CLASE PARA ENVIAR

MIG, MAG, GMAW **Proceso semiautomatico**

Parámetros[editar]

Los parámetros variables de soldadura son los factores que pueden ser ajustados para controlar una soldadura.

Para obtener los mejores resultados en el proceso, es necesario conocer el efecto de cada variable sobre las diversas características o propiedades del proceso de soldadura. Algunas de estas variables, a las que se denominan variables preseleccionadas, son:

- Diámetro del alambre
- Composición química del mismo
- Tipo de gas
- Caudal

Por otra parte también hay que definir otras variables denominadas variables primarias que son las que controlan el proceso después que las variables preseleccionadas son seleccionadas. Estas controlan la estabilidad del arco, el régimen de soldadura y la calidad de la misma:

- Tensión del arco
- Corriente de soldadura
- Velocidad de avance

Otras variables a tener en cuenta son las denominadas variables secundarias, que pueden ser modificadas de manera continua. Son a veces difíciles de medir con precisión y especialmente en soldadura automática. Estas no afectan directamente la forma del cordón, pero actúan sobre una variable primaria que a su vez influye en el mismo. Estas variables son:

- Altura de la boquilla
- Ángulo de la boquilla
- Velocidad de alimentación del alambre

Los parámetros regulables que podemos considerar como más importantes y que más afectan a la soldadura son:

- Polaridad
- Tensión de arco
- Velocidad del hilo
- Naturaleza del gas

Polaridad[editar]

Lo más normal es que en las máquinas de hoy en día se trabaje con polaridad inversa o positiva (la pieza al negativo y el hilo de soldadura al positivo). En los casos en que se requiera mayor temperatura en la pieza que en el hilo se utilizan la polaridad directa o negativa, ya que los electrones siempre van de polo negativo al positivo produciéndose un mayor aumento de temperatura en este último.

Tensión de arco[editar]

Este parámetro es uno de los más importantes a la hora de transferir el material aportado a la pieza. Se puede regular en la mayoría de máquinas por el operario y permite aumentar o disminuir la tensión aplicada en el arco, pero no siempre modificará la intensidad de trabajo.

Velocidad de hilo[editar]

En este tipo de soldadura no es la intensidad la que se regula previamente, sino que es la variación de la velocidad de hilo la que provoca la aparición de diferentes intensidades gracias al fenómeno de la autorregulación.

Naturaleza del gas[editar]

El tipo de gas utilizado para la soldadura influye sobre la transferencia del material, penetración, la forma del cordón, proyecciones, etc.

Transferencia del metal[editar]

En la soldadura *MIG*/*MAG* podemos encontrar cuatro tipos de transferencia del metal aportado, los cuales dependen directamente de la tensión e intensidad con los que se trabaje.

Transferencia por cortocircuito[editar]

En este tipo de transferencia, la más utilizada por la aplicación *MAG*, el material aportado se funde en gotitas entre 50 y 200 veces por segundo cuando la punta del electrodo toca el metal fundido de soldadura y hace cortocircuito. Se usan corrientes y tensiones bajas, los gases son ricos en dióxido de carbono y los electrodos son de alambre de diámetro pequeño. Debido a sus características de bajo aporte de calor, el método produce pequeñas zonas de soldadura fundida de enfriamiento rápido, que lo hacen ideal para soldar en todas las posiciones. La transferencia de cortocircuito es también especialmente adaptable a la soldadura de láminas metálicas con un mínimo de distorsión y para llenar vacíos o partes más ajustadas con una tendencia menor al sobrecalentamiento de la pieza que se está soldando.

Con este tipo de transferencia se sueldan piezas de espesores pequeños ya que la tensión aplicada es baja en comparación con otros tipos.

Transferencia globular[editar]

Se usa frecuentemente en la aplicación *MAG* y algunas veces en *MIG*. Cuando se trabaja con esta transferencia, el hilo se funde en gotas gruesas que pueden llegar a todos los huecos. El metal se transfiere en gotas de gran tamaño y ocurre por gravedad cuando el peso de éstas excede la tensión superficial. Se usan gases ricos en dióxido de carbono y argón, y además produce altas corrientes que permiten una mayor penetración de la soldadura y mayores velocidades que las que se alcanzan con las transferencias por cortocircuito y *spray*. También, se producen bastantes salpicaduras y por ello no es recomendable soldar sobrecabeza (tubular), siendo conveniente ejecutarse en posición horizontal. Las piezas más pesadas se suelen unir por medio de este método.

Este tipo de transferencia no se usa en ningún trabajo, pero se puede ver en operaciones de puesta a punto de máquinas.

Transferencia por pulverización axial[editar]

Es el método clásico utilizado en la aplicación *MIG*. El metal de aporte es transportado a alta velocidad en partículas muy finas a través del arco, entre 500 y 2000 veces por segundo. La fuerza electromagnética es alta, lo que permite atomizar las gotas desde la punta del electrodo

en forma lineal hacia el área de soldadura. Se puede soldar a altas temperaturas. Adicionalmente es preciso usar corriente continua y electrodo positivo para garantizar que las gotas se formen y se suelten a razón de centenares por segundo. El gas de protección es argón o una mezcla rica en argón.

Este tipo se recomienda para soldaduras en piezas de grandes espesores gracias a su gran penetración en el material.



Trabajador realizando una soldadura *MIG*/*MAG*

Transferencia por arco pulsado[editar]

En esta nos encontramos con dos corrientes, una continua y débil cuyo objetivo es proporcionar al hilo la mínima energía para que se produzca el arco y otra a impulsos producidos a una cierta frecuencia. Cada pulsación hace fundir una gota del mismo diámetro que el hilo desprendiéndola sobre la pieza antes de que el hilo toque a esta. De esta forma se consigue que no se produzcan las proyecciones que se pueden ver en otros tipos.

Con este tipo se logra una ganancia en penetración gracias a la elevada intensidad que se produce durante la pulsación y al mismo tiempo una reducción del consumo de energía.

Productos de aporte[editar]

Hilos de soldadura[editar]

Los diámetros más usuales en este tipo de soldadura son 0,8; 1,0; 1,2; 1,6 y en algunos casos 2,4 mm. La elección de uno de estos diámetros a la hora de trabajar es muy importante ya que para grandes diámetros se utilizan grandes intensidades y se producen grandes penetraciones, pudiendo producirse perforaciones en la piezas. Por el otro lado para diámetros pequeños se aplican bajas intensidades y se consiguen bajas penetraciones, pudiendo ocurrir que la penetración en la pieza sea demasiado pequeña.

El formato estándar del hilo son bobinas de diferentes tamaños. Los hilos suelen ir recubiertos de cobre para que la conductividad del hilo con el tubo de contacto sea buena, además de disminuir los rozamientos y para que no aparezcan oxidaciones.

Gases de protección[editar]

En la variante *MIG* (*Metal Inert Gas*), el gas de protección es inerte (no actúa activamente en el proceso de la soldadura) siendo muy estable. Por otro lado en la soldadura *MAG* (*Metal*

Active Gas), el gas de protección se comporta de forma inerte en la contaminación de la soldadura pero por el otro lado interviene termodinámicamente en ella.

Soldadura MIG*[editar]*

Dentro de los gases inertes disponibles en Europa el más empleado es el argón, y en Estados Unidos es el helio el que más se utiliza.

El argón de alta pureza solo es utilizado en soldadura de titanio, aluminio, cobre y níquel. Para la soldadura de acero se tiene que aplicar con cantidades inferiores al 5% mezclado con oxígeno ya que el argón puro produce mordeduras y cordones irregulares. Así se mejora la penetración y ensanchamiento de la parte inferior del cordón.

La utilización de helio produce cordones más anchos y una penetración menos profunda que la producida por el argón.

Soldadura MAG*[editar]*

El dióxido de carbono (CO_2) es uno de los gases empleados en este tipo de soldadura. Es un gas inodoro, incoloro y con un sabor picante. Tiene un peso de una vez y media mayor que el aire, además es un gas de carácter oxidante que en elevadas temperaturas se disocia en una reacción en el arco de $2CO_2 \text{-} 2CO_2 + O$ absorbiendo calor y en la recomposición en la base $2CO_2 + O$ cediendo calor.

Sus inconvenientes son que produce arcos muy enérgicos, con lo que también se producen un gran número de proyecciones.

Por otro lado es un gas mucho más barato que el argón, capaz de producir penetraciones mucho más profundas y anchas que éste. También tiene la ventaja que reduce el riesgo de mordeduras y faltas de fusión.

La mezcla de dióxido de carbono y argón se suele utilizar con partes de entre el 15% y el 25% de CO_2. Las ganancias de trabajar con esta mezcla son una mejor visibilidad del baño, un arco más suave, con menores turbulencias, un baño de fusión más frío, un mejor aspecto y presentación del cordón, menos proyecciones y una mejor estabilidad de arco. Su mayor inconveniente es de tipo económico.

Equipo de soldadura *MIG/MAG*[editar]

Las máquinas del tipo estándar están formadas por diferentes elementos para poder llevar a cabo la soldadura *MIG/MAG*.

Transformador[editar]

Es la fuente de potencia eléctrica que se encarga de suministrar la suficiente energía para poder fundir el electrodo en la pieza de trabajo. Son de corriente continua con salida de voltaje constante (CV).

Tiene la función de reducir la tensión alterna de la red de consumo a otra apta para la soldadura.

Principalmente un transformador está formado de un núcleo constituido por chapas magnéticas apiladas en cuyas columnas se devanan dos bobinas. En la primera de ellas consta del circuito primario formado por un número de espiras superior a la segunda y con una sección inferior a esta. En la segunda se forma el circuito secundario, formado por lo cual con un menor número de espiras y mayor sección.

Rectificador[editar]

Este elemento convierte la corriente alterna en continua, la cual es muy necesaria para poder realizar la soldadura *MIG*/*MAG*.

El rectificador está constituido de semiconductores de potencia (diodos de silicio), normalmente colocados sobre aletas con el objetivo de aumentar su refrigeración.

Inductancia[editar]

La misión de la inductancia es el aislamiento de la corriente de soldadura, lo que produce una mayor estabilidad de la soldadura. Si la máquina está equipada por una inductancia de valor inductivo elevado, esta también estará dotada de un sistema que elimine este efecto durante el cebado del arco, ya que si al efectuar el cebado se tiene una gran inductancia el arco no se llegaría a producir.

Este elemento está formado por un núcleo en el que están arrolladas algunas espiras por las que circula la corriente continua de la soldadura.

Unidad alimentadora de hilo[editar]

Esta unidad hace avanzar a velocidad constante mediante un motor el hilo necesario para realizar la soldadura, generalmente de corriente continua.

La velocidad se puede regular entre unos valores que van de 0 a 25 m/min. Esta regulación se puede conseguir normalmente mediante un control eléctrico que actúa sobre un motor de alimentación.

El sistema de arrastre está constituido por uno o dos rodillos de arrastre que trabajan contra otros rodillos de presión. El rodillo de presión debe estar ajustado correctamente, ya que una presión excesiva puede producir aplastamientos en el hilo, haciendo que no se deslice bien. Por lo contrario, cuando no hay suficiente presión sobre el hilo se puede producir una alimentación a velocidades irregulares.

Circuito de gas protector[editar]

La salida de la botella va equipada con un manorreductor-caudalímetro que permite la regulación por el operario para proporcionar el caudal necesario sobre la soldadura. El paso de gas hacia la soldadura es producido por una válvula accionada eléctricamente mediante un pulsador equipado sobre la antorcha.

Como norma estándar debe utilizarse un caudal en l/m diez veces mayor que el diámetro del hilo.

Antorcha de soldadura[editar]



Tubo de contacto



Buza antorcha

Mediante este elemento se conduce el hilo, se acciona la corriente eléctrica y se acciona el gas protector a la zona del arco de soldadura.

Todos los conductos van recubiertos por una tubería de goma y todo el conjunto forma la manguera que conecta la máquina con la pistola. En la punta de la antorcha va montada una buza exterior que canaliza el gas hasta la zona de soldadura. En el interior se encuentra un tubo de contacto que proporciona al hilo la corriente necesaria para realizar el arco de soldadura. Este tubo de contacto tiene su orificio interior calibrado para cada diámetro de hilo.

La distancia entre la punta del tubo de contacto hasta el arco es controlada por el operario, pero la longitud del arco es controlada automáticamente por los parámetros regulados en la máquina.

Factor de marcha[editar]

Los equipos de soldadura están diseñados para trabajar a una intensidad nominal de forma continua. Las máquinas al cabo de un tiempo de trabajo tienen que estabilizar la temperatura de sus componentes a la intensidad nominal de trabajo, pero en la soldadura *MIG*/*MAG* estándar no es posible trabajar de forma continua, ya que existen tiempos de preparación, cambios de hilo, de botellas de gas, de descansos del operario, etc. A causa de no poder trabajar de forma continua, las temperaturas disminuyen gracias a los espacios de tiempo que no se está trabajando, por lo que se hace necesario hablar del factor de marcha.

El factor de marcha es el cociente entre el tiempo de una soldadura y el tiempo total de trabajo. En los paros de la soldadura se enfrían los componentes del equipo, estabilizándose la temperatura de estos en un pequeño rango de valores, inferiores a su temperatura máxima de trabajo.

Fundamentos de la Soldadura
MIG-MAG

- Descripción del procedimiento MIG-MAG

Principios del proceso En este procedimiento se establece el arco eléctrico entre el electrodo consumible protegido y la pieza a soldar. La protección del proceso recae sobre un gas, que puede ser inerte, o sea que no participa en la reacción de la soldadura, dando lugar al llamado procedimiento de soldadura MIG (Metal Inert Gas); o por el contrario el gas utilizado es activo, que participa de forma activa en la soldadura, dando lugar al llamado procedimiento MAG (*Metal Active Gas*).

El empleo del procedimiento MIG-MAG se hace cada ve más frecuente en el sector industrial, debido a su alta productividad y facilidad de automatización. La flexibilidad es otro aspecto importante que hace que este procedimiento sea muy empleado, dado que permite soldar aceros de baja aleación, aceros inoxidables, aluminio y cobre, en espesores a partir de los 0,5 mm y en todas las posiciones. La protección por gas garantiza un cordón de soldadura continuo y uniforme, además de libre de impurezas y escorias. Además, la soldadura MIG / MAG es un método limpio y compatible con todas las medidas de protección para el medio ambiente.

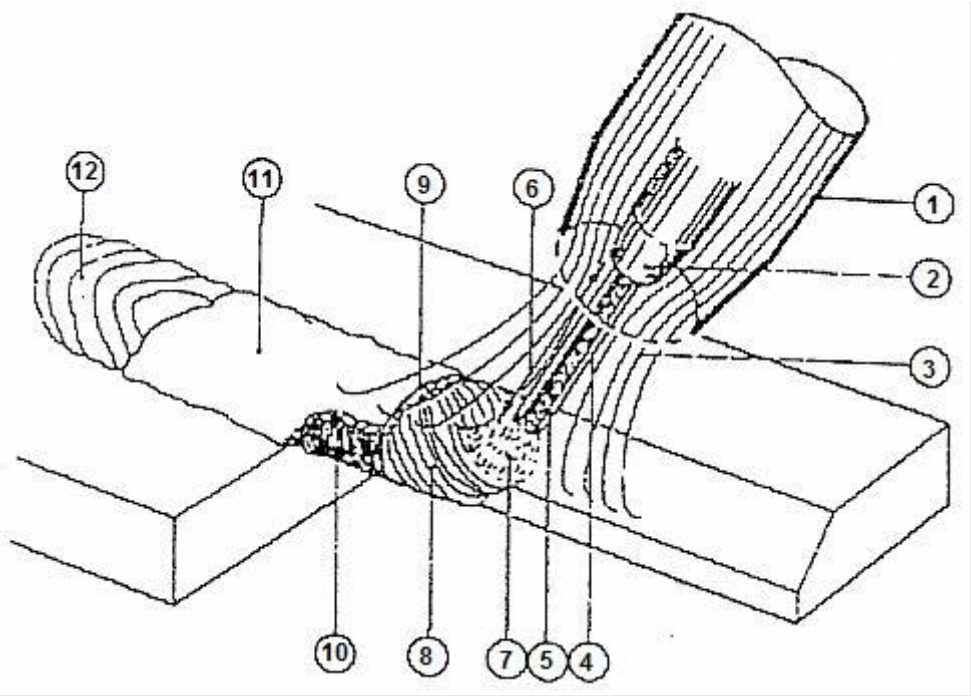
A continuación se define los parámetros que caracterizan a este tipo de procedimiento:

- Fuente de calor: por arco eléctrico;- Tipo de electrodo: consumible;

- Tipo de protección: por gas inerte (MIG); por gas activo (MAG);

- Material de aportación: externa mediante el mismo electrodo que se va consumiendo;

- Aplicaciones: el procedimiento MAG se aplica a los aceros, mientras que el procedimiento MIG para el resto de metales.



Leyenda:

1.-Boquilla; 2.-Tubo de contacto; 3.-Gas de protección; 4.-Varilla (sólida o tubular); 5.-Flux en caso de varilla tubular; 6.-Longitud libre de varilla 7.-Transferencia del metal aportado; 8.-Baño de soldeo y escoria líquida; 9.-Escoria sólida protegiendo al baño de fusión; 10.-Metal depositado; 11.-Escoria solidificada; 12.-Metal de soldadura solidificado libre de escoria.

La soldadura mediante procedimiento MIG-MAG tiene ciertas ventajas frente al método del electrodo revestido, entre ellas que el soldador no tiene que cambiar de electrodo usando el procedimiento MIG-MAG, por lo que se elimina la formación de cráteres a lo largo del cordón, muy típicos en los puntos donde se cambia de electrodos y hay que cebar de nuevo el arco.

Por otro lado, como inconveniente está que son más los parámetros a regular mediante el procedimiento MIG-MAG, que son, entre otros, la velocidad de alimentación del hilo, su diámetro, el voltaje, el caudal de salida del gas, mientras que para el caso de uso de electrodos revestidos eran sólo la intensidad de corriente y el diámetro del electrodo.

2.2- Equipamiento

Para llevar a cabo la soldadura mediante el procedimiento MIG-MAG es necesario el siguiente equipo básico:

- Generador de corriente CC;

- Cilindro de gases;

- Unidad de alimentación de hilo;

- Pistola de soldadura;

- Órganos de control;

2.3- Material de aporte

Como material de aporte, este procedimiento utiliza hilos que pueden ser macizos o tubulares. Estos se suministran enrollados en bobinas y recubiertos de cobre:

El hecho de recubrir los hilos de electrodos con cobre se realiza para conseguir los siguientes objetivos:

- favorecer el contacto eléctrico;

- disminuir los rozamientos

- obtener protección contra la corrosión.

En cuanto a su composición química, va a depender del tipo de gas de protección. Por ejemplo, con argón en MIG se usa un hilo macizo, mientras que si se usa CO_2 en MAG se emplea hilo tubular.

Para el caso de hilos tubulares, el material de relleno o FLUX puede ser básico (T5) o de rutilo (T1).

2.4- Gases de protección

El empleo de un tipo de gas u otro va a influir en aspectos tales como:

- energía aportada;

- tipo de transferencia del material al baño;

- penetración del cordón;

- velocidad de soldeo;

- aspecto final del cordón;

- proyecciones y salpicaduras.

A continuación se va a repasar brevemente las propiedades de cada gas de protección utilizado, según el tipo de procedimiento.

- **Procedimiento MIG**:

a) Argón (Ar)

El empleo de este gas bajo procedimiento MIG repercute en crear una buena estabilidad del arco, debido al bajo potencial de ionización que genera.

Es idóneo para soldar piezas de espesores pequeños.

Este gas **no** se usa para soldar aceros dado que el baño que origina tiene poca fluidez y con tendencia a formar poros, a la vez que mordeduras a ambos lados del cordón.

En cuanto a la forma de llevar a cabo la transferencia del material de aporte, es mediante cortocircuito o en "spray".

b) Mezcla de argón y oxígeno (Ar al 98% + O_2 al 2%)

Si se utiliza esta mezcla mejora la fluidez del baño, a la vez que la penetración de la soldadura.

Esta solución sí es apta para la soldadura de aceros inoxidables, aunque hay que prestar especial atención a la porosidad que pudiera generarse.

c) Helio (He)

Es un tipo de gas de elevada conductividad, a la vez que genera poca penetración de soldeo y cordones anchos.

Es un tipo de gas poco utilizado en Europa.

- **Procedimiento MAG**:
a) Anhídrido carbónico (CO_2) (dióxido de carbono)

Es un gas que es más barato que otros empleados en soldadura como el argón, Genera un arco muy enérgico, que consigue mayor penetración, a la vez que origina mayor cantidad de proyecciones y salpicaduras. El aspecto final del cordón suele ser rugoso.

Como material de aporte se utiliza con hilos que contienen composición alta de Si y Mn, realizándose la transferencia de material en cortocircuito.

Su uso se restringe al acero, consiguiéndose mejorar la penetración.

Especial atención y cuidado requiere la atmósfera con alto contenido en CO (gas tóxico) que genera, por lo que se requiere disponer de extractores en los lugares de soldeos para renovar el aire.

b) Mezcla de argón y anhídrido carbónico (Ar al 80% + CO_2 al 20%)

Cuando se utiliza esta mezcla en soldadura MAG se generan pocas proyecciones en el cordón y mayor tasa de productividad.

El aspecto final de los cordones es muy bueno, siendo buenas las características mecánicas del metal depositado.

Este tipo de gas permite una mayor facilidad de reglaje de los parámetros de soldeo.

2.5- Tipo de corriente eléctrica

Para la soldadura MIG-MAG siempre habrá que emplear la corriente continua (CC). No se recomienda emplear la polaridad directa, debido a que origina un arco poco estable que favorece el rechazo de la gota fundida.

Las fuentes de corrientes que se empleen deben presentar una característica estática ligeramente descendente. En estos equipos el voltaje (V) que se establece en el arco es prácticamente constante, gracias al proceso de autorregulación que van equipados. Esto supone que la velocidad de alimentación del hilo, que es un parámetro a regular, será proporcional a la intensidad de corriente que se precisa para fundirlo, de manera que la distancia electrodo pieza se mantenga constante y así también el voltaje aplicado.

Según se deduce de la figura anterior, la velocidad del hilo va a ser un parámetro que tendrá que ser regulado por el operario. De esta forma, dependiendo de la velocidad de alimentación del hilo, para un voltaje establecido, el equipo regulará la intensidad de corriente para que el consumo de hilo coincida con su velocidad de salida.

2.6- Alimentador de hilo

Existen diferentes tipos de rodillos de arrastres que pueden ser utilizados. Los que son moleteados se emplean cuando el hilo de aporte resulta más duro (por ejemplo, de acero)

2.7- Toberas

Normalmente estas toberas tienen un diámetro de 15 mm, y se prolongan una distancia de unos 6 mm más allá del tubo de contacto.

No obstante, resulta conveniente disponer de toberas de diferentes longitudes, según el tipo de trabajo a realizar.

4- Factores influyentes

4.1- Polaridad de corriente

En la soldadura MIG-MAG se debe emplear siempre corriente continua y polaridad inversa (CC/PI), nunca corriente alterna.

Si se emplease corriente continua con polaridad directa generaría en la transferencia de material gotas muy voluminosas y probablemente rechazo, por lo que siempre se debe utilizar en polaridad inversa.

5- Parámetros de soldadura

5.1- Intensidad de corriente

El valor de la intensidad de corriente que se aplique va a estar definida por

- grosor de chapa;
- diámetro del hilo de aporte;
- posición de soldeo;
- penetración que se desee conseguir;
- tipo de pasada (si es de raíz, de relleno o final).

La intensidad de corriente queda automáticamente regulada por el equipo de soldeo en función de la velocidad de salida del hilo, que a su vez dependerá de su diámetro, y del voltaje y caudal de gas empleado.

Como ya se ha visto, el valor de intensidad con que se suelde va a tener influencia en el tipo de transferencia que se consiga. En general, intensidad grande de corriente va a generar transferencia en "gotas pequeñas".

5.2- Tensión de corriente

El valor de la tensión de corriente tiene una influencia notoria sobre el modo de transferencia:

- cortocircuitos: tensión de 14 a 22 Voltios;

En general, aumentar el voltaje supondrá que se obtenga un cordón más ancho.

5.3- Velocidad de arrastre de hilo

La velocidad de arrastre del hilo va a ser siempre proporcional a la intensidad de corriente. Es un valor que se fija en el equipo de soldeo, lo que va a fijar la intensidad de corriente.

5.4- Velocidad de arrastre de pistola

La velocidad de arrastre de la pistola de soldeo va a depender de:

- posición de soldadura que se practique;
- del aspecto del cordón que se requiera;
- de la penetración que se desee conseguir;
- forma del cordón.

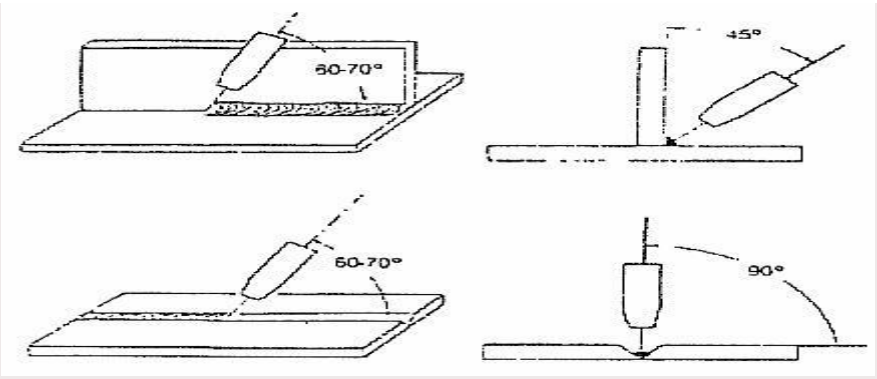
5.5- Caudal de gas

El valor del caudal de gas de salida dependerá del tipo de gas empleado. Como valores normales de referencia oscila entre los 14 a 16 litros/minuto si se emplea CO_2 y de 10 a 12 litros/minuto para mezclas.

6- Técnicas de soldadura

6.1- Ángulo de pistola

A continuación se muestra unas figuras representativas del ángulo de pistola óptimo para el proceso



6.2- Técnicas de avance

Las distintas posiciones de avance que se pueden presentar durante el proceso de soldadura son:

- soldadura a derecha;
- soldadura a izquierda;
- soldadura en vertical;
- soldadura en techo.

a) La soldadura a derecha proporciona una mayor penetración y avance de la pistola.

Por otro lado, se evita el riesgo de inclusiones de escorias, y además disminuye la probabilidad de formación de poros o de falta de fusión del baño.

Genera un baño muy caliente y fluido, lo que requiere cierta habilidad por parte del operario.

Se ejecuta mediante pasadas estrechas.

b) Soldadura a izquierda

La soldadura ejecutada a izquierda proporciona poca penetración, por lo que sólo se recomienda para soldar chapas finas.

Por otro lado, requiere menor intensidad de corriente, por lo que el calor aportado al proceso es menor.

Tiene tendencia a la formación de poros y de falta de fusión en el baño.

Para las soldaduras ejecutadas en techo se recomienda realizar varias pasadas pequeñas con oscilación.