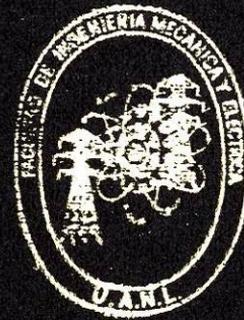
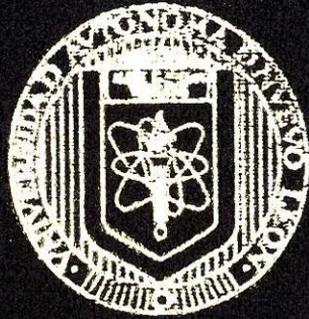


**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA**



**"SOLDADURA APLICADA A LA INGENIERIA"<sup>TM</sup>**

**TESINA**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**PRESENTA**

**VICTOR MANUEL CEDILLO ACOSTA**

**ASESOR**

**ING. HILARIO JIMENEZ FABELA**

**MONTERREY, N. L.**

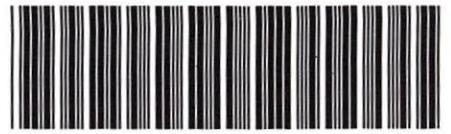
**MAYO DE 1996**

T

TK4660

C4

C.1



1080064353

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA



"SOLDADURA APLICADA A LA INGENIERIA"

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA

VICTOR MANUEL CEDILLO ACOSTA

ASESOR

ING. HILARIO JIMENEZ FABELA

MONTERREY, N. L.

MAYO DE 1996

T  
TK4660  
c4



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

*F. Fozis*



UANL  
FON 30  
TESIS LICENCIATURA

*Con cariño, a mis padres por su confianza y apoyo en cada instante de mi vida.*

*A mi novia Vanessa D. por su apoyo y comprensión durante mi carrera.*

*A mi familia y amigos.*

*A mis maestros por su  
virtud de enseñanza*

*Al H. Jurado.*

*A mi Facultad.*

## INDICE

GENERALIDADES.....	1
PRINCIPIOS DE LA SOLDADURA.....	1
SOLDADURA CON ARCO ELECTRICO.....	3
EFFECTO METALURGICO.....	4
LA TRANSFERENCIA DEL METAL FUNDIDO.....	4
REDUCCION DEL SOPLO MAGNETICO.....	5
CIRCUITO ELECTRICO.....	7
MAQUINAS.....	7
CABLES.....	9
TIERRA.....	10
PORTAELECTRODOS.....	10
POLARIDAD DE LOS CIRCUITOS.....	11
ELECTRODO.....	12
IDENTIFICACION.....	14
SEGURIDAD.....	16
FUNDAMENTOS PARA LA OPERACION DE SOLDAR.....	16
REGLAS BASICAS.....	17
FORMACION ARCO.....	18
DEPOSITO DEL CORDON.....	19
MOVIMIENTOS DE COSTURA.....	20
SOLDADURA OXI-ACETILENICA.....	21
CILINDRO DE OXIGENO.....	22
CILINDRO DE ACETILENO.....	22
REGULADORES.....	23
MANOMETROS, MANGUERAS.....	24

SOPLETES PARA SOLDADURA.....	25
BOQUILLAS PARA SOLDADURA.....	26
SELECCION DE BOQUILLA.....	26
GAFAS PARA SOLDAR, ENCENDEDOR DE FRICCION.....	27
TIPOS DE FLAMA.....	28
CORTE SOPLETE.....	31
EQUIPOS DE CORTE.....	32
PASOS PARA ENCENDER EL SOPLETE.....	32
REGLAS DE SEGURIDAD PARA EL CORTE.....	33
INSTALACION DEL EQUIPO.....	34
ACOPLAMIENTO A TRANSFORMADOR CA.....	34
CONEXIONES.....	35
FUNIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO.....	36
FUNCIONAMIENTO DE EQUIPO.....	36
PRECAUCIONES PARA EL CONVERTIDOR.....	36
MANTENIMIENTO.....	37
BIBLIOGRAFIA.....	39

# GENERALIDADES

## 1.- PRINCIPIOS DE LA SOLDADURA.

Una soldadura es una unión localizada entre metales que es producida por una adecuada combinación de temperatura y presión.

Para obtener la fusión debe de haber una combinación suficiente de proximidad y actividad

Entre estos dos extremos hay una amplia extensión de combinaciones posibles de temperatura y presión que pueden usarse para soldar.

La unión es facilitada por la limpieza de las superficies de metal puesto que la mayoría de las superficies de metal tienden a ensuciarse a temperaturas elevadas, debe presentarse considerablemente atención a los métodos de prevención de la oxidación y otra contaminación para obtener una soldadura de alta calidad.

Factores adicionales que deben de ser tomados en cuenta en la soldadura son los efectos metalúrgicos que resultan, del calentamiento y enfriamiento que acompañan a la mayoría de los procesos de soldadura.

La mayoría de las soldaduras, se hacen a la temperatura de fusión y requiere el aporte del metal de soldadura en alguna forma,

En la soldadura de metales distintos, con frecuencia es posible hacer una unión satisfactoria llevando solo a uno de los metales a la temperatura de fusión.

Al realizar las operaciones de soldadura se puede utilizar como fuente de energía para calentar las piezas la energía eléctrica o química.

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

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 materiales de aporte, de tal manera que en los puntos de unión, se verifique la continuidad entre las piezas citadas.

Existen dos tipos de soldadura:

- 1.- La soldadura con fusión.
- 2.- La soldadura sin fusión.

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

- Con arco (AW: Arc Welding) con sus modalidades.
- Con oxígeno y gases combustibles (OFM).
- De otros tipos.

Debido a la extensa gama de modalidades de soldadura por fusión con arco y a su uso en la industria moderna aquí nos dirigimos a la soldadura con metal y arco protegido cuyas iniciales en inglés son SMAW (Shielded Metal Arc Welding).

## SOLDADURA CON ARCO ELECTRICO

La soldadura 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 a la 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 el polo positivo produce aproximadamente el 60% del calor total.

## **EFEECTO METALURGICO**

El proceso de soldadura por arco eléctrico comprende tres fases, desde el punto de vista metalúrgico:

Primera fase:

Se produce la fusión de una pequeña zona del electrodo mediante el calor generado como consecuencia de:

- 1.- Los iones ceden su energía cinética a la gota del metal fundido.
- 2,- Por el efecto de conducción y convección del calor, de los gases calentados a altas temperaturas en el espacio del arco.
- 3.- Por la reacción exotérmica que se verifica en la gota metálica.

Segunda fase:

El metal pasa del extremo del electrodo a la zona líquida formada por el metal base (cráter), en este instante el arco tiende a extinguirse y la temperatura de los gases alrededor del cráter, disminuye.

Tercera fase:

El metal depositado se enfría y cristaliza en el metal base dando lugar a la formación del cordón de soldadura.

## **LA TRANSFERENCIA DEL METAL FUNDIDO**

Este fenómeno (la transferencia) es también conocido como "efecto de estrangulamiento" y se basa en lo siguiente: Si una corriente eléctrica de valor constante fluye por un conductor cilíndrico, la inducción del flujo magnético creado se encuentra en la periferia del conductor, decreciendo hasta cero, en el centro del conductor.

Debido a la tensión de las líneas magnéticas el electrodo soporta una fuerza dirigida hacia el centro y la presión hidrostática de la gota del metal fundido, tendrá su máximo en el centro provocando el efecto de estrangulamiento.

El transporte de metal de aporte se debe a que en la base de la gota de metal fundido que esta en contacto con la parte sólida de el electrodo, hay siempre una mayor presión hidrostática; en virtud de que el metal fundido tiene cierta viscosidad, la "garganta" de la gota se reduce paulatinamente por el efecto de estrangulamiento hasta que por ultimo, se separa del extremo del electrodo.

La inestabilidad del arco confirma que en efecto la transferencia del metal fundido, se presenta en pequeños glóbulos.

Teóricamente se estima que la temperatura del arco varia entre 2000 y 3000 grados centígrados, pero en condiciones reales de trabajo han llegado a ser entre los 3400 y 4000 grados centígrados.

## **REDUCCION DEL SOPLO MAGNETICO**

Para entender que es un soplo magnético, hay que recordar que todo conductor por el que fluye una corriente eléctrica, es rodeado por un campo magnético cuyas líneas de fuerza se orientan según la dirección del flujo de la

corriente eléctrica. Dichas líneas nunca se tocan y ejercen una fuerza cuando se aproximan unas a otras: esta fuerza es proporcional a la cantidad de corriente que fluye por el conductor y su imagen es una serie de anillos concéntricos que lo rodean.

El efecto magnético de esta fuerza es conocida como "soplo magnético" . Esta desviación de el arco ocurre cuando se suelda en una esquina con corriente continua. En la figura se puede visualizar que estas se mueven a lo largo de el metal conforme avanza la soldadura, así estas ondas hacen contacto con los círculos de fuerza, que vienen a la grapa de tierra, que también es conductora de la corriente, la alteración o disturbio ocurre en el punto en el que se encuentran los dos grupos de círculos u ondas magnéticas . El arco se mueve de manera inestable y el metal fundido del electrodo empieza a oscilar, o lo que es difícil dirigirlo.

Para eliminar o reducir al mínimo la desviación de arco, se recomienda los siguientes pasos:

- Cambiar a corriente alterna.
- Mueva la grapa de tierra a otro lugar en la pieza que se esta usando.
- Cambio de dirección de la soldadura.
- Utilice una grapa metálica para tierra.

La inversión constante de la corriente alterna impide que aumente el flujo o fuerza.

## CIRCUITO ELECTRICO

### 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 que se fija el cable de tierra a la maquina y acaba en la terminal o borne en 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 en las que se encuentran:

- Motor generador.
- De rectificador.
- Combinación de transformador con rectificador.
- Motor a gasolina-generador.

Cada tipo sirve para su propósito pero la función básica es la entrega de 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 el calor suficiente en el arco, mientras que bajo voltaje será un valor total que pueda mantener encendido el arco, todas las maquinas citadas tienen su control de regulación para que el operario pueda seleccionar un arco enérgico o débil según las necesidades del trabajo.

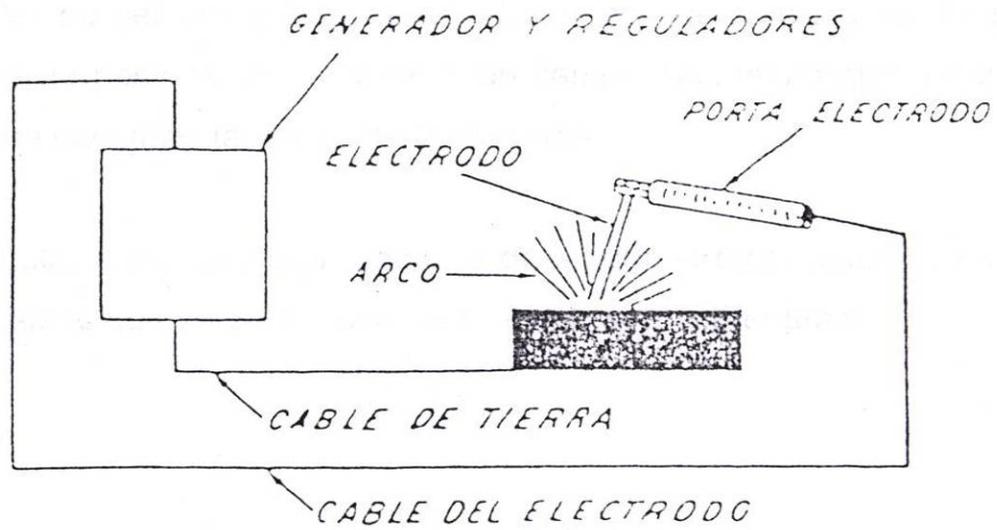
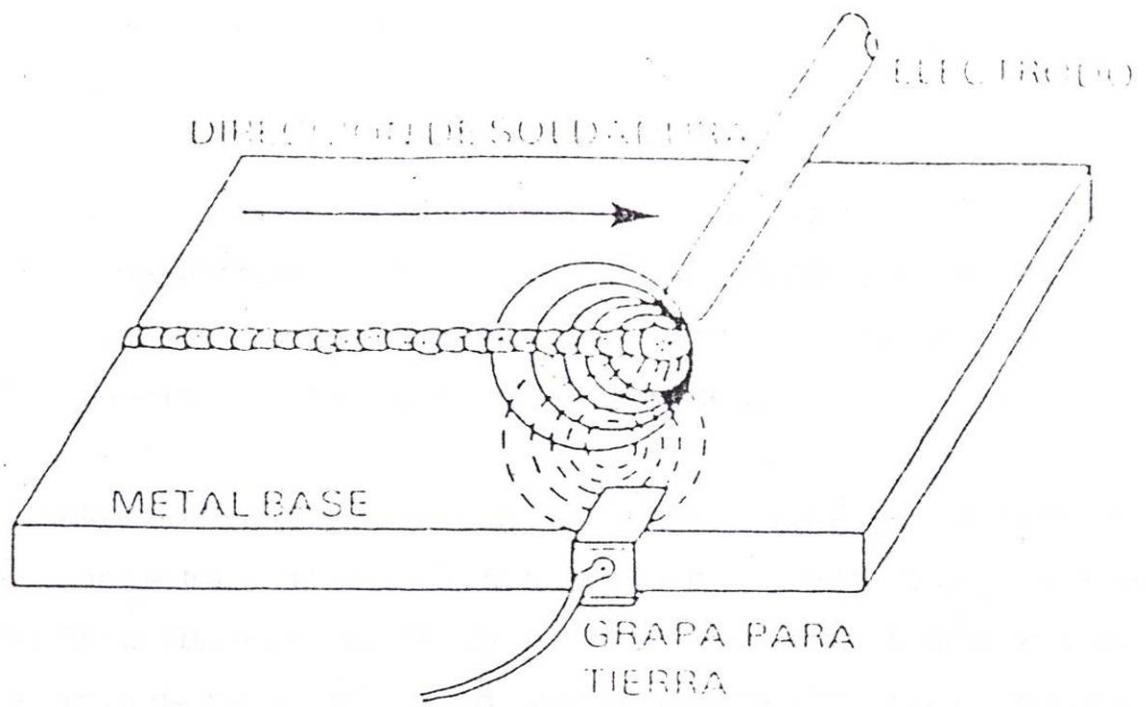
Las potencias de las maquinas electrosoldadoras viene dada por el valor de la corriente de salida cuya variación es de 100 hasta 1200 ampers y aun mas, como en el caso de algunas maquinas industriales-Dicha potencia queda bajo el control de la National Electrical Manufactures Association (NEMA) que establece una capacidad muy inferior al valor de sobrecarga máxima de la maquina, 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 periodo de 10 minutos en que la maquina puede operar a la capacidad indicada.

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 del arco.

En el primer caso, el voltaje del circuito abierto es cuando la maquina genera pero no 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 al 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 sí 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, sí afecta a las características del mismo.

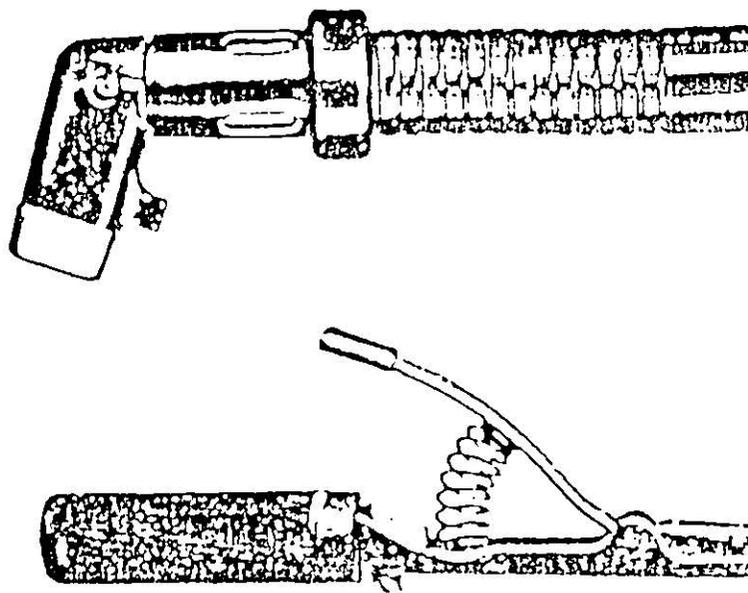


## CABLES.

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 sensible. El conductor del aluminio tiene mucho menor masa que el cobre pero no puede conducir la misma cantidad de corriente que el de cobre.

Dicho cable está formado por cientos de alambres muy finos dentro de una envoltura de papel estraza de una calidad de tipo muy grueso 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 tienen una resistencia a la acción abrasiva del medio. En la toma de tierra se utiliza un cable menos flexible pero también muy resistente al desgaste. La distancia entre la máquina de soldar hasta la zona de trabajo debe de ser lo más corta que se pueda. Los cables no deben de estar enrollados sí no que siempre se deben de estirar para evitar la posibilidad de generar un campo magnético que tendría un efecto negativo en el comportamiento de la máquina.

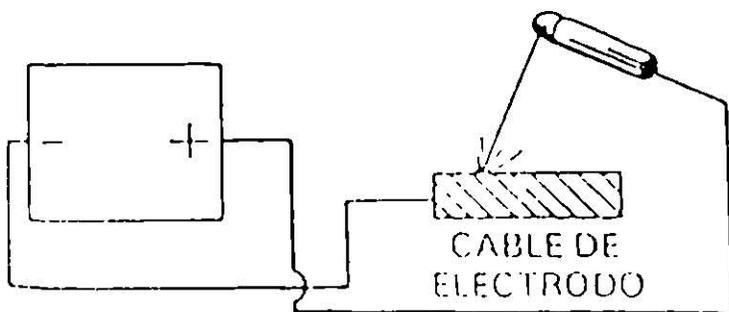
Por lo regular al adquirir una máquina de soldar el fabricante recomienda los calibres de cables que se deben usar para evitar sobrecalentamientos.



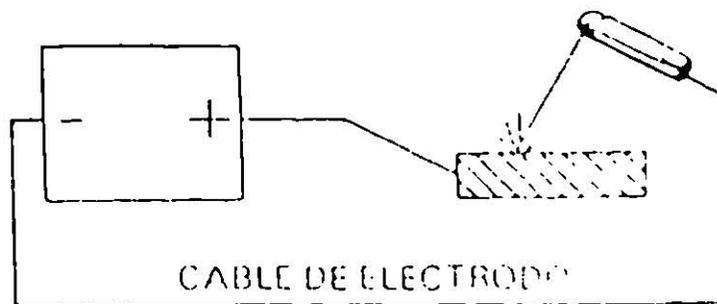
## POLARIDAD DE LOS CIRCUITOS.

En los procesos de soldadura se utilizan tanto las corrientes continuas como las corrientes alternas. Esto lo determinara, en algunos casos, el proceso especifico 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 de polaridad no es necesario cambiar los cables, la mayoría de las maquinas se encuentra una palanca que al moverla cambia de polaridad.

Como es obvio, tenemos dos polaridades: la positiva (que es conocida como inversa) y la negativa (que es conocida como directa)



Polaridad inversa (positiva)



Polaridad directa (negativa)

## EL ELECTRODO.

El electrodo es la parte mas importante del circuito de soldadura.

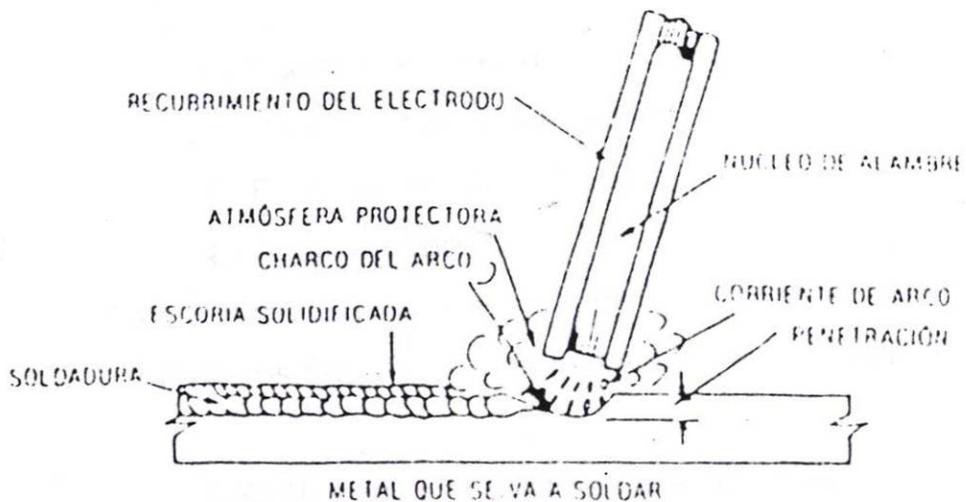
El electrodo consta de un núcleo y su recubrimiento. El alambre de el núcleo de un electrodo, en casi todos los casos, se hace de el mismo metal que el de las piezas que se van a soldar. La finalidad del alambre del núcleo es conducir la energía eléctrica a el arco y suministrar el material de relleno o aporte adecuado. El recubrimiento tiene muchas funciones, Si no lo hubiera, el metal fundido se combinaría con el oxígeno y nitrógeno del aire. Por lo cual es necesario proteger tanto al metal de aporte como al 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 suministra 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:

- 1.-Compensar la perdida de ciertos elementos durante la transferencia de metal atravez del arco, porque el recubrimiento incluye aleaciones.
- 2.-Agrupar el arco en una zona especifica porque forma una copa en la punta del electrodo, que se debe a la fusión mas lenta del recubrimiento.
- 3.-Reducir al mínimo la contaminación del metal de soldadura con el oxígeno y el nitrógeno atmosféricos.

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 este también debe de poseer las siguientes características:

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



## IDENTIFICACION.

Para evitar una soldadura eficaz, 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) creo un sistema de numeración que se utiliza en la industria de la soldadura y que consta de cuatro o cinco dígitos anteponiéndose a 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 (sí se usan cuatro dígitos) o tres (sí se usan cinco dígitos) multiplicados por 1000, la resistencia a la tracción 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 sí se le considera por sí solo. Pero los dos últimos dígitos considerados indican la polaridad.

EXX10 corriente continua polo positivo.

EXX11 corriente continua, polo positivo o corriente alterna.

EXX13 corriente continua, polo negativo o corriente alterna.

EXX14 corriente alterna o corriente continua.

EXX15 corriente continua, polo positivo.

EXX16 corriente alterna o corriente continua, polo positivo .

EXX24 corriente alterna o corriente continua, ambos polos.

EXX27 corriente alterna o corriente continua, polo negativo.

EXX30 corriente alterna o corriente continua.

e),- Para los diferentes tipos de revestimiento se explica lo siguiente:

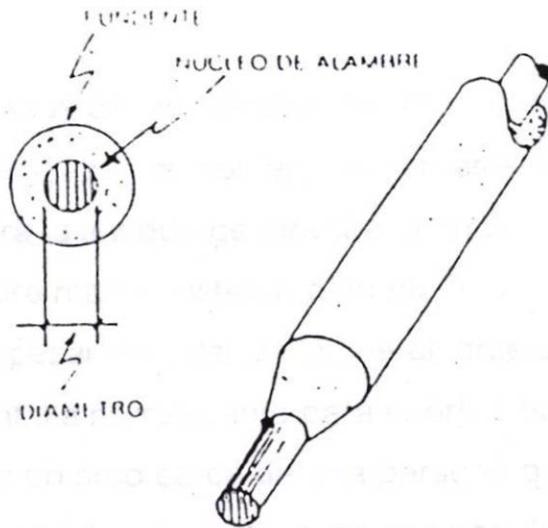
E-6010 y E-6011 tienen un revestimiento con alto contenido de materia orgánica (celulosa),

E-6012 y E-6013 tiene un revestimiento con alto contenido de oxido de rutilio (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 rutilio).

E-6020 y E-6030 tienen un revestimiento con alto contenido mineral (oxido de hierro u oxido de manganeso).

E-6014, E-6024 y E-6027 tienen 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 de utilizar la ropa y el equipo de seguridad apropiado para la protección de el calor, chispas, luz y radiación que se desprenden al efectuar el proceso de soldar. Se utilizan las siguientes reglas:

- 1.- Utilice siempre el casco (careta) con lentes del grado correcto.
- 2.- Antes de empezar a soldar, compruebe que las demás personas estén protegidas contra la luz que desprenda el arco.
- 3.- Utilice siempre ropa resistente al fuego.
- 4.- Antes de empezar a soldar, examine el lente para ver si no tiene grietas.
- 5.- Use una pantalla no reflejante para cubrir a quienes trabajen cerca de usted.
- 6.- Nunca forme un arco cerca de una persona que no este protegida.
- 7.- Utilice ropa de color obscuro, pues el color claro refleja el arco.
- 8.- Mantenga las mangas de la camisa bajadas hasta el puño y abotone todo hasta el cuello.
- 9.- Apague la maquina cuando no este en uso.
- 10.- No deje el electrodo en el porta electrodo.
- 11.- Nunca trabaje en un lugar húmedo.
- 12.- Utilice siempre gafas con protectores laterales contra deslumbramientos.
- 13.- Compruebe que la pieza y el banco de trabajo estén conectados a tierra.
- 14.- No haga conexiones a tierra en ninguna tubería.
- 15.- No sobrecargue los cables.
- 16.- Nunca forme el arco cerca de 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.

## REGLAS BASICAS.

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:

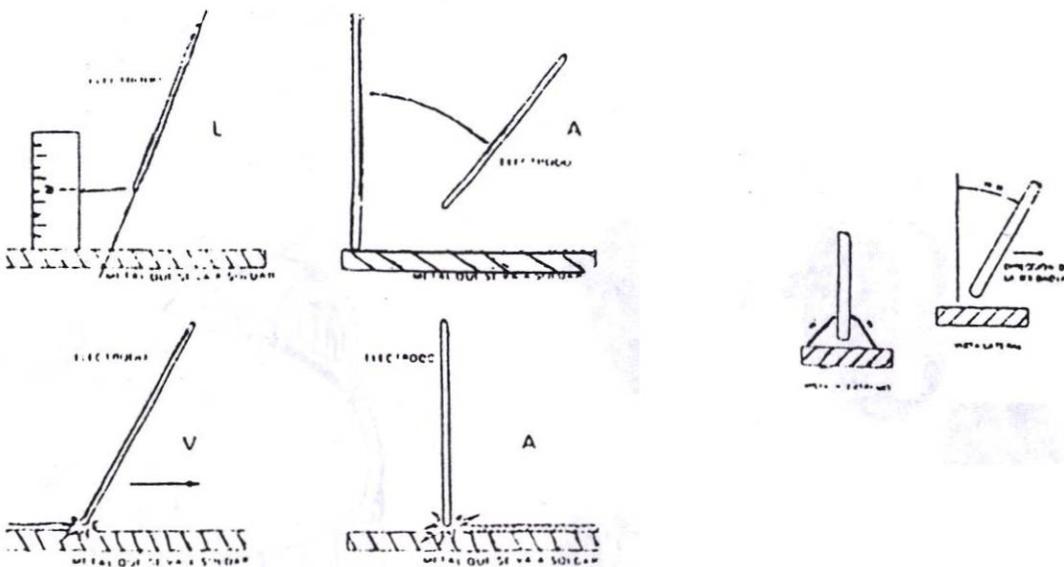
**Longitud del arco:** la longitud del arco es la distancia entre el electrodo y el metal que se va a soldar. Se debe de mantener a la distancia correcta [al hacer el arco, 3mm (1/8")].

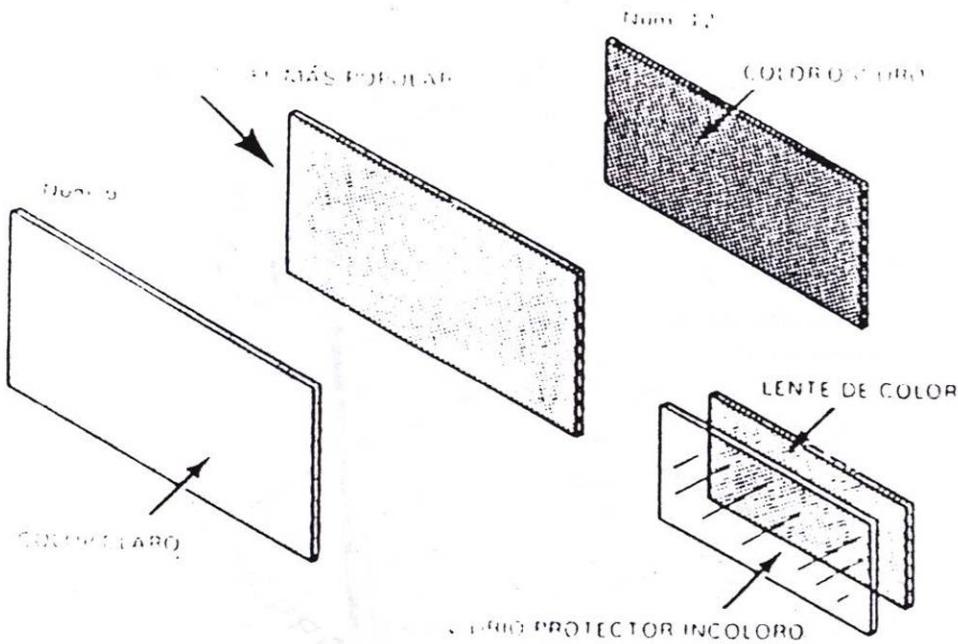
**Angulo del electrodo:** el electrodo se debe de mantener en el ángulo durante la soldadura (como en la figura).

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

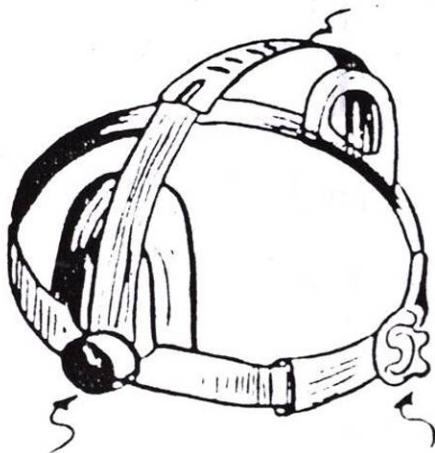
**Amperaje:** el amperaje (el calor) incorrecto produce una soldadura suficiente.

Las reglas se detallan en la siguiente figura:

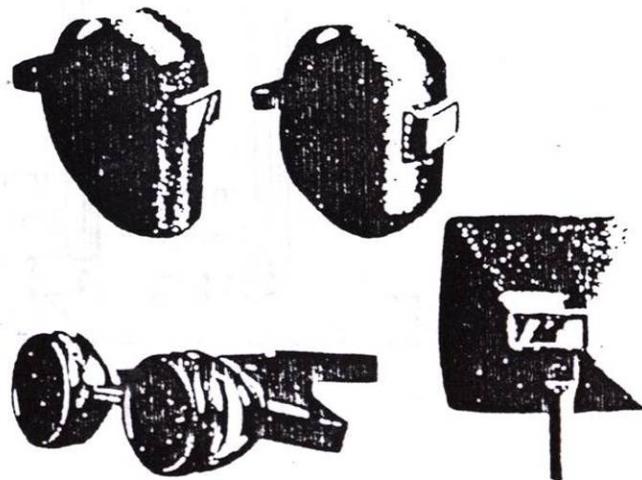




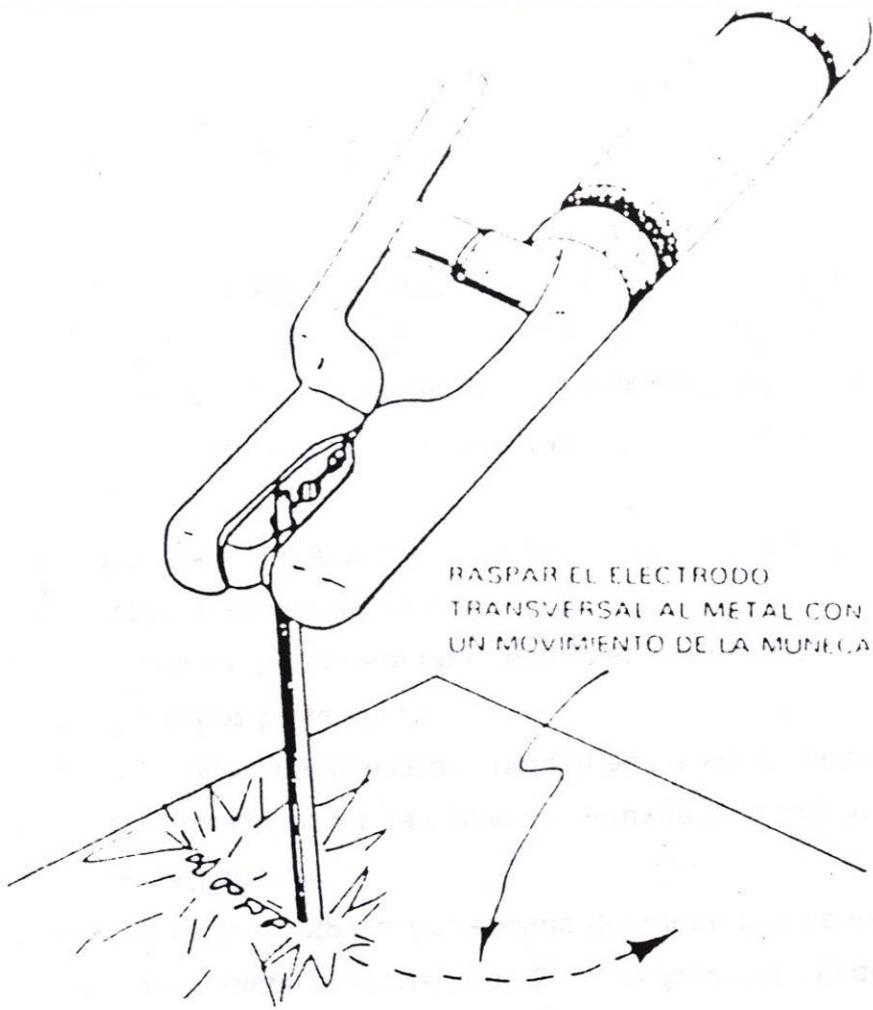
Lentes para soldar.



Banda ajustable para casco

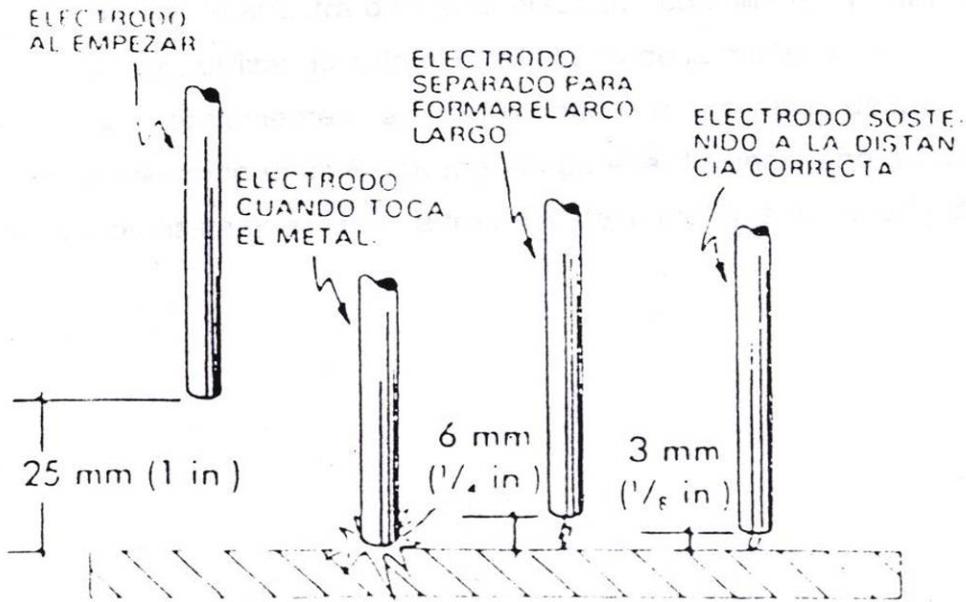


Cascos, caretas de mano y gafas protectoras



RASPAR EL ELECTRODO  
TRANSVERSAL AL METAL CON  
UN MOVIMIENTO DE LA MUÑECA

Método de rayado.



Método de pulsado.

## FORMACION 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 el método de golpeado. El primero es similar a encender un fósforo gigantesco. el segundo como su nombre lo indica es un método de golpes suaves en sentido vertical.

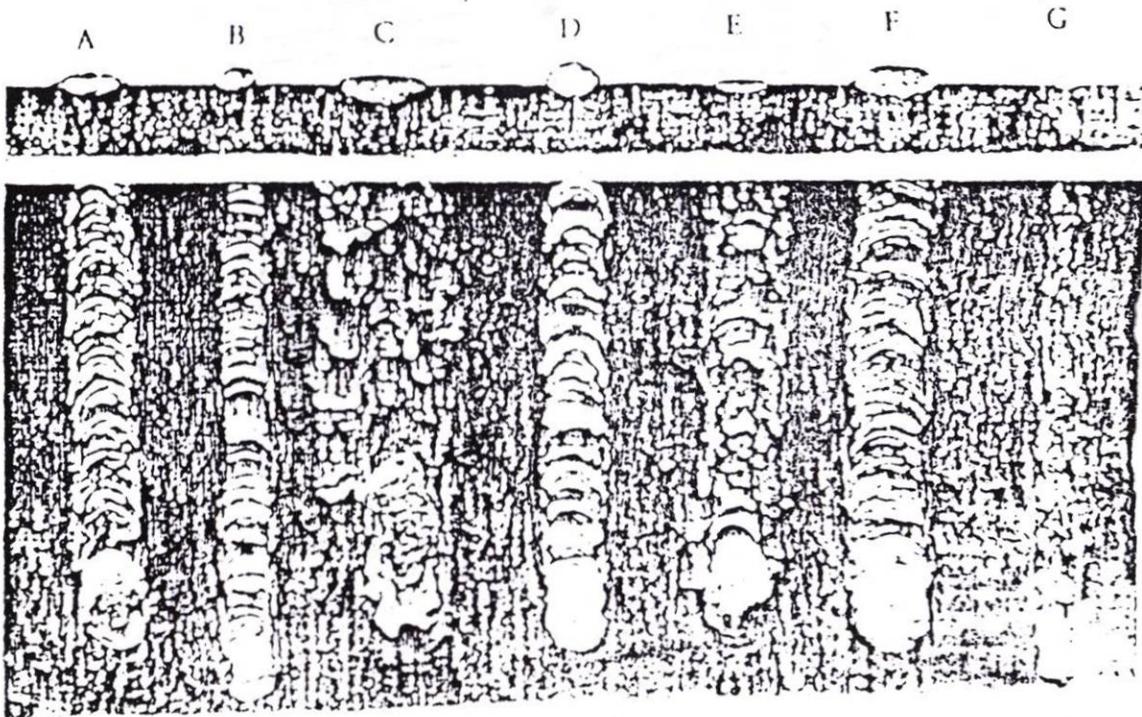
Los pasos para el método de rayado son los siguientes:

- a).- El metal debe estar libre de oxido y mugre.
- b).- Compruebe que la grapa para tierra este bien conectado.
- c).- Use ropa y equipos protectores.
- d).- Obtenga electrodos y ajuste la maquina al amperaje correcto.
- e).- Empañe el electrodo en forma cómoda y toma la posición correcta para soldar.
- f).- Arranque la maquina.
- g).- Sostenga el electrodo 25mm por encima del metal que se va a soldar, debe de estar perpendicular con el metal e inclinado de 20 a 30 grados en la dirección del movimiento.
- h).- Baje la careta frente a los ojos/.
- i).- 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.
- j).- Si se forma correctamente el arco se producirá una centella de luz.
- k).- Separe el electrodo unos 6mm, mantenga esa distancia uno o dos segundos; luego baje el electrodo hasta que quede a tres mm del metal que se va a soldar.

## DEPOSITO DEL CORDON.

En la siguiente figura se muestran varios tipos de cordones.

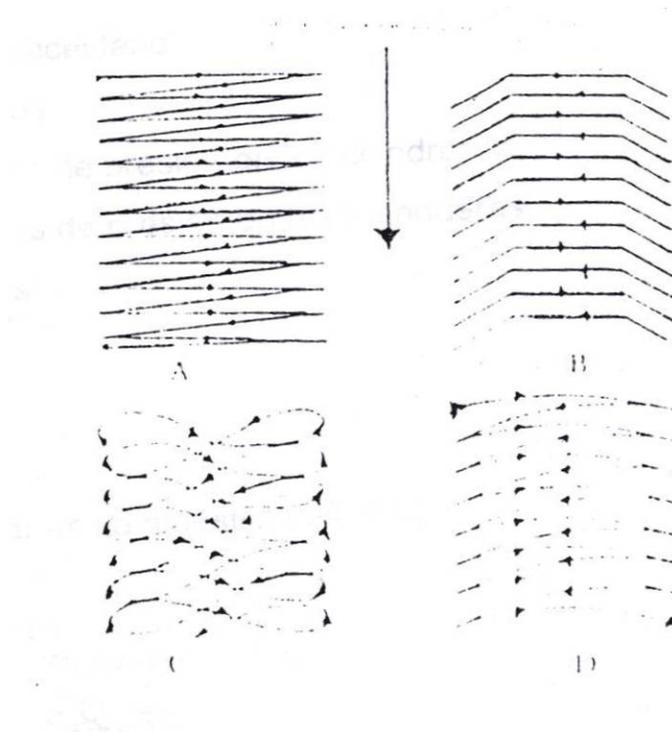
- a.- Un buen cordón con amperaje y velocidad correctos.
- b.- Un cordón aceptable, pero con muy bajo amperaje.
- c.- Un cordón deficiente; el amperaje fue excesivo.
- d.- Un cordón aceptable ; el amperaje fue muy bajo e hizo que el metal de la soldadura se acumulara en el metal que se soldó.
- e.- Un cordón deficiente; también en este caso se utilizo una corriente incorrecta.
- f.- Un buen cordón; pero la velocidad de avance fue muy baja, observe que el cordón esta muy ancho y muy alto.
- g.- Un cordón deficiente; el amperaje estaba correcto, pero la velocidad de avance fue muy alta.



## MOVIMIENTO 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 movimiento de oscilación , a lo largo de la línea de soldadura. De los movimientos que se muestran el "A" es el mas 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 quedara atrapada entre las soldadura.



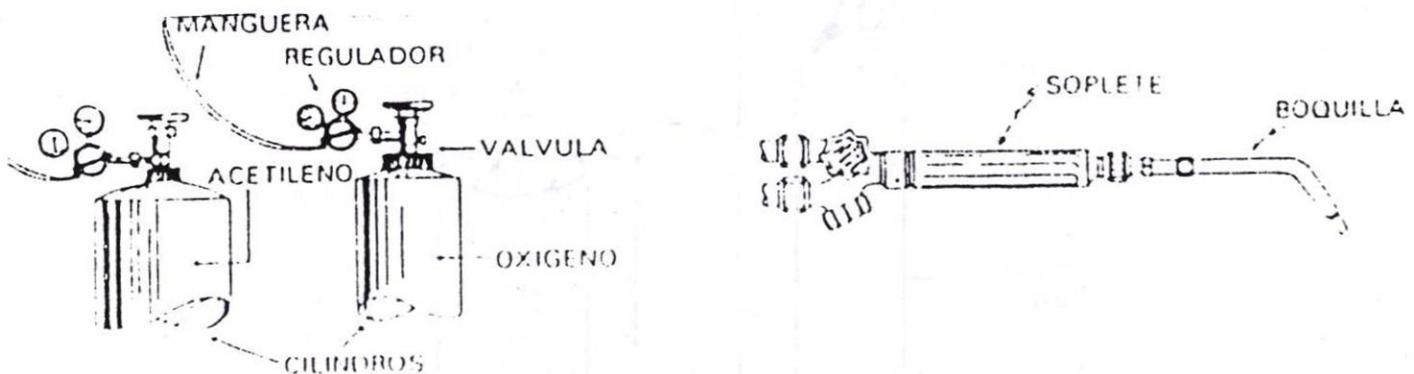
## SOLDADURA OXI-ACETILENICA

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 metal de aporte. El oxígeno se obtiene con el proceso por electrólisis y licuación. El acetileno se obtiene cuando se pone el carburo de calcio en contacto con el agua, la reacción es instantánea y el carbono de carburo cuando se combina con el hidrógeno del agua se produce acetileno.

El equipo básico para la soldadura oxi-acetilenica consta de lo siguiente:

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

Las partes se muestran en la figura.



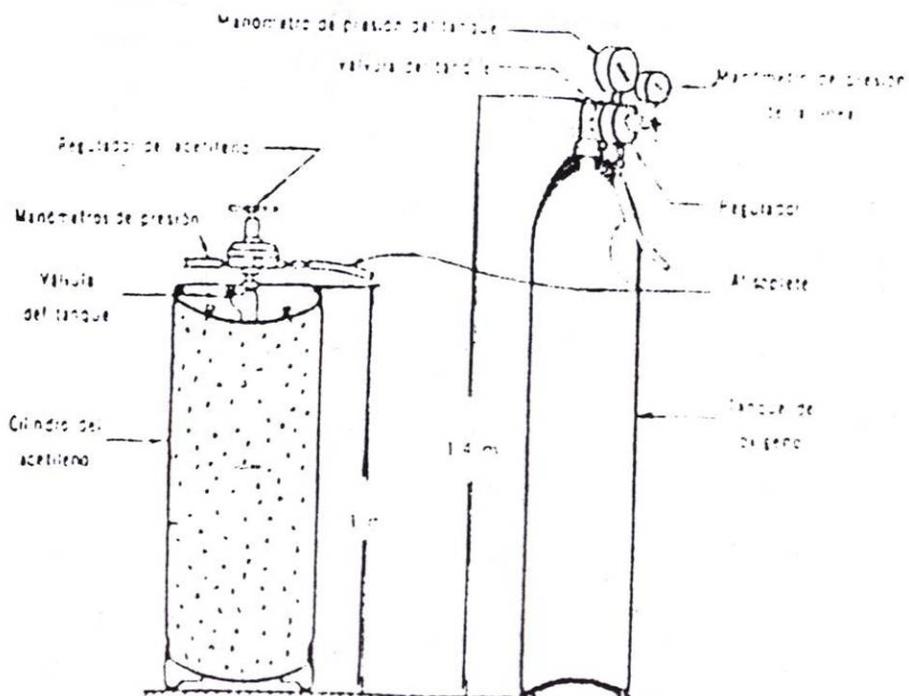
## CILINDRO DE OXIGENO.

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

Algunos problemas que se presentan más comúnmente en los cilindros son: roscas danzadas por el uso brusco y cuerpos extraños en roscas, discos o tapones de seguridad rotos o con fugas. 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.

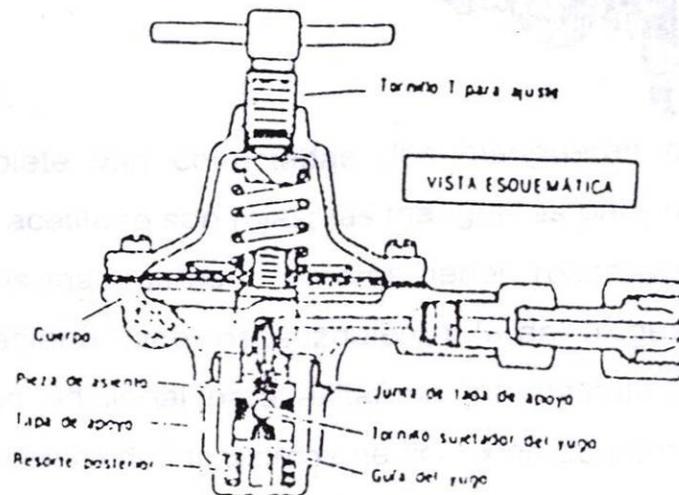
## CILINDRO DE ACETILENO.

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.



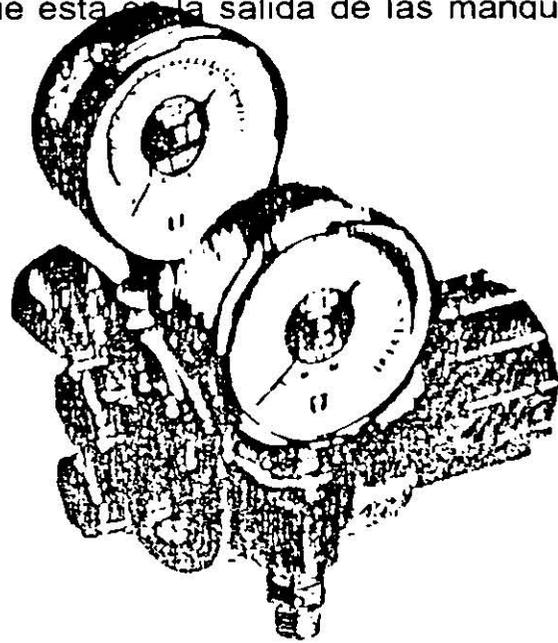
## REGULADORES.

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 de estar del todo libres de aceite y grasa. Las herramientas, guantes y manos deben mantenerse libres de grasa y aceite. En las ocasiones en que estas sustancias se ponen en contacto con el oxígeno a muy alta presión se descomponen y forman dióxido de carbono y vapor de agua, con esta combinación se puede producir una explosión.



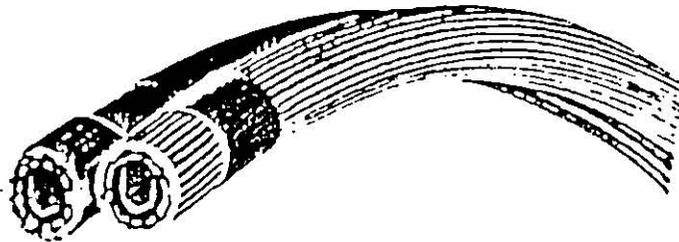
## MANOMETROS.

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 rojas; las mangueras para oxígeno son verdes. Las conexiones en las mangueras y cilindros tienen rosca diferente. 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 SOLDADURA.

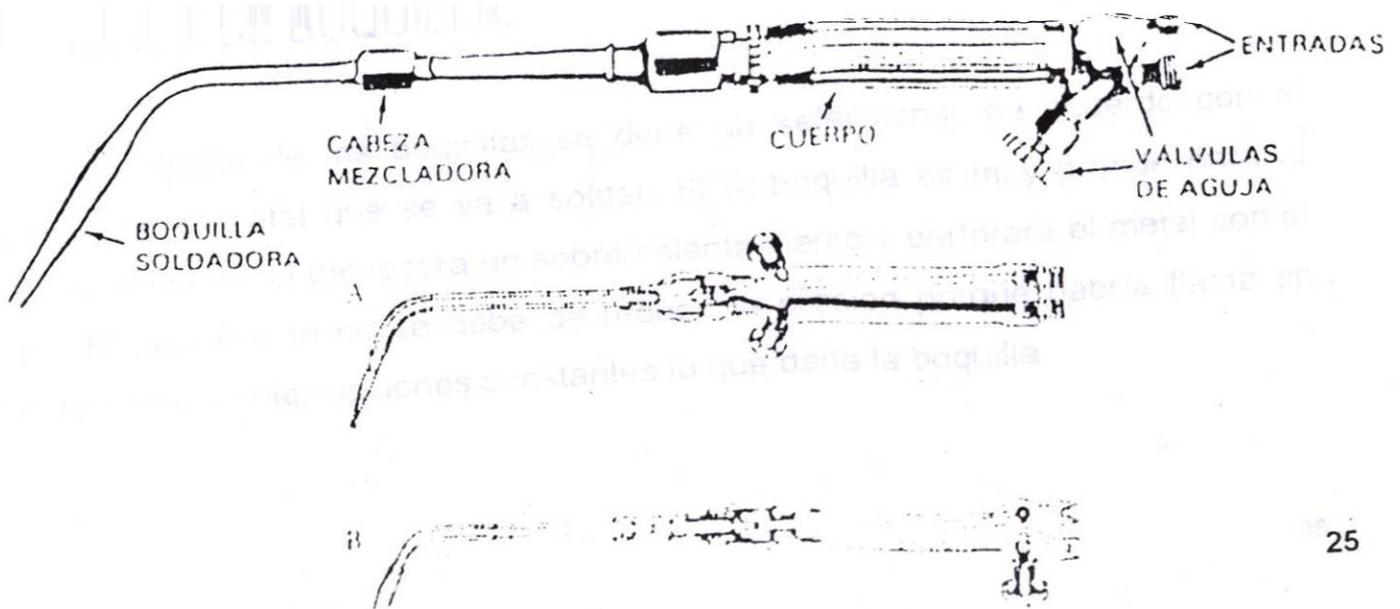
El soplete consta de las siguientes piezas :

- 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 conecta 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 unirlos gases en las proporciones correctas.
- 5.- Boquilla para soldar a fin de concretar 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.

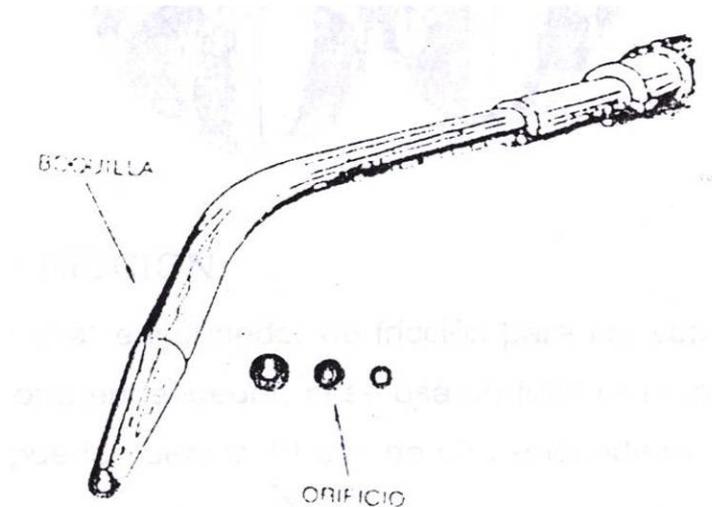
En el soplete de presión media, los gases se combinan en un mezclador de gases. El soplete más popular en este grupo es el de presión igual o equilibrada, en el cual el oxígeno y el acetileno se suministran a presiones iguales y se combinan en el mezclador en las cantidades correctas.



## BOQUILLAS PARA SOLDADURA.

Se suele fabricar con cobre blando y de diferentes tamaños. La medida de una boquilla se determina 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 escapes de gases que ocasionaría un incendio o explosión. Las roscas se pueden lubricar con grafito o ceras de abejas pero nunca con aceite. La mayor parte de las conexiones solo necesitan apretarse con las mano.



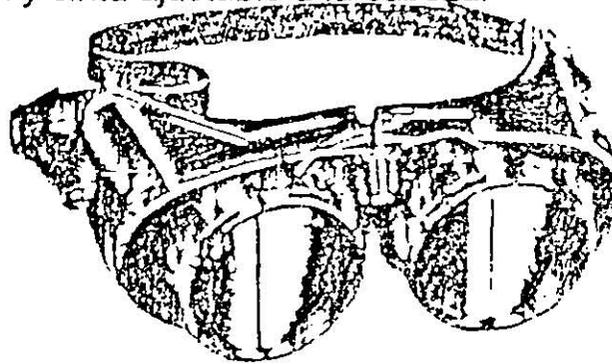
## SELECCION DE BOQUILLA.

El tamaño de las boquillas se debe de seleccionar de acuerdo con el espesor de el metal que se va a soldar. Si la boquilla es muy grande para el espesor de el metal provocara un sobre calentamiento y perforara el metal con el calor. Si ocurre esto no se debe de 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 de el metal, tardara mucho tiempo para fundirse, no se debe de 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).

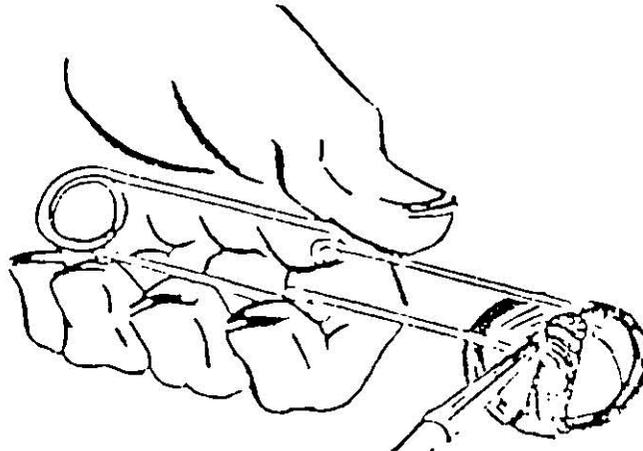
## **GAFAS PARA SOLDAR.**

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



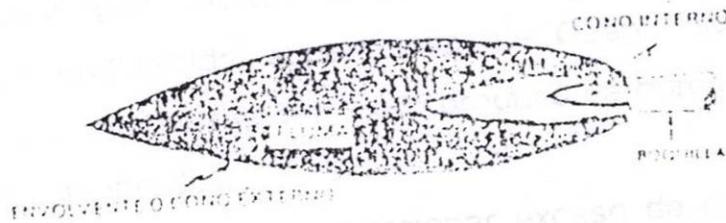
## **ENCENDEDOR DE FRICCION.**

Siempre se debe usar encendedor de fricción para los sopletes. Nunca se debe usar un fósforo u otro encendedor, sí 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 FLAMAS 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,

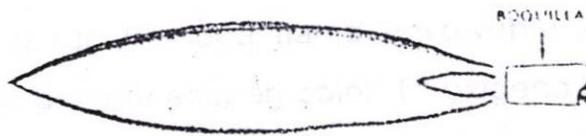


Los tres tipos de flama que se pueden obtener son:

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



Flama carburizante o con exceso de acetileno



Flama neutra



Flama oxidante

El acetilo que arde en el aire produce una flama larga y amarilla y libera grandes cantidades de carbón, cuando hay un exceso de acetileno, se produce un cambio marcado en la apariencia de la flama. En esta flama se encontraran 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 la soldadura de metal, níquel, ciertas aleaciones de acero y muchos de los materiales no ferrosos endurecidos superficialmente. Cuando se aplica esta flama al acero lo calienta con mucha rapidez, pero produce carburos que harán 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 exterior 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 aplica a una pieza de acero produce óxidos que deja una soldadura muy quebradiza.

De las tres la flama neutra es la que tiene mas aplicación de operaciones de soldadura y corte. El cono interior luminoso en la punta del soplete requiere aproximadamente una mezcla de 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 grados centígrados. 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 temperatura.

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 la oxidante solo se usan en casos especiales.

Cuando ocurre una flama en retroceso esta se apaga y se oye un chillido fuerte en la boquilla, suele estar acompañada por la emisión de humo negro por la boquilla, sí esto ocurre se deben cerrar las válvulas del soplete (primero la del oxígeno) y luego las válvulas de los cilindros, con la flama en retroceso, la flama sigue encendida dentro de la boquilla; sí se deja que siga, la flama podría 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 oxígeno. 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:

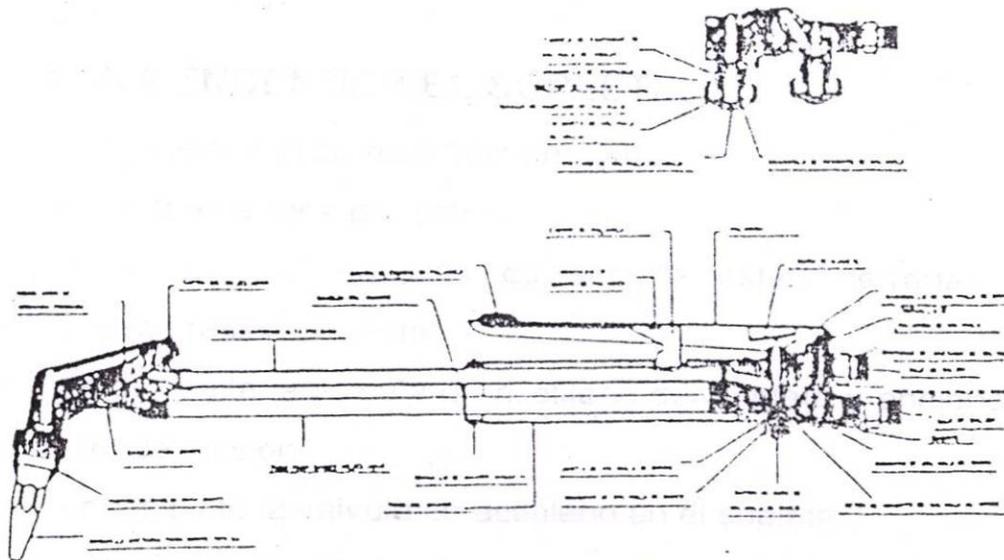
- a).- Presiones incorrectas de oxígeno y acetileno.
- b).- Tocar el metal con la boquilla.
- c).- Uso de métodos incorrectos para encender la boquilla.
- d).- Obstrucción de la boquilla.

## CORTE CON SOPLETE OXI-ACETILENO.

El corte con oxi-acetileno llamado a veces oxicortante, se utiliza solo para cortar metales ferrosos. La fusión de el metal tiene escasa importancia en el corte con oxiacetileno la parte mas importante del proceso es la oxidación del metal.

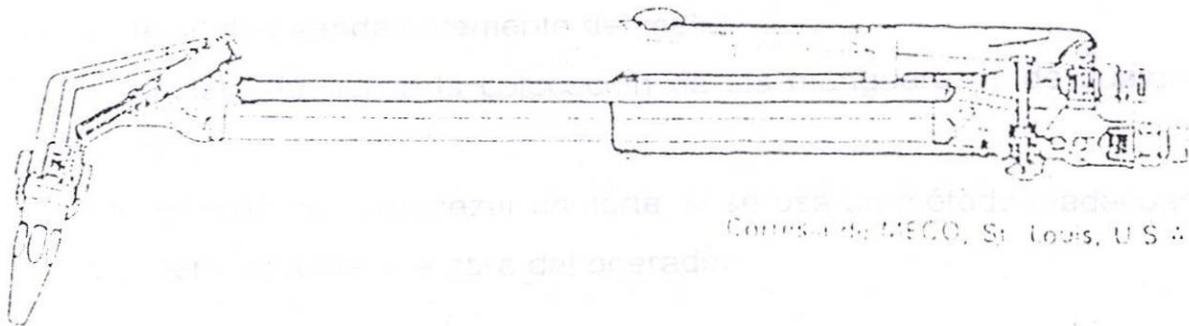
Cuando se calienta un metal ferroso hasta ponerlo al rojo y, luego se le expone a la acción del oxígeno puro, ocurre una reacción química entre el metal caliente y el oxígeno. Esta reacción, llamada oxidación, produce una gran cantidad de calor.

El soplete manual simple para corte con flama, difiere del soplete para soldadura, en que tiene varios agujeros pequeños para flamas de precalentamiento que rodean un agujero central a través de cual pasa oxígeno puro. La flama de precalentamiento son exactamente como las flamas para soldar y solo se destinan para precalentar 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 oxigeno, es preferible el sistema múltiple. Se pueden usar las mismas mangueras que para la soldadura; pero, cuando se van a cortar piezas gruesas o se va a trabancar 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 reguladores; sin embargo . sí 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.- Póngase siempre la ropa protectora.
- 3.- Compruebe que las válvulas de soplete estén cerradas; gradúe los manotemos a la presión correcta.
- 4.- Habrá 1/4 de vuelta la válvula de acetileno del soplete y encienda el gas con un encendedor de fricción.
- 5.- Habrá por completo la válvula de acetileno en el soplete .
- 6.- Habrá lentamente la válvula de oxigeno del soplete hasta tener una flama neutra.

7.- Con el soplete ya acostado a una flama neutra. oprima la palanca y compruebe que tiene flama neutra.

8.- Para extinguir la flama suelte la palanca decorte, cierre primero la válvula de acetileno en el soplete y luego, la válvula de oxigeno en el soplete.

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

a).- La zona de trabajo debe de estar libre de artículos innecesarios.

b).- Compruebe que el metal que va a cortar este bien soportado y equilibrado de modo que no pueda caerle en los pies o en las mangueras.

c).- Compruebe que haya un espacio libre en la parte inferior, para permitir que la escoria del corte se desprenda libremente del metal.

d),- Se debe prestar atención a la colocación de las mangueras y de cualquier material inflamable.

e).- Se debe tener cuidado al empezar un corte, sí se usa un método inadecuado, puede salpicar metal caliente a la cara del operador.

# INSTALACION DEL EQUIPO

## 1.- AREA DE INSTALACION.

El equipo se encuentra instalado en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Mecánica Y Eléctrica en el departamento de Tecnología de los Materiales.

En este departamento se encuentran instaladas en serie cinco casillas (ver figura) en las cuales se practica con soldadura de arco.

Estas casillas son unos bancos o mesas de trabajo cubiertas con lamina gruesa para proteger de los rayos del arco a otras personas que estén cerca de el área de trabajo.

Las mesas o bancos de trabajo son construidas de fierro, ángulos siendo sus partes soldadas rígidamente.

Estas mesas llevan en su parte superior una cubierta de ladrillo refractario. con el fin de evitar que el calor originado por el arco se transmita a ella.

Teniendo en cada silla una maquina de soldar de corriente alterna y conectado a esta se encuentra el convertidor CA/CD.

## 2.- ACOPLAMIENTO A TRANSFORMADOR CA.

La energía eléctrica que se suministra a estas maquinas, es por medio de una línea triada desde la subestacion hasta el departamento donde están instaladas, esta línea proporciona un voltaje de 220 , necesario para operar las maquinas. Dentro de el departamento esta un interruptor general de 300 ampers, después del interruptor general se encuentran 5 interruptores de 60 ampers de capacidad (fig. 6.3).

En el convertidor se incluyen dos clavijas de adaptación para conectar las entradas de energía de CA del convertidor. Estas pueden utilizarse de tres formas.

a) - Para conexión permanente Se retira el mango de el electrodo y el cable de conexión a tierra de sus cables de soldadura CA; soldando cualquiera de los cables a uno de los tapones adaptados del convertidor y el otro cable al adaptador sobrante. Aislar las conexiones soldadas insertándolas en los sockets del convertidor.

b) - Para uso semi-permanente, hágase un juego extra de guías-conexiones. usando cable para soldar numero "2 ceros" , fijar las conexiones apropiadas para su maquina de CA (tapones) en un extremo y soldar los tapones de adaptación del convertidor al otro extremo de el otro cable. Aislar todas las uniones.

c).- Para instalaciones portátiles , conectar los adaptadores desnudos de entradas de CA del convertidor; una de las guías del mango del electrodo de la maquina CA a cualquiera de las clavijas de el adaptador y la guía de la conexión con tierra de la maquina de CA a la otra clavija del adaptador.

### **3.- CONEXIONES.**

Las conexiones que lleva el aparato son directas pues como puede verse los acoplamientos son para conectarse en las maquinas.

Este convertidor tiene cuatro tomas, dos son adaptadores de entrada alterna que vienen de la maquina de soldar y los otros dos son receptáculos que es la salida de corriente directa, cuyos cables son para el electrodo y la tierra.

Estos receptáculos de salida tienen marcada su salida de polaridad positiva y negativa y se cambian los cables se podrá soldar con polaridad directa o inversa según la forma mas conveniente, teniendo esto no hay enchufes ni ventilador, ninguna conexión que recordar.

# **FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO**

## **1.- FUNCIONAMIENTO DE EL EQUIPO.**

El funcionamiento de este equipo de soldar es bastante sencillo. Primero se verifica que los cables del porta electrodo tierra no estén flojos. para evitar que haya falsos contactos se conecta el interruptor general e inmediatamente después de el interruptor de la maquina que se va a operar, en seguida se ajusta la corriente por medio de la manivela situada en la parte superior de la maquina según la necesidad de la practica, luego se coloca el electrodo en el porta electrodo y la pinza de tierra en donde se va a trabajar.

Se coloca el switch de energía de la maquina en posición de "ON" y antes de establecer el arco el practicante deberá tener la careta sobre el rostro para protegerse de los rayos, terminando la operación se procede a poner el switch de energía de la maquina en "OFF", dejando el portaelectrodo en el soporte preparando para esto, se desconecta el interruptor individual y luego el general, quedando así el circuito sin energía.

## **2.-PRECAUCIONES PARA EL CONVERTIDOR.**

No apriete ni afloje las tuercas grandes que sostienen los diodos en sus placas, estas conexiones están ajustadas para proporcionar el grado optimo de transferencia de calor a los diodos, a las placas.

Si es necesario quitar un diodo o reemplazarlo, el procedimiento completo para ajustarla es apretar con los dedos las tuercas grandes y añadir exactamente media vuelta mas con las pinzas.

Una tuerca demasiado floja o demasiado apretada reducirá el área de contacto entre la base del diodo y la placa, y el excesivo ajuste, así como la expansión durante el calentamiento pueden crear presiones capaces de rajarse el sello del silicón dentro del diodo.

Las únicas conexiones mecánicas que se necesitan chequear son las tuercas aisladas que unen las placas disipadoras de calor a los soportes. Ajustense estos periódicamente para evitar vibraciones excesivas. Las cuatro terminales incluidas en la unidad o sea los dos adaptadores de entrada y los dos receptáculos de salida están ranuradas para permitir ajustes en su entrada, si una terminal entra demasiado apretada oprímase el extremo ranurado, si queda demasiado floja ábranse un poco sus extremos ranurados con la punta de un desarmador.

### **3.- MANTENIMIENTO.**

El modelo de este convertidor prácticamente no requiere mantenimiento, un chequeo periódico de unos pocos artículos aseguraran una vida larga y operaciones eficientes.

Para tener acceso al interior de la unidad, retírense los cuatro tornillos de los extremos de la cubierta y levántense completamente.

El núcleo del convertidor es un juego de cuatro diodos de silicón montados en placas de cobre disipadoras de calor, una película de polvo o suciedad en las placas puede reducir el traslado del calor a la atmósfera y puede conducir una elevación excesiva de temperatura en las laminas.

Cepillar y sopletear ambas superficies de cada placa cuando la acumulación de polvo y suciedad sean visibles, de la misma manera los respiraderos y el panel inferior y las pantallas extendidas de metal en la parte superior de los paneles del frente y posterior, deberán siempre estar limpios de cualquier obstrucción para la correcta circulación de aire.

Las terminales de las conexiones eléctricas siempre deben de estar bien apretadas para evitar sobrecalentamientos, checar y apretar todas las conexiones con sus terminales.

## BIBLIOGRAFIA

TRATADO COMPLETO DE SOLDADURA  
JUAN B. DE NARDO

ELECTROSOLDADURA  
A. RUIZ MIJAREZ  
REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.  
DECIMA REIMPRESIO 1988

SOLDADURA  
JAMES A. PENDER  
MC. GRAW HILL  
TERCERA 1989

