

## SOLDADURA POR RESISTENCIA ELÉCTRICA

### Introducción.

Bajo la denominación de soldadura por resistencia eléctrica (*Electrical Resistance Welding ERW*), se agrupan una serie de procesos donde el calor necesario para la unión de los metales se genera por la resistencia que ofrecen éstos al paso de la corriente eléctrica, y aplicación de presión.

El calor se genera por medio de una corriente eléctrica de baja tensión y elevada intensidad que se hace circular con la ayuda de sendos electrodos durante un corto espacio de tiempo, a través de la unión que se desea soldar. La fuerza mecánica se desarrolla a través de la presión ejercida sobre los electrodos antes, durante y después del instante en que circula la corriente de soldadura. De acuerdo con la ley de Joule, el calor  $Q$ , en Julios, será:

$$Q = I^2 R t$$

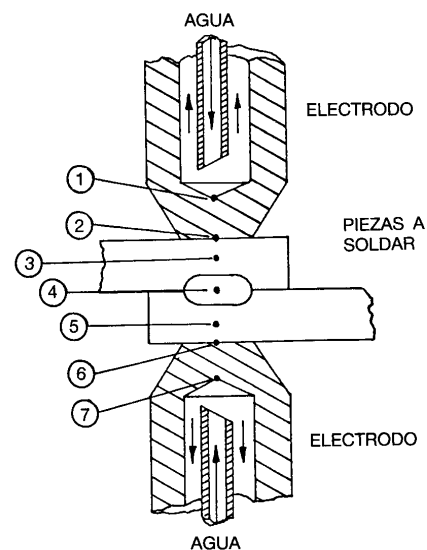
Las características principales de este proceso son, entre otras:

- Uniones discretas, no continuas.
- Ausencia de metal de aportación.
- No necesita una especial cualificación por parte del operario.
- Soldaduras ejecutadas con los mismos parámetros son prácticamente idénticas.
- Elevada producción.
- Zonas de fusión localmente localizadas.
- Suelda aleaciones férreas y no-férreas.

Inconvenientes:

- Conductividad térmica
- Conductividad eléctrica

Al iniciarse la soldadura, la corriente eléctrica que pasa desde un electrodo a través de la pieza a soldar al otro electrodo, tropieza con siete puntos de resistencia. En cada uno de estos puntos se genera el calor en diferentes magnitudes. En los puntos 1 y 7, se producen calentamientos por la resistencia eléctrica de los electrodos. En los puntos 2 y 6, por la resistencia del contacto entre el electrodo y la pieza. En los puntos 3 y

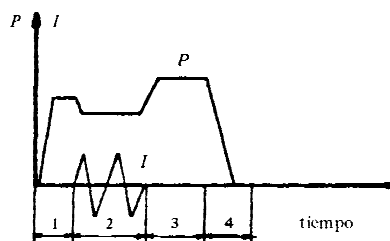


5, por la resistencia ohmica del metal base y en el punto 4 entre las dos superficies del metal base, donde se forma el punto de la soldadura y donde la resistencia al paso de la corriente es la más grande.

## Ciclo de soldeo.

El ciclo de soldeo viene determinado por la secuencia en el tiempo, del paso de la corriente de soldadura y de la fuerza aplicada a los electrodos. Se distinguen cuatro fases principales dentro de un ciclo:

- Fase 1: Fase de posicionamiento. Se ejerce sobre los electrodos una presión que obliga a permanecer unidas las superficies a soldar.
- Fase 2: Fase de soldadura. Se hace pasar la corriente eléctrica con una diferencial de potencial entre los electrodos. La presión se reduce ( $P_2 < P_1$ ). Temperatura elevada (1500 EC acero).
- Fase 3: Fase de forja. Al alcanzar la temperatura adecuada para soldar, se corta la corriente y se incrementa la presión ( $P_3 > P_1 > P_2$ )
- Fase 4: Fase de cadencia. Se reduce la presión hasta liberar las piezas ya soldadas.



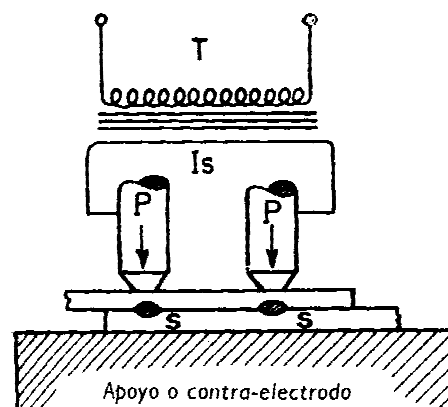
1: Fase de posicionamiento  
2: Fase de soldadura  
3: Fase de forja o mantenimiento  
4: Fase de cadencia o intervalo

## Electrodos.

Tienen como función conducir la corriente a la pieza y ejercer la presión. Como la densidad de corriente es muy elevada deben poseer una elevada conductividad, eléctrica para prevenir el sobrecalentamiento, y térmica para disipar el calor y evitar la fusión y deformación. de la punta del electrodo.

La presión del electrodo es muy elevada y además tiene que sufrir el impacto en el momento de apriete. Por ello, para evitar su deformación, tiene que poseer buenas propiedades mecánicas, sobre todo a elevadas temperaturas (dureza y tenacidad).

En el proyecto de los electrodos hay que tener en cuenta el tamaño de éstos, para que tengan suficiente resistencia y la refrigeración interior (taladrado interior para permitir la llegada del agua a la punta del electrodo). Debe haber un equilibrio entre propiedades eléctricas, mecánicas y térmicas.



Conformado por Union de Partes Soldadura por resistencia Electrica

El cobre es un conductor eléctrico y térmico por excelencia, pero sus propiedades mecánicas no son suficientes, por ello se recurre a aleaciones de este metal (Cu-W).

## Procedimientos.

Existen diversos procedimientos de soldadura por resistencia eléctrica. Los más importantes, que se describen brevemente a continuación, son los siguientes:

### A) Solapados.

- por puntos
- por resaltes o protuberancias
- por roldanas

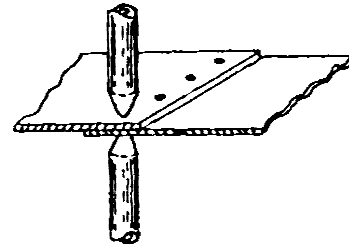
### B) A tope.

- a tope
- por chispa
- por alta frecuencia

## Soldadura por puntos.

Los materiales de base se disponen solapados entre sendos electrodos, que tienen la misión de aplicar secuencialmente la presión y la corriente correspondientes al ciclo, produciéndose un punto de soldadura de forma lenticular. El punto de soldadura se localiza bajo los electrodos y en la superficie de contacto de los dos materiales, por ser el área de mayor resistencia eléctrica.

El material de los electrodos es una aleación de cobre con Cd, Cr, Be o W con objeto de que presente una adecuada resistencia a la deformación bajo la presión aplicada durante la soldadura. La dureza suele estar comprendida entre 130 y 160 HB.



Soldadura por puntos

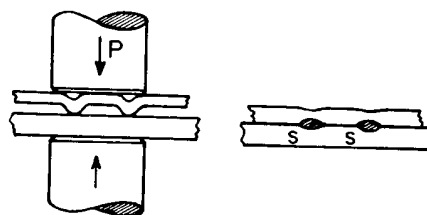
La soldadura por puntos, al igual que el resto de procedimientos de soldadura por resistencia eléctrica, se realiza con un alto grado de automatización. Este procedimiento, junto con el de soldadura por arco, son los dos procesos en los cuales, hoy día, está más introducida la robótica. Tiene sus principales aplicaciones en la fabricación de carrocerías de automóviles, electrodomésticos y muebles metálicos. El procedimiento es adecuado para soldar componentes de acero, de espesores comprendidos entre 0,1 y 20 mm. aunque el espesor máximo de las

aplicaciones más frecuentes es de 8 mm.

En todas las soldaduras por resistencia solapadas, la preparación de las superficies debe estar exenta de óxidos, grasas, escamas, pinturas, etc. La suciedad impide en la parte exterior el buen contacto del electrodo con el material, contamina la punta del electrodo y aumenta la resistencia al paso de la corriente. Entre las dos chapas, además dificulta la fusión de estas y produce defectos en los núcleos de soldadura, como poros, inclusiones, grietas. La limpieza se puede realizar con métodos mecánicos o químicos.

### Soldadura por resaltes o protuberancias.

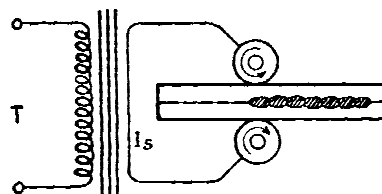
Consiste en practicar previamente resaltes en uno de los materiales de base, y a veces en ambos, en los lugares donde se desea que exista un punto de soldadura. En este procedimiento, los electrodos son de mayor diámetro que en la soldadura por puntos, pues habitualmente cubren a la vez varios resaltes.



Se aplica a una amplia variedad de componentes, normalmente de formas complicadas cuyos espesores oscilan entre 0,5 y 6 mm. Los resaltes suelen hacerse por embutición, hasta de 2,5 mm, y por mecanizado para espesores mayores de 2,5 mm.

### Soldadura por roldanas.

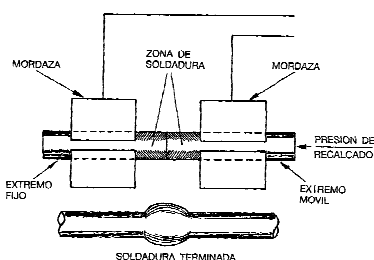
La soldadura por roldanas, es una variante de la soldadura por puntos en la que éstos se sueldan solapados, dando lugar a una costura estanca. En este procedimiento los electrodos son roldanas (forma de ruedas) que, además de aplicar la fuerza y la corriente, arrastran en su giro a los materiales de base.



La principal aplicación de la soldadura por roldanas es la fabricación de recipientes de espesor de pared comprendido entre 0,05 y 3mm.

### Soldadura a tope.

En este procedimiento, los materiales de base se sitúan mediante mordazas con los extremos a soldar enfrentados a tope. Las mordazas, de material conductor, constituyen los electrodos de este procedimiento. Las superficies de contacto deben ser paralelas y estar muy limpias. Tras hacer pasar la corriente y al ejercer la presión, se produce un ensanchamiento de la zona soldada, ofreciendo un aspecto abarrilado. Este ensanchamiento se debe a que los materiales de base de la zona de soldadura, en estado pastoso, fluyen hacia el exterior. La principal aplicación de este proceso es la soldadura de secciones rectas de alambres, barras, tubos y perfiles. Sus límites



Conformado por Union de Partes Soldadura por resistencia Electrica

están comprendidos entre secciones de 100 mm<sup>2</sup> y 300 mm<sup>2</sup>, dependiendo de la potencia de la máquina.

## Soldadura por chispa.

La soldadura por chispa, opera de la misma manera que la soldadura a tope, con la única

variante de que la fuerza aplicada durante la fase de posicionamiento es muy pequeña y, por tanto, el contacto de las superficies a soldar sólo se produce en determinados puntos. La corriente de soldadura se concentra en estos puntos provocando su rápida fusión y estableciendo multitud de arcos eléctricos o chispas, que calientan más rápidamente los materiales

con un consumo de energía mucho menor. Las superficies a soldar, a diferencia con la soldadura a tope, no es necesario que sean paralelas y se encuentren limpias. Al ejercer la presión y fluir el metal líquido hacia el exterior, se expulsan los óxidos, inclusiones gaseosas y escorias. En este procedimiento, el abultamiento de la zona soldada es menor.

