

Soldadura MAG de chapas de acero al carbono



Bloque 1

Contenido

- 1.1. Fundamentos de la soldadura MAG Ventajas y limitaciones del proceso
- 1.2. Normativa aplicable al soldeo
- 1.3. Características y soldabilidad de los aceros al carbono
- 1.4. Características y aplicaciones de las formas de transferencia
- 1.5. Gases de protección
- 1.6. Hilos
- 1.7. Conocimiento e influencia de los parámetros principales a regular en la soldadura MAG: polaridad, tensión de arco, intensidad de corriente, diámetro y velocidad de alimentación del hilo. Naturaleza y caudal del gas

1.1. Fundamentos de la soldadura MAG

Desde que en **1941** Meredith y Paviencka crearon la pistola **TIG** [Tungsten Inert Gas), y con ello el medio definitivo que permitió aplicar este proceso a la producción.

Aunque el TIG puede aplicarse a la soldadura de materiales férreos y no férreos, en términos productivos resulta un proceso lento para espesores mayores de 3-5mm.

Por esta razón, **se modificó por un electrodo de alambre conectado a una fuente de alimentación de voltaje constante** diseñada por E. H. Kennedy. Igual que en la soldadura con electrodo revestido, el alambre y el material base están conectados a distintos polos de la fuente de alimentación. Al entrar en contacto salta el arco eléctrico y provoca que la temperatura de la zona se eleve hasta producir la fusión de ambos.

1.2. Ventajas y limitaciones del proceso

El nuevo proceso que surgió de modificar la antorcha TIG fue bautizado como **MIG (Metal Inert Gas en sus siglas en inglés)**, haciendo referencia a que utilizaba argón o helio como gas protector de la soldadura.

De este modo, **el proceso MIG** se convirtió en **una alternativa al TIG** en la soldadura del aluminio, magnesio, titanio y níquel. Para poder adaptar este nuevo proceso a la soldadura del acero, se sustituyó el gas inerte por mezclas de gases como argón/CO₂, argón/oxígeno o CO₂ puro. Con el cambio se consiguió reducir mucho los defectos.

Ventajas

la unión atrae por igual al arco; se mejoró la estabilidad del arco y la penetración de la soldadura, ya que las mezclas conducen mejor el calor.

Soldadura MAG

Para diferenciar las aplicaciones del proceso en la soldadura de los aceros en general frente a la de las aleaciones no férricas, recibió el nombre de **soldadura MAG (Metal Activo Gas)**.

El proceso MIG/MAG se ha convertido en uno de los principales métodos de unión soldada en todo el mundo y es, probablemente, el más utilizado en la industria.



Soldadura MAG de acero al carbono.

Principales características del MIG/MAG:

Al igual que el TIG, el MIG/MAG deja los cordones limpios y sin escorias, pero es más rápido y productivo.

- La longitud de los cordones casi ilimitada.
- Menos empalmes entre cordón y cordón, en comparación con el electrodo revestido.
- El MIG/MAG es mucho más fácil de utilizar para la soldadura de chapas finas
- Es válido para soldadura de aceros al carbono (C), aleados, fundiciones o inoxidable, así como para la soldadura del aluminio (Al), del níquel (Ni), del magnesio (Mg) y del cobre (Cu).

El rendimiento del hilo es el más alto, pudiendo llegar al 95 % (5% proyecciones)

- *El MIG/MAG es el proceso menos portátil, ya que los equipos son los más grandes y aparatosos de todos.
- *En cuanto al precio, el equipo de MIG/MAG suele ser caro
- *La soldadura MIG/MAG está limitada en trabajos de campo. Ello es debido a que las corrientes de aire pueden desplazar el gas de protección y producir defectos.
- *La regulación de los parámetros también es más compleja que en el resto de los procesos, aunque los nuevos equipos sinérgicos facilitan mucho esta tarea.

La soldadura MIG/MAG es conocida también por otros nombres, tales como:

* **GMAW**, del inglés Gas Metal Arc Welding (Soldadura por Arco Metálico con Gas)

Diferentes tipos de equipos de soldadura MIG/MAG



1.1. Normativa aplicable al soldeo

La soldadura MAG se utiliza en fabricación soldada de cualquier elemento, son muchas las combinaciones de parámetros que hay que probar hasta encontrar aquellos que permitan soldar dentro de las calidades exigidas en cuanto a fusión o penetración.

Como este esfuerzo supone tiempo y energía, se debe evitar que todos los soldadores de una cadena de producción tengan que realizar este trabajo.

Para ello se sigue un protocolo: un técnico ensaya cada soldadura varias veces, con distintas combinaciones de parámetros y tomando nota de cuáles son estos en cada caso.

1.1. Normativa aplicable al soldeo


En ella encontramos la siguiente información.

* Datos del fabricante. El nombre de la empresa y la fecha en la que la WPS entró en vigor.

Referencia POR. Del inglés Procedure Oualification Record, Registro de Calificación de Procedimiento, es el documento en el que se registran los resultados de las pruebas realizados sobre los cupones de prueba (ensayos) o probetas.

* Unión . Un dibujo donde aparezca el tipo de preparación de bordes con detalle (casilla de la izquierda) y otro con el orden de realización de los cordones (casilla de la derecha).

En ella encontrar

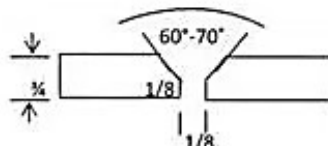



 Cia. General de Aceros S.A.	ESPECIFICACION DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA WPS CODIGO ASME SECCIÓN IX VERSIÓN 2010	No. COPIA:1 No. REVISION: 0
	Página 1 de 1	

* Datos del fabricante WPS entró en vigencia

+ Referencia POSICIÓN de Calificación de Procedimiento Resultados de las pruebas (ensayos) o probetas.

• Material base con los que se

* Unión (4.4.2). Unión con detalle (casilleros) los cordones (casilleros)

ASME QW-482 ESPECIFICACION DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA WPS					
WPS No.:	WPS-CGA-033	Revisión:	0	Revisado por:	Tgo. Henry Samboni
Realizado Por:	Ing. Pedro Antonio Quiñónez			Fecha:	16/12/2013
PQR de soporte No.:	PQR-CGA-033	Proceso:	FCAW	Tipo:	Semiautomático
JUNTA (QW402)			DETALLES DE LA JUNTA		
Diseño de la Junta:	En V				
Abertura de Raíz:	3.2mm (1/8")				
Altura de la Raíz:	3.2mm (1/8")				
Ángulo de Ranura:	60° a 70°				
Respaldo:	Si	No			
Material de Respaldo:	No				
Limpieza de Raíz:	Si	Método:	Esmerilado Grata		
METAL BASE (QW-403)			METAL DE APORTE (QW-404)		
Especificación:			1 2		
Espeor de bisel o filete:			Especificación AWS: -		
Rango de Calificación:			Clasificación AWS No.:  -		
			Diámetro: -		
POSICIÓN (QW-405)			PRECALENTAMIENTO (QW-406)		
Posición de Ranura:	3G		Temperatura de Pre calentamiento mín.: 50 ° C		
Progresión de Soldadura:	Up:	x	Down	Temperatura entre pases max.: 120°C a 170°C	
TRATAMIENTO TÉRMICO POSTERIOR (QW-407)			GAS (QW-408)		
Temperatura [°C]:	N/A		Tipo de gas: 100 %CO ₂		
Tiempo [hrs]:	N/A		Backing gas: N/A		
			Flujo: 15- 25 CFH		
Características Electricas(QW-409)					
Tipo corriente CA o CC – DC:	CC - DC	Polaridad:	Invertida (+)		
Amperaje (rango):	100 a 160 amp		Voltaje (rango):		18Va24V
Modo de transferencia de metal para FCAW:			Corto circuito		
Electrodo de Alambre Rango de velocidad de alimentación:			180 a 220 pul / min		
TÉCNICA (QW-410)					
Arrastre o Oscilatorio:	Rectilíneo / oscilado		Tamaño de copa/orificio gas		5/8
Limpieza Inicial y entre pases:	Cepillo / grata / disco de pulir		Martilleo:		No
Distancia del tipo de contacto a la pieza de trabajo	12 – 19 mm		Método de desbaste respaldo		esmerilado
Paso múltiple o simple por lado:	Multipases		Distancia tubo Contacto a pieza trabajo		1/2" a 3/4"
Oscilación	3 a 4 veces el Ø del electrodo		Uno o múltiples electrodos		Simple (Uno)

en la que la

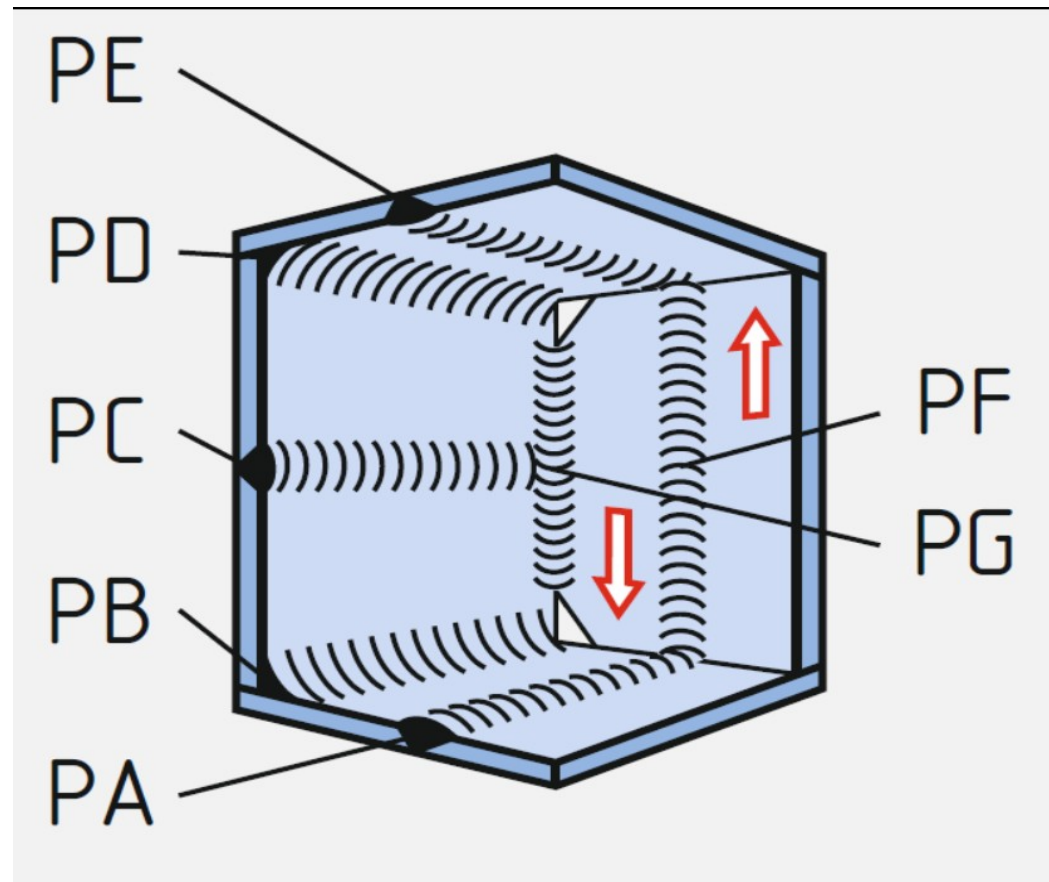
d, Registro de e registran los prueba

uso o procesos

ación de bordes realización de

Posición de soldeo según EN ISO 6947. En este apartado se especifica la posición en la que se ha de realizar la soldadura (por ejemplo, PA, PB, PC, PF etc.)

PA: Posición plana
PB: Posición horizontal
PC: Posición transversal
PD: Posición horizontal sobre cabeza
PE: Posición sobre cabeza
PF: Posición vertical ascendente
PG: Posición vertical descendente



1.1 Normativa Aplicable al Soldeo

Ítem	Descripción	Normativa Aplicable / Referencia
Parámetros eléctricos	Información necesaria para realizar la soldadura y lograr resultados consistentes: voltaje, intensidad, velocidad de avance del hilo, polaridad, etc.	— (<i>Especificaciones del procedimiento de soldeo – WPS según EN ISO 15609-1</i>)
Pre calentamiento	Temperatura que debe alcanzarse antes del soldeo y mantenerse durante el proceso, si el material lo requiere.	EN ISO 13916 – Apartado 4.4.11
Temperatura entre pasadas	Rango de temperatura (mínima y máxima) que debe mantenerse entre los cordones sucesivos.	EN ISO 13916 – Apartado 4.4.12
Post-calentamiento para eliminación de hidrógeno	Tratamiento térmico posterior al soldeo para reducir la presencia de hidrógeno y evitar fisuración. Se especifica temperatura y tiempo.	EN ISO 13916 – Apartado 4.4.14
Tratamiento térmico post-soldeo	Tratamiento posterior para aliviar tensiones residuales producidas por la soldadura.	EN ISO 17663 (<i>Tratamientos térmicos asociados al soldeo</i>)
Gas de protección	Tipo y composición del gas protector utilizado (por ejemplo, argón con 15 % CO ₂).	EN ISO 14175 – Clasificación de gases para soldeo y corte / EN ISO 13916 – Apartado 4.4A
Parámetros específicos del proceso	Detalles adicionales no incluidos en los apartados anteriores: modo de transferencia, tipo de electrodo (por ejemplo, según EN ISO 6848).	EN ISO 15609-1 – Apartado 4.5 / EN ISO 6848

1.2. Características y Soldabilidad de los Aceros al Carbono

1. Hierro puro

Elemento químico blando.
Se oxida fácilmente.
Propiedades mecánicas limitadas.

2. Aleación hierro + carbono → Acero al carbono

El **carbono** mejora:

Dureza.
Resistencia a la tracción.
Resistencia a la oxidación.

3. Composición típica

Hierro (Fe) → base principal.
Carbono (C) → elemento de aleación principal.
Pequeñas cantidades de:
Silicio (Si) → mejora la resistencia mecánica.
Manganeso (Mn) → incrementa la tenacidad y resistencia.

4. Aplicaciones

Estructuras metálicas en general.
Material estándar por su buen equilibrio entre resistencia, ductilidad y soldabilidad.

1.3. Características y soldabilidad de los aceros al carbono

Según el porcentaje de carbono, se clasifican como:

1. Bajo contenido en carbono.

Muy baja cantidad **menos de un 0,15 %** de carbono, o bajo, cuando tiene entre un 0,15 y un 0,30 % de carbono.

El acero de bajo contenido en carbono tiene buena respuesta a la soldadura.

2. Medio carbono.

Se denomina **acero de medio carbono** a aquel cuya proporción de carbono se encuentra entre **0,30 % y 0,50 %**.

A medida que aumenta el contenido de carbono, **la dureza del acero también se incrementa**. Sin embargo, **su capacidad de deformación disminuye**, ya que un mayor nivel de dureza reduce la tolerancia del metal a las **dilataciones y contracciones** que se generan durante el proceso de soldadura.

Como consecuencia, se incrementa el riesgo de **agrietamiento** en el material.

3. Alto carbono.

Acero de Alto Carbono

El contenido de carbono en los aceros de alto carbono varía entre **0,50 % y 0,90 %**.

La soldadura de estos aceros resulta considerablemente más compleja, ya que la zona afectada por el calor (ZAC) tiende a endurecerse y volverse frágil.

Para lograr una soldadura adecuada, es necesario aplicar precalentamientos específicos, determinados según el porcentaje de carbono o el carbono equivalente. Además, se emplean tratamientos térmicos posteriores destinados a restaurar la ductilidad del acero.

Este proceso se conoce como recocido.

¿Qué es el carbono equivalente?

Se utiliza principalmente para evaluar el riesgo de fisuración en frío y determinar la necesidad de precalentamiento o tratamiento post-soldadura en aceros de baja y media aleación. Es el parámetro clásico empleado para estimar la soldabilidad y templabilidad de un acero, teniendo en cuenta la influencia del carbono y otros elementos de aleación.

Para determinar el carbono equivalente se utiliza la siguiente fórmula:

$$C_{eq} = C + Mn/6 + (Cu + N + i(C)r + Mo/1 + 5V)/5$$

1.2. Características y soldabilidad de los aceros al carbono

Porcentaje de C	Temperatura de precalentamiento
0,2	100 °C
0,3	150 °C
0,5	250 °C

Referencias en precalentamiento de aceros para un grosor de chapa constante.

la temperatura que aparece en el cuadro se debe mantener entre pasadas. En aceros con más de un 0,5 % de carbono es muy difícil conseguir una unión correcta, puesto que cuanto mayor sea el C_{eq} , mayor será la dureza y más elevada la temperatura necesaria de precalentamiento. [Tip. Tizas térmicas para controlar la temperatura de precalentamiento.](#)

El carbono también está presente en los aceros especiales tales como:

1. Aceros para herramientas.

Los aceros para herramientas presentan un contenido variable de carbono, normalmente entre un 0,8 y un 1,5 %, además de otros elementos de aleación, por ejemplo, cromo (Cr), molibdeno (Mo) o vanadio (V).

1.2. Características y soldabilidad de los aceros al carbono

2. Aceros al manganeso (Mn).

Contienen carbono entre un 1 y un 1,5 % y superan el 12 % de manganeso. También hay que utilizar consumible de soldadura de similar composición.

3. Aceros de baja aleación.

Su contenido en carbono es bajo, de un 0,15 a un 0,2 %. En la aleación puede haber cromo, entre un 0,5 y un 9 %, y molibdeno, entre un 0,5 y un 1 %. Un tipo especial de estos aceros son resistentes a la fluencia en caliente o creep!

El acero al carbono pierde su resistencia mecánica a partir de los 400°C.

4. Hierro fundido.

Contiene entre un 2 y un 4 % de carbono, lo que lo hace muy duro y al mismo tiempo, frágil, es decir, tiene una baja ductilidad. El carbono puede estar en forma de grafito o de carburos metálicos.

La fundición blanca es muy difícil de soldar, aunque se usa mucho para otras tareas por su alta resistencia al desgaste.

1.2. Características y soldabilidad de los aceros al carbono

El hierro fundido nodular, la fundición gris y el hierro fundido maleable admiten soldadura utilizando hilo de núcleo de níquel o níquel-hierro. Para soldar con este tipo de consumible se emplea un mínimo precalentamiento, a veces incluso se evita, velocidades de soldeo más lentas para que no se produzcan grietas, dejando tiempo entre pasadas que evita acumulación de calor.

Hay que controlar la temperatura de enfriamiento para que disminuya lentamente. Dependiendo del tamaño de la pieza, se puede envolver con mantas térmicas, darle calor con sopletes o enterrar en arena (arena de granallar o seniolita).



1.3. Características y aplicaciones de las formas de transferencia

la soldadura de hilo es sencilla, pero no lo es la tarea de poner de acuerdo velocidad de hilo y tensión adecuadas al diámetro de hilo, posición de soldeo y tipo de gas de protección. Para esto último la persona debe estar formada, comprender cómo funciona el equipo.

Fundamentos de la soldadura eléctrica (MIG/MAG)

¿Qué es la corriente eléctrica?

La corriente eléctrica es un flujo de electrones que se mueve por un material

conductor, creando una corriente que se inicia cuando los átomos que componen la materia, inicialmente neutros, pierden o ganan electrones.

¿Qué es el arco eléctrico o voltaico?

El arco eléctrico o arco voltaico es una descarga eléctrica producida entre dos polos separados ligeramente. Esta descarga emite una luz muy intensa y provoca un gran desprendimiento de calor que genera la fusión del metal base y, en el caso del MAG, del material de aporte.

1.4. Características y aplicaciones de las formas de transferencia

la soldadura de hilo es sencilla si nos dan hecho el trabajo de parametrizar, pero no lo es la tarea de poner de acuerdo velocidad de hilo y tensión adecuadas al diámetro de hilo, posición de soldeo y tipo de gas de protección. Para esto último la persona debe estar formada, comprender cómo funciona el equipo.

Fundamentos de la soldadura eléctrica (MIG/MAG)

¿Qué es...
La corriente
material
conductor
componente

¿Qué es...
El arco
dos puntos
intensidad
del metal



un
que
trones.

da entre
y
la fusión

los gases, incluidos los que se usan en soldadura MAG para protección, son aislantes y hay que conseguir que se conviertan en conductores, es decir, hay que hacer posible su ionización.

un gas está formado por átomos (Fig. 1.14). Cada uno de ellos, en condiciones normales, tiene el mismo número de protones (cargas positivas) electrones (cargas negativas) y neutrones (sin carga). En el núcleo del átomo se encuentran los protones y neutrones, orbitando alrededor están los electrones. A

mientos

rápidos y des

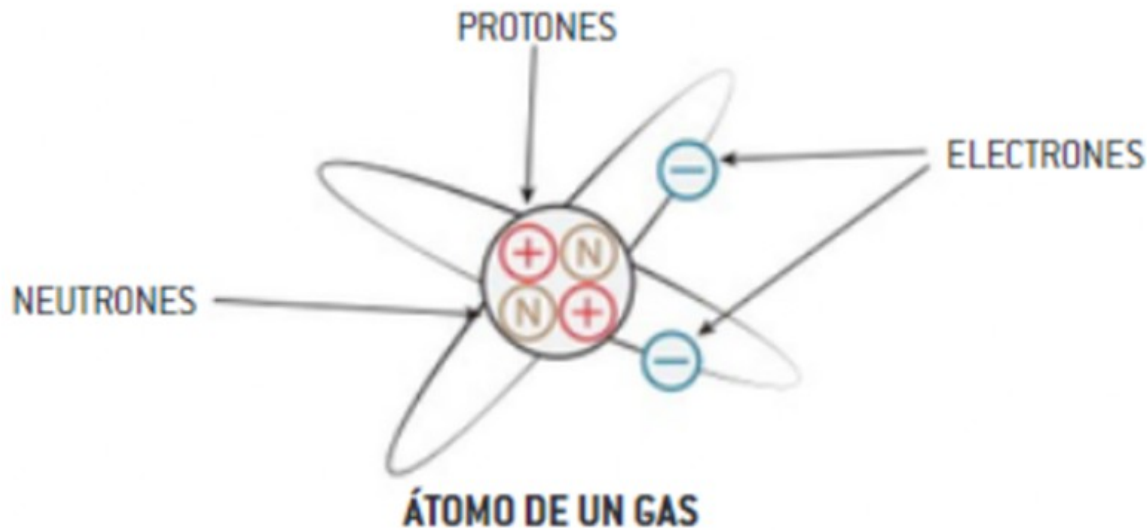
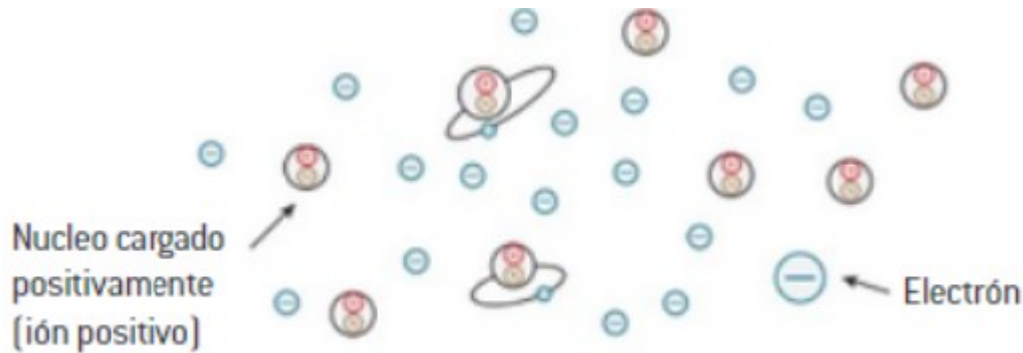


Figura 1.14

¿Cómo conseguimos ionizarlo?

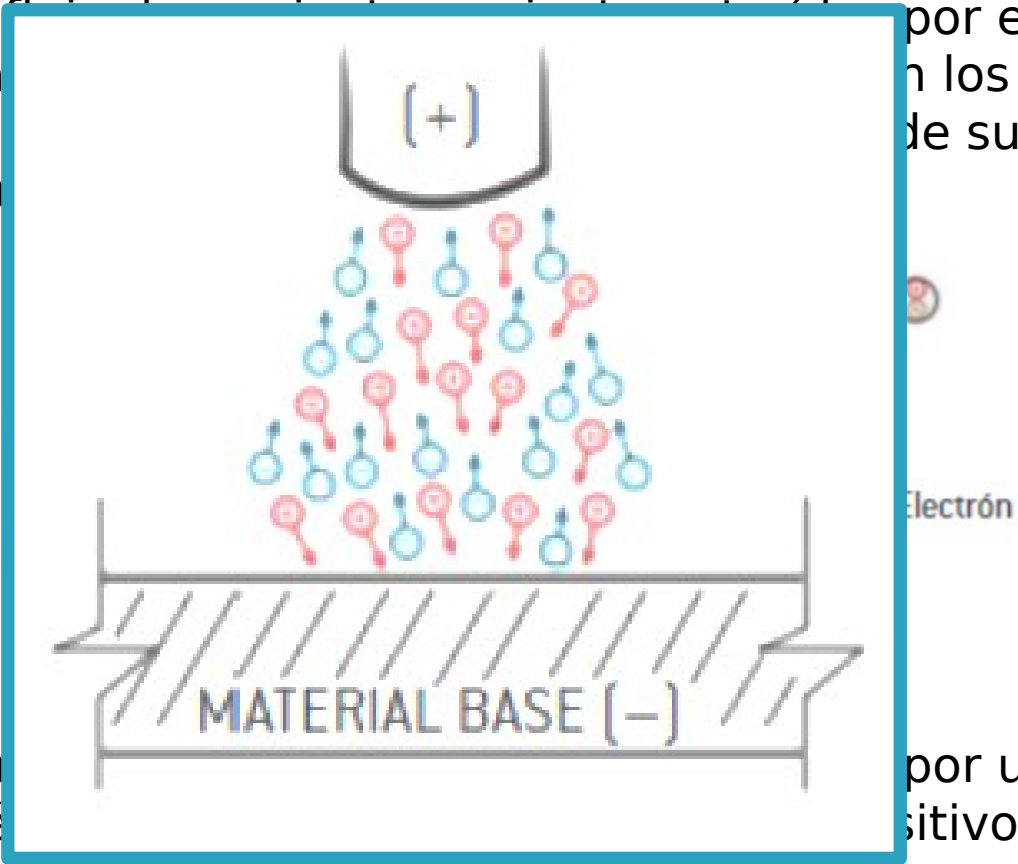
En la soldadura MAG, el hilo generalmente está conectado al polo positivo y el metal base al negativo. Cuando hay contacto entre ambos se produce un cortocircuito que eleva la temperatura en la zona. Los electrones del flujo de corriente se sienten atraídos por el polo positivo (el hilo) y viajan hacia él. En este camino chocan con los átomos del gas y este choque provoca que otros electrones salgan de sus órbitas y se unan a los primeros.



En ese momento, cada uno de ellos se verá atraído por un polo y se dirigirá hacia él: los electrones irán hacia el polo positivo y los núcleos hacia el polo negativo.

¿Cómo conseguimos ionizarlo?

En la soldadura MAG, el hilo generalmente está conectado al polo positivo y el metal base al negativo. Cuando hay contacto entre ambos se produce un cortocircuito que eleva la temperatura en la zona. Los electrones del filamento se ionizan y viajan por el polo positivo (el hilo) y viajan hacia los átomos del gas y este choque eleva la temperatura de sus órbitas y se unen a los primeros niveles de energía.



En ese momento el gas se ioniza y se dirigirá hacia el polo positivo y los núcleos se dirigirá hacia el polo negativo.

Los electrones viajan por un polo y se unen al otro polo positivo y los núcleos se unen al otro polo negativo.

El calor se distribuye de forma desigual, principalmente por el **bombardeo de electrones** que recibe el **polo positivo**. Los electrones poseen **poca masa** y se desplazan a **gran velocidad**, ya que la **tensión eléctrica** los acelera. De este modo, adquieren **alta energía cinética** que, al impactar contra el polo positivo, se transforma en **calor**, representando el **70 % de la energía total generada**.

En el **polo negativo**, ocurre lo contrario: los **núcleos cargados positivamente** tienen **gran masa** pero se mueven a **baja velocidad**. Su **energía cinética reducida** también se convierte en calor, aunque solo constituye el **30 % de la energía**.

El **gas ionizado** recibe el nombre de **plasma**, considerado el **cuarto estado de la materia**. Solo en estas condiciones **conduce electricidad**, y se cree que este es el **estado de los gases del Sol**.



1. Intensidad (I)

Definición: Cantidad de electrones que atraviesan un punto del conductor por unidad de tiempo (ej.: un segundo).

Unidad de medida: Amperio (A)

Descripción: Representa el “flujo” de corriente eléctrica a través del conductor.

2. Tensión o Diferencia de Potencial (V)

Definición: Trabajo necesario para mover una partícula cargada entre dos puntos.

Unidad de medida: Voltio (V)

Descripción: Es el “empuje” que pone en movimiento a los electrones hacia el polo positivo.

3. Resistencia Eléctrica (R)

Definición: Oposición que presenta un material al paso de los electrones.

Unidad de medida: Ohmio (Ω) *(puedes agregar esto si aún no se mencionó en clase)*

Factores que influyen:

Mayor **longitud** del conductor → mayor resistencia.

Menor **diámetro** del conductor → mayor resistencia.

Ohm (símbolo: Ω) es la unidad derivada de la resistencia eléctrica en el Sistema Internacional de Unidades. También representado con la letra R en ecuaciones.

4. Efecto Joule.

Se conoce como efecto Joule al calentamiento que sufre todo cuerpo conductor por el que circula una corriente eléctrica. Dicho calentamiento es proporcional a su resistencia, al tiempo que dure el paso de la corriente y a la intensidad de esta.

Según el proceso de soldadura, el paso de esa corriente se puede regular desde el equipo de soldeo de distinta forma:

* Para soldadura con electrodos revestidos o TIG, la intensidad se regula con un mando.

* Para la soldadura **MIG/MAG**, la tensión y la velocidad de hilo se regulan desde mandos diferentes. Es necesario encontrar el punto de equilibrio, también llamado punto de trabajo, entre ambas y, una vez encontrado, si varía una la otra ha de hacerlo también para encontrar un nuevo equilibrio.

Equipos de Soldadura MIG/MAG

Fuente de alimentación de tensión constante:

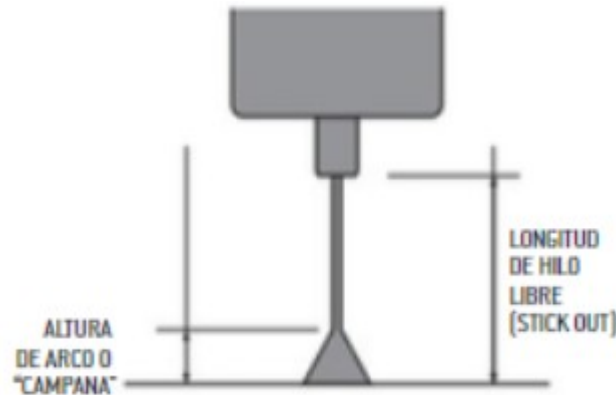
□ Característica principal

El equipo mantiene la tensión constante, independientemente de la distancia pistola–unión.

□ Relación con el voltaje

El voltaje está directamente relacionado con la altura de arco, también conocida como campana.

La “campana” es la zona donde comienza a fundirse (quemarse) el alambre.



La intensidad y velocidad de hilo están relacionadas: a mayor velocidad de hilo, mayor intensidad pasará por el alambre.

Fuente de alimentación:

Ejemplo: vamos a realizar una soldadura sobre una pieza con la distancia de hilo libre constante. A continuación, realizaremos otra soldadura manteniendo la distancia de hilo y el resto de los parámetros salvo la tensión, que vamos a incrementar ligeramente. De este modo se obtiene una altura de arco mayor, es decir, la campana aumenta su altura y, en consecuencia, el área del cordón se hace mayor.

Al aumentar la superficie también disminuye el aporte térmico, puesto que la misma energía se reparte en un área mayor y, en consecuencia, la soldadura pierde penetración.]



La intensidad y velocidad de hilo están relacionadas: a mayor velocidad de hilo, mayor intensidad pasará por el alambre.

Influencia de la Distancia de Hilo Libre en la Soldadura MIG/MAG

□ **Parámetros a considerar**

Además de:

Tensión (V)

Velocidad de hilo

Intensidad (I)

- Se debe tener en cuenta la **distancia de hilo libre** (longitud entre la pistola y la pieza).

Ejemplo práctico

Caso inicial: hilo libre de **15 mm**.

Si se aumenta a 20 mm, ocurrirá lo siguiente:

Aplicación de la Ley de Ohm

$$V = I \cdot R$$

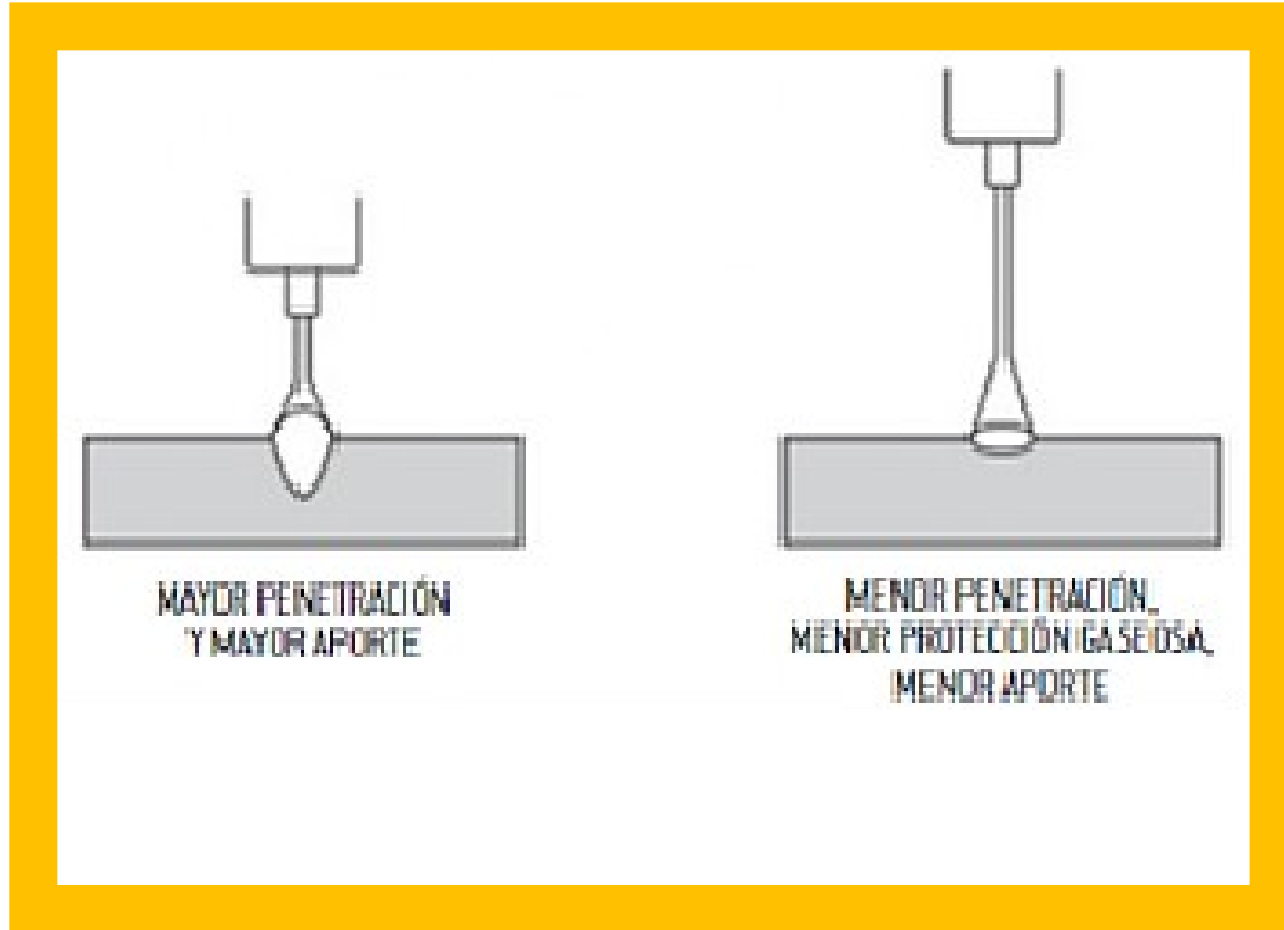
- Al **aumentar la longitud del conductor**, aumenta la resistencia (**R**) al paso de la corriente.
- Como la **fente es de tensión constante**, para mantener el voltaje (V), la **intensidad (I)** debe **disminuir**.

□ **Consecuencias**

- ↓ Intensidad = ↓ energía en la unión ↓ penetración del cordón.
- ↓ Intensidad tenemos que ↓ velocidad de hilo ↓ deposición de material de aporte.

□ **Caso contrario**

- Si la **longitud de hilo libre disminuye**,
- **aumenta la intensidad**,
- **mayor penetración y mayor velocidad de aporte**.



Variación de la penetración con diferentes distancias de hilo libre.

¿Qué está ocurriendo?

El equipo tiende a mantener constante la tensión.

Para lograrlo, **aumenta o disminuye la intensidad** según sea necesario.

El objetivo es **mantener el arco estable** y evitar variaciones en su **altura o campana**, que podrían desestabilizar la soldadura.

Longitud de Hilo Libre

Variar la longitud de hilo libre permite controlar la penetración durante la soldadura.

Para que el equipo responda correctamente a los cambios de longitud y mantenga el arco estable, es necesario acercarse o alejar la pistola suavemente.

Relación entre Velocidad de Hilo e Intensidad

En las **máquinas semiautomáticas**, la **velocidad de hilo** y la **intensidad** están **asociadas**:

Si **aumenta un parámetro**, también **aumenta el otro**, proporcionando **mayor aporte de material**.

Si **disminuye la intensidad**, también **disminuye la velocidad de hilo**, reduciendo el **aporte de material** a la soldadura.

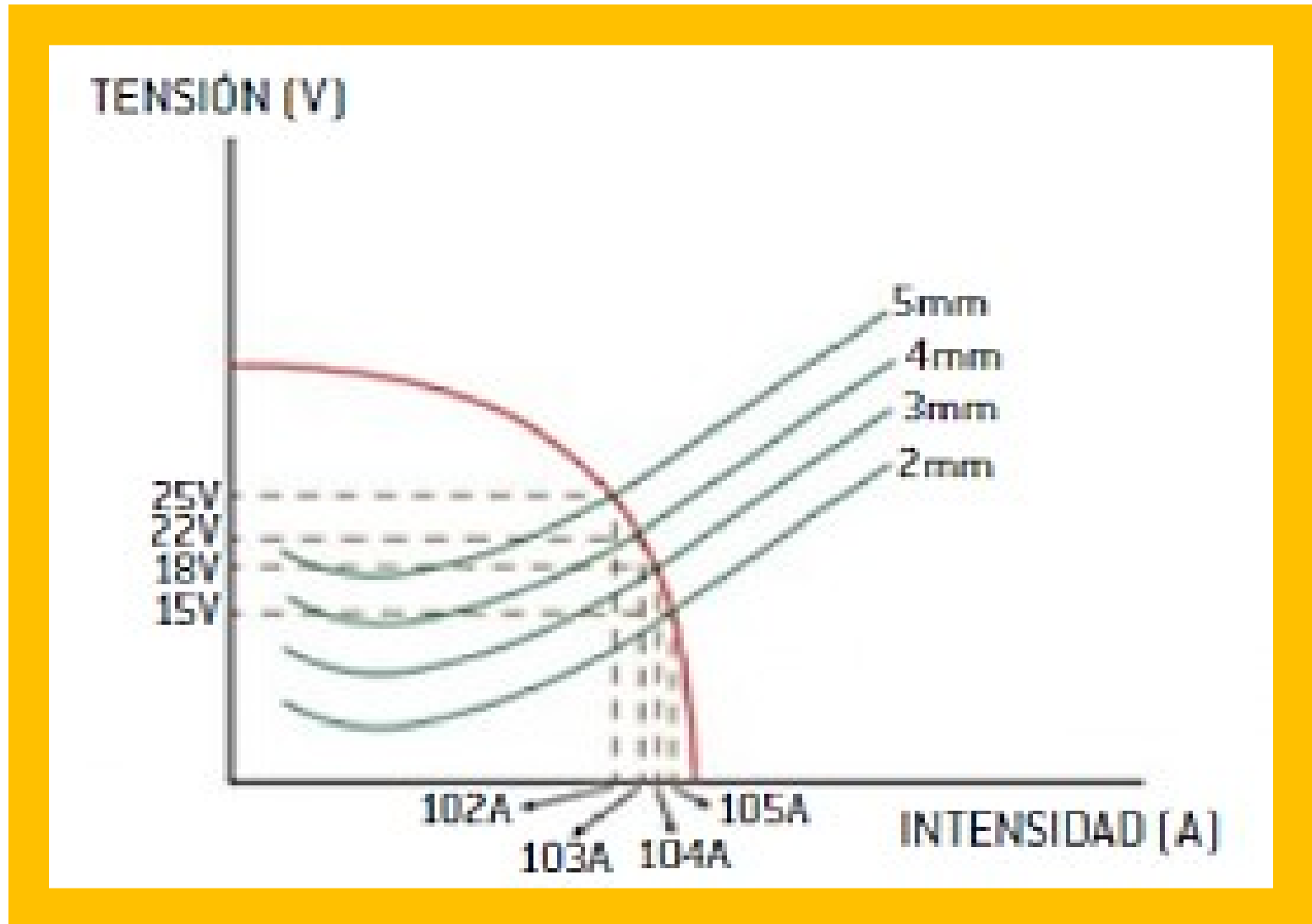
➤ Relación Voltios/Amperios (Equipos de Tensión Constante)

En los equipos de **tensión constante**, se cumple la siguiente relación:

Por cada aumento de 1 voltio, la intensidad disminuye 10 amperios.

A este comportamiento se le denomina **rango de reducción**.

¿Qué está ocurriendo?



Control de la Penetración en Soldadura MAG

1. Altura de Arco y Longitud de Hilo Libre

Máxima penetración → se logra con:
Altura de arco corta
Longitud de hilo libre corta

Si se aumenta la distancia de hilo libre:

El equipo mantiene la altura del arco, pero...

Si aumenta la resistencia al paso de corriente (por el hilo más largo).

Se eleva la intensidad y la velocidad de hilo.

Pero disminuye la penetración.

NOTA:

Los **soldadores experimentados** aprovechan esto:

Ajustan la distancia en los **cordones de raíz** para **controlar la penetración**.

¿Cómo funciona un equipo sinérgico?



TIPOS DE EQUIPOS

MÁQUINAS SINÉRGICAS

El fabricante programa las configuraciones para:

- Diámetro de hilo
- Tipo de gas
- Velocidad de hilo
- Voltaje
- Amperaje

El procesador calcula el punto de equilibrio entre los parámetros

Regulación automática y fácil

EQUIPOS TRADICIONALES

El soldador regula manualmente:

- Tensión
- Velocidad de hilo

Pueden incluir tabla de referencia (ayuda al ajuste manual)

Regulación más compleja
Más útil para el aprendizaje

¿Cómo funciona un equipo sinérgico?

<https://www.youtube.com/watch?v=h-ckGMXRRTA>

1.5. Tipos de arcos

1.5.1. Arco corto o cortocircuito

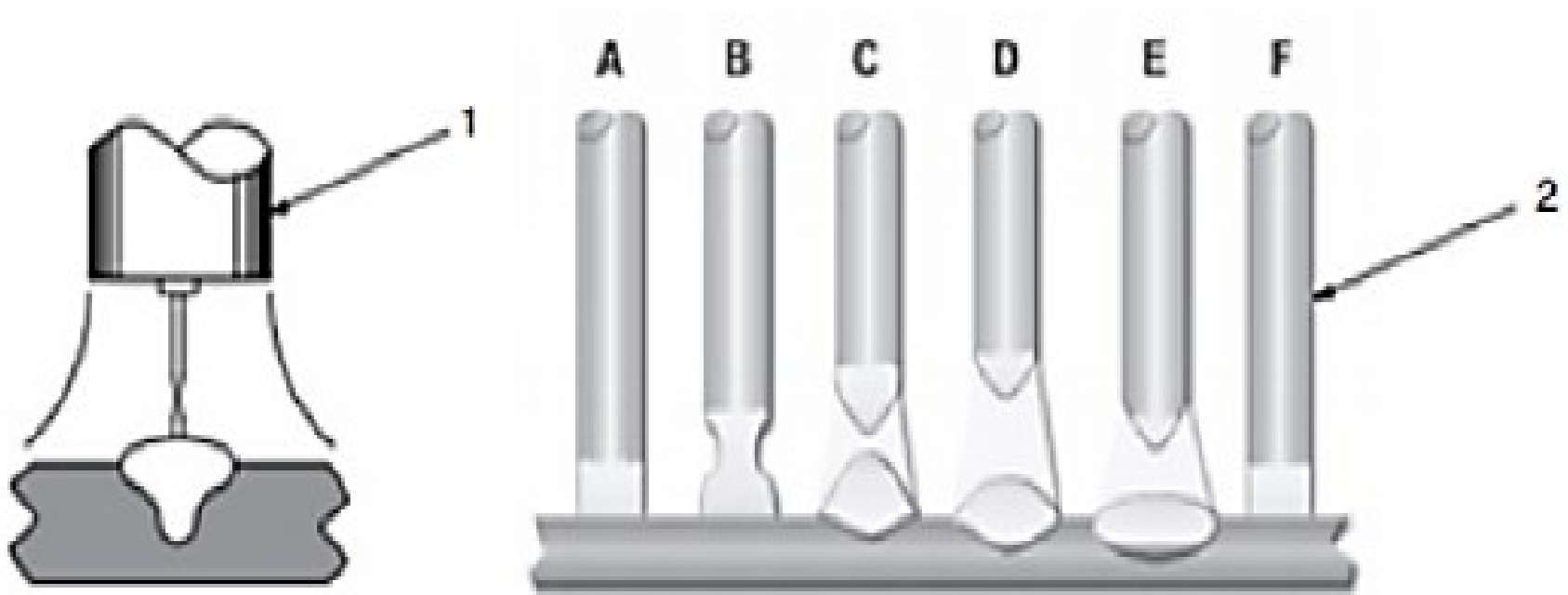
La transferencia por arco corto/cortocircuito se consigue con valores de tensión bajos, generalmente entre 16 y 22 voltios (50 a 150 amperios).

¿Cómo se produce la transferencia?

- Al pulsar el gatillo de la pistola, el hilo avanza hasta hacer contacto con la unión. En ese momento, el arco eléctrico se apaga mientras se produce un cortocircuito (al disminuir la tensión, la intensidad aumenta) que calienta mucho la zona del hilo en contacto con la pieza hasta que el extremo se desprende con una pequeña explosión.
- En ese momento deja de haber contacto entre hilo y pieza, se vuelve a establecer el arco eléctrico (aumenta la tensión y disminuye la intensidad) hasta que el hilo nuevamente avanza y toca la pieza, provocándose otro cortocircuito.

Aunque no sea visible a simple vista, durante un segundo se pueden producir entre 20 y 200 cortocircuitos.

1.5.1. Arco corto o cortocircuito



Transferencia cortocircuito (1). Etapas del cortocircuito (2).

Aunque no sea visible a simple vista, durante un segundo se pueden producir entre 20 y 200 cortocircuitos.

MOMENTO DEL CORTOCIRCUITO



La velocidad con la que AUMENTA la INTENSIDAD es un factor esencial



**CONTROL MEDIANTE:
INDUCTANCIA**

*La inductancia es la propiedad de un circuito eléctrico para resistir el cambio de corriente. Una corriente que fluye a través de un cable tiene un campo magnético alrededor. El flujo magnético depende de la corriente y cuando la corriente varía, el flujo magnético también varía con ella.

<https://www.youtube.com/watch?v=mJehvfe1nco>

En los equipos digitales, bien se puede programar la inductancia o bien, usando la programación propia de la máquina, esta se encarga de buscar el punto óptimo de inductancia.

El modo de transferencia por cortocircuito facilita la soldadura con hilo; aporta poco calor a la soldadura, sin demasiadas proyecciones, si la regulación de los parámetros es buena. No obstante, por esa misma razón, si el material a soldar tiene mucho espesor es fácil que se produzcan faltas de fusión.

* Variando el sentido de avance del hilo.

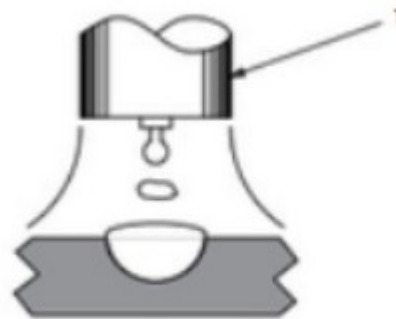
En el momento que hay contacto y se produce la gota, el hilo frena su avance y retrocede favoreciendo que se desprenda esta, reduciendo las proyecciones y la cantidad de calor aportado, ya que reduce el tiempo de cortocircuito.



1.5.2. Arco globular

Cuando el modo de aportación cambia de cortocircuito a arco spray, se produce un arco de transición por transferencia globular. Como el valor de la corrientes mayor en la punta del hilo, se forma una gota que, finalmente, se desprende por su propio peso, siempre y cuando esta tenga, al menos, el doble de diámetro que el propio hilo. El arco eléctrico se establece entre la gota y la pieza. A diferencia de lo que sucede en el modo de transferencia en cortocircuito, el arco eléctrico está activo prácticamente durante todo el tiempo.

Se dice que el arco globular no tiene ninguna utilidad, pero un soldador experto puede obtener buenos resultados trabajando en este modo al soldar en posición plana el cordón de raíz con una relación talón-entrehierro que permita su fusión ordenada. La desventaja es que, normalmente, se producen muchas proyecciones.



1. *Transferencia globular. Gentileza de MILLER.*

1.5.3. Arco spray

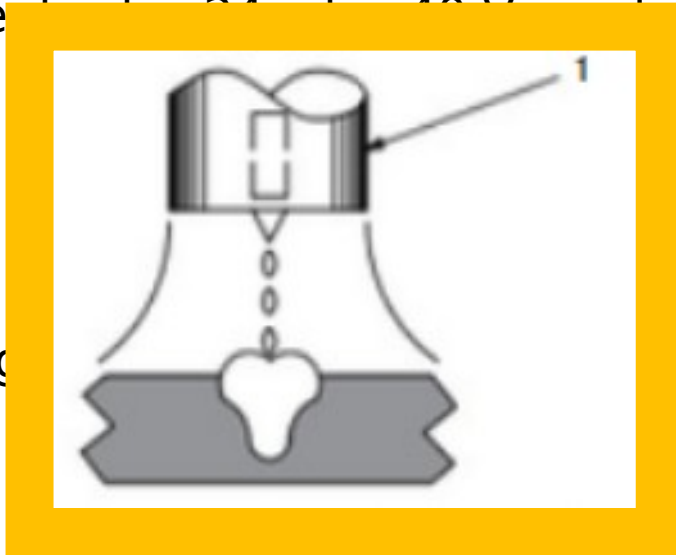
Generalmente, entre los 24 y los 40 V, es decir, de 150 a 500 A, a partir del primer contacto hilo-pieza, se alcanza una temperatura tan alta en la punta del alambre que este se funde en forma de cientos de finas gotas. A diferencia de los modos de aporte vistos hasta ahora, en el arco spray el diámetro de las gotas es menor al del hilo.

Al ser necesaria una corriente media-alta para que el modo de transferencia pase a arco spray, tanto la penetración como el aspecto del cordón son muy buenos. No horizontales. Distinta a la

Diámetro hilo	Gas de protección	Intensidad mínima para arco spray (A)
1,0	98 % Ar - 2 % O ₂	165
1,2	98 % Ar - 2 % O ₂	220
1,6	98 % Ar - 2 % O ₂	275
1,0	85 % Ar - 15 % CO ₂	180
1,2	85 % Ar - 15 % CO ₂	240
1,6	85 % Ar - 15 % CO ₂	295

1.5.4. Arco spray

Generalmente, e...
del
primer contacto
punta
del alambre que
diferencia de los
diámetro de las g



...cir, de 150 a 500 A, a partir
temperatura tan alta en la
cientos de finas gotas. A
ta ahora, en el arco spray el

Al ser necesaria
transferencia
pase a arco spray, tanto la penetración como el aspecto del cordón son
muy
buenos. No
horizonte

...ra que el modo de

Diámetro hilo	Gas de protección	Intensidad mínima para arco spray (A)
1,0	98 % Ar - 2 % O ₂	165
1,2	98 % Ar - 2 % O ₂	220
1,6	98 % Ar - 2 % O ₂	275
1,0	85 % Ar - 15 % CO ₂	180
1,2	85 % Ar - 15 % CO ₂	240
1,6	85 % Ar - 15 % CO ₂	295

...el cordón son
distinta a la

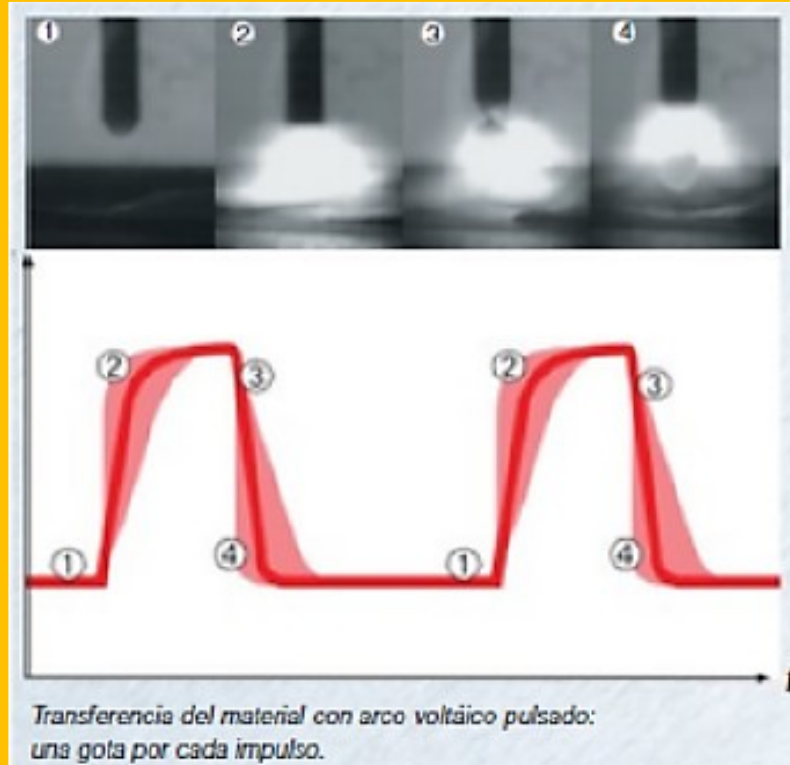
1.5.5. Arco pulsado

En este modo de aportación, el procesador del equipo combina dos corrientes: una continua y baja que garantice que el arco no se apague, llamada de base, sin que haya transferencia de material, con otra intermitente o de pico, que aumenta la intensidad de corriente lo suficiente como para fundir una gota del mismo diámetro que el hilo utilizado, gota que se desprenderá antes de que el hilo llegue a tener contacto con la pieza.

De este modo, se consigue buena penetración debido al alto valor de intensidad de corriente que alcanza cada pulso. El intervalo de tiempo entre cada pulso es la frecuencia. A mayor frecuencia, el arco es más estable y concentrado.

1.5.5. Arco pulsado

En este modo de aportación, el procesador del equipo combina dos corrientes: una llamada de base intermitente o suficiente como utilizado, gota de contacto con la debido al alto v. El intervalo de t frecuencia, el a



El arco no se apague, material, con otra e corriente lo metro que el hilo hilo llegue a tener una penetración alcanza cada pulso. A mayor

1.5.6. Arco rotativo

Se llama así al modo de aportación para el soldeo alto rendimiento de gran espesor. El material aportado en este modo puede llegar hasta los 12 kg por hora. Para rotar el arco se necesita una alta velocidad de alimentación del hilo, entre 20 y 30 m/min, y mezclar gases de protección inertes, ya sea argón o argón-helio con oxígeno, pues favorece la tendencia del arco voltaico a girar, lo que tiene como consecuencia un aporte estable y constante del hilo.

La proporción del gas es del 1 al 8 % de O_2 , y el resto de argón, o bien de un 1 % a un 8 % de O_2 de un 10 a un 40 % de helio y el resto argón.

Cuando el hilo es ferromagnético y se combina con esa mezcla de gases, la estabilidad del arco es muy alta, teniendo buen rendimiento y buena calidad de soldadura para grandes espesores.

El stick-out, es decir, la longitud de hilo libre, debe ser grande, ya que, en combinación los parámetros que acabamos de mencionar, este se calienta lo suficiente como para que su extremo se funda y, al mismo tiempo, el paso de la corriente por un hilo largo genera un campo magnético que hace rotar el extremo del alambre.

Este modo de aportación no está limitado por el diámetro del electrodo, ya que se pueden utilizar hilos de diámetros desde 0,8 a 1,6 mm, aunque el mejor resultado se consigue con hilos de entre 1, o 1,2mm.



1.6. Gases de protección

Los procesos de soldeo manual se pueden clasificar en:

* Soldadura atmósfera natural: es el caso del electrodo revestido y de la soldadura con llama oxiacetilénica, donde la protección de baño de fusión no necesita gases auxiliares, ya que ellos mismos crean los medios de protección.

- Soldadura en atmósfera protegida:

Es el caso del MIG/MAG y el TIG. el sistema necesita un suministro de gas que mantenga la fusión, el electrodo o el hilo en un medio inerte (un gas que no reaccione con el metal ni siquiera a altas temperaturas) mientras se está soldando para que oxígeno, hidrógeno y nitrógeno atmosférico no estén presentes o se producirían reacciones no deseadas como la oxidación del cordón y defectos como la fisuración en frío o porosidad.

En la soldadura MIG/MAG, en general, se utilizan distintos tipos de gases en solitario o mezclados entre ellos, que afectan a:

- El modo de transferencia del material.
- La penetración del cordón.
- La velocidad con la que progresa la soldadura.
- La cantidad de energía que se aporta a la unión.
- La cantidad de proyecciones que se generan.

A la hora de elegir el gas se han de tener en cuenta varios factores como, por ejemplo, el tipo de material a soldar, su espesor o el modo de transferencia a emplear.

- * Inerte: argón y helio.
- * Reductor: hidrógeno (H_2).
- * Oxidante: CO_2 y oxígeno (O_2).
- * Baja reactividad: nitrógeno (N_2).



1.6.1. Tipos de gases utilizados. Características y aplicaciones

Los gases empleados en soldadura se pueden clasificar dentro de dos grupos:

1. Inertes: argón y helio.

Como protectores son los más eficientes, no reaccionan con ningún otro gas y la calidad de la soldadura es excelente aunque el precio es más alto que el de los gases activos.

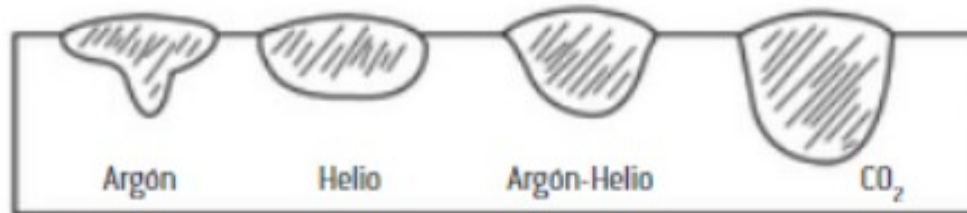
2. Activos: CO₂, nitrógeno, hidrógeno y oxígeno.

En estado puro, su nivel de protección de la soldadura es medio o bajo, pero 'combinados con argón se obtienen mezclas económicas con las que se consiguen soldaduras de calidad y gran penetración.

Elegir el gas de protección más adecuado no es sencillo. Es necesario tener en cuenta cada una de las características de la unión: tipo de material base, el diámetro de hilo, la posición de soldeo, espesor y modo de transferencia en el que vamos a trabajar.

Para entenderlo vamos a ver cuáles son las principales propiedades de los gases:

1. *Conductividad.*
2. *Energía ionización.*
3. *Reactividad.*
4. *Tensión superficial.*
5. *Precio.*
6. *Modo de transferencia.*
7. *Densidad.*



1. Conductividad.

La conductividad térmica es la capacidad del gas de conducir el calor a la soldadura. Esto afecta a la forma del cordón y a la penetración.

El dióxido de carbono produce una reacción exotérmica con el metal que oxida parte de este produciendo calor, lo que hace que la temperatura del baño se eleve y, en consecuencia, se alcance mayor penetración empleando mezclas de Ar/CO₂, o Ar/CO₂,/O₂, que con argón puro.

2. Energía ionización.

El arco eléctrico rompe los enlaces de las moléculas y separa en iones y electrones los átomos del gas. Al primer proceso se le conoce como disociación y el segundo, ionización; ambos son necesarios para que un gas no conductor cambie a fase de plasma conductor, en la que se pueda establecer y mantener un arco eléctrico.

El argón se caracteriza por su baja energía de ionización por tanto, el arco se inicia con mucha facilidad y es muy estable. Por el contrario, el dióxido de carbono requiere una energía de ionización 14,4eV, a la que ha de sumarse una energía de disociación de 4,3eV, consume mayor energía del arco, por lo que la estabilidad de este se reduce, ya que los electrones no fluyen tan cómodamente.

3. Reactividad.

Los gases inertes no reaccionan con el material base y, por lo tanto, no tienen ningún efecto sobre la zona de la unión.

4. Tensión superficial.

Se llaman así a las fuerzas que hacen, por ejemplo, que una gota de agua tienda a ser redonda. El tipo de gas de protección que utilicemos aumentará o disminuirá esa tensión, de tal forma que a mayor tensión superficial existirá mayor dificultad para que las gotas se desprendan del alambre y se transfieran al baño de fusión.

5. Precio.

Generalmente, el precio del gas se establece en función de lo que cueste

producirlo. El más económico es el dióxido de carbono puro, a continuación el argón puro o mezclado con dióxido de carbono u oxígeno y, por último, el helio es el gas más caro con diferencia.

6. Modo de transferencia.

Después del hidrógeno el argón es el gas de protección con mejor conductividad eléctrica, algo que unido a su baja energía de ionización produce que la zona por la que se desplaza el arco sea de alta densidad de energía lo que facilita ajustar buenos parámetros en transferencia cortocircuito, spray y arco pulsado.

7. Densidad.

Cuanto mayor sea la densidad más garantía existirá de que el gas protector desplace la atmósfera de la zona de soldeo.

Tanto el dióxido de carbono como el argón son más densos que el aire. El helio, sin embargo, tiene una densidad muy baja.

La conclusión es que para la soldadura MAG las mezclas ricas en argón con porcentajes bajos de dióxido de carbono o $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ permiten soldar con arcos estables en cualquier modo de transferencia, a un precio asumible y con una densidad que asegure la protección del baño a la vez que la reacción de oxidación del dióxido de carbono con el metal eleva la temperatura del baño mejorando la penetración del cordón.

La conclusión es que para la soldadura MAG las mezclas ricas en argón o con un porcentaje de CO_2 permiten una transferencia de calor que asegure la fusión y evite la oxidación o el quemado del cordón.



1.6.2. Influencia de las propiedades del gas CO₂, en el aspecto de la soldadura.

Es un gas incoloro que no tiene olor, es 1,5 veces más denso que el aire y no se obtiene de la destilación fraccionada de este como el resto de gases usados en soldadura, sino recuperándolo como subproducto de la quema de combustibles fósiles como fuente de energía

*Ventajas: Es el gas de protección más económico, el cordón es ancho y plano con excelente penetración. El baño es fluido, reduciendo el riesgo de mordeduras. Produce oxidación superficial en toda la zona de soldadura y eso estabiliza el arco, evitando que sea errático si se ve atraído por manchas locales de óxidos (ocurre con argón puro).

*Inconvenientes: Obliga a usar hilos que contengan sustancias desoxidantes (manganeso, silicio o titanio , entre otros) que tienen mucha afinidad por el oxígeno e impiden que este reaccione con el hierro o el carbono. Está limitado principalmente a la soldadura del acero al carbono.

1.6.3. Influencia de las propiedades de los gases inertes en el proceso de soldadura

Argón

Ventajas

Se necesita menos energía para ionizarse y el arco eléctrico se establece fácilmente, este es más estable que el que se consigue con CO, puro. Puede conseguir la transferencia por arco spray. Su densidad es superior a la del aire, lo que asegura la protección de la soldadura.

Inconvenientes

Su conductividad térmica es inferior a la del CO₂, y eso da penetraciones con aspecto de “seta”. Este fenómeno es característico de soldaduras con argón puro como gas de protección y se debe a la deficiente capacidad que tiene para conducir el calor;

2. Helio.

El diámetro de sus átomos es tan reducido que estos penetran por la mínima abertura. A los $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$ pasa a estado líquido, siendo el elemento conocido que más frío necesita para cambiar de estado.

Normalmente proviene de yacimientos de gas natural, aunque el coste de su producción es elevado porque es un proceso largo y complicado

¿Se utiliza helio para MAG?

En Europa generalmente se usa CO_2 , puro o argón con CO_2 , para soldar acero debido al alto precio del helio. En soldadura MIG se usan mezclas argón-helio para conseguir mayor penetración en materiales que solo admiten gases inertes.

2. Helio

El diámetro mínimo de los elementos

Norma de su aplicación

¿Se utiliza? En España, aceros al carbono, argón y helio admisible

Gas de protección	Efecto químico	Aplicaciones
Argón.	Inerte.	Soldadura de todos los metales salvo el acero.
CO ₂ .	Oxidante.	Aceros al carbono con hilo desoxidado.
Argón + CO ₂ (5-20 %).	Oxidante.	Aceros en general con hilo desoxidado.
Argón + CO ₂ (15 %) + O ₂ (5 %).	Oxidante.	Aceros en general con hilo desoxidado.
Argón + O ₂ (1-2 %).	Oxidante.	Aceros aleados e inoxidables.
Argón + O ₂ (2-5 %).	Oxidante.	Aceros en general con alambre desoxidado.
Helio.	Inerte.	Aluminio y cobre.
Argón + helio.	Inerte.	Aluminio y cobre.

por la
do.

el coste
plicado

soldar
mezclas
e solo

1.6.4. Caudal de gas para cada proceso de soldadura. Influencia del caudal regulado.

Si es bajo, la protección de la soldadura corre peligro y la atmósfera puede entrar en contacto con el baño; si es demasiado alto, podemos estar haciéndolo salir tan rápidamente que el gas choque contra la pieza y se disperse.

Como elegir el caudal adecuado.

El tipo de gas y su densidad es lo primero que hay que tener en cuenta. Con gases más pesados que el aire, como argón o CO₂, se pueden usar un caudal más bajo sin riesgo (entre 8 y 12 litros/minuto). Si se usa helio o mezclas ese caudal es insuficiente debido a la baja densidad de este gas y hay que aumentar el caudal (de 15 a 30 litros/minuto))

También hay que tener en cuenta *el espesor del material*. Para chapas finas, entre 1 y 5 mm, se recomienda un caudal bajo, que se debe aumentar para espesores mayores.

La posición de soldeo también es importante. El caudal con el que se suelda en posición horizontal con argón o C0, puede ser insuficiente para un vertical ascendente o una soldadura bajo techo, al ser más pesado tiende a caer y es necesario aumentar el caudal.

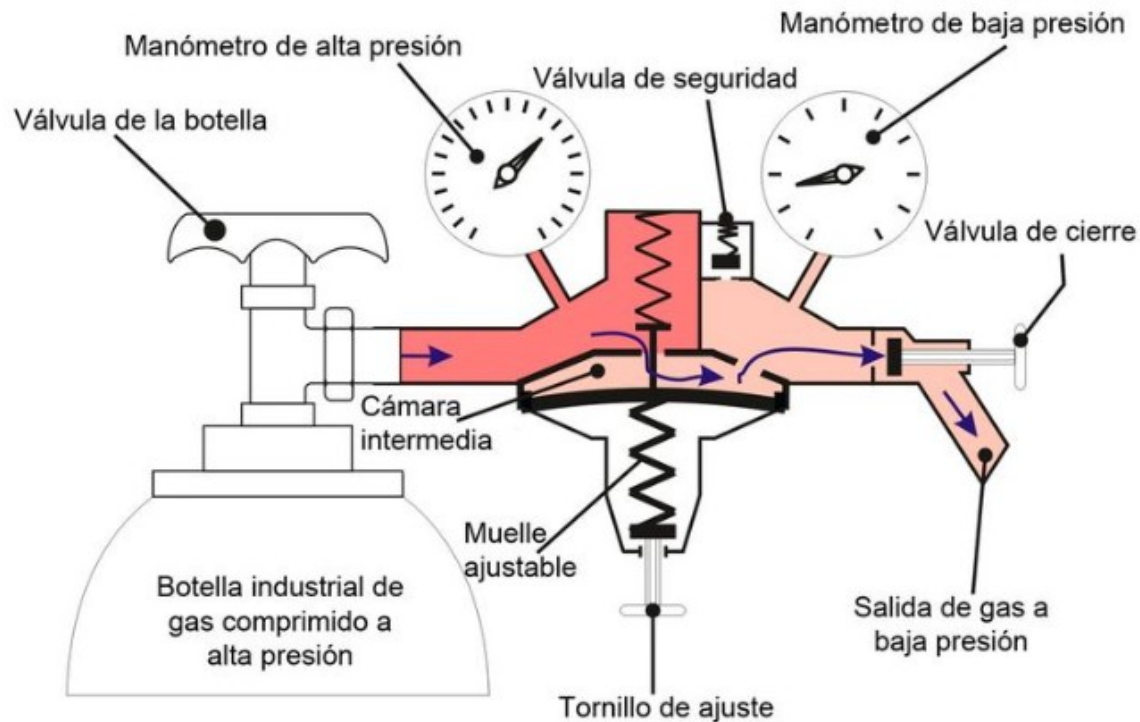
La recomendación general es tener en cuenta todas estas variables junto con el diámetro de la tobera. Hay una referencia no escrita que previene

bastante bien la posibilidad de crear turbulencias por elegir un caudal más alto del que la tobera permite, y es dar 1 litro/minuto por cada milímetro de tobera como máximo (por ejemplo, para un diámetro de 15 mm, el caudal no debe exceder de 15 litros/minuto). De este modo ajustamos una salida adecuada al orificio de salida y se evitan las turbulencias (si el caudal es demasiado alto para este, aumenta la velocidad de flujo haciendo que el gas “rebote” y deje la soldadura desprotegida).

Es muy importante que no existan corrientes de aire que puedan desplazar el gas. Si hay que soldar en exteriores, a veces poner unos cartones alrededor de la unión basta.

¿Cómo se regula la salida de gas?

Con un manorreductora la botella, desde el que se selecciona la presión de salida del gas, aunque en la actualidad algunas botellas lo traen incorporado o cuentan con un sistema de tomas rápidas por cada medida de caudal (por ejemplo, 8, 10, 12 litros/minuto).



Va equipado con dos manómetros:

El de alta (que suele estar a la izquierda) indica la cantidad de gas que hay dentro de la botella.

El de baja (derecha) sirve para comprobar la presión de salida elegida. Para ello se usa el tornillo de regulación.

A continuación, abriremos la llave de paso de la botella y el manorreductor de alta marcará la cantidad de gas que hay dentro de la botella (depende del formato, puede tener, entre otros, 50, 200, 300 bares de gas).

El manorreductor de baja, sin embargo, debe permanecer a cero. Si giramos lentamente el tornillo de regulación, la manecilla irá subiendo hasta marcar el caudal de gas elegido.

Es muy importante que al final del día, cerremos la botella y quitemos la presión al tornillo de regulación. Para ello debemos cerrar la botella, purgar el gas de la manguera y por último aflojar el tornillo de regulación hasta que quede flojo.

Si la botella se terminara, es importante prestar atención por razones de seguridad:

Hay que contar el número de “hilos de rosca” que quedan a la vista con el manorreductor acoplado. De ese modo, si al cambiarlo a una botella nueva y apretarlo a tope comprobamos que hay más hilos a la vista, NO debemos abrir la botella o el manorreductor puede salir disparado.

A veces, si no entran bien, puede quedar mal instalado y no soportar la presión del gas con la botella abierta. Si eso pasa debemos volver a sacarlo e intentar acoplarlo una vez más con cuidado hasta que coincida el número de hilos a la vista en la nueva botella.



Los manorreductores tradicionales hacen pasar el gas al interior de una cámara con un diafragma o membrana que cierra la salida. Si se gira el tornillo de regulación, el diafragma se contrae permitiendo el paso del gas. El manorreductor de baja indica la presión de salida del gas, si queremos más presión debemos girar el tornillo de regulación hasta que se alcance la presión deseada (en litros/minuto).

Por esta razón es importante purgar el circuito y dejar descansar el diafragma, al menos al final del día, para alargar su vida útil.

1.7. Hilos

La soldadura MAG destaca por la importancia de ser capaz de conseguir los **parámetros de tensión, velocidad de hilo, modo de transferencia y caudal de gas** más adecuados a la **unión**.

Vamos a aprender a identificar, los **distintos diámetros** que existen y qué **tipo de gas es mas recomendable** en cada caso.

1.7.1. Tipos de hilos utilizados:

Características y aplicaciones

Los hilos para soldadura MAG que se comercializan están **normalizados** en su **diámetro y composición** para la soldadura de los **aceros** en general. También lo están las **bobinas y carretes** que los suministran para que sean compatibles con todos los fabricantes de equipos de soldadura. En algunos casos es necesario utilizar un adaptador de la bobina.

Los hilos macizos viene recubiertos de **cobre** para conseguir **mejorar** su **conductividad**, disminuir el rozamiento y darles más **resistencia a la corrosión**.

1.7.2. Diámetros del hilo

Los hilos de 0,8; 1,0; 1,2; 1,6 mm **son los más utilizados**, aunque se pueden encontrar en otras medidas como 0,6; 0,9; 2,0 y 3,0 mm .

1.7.1. Tipos de hilos utilizados:

Características y aplicaciones

Los hilos para soldadura MAG que se comercializan están

n
lo
lo
ec
ac

L
su
la

Grososores de chapa

espesor de la chapa (mm)	diámetro de electrodo (mm)	intensidad (amp)
1 – 1,5	1	15 – 20
1,5 – 2	1,5	25 – 30
2 – 3	2	50 – 60
3 – 4	2,5	65 – 80
4 – 5	3	85 – 100
5 – 7	3,25	100 – 120
7 – 12	4	140 – 180

ura de
que
ites de

mejorar
ncia a

1.7.2. Diámetros del hilo

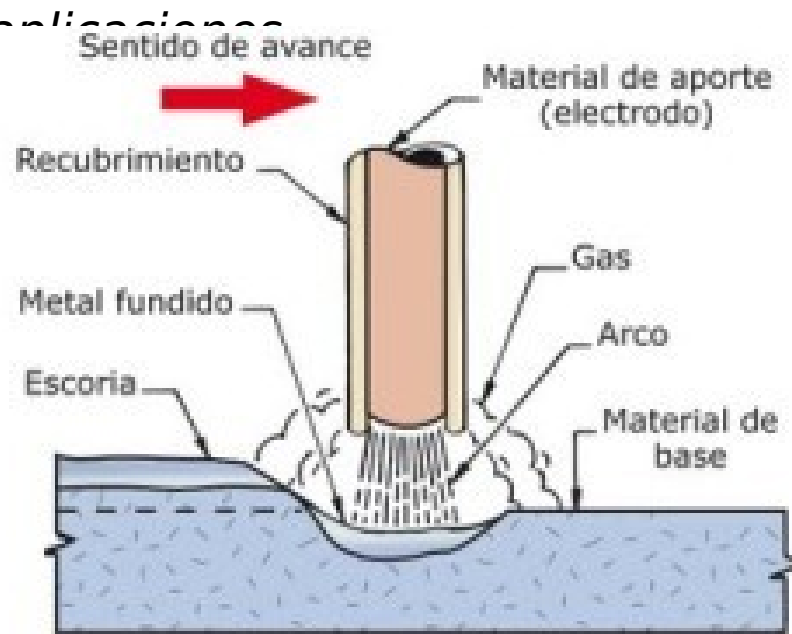
Los hilos de 0,8; 1,0; 1,2; 1,6 mm **son los más utilizados**, aunque se pueden encontrar en otras medidas como 0,6; 0,9; 2,0 y 3,0 mm .

1.7.1. Tipos de hilos utilizados:

Características y aplicaciones

Los hilos para normalizados los **aceros** que los suministra equipos de soldadura adaptador de

Los hilos para su **conductividad** la **corrosión**.



están
la soldadura de
carretes que
fabricantes de
izar un

seguir **mejorar**
resistencia a

1.7.2. Diámetros del hilo

Los hilos de 0,8; 1,0; 1,2; 1,6 mm **son los más utilizados**, aunque se pueden encontrar en otras medidas como 0,6; 0,9; 2,0 y 3,0 mm .

1.7.3. Especificaciones para hilos

Se clasifican según norma americana y europea:

1. AWSA5,19-05. Norma americana
2. Para aceros al carbono encontramos:
 - * ER70S-3, para aceros en general.
 - * ER70S-6, para aceros estructurales.

Del código se obtiene la siguiente información, por ejemplo:

ER70S-6

- * ER Indica que es un alambre MIG/MAG o varilla TIG .
- * 70. Es la carga mínima que ha de soportar el metal para romperse: 70.000 psi (libras por pulgada cuadrada), que equivalen a unos 49 kg/mm² (se multiplica 70 x 0,7).
- * S. Indica solid, es decir, alambre macizo.
- * 6. Se refiere a la composición química del alambre:
 - 2. 0,07% **C**; 0,9% -10 **Mn**, 0,4-0,7 %**Si**.
 - 3.0,06-0,45 % C;0,9- 1,4 % Mny 0,45-0,7 %Si.
 - 4.0,07-% 0C;,1,04- 51, 5 *Mny0,65-0,8%5Si .
 - 5.0,07-0,49 %C;0,% Mn9y0-,3-10,64 ¥ Si.
 - 6.0,07-0,45 %C;1,4-1,85 *Mny 0,8-1,45 %Si.
 - 2.0,07-0,15 % C; 1,5-2,0 * Mny0,5-0,8 % Si.

2. Designación según EN ISO 14341:A:n2008. Para aceros al carbono:

* G 46 3M 2Mo (corresponde con ER70S-3).

* G 46 4M 3Si1 o bien G 42 3 C 3Si1 (corresponden con ER70S-6).

Del código se obtiene la siguiente información, ejemplo:

G 46 5MG3Ni1

* G. Alambre protegido por gas.

* 46. Limite elástico de 46 kg/mm² .

* 5. Indica su valor de resiliencia. De menor a mayor pueden ser: Z, A, 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

* M. Gas de protección mezcla de argón-CO₂, o argón-CO₂, - O₂.

* G3Ni1. G indica que es un proceso protegido por gas y le acompañan los elementos químicos contenidos con su porcentaje al lado (níquel 1 %).

1.7.4. Selección de la pareja hilo-gas

Para aceros al carbono:

Tipo de hilo: ER70S-6. Mezcla argón- CO₂ , (5 - 25 %) o CO₂ (100 %).

Algunas aplicaciones de las mezclas de gases:

* **Argón 95 %- CO₂, 5 %**: indicado para **arco pulsado** en acero al carbono para soldar en **todas las posiciones**.

* **Argón 92 %-CO₂, 8 %**: buen comportamiento en **cortocircuito**, y spray pulsado. **Mayor aporte térmico** que el anterior, **baño de fusión más grande y fluido**.

* **Argón 85 %-CO₂, 15 %**: es la mezcla **más popular**. **Muy productivo** en modo **cortocircuito** para espesores delgados y medios por **su equilibrio** entre penetración y pocas proyecciones.

* **Argón 80 % - CO₂, 20 %** **mayor penetración y proyecciones** que los anteriores para modo **cortocircuito**. El arco spray es más difícil de conseguir por la cantidad de CO₂.

* **Argón 75 % -CO₂ n25 %** **no** se puede obtener **arco spray** pero obtiene mayor penetración para modo cortocircuito. Se recomienda su uso con alambres de 1º 1,2mm macizos o tubulares (flux cored).

2. Conocimiento e influencia de los parámetros principales a regular en la soldadura MAG:

- ❖ **Polaridad, tensión de arco.**

- ❖ **Intensidad de corriente.**

- ❖ **Diámetro y velocidad de alimentación del hilo.**

- ❖ **Naturaleza y caudal del gas.**

2.1. Conocimiento e influencia de los parámetros principales a regular en la soldadura MAG:

- A continuación vamos a repasar los principales parámetros de la soldadura MAG.
- 1. Polaridad. En la soldadura MAG se utiliza generalmente corriente continua con polaridad inversa (CCPI), es decir, el hilo va conectado al polo positivo y la masa al negativo.

2.1. Conocimiento e influencia de los parámetros principales a regular en la soldadura MAG:

□ ¿Porqué utilizar **polaridad inversa**?

Pistola al polo positivo favorece que las gotas sean de menor tamaño del que tendrían conectado al polo negativo. Con polaridad inversa, al concentrarse el **70 % del calor en el alambre** el arco es más estable.

□ **2. Tensión de arco.** La tensión que seleccionemos debe estar **sincronizada** en todo momento con la **velocidad de hilo** para encontrar el punto de trabajo donde este se va **fundiendo correctamente**. Esto determina la altura de arco.

3. Intensidad de corriente. La fuente de alimentación de los equipos MIG MAG son de tensión constante. La distancia pistola-pieza hace variar la intensidad. si aumenta la longitud de hilo libre se incrementa la resistencia al paso de la corriente y disminuye la penetración.

4. Diámetro del hilo. Se elige teniendo en cuenta el espesor de la pieza a soldar, la posición de soldeo, el tipo de gas y el modo de transferencia elegido.

- En modo cortocircuito para la soldadura de chapas finas los hilos serán de menor diámetro (0,8-1mm), gases utilizados argón-CO₂ o CO₂ puro como gas protector.
- En transferencia globular o spray en posición horizontal para espesores intermedios o grandes se elegirán diámetros mayores (de 1mm en adelante). El gas debe ser argón con el menor porcentaje de CO₂
- Por arco pulsado simple o doble se puede utilizar cualquier diámetro de hilo y espesor, con mezclas ricas en argón.

