

En la **soldadura eléctrica por arco (electrógena)** el calor necesario para la fusión del metal es provocado por efecto “termoeléctrico” de un **“arco voltaico”** controlado, que se genera cuando un flujo eléctrico trata de pasar (por diferencia de potencial) desde un “polo” o “borne”(+) a otro (-) cerrando así un circuito eléctrico.

Uno de estos bornes lo conforma la pieza a soldar o la **“masa”** (ej. Negativo/-) con la cual esté en contacto, y el otro, un **“electrodo”** conductor (ej. : positivo/ + ) que hará las veces de elemento de aporte y refuerzo en la unión.

La energía es suministrada por una máquina eléctrica denominada **“máquina soldadora”** o solo **“soldadora”**, pudiendo ser del tipo “estática” con un transformador de corriente en sistema alterno ( **C.A.** ) o un “generador” rotativo (dínamo) de corriente continua ( **C.C.**).

La **tensión o voltaje** que entrega es relativamente baja, normalmente es de unos **50 Voltios (V)**, mientras que la **intensidad** de corriente suministrada, en **Amperes (A)**, oscila entre **10 y 500 A**, la que se ajustará según el tipo de material a soldar, su espesor, tipo de electrodo, técnica a emplear, etc.

La **tensión** de alimentación del equipo podrá ser monofásica de **110-220 V** (según las normas de la región o el país) para uso *“liviano”* a *“moderado”* (equipo menos costoso y accesible) o bien trifásico de **380 V** para uso *“pesado”*, a nivel de producción industrial o uso intensivo (más rendidor).

Para formar el **“arco” voltaico**, la corriente que circula por el electrodo (polo + ) que se halla separado a una corta distancia de la pieza puesta a “masa” ( polo - ), calentará fuertemente la punta de la varilla metálica, originando una intensa “ionización” ( liberación de electrones ) desde el polo negativo a través del aire circundante, estableciendo así un “puente” de electrones que facilitará el paso de un potente flujo eléctrico y material metálico desde el electrodo; liberando en esa zona una gran cantidad de calor, con elevadísima temperatura (más de 4000°C.), provocando la fusión del metal de base formando un “cráter”(depresión) y del propio electrodo ,él que se integrará al **“baño de fusión”**, que al enfriarse y solidificar formará una unión o **“cordón”** uniforme, sólido y muy resistente; con la mayor profundidad o **“penetración ”** posible.

El arco generado va acompañado de una fuerte radiación luminosa que “encandila” y enceguece afectando la visión, también se liberan radiaciones infrarrojas, ultra violeta y de rayos “X”, que sumados al calor desprendido, mas humos y vapores liberados, hacen indispensable el uso de protecciones para evitar lesiones en la vista, quemaduras, afecciones en la piel y sistema óseo o en la sangre, entre otros.

#### El electrodo revestido.

En la soldadura por arco en forma manual, el método más difundido y utilizado por su practicidad, versatilidad y costo de operación, es por medio del **“electrodo revestido”** o **“recubierto”**.

La composición y naturaleza del electrodo de aportación son fundamentales, pues debe abarcar las siguientes funciones :

- # Proporcionar el metal de aporte para conformar el cordón de soldadura y eventualmente otros componentes que mejoren las características mecánicas de la junta.
- # Proteger el “baño de fusión” de metal líquido ante el ataque nocivo del oxígeno de la atmósfera (oxidación), depurándolo de sustancias perjudiciales como azufre y fósforo (corrosivos).
- # evitar la oxidación superficial del cordón generado, recubriéndolo con una capa de material fundido o “escoria”, producido por el recubrimiento al quemarse y por compuestos derivados de la fusión (impurezas), la cual se desprenderá luego al enfriarse y solidificar.

Estas competencias están cubiertas por los electrodos revestidos, constituidos por una varilla metálica (de igual tipo o compatible con el material a soldar), de sección constante en su largo, pero de diámetros varios (según se necesite) y “recubierto” por una capa de material “fusionable”, que al quemarse por la alta temperatura generada conformará una “atmósfera protectora” en torno de la zona de soldadura.

La composición de este recubrimiento será fundamental en el momento de evaluar la aptitud del electrodo, según el tipo de unión, ámbito y condiciones de trabajo, etc.

Las funciones del recubrimiento son :

- De tipo eléctrico : estabiliza el arco durante la fusión, ionizando el aire para que fluya la electricidad, para esto contienen sodio (Na), potasio (K) y bario (Ba), con alto poder térmico y fácil ionización.
- De tipo físico : la presencia de compuestos como silicatos, carbonatos y óxidos de hierro y titanio facilitan la fusión en distintas posiciones.
- De tipo mecánico : físicamente aseguran la calidad del cordón de soldadura.

Se identifican por una combinación de letras y números, los que determinan :

- # Tipo de corriente a usar C.A. / C.C.
- # Posición de soldadura (horizontal, vertical, “sobre cabeza”).
- # Resistencia a la tracción del cordón.

La letra “E” significa “electrodo para soldadura por arco” en forma manual.

Los **2 primeros números**, la resistencia a la tracción en miles (x 1000) de lbs./ pulgada<sup>2</sup>.

El **tercer dígito**, **1**- Todas las posiciones, **2**- Ángulo interior horizontal, **3**- Solo posición plana.

Últimos dígitos: **10**- C.C (+) - Tipo celulósico.

**11**- C.C. (+) - Tipo celulósico.

**12**- C.C. / C.C. (-) - Tipo rutílico.

**13**- C.C. / C.A. (+/-) - Rutílico + 30% de hierro en polvo.

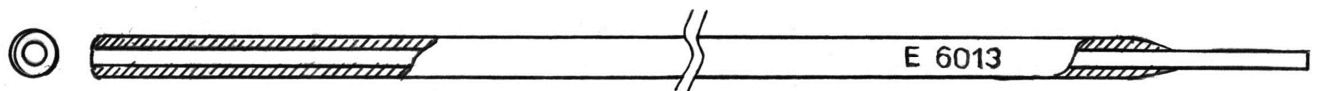
**16** – C.C. (+) – Bajo contenido de hidrógeno.

**18** - C.C. / C.C. (+/-) - Bajo contenido de hidrógeno + hierro en polvo.

**20** – C.C. / C.A. (±) - Bajo contenido de hidrógeno + 25% hierro en polvo.

**24** - C.C. / C.A. ( +/-) – Rutílico + 50% hierro en polvo.

El más común y empleado para soldar acero dulce (hierro común) es el denominado E- 6013, de “punta azul”, del tipo “rutílico”, especialmente apto para distintos tipos de cordones.



Varias son las técnicas de soldadura, pero en general el electrodo deberá responder a los siguientes factores :

- El tipo de material a soldar.
- El espesor de la pieza.
- El tipo de junta o unión a realizar.
- La posición de la junta respecto al operador .

Técnica básica de soldadura manual. (T.S.M./ H.W.S.)

Una vez escogido el electrodo se procederá a “regular” la máquina soldadora, estimando una intensidad de corriente de **40 A por cada mm de diámetro** de la varilla del electrodo, por ejemplo : diámetro 2mm.= 80 A ; 2,5 = 100 A ; 3,5 = 140 A

Se procederá a encender la máquina ya conectada a la red eléctrica.

La punta no revestida del electrodo se coloca entre las mordazas de la “pinza porta electrodo”.

Al acercar progresivamente el extremo libre (punta) del electrodo se “encenderá” el arco eléctrico, de no producirse así, puede hacerse “raspar”- rozar ligeramente sobre la superficie con un movimiento tangen-

cial (como para encender un fósforo); otras veces es necesario golpear repetidamente o “picar” el extremo contra la superficie, para así quebrar un poco el revestimiento que envuelve la punta.

A continuación, ya formado el arco, se aparta un poco el electrodo (unos 2 a 3 mm.) para que el arco se estabilice; si el movimiento no es suficientemente rápido el electrodo puede quedar “pegado” o “enganchado” a la pieza. En tal caso puede intentarse “despegarlo” con un enérgico movimiento lateral y en caso de no resultar efectivo, convendrá abrir la pinza y luego removerlo manualmente o con algún elemento contundente (piqueta escoriadora).

La experiencia sugiere que *la longitud del arco debe ser más o menos igual al diámetro* de la varilla del electrodo.

El electrodo ha de mantenerse siempre en una posición simétrica respecto a las dos partes a unir, ya sea por la línea de unión, como de la bisectriz que forme el ángulo en que se encuentren las piezas.

El método más común es soldar a “mano derecha” (iniciando desde la izquierda) como “tirando” de la soldadura, con una inclinación del electrodo de unos 70° a 80° con respecto a la horizontal, para compensar el llamado “soplo magnético”, debido al intenso paso de corriente y la consiguiente formación de un fuerte campo magnético en esa zona que tiende a desviar el metal de aporte.

El mantener estable la distancia sobre la superficie y controlar el avance, supondrá un trabajo de coordinación visual y manual constante (que se afianzará con la práctica), fortaleciendo el “pulso” y el “ritmo” de trabajo.

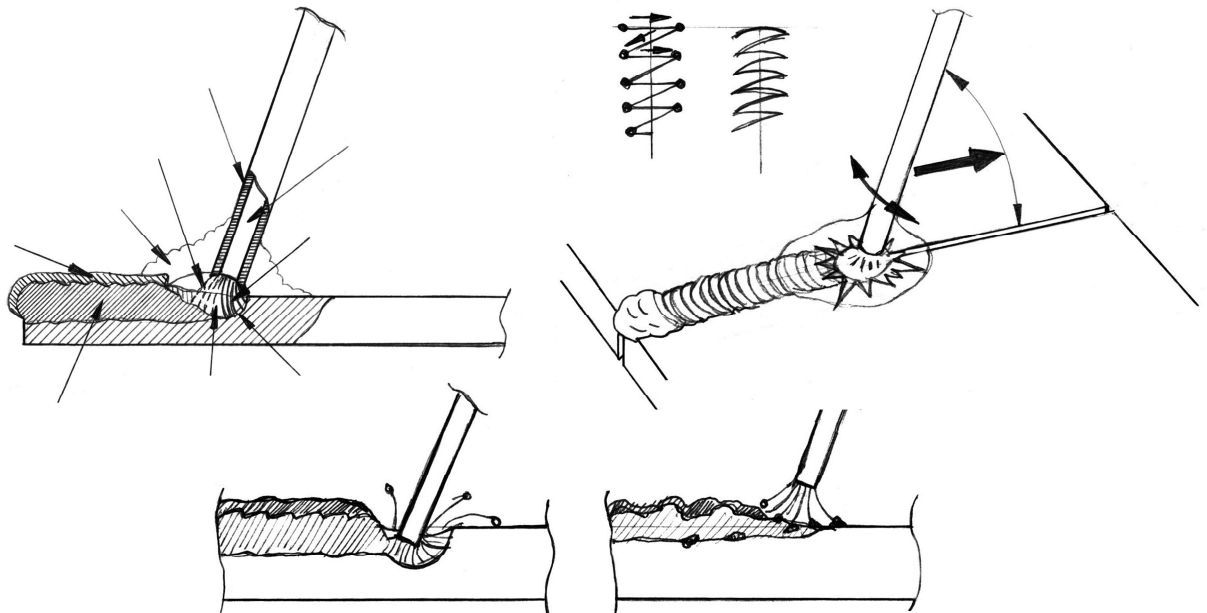
El movimiento puede ir acompañado de un leve desplazamiento lateral en “zig-zag”, como “abanicando”, para hacer más ancho y fuerte el cordón de soldadura.

Una vez formado el cordón de soldadura y solidificada la escoria al enfriarse, se retirará esta con la ayuda de una “piqueta” escoriadora y algunos golpes, también podrá recurrirse al cepillado con cepillos de alambre, para retirar tanto los restos de escoria, como de óxidos o partículas extrañas, ya sea al finalizar la operación o como para continuar el soldeo.

El aspecto que presente el cordón realizado nos dará una pauta de cómo evolucionará la tarea, dándonos tiempo a hacer las correcciones necesarias.

Un cordón bien hecho y prolijo debe presentar una forma de sucesivos “arcos” o curvas continuos, regularmente espaciados y algo cóncavos (que sobresalgan hacia arriba).

Cordones interrumpidos, delgados y muy elevados o con mucha escoria en su estructura, indican una mala regulación de la máquina soldadora (poca “potencia” en el arco), excesiva velocidad de avance, electrodo elevado y fuera de distancia, mala calidad del electrodo o mal estado del recubrimiento, etc.



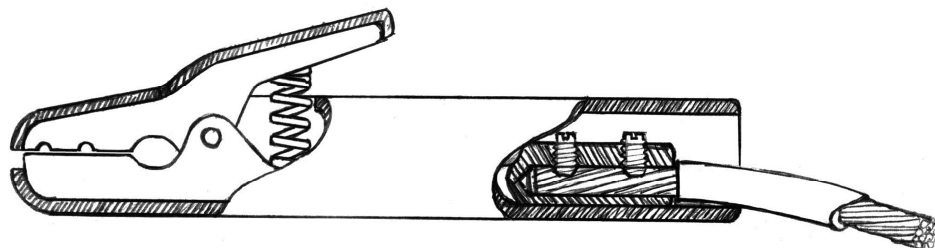
#### Pinza porta electrodo.

Sirve para sostener en forma firme y segura al electrodo, facilitando el paso de la corriente, protegiendo eléctrica y térmicamente la mano del operario.

Una buena pinza debe cumplir con los siguientes requisitos :

- # Asegurar con buena presión al electrodo sin que este se mueva.
- # Tener buen aislamiento eléctrico y térmico.
- # Ser “manejable”, cómoda y ligera (liviana).
- # Permitir un fácil y rápido recambio del electrodo.
- # Tener una buena superficie de apoyo sobre el electrodo (que no recaliente o “chispeen” sus contactos).

Se compone de : **a)** mango aislado, **b)** borne de conexión del cable conductor, **c)** palanca de apertura aislada, **d)** mandíbula dentada articulada, **e)** mandíbula fija, **f)** resorte de presión, **g)** cable conductor.



Las mandíbulas suelen ser de bronce (buen conductor eléctrico, pero algo pesado) o bien de acero y con las puntas de cobre o bronce (mas económico y liviano), los aislamientos varían desde algún tipo de plástico, caucho-goma, o comúnmente de “baquelita”.

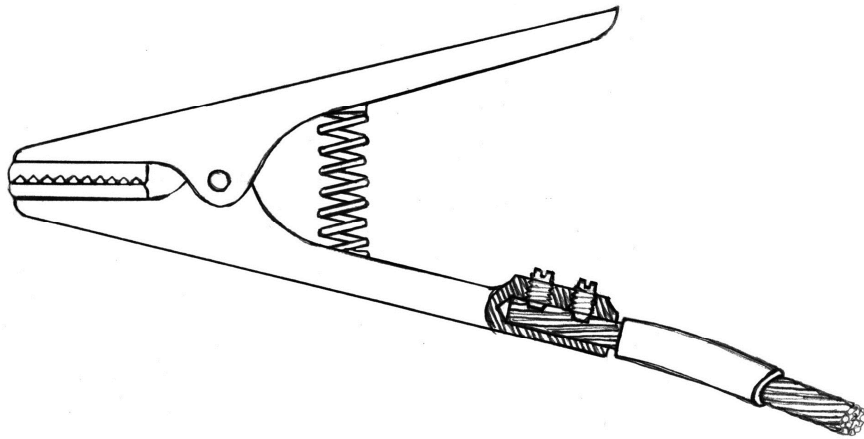
## Pinza de masa

Permite conectar en forma fácil y segura el cable de “masa” sobre la pieza a soldar, tanto como a la mesa o banco de trabajo.

Generalmente son robustas y de bronce, la mayoría del tipo articulada con un fuerte resorte de presión, pero también las hay de “morceta” a tornillo (para asegurar una buena conexión).

Pueden ir aisladas en sus brazos, sobre uno de los cuales estará el borne de conexión al cable conductor.

**Una buena conexión a masa siempre es fundamental para lograr una soldadura de calidad.**



## Fases preliminares a la tarea.

Antes de iniciar la tarea de soldadura convendrá verificar los siguientes aspectos:

- Asegurarse de que todos los elementos estén en excelente estado.
- Controlar el voltaje de alimentación de la máquina y que este sea el correcto antes de conectarla (220 o 380 V) y que al encenderla esta funcione regularmente.
- Que los cables de salida estén en óptimo estado y sus contactos limpios (libres de grasa, partículas extrañas, óxido, etc.).
- Controlar que la pinza porta electrodo abra y cierre fácilmente sujetando firmemente al electrodo, sin que este se mueva durante todo el proceso de soldeo.
- Comprobar que en el puesto de trabajo estén disponibles todos los elementos necesarios (máscara protectora, piqueta, escoriadora, cepillo de acero, etc.) y los elementos de protección personal en perfecto estado (delantal, guantes, antiparras, polainas, etc.), así como utilizar calzado cerrado, seguro y con buena aislación eléctrica en la suela.
- Preparar anteriormente las piezas en la posición conveniente, según sea el tipo de unión a realizar (a tope, solapada, en ángulo, en “T”, etc.), fijadas con pinzas a presión, prensas u otros dispositivos si fuera necesario.