

DENOMINACION DE LA ACCION FORMATIVA

XORNADAS DE TRANSPORTE E
MANTEMENTO DE VEHICULOS
SANTIAGO - SEPTIEMBRE 2012

2. MIG - MAG

INDICE

- 1. INTRODUCCIÓN AL SOLDEO POR ARCO PROTEGIDO CON GAS**
- 2. CLASIFICACIÓN DE LOS GASES DE PROTECCIÓN**
- 3. PRINCIPIOS DEL PROCESO MIG/MAG**
- 4. VENTAJAS Y LIMITACIONES**
- 5. EQUIPO DE SOLDEO**
- 6. FUENTES DE ENERGÍA**
- 7. SISTEMA DE ALIMENTACION DE ALAMBRE**
- 8. PARTES CONSTITUTIVAS**
- 9. ALIMENTACIÓN DE GAS PROTECTOR Y DE AGUA DE REFRIGERACIÓN**
- 10. PANEL DE CONTROL**
- 11. MODOS DE TRANSFERENCIA**
- 12. MATERIALES DE APORTACIÓN**
- 13. GASES DE PROTECCION**
- 14. PARÁMETROS DE SOLDEO**
- 15. TÉCNICAS ESPECIALES**
- 16. DEFECTOS TÍPICOS EN LAS SOLDADURAS**

1. INTRODUCCIÓN AL SOLDEO POR ARCO PROTEGIDO CON GAS

Procesos de soldeo por arco que utilizan gas de protección

Los procesos de soldeo por arco protegidos por gas más comunes son:

- Soldeo TIG.
- Soldeo MIG/MAG.
- Soldeo por plasma.
- Una de las dos variantes del proceso FCAW utiliza gas de protección además de la acción protectora del fundente.

La función principal de los gases de protección es evitar que el metal a altas temperaturas, el baño de fusión y el electrodo se oxiden o contaminen con impurezas. Si el aire entra en contacto con el metal fundido, el oxígeno del aire reaccionará con el material produciendo óxidos, el nitrógeno puede causar porosidad y la humedad del aire puede también causar porosidad y provocar grietas.

Otra función importante de los gases de protección es la de facilitar la transferencia del material en la soldadura por arco, ionizándose para permitir el establecimiento del arco y la formación de la columna de plasma.

Gases de Protección

Se utilizan básicamente tres gases como protección durante el soldeo:

- Argón.
- Helio.
- Dióxido de Carbono.

Estos tres gases se utilizan tanto separadamente como mezclados entre sí. Se añaden en algunos casos pequeñas cantidades de:

- Oxígeno.
- Hidrógeno.
- Nitrógeno.

2. CLASIFICACIÓN DE LOS GASES DE PROTECCIÓN

En la fig.1, se clasifican los gases en dos grandes grupos: activos e inertes, al lado de cada gas se indica su símbolo o fórmula química.

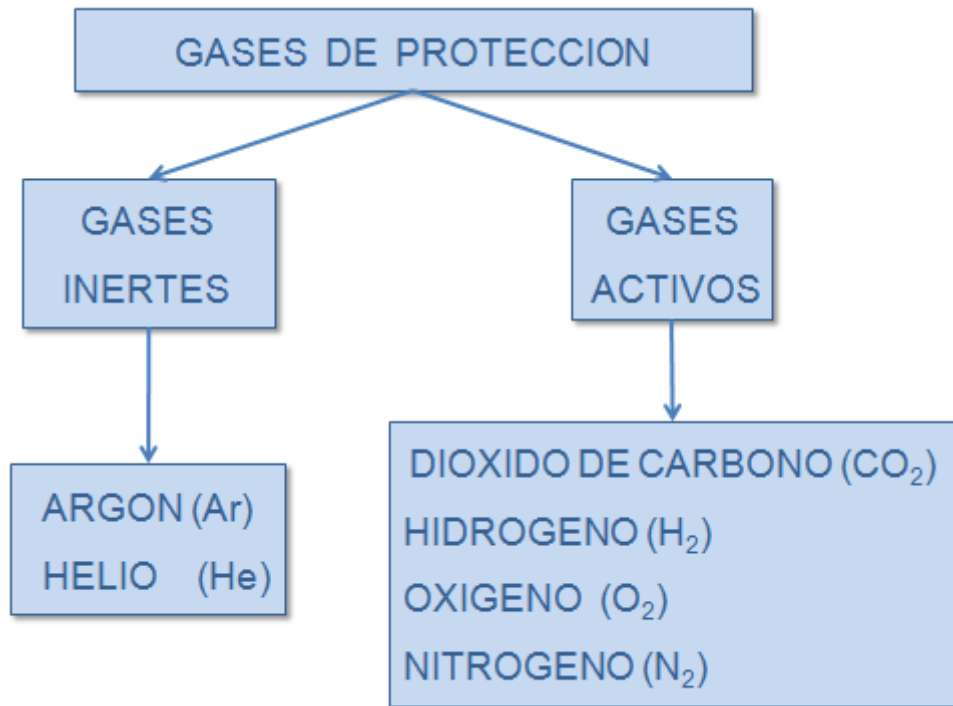


Fig.1: Clasificación de los gases de protección

Una mezcla de gases es activa siempre que alguno de sus componentes lo sea y sólo es inerte si todos sus componentes lo son; por tanto las mezclas Argón +CO₂, Argón+O₂, Argón + H₂, Argón + Helio + CO₂... son activas (independientemente del porcentaje del gas activo); solamente es inerte la mezcla Argón + Helio.

Todos los gases tienen una combinación de colores para distinguirlos, actualmente ha entrado en vigor en España una nueva norma que rige la codificación por colores de las botellas para el transporte de gas. La nueva norma, EN1089-3, garantizará la coherencia en la codificación por colores, ayudando a mejorar las normas de seguridad en todo el sector.

Un gas se denomina activo porque reacciona químicamente de alguna forma a la temperatura del arco, al contrario que los inertes que permanecen inalterables en cualquier circunstancia.

2.1 PROPIEDADES DE LOS GASES

Las propiedades o características de los gases a tener en cuenta son:

- Energía de ionización.
- Densidad.
- Conductividad.

Energía de ionización

Recordemos que al establecerse un arco eléctrico el gas circulante se ioniza, es decir se produce la separación, con carácter reversible, de los átomos o moléculas del gas en iones y electrones: se forma la columna de plasma. También los gases formados con más de un átomo, como el nitrógeno (N_2) o el hidrógeno (H_2), se disocian, es decir se produce la separación, con carácter reversible, de los iones en sus átomos.

Para conseguir estos fenómenos, ionización y disociación, es necesario suministrar al gas una energía, denominada respectivamente de ionización y de disociación. En ambos casos esta energía la proporciona el propio arco eléctrico durante la operación de soldeo. Cuando el gas ionizado o disociado entra en contacto con la pieza a soldar se enfría y el plasma se convierte de nuevo en gas; es decir los iones y átomos se vuelven a unir formando el gas en el mismo estado que antes de comenzar la operación de soldeo. Al unirse los átomos se libera la energía de ionización o de disociación que se transmite a la pieza.

Por tanto, cuanto mayor sea la energía de ionización de un gas más difícil será el establecimiento del arco, dificultad de cebado y menor estabilidad del arco, pero mayor será la energía que aporte a la pieza.

Como ejemplo: el argón posee una energía de ionización más baja que el helio razón por la cual el arco de argón aporta menos calor que el helio.

La energía para ionizar cualquiera de los gases activos nombrados también es mayor que la energía de ionización del argón, por tanto, aportarán mayor calor a la pieza.

Densidad

Cuanto mayor sea la densidad de un gas se requerirá menor caudal para obtener la misma protección, ya que cubrirá más fácilmente la zona de soldeo.

Como ejemplo: El argón posee una densidad más alta que el helio y la del CO_2 es mayor que la del argón, por lo tanto hará falta menos caudal de argón que de helio y menos de CO_2 que de argón para un mismo grado de protección.

Conductividad térmica

La conductividad térmica es la facilidad para transmitir el calor. Cuanto mayor sea la conductividad térmica la distribución de temperaturas en el arco es más homogénea, dando lugar a cordones anchos y penetración más uniforme. Ejemplo: La conductividad del argón es menor que la del helio, lo que supone que la penetración con helio es mayor que con argón.

ARGON

Las características de este gas son:

- **Eficiente protección debido a su alta densidad.** El argón es 1,4 veces más pesado que el aire, lo que significa que tiende a cubrir bien el área de soldadura en contraposición al helio que es mucho más ligero que el aire. La densidad del argón es diez veces superior a la del helio. Debido a ello se requiere un caudal de helio dos o tres veces superior al de argón para proporcionar al arco la misma protección. Debido a su mayor densidad, el argón es también más aconsejable para soldar en posición bajo techo y vertical y es menos sensible a las corrientes de aire.
- **Cebado fácil.** Es más fácil cebar el arco en argón que en helio, por la menor energía de ionización del argón. También es más fácil cebar el arco en argón que en CO₂.
- **Buena estabilidad del arco.** El argón posee una baja energía de ionización, lo que facilita el cebado y origina arcos estables y tranquilos con pocas proyecciones. Esta cualidad es particularmente importante en el soldeo con corriente alterna.
- **Económico.** El argón es generalmente menos costoso que el helio, aunque es más caro que el CO₂. El empleo del helio resulta económico en Estados Unidos donde este gas suele acompañar al crudo en los pozos de petróleo.
- **Idóneo para pequeños espesores.** Al tener una energía de ionización reducida, necesita tensiones reducidas y produce, consecuentemente arcos poco enérgicos, con aporte de calor reducido, resultando idóneo para el soldeo de piezas de pequeños espesores.
- **Forma del cordón y penetración.** El argón tiene una conductividad térmica más baja que el helio, por lo que el calor se concentra en la zona central del arco produciendo penetraciones de aspecto característico y similar al representado en la fig.2. El CO₂ tiene una conductividad intermedia entre la del helio y la del argón aunque más parecida a la del argón.



HELIO

Las **características** más importantes del helio son:

- Potencial de ionización elevado.
- Alta conductividad por lo que la columna de plasma es ancha.
- Muy baja densidad.

Por tanto las **propiedades** más importantes del helio son:

- Aporte térmico muy elevado.
- Se obtiene cordones anchos y de gran penetración.
- Se puede realizar el soldeo a gran velocidad.



Debido a estas las principales aplicaciones del helio son:

- Soldeo de grandes espesores.
- Soldeo automatizado donde se puedan emplear grandes velocidades.
- Soldeo de materiales de gran conductividad, por ejemplo el cobre, reduciéndose la necesidad de precalentamiento.

Sin embargo el helio tiene grandes inconvenientes:

- Poca estabilidad del arco en comparación con la del argón.
- Debido a su baja densidad se requiere que el caudal sea muy elevado para una correcta protección, por lo tanto no suele resultar muy económico. En general el caudal debe ser de 2 a 2,5 veces el requerido con argón.

En muchas ocasiones se añade helio al argón para aumentar el aporte térmico y la penetración.

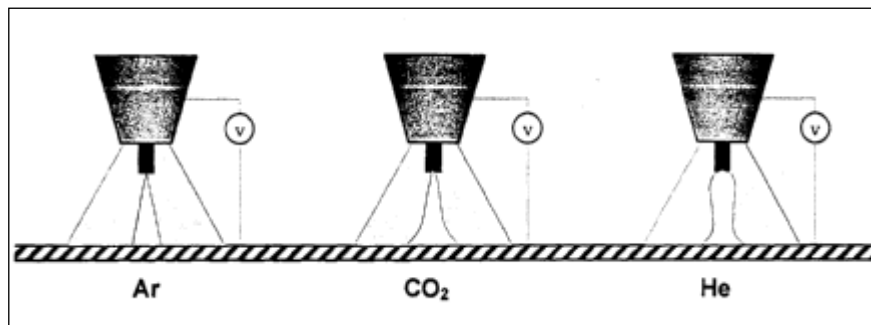


Fig.2: Forma de la columna de plasma en función del gas de protección (soldeo MIG ó MAG)

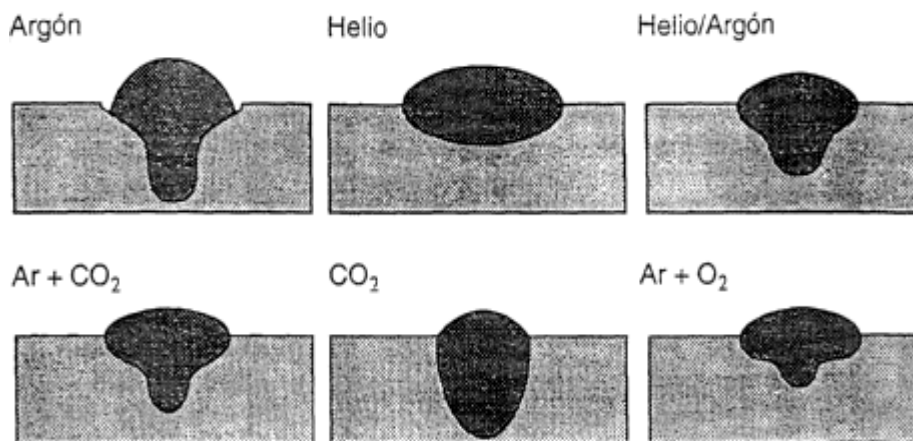


Fig.3: Forma del cordón en función del gas de protección (soldeo MIG ó MAG)

DIOXIDO DE CARBONO CO₂

Es el único gas activo que puede utilizarse como protección, aunque únicamente se utiliza en el soldeo MAG o en el soldeo FCAW (tanto puro como mezclado).

Las ventajas mas importantes del CO₂, son:

- Bajo coste
- Gran penetración
- Alta velocidad de soldeo

Los inconvenientes son:

- Se producen gran cantidad de salpicaduras
- No se puede conseguir transferencia spray, únicamente se puede conseguir transferencia globular o en cortocircuito
- La superficie de los cordones queda ligeramente oxidada



Normalmente se utiliza mezclado con argón para disminuir los inconvenientes del CO₂. En la figura 2 se representan las formas de las columnas de plasma obtenidas en función del gas de protección en soldeo MIG o MAG y en la figura 3 se representa la forma de los cordones que se pueden obtener con diferentes gases en el soldeo MIG o MAG, para observar esta figura se debe de tener en cuenta que no es una indicación de la penetración sino solo de la forma del cordón.

Efectos de las adiciones de determinados gases al gas de protección

Adiciones del Oxígeno

Solamente se utiliza como aditivo del argón en el soldeo MAG y FCAW.

La adición de pequeñas cantidades de oxígeno:

- Estabiliza el arco.
- Permite conseguir transferencia en “spray” con intensidades más bajas.
- Aumenta la cantidad de gotas de metal de aportación formadas.
- Mejora el aspecto del cordón.
- Consigue un baño de fusión más fluido.

Sin embargo, nunca se podrá utilizar en grandes cantidades (normalmente nunca superiores al 8%) porque se produciría la oxidación del metal fundido.

Adiciones de hidrógeno

Normalmente solo se utiliza como aditivo del argón (hasta el 5% de hidrógeno), para el soldeo TIG o plasma.

Se obtienen las siguientes ventajas:

- Aumenta el aporte térmico.
- Permite aumentar la velocidad de desplazamiento.
- Aumenta la anchura y penetración del cordón de soldadura.

Nunca se debe utilizar para el soldeo de aceros al carbono, de baja aleación, ni para aceros inoxidable ferríticos, ya que en estos materiales el hidrógeno puede producir fisuración.

Adiciones de nitrógeno

A veces se añade nitrógeno al argón en el soldeo por plasma, soldeo TIG y en el soldeo MAG. Sin embargo no es una adición muy común. Suele utilizarse casi exclusivamente en el soldeo del cobre y sus aleaciones.

Las ventajas de su adición son:

- Bajo coste.
- Aumenta el aporte térmico.
- Aumenta la penetración y la anchura del cordón

En la tabla (A) se resume lo anterior indicando el proceso y material al que se aplica cada gas.

Gas de protección	Proceso	Material
Argón (Ar) Helio (He) Argón + Helio	TIG	Todos los materiales
	MIG	Todos los materiales no féreos y aceros inoxidables
Ar + O ₂ (Ar + CO ₂)	MAG	Aceros altamente aleados
Ar + CO ₂ Ar + CO ₂ + Oxígeno CO ₂		Aceros no aleados y de baja y media aleación
Ar + CO ₂ + Oxígeno CO ₂ Ar + Oxígeno		Aceros al carbono, de baja aleación y aceros inoxidables
Ar + He Argón	Protección de raíz	Metales afines con el oxígeno, titanio
Nitrógeno + Hidrógeno Nitrógeno Argón + Nitrógeno Argón + Hidrógeno		Otros metales

TABLA A

GAS DE RESPALDO

El gas de respaldo es suministrado por la raíz de la soldadura para protegerla durante el soldeo. Esto es necesario en algunos materiales como el acero inoxidable y en la mayoría de los materiales no féreos. También suele ser necesario cuando se utilizan insertos consumibles. Sin embargo, no es preciso para el soldeo de los aceros al carbono ni para la mayoría de los aceros de baja aleación.

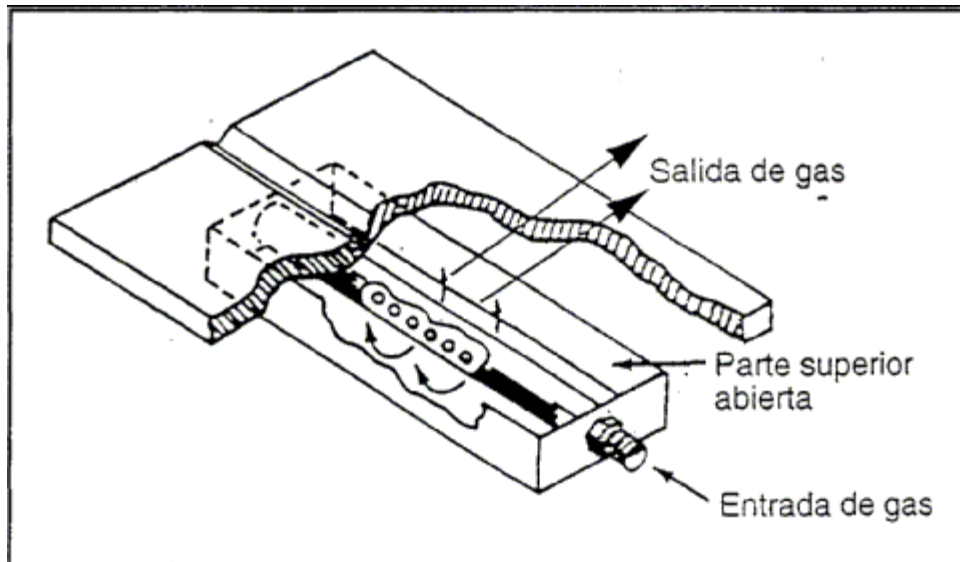


Fig 4: Zapata para gas de respaldo

Los gases más utilizados como respaldo están indicados en la tabla (A); para suministrar el gas de respaldo en el soldeo de chapas se utilizan dispositivos como el de la fig.4.

En el soldeo de tuberías se deben emplear cartones rígidos, discos de madera, discos de papel soluble, tapones u obturadores expandibles o tapones inflables para procurar la máxima estanqueidad posible, de forma que se asegure una atmósfera protectora sin malgastar el gas de respaldo fig.5. En cualquier caso se debe prever una entrada y una salida de gas para evitar que aumente la presión interior. Si se utilizan como gas de respaldo argón o nitrógeno, o mezclas ricas en éstos, la entrada deberá situarse en un nivel inferior a la salida ya que estos gases son más densos que el aire, de esta forma se evita que el gas de respaldo salga sin arrastrar el gas existente. La disposición se invertirá en el caso de utilizar gases más ligeros que el aire (helio o hidrógeno). El orificio de salida debe ser mayor o igual al de entrada para evitar un aumento de la presión interior.

Si no se utilizan insertos consumibles se deberá adaptar a la cara externa de la unión una cinta adhesiva no transpirable, que se va retirando a medida que avance el depósito de la primera pasada.

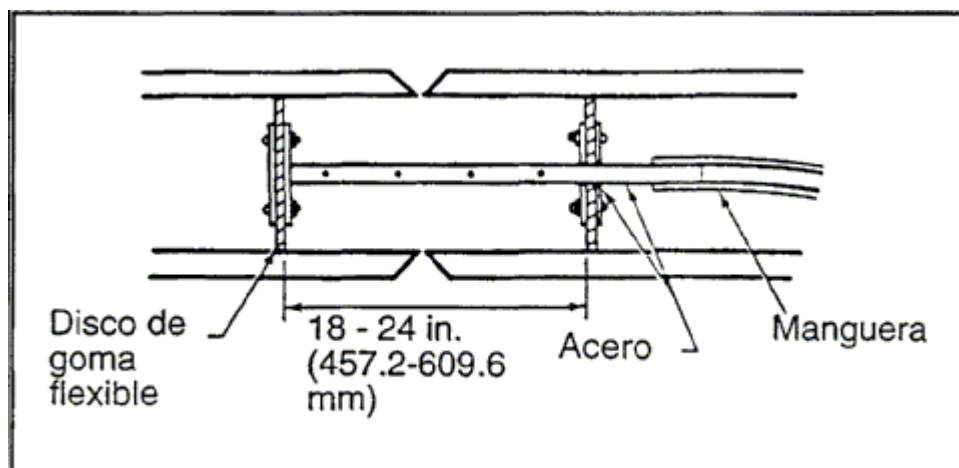


Fig.5: Dispositivo para gas de respaldo

Purgado previo al soldeo

Antes de empezar a soldar se debe purgar la tubería o la raíz de todo el aire que esté rodeando a la raíz de la soldadura.

Antes de realizar el purgado se taparán todas las uniones que van a soldarse empleando, por ejemplo cinta adhesiva. Todas las ramificaciones de la tubería también deben cerrarse lo más cerca posible de la zona de soldeo para disminuir la cantidad de gas utilizado.

Generalmente, para el purgado se utilizan caudales de gas de 10-25 l/min. con una duración que depende del diámetro de tubería y su longitud.

Para determinar la duración del purgado se dividirá el volumen de la tubería a proteger entre el caudal de gas.

Por ejemplo:

- Para purgar una tubería de 450 mm de diámetro y 6 m de longitud con un gas a 25 l/mm, se necesitan 38 minutos. Para realizar el cálculo se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo de purgado (min)} = \frac{450 \cdot 450 \cdot 3,14 \cdot 6}{25 \cdot 4000} = 38 \text{ min}$$

- Para purgar una tubería de 150 mm de diámetro y 300 mm de longitud el tiempo de purgado con un caudal de 15 l/mm.

$$\text{Tiempo de purgado (min)} = \frac{150 \cdot 150 \cdot 3,14 \cdot 0,3}{15 \cdot 4000} = 0,35 \text{ min} = 21 \text{ seg}$$

Se deberá realizar el purgado de 4 a 6 veces.

Una vez realizado el purgado se disminuye el caudal de gas hasta un nivel adecuado que podrá ser de 4-6 l/mm, cuando la unión está bien cerrada, por ejemplo, cuando se emplean insertos consumibles, o de 7-9 L/min. en los demás casos.

No se recomienda cortar el suministro de gas de respaldo hasta que se hayan depositado al menos 2 cordones además del de raíz.

Mezcladores de gas

Los gases pueden obtenerse mezclados o puede mezclarlos directamente el usuario, para lo cual deberá utilizar mezcladores adecuados. Por razones de seguridad se recomienda obtener Ar + hidrógeno ya mezclado.

Un mezclador es un equipo capaz de mezclar en las cantidades deseadas dos ó más gases, por ejemplo CO₂ y argón o argón y oxígeno. Se suministran al mezclador los gases puros y se selecciona la proporción de los gases y el caudal de la mezcla.

Para conseguir mezclas de gases a partir de gases licuados se tiene que convertir el líquido en gas antes de la mezcla.

Identificación de los gases más utilizados en el soldeo y corte

GAS	COLOR
Oxígeno	
Aire	
Acetileno	
Hidrógeno	

GAS	COLOR
Nitrógeno	
Anhídrido Carbónico	
Argón	
Helio	

3. PRINCIPIOS DEL PROCESO MIG/MAG

Descripción y denominaciones

El soldeo por arco eléctrico con protección de gas, es un proceso de soldeo en el cual el calor necesario es generado por un arco que se establece entre un electrodo consumible y el metal que se va a soldar.

El electrodo es un alambre macizo, desnudo, que se alimenta de forma continua automáticamente y se convierte en el metal depositado según se consume.

El electrodo, arco, metal fundido y zonas adyacentes del metal base, quedan protegidas de la contaminación de los gases atmosféricos mediante una corriente de gas que se aporta por la tobera de la pistola, concéntricamente al alambre/electrodo. El proceso está esquematizado en la fig.1

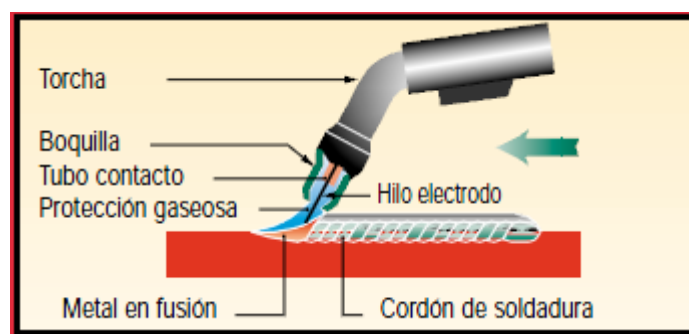


Fig.1: Soldeo por arco con gas

El proceso de soldeo por arco con gas se denomina también:

- GMAW, gas metal arc welding (ANSI/AWS A3.0).
- 13, Soldeo por arco con gas (EN 24063).

Si se emplea un gas inerte como protección el proceso se denomina:

- MIG, metal inert gas (ANSI/AWS A3.0).
- 131, Soldeo por arco con gas inerte (EN 24063).

Si se utiliza un gas activo como protección el proceso se denomina:

- MAG, metal active gas (ANSI/AWS A3.0).
- 135, soldeo por arco con gas activo (EN 24063).

Volver a mirar lo explicado en el apartado anterior para la identificación de los gases activos e inertes. Este proceso de soldeo puede ser automático o manual, al proceso manual se le denomina también semiautomático.

4. VENTAJAS Y LIMITACIONES

Ventajas

- Puede utilizarse para el soldeo de cualquier tipo de material.
- El electrodo es Continuo, con lo que se aumenta la productividad por no tener que cambiar de electrodo y la tasa de deposición es elevada. Se pueden conseguir velocidades de soldeo mucho más elevadas que con SMAW.
- Se puede realizar el soldeo en cualquier posición.
- Se pueden realizar soldaduras largas sin que existan empalmes entre cordones, zona de peligro de imperfecciones.

- No se requiere eliminar la escoria, puesto que no existe.

Limitaciones

- El equipo de soldeo es más costoso, complejo y menos transportable que el de SMAW.
- Es difícil de utilizar en espacios restringidos, requiere conducciones de gas y de agua de refrigeración, tuberías, botellas de gas de protección, por lo que no puede emplearse en lugares relativamente alejados de la fuente de energía.
- Es sensible al viento y a las corrientes de aire, por lo que su aplicación al aire libre es limitada.

5. EQUIPO DE SOLDEO

En la inferior se puede ver el equipo de soldeo MIG/MAG, que consiste en:

- Fuente de energía.
- Fuente de suministro de gas.
- Sistema de alimentación de alambre.
- conexiones
- Pistola (refrigerada por aire o por agua).

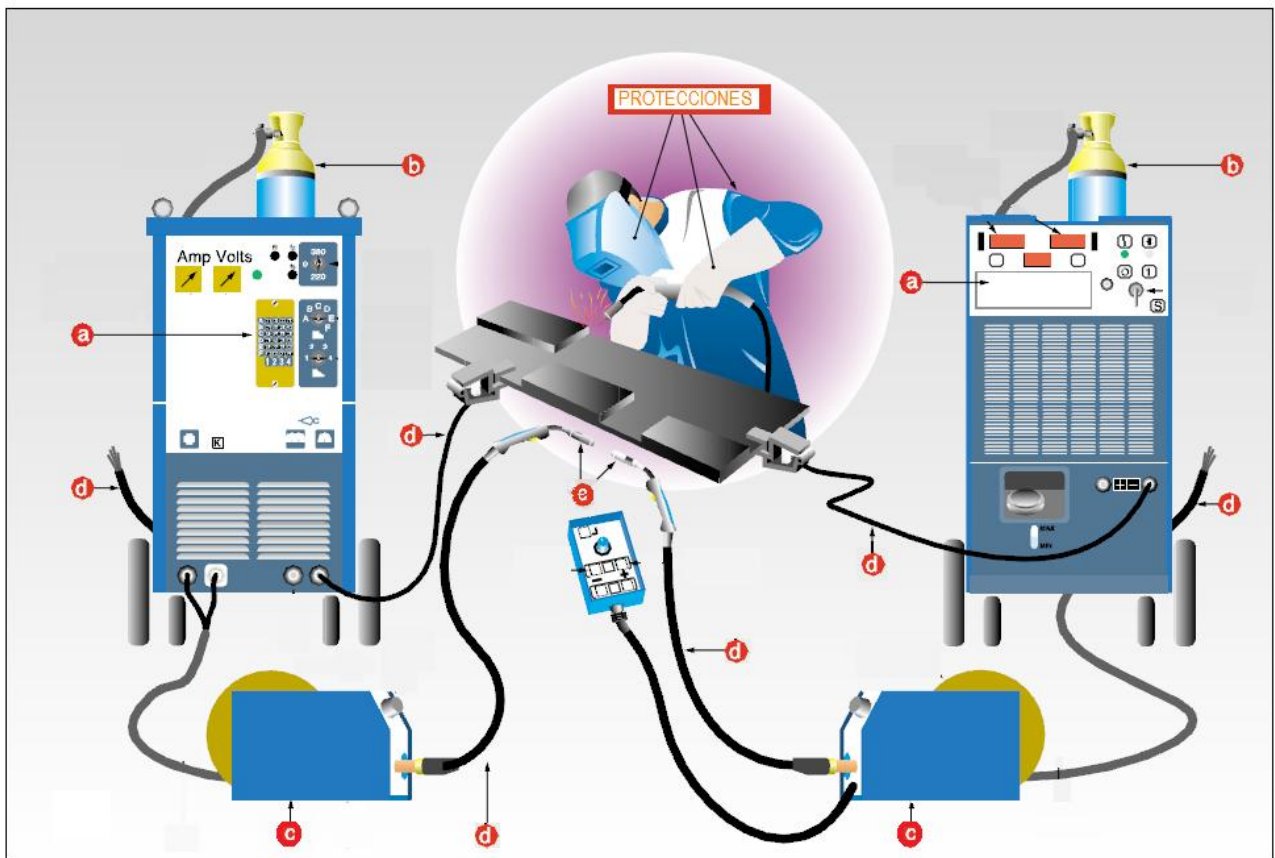


Fig.2: Equipo de soldeo MIG/MAG

6. FUENTES DE ENERGÍA

La fuente de energía deberá ser capaz de funcionar a elevadas intensidades, generalmente menores de 500A en el soldeo semiautomático y suministrar corriente continua. La fuente de energía recomendada es una fuente de tensión constante, cuya curva característica sea como la indicada en la fig.3. Las fuentes de energía de intensidad constante sólo se podrían utilizar para el soldeo MIG-MAG si se emplea conjuntamente con un alimentador de alambre de velocidad variable y por tanto mucho más complejo.

Una cualidad importante de la curva característica de tensión constante es su pendiente o “slope”. La pendiente de una fuente de energía de tensión constante es:

$$\text{PENDIENTE} = \frac{\text{Variación de tensión}}{\text{Variación de intensidad}} = \frac{\Delta V}{\Delta A}$$

Ejemplo:

$$\text{PENDIENTE} = \frac{\Delta V}{\Delta A} = \frac{38 \text{ V} - 28 \text{ V}}{200 \text{ A} - 100 \text{ A}}$$

$$\text{PENDIENTE} = \frac{10 \text{ V}}{100 \text{ A}} = \frac{1 \text{ V}}{10 \text{ A}}$$

que significa que por cada variación de la tensión en 1 voltio la intensidad varía en 10 amperios.

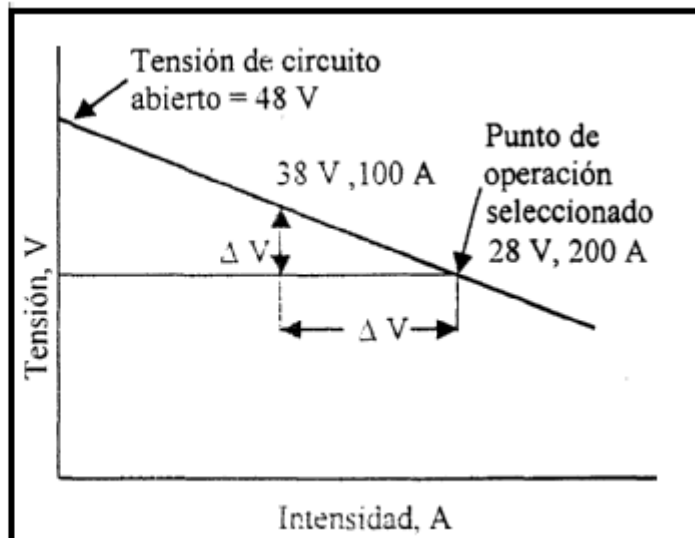


Fig.3: Pendiente o “slope” de la característica de la fuente de soldeo.

Para obtener una buena transferencia en “spray” es necesario que la pendiente de la curva sea la adecuada, que dependerá del material a soldar, por esta razón en algunas máquinas se puede ajustar la pendiente en función de la aplicación. En otras máquinas la pendiente es fija, estando programada para aplicaciones más comunes.

Para variar las condiciones de soldeo se podrá seleccionar la tensión deseada actuando sobre el mando de la máquina. Al variar la posición del mando, se está seleccionando diferentes curvas como indica la fig 4.

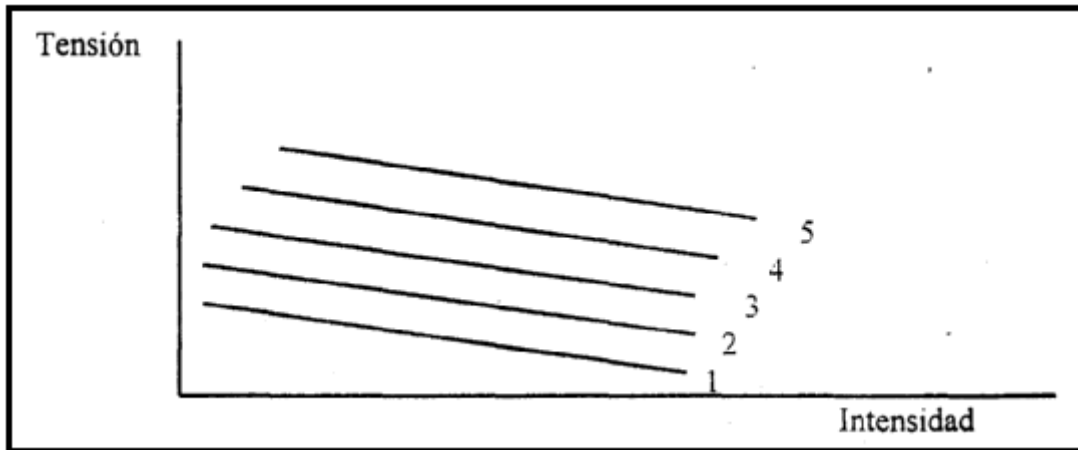


Fig.4: Selección de las curvas características

Autorregulación del arco

Al tocar el alambre la pieza, la intensidad de cortocircuito que se origina es muy elevada, por lo cual el extremo del alambre se funde inmediatamente, estableciéndose un arco (cebado instantáneo) cuya longitud es función de la tensión elegida en la fuente de energía. Una vez cebado el arco entra en juego **el fenómeno de autorregulación**, suministrando la fuente la intensidad necesaria para fundir el alambre a medida que éste se suministra, manteniéndose la longitud de arco correspondiente a la regulación del voltaje elegida.

Si por una causa cualquiera la distancia entre la extremidad del alambre y la pieza aumenta, la tensión y la longitud del arco aumentarán pero, al mismo tiempo, la intensidad disminuirá por lo que la fusión será más lenta hasta que se restablezca la longitud y el voltaje inicial, fig.5. Lo contrario ocurre cuando la distancia entre el alambre y la pieza disminuye. El fenómeno de autorregulación es importante para garantizar la estabilidad del arco, pero otras variables son también importantes.

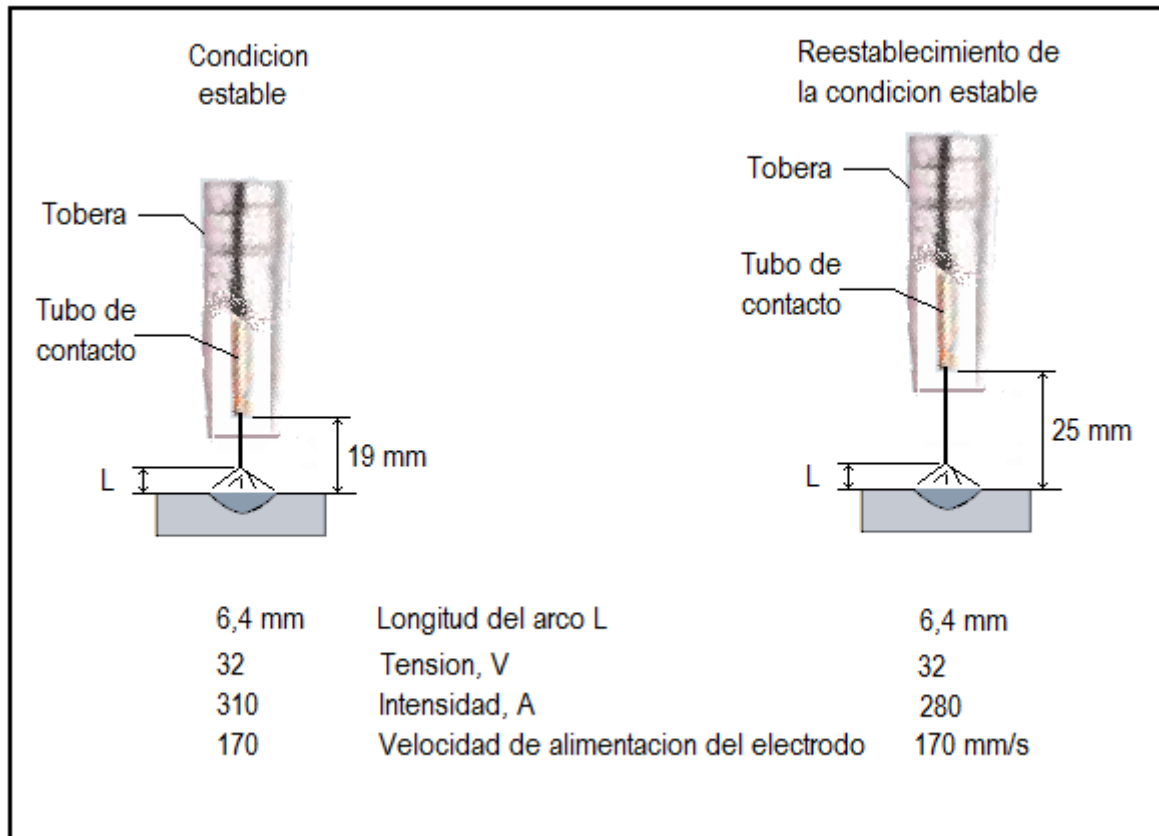


Fig.5: Autorregulación

Composición interna de la fuente de energía

En la fig.6 se ha representado de forma esquemática el interior de una máquina de soldeo MIG/MAG, compuesta por:

- 1 Conexión a la red
- 2 Interruptor
- 3 Transformador con selección de tensión
 - Función:
 - Reduce la tensión de la red hasta la tensión de soldeo
 - Aumenta la intensidad de la red hasta la intensidad de soldeo
- 4 Rectificador
 - Función: convierte la corriente alterna en corriente continua
- 5 Regulador de soldeo
 - Función: compensación de las fluctuaciones de la tensión del circuito de soldeo

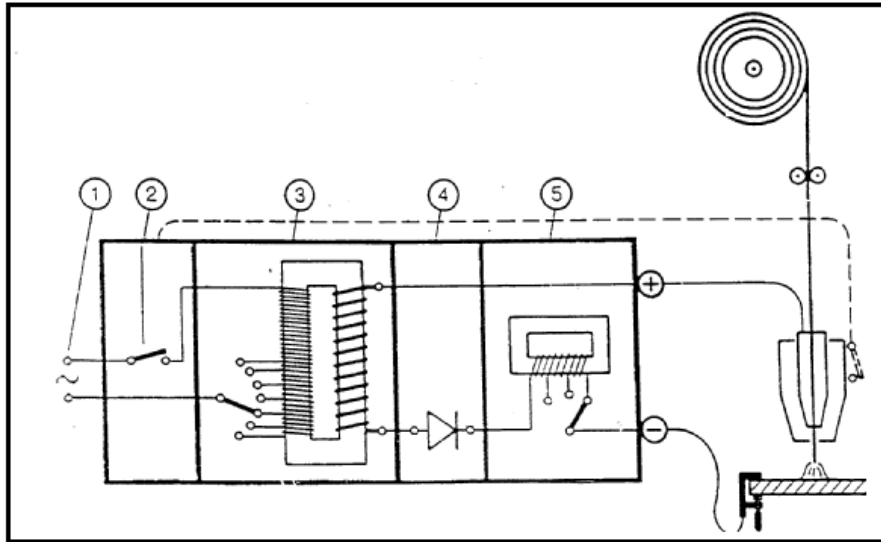


Fig 6: Componentes de la fuente de energía

7. SISTEMA DE ALIMENTACION DE ALAMBRE

La unidad de alimentación de alambre/electrodo es el dispositivo que hace que el alambre pase por el tubo de contacto de la pistola para fundirse en el arco. Ver figura 36.

En la *fig.7* se representa una unidad de alimentación de alambre que consta de:

- 1 Bobina de alambre, con el dispositivo para su colocación.
- 2 Guía del alambre.
- 3 Rodillo de arrastre.
- 4 Rodillo de presión o empujador.
- 5 Boquilla de salida del alambre.

La unidad dispondrá de un sistema para variar a velocidad de avance del alambre, así como de una válvula magnética para el paso del gas.

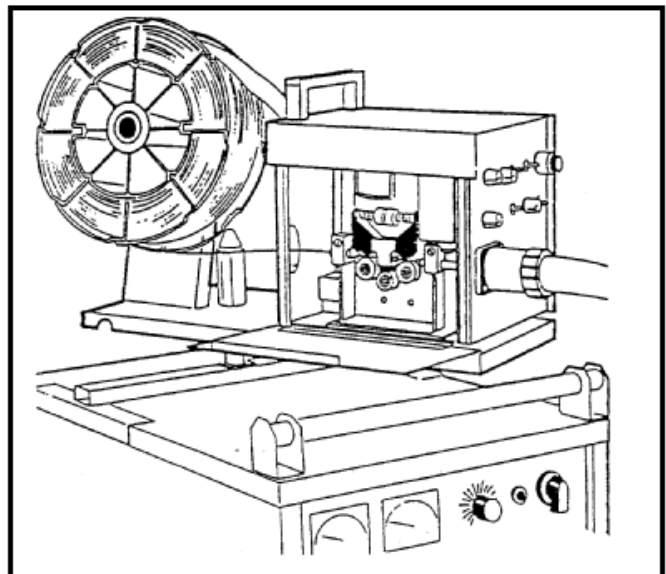


fig.7

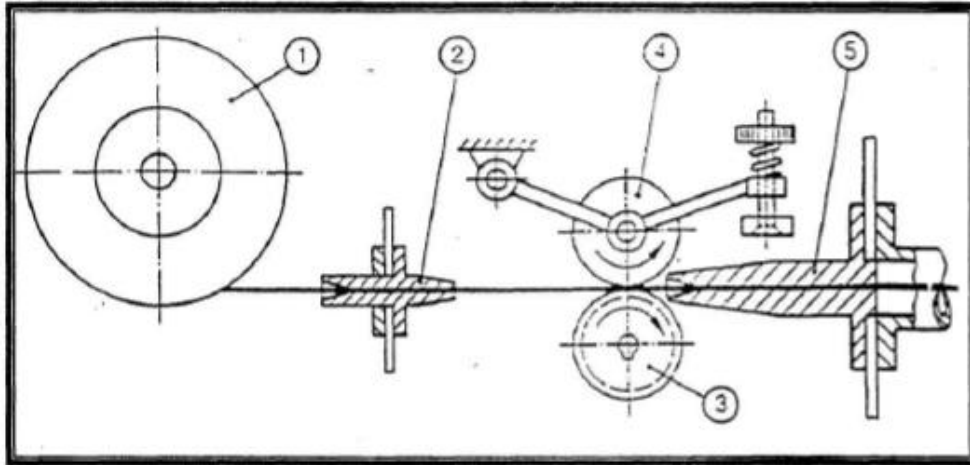


Fig.8: Unidad de alimentación de alambre

El alimentador de alambre va unido al rectificador por un conjunto de cables y tubos.

Algunos alimentadores de alambre poseen sólo una pareja de rodillos (fig.8), mientras que otros poseen dos pares de rodillos que pueden tener el mismo motor o ser accionados por dos motores acoplados en serie.

En la fig.9, se representa un alimentador de alambre de cuatro rodillos. Sus elementos son:

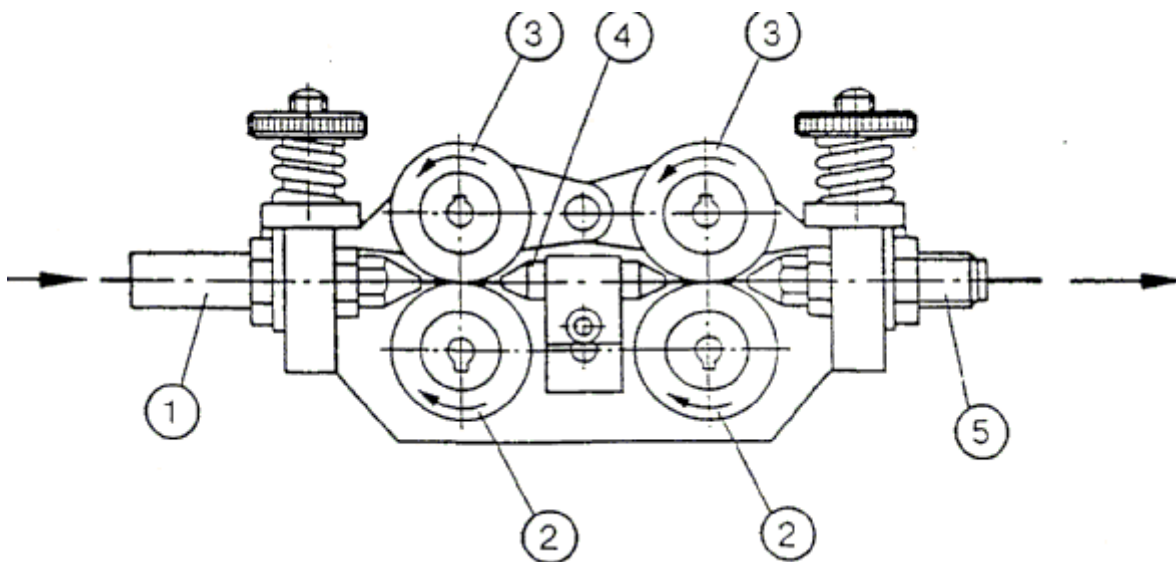


Fig.9: Alimentador de alambre de cuatro rodillos

- 1 Boquilla de alimentación del alambre.
- 2 Rodillos de arrastre.
- 3 Rodillos de presión o empujadores.
- 4 Guía del alambre.
- 5 Boquilla de salida del alambre.

Antes de disponer el alambre en la unidad de alimentación es necesario asegurarse de que todo el equipo es el apropiado para el diámetro del alambre seleccionado.

Para ajustar la presión de los rodillos se introduce el alambre hasta la tobera, se aumenta la presión hasta que los rodillos dejen de deslizarse y transporten el alambre.

La mayoría de los alimentadores son de **velocidad constante**, es decir, la velocidad es establecida antes de que comience el soldeo y permanece constante. La alimentación comienza o finaliza accionando un interruptor situado en la pistola. El arrastre del alambre ha de ser constante y sin deslizamientos en los rodillos de arrastre. Por lo general es necesario un sistema de frenado para la bobina de la cual se devana el alambre, para evitar su giro incontrolado. Los sistemas se diseñan de forma que la presión sobre el alambre pueda ser aumentada o disminuida según convenga.

Los sistemas de alimentación pueden ser de varios tipos:

- De empuje (push).
- De arrastre (pull).
- Combinados de arrastre-empuje, o “push-pull”.

El tipo depende fundamentalmente del tamaño y composición del alambre utilizado y de la distancia entre el carrete de alambre y la pistola.

La mayoría de los sistemas son de empuje (fig.10 A y B), en los que el alambre es alimentado desde un carrete por medio de unos rodillos y es empujado a través de un conducto flexible al cual está unida la pistola. La longitud del conducto es generalmente de hasta 3 m, pudiendo ser en algunas ocasiones de hasta 5 m.

Cuando la distancia entre la fuente de energía y la pistola es muy grande puede ser difícil alimentar mediante el sistema de empuje, por lo que se recurre al sistema de arrastre. En este sistema la pistola está equipada con unos rodillos que tiran, o arrastran, el alambre a través de la funda (o tubo-guía), evitando los atascos que se pueden producir con el sistema de empuje, sin embargo este sistema es más costoso.

Si se combinan ambos sistemas se tiene un sistema de alimentación **“de arrastre y de empuje”**. Este sistema se conoce también con el nombre inglés de “push-pull” en el que existen unos rodillos empujando a la salida de la bobina y otros tirando desde la pistola. (Fig.10 C).

Conjunto fuente de energía-unidad de alimentación.

La unidad de alimentación del alambre puede ser independiente (fig.10 B) o estar incluida en la carcasa de la fuente de energía (fig.10 A y C), denominadas normalmente máquinas compactas. Otra opción es emplear las pistolas con bobina incorporada (fig.10 D).

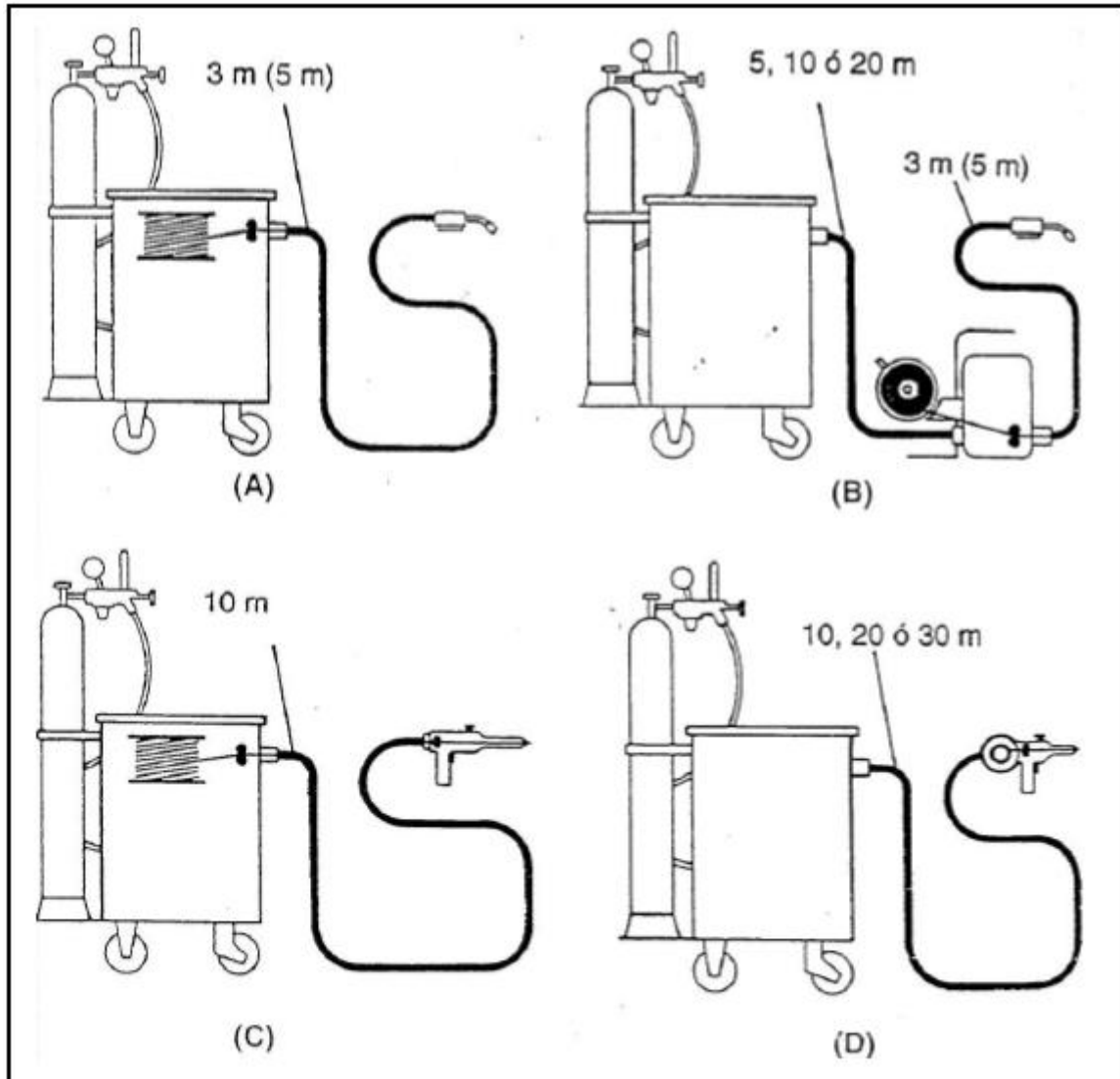


Fig.10: Unidad de alimentación de alambre

- (A): Incluida en la carcasa de la fuente de energía. Máquina compacta.
- (B): Independiente.
- (C): Unidad de arrastre- empuje (push-pull).
- (D): Con bobina incorporada en la pistola.

En la fig.10 se ha representado un equipo de soldeo.

- A. Con la unidad de alimentación de alambre en la carcasa de la máquina. El alimentador de alambre es de empuje por lo que la separación máxima de la pistola está limitada a 3m ó 5 m en casos extremos.

- B. Con unidad de alimentación de alambre independiente. El alimentador de alambre es también de empuje por lo que queda limitada la separación con la pistola a 3 m ó 5 m; sin embargo, la unidad de alimentación de alambre se podrá separar de la fuente de energías, 10 ó 20 m.
- C. Con alimentador de alambre de empuje en la carcasa de la máquina y de arrastre en la pistola. La separación entre el alimentador la pistola podrá ser de hasta 10 m.
- D. Con bobina incorporada en la pistola. Se podrá realizar el soldeo a gran distancia respecto a la fuente de energía (10, 20 ó 30 m)

8. PARTES CONSTITUTIVAS

RODILLOS

Los rodillos utilizados en MIG/MAG son normalmente como los de la *fig.11*, uno es plano y el otro es con bisel. El bisel es en forma de V para materiales duros como el acero al carbono o acero inoxidable, siendo en forma de U para materiales blandos como el aluminio. También pueden tener los dos bisel o ser moleteados, no recomendándose estos últimos para el aluminio. También es imprescindible seleccionar el rodillo de acuerdo con el diámetro del alambre.

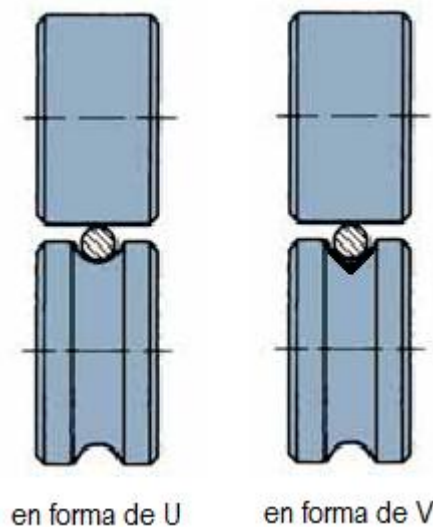


Fig.11: Rodillos para el soldeo MIG/MAG

PISTOLA

Las pistolas para el soldeo por arco con protección de gas son relativamente complejas. En primer lugar es necesario que el alambre se mueva a través de la pistola a una velocidad predeterminada y; en segundo lugar, la pistola debe estar diseñada para transmitir corriente al alambre y dirigir el gas de protección. El método de refrigeración (agua o aire) y la-localización de los controles de alimentación del alambre y gases de protección, añaden complejidad al diseño de las pistolas.

Los principales componentes, que se pueden ver en la *fig.41*, son:

- Tubo de contacto**, guía al electrodo a través de la tobera y hace el contacto eléctrico para suministrar corriente al alambre, está conectado a la fuente de energía a través de los cables

eléctricos. La posición del tubo de contacto respecto al final de la tobera puede variar en función del modo de transferencia, con transferencia en cortocircuito se situará a unos 2 mm de ésta o incluso por fuera, mientras que en transferencia en “spray” se situará a unos 5 mm. El tubo de contacto se reemplazará si el taladro se ha ensanchado por desgaste o si se ha atascado por proyecciones. Normalmente es de cobre o alguna aleación de cobre, el libro de instrucciones de la pistola indicará el tamaño y tipo adecuado en función del diámetro y material del electrodo a utilizar.

- **Tobera** (normalmente de cobre), que tiene un diámetro interior que oscila entre 9,5 y 22,25 mm (3/8 a 7/8 de pulgada) dependiendo del tamaño de la pistola.

- **Tubo-Guía o funda del alambre/electrodo;** a través del cual el electrodo llega procedente, normalmente de una bobina. Es muy importante el diámetro y material del tubo-guía del electrodo, se utilizarán de acero en forma de espiral en el caso de materiales como el acero o el cobre y serán de teflón o nylon para el magnesio o el aluminio, también para el acero inoxidable con el fin de no contaminar el electrodo.

- **Conducto de gas.**

- **Cables eléctricos.**

- **Interruptor.** La mayoría de las pistolas de manipulación manual tienen un gatillo que actúa como interruptor para comenzar o detener la alimentación del alambre.

- **Conductos para el agua de refrigeración.** (Sólo para las pistolas refrigeradas por agua). Estas pistolas pueden utilizarse con intensidades de hasta 600A.

La pistola puede ser de cuello curvado (cuello de cisne con un ángulo de 400 a 60°) o rectas; las de cuello de cisne suelen ser más flexibles y cómodas.

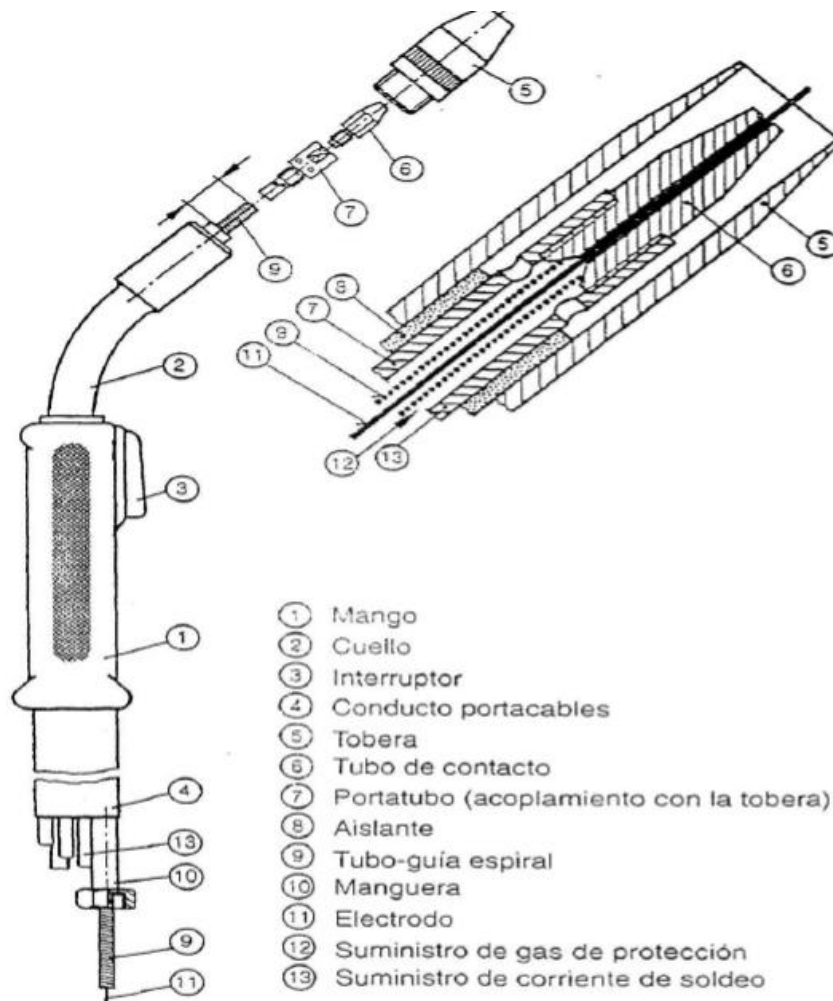


Fig.12: Pistola para soldeo MIG/MAG (acero al carbono)

9. ALIMENTACIÓN DE GAS PROTECTOR Y DE AGUA DE REFRIGERACIÓN

Gas

La alimentación de gas se hace desde la botella de gas que tiene en su salida un caudalímetro para poder graduar el caudal de gas de protección necesario en cada caso particular. El suministro de gas se puede realizar también desde una batería de botellas o desde un depósito.

Agua

Cuando se suelda con intensidades elevadas es preciso utilizar pistolas refrigeradas por agua, ya que la refrigeración de la pistola por el propio gas de protección sería insuficiente, para evitar que se produzcan daños o la inutilización de la pistola.

La alimentación del agua para tal refrigeración puede hacerse desde un simple grifo dispuesto cerca de la máquina de soldeo o con un sistema de circuito cerrado.

Sea cual sea el sistema, es necesario un conducto de alimentación de agua que refrigere la pistola y otro de retorno, según el sistema adoptado. Como ocurría con el gas, existe una electroválvula para que el agua circule solamente en los momentos en que se está soldando. Los conductos de agua también son flexibles y como los de gas forman parte del conjunto de la pistola.

10. PANEL DE CONTROL

En la fig.13 se representa el panel de control de una máquina MIG/MAG compacta. Las máquinas sinérgicas poseen un control interno que armoniza automáticamente todos los parámetros. El mando de control facilita al soldador el empleo de los programas, de forma que prefijando el tipo de alambre el gas de protección selecciona automáticamente la intensidad y velocidad de alimentación del alambre correctas.

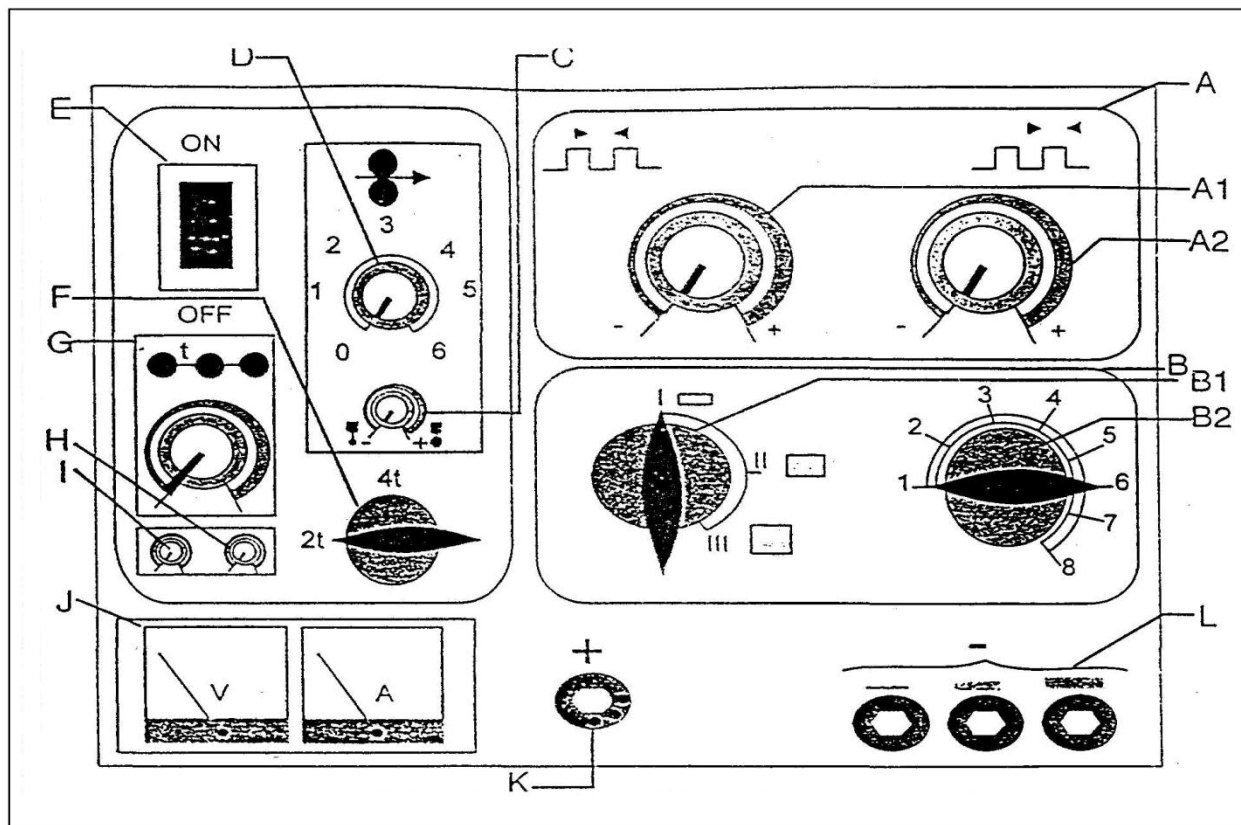


Fig.13: Panel de control de mandos de una máquina compacta

A. Arco pulsado.

A1 Selección del tiempo de la corriente de fondo.

A2 Selección del tiempo de la corriente de pico.

B. Selección de la tensión.

B 1 Selector de escala.

B2 Selector de tensión.

C. Tiempo de postquemado (“burn back”). Se retrasa el corte de la corriente de soldeo durante un cierto tiempo de forma que el alambre “se quema” libremente formando una pequeña esfera que deberá ser lo más pequeña posible, por lo que el tiempo de postquemado debe ser el mínimo posible. De esta forma se evita que el alambre fundido llegue a tocar el tubo de contacto estropeándolo.

D. Selección de la velocidad de alimentación del alambre.

E. Interruptor general.

F. Control de tipo de ciclo.

- 2t = 2 tiempos

- Tiempo 1: Apretar interruptor de la pistola ‘i mantener. Se pone en funcionamiento: gas de protección + alimentación del alambre corriente.
- Tiempo 2: Soltar el interruptor de la pistola. Deja de estar en funcionamiento: gas de protección + alimentación del alambre ± corriente.

Se puede utilizar en el soldeo de estructuras pero no se recomienda cuando el nivel de calidad requerido sea elevado.

- 4t =4 tiempos

- Tiempo 1: Apretar interruptor de la pistola. Se pone en funcionamiento el gas de protección.
- Tiempo 2: Soltar el interruptor de la pistola. Continúa saliendo el gas de protección y se pone en funcionamiento la alimentación del alambre y la corriente.
- Tiempo 3: Apretar interruptor de la pistola. Deja de estar en funcionamiento la corriente y la alimentación del gas.
- Tiempo 4: Soltar el interruptor de la pistola. Deja de salir el gas de protección. Alto nivel de calidad gracias a la existencia de gas de protección previo y posterior al soldeo. El gas de protección previo al soldeo desplaza el aire que rodea a la zona a soldar y mejora la protección posterior, el gas de protección posterior protege el metal de soldadura mientras se enfría.

G. Soldero por puntos.

H. Movimiento lento del alambre. El alambre se alimenta a baja velocidad hasta que se establece el arco.

I . Llenado de cráter. Se reduce la tensión y la intensidad de soldeo al final de la soldadura.

J. Amperímetro y voltímetro.

K. Polo positivo (+) de la máquina, se conecta a la pistola.

L: El polo negativo (-) puede tener varias tomas para introducir diferentes inductancias al circuito. La inductancia puede también estar regulada de forma continua con un potenciómetro. El cable de la pieza se suele conectar al negativo (-). La introducción de una cierta inductancia consigue un funcionamiento del arco de forma más suave y con menos proyecciones. La selección depende del diámetro del electrodo, normalmente a mayor diámetro mayor inductancia. La selección de la inductancia es útil sobre todo en transferencia cortocircuito.

11.MODOS DE TRANSFERENCIA

La transferencia de metal en el arco puede realizarse básicamente de cuatro formas: (ver fig.14).

- En cortocircuitos: El metal se transfiere del electrodo a la pieza cuando el electrodo contacta con el metal fundido depositado por soldadura.
- Transferencia globular: En forma de grandes gotas de tamaño mayor que el alambre/electrodo que caen al baño de fusión por su propio peso.
- Transferencia en spray: Se desprenden pequeñas gotas del alambre y se desplazan a través del arco hasta llegar a la pieza.
- Transferencia por arco pulsado: Es un modo de transferencia tipo spray que se produce en impulsos regularmente espaciados, en lugar de suceder al azar como ocurre en el arco-spray.

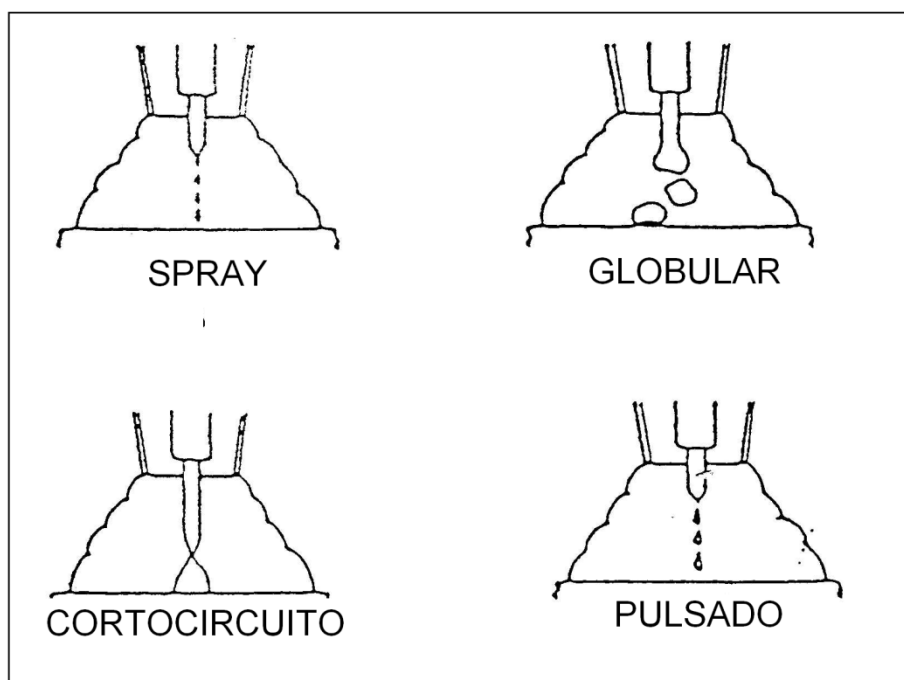


Fig.14: Modos de transferencia

El tipo de transferencia depende del gas de protección y de la intensidad y tensión de soldeo.

La **transferencia por cortocircuito** se produce por contacto del alambre con el metal depositado (fig.44). Se obtiene este tipo de transferencia cuando la intensidad y la tensión de soldeo son bajas. Se utiliza este tipo de transferencia cuando la intensidad y la tensión de soldeo son bajas. Se utiliza este tipo de transferencia para el soldeo en posición vertical, bajo techo, H-L045 y para el soldeo de espesores delgados o cuando la separación en la raíz es excesiva. Parámetros típicos: Voltaje 16 a 22 V; Intensidad 50 a 150 A. Se reconoce porque el arco es corto, suele haber proyecciones hay un zumbido característico.

Se obtiene este tipo de transferencia más fácilmente con dióxido de carbono.

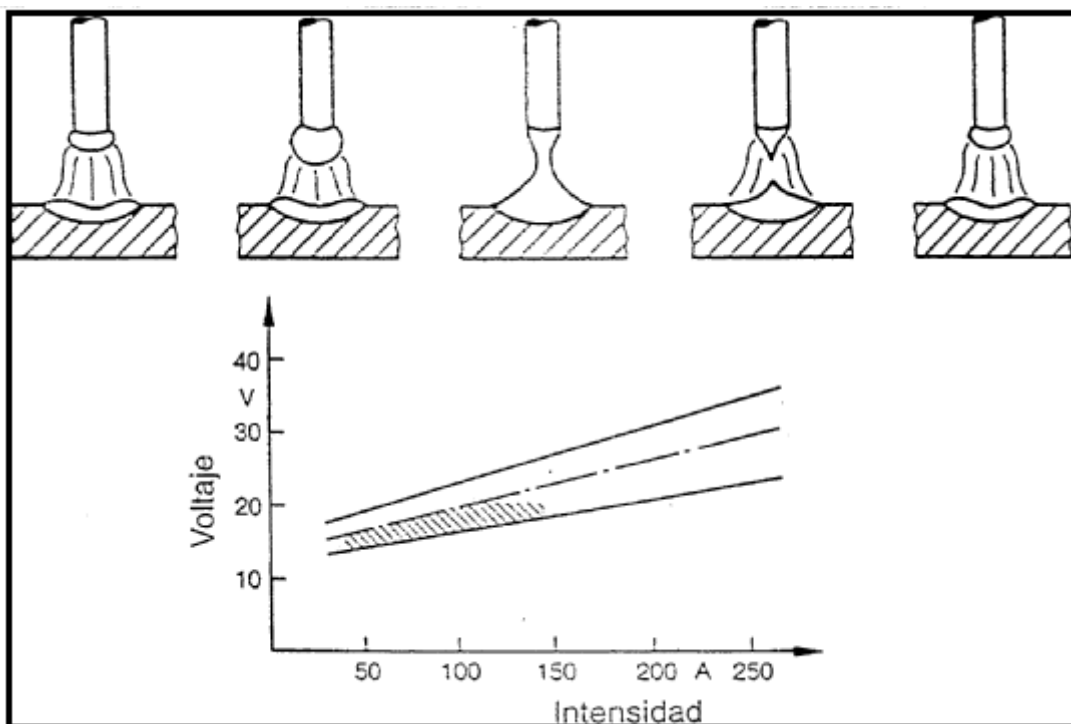


Fig.15: Ciclo de transferencia por cortocircuito

La transferencia globular se caracteriza por la formación de una gota relativamente grande de metal fundido en el extremo del alambre (Fig.16). La gota se va formando hasta que cae al baño de fundido por su propio peso. Este tipo de transferencia no suele tener aplicaciones tecnológicas por la dificultad de controlar adecuadamente el metal de aportación y porque suele provocar faltas de penetración y sobreespesores elevados. Parámetros típicos: Voltaje de 20 a 35 V; Intensidad 70 a 225 A.

En la transferencia por arco-spray las gotas son iguales o menores que el diámetro del alambre y su transferencia se realiza desde el extremo del alambre al baño fundido en forma de una corriente axial de gotas finas (corriente centrada con respecto al alambre). Se obtiene este tipo de transferencia con altas intensidades y altos voltajes. Intensidades 150 a 500 A y voltajes de 24 a 40 V. Los gases inertes favorecen este tipo de transferencia. (Fig.17).

La transferencia en spray se puede aplicar para cualquier material base pero no se puede utilizar en espesores muy finos porque la corriente de soldeo es muy alta. Se consiguen grandes tasas de deposición y rentabilidad.

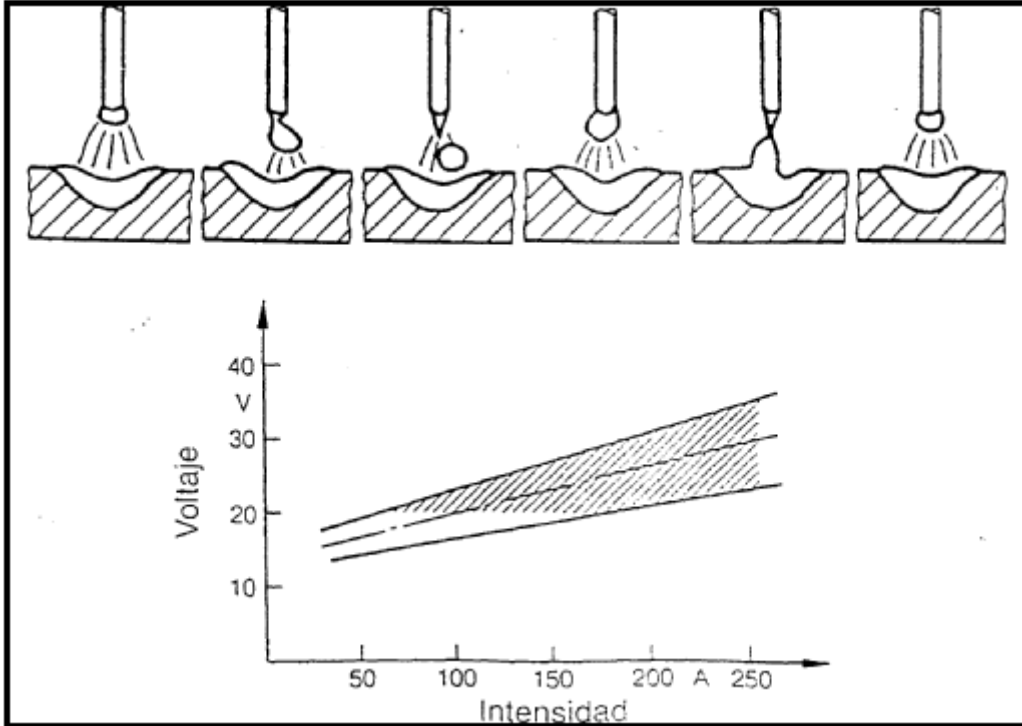


Fig.16: Transferencia globular

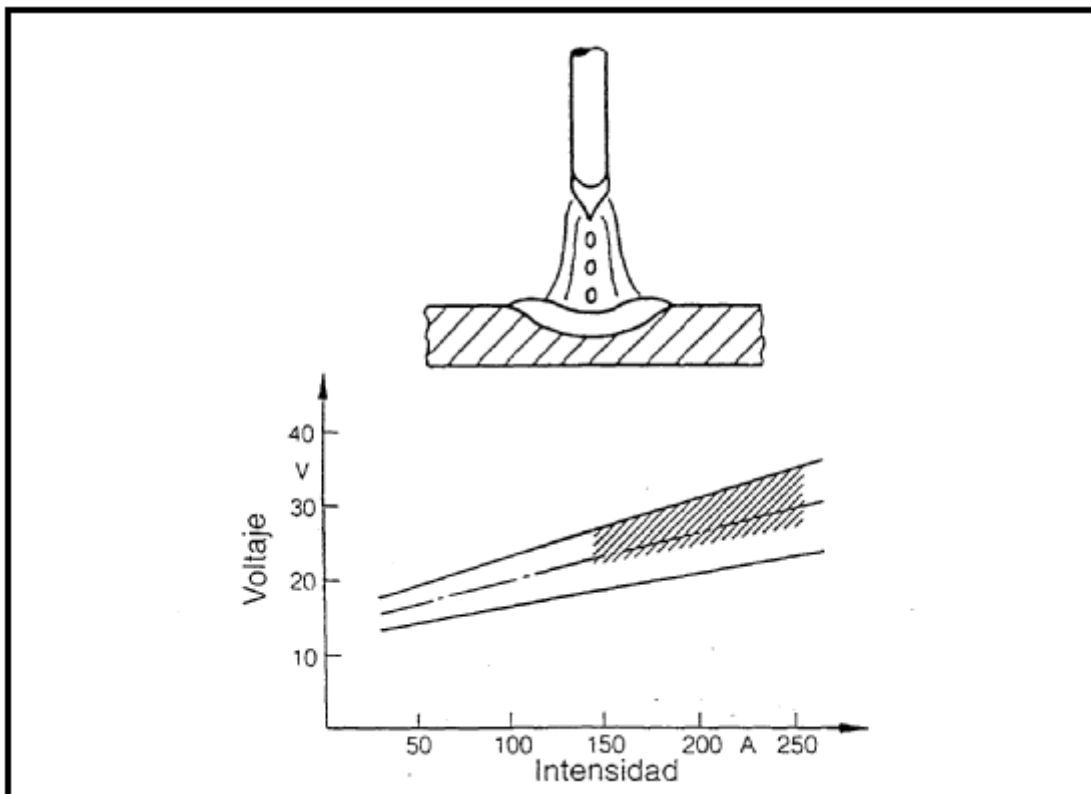


Fig.17: Transferencia por arco spray

La transferencia por arco pulsado es una modalidad del tipo spray, que se produce por pulsos a intervalos regularmente espaciados, en lugar de suceder al azar como ocurre en el arco spray. Este tipo de transferencia se obtiene cuando se utiliza una comente pulsada, que es la composición de una corriente de baja intensidad que existe en todo momento (es constante) y se denomina corriente de fondo o de base, y un conjunto de pulsos de intensidad elevada denominada corriente de pico (Fig.18). La intensidad de fondo sirve para precalentar y acondicionar el alambre que va avanzando continuamente. La gota saltará cuando se aplique una corriente de pico.

La ventaja fundamental de este método es la importante **reducción de calor aplicado** que se produce con respecto al método arco-spray, lo cual se traduce en la posibilidad de soldar en spray secciones menores, obtener menores deformaciones y soldar en todas las posiciones, además se pueden utilizar diámetros de alambre mayores y se reducen proyecciones.

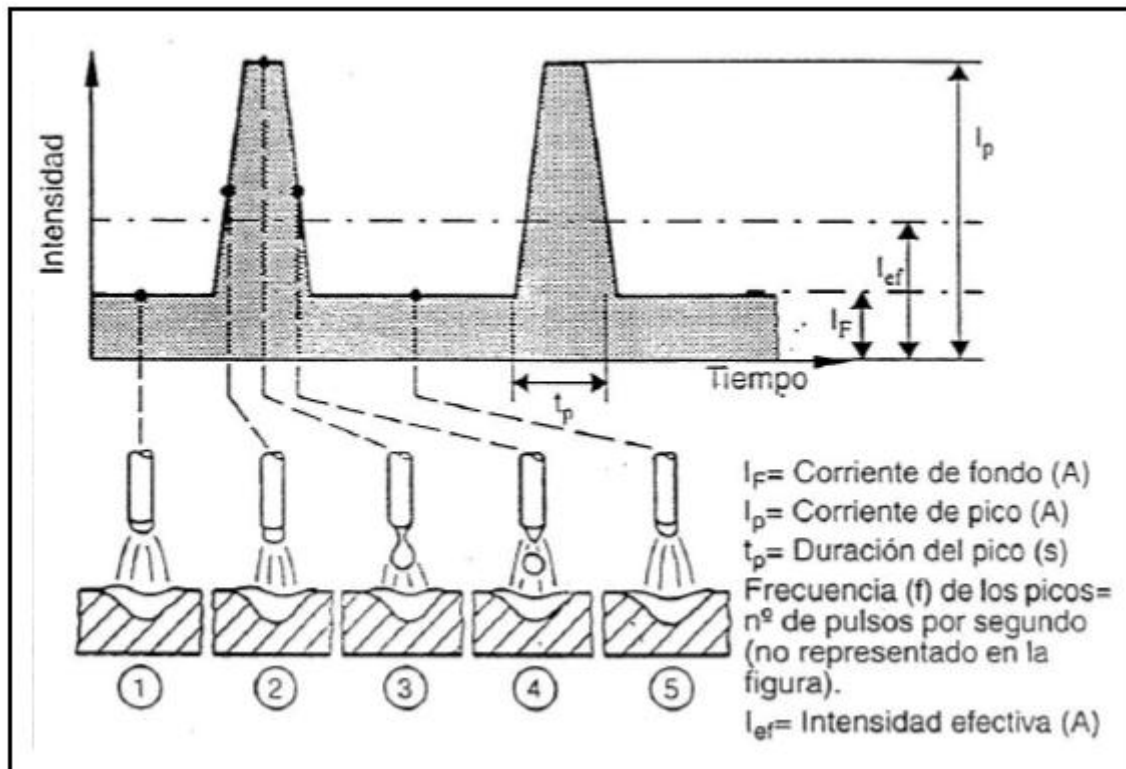


Fig.18

Las mayores desventajas de las fuentes de energía de corriente pulsada son: el coste elevado del equipo, dificultad de establecer los parámetros adecuados de soldeo debido al gran número de datos que hay que introducir y que sólo se puede utilizar mezclas con bajo contenido en CO_2 (18% máximo).

En algunas fuentes de energía la corriente de soldeo, la de pico y la duración del pulso están permanentemente establecidas, sólo puede cambiar la frecuencia. De forma que a mayor frecuencia (mayor nº de pulsos por segundo) mayor es la intensidad efectiva y la tasa de deposición. Actualmente las fuentes de soldeo para corriente pulsada son de tipo sinérgico, lo que significa que el soldador solo tiene que ajustar la velocidad de avance del alambre y los datos sobre el material de

aportación, el gas de protección y el diámetro del electrodo. A partir de estos datos la fuente de corriente ajusta automáticamente los parámetros de soldeo idóneos.

12.MATERIALES DE APORTACIÓN

Los electrodos/alambres empleados son de pequeños diámetros (0,6; 0,8; 0,9; 1,1; 1,6; 2,0; 3,0 y 3,2 mm) y se suministran en bobinas para colocar directamente en los sistemas de alimentación. Para conseguir una alimentación suave y uniforme el alambre debe ser bobinado en capas perfectamente planas y es necesario que no esté tirante durante su suministro, sino que exista una cierta holgura entre la bobina y la vuelta que se está desenroscando. Al ser los alambres de pequeño diámetro y la intensidad de soldeo bastante elevada, la velocidad de alimentación del electrodo suele ser elevada, 40-340 mm/s (2,4 a 20,4 m/min.) para la mayoría de los metales y de hasta 600 mm/s (236 m/min.) para las aleaciones de magnesio.

Dados sus pequeños diámetros la relación superficie/volumen es muy alta, por lo que pequeñas partículas de polvo, suciedad, grasa, etc, pueden suponer una importante cantidad en relación con el volumen aportado, de aquí que sea de gran importancia la limpieza.

Los alambres de acero reciben a menudo un ligero recubrimiento de cobre que mejora el contacto eléctrico, la resistencia a la corrosión y disminuye el rozamiento con los distintos elementos del sistema de alimentación y la pistola.

El material de aportación es, en general, similar en composición química a la del metal base, variándose ligeramente para compensar las pérdidas producidas de los diferentes elementos durante el soldeo, o mejorar alguna característica del metal de aportación. En otras ocasiones se requieren cambios apreciables o incluso la utilización de alambres de composición completamente diferente. Cuando se varía el diámetro del alambre utilizado se debe cambiar el tubo-guía, el tubo de contacto y ajustar los rodillos, o cambiarlos en caso de que no fueran adecuados para ese diámetro del alambre.

Norma DIN	Aplicaciones
DIN 8559: SG3 AWS A5.18:ER 70 S-6	Soldadura universal de aceros no aleados y aceros de construcción de grano fino
DIN 8575: SG Cr Mo 1 AWS A5.28:ER 80 S-G	Aceros al Cr Mo para calderas y tubos de caldera
AWS A5.28 ER 100 S-1	Soldadura de aceros de alta resistencia y grano fino
DIN 8575: SG Mo AWS A5.28:ER 80 S-G	Aceros al molibdeno resistentes al calor
DIN 8555: MSG 6 60-GZT	Recargues resistentes a la abrasión e impacto 58 - 60 HRC.
DIN 8555: MSG 2 - 350	Anti-desgaste. dureza después de soldado 350 Hv. Templado en aceite 60 HRC
DIN 8555: MSG 6 - 45 - RZ	Anti desgaste. Dureza 42 - 47 HRC. Cavitación - Inoxidable
DIN 8556: SG-X 2 Cr Ni 19 12 3L AWS A5.9:ER 316L Si	Soldaduras de unión de materiales del mismo tipo y chapeado de aceros inox. y refractarios en la construcción de aparatos y recipientes químicos, hasta -196° C
DIN 8556: SG-X2 Cr Ni 19.9 AWS A5.9:ER 308L Si	
DIN 8556: SG-X2 Cr Ni Mo N 22 93	Soldadura de aceros duplex. Capa base anterior al recargue duro
DIN 8556: SG-X 10 Cr Ni 30 9 AWS A5.9:ER 312	Soldadura de aceros de alta resistencia
DIN 8556: SG-X 12 Cr Ni 25 20 AWS A5.9:ER 310	Soldaduras de unión de materiales del mismo tipo y chapeado de aceros inox. y refractarios en la construcción de aparatos y recipientes químicos, hasta -196°C.
DIN 8556: SG-X2 Cr Ni 24 12 AWS A5.9:ER 309 L Si	
AWS A5.9:ER 347 Si	Aceero inoxidable tipo 18.8 estabilizado
DIN 8556: SG- X 15 Cr Ni Mn 18.8 AWS A5.9:ER 307	Soldadura de aceros aleados, capas de base para recargues duros
DIN 8573: MSG Ni Fe 2	Soldaduras de unión y de recargue, fundición gris, fundición nodular y unión de éstas con aceros
DIN 1736 SG NiCr 21 Mo 9 Nb AWS A5.14:ER Ni Cr Mo - 3	Uniones y recargues resistentes a altas temperaturas, corrosión y descascarillado. Tipo Inconel 625
DIN 1733 SG Cu Sn 6	Soldadura en general de cobre y bronce
DIN 1733 SG Cu Ag	Soldadura de cobre bajo en oxígeno. Gran conductividad eléctrica
DIN 1733 SG Cu Si 3	Soldadura de cobre y cobre-silicio. Gran fluidez. Soldadura acero galvanizado
DIN 1733 SG Cu Sn	Soldadura de aleaciones de cobre con bajo contenido en estaño. Excelente mecanizado
DIN 1733 SG Cu Al8 AWS A5.7:ER Cu Al- A1	Uniones y recargues en cobre y aleaciones de cobre
DIN SG Cu Al 8 Ni 6	Recargue duro 150-200 Hv 30. Cúpricos, aceros y fundiciones
DIN SG Cu Al 8 Ni 2	Recargue duro 130 - 150 HB. Cúpricos, aceros y fundiciones
DIN 1732: SG Al Mg 5 AWS A5.1 O:ER 5356	Aleaciones de aluminio - magnesio
DIN 1732: SG Al Si 5 AWS A5.1 o:ER 4043	Aleaciones de aluminio silicio

13. GASES DE PROTECCIÓN

El objetivo fundamental del gas de protección es la de proteger al metal fundido de la contaminación por la atmósfera circundante. Muchos otros factores afectan a la elección del gas de protección. Algunos de estos son: material a soldar, modo de transferencia del metal de aportación deseado, penetración y forma del cordón, velocidad de soldeo y precio del gas. Los gases más utilizados en el soldeo MIG/MAG son:

- CO₂
- Argón, helio o argón + helio
- Argón + CO₂ o helio + CO₂
- Argón + oxígeno (1-10% de oxígeno, siendo muy utilizada la mezcla con 5% de Oxígeno)
- Argón + oxígeno + CO₂
- Argón + helio + CO₂
- Argón ± helio + CO₂ + oxígeno

El soldeo se denominará MAG cuando se utilicen gases activos y MIG cuando se utilicen los inertes.

En general, se utilizan los gases inertes para el soldeo de los materiales no férricos y aceros inoxidable, utilizándose el CO₂ puro solamente con los aceros al carbono; las mezclas de argón + CO₂ y argón + oxígeno se aplican también al soldeo de aceros y en muchos casos para aceros inoxidable.

Cuando se utiliza CO₂ no se puede obtener una transferencia en spray. Una de las mezclas más utilizadas en el soldeo MAG es argón + 8-10% de CO₂, utilizándose generalmente con transferencia en spray. Las mezclas argón + CO₂, con un porcentaje de este último mayor o igual al 25%, se utilizan para transferencia en cortocircuito en el soldeo de los aceros al carbono y de baja aleación. Con arco pulsado se utilizan mezclas de argón y dióxido de carbono (generalmente con un 5% de CO₂, o mezclas de argón, helio y CO₂).

Con un caudal de gas muy bajo la cantidad de gas de protección es insuficiente. Con un caudal de gas muy alto puede haber turbulencias y formación de remolinos en el gas. El caudal de gas dependerá en gran medida del tipo de material base. Para obtener una buena protección el ángulo de trabajo no debe ser mayor de 10 a 20°. El tubo de contacto debe estar centrado en la boquilla y las proyecciones depositadas en la tobera de gas y en la boquilla de contacto deben retirarse regularmente.

14. PARÁMETROS DE SOLDEO

Los parámetros fundamentales que entran a formar parte de las características del soldeo, y por tanto de la calidad de la soldadura, son:

- Tensión.
- Velocidad de alimentación del alambre.
- Longitud visible del alambre o “extensión”.
- Velocidad de desplazamiento.
- Polaridad.
- Angulo de inclinación de la pistola.
- Gas de protección.

El conocimiento y control de estos parámetros es esencial para obtener soldaduras de calidad. Estas variables no son independientes ya que el cambio de una de ellas produce o implica el cambio de alguna de las otras.

Relación entre los parámetros

La tensión se mide en voltios y es regulable en la fuente de energía, o bien a distancia desde la unidad alimentadora de alambre. Se transmite de forma regular desde la fuente al alambre, sin embargo se distribuye entre la prolongación del alambre y el arco de un modo desigual. Aproximadamente el 90% de la energía se concentra en el arco y el 10% restante en el alambre (fig.19). Por tanto **cuanto mayor sea la longitud del arco mayor será la tensión**.

La intensidad, sin embargo, está relacionada con la velocidad de alimentación del alambre; de forma que **canto mayor es la velocidad de alimentación mayor es la intensidad**. La tasa de deposición también está muy relacionada con la intensidad, cuanto mayor es la intensidad más rápidamente se producirá la fusión y, por tanto, la deposición. Se pueden establecer las siguientes equivalencias:

	Equivalente a:
intensidad	Velocidad de alimentación del alambre Velocidad de fusión
Tensión	Longitud de arco

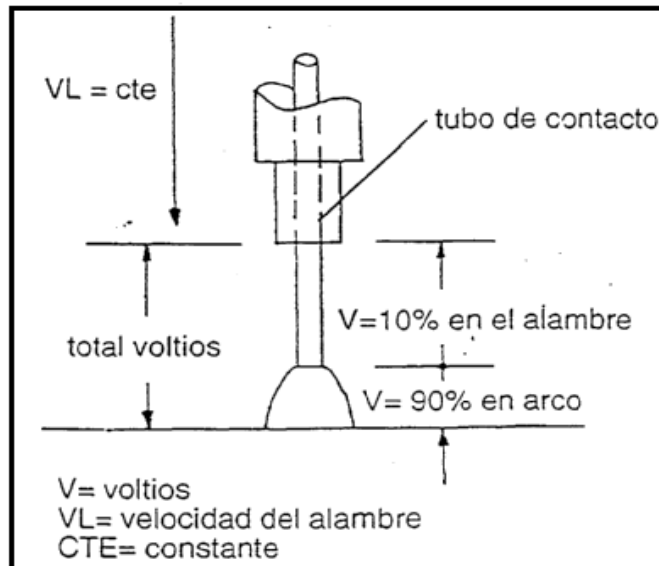


Fig.19: Distribución de la tensión en el arco eléctrico.
Relación entre la longitud del arco y la tensión

Extremo libre del alambre/electrodo

El extremo libre del alambre es la distancia desde el tubo de contacto hasta el extremo del alambre y está relacionada con la distancia entre el tubo de contacto y la pieza a soldar. Esta variable tiene importancia para la protección de baño de soldeo y en especial del fusión.

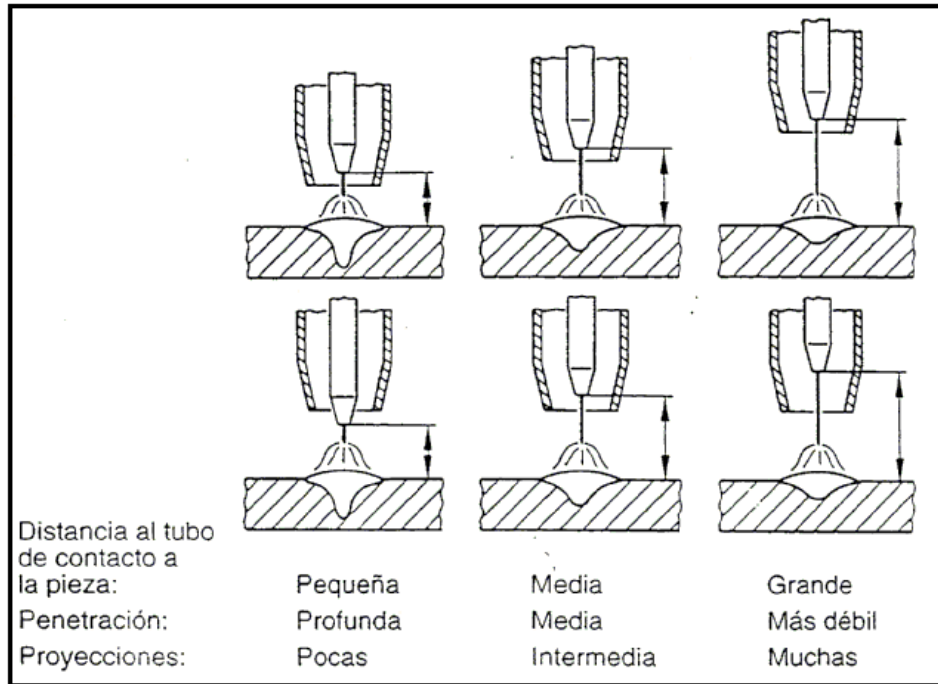


Fig.20

Cuando aumenta el extremo libre del alambre la penetración se hace más débil y aumenta la cantidad de proyecciones, éstas pueden interferir con la salida del gas de protección y una protección insuficiente puede provocar porosidad y contaminación excesiva. La mayoría de los fabricantes recomiendan longitudes de 6 a 13 mm para transferencia por cortocircuito y de 13 a 25 mm para otros tipos de transferencia. Disminuyendo la longitud en transferencia por cortocircuito aunque la tensión suministrada por la fuente sea baja se consigue buena penetración.

En la fig.20 se ha representado la influencia de la variación de la distancia entre el tubo de contacto y la pieza.

Velocidad de desplazamiento

Si se mantienen todos los demás parámetros constantes, cuanto menor sea la velocidad / de soldeo mayor será la penetración, sin embargo, una pistola se puede sobrecalentar si se suelda con intensidad alta y baja velocidad de soldeo. Una velocidad de soldeo alta produciría una soldadura muy irregular.

Polaridad

Para la mayoría de las aplicaciones del soldeo GMAW se utilizan la polaridad inversa (CCEP) ya que se obtiene un arco estable, con una buena transferencia de metal de aportación, pocas proyecciones, un cordón de soldadura de buenas características y gran penetración.

La polaridad directa (CCEN) casi no se utiliza porque aunque la tasa de deposición es mayor generalmente sólo se consigue transferencia globular.

La corriente alterna no se utiliza en el soldeo MIG/MAG ya que el arco se hace inestable y tiende a extinguirse.

Ángulo de inclinación de la pistola (Ángulo de desplazamiento)

Cuando se utiliza la técnica de soldeo hacia delante disminuye la penetración y el cordón se hace más ancho y plano, por lo que se recomienda para el soldeo de pequeños espesores; la máxima penetración se obtiene con el soldeo hacia atrás con un ángulo de desplazamiento de 25°. Para la mayoría de las aplicaciones se utiliza el soldeo hacia atrás con un ángulo de desplazamiento de 5-15°; en el soldeo del aluminio, sin embargo, se suele preferir el soldeo hacia delante pues se mejora la acción limpiadora. Para el soldeo en ángulo (posición PB) se recomienda un ángulo de trabajo de 45°.

*angulo de
inclinacion*



15. TÉCNICAS ESPECIALES

Soldeo por puntos

Se pueden realizar soldaduras en forma de puntos discontinuos mediante soldeo MIG/MAG, similares a los obtenidos mediante soldeo por resistencia (ver figura 21). El soldeo por puntos mediante MIG/MAG solo requiere tener acceso a una de las piezas que se van a unir, lo cual representa una ventaja respecto al soldeo por puntos por resistencia.

El soldeo por puntos mediante MIG/MAG tiene aplicación en la unión de chapas finas (en general hasta 5 mm) de acero, aluminio, acero inoxidable y algunas aleaciones de cobre.

Para el soldeo por puntos e requieren algunas modificaciones del equipo de soldeo MIG/MAG convencional. Se requieren:

- Toberas especiales, con huecos que permitan que el gas de protección salga de la tobera cuando ésta se presiona sobre la chapa a soldar.
- Controladores de la velocidad de alimentación del alambre para regular el tiempo de soldeo y asegurar el llenado del cráter, mediante la disminución progresiva de la corriente al final del soldeo.

Para realizar un punto de soldadura se sitúa la pistola sobre la pieza, con la tobera presionando la pieza de menor espesor, en el caso de que sean de espesores diferentes, y se aprieta el gatillo de la pistola para iniciar el arco manteniéndose la pistola inmóvil hasta que se corta la corriente. El tiempo de soldeo debe ser suficiente para conseguir la fusión de ambas chapas, suele ser de 0,3 a 1,7 segundos en el caso de chapas de espesores inferiores a 3 mm y de hasta 5 segundos para chapas de espesores mayores.

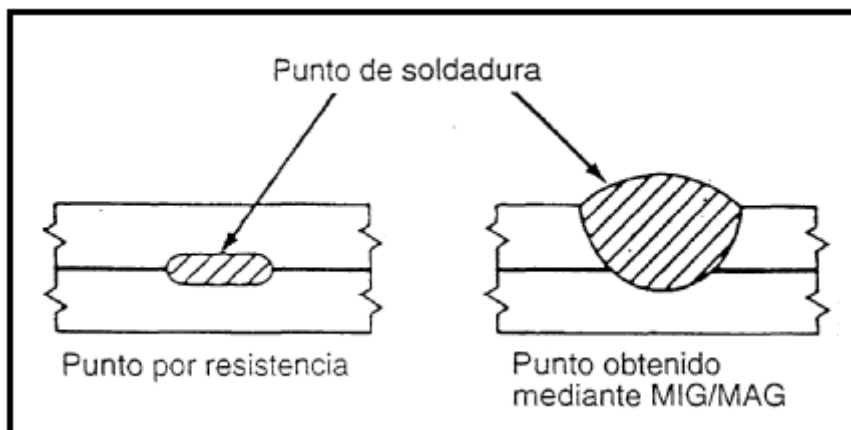


Fig.21: Comparación entre un punto obtenido por resistencia y uno obtenido por MIG/MAG