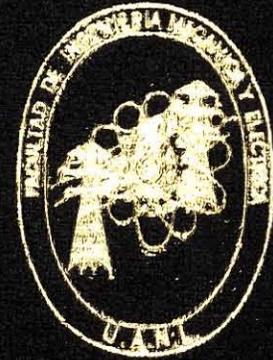


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA



CURSO CON OPCION A TITULO

TEMA:  
LA SOLDADURA APLICADA A  
LA INGENIERIA

EXPOSITOR:  
JUAN ADAN ROSALES VALENZUELA

PRESIDENTE: ING. HILARIO JIMENEZ FABELA  
SECRETARIO: ING. ALFREDO DE LA GARZA GONZALEZ  
VOCAL: ING. HUMBERTO GONZALEZ GONZALEZ

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.  
JULIO DE 1996



F  
TK466  
R6  
c.1

50



1080064435

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA



**CURSO CON OPCION A TITULO**

**TEMA:**

**LA SOLDADURA APLICADA A  
LA INGENIERIA**

**EXPOSITOR:**

**JUAN ADAN ROSALES VALENZUELA**

**PRESIDENTE: ING. HILARIO JIMENEZ FABELA**

**SECRETARIO: ING. ALFREDO DE LA GARZA GONZALEZ**

**VOCAL: ING. HUMBERTO GONZALEZ GONZALEZ**

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.**

**JULIO DE 1996**

T  
TK4660  
R6



*Fresco*



**Mis agradecimiento:**

**A Dios, por haberme permitido llegar felizmente a este día, y por haberme acompañado a través de mis estudios permitiéndome así concluir una meta en mi vida.**

**A mis padres, por su amor, apoyo, cuidados, y comprensión y por el ejemplo que en cada momento de mi vida me han brindado.  
( Pedro Rosales Flores y Ascención Valenzuela )**

**A mis Hermanos, por sus consejos, amor, apoyo y comprensión.**

**A mis amigos, por su compañía, apoyo desinteresado, consejos, sinceridad y por estar conmigo en los momentos gratos y en los momentos difíciles.**

**A mis maestros por sus valiosos conocimientos que compartieron conmigo.**

**A una persona en especial por su inmenso apoyo desinteresado que siempre me demostro desde el comienzo de mi carrera, por su compañía, consejos y por haberme ayudado a madurar, a tí  
Raquel vargas de Rosales**

**Y a todos Mil Gracias.**

## ÍNDICE

<b>PRÓLOGO</b> .....	1
<b>SOLDADURA CON ARCO</b> .....	2
MÁQUINAS .....	2
CABLES .....	3
TIERRA.....	4
PORTA ELECTRODO.....	4
POLARIDAD DE LOS CIRCUITOS.....	5
<b>EL ELECTRODO</b> .....	5
IDENTIFICACIÓN .....	6
<b>SEGURIDAD</b> .....	8
<b>FUNDAMENTOS PARA LA OPERACIÓN DE SOLDAR</b> .....	10
REGLAS BÁSICAS .....	10
FORMACIÓN DEL ARCO.....	11
DEPÓSITO DEL CORDÓN.....	12
MOVIMIENTOS DE COSTURA .....	13
<b>SOLDADURA OXI-ACETILÉNICA</b> .....	14
CILINDRO DE OXÍGENO.....	15
CILINDRO DE ACETILENO.....	15
REGULADORES .....	16
MANÓMETROS .....	16
MANGUERAS .....	17
SOPLATES PARA SOLDAR.....	17
BOQUILLAS PARA SOLDAR.....	18
SELECCIÓN DE BOQUILLA .....	18
GAFAS PARA SOLDAR .....	18
ENCENDEDOR DE FRICCIÓN.....	19
<b>TIPOS DE FLAMAS DE OXI-ACETILENO</b> .....	19
<b>CORTE CON SOLETE OXI-ACETILÉNICO</b> .....	21
EQUIPO DE CORTE.....	21
PASOS PARA ENCENDER EL SOLETE.....	22
REGLAS DE SEGURIDAD PARA EL CORTE.....	22
<b>SOLDADURA DE ARCO CON GAS INERTE PROTECTOR</b> .....	23
<b>SOLDADURA CON ARCO SUMERGIDO (SAW)</b> .....	26
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	29

## PRÓLOGO

La soldadura, por su amplia difusión, ha alcanzado una gran importancia y desarrollo sin precedentes; además de sustituir casi por completo a las operaciones de remachado ya que nos garantiza una resistencia a la cohesión mayor o por lo menos igual a la de los materiales a unir.

En muchos aspectos de la construcción naval, civil y aérea es un proceso insustituible y a la industria le ha ahorrado mucho dinero en la reparación y/o reconstrucción de piezas y maquinaria.

Por definición, la soldadura es el proceso que permite efectuar la unión de piezas metálicas mediante la acción de calor, con o sin el empleo de material de aporte, de tal manera que en los puntos de unión, se verifique la continuidad entre las piezas citadas.

Existen dos tipos de soldadura:

- a) la soldadura con fusión;
- b) la soldadura sin fusión.

Dentro de la soldadura con fusión se encuentran los procesos de soldadura siguientes:

- con arco (AW: Arc Welding) con sus modalidades;
- con Oxígeno y gases combustibles (OFM);
- otras soldaduras.

Debido a la extensa gama de modalidades de soldadura por fusión con arco y a su uso en la industria moderna, este estudio se enfoca únicamente en la soldadura con metal y arco protegido cuyas iniciales en inglés son SMAW (Shielded Metal Arc Welding).

Se pretende que esta obra sirva de ayuda tanto a profesionistas como a estudiantes interesados en esta materia, para entender los principios básicos, tanto teóricos como prácticos que aquí se muestran.

## **SOLDADURA DE ARCO ELECTRICO**

La soldadura de arco eléctrico con metal y arco protegido ( SMAW ) es un proceso de soldadura con fusión donde intervienen un arco voltaico que genera una gran cantidad de calor, y un material de aporte ( electrodo ) que esta revestido con materiales especiales para dar una atmósfera protectora para soldadura.

Cuando la persona se encuentra soldando acerca el electrodo al metal base, se produce el arco entre el electrodo y el metal base. Este arco, que es muy caliente hace que se funda el metal base y el electrodo, y el metal fundido de este fluye hacia la unión.

Como ya se dijo, el calor generado es resultado de la descarga eléctrica y la transferencia del metal de aporte ,se realiza en forma de pequeños glóbulos cuya secuencia mantiene cerrado el circuito, conservando el metal a la temperatura de fusión como consecuencia del calor desarrollado., Esta cantidad de calor desarrollado varia según la polaridad, aceptándose en la practica que en el polo positivo se produce aproximadamente el 60% del calor total.

## **MAQUINAS**

Como se puede observar en la figura el circuito se inicia en la terminal o borne donde se sujeta el cable del electrodo a la maquina y acaba en la terminal o borne en la que se fija el cable de tierra a la maquina . Se tiene que cerrar el circuito para que la corriente fluya, estableciendo así la continuidad necesaria para mantener encendido el arco.

En el mercado existen varios tipos de maquinas Electrosoldadoras entre las que se encuentran :

- 1.- MOTOR GENERADOS.
- 2.- MOTOR A GASOLINA - GENERADOR.
- 3.- RECTIFICADOR .
- 4.- COMBINACIÓN DE TRANSFORMADOR CON RECTIFICADOR.

Cada tipo sirve para su propósito pero la función básica es la de entregar una fuente regulada de corriente eléctrica para soldar. Dicha corriente se caracteriza por ser de alta intensidad (amperaje) y baja tensión (voltaje); el alto amperaje es necesario para producir calor suficiente en el arco, mientras que el bajo voltaje será un valor tal que pueda mantener encendido el arco. Todas las maquinas citadas tienen su control de regulación para que el operador pueda seleccionar un arco enérgico o débil según las necesidades del trabajo.

Las potencias de las maquinas Electrosoldadoras vienen dadas por el valor de la corriente de salida cuya variación es de 100 hasta 1200 amperes y aun mas, como en el caso de algunas máquinas industriales; dicha potencia queda bajo el control de la National Electrical Manufacturers Association (NEMA) que establece una capacidad muy inferior al valor de sobrecarga máxima de la máquina, asegurando así un servicio eficiente y seguro.

La potencia esta referida a la duración de carga por ciclo de servicio, considerando esta duración como el tiempo dentro de un período de 10 minutos en que la máquina puede operar a la capacidad indicada.

Ejemplo:

Si una máquina tiene una potencia de salida de 300 Amperes con una duración de carga por ciclo de trabajo del 60%, indica que la máquina puede ser operada sin problemas de ninguna especie, a 300 Amperes durante 6 minutos de cada 10. En la industria el ciclo de trabajo mas usual es el de 60%.

En la soldadura la relación voltaje - amperaje es de máxima importancia. Existen dos tipos diferentes de voltajes que son: El voltaje de circuito abierto y el voltaje de arco.

En el primer caso, el voltaje de circuito abierto es cuando la maquina genera pero no se esta soldando. Los valores varían entre 50 a 100 volts.

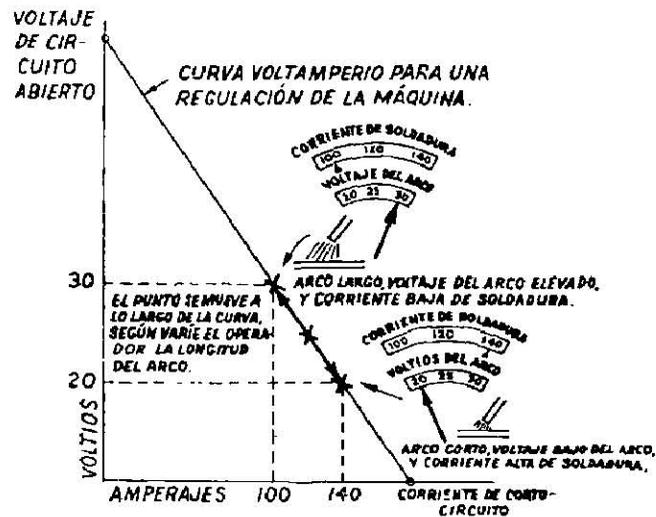
En el segundo caso el voltaje del arco es el que existe entre el electrodo y el metal base cuando se esta soldando y su valor varia entre 15 a 40 volts. El voltaje en vacío baja el valor del voltaje del arco, cuando este se enciende y la carga esta registrada por la maquina; el valor del voltaje del arco es afectado por la longitud de este y por las características del electrodo que se usa, pues si el arco se acorta, el voltaje decrece y se alarga, el voltaje aumenta. El valor del circuito en vacío influye poco en el voltaje del arco, sin embargo, si afecta a las características del mismo.

## CABLES

La corriente para soldar parte de la fuente de energía hacia el porta electrodo a través de un cable de Cobre o de Aluminio aislado, que debe ser muy flexible. El conductor de Aluminio tiene mucho menos masa que el de Cobre, pero no puede conducir la misma cantidad de corriente que el Cobre. Dicho cable esta formado por cientos de alambres muy finos dentro de una envoltura de papel tipo estraza muy gruesa que permite al conductor deslizarse libremente dentro de su envoltura aislante, cuando el cable es doblado. El forro de estos cables es de Neopreno o Caucho (hule) que tiene una resistencia a la acción abrasiva del medio.

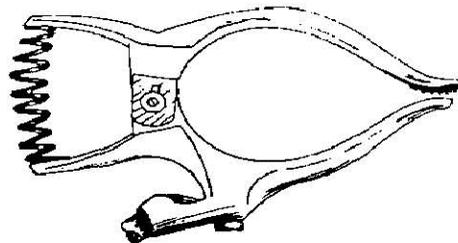
En la toma de tierra se usa un cable menos flexible pero también muy resistente al desgaste. La distancia entre la maquina de soldar hasta la zona de trabajo debe ser la mas corta que se pueda. Los cables no deben estar enrollados sino que siempre se deben estirar para evitar la posibilidad de generar un campo magnético que tendría un efecto negativo en el comportamiento de la maquina.

Por lo regular al adquirir una maquina de soldar el fabricante recomienda los calibres de cables que se deben usar para evitar sobrecalentamientos



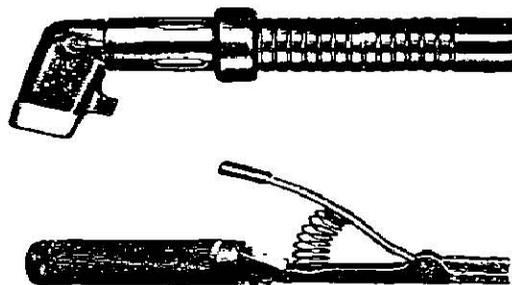
### TIERRA

La grapa para tierra se sujeta en la pieza de metal que se va a soldar con el cual se completa el circuito de soldadura cuando el electrodo toca el metal. Se pueden obtener tomas de tierra Magnéticas que a veces son muy necesarias cuando se suelda en superficies grandes, pero las mas comunes son las de resorte por su fácil sujetación . Es muy importante recordar que sino se completa el circuito eléctrico, hay posibilidades de sufrir una descarga.



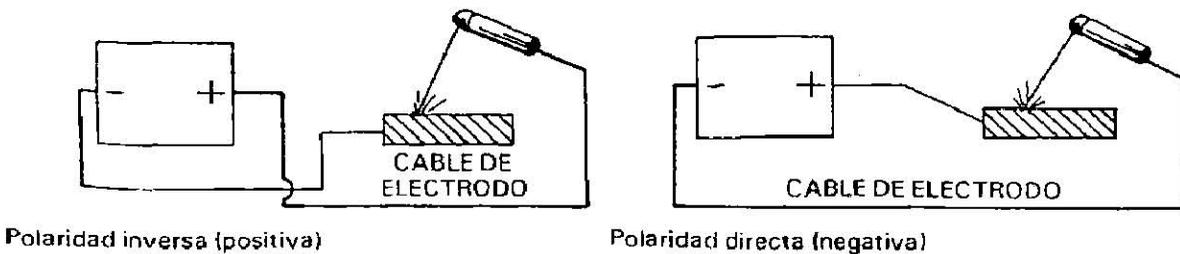
### PORTA - ELECTRODOS

Como su nombre lo indica sirve para sujetar y conducir el electrodo durante el trabajo, debiendo ser liviano perfectamente aislado y fuerte; tendrá un tamaño adecuado para la capacidad máxima de la unidad generadora, debiendo soportar también el intenso calor que genera el arco eléctrico.



## POLARIDAD DE LOS CIRCUITOS

En los procesos de soldadura se utilizan tanto las corrientes continuas como las corrientes alternas. Esto lo determinara, en algunos casos, el proceso específico de soldadura pero para la SMAW la polaridad la determinara el revestimiento del electrodo. Esta polaridad se puede controlar en las maquinas de corriente continua, para cambiar la polaridad no es necesario cambiar los cables, la mayoría de las maquinas se encuentra una palanca que al moverla, cambia la polaridad. Como es obvio tenemos dos polaridades: la positiva (que es conocida como inversa) y la negativa (que es conocida como directa).



## EL ELECTRODO

El electrodo es la parte más importante del circuito de soldadura. El electrodo consta de un núcleo y su recubrimiento. El alambre del núcleo de un electrodo, en casi todos los casos, se hace del mismo metal que el de la pieza que se va a soldar. La finalidad del alambre del núcleo es conducir la energía eléctrica a el arco y suministrar el metal de relleno o aporte adecuado.

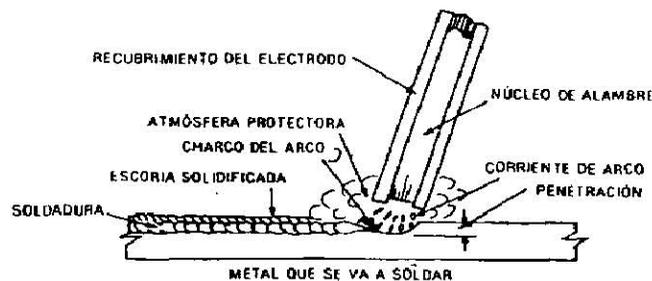
El recubrimiento tiene muchas funciones. Sino lo hubiera el metal fundido se combinaría con el oxígeno y el nitrógeno del aire. Por lo cual es necesario proteger tanto al metal de aporte como el metal base fundido cuando se suelda; este es la mezcla de metal base fundido y el metal de aporte que al solidificarse forman la soldadura en si. El arco se puede proteger con una envoltura de gas inerte, el cual no producirá una reacción química con el metal fundido. El recubrimiento de los electrodos suministrara el gas protector. Este es el proceso de soldadura con metal y arco protegido (SMAW).

Las principales funciones de los recubrimientos de los electrodos son:

- Reducir al mínimo la contaminación del metal de soldadura con el oxígeno y nitrógeno atmosférico.
- Compensar la pérdida de ciertos elementos durante la transferencia del metal a través del arco, porque el recubrimiento incluye aleaciones.
- Concentrar el arco en una zona específica porque forma una taza o copa en la punta del electrodo que se debe a la fusión más lenta del recubrimiento.

El recubrimiento también forma escoria en la parte superior del metal fundido que se suelda, la cual protege al metal fundido durante su enfriamiento y también ayuda a configurar la soldadura. Esta también debe poseer la siguientes características:

- 1.- Tener un punto de fusión mas bajo que el metal que suelda.
- 2.- Tener una densidad en su estado fundido que sea menor que la del metal de soldadura.
- 3.- Tener la viscosidad suficiente para que no fluya sobre una superficie muy grande.
- 4.- No debe tener elementos que produzcan reacciones indeseables con el metal de soldadura.
- 5.- Se dilatará pero en forma distinta a la del metal de soldadura, para que se pueda desprender este cuando este frío.
- 6.- Tener una tensión de superficie que impida la formación de glóbulos grandes.



## IDENTIFICACIÓN

Para evitar una soldadura ineficaz, se debe utilizar el electrodo dependiendo de los metales que se van a unir, la penetración que se requiere y la posición de trabajo.

La American Welding Society (AWS) creó un sistema de numeración que se utiliza en la industria de la soldadura y que consta de cuatro o cinco dígitos anteponiéndose ante ellos la letra "E".

Estos números significan lo siguiente:

- A) El prefijo "E" significa electrodo y se refiere a soldadura por arco.
- B) Los dos números siguientes si se usan cuatro dígitos, tres o si usan cinco dígitos multiplicados por 1000 indica la resistencia a la atracción del metal del electrodo en libras por pulgada cuadrada (PSI)
- C) El penúltimo dígito indica la posición en la cual se puede usar el electrodo y estas son :
  - 1.- Todas las posiciones.
  - 2.- Posición horizontal o plana .
  - 3.- Posición plana solamente.
  - 4.- Posición vertical.

D) El ultimo dígito no tiene significado si se le considera por si solo. Pero los dos últimos dígitos considerados en conjunto indican la polaridad.

E XX10 Corriente continua polo positivo.

E XX11 Corriente continua, polo positivo corriente alterna.

E XX13 Corriente continua, polo negativo o corriente alterna.

E XX14 Corriente alterna corriente continua.

E XX15 Corriente continua, polo positivo.

E XX16 Corriente alterna o corriente continua polo positivo.

E XX24 Corriente alterna o corriente continua, ambos polos.

E XX27 Corriente alterna o corriente continua, polo negativo.

E XX20 Corriente alterna o corriente continua.

E XX30 Corriente alterna o corriente continua.

E) Para los diferentes tipos de revestimiento se explica lo siguiente :

E-6010 y E-6011 tiene un revestimiento con alto contenido de materia orgánica (celulosa)

E-6012 y E-6013 Tiene un revestimiento con alto contenido de oxido de rutilo (titanio).

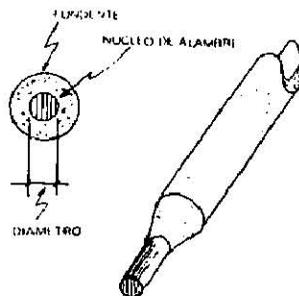
E-6015 y E-6016 Tiene un revestimiento con bajo contenido de Hidrogeno

(Cal y carbonato de sodio o bien cal con oxido de rutilo)

E- 6020 y E-6030 Tiene un revestimiento con alto contenido mineral

(oxido de hierro u oxido de manganeso).

E-6014, E-6024 y E-6027 Tiene un revestimiento consistente de hierro en polvo.



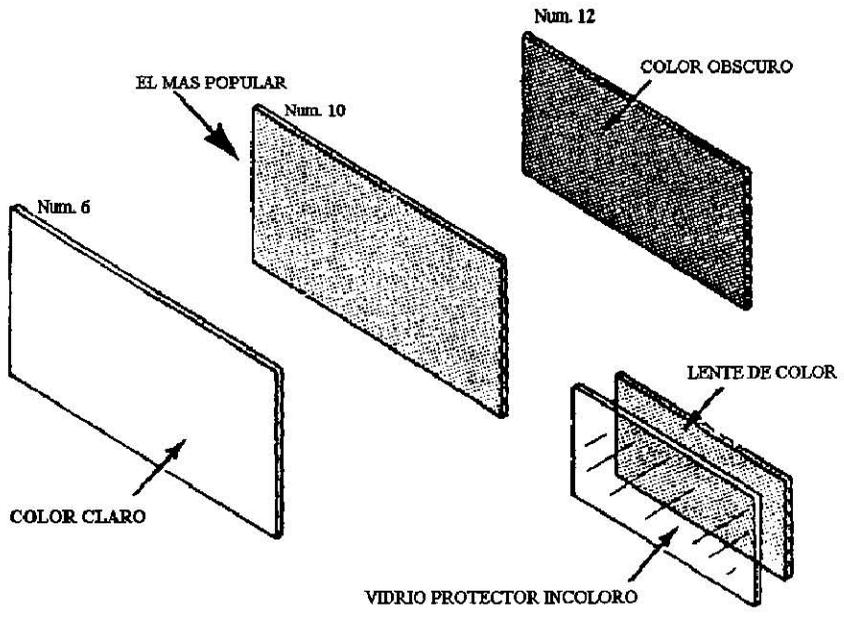
ESPESOR DEL METAL		TAMAÑO DEL ELECTRODO		AMPERAJE
MILIMETROS	CAL. O IN	MILIMETROS	PULGADAS	
1.3	18	1.6	1/6	50-80
1.6	16	2.5	3/32	50-80
1.9	14	3.2	1/8	90-135
2.7	12	3.2	1/8	90-135
3.4	10	4.0	5/32	120-175
4.8	3/16	4.0	5/32	120-175
6.4	1/4	4.0	5/32	120-175
7.9	5/16	5.0	3/16	200-275
12.7	1/2	6.0	1/4	250-350
19.0	3/4	6.0	1/4	250-350
25.4	1	6.0	1/4	325-400

## SEGURIDAD

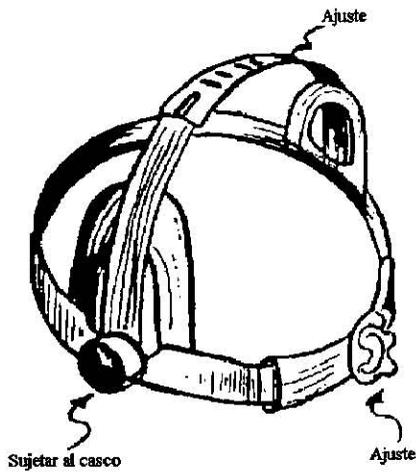
En la figura se muestra como la persona debe utilizar la ropa y el equipo de seguridad apropiado para la protección del calor, chispas, luz y radiación que se desprenden al efectuar el proceso de soldadura. Se utilizan las siguientes reglas:

1. Utilice siempre el casco (careta) con lentes del grado correcto.
2. Antes de empezar a soldar, examine el lente para ver si no tiene grietas.
3. Utilice siempre ropa resistente al fuego.
4. Antes de empezar a soldar, compruebe que las demás personas estén bien protegidas contra la luz que se desprenda del arco.
5. Utilice una pantalla no reflejante para proteger a quienes trabajan cerca de usted.
6. Nunca forme un arco cerca de una persona que no este protegida.
7. Utilice ropa de color oscuro , pues el color claro refleja el arco.
8. Mantenga las mangas de la camisa bajadas hasta el puño y abotone todo el frente hasta el cuello.
9. Apague la maquina cuando no este en uso.
10. No deje el electrodo en el portaelectrodos.
11. Nunca trabaje en un sitio húmedo.
12. Utilice siempre gafas con protectores laterales contra deslumbramiento.
13. Compruebe que la pieza, el banco de trabajo o ambos estén conectados a tierra.
14. No haga conexiones a tierra en ninguna tubería.
15. No sobrecargue los cables.
16. Nunca forme el arco sobre un cilindro de gas comprimido.
17. Informe de inmediato si sufre deslumbramiento.
18. Ponga los cabos de los electrodos en un recipiente metálico separado; no los tire al suelo.
19. No cambie de polaridad al estar usando la maquina de soldar.
20. No haga funcionar una maquina de soldar movida por un motor de combustión interna (gasolina o diesel), sin antes comprobar que haya suficiente ventilación y descarga de los gases de escape.

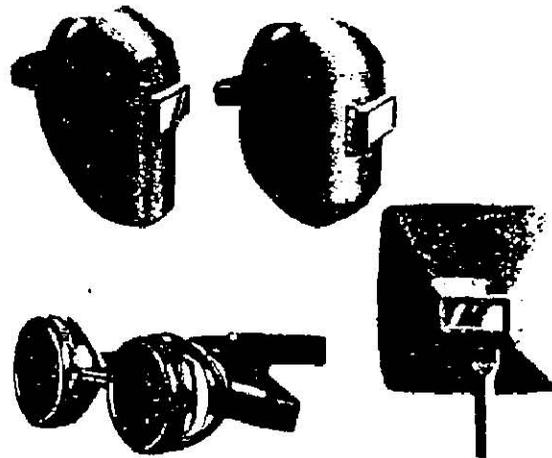




Lentes para soldar.



Banda ajustable para casco



Cascos, caretas de mano y gafas protectoras

## FUNDAMENTO PARA LA OPERACIÓN DE SOLDADURA. (SMAW)

### REGLAS BÁSICAS.

Existen cuatro aspectos que los supervisores, instructores o soldadores deben de observar al trabajar con soldadura de arco. A estos aspectos se les llama reglas básicas y son:

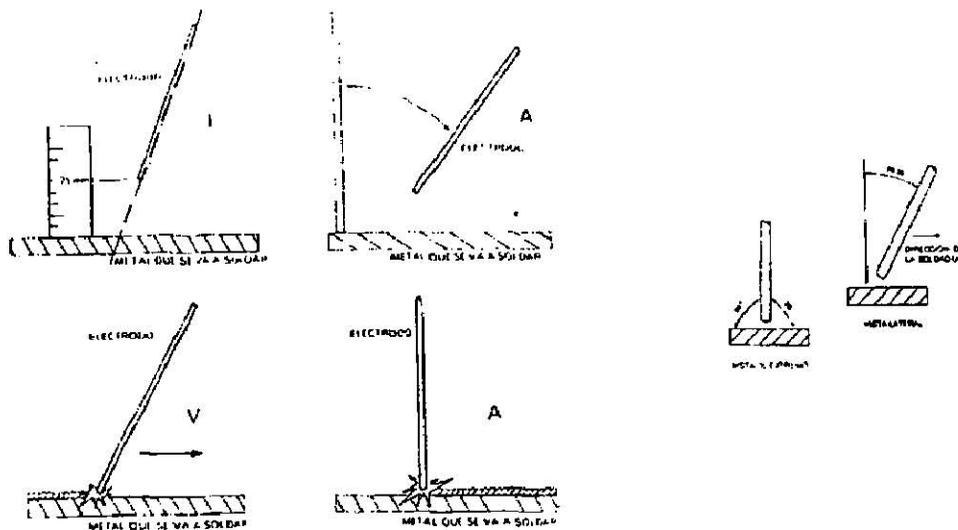
**Longitud del arco:** la longitud del arco es la distancia entre el electrodo y el metal que se va a soldar. Se debe mantener a la distancia correcta [al hacer el arco, 3mm ( 1/8" )].

**Ángulo del electrodo:** el electrodo se debe mantener en el ángulo durante la soldadura ( como en la figura).

**Velocidad del electrodo;** Se debe mantener una velocidad constante conforme se va formando un buen cordón de soldadura.

**Amperaje:** el amperaje ( el calor ) incorrecto produce una soldadura deficiente.

Las reglas se detallan en la siguiente figura:



## FORMACIÓN DEL ARCO.

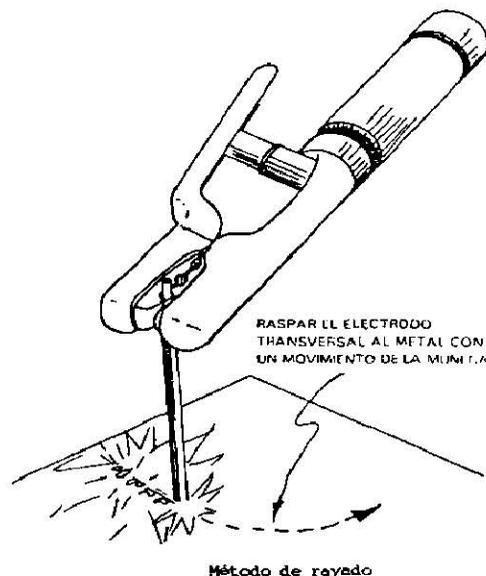
Formar el arco significa tocar el metal que se va a soldar con electrodo para formar un arco eléctrico. Se utilizan dos métodos: El método de rayado y el método de golpeado.

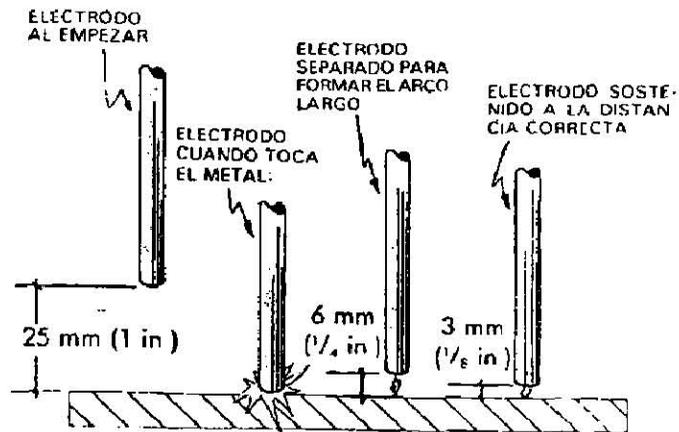
El primero es similar a encender un fósforo gigantesco. El segundo como su nombre lo indica, es un método de pequeños golpes suaves en sentido vertical.

Los pasos para el método de rayado son los siguientes:

1. Compruebe que la grapa para tierra este bien conectada.
2. Use ropa y equipos protectores.
3. El metal debe estar libre de oxido y mugre.
4. Obtenga electrodos y ajuste la maquina al amperaje correcto.
5. Empuñe el electrodo en forma cómoda y tome la posición correcta para soldar.
6. Arranque la maquina.
7. Sostenga el electrodo 25 mm ( 1") por encima del metal que se va a soldar. Debe estar perpendicular con el metal e inclinado de 20 a 30 grados en la dirección del movimiento.
8. Baje la careta frente a los ojos.
9. Para formar el arco, arrastre o frote el electrodo con rapidez y suavidad sobre el metal que se va a soldar, utilizando solo el movimiento de la muñeca.
10. Si se forma correctamente el arco, se producirá una centella de luz .
11. Separe el electrodo unos 6mm. (1/4 in.) mantenga esta distancia 1 o 2 seg.; luego baje el electrodo hasta que quede a 3 mm. (1/8 in.) del metal que se va a soldar.

En el método de golpeado son los mismos pasos, excepto el paso en el que el electrodo se arrastra o se frota con rapidez con el metal que se va a soldar.



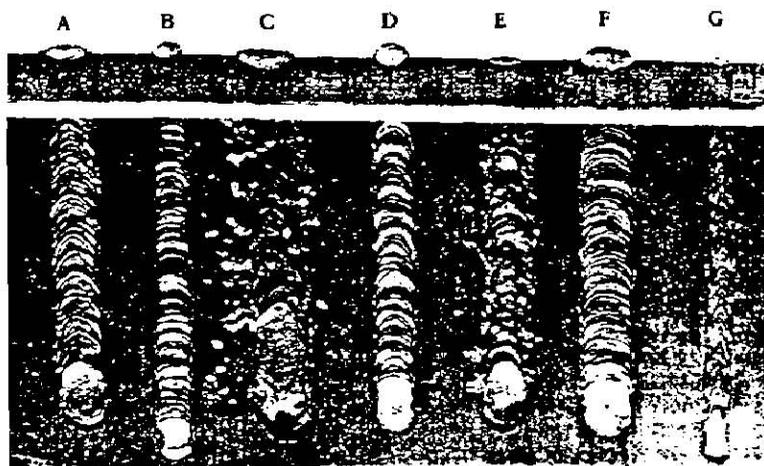


Metodo de golpeado.

### DEPOSITO DEL CORDÓN

En la siguiente figura se muestran varios tipos de cordones

- A) Un buen cordón con amperaje y velocidad correctos.
- B) Un cordón aceptable, pero con muy bajo amperaje.
- C) Un cordón deficiente; el amperaje fue excesivo.
- D) Un cordón aceptable; el amperaje fue muy bajo e hizo que el metal de soldadura se acumulara en el metal que se soldó.
- E) Un cordón deficiente; también en este caso se utilizó una corriente incorrecta.
- F) Un buen cordón; pero la velocidad de avance fue muy baja. Observe que el cordón está muy ancho y muy alto.
- G) Un cordón deficiente; el amperaje estaba correcto, pero la velocidad de avance fue muy alta.

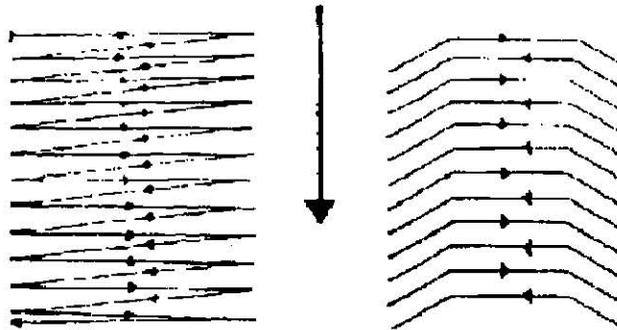


## MOVIMIENTOS DE COSTURA

Cuando se deposita el metal de soldadura, a menudo es deseable hacer una soldadura mas ancha que un cordón sencillo. Para esto se mueve el cordón hacia el frente con movimientos de oscilación ó va y ven, a lo largo de la línea de soldadura. De los movimientos que se muestran, el "A" es el más común .

Cualquier movimiento que se aplique debe ser uniforme. Si el de costura o tejido no es uniforme ni esta bastante cerrado, el resultado será una fusión deficiente y la escoria quedará atrapada entre las soldaduras.

### DIRECCION DE LA SOLDADURA



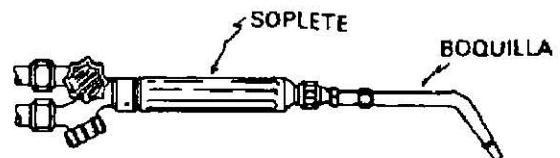
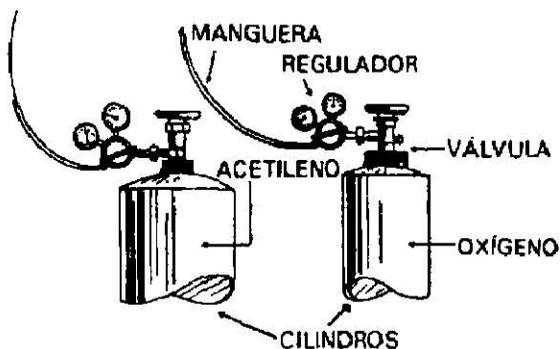
## SOLDADURA OXI-ACETILENICA

Se produce calentando con la flama que se obtiene de la combustión de la mezcla de oxígeno y acetileno, con o sin el uso de un material de aporte. El oxígeno se obtiene con el proceso de electrólisis y licuaron. El acetileno se obtiene cuando se pone el carburo de calcio en contacto con el agua, la reacción es instantánea y el carbono del carburo cuando se combina con el hidrogeno del agua se produce acetileno.

*El equipo básico para la soldadura oxi-acetilenica consta de las siguientes partes:*

- 1.- Cilindro de oxígeno
- 2.- Cilindro de acetileno
- 3.- Reguladores
- 4.- Manometro de presión en los cilindros
- 5.- Manometro de presión en las mangueras
- 6.- Mangueras
- 7.- Soplete
- 8.- Boquilla

Las partes se muestran en la figura.



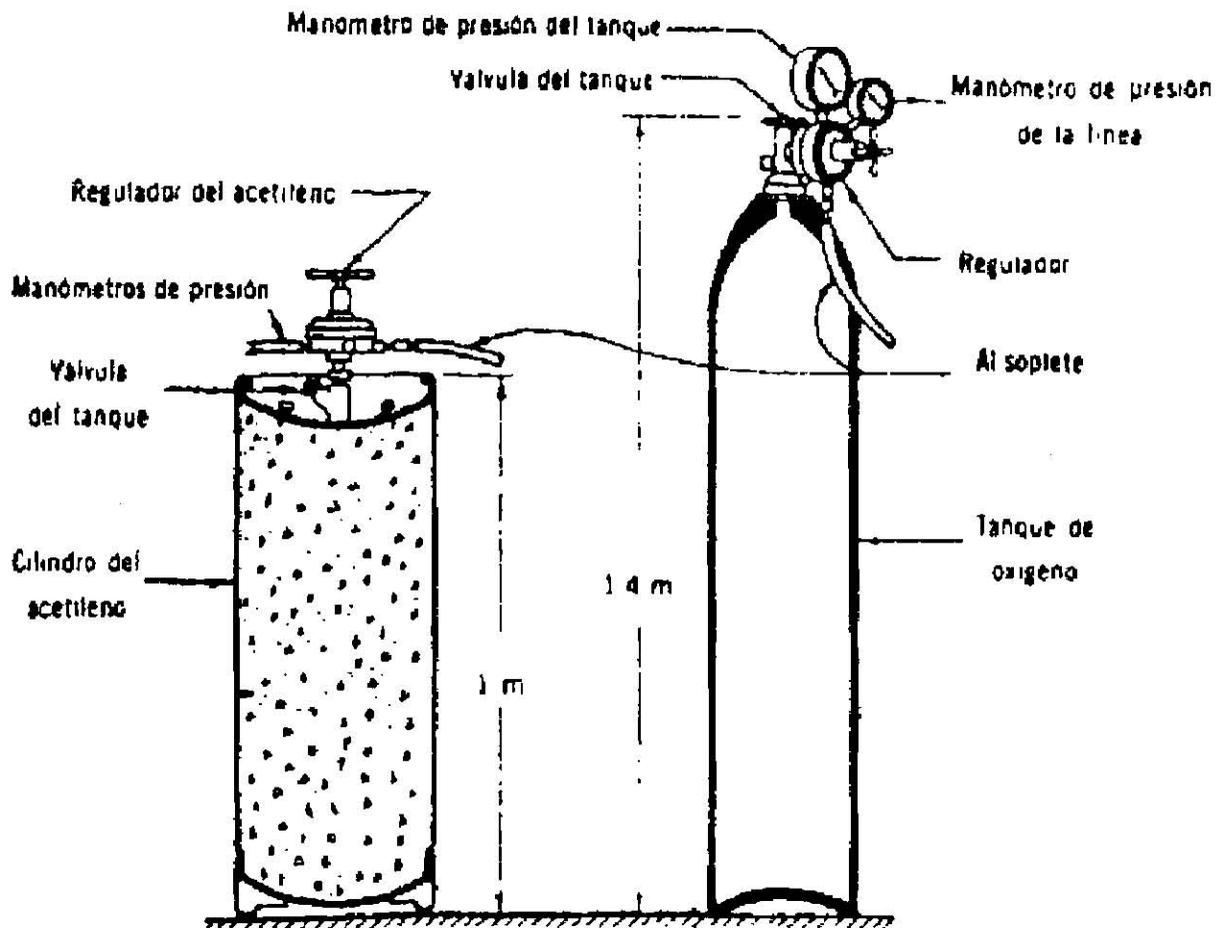
## EL CILINDRO DE OXIGENO.

Este cilindro es de menor diámetro y de mayor altura, almacenando oxígeno a una presión de 14 Mpa. Este cilindro suele ser de color verde y de rosca derecha.

Algunos problemas que se presentan más comúnmente en los cilindros son: roscas dañadas por el uso brusco y cuerpos extraños en la rosca, discos o tapones de seguridad rotos o con fuga. Las manijas de las válvulas difíciles de abrir o cerrar. El sistema de doble asiento no funciona en forma correcta y permite fugas de gas.

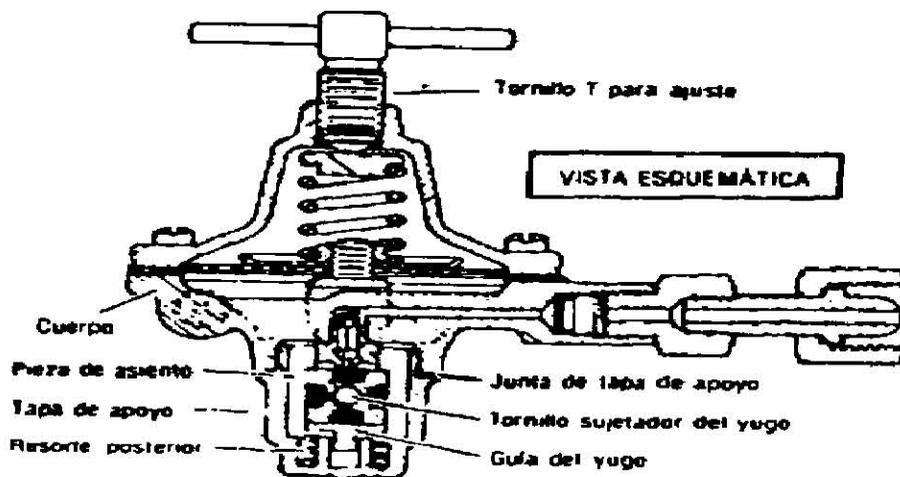
## CILINDRO DE ACETILENO.

El cilindro de acetileno es más corto y más ancho en comparación con el de oxígeno, se hace en varias piezas, mientras tanto que el de oxígeno es de una sola. Debido a que este gas no se puede almacenar con seguridad a una presión mayor de 100 Kpa, el acetileno se almacena en combinación con acetona. El cilindro se llena con un material de relleno poroso saturado con acetona en el que el gas se puede comprimir. Estos cilindros pueden almacenar acetileno a una presión mayor de 1.7 Mpa, y generalmente son de color rojo y como precaución tiene su rosca izquierda.



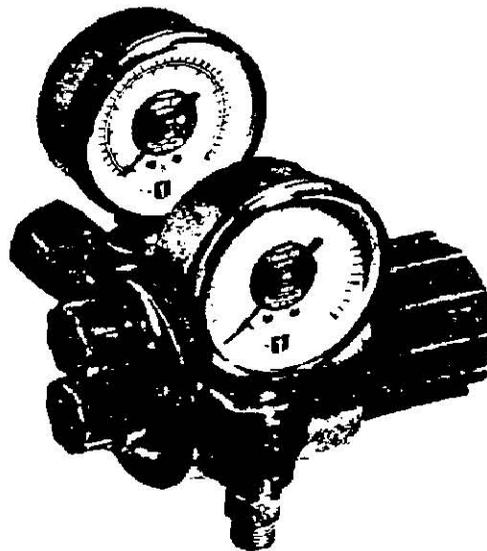
## REGULADORES.

La función de un regulador es principalmente el de reducir la alta presión que contiene el cilindro a una presión apropiada para trabajar, que permita una circulación uniforme y continua de dicho gas. Los reguladores deben estar de todo libres de aceite y de grasa. Las herramientas, guantes y manos deben mantenerse limpios de grasa y aceite. En ocasiones en que estas sustancias se ponen en contacto con el oxígeno a muy alta presión se descomponen y forman dióxidos de carbono y vapor de agua, con esta combinación se puede producir una explosión.



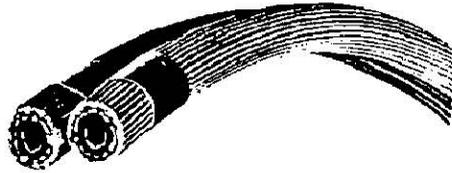
## MANOMETROS.

Los reguladores para el oxígeno y el acetileno siempre están equipados con dos manómetros, el manómetro que está junto al cilindro es para medir la presión de este y el otro manómetro que está en la salida de las mangueras es para medir la presión de trabajo.



## MANGUERAS.

En el soplete van conectadas dos mangueras de buena calidad. Las mangueras para acetileno son de color rojo; las mangueras para oxígeno son de color verde. Las conexiones en las mangueras y cilindros tienen roscas diferentes. La tuerca de la conexión del acetileno tiene rosca izquierda; la del oxígeno tiene rosca derecha. Como precaución adicional para evitar un intercambio accidental y facilitar la identificación, el centro de las tuercas de conexión de acetileno tiene una ranura.



## SOPLETES PARA SOLDAR.

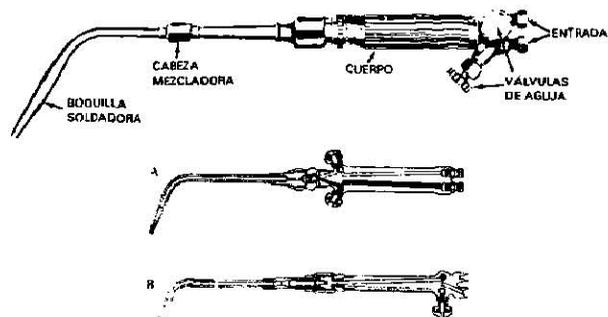
El soplete consta de las siguientes piezas:

- 1.- Dos tomas para suministro de oxígeno y acetileno.
- 2.- Dos válvulas de aguja para controlar el paso de los gases y efectuar ajustes en la flama.
- 3.- Un cuerpo en el cual se conectan las dos tomas y las dos válvulas (El cuerpo es la parte por donde se sostiene el soplete con la mano).
- 4.- Cabeza mezcladora para unir los gases en las proporciones correctas.
- 5.- Boquilla para soldar, a fin de conectar y dirigir la flama.

Hay muchos tipos y diseños de sopletes, sin embargo se clasifican en dos categorías: de tipo inyector y de presión media.

En el soplete tipo inyector los gases se mezclan por medio de una boquilla de inyección. El oxígeno está a una presión mucho más alta que el acetileno, cuando el oxígeno pasa por esa boquilla arrastra consigo la cantidad de acetileno para producir la flama deseada.

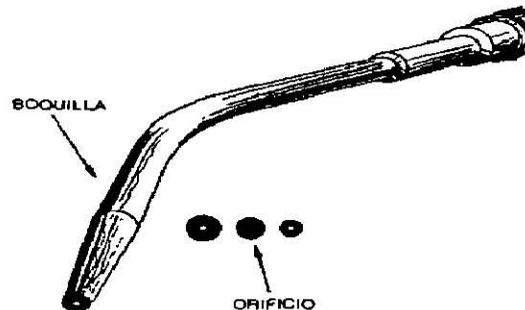
En el soplete de presión media, los gases se combinan en un mezclador de gases. El soplete más popular en este grupo es el de presión igual o equilibrada (balanceada), en el cual el oxígeno y el acetileno se suministran a presión igual y se combinan en el mezclador en las cantidades correctas.



## **BOQUILLAS PARA SOLDAR.**

Se suelen fabricar con cobre blando y de diferentes tamaños. Las medidas de una boquilla se determinan por el diámetro de su agujero en su extremo, se debe utilizar un limpiador de boquillas para mantener aseado dicho orificio.

Antes de conectar la boquilla al soplete se deben examinar las roscas con todo cuidado. Una rosca dañada puede permitir escape de gas que ocasionaría un incendio o explosión. Las roscas se pueden lubricar con grafito o cera de abeja pero nunca con aceite. La mayor parte de las conexiones solo necesitan apretarse con la mano



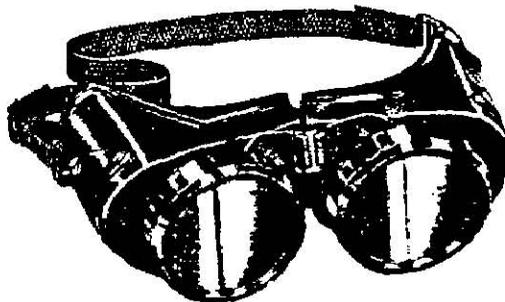
### **SECCION DE BOQUILLA**

El tamaño de la boquilla se debe seleccionar de acuerdo con el espesor del metal que se va a soldar. Si la boquilla es más grande para el espesor de metal provocará un sobrecalentamiento y perforará el metal con el calor. Si ocurre esto no se debe reducir la presión porque habría flama en retroceso o con interrupciones constantes lo que daña la boquilla.

Si el tamaño de la boquilla es muy pequeño para el espesor del metal, tardará mucho tiempo para fundirse, no se debe aumentar la presión porque produce una flama ruidosa y áspera que se alejara de la punta de la boquilla. (Los diferentes tamaños se muestran en la figura)

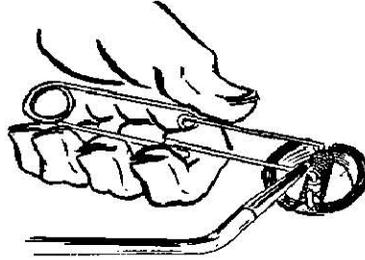
## **GAFAS PARA SOLDAR**

Las gafas protegen a los ojos del intenso brillo de la flama, de las chispas que saltan y del metal caliente. Las gafas se hacen con material resistente al calor, tienen ventilación y cinta ajustable a la cabeza.



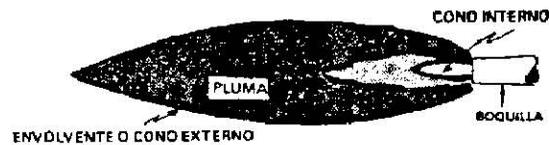
## ENCENDEDOR DE FRICCION

Siempre se debe usar encendedor de fricción para los sopletes. Nunca se debe usar un fósforo u otro encendedor, si se usa un fósforo la mano queda muy cerca de la flama y se puede quemar. El uso de otro encendedor puede producir una explosión.



## TIPOS DE FLAMA DE OXI-ACETILENO

Las presiones de gas se controlan en el suministro por válvulas reguladoras, y se hace un ajuste final manualmente en el soplete. La graduación de la proporción de los dos gases es de extrema importancia debido a que pueden ser variadas las características de la flama.

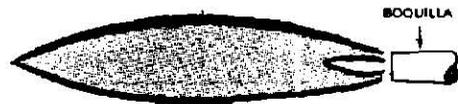


Los tres tipos de flama que se pueden obtener son:

- a)-Carburizante o reductora.
- b)-Neutra.
- C)-Oxidante.



Flama carburizante o con exceso de acetileno



Flama neutra



Flama oxidante

El acetileno que arde en el aire produce una flama larga y amarilla y libera grandes cantidades de carbono.

Cuando hay un exceso de Acetileno, se produce un cambio marcado en la apariencia de la flama. En esta flama se encuentran tres zonas. Hay un cono intermedio de color blanquecino entre el cono luminoso y el envolvente exterior que recibe el nombre de Pluma, cuya longitud esta determinada por la cantidad de exceso de Acetileno. Esta flama se conoce como Carburizante o Reductora, se usa en las soldaduras de metal, Níquel, ciertas Aleaciones de Acero y muchos de los Metales No Ferrosos endurecidos superficialmente. Cuando se aplica esta flama al Acero lo calienta con mucha rapidez, pero produce carburos que hacen que la soldadura este dura y quebradiza.

Si el soplete se ajusta para proporcionar exceso de oxigeno, se obtiene una flama similar a la Neutra, excepto que el Cono Luminoso interior es mucho mas corto y el Envolvente exterior parece tener mas color. Esta Flama Oxidante se puede usar en la Soldadura por Fusión de Bronce y Latón. Aunque es la mas caliente de todas las flamas, cuando se aplican a una pieza de Acero produce Óxidos que dejan una Soldadura muy quebradiza.

De las tres, la Flama Neutral es la que tiene mas aplicación en operaciones de Soldadura y Corte. El Cono Interior Luminoso en la punta del soplete requiere aproximadamente de una mezcla 1 a 1 de Oxigeno y Acetileno. (Como en la Figura.)

Este Cono esta rodeado por una flama envolvente exterior que es solo débilmente luminosa y ligeramente azul en color. El Oxigeno que se requiere para esta flama proviene de la Atmósfera. Se obtiene una temperatura máxima de 3300 a 3500 C. en la punta del Cono Luminoso. Cuando se aplica esta flama al acero, lo calienta todavía con mas rapidez, pero de ninguna manera altera la Soldadura.

La Flama Neutra es la Flama correcta que se debe usar en la mayor parte de las Soldaduras en Acero. La Flama Carburizante, Reductora y al Oxidante solo se usan en casos especiales.

Cuando ocurre una Flama en retroceso esta se apaga y se oye un Siseo o Chillido fuerte en la Boquilla. Suele estar acompañada por la emisión de Humo Negro por la Boquilla. Si esto ocurre se debe cerrar las Válvulas del Soplete (Primero la de Oxigeno) y luego la Válvula de los Cilindros. Con la Flama en retroceso, la Flama sigue encendida dentro de la Boquilla; si se deja que siga, la Flama puede continuar en retroceso hasta los Cilindros y la Tubería y podría ocasionar una violenta explosión. Esta es la razón por la que siempre se debe cerrar primero la válvula del Oxigeno. Todos los Equipos de Oxi-Acetileno deben de tener un dispositivo para detener o ahogar la Flama.

Las causas mas comunes de la Flama en retroceso son:

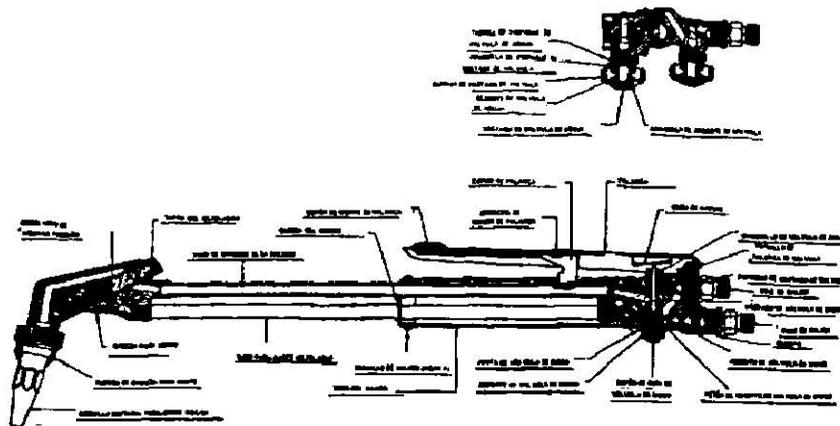
- 1.-Presiones incorrectas de Oxigeno y Acetileno.
- 2.-Tocar el metal con la boquilla.
- 3.- Uso de métodos incorrectos para encender la boquilla
- 4.- Obstrucción de la boquilla.

## CORTE CON SOPLETE OXI-ACETILENICO

El corte con Oxi-Acetileno, llamado aveces Oxicorte, se utiliza solo para cortar Metales Ferrosos. La fusión del Metal tiene escasa importancia en el corte con Oxiacetileno la parte mas importante en el proceso es la Oxidación del Metal.

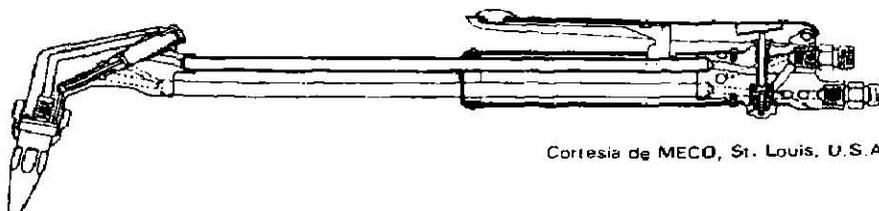
Cuando se calienta un Metal Ferroso hasta ponerlo al rojo y luego se le expone a la acción del Oxígeno puro, ocurre una reacción química entre el Metal caliente y el Oxígeno. Esta reacción, llamada oxidación, produce una gran cantidad de calor.

El Soplete Manual Simple para cortar con Flama difiere del Soplete para Soldadura en que tiene varios agujeros pequeños para Flamas de Pre calentamiento que rodean a un agujero central a través de la cual pasa Oxígeno puro. Las Flamas de Pre calentamiento son exactamente como las Flamas para Soldar y solo se destinan para Pre calentarse el Acero antes de la operación de corte.



## EQUIPO DE CORTE.

El equipo básico para cortar es similar al que se utiliza para la soldadura, es decir, suministro de gas, mangueras, reguladores y un soplete. Se pueden usar para el corte los mismos cilindros empleados para la soldadura. Como en el corte se consume mas oxígeno, es preferible el sistema múltiple. Se puede usar la misma manguera que para la soldadura; pero, cuando se van a cortar piezas gruesas o se va a trabajar en forma continua, se requiere una manguera de mayor diámetro a fin de tener un suministro adecuado de gas. Se usa el mismo tipo de regulador; sin embargo, si se van a hacer trabajos grandes de corte, se requieren reguladores capaces de producir presiones mucho mas altas.



## **PASOS PARA ENCENDER EL SOPLETE.**

- 1.-Compruebe que el equipo esta bien armado.
- 2.-Pongase siempre la ropa protectora.
- 3.-Compruebe que las válvulas del soplete estén cerradas; gradúe los manómetros a la presión correcta.
- 4.-Abra un cuarto de vuelta la válvula de acetileno en el soplete y encienda el gas con un encendedor de fricción.
- 5.-Abra por completo la válvula de acetileno en el soplete.
- 6.-Abra lentamente la válvula de oxígeno del soplete hasta tener una flama neutra.
- 7.-Con el soplete ya ajustado a una flama neutra, oprima la palanca y compruebe que tiene flama neutra.
- 8.-Para extinguir la flama suelte la palanca de corte, cierre primero la válvula de acetileno en el soplete y luego, la válvula de oxígeno en el soplete.

## **REGLAS DE SEGURIDAD PARA EL CORTE.**

- 1.-La zona de trabajo debe estar libre de artículos innecesarios.
- 2.-Tener cuidado para protegerse uno mismo y a los demás de las chispas.
- 3.-Compruebe que el metal que va a cortar este bien soportado y equilibrado ( balanceado ) de modo que no pueda caerle en los pies o en las mangueras.
- 4.- Compruebe que hay un espacio libre en la parte inferior, para permitir que la escoria del corte se desprenda libremente del metal.
- 5.- Se debe prestar especial atención a la colocación de las mangueras y de cualquier material inflamable.
- 6.-Se debe tener cuidado al empezar un corte. Si se usa un método inadecuado, puede salpicar metal caliente a la cara del operador.

## SOLDADURA POR ARCO CON GAS INERTE PROTECTOR

En este proceso la coalescencia se produce por el calor que proviene de un arco eléctrico entre un electrodo de metal y la pieza, la cual esta protegida por medio de una atmósfera de argón, helio, CO<sub>2</sub>, o una mezcla de gases. Se emplean dos métodos: uno que usa electrodo de Tungsteno con metal de aporte agregado, como en la soldadura por gas ( TIG ) y la otra que emplea alambre de metal consumible como electrodo; soldadura MIG ( Metal Inert Gas ). Ambos métodos son adaptables tanto a soldaduras manuales como automáticas y no se requiere de fundente o alambre revestido para la protección de la soldadura.

El segundo método de soldadura por arco con gas inerte protector, emplea electrodos consumibles (MIG) se efectúa por un arco protegido entre el electrodo de alambre descubierto y la pieza de trabajo. puesto que el material de aporte se transfiere a través del arco protegido, se obtiene una mayor rapidez de soldadura. El metal se deposita en una atmósfera que previene la contaminación.

Se alimenta un alambre continuamente a través de una pistola hacia la superficie de contacto que comunique la corriente al alambre. la corriente directa de polaridad invertida proporciona un arco estable y ofrece la mayor entrada de calor a la pieza de trabajo. Se recomienda generalmente para Aluminio, Magnesio, Cobre y Acero. La polaridad directa con Argón tiene un índice alto de combustión, pero el arco es inestable y con mucha salpicadura. La corriente alterna es también inherentemente inestable y se usa muy poco en este proceso. Como tiene una excelente penetración produce soldaduras sanas a alta velocidad. Se usa ampliamente el gas Dioxido de Carbono en la soldadura de aceros al carbono y de baja aleación.

Este proceso se adapta especialmente a la operación automática. El equipo para soldar MIG incluye el suministro de corriente con rectificador para ciclo de trabajo del 100%, alimentación y control del electrodo continuo, la pistola, el electrodo y el gas protector, como se muestra en la fig.

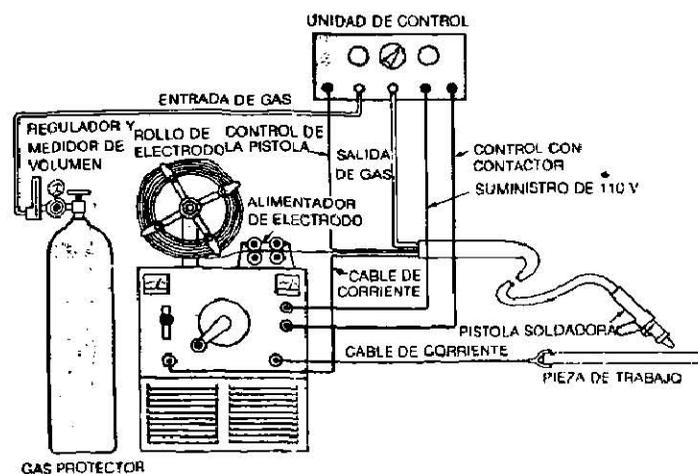


DIAGRAMA ESQUEMATICO DE COMPONENTES SOLDADURA MIG

La fuente de corriente o la maquina soldadura utilizadas para la soldadura MIG son del tipo Voltaje constante. El Voltaje de salida se ajusta con un reostato en la maquina y varia muy poco durante el proceso de soldadura. El valor de la corriente ( Amperes ) se determina con la velocidad de alimentación del electrodo; con cualquier velocidad dada la maquina suministra la corriente necesaria para mantener un arco estable. La corriente es C.D. con polaridad inversa y puede variar entre 150 y 1000 Amp. según la capacidad de la maquina.

En la soldadura MIG se suele utilizar dos sistemas de alimentación para electrodos y cada sistema tiene ajuste para la velocidad de avance. Un sistema esta montado en la maquina soldadora y empuja el electrodo a lo largo del cable y de la pistola, hasta la pieza de trabajo ( ver figura ).

En el otro sistema, el mecanismo de avance es integral con la pistola ( como se muestra en la parte inferior de la figura ). La pistola contiene un carrete pequeño de electrodo, del cual tiran unos rodillos cerca de la punta de la pistola y pasan por la boquilla hasta la pieza de trabajo.

328 PROCESOS BASICOS DE MANUFACTURA

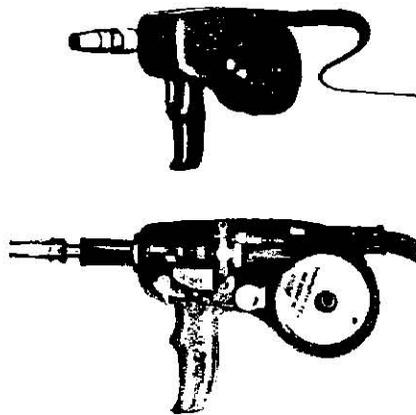


Fig. 18-38 (Arriba) Pistola para soldadura MIG; (abajo) corte seccional para mostrar rollo de electrodo de 4 pulg de diámetro en la pistola.

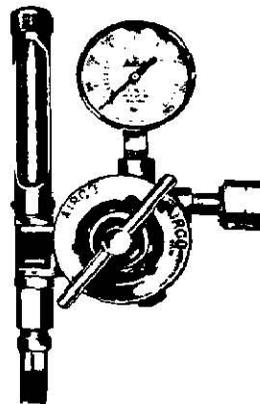
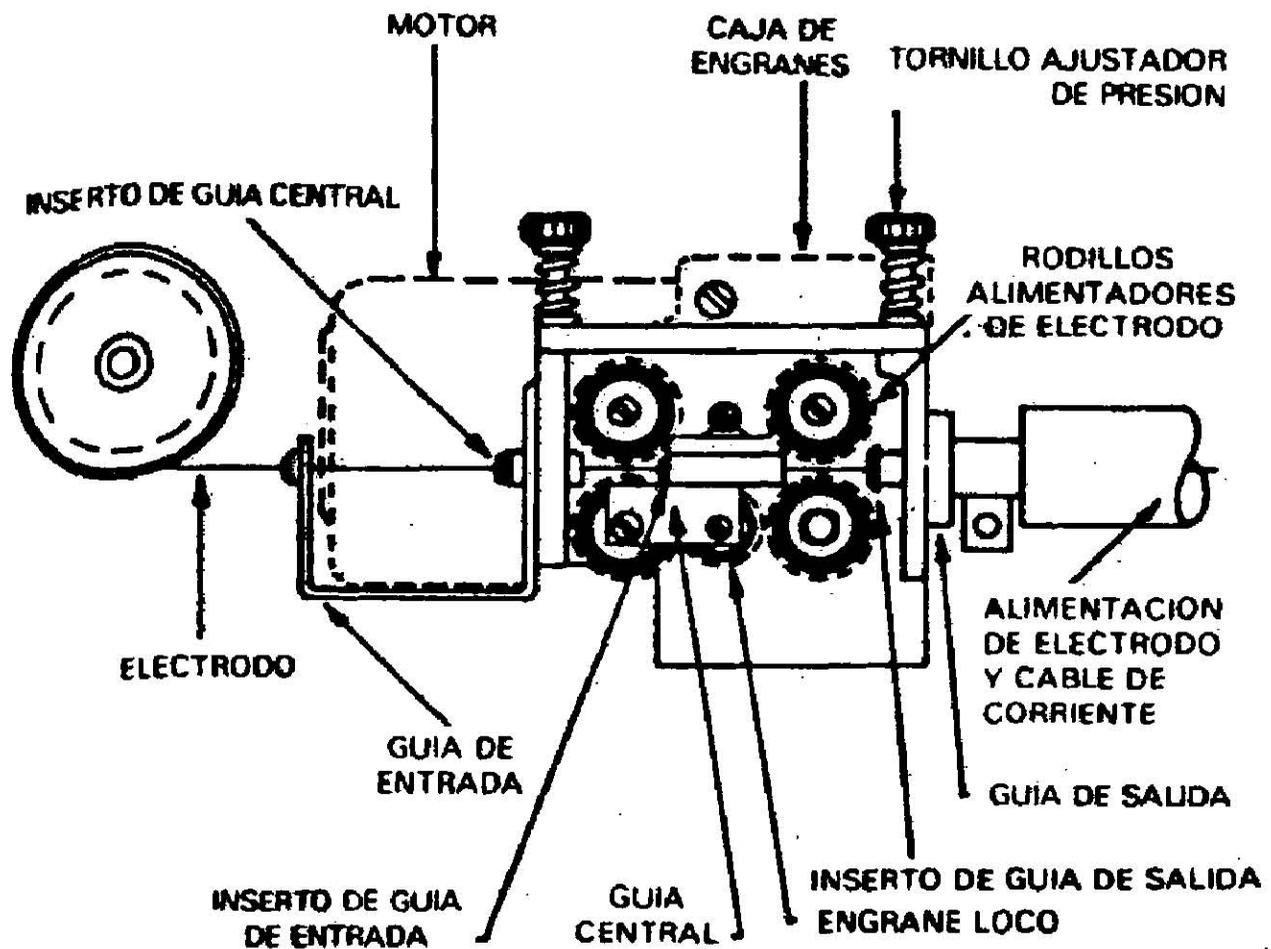


Fig. 18-39 Regulador de gas y medidor de volumen combinados. (Cortesía: Airco Welding Products.)

La pistola para MIG tiene punta de cobre que hace contacto eléctrico deslizante entre el cable de corriente de la maquina y el electrodo que se avanza contra la pieza de trabajo. Una boquilla metálica sobresale de la pistola y rodea la punta, con la cual se dirige el gas protector en un sitio concentrado en torno al arco. Las boquillas en las pistolas de bajo amperaje tienen enfriamiento por aire. El mango de la pistola permite al soldador maniobrar el arco; en la maquina automática MIG, se utilizan prensas y soportes especiales en vez de la pistola.

El electrodo de alambre para MIG es de alambre desnudo y tiene dos funciones en la soldadura. El alambre se derrite con el calor del arco y se fusiona con el metal base para llenar la unión. La otra función es servir como uno de los puntos del circuito donde se produce el arco. Este electrodo debe ser compatible con metales que se van a unir y ser del mismo material. Estos electrodos están disponibles en diversos diámetros y tamaños de rollos. Los mas comunes son los carretes de 1 lb. de 4 in. de diámetro, 15 lb. y 12 in. de diámetro.

El gas protector para la soldadura MIG es inerte y desplaza al aire del medio ambiente en el área de soldadura para evitar la contaminación del metal con el Oxígeno y el Nitrógeno del aire. Los gases protectores mas comunes para la soldadura MIG son el: Helio, Argón y Dioxido de Carbono ( CO ). Con frecuencia se usa una mezcla de Argón y CO o Argón y Helio para tener un gas con mejores propiedades que uno solo. Los gases protectores se surten en cilindros de acero; la presión se reduce a la necesaria, el volumen de gas se controla con un regulador y medidor de volumen conbinados.



Cortesía de Hobart Brothers Company

**Figura 17-5** Mecanismo simplificado alimentador de electrodo para GMAW

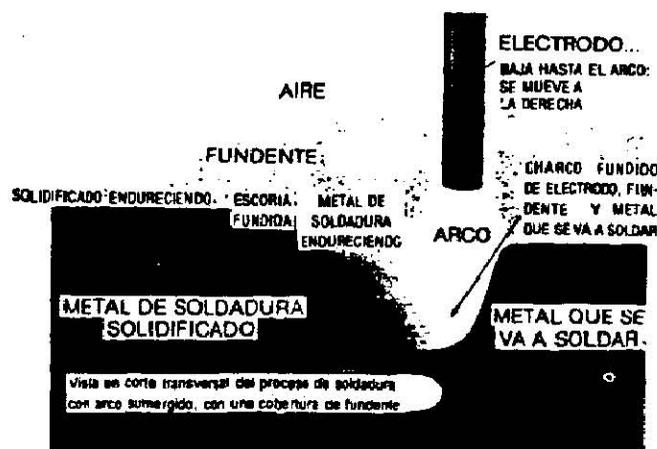
## SOLDADURA CON ARCO SUMERGIDO ( SAW)

Este proceso se perfecciono para ayudar a proteger el metal de soldadura depositado contra la contaminación por la atmósfera. También se puede adaptar para soldadura automática. Los primeros experimentos en los que se utilizaron electrodos recubiertos normales y un carro motorizado en el cual estaba montado un portaelectrodo normal, no tuvieron éxito por muchas razones. Se hicieron patentes dos problemas: 1) el recubrimiento del electrodo era susceptible de dañarse; 2) la longitud del electrodo solo permitía hacer soldaduras cortas antes de tener que cambiarla.

El proceso de arco sumergido elimino ambos problemas. Se utiliza fúndente pulverizado en lugar de recubrimiento y en carrete con electrodo continuo en lugar de un electrodo individual, lo cual permite un mejor control de la composición química del fúndente. La calidad del metal de relleno ( aporte ) mejoro en forma considerable.

En este proceso, se forma el arco entre el metal y se va a soldar el electrodo, pero el arco esta sumergido por completo en el fúndente no son visibles los rallos de luz alta intensidad que ocurren en la soldadura con arco. El proceso puede ser semiautomático, en el cual el soldador guía la pistola a mano, pero hay alimentación mecánica del electrodo a la zona de soldadura. También es posible, con un mecanismo, mover ya sea la cabeza soldadora de la maquina o el metal que se va a soldar, para que el proceso sea totalmente automático y el electrodo desempeña la misma función que el otro proceso de soldadura con arco, es decir, conduce la corriente a la unión, suministra el metal de aporte, etc.

El fúndente desempeña la misma función que el recubrimiento, o sea, protege la soldadura contra la contaminación atmosférica, forma una escoria protectora sobre la soldadura y puede agregar aleaciones con ella. El fúndente sobrante, nuevo, en la zona de soldadura, se recoge con un sistema de vacío y se retorna a su recipiente para volver a usarlo.



Cortesía de The Lincoln Electric Company

Figura 17-19 Fases del proceso SAW

El proceso de arco sumergido que se utiliza en la actualidad es muy complejo e incluye controles electrónicos que mantienen o ajustan en forma automática el voltaje del arco, la longitud de este y la velocidad y distancia de alimentación del electrodo. En ocasiones se emplean dos, tres y hasta seis electrodos a la vez en lugar de uno solo. El principio del arco sumergido se suele aplicar con placas metálicas gruesas y es muy común utilizar amperajes muy elevados ( 500 amperios o más ). debido a estos elevados amperajes se aumenta mucho la velocidad de la soldadura, lo cuales producen menos deformación, menos contracción y casi ninguna salpicadura en la zona de la soldadura, sin sacrificar la profundidad de la penetración. en este proceso, a veces, se llama también de *arco oculto, arco sumergido o Uniomet.*

El proceso de arco sumergido se utiliza en la posición plana u horizontal. Los bordes del material rara vez necesitan demasiada preparación. En muchas ocasiones suele ser suficientes una preparación a tope con bordes en escuadras.

El equipo básico para SAW es :

- Una fuente de corriente y potencia.
- Rollo o carrete de electrodo.
- Recipiente o tolva para el fúndente.
- Tablero de control.
- Cables.

Se puede utilizar C.A. o C.D. y la capacidad de las maquinas dependerá de la aplicación. En el proceso de arco sumergido es posible usar una maquina soldadura con generador o transformador de trabajo pesado, del tipo para soldadura con arco. Si se van a utilizar corrientes muy altas, se pueden conectar en paralelo dos o más maquinas ( que sean del mismo tipo ).

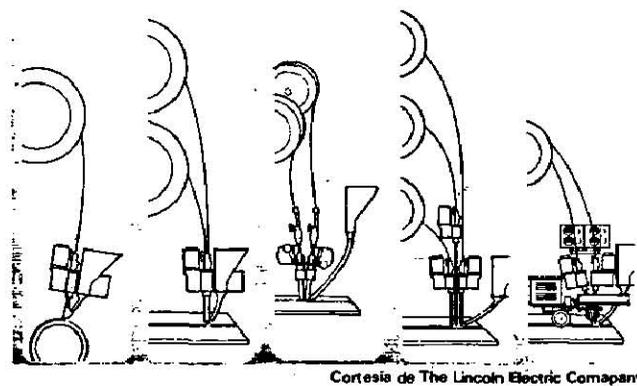


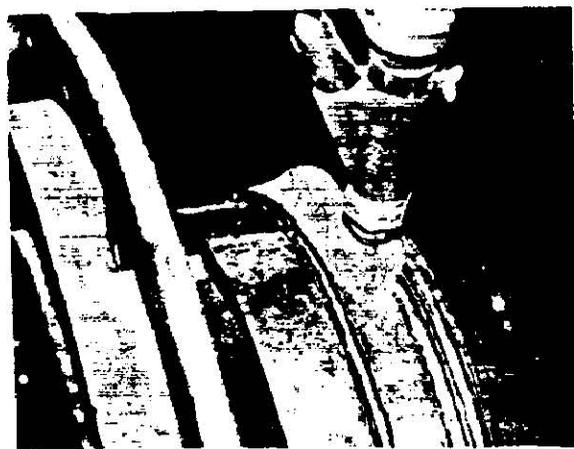
Figura 17-21 Diagrama de los diversos alimentadores de electrodo para soldadura SAW automática

Debido a la elevada velocidad de posición con este proceso que puede ser hasta de 5 m/min ( 16 ft/min ) en algunos trabajos, se necesitan un carrete de electrodo y sistema automática de alimentación y control. El recipiente o tolva para el fúndente descarga la cantidad necesaria conforme se hace la soldadura; la composición de este fúndente se controla cuidadosamente. Igual que el proceso básico de soldadura con arco, ocurre las misma fallas con los mismos resultados, por ejemplo, amperajes muy altos o muy bajo o avance muy rápido o muy lento. Además, hay otra posible falla : el exceso o insuficiencia de fúndente puede ocasionar una soldadura áspera o dispereja o porosidades.

Además que el SAW es un excelente proceso para soldar metales gruesos y es muy adaptable. En la tabla siguiente aparecen ejemplos de la capacidad y adaptabilidad del proceso.

Espesor de la placa	Amperaje	Voltaje	Electrodo	Velocidad
1.5 mm ( Calibre 16 )	450 A	24 V	3.0 mm ( 1/8 in )	2,800 mm/min
12.7 mm ( ½ in )	1,000 A	35 V	4.7 mm ( 3/16 in )	430 mm/min

Aunque el arco esta sumergido u oculto y no se requieren careta durante la operación de soldadura, se debe tener cuidado, igual que en la soldadura normal con arco, para evitar la formación accidental del arco, el puede producir un deslumbramiento peligroso debido al alto amperaje. Por lo general, el extremo del electrodo esta cubierto por completo con el fúndente antes de formar el arco. Dado que el fúndente no es conductor, un método usual para formar el arco es poner una pieza de fibra de acero entre la punta del electrodo y la pieza de trabajo; con esto, no ha necesidad de tocar el metal que se va a soldar con el electrodo. **Precaución especial:** debido al los amperajes elevados ( 1000 Amp.en alguna operaciones ), hay que tener mas cuidado al trabajar con este equipo pues pude producir una descarga mortal.



Cortesía de The Lincoln Electric Company

**Figura 17-22** Ejecución de soldaduras circulares con el proceso SAW

## BIBLIOGRAFÍA

TÍTULO: SOLDADURA  
AUTOR: JAMES A. PENDER  
EDITORIAL: Mc. GRAW HILL  
EDICIÓN: TERCERA, 1989

TÍTULO: ELECTROSOLDADURA  
AUTOR: A. RUÍZ MIJAREZ  
EDITORIAL: REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERÍA, S.A.  
DÉCIMA REIMPRESIÓN, 1988

