

Funcionamiento de la tecnología PowerWheel® para las terminaciones de los cables de los vehículos eléctricos

SOLDADURA DE PLÁSTICO

SOLDADURA DE METAL

CORTE

LIMPIEZA

CRIBADO



North Billerica (EE.UU.), 11/2022

La soldadura por ultrasonidos de metales no ferrosos es una tecnología probada desde hace décadas. Sin embargo, desde principios de los años 80, la soldadura de metales por ultrasonidos ha dominado la industria automotriz, siendo los fabricantes de arneses de cables para automóviles el mayor usuario de esta tecnología. Gracias a su eficacia y a su inmejorable calidad, la soldadura por ultrasonidos sustituyó al engaste mecánico y a la soldadura por resistencia en todas las marcas de automóviles casi inmediatamente después de su aparición. El uso de la soldadura por ultrasonidos para los arneses de cables del automóvil ha experimentado un crecimiento aún más rápido en la última década debido al aumento de los vehículos con motor eléctrico (VE). La innovadora y cambiante técnica de soldadura torsional de Telsonic ha contribuido en gran medida a este rápido crecimiento debido a su capacidad inigualable para afrontar retos como el tamaño de la soldadura, la soldadura en áreas más pequeñas, las formas geométricas, el alcance del área de la costura de sellado, la orientación de la misma y los efectos de las vibraciones en los componentes periféricos.

La técnica de soldadura torsional de Telsonic ha superado muchas de las limitaciones actuales de la soldadura longitudinal y ha creado aplicaciones innovadoras que antes se consideraban imposibles o no estaban a la altura de los estándares de calidad de la última década. En la actualidad, los fabricantes de automóviles usan cada vez más esta tecnología en los vehículos eléctricos para el control del peso, el empaquetado de baterías, las conexiones entre cables y terminales, las barras colectoras, la fabricación de baterías y la electrónica de desempeño. La mayor potencia y la mayor velocidad de carga de las baterías de los vehículos eléctricos requieren cables de batería más grandes con, a veces, conectores poco convencionales. La tecnología de soldadura PowerWheel® de Telsonic, que usa la soldadura torsional, proporciona una solución de montaje sólida que satisface los requisitos de alta calidad de la industria automotriz.

Desafíos de la soldadura longitudinal con cables más grandes

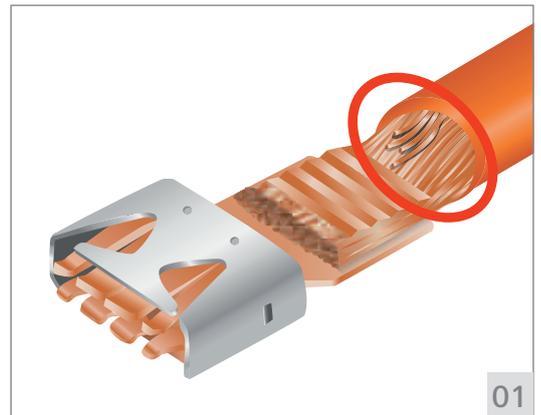
Al soldar cables de gran tamaño deben superarse varias dificultades. Estos pueden incluir:

1. Cuanto mayor sea la anchura de la soldadura, mejor será la transferencia de energía vibratoria para unir el cable y el conector. Sin embargo, al igual que hay limitaciones para el conector, también las hay para el tamaño del sonotrodo (herramienta vibratoria). Además, cuanto mayor sea la anchura de la soldadura, más se pueden mellar los cordones en el área de transición de la soldadura. La superficie del conector, la forma geométrica y la orientación de la soldadura aumentarán aún más los desafíos.

2. Cuanto más grande sea el cable a terminar, mayor deberá ser la potencia del generador y la fuerza de soldadura. Para cables de 150mm², se requieren generadores con una potencia superior a 10kW y fuerzas de hasta 8000 Newton. Una fuerza tan elevada no es compatible con las soldadoras convencionales si no se trata de una fuerza dirigida al área de la costura de sellado. De lo contrario, la flexión excesiva del sonotrodo no permite crear una calidad de soldadura homogénea entre el cable y el conector.

3. Los soldadores convencionales permiten una orientación y, por tanto, limitan el diseño de los conectores y la orientación de la soldadura. La tecnología PowerWheel® de Telsonic permite una mayor libertad de acceso a las piezas a soldar gracias a la orientación del utillaje y a las vibraciones, creando una solución para cada uno de estos retos. La orientación de las herramientas de PowerWheel® permite soldar en superficies que, de otro modo, son difíciles de alcanzar con la soldadura convencional.

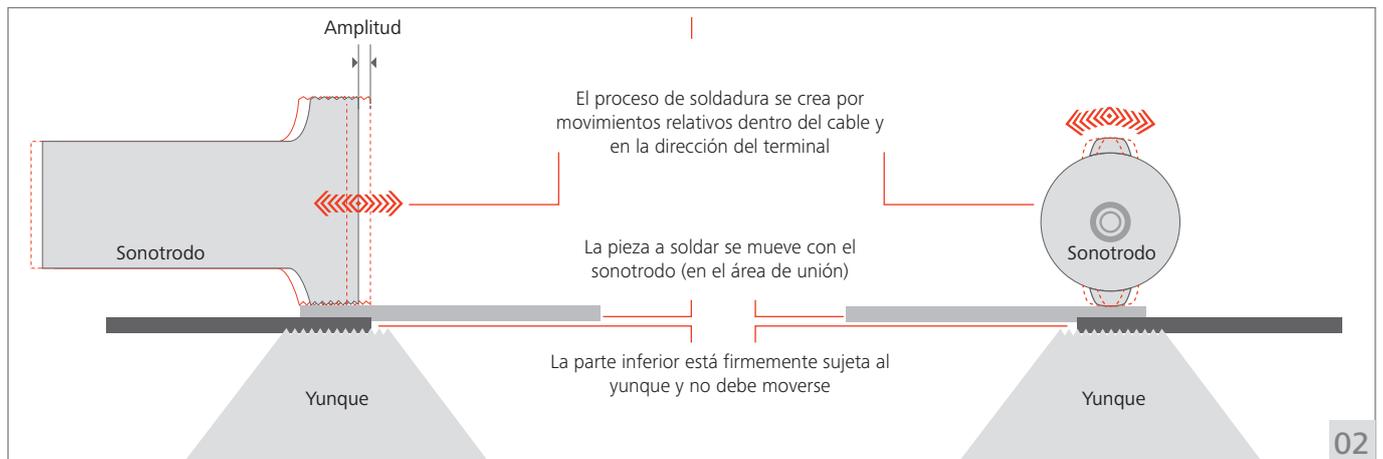
4. Incluso si no se presenta ninguno de los retos anteriores, siempre existe un criterio de calidad que no siempre se puede cumplir. El movimiento relativo del sonotrodo, conocido como amplitud, es la forma en que se crea la depuración/la fricción entre la interfaz de las piezas. (ver imagen 2). La amplitud de la soldadura convencional es mayor en la zona de transición de la soldadura. Esto puede significar un problema cuando se sueldan cables de gran tamaño con una anchura de soldadura preestablecida y una potencia y fuerza elevadas. La mayor amplitud cerca del inicio del cordón de soldadura provoca el mellado de los cordones del cable debido a la extrusión extrema de los mismos (véase la imagen 1).



01 Hilos rotos o cortados

Proceso de soldadura lineal

Proceso de soldadura torsional (PowerWheel®)



02

Cómo funcionan la soldadura lineal y la torsional

La imagen 2 muestra los fundamentos del funcionamiento de la soldadura longitudinal (lineal) y es esencial para entender las diferencias entre la soldadura longitudinal tradicional y la innovadora tecnología de soldadura PowerWheel® de Telsonic.

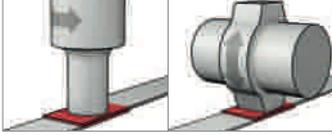
- El término "amplitud" describe la extensión del movimiento del sonotrodo: expansión y contracción.
- La amplitud se correlaciona con el efecto de restregado en la interfaz del cordón de soldadura. Este movimiento de desgaste en combinación con la presión es el responsable del proceso de soldadura.

Principales diferencias entre la soldadura lineal y torsional (tabla 1)

Descripción	Sistema lineal	SONIQTWIST® (TSP) PowerWheel®	Ventajas
Fuerza de prensado	Fuerza indirecta Fuerza máxima de prensado 5000 N	Fuerza directa Fuerza de prensado de hasta 8000 N La mayor en el centro	La fuerza directa y la mayor amplitud en el centro de la soldadura permiten soldaduras de mayor tamaño con una vibración suave
Amplitud	Flexión del ensamblaje del transductor debido a la fuerza de prensado La mayor al final del sonotrodo	La mayor en el centro	Menos tensión en la zona de transición



Lineal



SONIQTWIST® PowerWheel®

PowerWheel® para terminaciones de cables

La tecnología de soldadura PowerWheel® usa un concepto innovador para hacer vibrar el sonotrodo, que se excita de forma torsional. Con una potencia de soldadura escalable de entre 7.2 kW y 14.4 kW, se puede seleccionar la potencia de soldadura óptima para cada aplicación. La tecnología torsional permite realizar soldaduras de mayor tamaño, barras colectoras, terminales 3D, formas más geométricas, áreas de unión fuera del alcance y aplicaciones en las que se requiere una vibración suave. Esto ha ampliado considerablemente el espectro de aplicaciones de los ultrasonidos. Muchas aplicaciones de unión que antes eran imposibles con la soldadura longitudinal convencional son ahora posibles.

Ventajas de la tecnología de soldadura PowerWheel®

Se pueden producir soldaduras hasta un 30% más estrechas y altas en comparación con las producidas por un sistema lineal. Esto puede suponer a menudo un ahorro considerable tanto de material como de espacio necesario para posicionar el ensamblaje. Otra ventaja es que las conexiones de los terminales más gruesos pueden soldarse con gran resistencia. La soldadura se realiza con un movimiento de vaivén y rodamiento directamente sobre el área de la costura de sellado. Como resultado, se consigue que la amplitud máxima se sitúe siempre en el centro de la zona de soldadura y que la energía se dirija y concentre dentro del área de unión. Con una fuerza directa en la interfaz de soldadura y una amplitud menor en la zona de transición del nudo, la soldadora puede aportar más energía para un cable más grande porque el daño a los hilos es mínimo, si es que lo hay. Debido al movimiento torsional del sonotrodo, prácticamente no existe carga en los alrededores del área de soldadura debido a los ultrasonidos. Por ello, el proceso torsional es especialmente adecuado para aplicaciones sensibles en las que las vibraciones fuera de la zona de soldadura podrían causar daños. La lenta propagación de las vibraciones a lo largo del eje del cable convierte a la tecnología PowerWheel® en la más conveniente para los cables más cortos. A menudo existe el temor de que los cables cortos se suelden por ambos lados, ya que la vibración de la segunda soldadura puede debilitar la primera. Se realizaron estudios en 2011 para cables de 50 mm² de 180 mm utilizando PowerWheel®. A la luz de los resultados, no se encontraron diferencias en la resistencia de la soldadura de ambos extremos del cable. Además, la resistencia mecánica fue aproximadamente un 30% superior a la obtenida con el proceso longitudinal tradicional.

Los sonotrodos estandarizados PowerWheel® de Telsonic están optimizados para cables de cobre y aluminio, y cumplen los requisitos de los fabricantes de equipos originales y de arneses, así como la norma USCAR 38 (especificación de rendimiento para terminaciones de cables soldadas por ultrasonidos). Al igual que la soldadura por ultrasonidos convencional, el sistema PowerWheel® también puede utilizarse para soldar metales no ferrosos.

Ventajas de la soldadura PowerWheel® en un vistazo

- Potencia máxima de hasta 8kN con 14.4kW
- Para cables con un gran diámetro, terminales de gran tamaño/terminales de cable tubulares
- Soldadura de hasta 160mm² de cables de cobre/200mm² de aluminio
- Soldaduras hasta un 30% más estrechas
- Mejora significativa de la compactación del cable
- Excelente resistencia de la soldadura
- Direcciones de soldadura ajustables para un avance universal
- Excelente accesibilidad a la zona de soldadura



Equipamiento necesario

Al igual que la soldadura por ultrasonidos convencional, las soldadoras torsional por ultrasonidos tienen un generador, un convertidor y un sonotrodo. Sin embargo, al contrario que los sistemas convencionales, el sonotrodo no oscila longitudinalmente, sino torsionalmente, con lo que se reduce la tensión en las piezas. Al mismo tiempo, es posible transmitir una potencia ultrasónica de hasta 14.4kW a través del sonotrodo. En consecuencia, las vibraciones eléctricas generadas por un generador en procesos torsionales se transmiten a un transformador de vibración PZT para convertirlas en vibraciones mecánicas mediante un efecto piezoeléctrico. La conversión de las vibraciones generadas linealmente en un movimiento de torsión tiene lugar mediante el ensamblaje de los componentes acústicos del cabezal vibratorio SONIQTWIST® en un orden determinado.

El nuevo sistema de soldadura de metales por ultrasonidos PowerWheel® Telso®Terminal TT7 es versátil y puede utilizarse para diversas aplicaciones, como el ensamblaje de cables y la fabricación de baterías. Entre sus aplicaciones se encuentran los cables de alta tensión, los terminales de baterías, los terminales 3D, las barras colectoras y los conectores de celdas, que se sueldan en una gran variedad de diseños.

Basado en un diseño compacto y moderno, este sistema modular ofrece una serie de ventajas, como un excelente control de procesos mediante tecnología digital, interfaces estándar para la conexión en red digital y una fácil integración en los sistemas de automatización. El nuevo sistema también incorpora de serie la última versión de la tecnología de soldadura PowerWheel® de Telsonic, de eficacia probada, que garantiza la máxima fiabilidad y un control óptimo del proceso para soldar cables metálicos con secciones de hasta 200 mm².

Tecnología de soldadura PowerWheel® para la terminación de cables trenzados – Casos reales de aplicación

1. Pequeña anchura de soldadura sin dañar los finos hilos del cable

En la aplicación que se muestra en la imagen 5, un cable ProEVTM de 35 mm² de alta calidad está soldado a un conector Rosenberger, que ofrece un espacio limitado para un cable de ese tamaño. El cable ProEVTM fue seleccionado para esta aplicación debido a su gran flexibilidad. Sin embargo, la anchura de soldadura disponible, de 10 mm frente a 11 mm, y los cordones más finos y flexibles presentaron algunos retos. Fue necesario encontrar una solución que pudiera proporcionar una soldadura en un espacio más reducido en el que se pudiera lograr la compresión de la soldadura requerida sin dañar los cordones más finos en la zona de transición de la soldadura.

Solución:

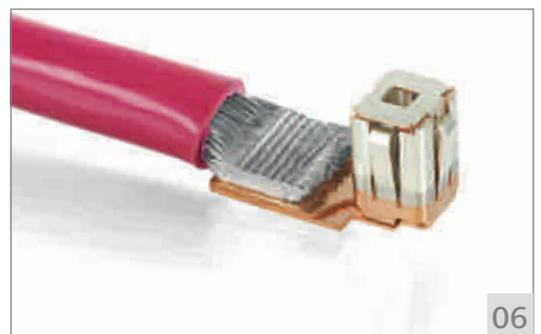
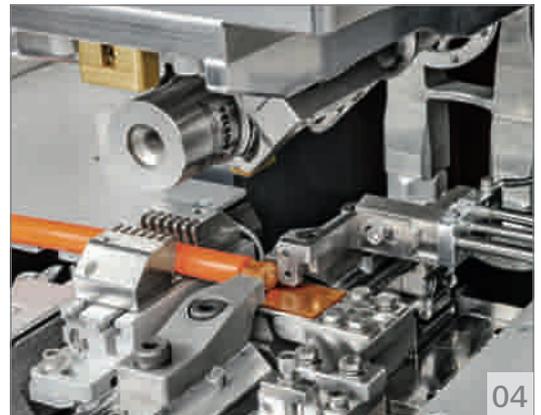
Para ello, se recurrió al sistema de tecnología de soldadura torsional PowerWheel® para lograr una soldadura de calidad superior entre el cable flexible ProEVTM de 35 mm² y el conector de 10 mm de ancho. El diseño y la configuración de las herramientas tuvieron que adaptarse para compensar la limitada fuerza de sujeción debida al radio del conector heredado. Esta solución y configuración del útil permitió una energía de soldadura suficiente para lograr una soldadura de calidad.

2. El área de la costura de sellado está fuera de alcance

El terminal SQ4 de 90° está fabricado con una aleación de cobre C15100 sin revestimiento en el área de la costura de sellado. La aplicación requería soldar tanto cables de 35 mm² como de 50 mm². La anchura de la hoja terminal para 50 mm² se cambió a 18 mm desde 13 mm para acomodar una anchura de soldadura de 15 mm. Esto también permite una anchura de sujeción de 1.5 mm a cada lado del terminal cuando se utiliza un sonotrodo de 15 mm. Sin embargo, la altura del conector, de unos 17 mm, supuso un reto para la distancia libre del sonotrodo en los procesos convencionales de soldadura longitudinal por ultrasonidos. No es físicamente posible diseñar un sonotrodo lineal que pueda superar los 17 mm de altura y seguir suministrando eficazmente la frecuencia de 20 kHz requerida.

Solución:

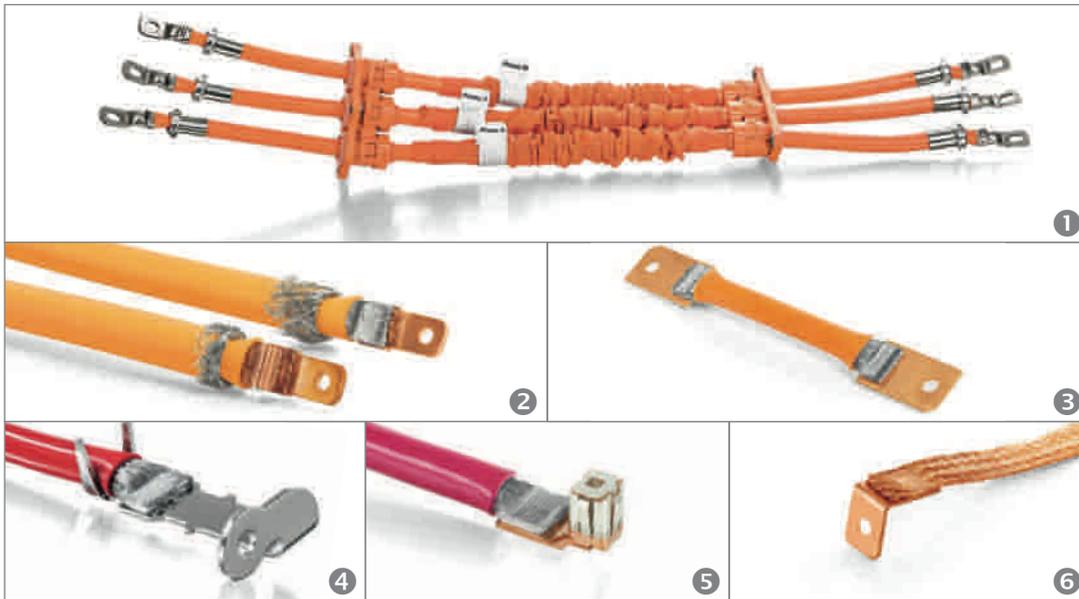
Se utilizó el sistema PowerWheel® torsional para despejar la altura del conector y lograr una soldadura de calidad superior para los cables de 35 mm² y 50 mm² con el terminal SQ4. La orientación del sonotrodo permite la holgura con el terminal de 90° y proporciona la energía de soldadura suficiente para lograr una soldadura de calidad sin afectar a los cordones más finos de la zona de transición ni al propio conector debido a la aplicación más suave de las vibraciones.



04 Área de unión PowerWheel® TT7

05 Cable ProEVTM producido por Promark Electronics una división de ECI, soldado a un conector Rosenberger macho plateado

06 Terminal SQ4 de 90° soldado a un cable de 50 mm²



3. Más ejemplos de aplicaciones difíciles

A continuación se presentan algunas aplicaciones y retos adicionales en la soldadura por ultrasonidos de terminales en cable trenzado que el sistema Telsonic PowerWheel® puede resolver:

- ❶ Juego de cables de alta tensión con terminales de cable tubulares – Se ha demostrado la eficacia de la soldadura con PowerWheel®
- ❷ Cables apantallados: es posible utilizar cables de mayor tamaño, hasta 200mm², en un área de la costura de sellado más pequeña cuando hay limitaciones en la superficie del conector
- ❸ Cables cortos soldados por ambos lados – Soldar ambos extremos de un cable corto mediante soldadura lineal podría permitir que la vibración de la segunda soldadura rompiera la primera. La soldadura torsional afecta mucho menos a las vibraciones y, por lo tanto, permite soldar cables de hasta 4 pulgadas
- ❹ Terminal 3D – PowerWheel® ofrece la ventaja de un mejor acceso al área de la costura de sellado
- ❺ Terminales de caja de bloqueo de alta potencia con cable Al – El terminal de Royal Power Solutions, SQ4, en este caso tiene una altura de unos 17 mm. PowerWheel® es el método para acceder al área de la costura de sellado.
- ❻ Cable trenzado de dos hilos – Los cables trenzados tienen hilos excepcionalmente finos que pueden dañarse sin la suave vibración de la torsión.

El mercado de los vehículos eléctricos, innovador y en rápido crecimiento, exige soluciones nuevas y en desarrollo para los retos por venir. La soldadura torsional se ha convertido en un proceso de unión importante en la industria. Además de las soluciones para las terminaciones de los cables de las baterías con una variedad de conectores, la tecnología ha proporcionado soluciones de soldadura para no aumentar excesivamente el peso de los vehículos eléctricos, el empaque de las baterías, las barras colectoras, la fabricación de baterías y la electrónica de desempeño. Las capacidades de aplicación se han ampliado más allá de lo que se imaginaba. A medida que los diseñadores de productos y los ingenieros de procesos sigan familiarizándose con el proceso de soldadura torsional y sus capacidades, la tecnología se posicionará para ayudar a impulsar la industria de los vehículos eléctricos hacia cotas aún más altas.



06 Saeed Mogadam,
TELSONIC Solutions,
LLC