ésta tenderá a perder temperatura, por lo que se debe mantener una cadencia en la intermitencia empleada en la varilla de aporte. Si a pesar de aumentar la frecuencia de picado la zona fundida pierde demasiada temperatura, se deberá incrementar el calentamiento.

-El material de aporte deberá ser alimentado en forma anticipada al arco, respetando un ángulo de 10° a 25° respecto al plano de soldadura, mientras el soplete deberá tener un ángulo de 90° respecto al eje perpendicular al sentido de la soldadura y ligeramente inclinada en el eje vertical (aproximadamente 10°). Es muy importante que el ángulo de alimentación del aporte sea lo menor posible. Esto asegura una buena protección del gas inerte sobre el metal fundido y reduce el riesgo de tocar la varilla con el electrodo de tungsteno



NORMAS DE SEGURIDAD

PASOS	OBSERVACIONES
1- Careta de soldar: para proteger los ojos, la cara, el cuello 2- Guantes de cuero: para proteger las manos y muñecas. 3- Delantal de cuero: para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco. 4- Polainas y mangas de cuero: para evitar las severas quemaduras que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido. 5- Zapatos de seguridad: que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras. 6- Gorro: para proteger el cabello y el cuero cabelludo.	

ACTIVIDADES A REALIZAR POR EL ALUMNO
1. Desarrollo de la practica
2. Conclusiones
3. Entrega de reporte

Conocimientos generales sobre procesos de Soldadura

Recopilar el grado de conocimiento sobre proceso de soldaduras en estudiantes de Ingeniería de Universidad Técnica Latinoamericana

** Indica que la pregunta es obligatoria*

1. ¿Cómo define la palabra soldadura? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ unión de dos o más metales
- ☐ unión de metales y no metales
- ☐ unión de metales y no metales por arco eléctrico

2. ¿Cuáles son los tipos de corriente que se utilizan en los procesos de soldaduras?

Marca solo un óvalo.

- ☐ A
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ C

todos los anteriores

3. ¿El proceso SMAW a que se refiere?

Marca solo un óvalo.

- ☐ electrodo revestido
- ☐ electrodo no consumible
- ☐ electrodo continuo

4. ¿El proceso GTAW utiliza gases de protección?

Marca solo un óvalo.

☐ si

☐ no

5. ¿El proceso GMAW utiliza electrodo no consumible?

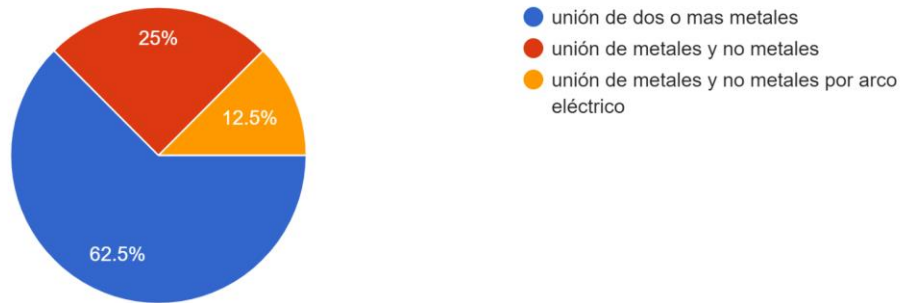
Marca solo un óvalo.

☐ no

☐ si

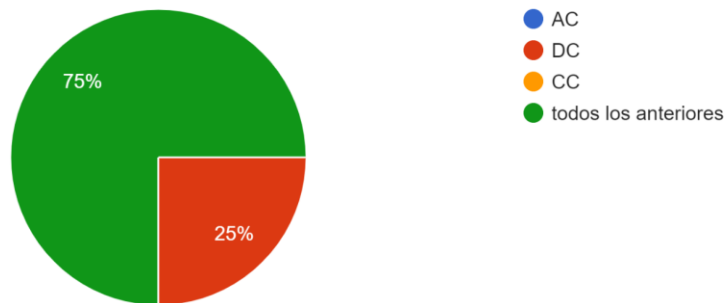
¿Cómo define la palabra soldadura?

8 respuestas



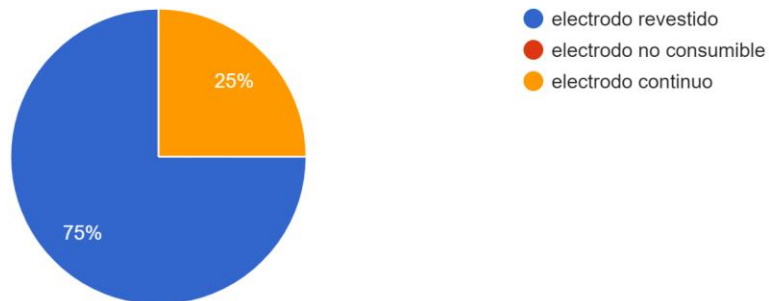
¿Cuáles son los tipos de corriente que se utilizan en los procesos de soldaduras?

8 respuestas



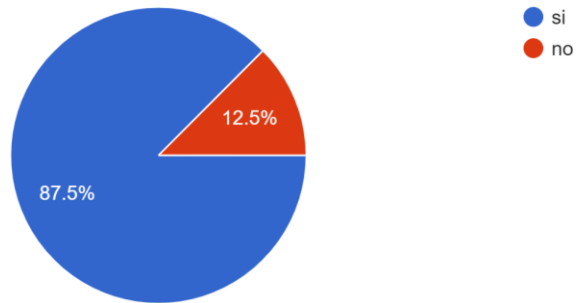
El proceso SMAW a que se refiere?

8 respuestas



¿El proceso GTAW utiliza gases de protección?

8 respuestas



¿El proceso GMAW utiliza electrodo no consumible?

8 respuestas

