

Este sistema está generalizado en los procesos de fabricación

Soldadura por puntos de resistencia

La soldadura por puntos de resistencia está basada en el sistema de soldadura más antiguo que se conoce, pero a pesar de ello tiene completa vigencia hoy en día, empleándose masivamente en la industria del automóvil, electrodomésticos de línea blanca y muebles metálicos, entre otras. No obstante, el método y los equipos disponibles para su aplicación han ido incorporando los avances de la técnica. Por ello, se pretende dar una visión de la situación actual de este sistema de ensamblaje en la reparación de carrocerías de automóviles, reflejando sus particularidades, métodos, equipos y recomendaciones de uso.



Para la fabricación actual de las carrocerías de automóviles, se parte de una serie de piezas, generalmente metálicas, con unas dimensiones, geometría y espesor determinados. Para conformar la carrocería se procede al ensamblaje de todas esas piezas entre sí.

El diseño de las piezas, su posición y el método de ensamblaje deben dar en su conjunto una respuesta fiable a las necesidades estructurales, aerodinámicas y de deformación. Estos factores son determi-

nantes en la concepción de cualquier carrocería.

El sistema de ensamblaje empleado en fabricación para piezas que presentan una unión fija es, en la mayor parte de los casos, la soldadura por puntos de resistencia. Este aspecto va a condicionar, lógicamente, el sistema de trabajo a seguir ante una posible reparación, pues la finalidad de toda reparación es devolver al vehículo dañado sus características originales.

La elección y aplicación masiva de este



Los equipos empleados en la reparación de automóviles suelen ser portátiles, de fácil desplazamiento a la zona de trabajo.

sistema de ensamblaje se deben a que proporciona una serie de características y ventajas frente a otros sistemas de unión, entre las que destacan las siguientes:

- Siempre que su ejecución se lleve a cabo de forma correcta, se obtienen soldaduras de buenas calidad y uniformes, que presentan una zona fundida homogénea, sin huecos, rechupes o grietas.

- Es un sistema de soldadura de manejo sencillo, ya que la mayoría de los equipos utilizados hoy en día, tanto en fabricación como en reparación, son automáticos. Por esta razón, la calidad final ya no depende tanto de la destreza del operario, que se puede limitar a reglar los parámetros de la máquina de acuerdo con el tipo de trabajo que pretende realizar.

- Una ausencia de deformaciones y cam-

bios en la estructura del material, debido a que la aplicación de calor es mínima y se lleva a cabo de forma muy localizada en la zona de contacto de los electrodos.

- Las superficies que se obtienen son relativamente suaves, libres de fusión superficial o huellas profundas. Todo ello hace que no sea necesario un repaso posterior como operación de acabado.

- No se requiere material de aportación, lo cual reduce costes.

- El desmontaje de piezas unidas por puntos de resistencia es sencillo, y haciendo

“La soldadura por punto de resistencia es un sistema de manejo sencillo, ya que la mayoría de los equipos utilizados, tanto en fabricación como en reparación, son automáticos.”

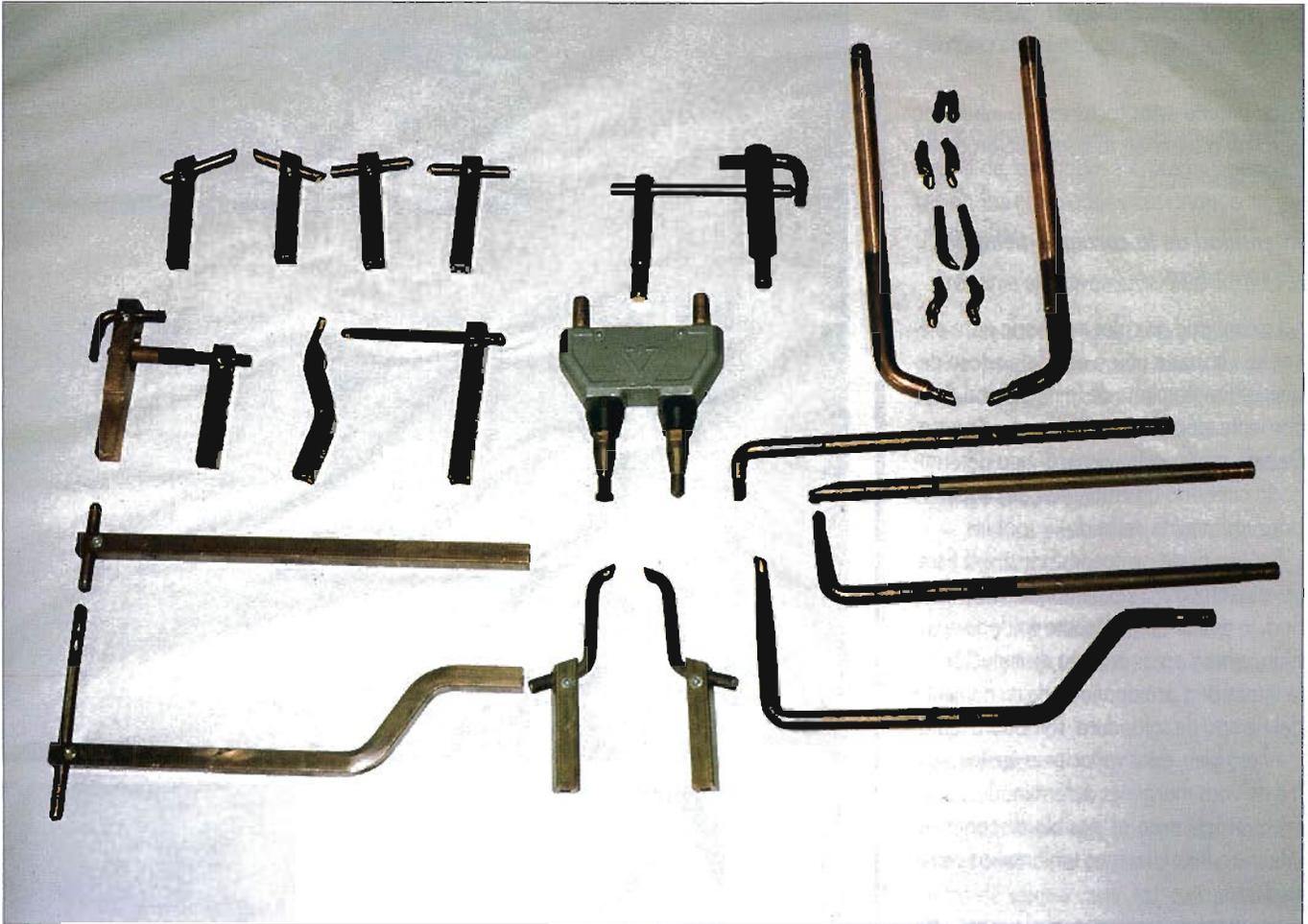
uso de herramientas específicas para esta función (despunteadoras), se realizará de forma rápida y, lo que es aún más importante, sin causar desperfectos a las piezas adyacentes.

- La automatización total y la aplicación de la robótica en el proceso de fabricación hacen que sea un sistema de rápida ejecución; esto facilita la producción de grandes volúmenes de trabajo en espacios de tiempo relativamente cortos, contribuyendo al abaratamiento final de los costes.

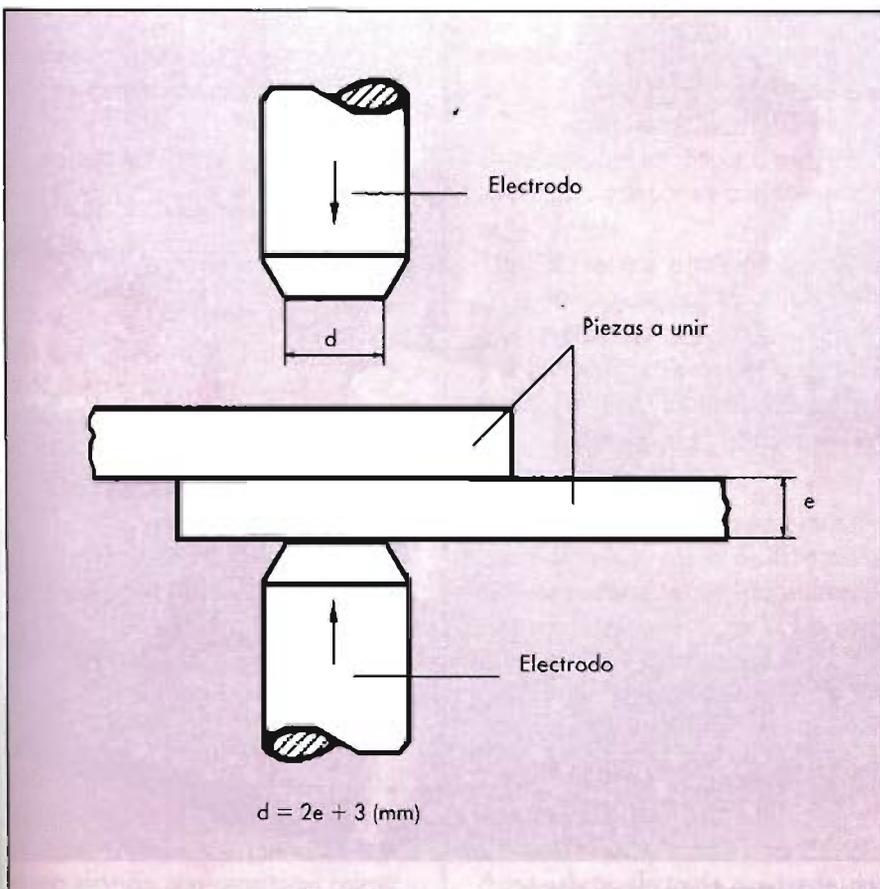
- Es un sistema que permite restaurar la protección anticorrosiva antes de efectuar la soldadura, mediante la aplicación de imprimaciones soldantes apropiadas.

FUNDAMENTOS Y PARÁMETROS

La soldadura por puntos de resistencia se basa en el procedimiento de soldadura más antiguo que se conoce, la soldadura por forja.



Diferentes tipos de electrodos.



Esta soldadura se lleva a cabo aprovechando la propiedad de unión que presentan algunos metales al final de su fase sólida (estado pastoso) cuando se aplica sobre ellos una presión. Para ejecutarla se eleva el material a temperaturas próximas a la de fusión, mediante calentamiento, y se une posteriormente aplicando presión.

En la soldadura por resistencia, el calor necesario para elevar las chapas a unir a estado pastoso se genera por la resistencia que oponen al paso de la corriente. Dicha resistencia hace que la energía eléctrica se transforme en calor (efecto Joule), originándose una elevación de temperatura suficiente para lograr el efecto deseado.

La presión que se ejerce para producir la forja es aplicada directamente por los propios electrodos.

Por ello, los parámetros fundamentales que rigen este tipo de soldaduras son: intensidad de la corriente eléctrica, tiempo de paso de la corriente, presión necesaria en los electrodos y resistencia que oponen las chapas a unir al paso de la corriente.

A continuación se analizan brevemente

Las puntas de los electrodos. ►

cada uno de estos factores y la influencia que van a tener en la consecución de los resultados finales.

Intensidad de la corriente-tiempo de soldadura

La cantidad de calor necesaria para elevar las chapas a unir a estado pastoso depende directamente de la intensidad de la corriente eléctrica y de su tiempo de paso. Debido a ello, para generar una determinada cantidad de calor, han de regularse adecuadamente estas dos variables.

Por una parte, se puede disminuir el tiempo de soldadura aumentando la intensidad, lo que se conoce como soldadura rápida, o bien optar por una disminución de la intensidad acompañada de un aumento del tiempo de soldadura, soldadura lenta.

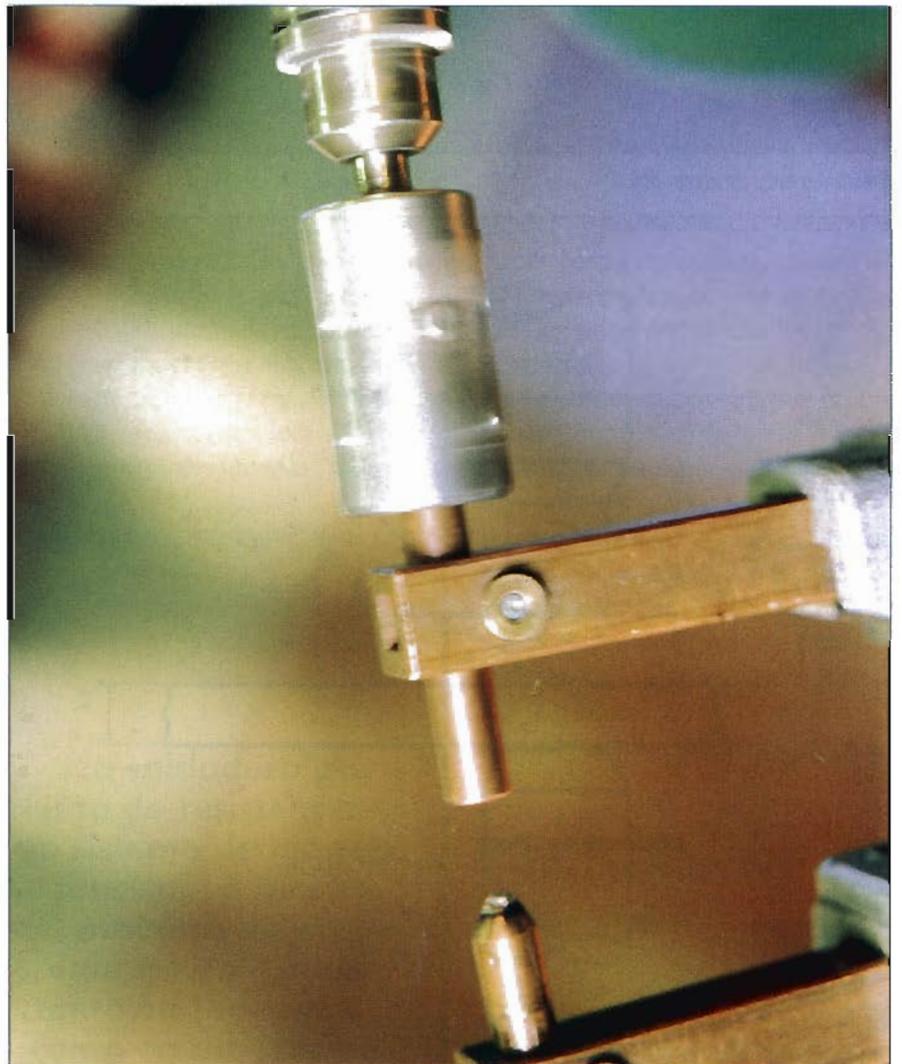
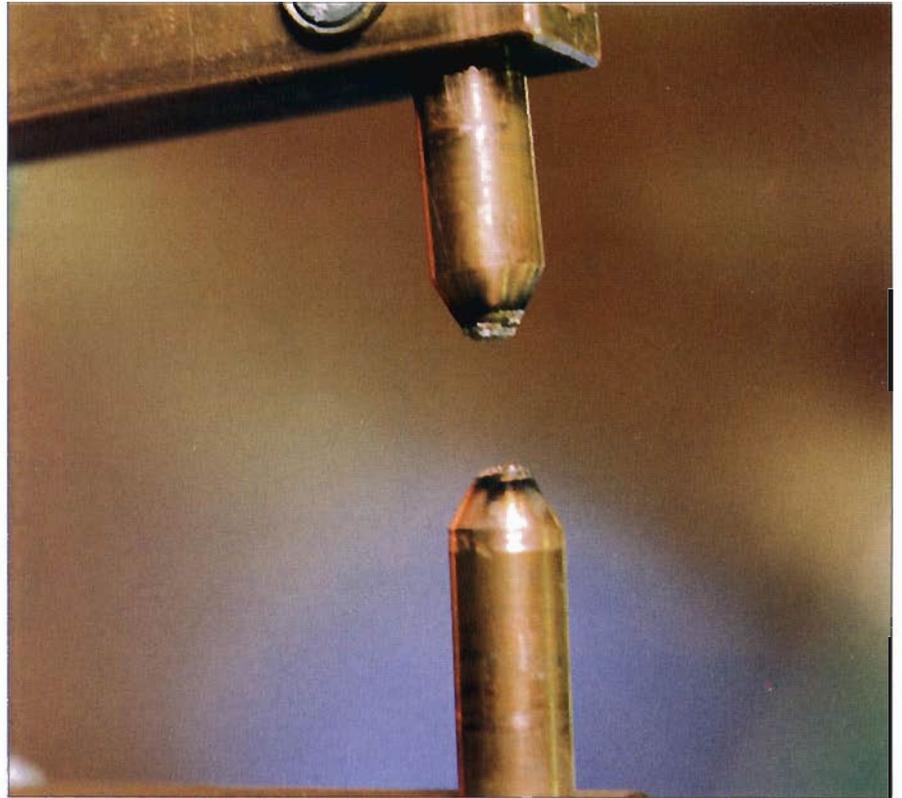
Ahora bien, estas variaciones oscilan dentro de unos márgenes determinados, pues en la práctica no es posible disponer de intensidades ni tiempos tan amplios como se desee.

La intensidad máxima a alcanzar está condicionada por el equipo concreto con el que se ejecuta la soldadura y por las piezas a unir, procurando evitar su fusión. El tiempo de soldadura no debe ser muy grande, ya que parte del calor se perdería por conducción, pudiendo llegar a establecerse un equilibrio térmico entre calor aportado y calor disipado, que impediría alcanzar una temperatura suficiente y daría lugar a uniones de escasa o nula resistencia mecánica (uniones pegadas).

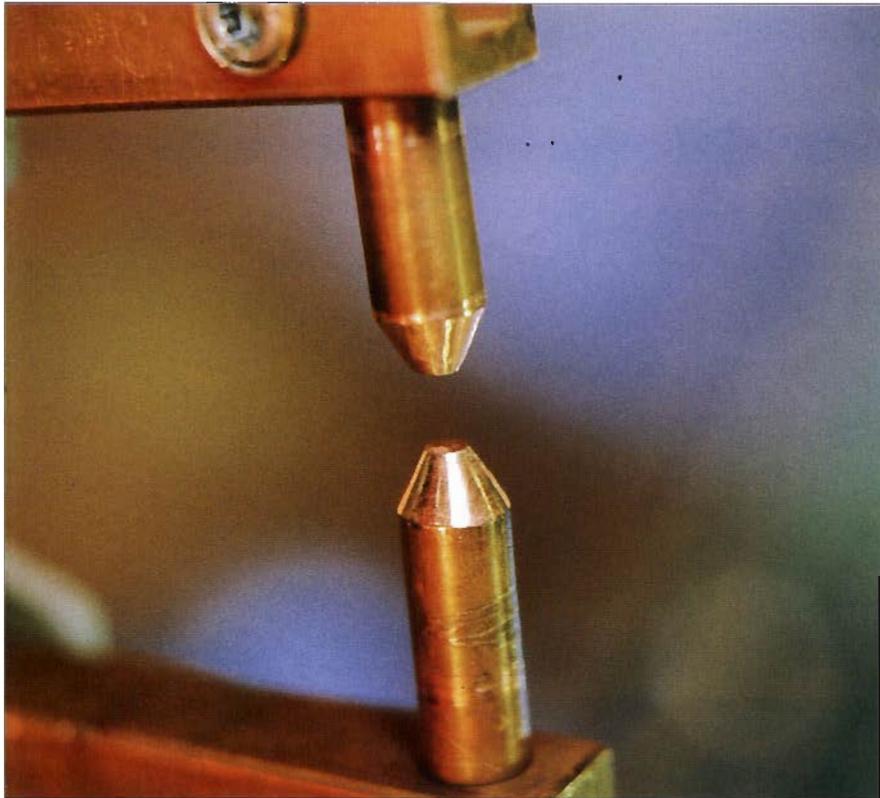
La técnica que mejores resultados permite obtener es la soldadura rápida; al emplear un tiempo de soldadura corto se reducen las pérdidas de calor por conducción en chapas y electrodos y se concentra el calor en la zona del punto; esto da lugar a soldaduras muy localizadas y de mejor calidad.

Además, de esta manera se consigue evitar el calentamiento anormal de los electrodos, conservar sus propiedades y alargar su vida útil.

Por ello, para lograr un buen punto de soldadura, debe seleccionarse la intensidad máxima del equipo sin que se llegue a producir la fusión de las chapas y regular



Afilado de los electrodos con útil especial.



“En la soldadura por resistencia, el calor necesario para llevar las chapas a unir a estado pastoso se genera por la resistencia que oponen al paso de la corriente.”

el tiempo de paso de la corriente en función del espesor a soldar.

Presión de apriete

Como se ha indicado anteriormente, la soldadura por puntos de resistencia es una soldadura por forja, lo cual supone la existencia de una conformación en caliente, que se obtiene mediante la presión aplicada a través de los electrodos.

Este parámetro se descuida con frecuencia y tiene mucha importancia, pues se pone de manifiesto en dos acciones distintas, la primera en su efecto sobre la resistencia y la segunda en su efecto de forma durante la solidificación del núcleo de metal fundido.

La aplicación de la presión tiene tres misiones distintas, que pueden parecer incluso contradictorias:

1. En el momento de comenzar la soldadura la presión ha de ser baja para obtener una resistencia de contacto chapa-chapa elevada, que permita un calenta-

miento inicial con una intensidad moderada.

2. A su vez, esta presión ha de ser suficiente para que las chapas a unir tengan un contacto adecuado y asienten entre sí perfectamente.

3. Una vez que se ha iniciado la fusión del punto, la resistencia de contacto desaparece bruscamente quedando reducida a la zona delimitada por los electrodos. En este momento, la presión debe ser alta para expulsar los gases incluidos y llevar a cabo la forja del punto.

La presión recomendada para la chapa de acero oscila alrededor de 10 kg/mm^2 y debe encontrarse entre ciertos valores límites, para evitar los fallos que puedan originarse por exceso o por defecto.

Presiones excesivamente bajas producen:

- Forja deficiente, que implica puntos de baja calidad.
- Altas resistencias de contactos chapa-chapa y chapa-electrodo, que pueden dar

◀ Puntas de electrodos en perfecto estado.

lugar a proyecciones, salpicaduras, perforación de las chapas y cráteres y pegaduras en los electrodos ocasionando su degradación.

Presiones excesivamente altas producen:

- Buena forja pero, si la presión es excesiva, puede provocar la expulsión de metal fundido del núcleo del punto, disminuyendo su resistencia.
- Bajas resistencias de contacto chapa-chapa y chapa-electrodo.
- Huellas profundas en las chapas.
- Partículas de cobre desprendidas de los electrodos adheridas a la chapa en la zona circundante al punto.
- Deformaciones de los electrodos.

Resistencia

La resistencia que oponen las chapas a unir al paso de la corriente no es un parámetro de soldeo como tal, que pueda ser regulado en el equipo anteriormente a la ejecución de la soldadura, sino que depende de la naturaleza del metal a unir. No obstante, es un factor a tener en cuenta, pues dicha resistencia influye también directamente en la cantidad de calor generado durante la soldadura.

La resistencia que opone un material al paso de la corriente es inversamente proporcional a su conductividad eléctrica, dependiendo fundamentalmente de su composición, de su tratamiento, así como de su acabado y limpieza. Por tanto, a mayor conductividad eléctrica, menor resistencia al paso de la corriente, existiendo dificultades para realizar este tipo de soldaduras; este contratiempo se salva con un aumento de la intensidad de la corriente.

Esto no suele suponer un gran problema ya que, generalmente, las carrocerías de automóviles están fabricadas en acero, un material que se une fácilmente mediante este sistema de ensamblaje.

Ahora bien, existen en el mercado ciertos modelos de vehículos que incorporan paneles de aluminio, material que tiene una conductividad eléctrica unas cuatro veces superior a la del acero; para su soldadura

Control de las propiedades de un punto correcto. ➤

es precisa la aplicación de intensidades más altas, del orden de 12.000 A. Estas intensidades no están, sin embargo, al alcance de los equipos convencionales empleados en la reparación de automóviles, por lo que ha de suplirse este sistema, cuando se da el caso, por otro alternativo, ya sea soldadura por hilo continuo o aplicación de adhesivos.

EQUIPOS

Independientemente de la estructura, tamaño y tipo de equipo, todas las máquinas están diseñadas de modo que puedan suministrar a la pieza los parámetros comentados anteriormente; por ello comportan los siguientes elementos básicos:

— **Un sistema de puesta bajo presión** de las piezas a unir que proporciona a los electrodos una fuerza fácilmente regulable: puede ser de accionamiento mecánico, hidráulico o neumático. Es el responsable del apriete de las piezas, modificando en cierta medida la resistencia de contacto, y sobre todo de llevar a cabo la forja de la soldadura, al ser capaz de mantener el esfuerzo sobre las piezas, incluso tras el corte de la corriente.

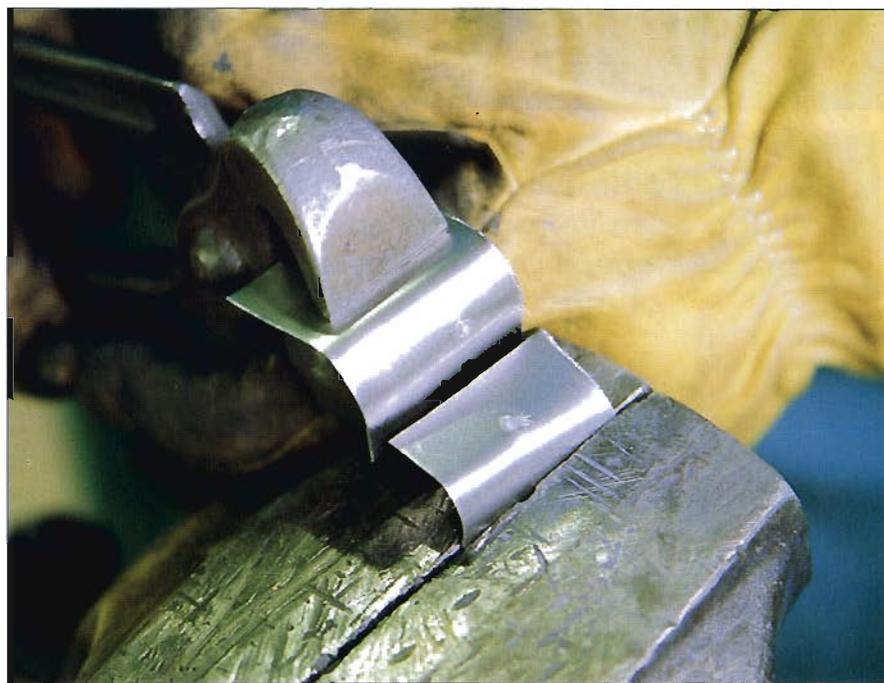
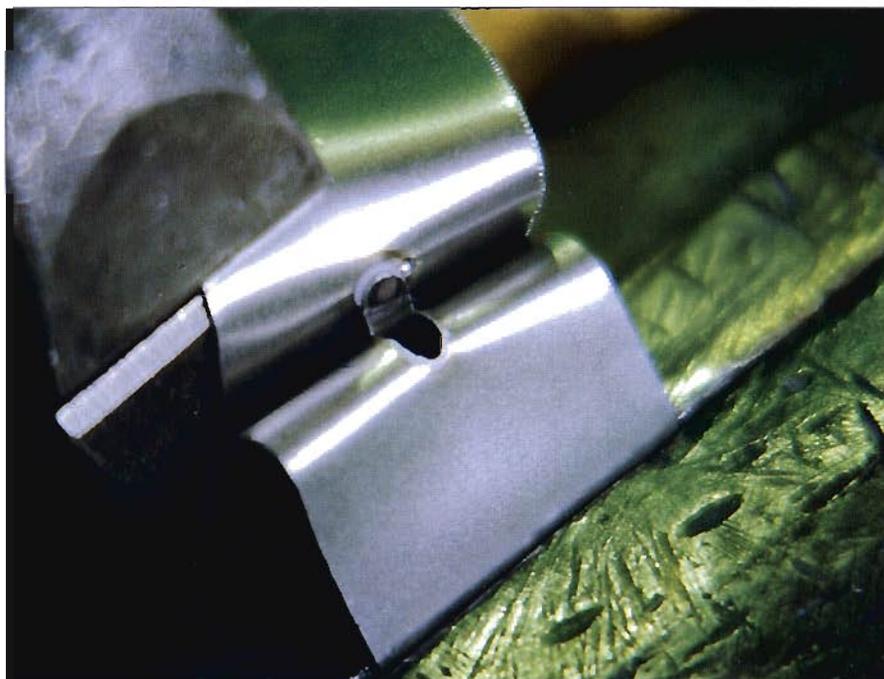
— **Un transformador eléctrico**, cuya misión es transformar la tensión e intensidad de la corriente alterna de la red. De este modo, se consigue en la pinza una intensidad de varios miles de amperios.

— **Un sistema de corte de corriente y temporización**, capaz de suministrar la energía deseada en el espacio de tiempo preciso.

Los equipos empleados en la reparación de automóviles suelen ser portátiles.

El cabezal, o pinza de soldadura, está unido a la unidad de alimentación mediante cables flexibles de longitud determinada. Dicho elemento es soportado manualmente por el operario durante la ejecución del trabajo.

Aparte de estos elementos, también tienen gran importancia los electrodos, los cuales deben reunir tres requisitos fundamentales:



— Buena conductividad eléctrica, para evitar aumentos adicionales de temperatura.

— Tenacidad y alta resistencia mecánica a temperaturas elevadas, que impidan su deformación.

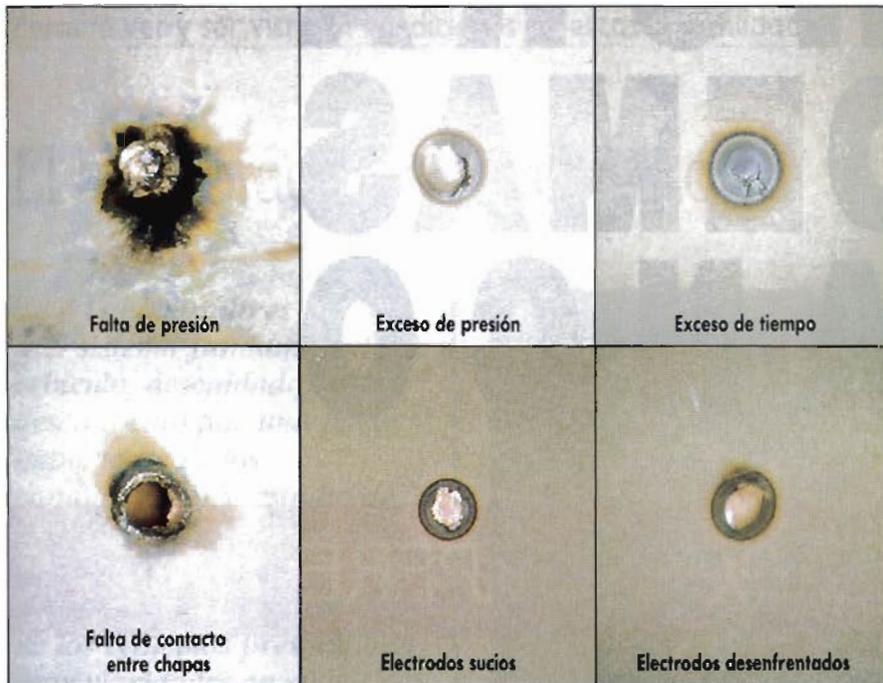
— Buena conductividad térmica, para que su refrigeración sea rápida.

Además del material, también hay que tener en cuenta la geometría de sus puntas; éstas tienen forma troncocónica; su sección delimita la zona de paso de la corriente y, por tanto, el diámetro del punto.

RECOMENDACIONES

A continuación se enumeran una serie de conclusiones y recomendaciones a tener en cuenta, ya que repercutirán directamente en la obtención de unos resultados satisfactorios así como en la conservación del equipo.

— Para facilitar el paso de la corriente, tanto las chapas a unir como los electrodos deberán estar limpios. Si las piezas a unir son nuevas no es necesario eliminar la cataforesis en su parte



Punto incorrecto (unión pegada).



Aplicación de protección anticorrosiva previa a la ejecución de la soldadura.

interna pero sí en la externa, limitando la limpieza exclusivamente a la zona de contacto de los electrodos.

- Deberá protegerse la parte interior de las pestañas a unir con imprimación anticorrosiva de cinc.

- Se emplearán brazos portaelectrodos cortos, con el fin de evitar una disminución en la presión de apriete.

- Lo punto de los electrodos debe estar limpia, lisa y del diámetro correcto. Para ejecutar los puntos, lo de ambos electrodos debe mantenerse perfectamente enfrentado.

- Es recomendable poder refrigerar los electrodos para evitar su calentamiento ante un trabajo continuado. Si por cualquier razón se produjera un calentamiento excesivo de los mismos, deben dejarse enfriar siempre al aire y no introducirse nunca en el cubo de agua para evitar el recocido del cobre, que supondría su ablandamiento y una pérdida de sus propiedades mecánicas.

- Cuando se proceda a soldar chapas de distinto espesor se regulará la máquina en función de la más delgada.

- Se puede proceder a la soldadura de chapas revestidas sin eliminar la capa de cinc, pero efectuando una limpieza de los electrodos más a menudo.

- Las pinzas de soldadura llevan un electrodo fijo y otro móvil, debiendo fijar sobre las chapas el fijo y acercar el móvil a ellos, pues por el contrario la pinza se movería, e impediría dar el punto en la zona apropiada.

- La distancia entre electrodos ha de ser lo más pequeña posible para evitar esfuerzos dinámicos sobre los mismos, como consecuencia de su masa y velocidad de cierre.

- No conviene sobrepasar la distancia mínima entre puntos, ya que puede producirse una desviación de corriente por las soldaduras cercanas (efecto Shunt), viéndose disminuida la intensidad de la corriente necesaria para la formación del nuevo punto.

- La soldadura por puntos con un único electrodo da lugar a puntos que carecen de resistencia suficiente, debido fundamentalmente a la falta de presión; por ello se recomienda emplear este sistema únicamente cuando no exista otra alternativa.