

# Las proyecciones de soldadura en un proceso de soldadura por resistencia

ROMÀ GÓMEZ, I+D ELECTRÓNICA

## Definición

Las proyecciones de soldadura son pequeñas partículas metálicas que son expulsadas de la zona de soldadura durante el propio proceso de soldadura. Estas pequeñas partículas de metal pueden estar en el aire en forma de 'chispazos' o pueden consolidar como pequeñas bolas o filamentos que siguen muy ligados a la zona de soldadura.

## Problemas de las proyecciones de soldadura

Aparte del evidente efecto sobre el aspecto visual de las partes a soldar, que en algunos casos puede llegar a ser inaceptable, las excesivas proyecciones de soldadura pueden ser un indicador de una unión soldada llena de huecos y grietas que con el tiempo, la temperatura y las vibraciones, pueden propagarse y acabar generando una falla de soldadura futura.

Por otra parte, una excesiva cantidad de proyecciones de soldadura resulta en una reducida vida de los electrodos.

Es por tanto, pues, necesario, intentar minimizar al máximo las proyecciones de soldadura, efectuando parametrizaciones del proceso lo más esmeradas posibles y, a ser posible, utilizar equipos de soldadura que sean capaces de adaptarse inteligentemente durante el propio proceso con objeto de mantener la calidad del punto en su óptimo estado.

## Qué provoca proyecciones de soldadura?

Son diversos, los motivos que provocan proyecciones durante un proceso de soldadura por resistencia, pero cabe destacar los siguientes:

- Tratamiento superficial de las partes a soldar
- Diferente conductividad térmica entre materiales
- Energía de soldadura excesiva
- Efectos superficiales como contaminación orgánica (aceite,...)
- Geometría de las partes
- Punto de aplicación del calor

### Tratamiento superficial de las piezas

El cadmio (320°C), el plomo (327°C), el estaño (232°C), el zinc (419.5°C) y muchos otros, se suelen utilizar como materiales para dar el tratamiento superficial de las piezas a soldar. Estos materiales con estas bajas temperaturas de fusión, vaporizan mucho antes que empiece a fundirse el material base, y esto representa la mayor fuente de proyecciones de soldadura.

### Conductividad térmica de los materiales

Las proyecciones de soldadura pueden ocurrir cuando se trata de soldar dos materiales de muy diferente conductividad térmica entre sí, como puede ser el caso del cobre y el acero. La soldadura del cobre requiere tiempos de soldadura cortos, con altos valores de corriente y rápidos tiempos de subida de dicha corriente. En cambio, el acero necesita tiempos más largos, menores corrientes de soldadura y aporte de la energía de manera más progresiva.

Por tanto, un perfil óptimo de soldadura que pueda adaptarse a estas grandes diferencias térmicas es de difícil consecución. A lo sumo, para poder cubrir los requerimientos de la soldadura del material que necesita más energía, deberá parametrizarse la soldadura de manera tal que conllevará inevitables proyecciones del material que precisa menos energía.

## Energía excesiva

Un aporte excesivo de corriente de soldadura para la resistencia de contacto existente entre los materiales, eleva consecuentemente la energía, lo que provoca una gran cantidad de metal en estado de fusión, que tiene que liberarse de la zona de soldadura, resultando en proyecciones indeseadas. Es preciso, pues, combinar adecuadamente los valores de corriente y resistencia de contacto entre las piezas, lo que se consigue, esto último, variando el esfuerzo entre los electrodos.

## Efectos superficiales

La contaminación orgánica puede provocar proyecciones significativas, particularmente si la pieza superior es térmicamente absorbente y la pieza inferior más reflectiva térmicamente.

## Geometría de las piezas y punto de aplicación del calor.

Pueden ser creadas proyecciones de soldadura muy fácilmente al tratar de hacer circular la corriente de soldadura a través de piezas que no asientan debidamente entre ellas, o también por querer hacer pasar corriente muy cerca del extremo de la pieza.

## Minimización de las proyecciones de soldadura

La reducción de las proyecciones de soldadura comporta diferentes actuaciones, algunas de las más importantes son las siguientes:

- Reducción espesor tratamiento superficial
- Optimización del perfil de energía de soldadura
- Control de la geometría de las piezas

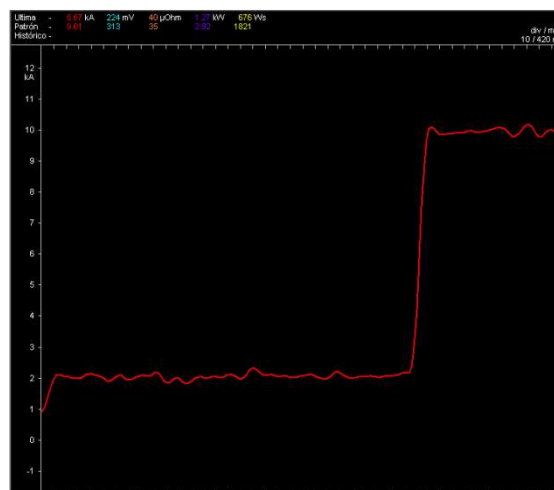
## Reducción espesor tratamiento superficial

Actualmente, la aplicación de tratamiento superficial en los materiales base es un hecho de amplia difusión en la industria en general.

Cada vez más se utilizan materiales que deben cumplir requerimientos más estrictos en cuanto a características mecánicas y estos demandan, a su vez, espesores cada vez más gruesos de tratamiento superficial.

De todos modos, deberían evitarse espesores de revestido superiores a 12 micras. Si ello no es posible, y el espesor debe ser superior, es necesario el uso de un perfil de corriente de soldadura de pre-calentamiento, anterior al tiempo de soldadura principal. Dependiendo del tipo de materiales, pueden distinguirse tres tipos de perfil de precalentamiento:

1. **Perfil de pulso previo de corriente**, de valor considerablemente inferior al valor de la corriente de soldadura. Este pre-pulso, estaría unido al pulso de corriente de soldadura, y sería adecuado para materiales conductores térmicamente.



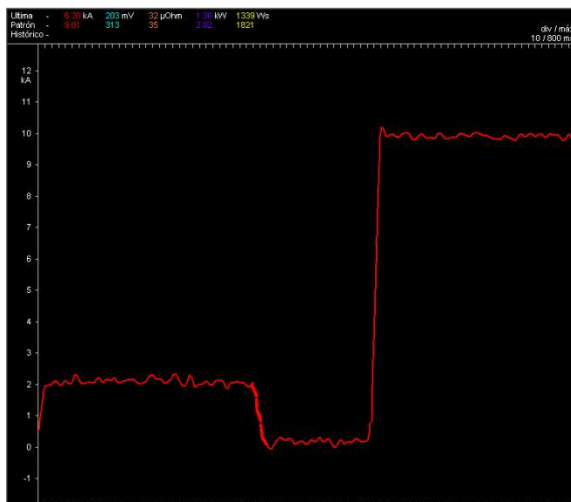
*Pulso previo de corriente soldadura*

2. **Perfil de pendiente previa de subida de corriente (Slope-Up)** hasta llegar al valor de la corriente de soldadura. Adecuado para materiales resistivos térmicamente.



*Pendiente de subida corriente soldadura*

**3. Perfil de pre-pulso no-unido al pulso de corriente de soldadura.** También adecuado para materiales resistivos térmicamente.



*Pre-pulso de corriente soldadura*

### Optimización del perfil de energía de soldadura

La optimización de los parámetros de soldadura de aquellas piezas que son térmicamente similares entre sí, es mucho más fácil que cuando los materiales son térmicamente dispares. Pero en la práctica, las aplicaciones de soldadura más típicas

involucran la unión de materiales térmicamente muy diferentes, como el nicromo, el acero, el latón o el cobre. Si además se añade el problema del tratamiento superficial de las piezas, el proceso se complica.

En este sentido, son de gran ayuda los controles de soldadura que disponen de programación por ordenador, y que ofrecen una interfaz gráfica de respuesta de las variables de corriente, e incluso tensión y resistencia. La visualización gráfica del avance dinámico de estas variables, es de una gran ayuda para conseguir una buena optimización del punto de soldadura.

El compromiso entre la magnitud de la energía de soldadura y la manera en cómo se aplica esa energía, determinará que la soldadura sea lo más óptima posible, sin presencia de proyecciones de soldadura. Por tanto, a partir de un tiempo de soldadura deseado, las dos variables más importantes para ajustar en un proceso de soldadura serán el valor de la corriente y el esfuerzo entre los electrodos, para acabar consiguiendo un óptimo perfil de aporte de la energía.

### Control de la geometría

Para minimizar las proyecciones de soldadura, es preciso asegurar que la unión soldada se encuentre suficientemente en el interior de las piezas. Dependiendo de la conductividad térmica, el espesor de las piezas a soldar y la energía utilizada durante la soldadura, la distancia al borde debe ser superior a un rango que puede variar entre 0.5 y 6 mm. Una alta energía requiere una mayor distancia al borde. Deben diseñarse las piezas para que encajen lo máximo posible, y si finalmente existe un espacio de aire entre ellas ('gap'), debe intentarse que éste sea inferior al 10% de la chapa de menor espesor. Piezas más gruesas, precisarán en estos casos, de esfuerzos mayores para superar el efecto muelle que se genera.

### Conclusión

Las proyecciones de soldadura pueden reducirse significativamente reduciendo el espesor del recubrimiento superficial, optimizando el perfil de la energía aportada, y controlando la geometría de las piezas.