

Conoscere PowerWheel® per le terminazioni dei cavi EV

SALDATURA PLASTICA

SALDATURA METALLI

TAGLIO

PULIZIA

VAGLIATURA



North Billerica (USA), 11/2022

La saldatura a ultrasuoni di metalli non ferrosi è una tecnologia collaudata da decenni. Tuttavia, dall'inizio degli anni '80, la saldatura a ultrasuoni dei metalli ha dominato l'industria automobilistica, con i produttori di fasci di cavi per autoveicoli che sono i maggiori utilizzatori di questa tecnologia. Grazie alla sua efficienza e alla qualità imbattibile, la saldatura a ultrasuoni ha sostituito la crimpatura meccanica e la saldatura a resistenza per tutti i marchi automobilistici quasi subito dopo la sua nascita. L'utilizzo della saldatura a ultrasuoni per i fasci di cavi per autoveicoli ha registrato una crescita ancora più rapida nell'ultimo decennio, a causa dell'aumento dei veicoli a propulsione elettrica (EV). L'innovativa tecnica di saldatura torsionale di Telsonic, che ha cambiato il settore, ha contribuito in gran parte a questa rapida crescita, grazie alla sua capacità impareggiabile di affrontare sfide come le dimensioni della saldatura, la saldatura in aree più piccole, le forme geometriche, il raggiungimento dell'area di saldatura, l'orientamento della saldatura e gli effetti delle vibrazioni sui componenti periferici.

La tecnica di saldatura torsionale di Telsonic ha superato molte delle attuali limitazioni della saldatura longitudinale e ha creato applicazioni rivoluzionarie che prima dello scorso decennio erano considerate impossibili o non all'altezza degli standard di qualità. Ora la tecnologia è sempre più specificata dalle case automobilistiche per l'uso nei veicoli elettrici per il controllo del peso, l'imballaggio delle batterie, i collegamenti tra cavi e terminali, le barre collettrici, la produzione di batterie e l'elettronica di potenza. La maggiore potenza e la ricarica più rapida delle batterie EV richiedono cavi batteria più grandi con connettori talvolta non convenzionali. La tecnologia di saldatura PowerWheel® di Telsonic, che utilizza la saldatura torsionale, offre una soluzione di assemblaggio solida che soddisfa i requisiti di alta qualità dell'industria automobilistica.

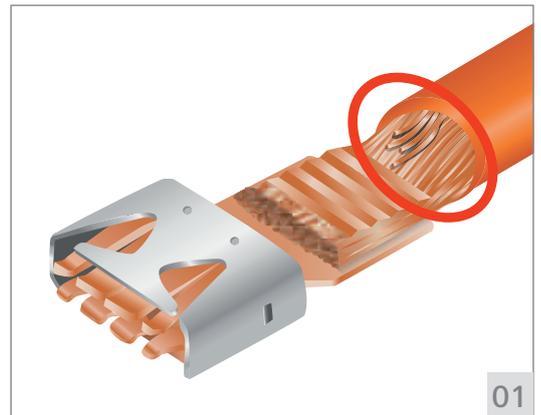
Le sfide della saldatura longitudinale con cavi più grandi

Ci sono diversi ostacoli da superare quando si saldano cavi più grandi. Questi possono includere:

1. Maggiore è la larghezza della saldatura, migliore è il trasferimento dell'energia vibrante per unire il cavo e il connettore. Tuttavia, come ci sono limitazioni per il connettore, ci sono anche limitazioni relative alla dimensione del sonotrodo (strumento vibrante). Inoltre, più ampia è la larghezza della saldatura, più possono verificarsi incisioni dei fili nell'area di transizione della saldatura. La superficie del connettore, la forma geometrica e l'orientamento della saldatura aumenteranno ulteriormente le sfide.
2. Più grande è il cavo da terminare, più grandi devono essere la potenza del generatore e la forza di saldatura. Per cavi di dimensioni pari a 150mm², abbiamo bisogno di generatori con potenza superiore a 10kW e forze fino a 8000 newton. Una forza così elevata non è sostenibile per i dispositivi di saldatura convenzionali, se non si tratta di una forza diretta sull'area di saldatura. Altrimenti, una significativa inflessione del sonotrodo rende impossibile creare una qualità di saldatura coerente tra il cavo e il connettore.

3. I dispositivi di saldatura convenzionali consentono un solo orientamento e quindi creano limitazioni per i connettori di diverso design e per l'orientamento della saldatura. PowerWheel® di Telsonic consente una maggiore libertà di accesso ai pezzi da saldare, grazie all'orientamento degli utensili e alle vibrazioni, creando una soluzione per ognuna di queste sfide. L'orientamento degli attrezzi di PowerWheel® consente di saldare su superfici altrimenti difficili da raggiungere con la saldatura tradizionale.

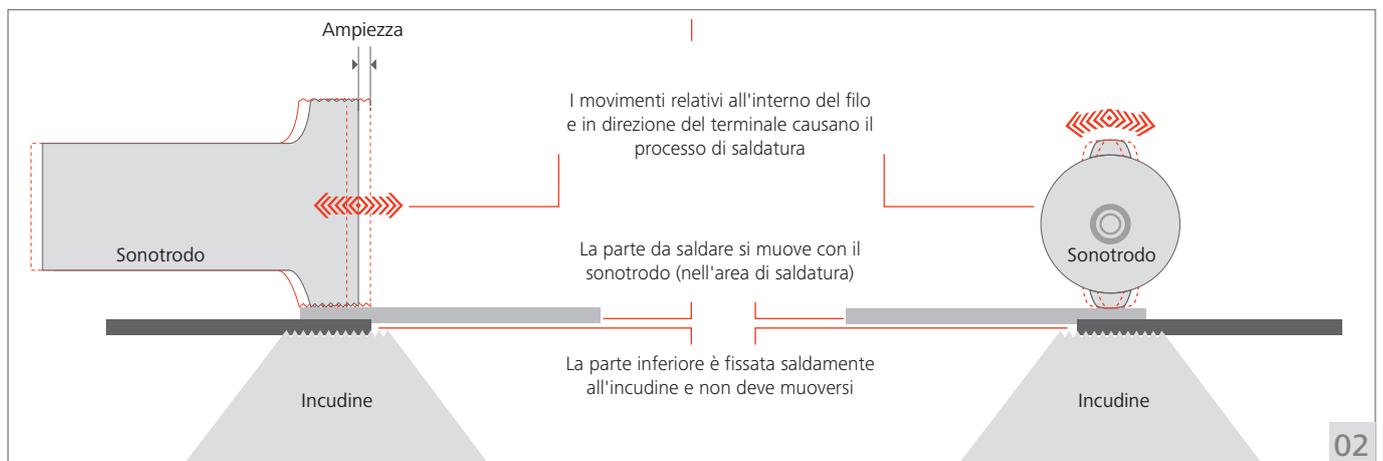
4. Anche se non è presente nessuna delle sfide di cui sopra, c'è sempre un criterio di qualità che può essere un problema da soddisfare. Il movimento relativo del sonotrodo, noto come ampiezza, è il modo in cui si crea lo sfregamento/attrito tra l'interfaccia delle parti. (Vedere immagine 2). L'ampiezza della saldatura convenzionale è più alta nell'area di transizione della saldatura. Questo può essere un problema quando si saldano cavi più grandi con una larghezza di saldatura prestabilita e una potenza e una forza elevate. L'ampiezza più elevata vicino all'inizio della goccia di saldatura provoca l'incisione dei fili del cavo a causa dell'estrusione estrema dei fili (vedere immagine 1).



01 Fili rotti o tagliati

Processo di saldatura lineare

Processo di saldatura torsionale (PowerWheel®)



02

Come funzionano la saldatura lineare e torsionale

L'immagine 2 illustra le basi del funzionamento della saldatura longitudinale (lineare) ed è essenziale per comprendere le differenze tra la saldatura longitudinale tradizionale e l'innovativa tecnologia di saldatura PowerWheel® di Telsonic.

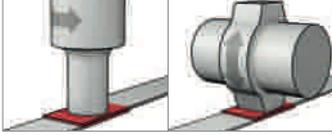
- Il termine 'ampiezza' descrive l'estensione del movimento del sonotrodo – espansione e contrazione.
- L'ampiezza è correlata all'effetto di sfregamento all'interfaccia del cordone di saldatura. Questo movimento, in combinazione con la pressione, è responsabile del processo di saldatura.

Principali differenze nella saldatura lineare e torsionale (Tabella 1)

Descrizione	Sistema lineare	SONIQTWIST® (TSP) PowerWheel®	Vantaggi
Forza di compressione	Forza indiretta Forza di compressione massima 5000 N	Forza diretta Forza di compressione fino a 8000 N Più alta al centro	La forza diretta e l'ampiezza più elevata al centro della saldatura consentono saldature di dimensioni maggiori con una vibrazione delicata
Ampiezza	Inflessione del gruppo del trasduttore a causa della forza di compressione Più alta alla fine del corno	Più alta al centro	Meno sollecitazioni nell'area di transizione



Lineare



SONIQTWIST® PowerWheel®

PowerWheel® per le terminazioni dei cavi

La tecnologia di saldatura PowerWheel® utilizza un concetto innovativo per far vibrare il sonotrodo, il quale viene stimolato da un oscillatore torsionale. Grazie a una potenza di saldatura scalabile tra 7,2 kW e 14,4 kW, è possibile selezionare la potenza di saldatura ottimale per ogni applicazione. La tecnologia torsionale consente di saldare saldature di dimensioni maggiori, barre collettrici, terminali 3D, forme più geometriche, aree di giunzione irraggiungibili e applicazioni in cui è richiesta una vibrazione delicata. Questo ha ampliato in modo significativo lo spettro di applicazioni degli ultrasuoni. Molte applicazioni di giunzione che prima erano impossibili con la saldatura longitudinale convenzionale sono ora possibili.

Vantaggi della tecnologia di saldatura PowerWheel®

Si possono realizzare saldature più strette e più alte fino al 30% rispetto a quelle prodotte da un sistema lineare. Questo implica spesso un notevole risparmio sia di materiale che di spazio necessario per posizionare l'assieme. Un ulteriore vantaggio è rappresentato dal fatto che i collegamenti terminali più spessi possono essere saldati con grande forza. La saldatura avviene con un movimento oscillante e rotatorio direttamente sopra la superficie di saldatura. Di conseguenza, la massima ampiezza è sempre al centro della superficie di saldatura e l'energia è diretta e concentrata all'interno della superficie di saldatura. Con una forza diretta sull'interfaccia di saldatura e un'ampiezza minore nell'area di transizione della goccia di saldatura, il dispositivo di saldatura può trasmettere più energia per un cavo più grande, perché il danno ai cavetti è minimo, se non nullo. Grazie al movimento torsionale del sonotrodo, non c'è praticamente alcun carico sull'ambiente circostante la zona di saldatura a causa degli ultrasuoni. Il processo torsionale è quindi particolarmente adatto alle applicazioni sensibili, dove le vibrazioni al di fuori della zona di saldatura potrebbero causare danni. La lentezza della propagazione delle vibrazioni lungo l'asse del cavo rende PowerWheel® più indicato per i cavi più corti. Spesso si teme che i cavi corti vengano saldati su entrambi i lati, poiché la vibrazione della seconda saldatura potrebbe indebolire la prima. Gli studi sono stati condotti nel 2011 per cavi da 50 mm² lunghi 180 mm, utilizzando PowerWheel®. I risultati hanno mostrato che non è stata riscontrata alcuna differenza nella resistenza della saldatura di entrambe le estremità del cavo. Inoltre, la resistenza meccanica era superiore di circa il 30% rispetto a quella ottenuta con il processo longitudinale tradizionale.

I sonotrodi standardizzati PowerWheel® di Telsonic sono ottimizzati per i fili di rame e alluminio, soddisfano i requisiti degli OEM e dei produttori di cablaggi, nonché lo standard USCAR 38 (specifiche di prestazione per le terminazioni dei cavi saldate a ultrasuoni). Come per la saldatura a ultrasuoni convenzionale, il sistema PowerWheel® è altresì in grado di saldare tutti i metalli non ferrosi.

I vantaggi della saldatura PowerWheel® in sintesi

- Potenza massima fino a 8 kN con 14,4 kW
- Per cavi di grande diametro, terminali grandi/capicorda tubolari
- Saldatura di cablaggi in rame fino a 160 mm²/200 mm² di alluminio
- Saldature più strette fino al 30%
- Compressione del filo notevolmente migliorata
- Eccellenti resistenze di saldatura
- Direzioni di saldatura regolabili per l'alimentazione universale
- Ottima accessibilità alla zona di saldatura



Apparecchiatura richiesta

Come la saldatura a ultrasuoni convenzionale, le saldatrici torsionali a ultrasuoni hanno un generatore, un convertitore e un sonotrodo. A differenza dei sistemi convenzionali, tuttavia, il sonotrodo non oscilla in senso longitudinale, ma torsionale, riducendo così le sollecitazioni sulle parti. Allo stesso tempo, è possibile far passare una potenza ultrasonica fino a 14,4 kW attraverso il sonotrodo. Di conseguenza, le vibrazioni elettriche formate da un generatore nei processi torsionali vengono trasmesse a un trasformatore di vibrazioni PZT per essere convertite in vibrazioni meccaniche attraverso un effetto piezoelettrico. La conversione delle vibrazioni lineari generate in movimento torsionale avviene assemblando i componenti acustici nella testa vibrante SONIQTWIST® in un ordine particolare.

Il nuovo sistema di saldatura di metalli a ultrasuoni PowerWheel® Telso®Terminal TT7 è versatile e può essere usato per varie applicazioni, tra cui l'assemblaggio di cavi e la produzione di batterie. Le sue applicazioni includono i cavi HV, i terminali di batterie, i terminali 3D, le barre collettrici e i connettori di celle, che vengono saldati in un'ampia varietà di design.

Basato su un design compatto e moderno, questo sistema modulare offre una serie di vantaggi tra cui un eccellente controllo del processo grazie all'uso della tecnologia digitale, interfacce standard per il collegamento in rete digitale e una facile integrazione negli impianti di automazione. Il nuovo sistema incorpora anche l'ultima versione della tecnologia di saldatura PowerWheel® di Telsonic come caratteristica standard, la quale garantisce la massima affidabilità e il controllo ottimale del processo per saldare sezioni di cavi metallici fino a 200 mm².

Tecnologia di saldatura PowerWheel® per la terminazione di cavetti – Casi di applicazione reali

1. Larghezza di saldatura ridotta senza danneggiare i fili sottili del cavo

Nell'applicazione mostrata nell'immagine 5, un cavo ProEVTM di alta qualità da 35 mm² è saldato a un connettore Rosenberger, che offre uno spazio limitato per un cavo di quelle dimensioni. Il cavo ProEVTM è stato scelto per questa applicazione grazie alla sua elevata flessibilità. Tuttavia, la larghezza di saldatura disponibile di 10 mm rispetto a 11 mm e i fili flessibili più sottili hanno presentato alcune sfide. Era necessaria una soluzione in grado di fornire una saldatura su uno spazio più piccolo, dove si potesse ottenere la compressione di saldatura richiesta senza danneggiare i fili più sottili nella zona di transizione della saldatura.

Soluzione:

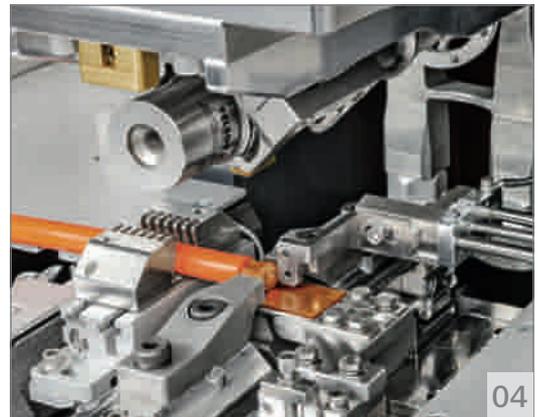
Il sistema di saldatura torsionale PowerWheel® è stato utilizzato per ottenere una saldatura di qualità superiore tra il cavo flessibile ProEVTM da 35 mm² e il connettore con 10 mm di larghezza. Il design e la configurazione degli utensili dovevano essere organizzati per compensare la forza di serraggio limitata dovuta al raggio del connettore ereditato. Questa soluzione di design e configurazione degli utensili ha permesso di ottenere un'energia di saldatura sufficiente per ottenere una saldatura di qualità.

2. L'area di saldatura è fuori portata

Il terminale SQ4 a 90° è realizzato in lega di rame C15100 senza placcatura nella zona di saldatura. Questa applicazione richiedeva di saldare sia cavi da 35 mm² che da 50 mm². La larghezza della lama del terminale per 50 mm² è stata cambiata da 13 mm a 18 mm per consentire saldature con larghezza pari a 15 mm. Questo permette anche una larghezza di serraggio di 1,5 mm su ogni lato del terminale in caso di utilizzo di sonotrodi da 15 mm. Tuttavia, l'altezza del connettore di circa 17 mm ha rappresentato una sfida per il gioco del sonotrodo nei processi convenzionali di saldatura a ultrasuoni longitudinale. Non è fisicamente possibile progettare un sonotrodo lineare che possa superare l'altezza di 17 mm e fornire allo stesso tempo in modo efficiente la frequenza di 20 kHz richiesta.

Soluzione:

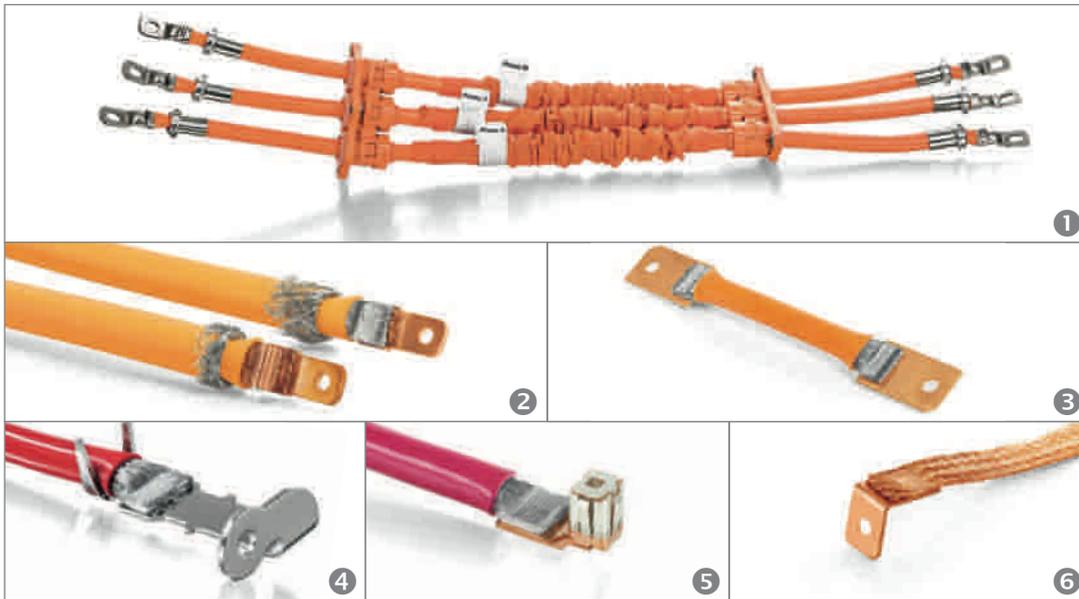
Il sistema torsionale PowerWheel® è stato utilizzato per superare l'altezza del connettore e ottenere una saldatura di qualità superiore sia per i cavi da 35 mm² che quelli da 50 mm² con il terminale SQ4. L'orientamento del sonotrodo permette il gioco con il terminale a 90° e fornisce un'energia di saldatura adeguata per ottenere una saldatura di qualità senza danneggiare i fili più sottili nella zona di transizione o il connettore stesso grazie all'applicazione più delicata delle vibrazioni.



04 Area di saldatura PowerWheel® TT7

05 Cavo ProEVTM, prodotto da Promark Electronics una divisione di ECI, saldato su un connettore maschio Rosenberger argentato.

06 Terminale SQ4 a 90° saldato su un cavo da 50 mm²



3. Altri esempi di applicazioni impegnative

Di seguito sono riportate alcune applicazioni e sfide aggiuntive nella saldatura a ultrasuoni di terminali su cavetti che il sistema Telsonic PowerWheel® può affrontare:

- ❶ Set di cavi ad alta tensione con capicorda tubolari – La saldatura è collaudata con PowerWheel®
- ❷ Cavi schermati – è possibile utilizzare cavi più grandi, fino a 200 mm², in un'area di saldatura più piccola, quando ci sono restrizioni sulla superficie del connettore
- ❸ Cavi corti saldati su entrambi i lati – Saldare entrambe le estremità di un cavo corto mediante saldatura lineare potrebbe consentire alle vibrazioni della seconda saldatura di rompere la prima. La saldatura torsionale influisce molto meno sulle vibrazioni e, pertanto, rende possibile la saldatura di cavi corti fino a 4 pollici
- ❹ Terminale 3D – PowerWheel® offre il vantaggio di un maggiore accesso all'area di saldatura
- ❺ Terminali per cassette di sicurezza ad alta potenza con cavo Al – Il terminale Royal Power Solutions, SQ4, in questo caso è alto circa 17 mm.
PowerWheel® è il metodo per accedere all'area di saldatura.
- ❻ Terminale a due fili intrecciati – I fili intrecciati hanno fili eccezionalmente sottili che possono essere danneggiati senza la leggera vibrazione torsionale.

Il mercato innovativo e in rapida crescita degli EV richiede soluzioni nuove e in via di sviluppo per le sfide future. La saldatura torsionale è diventata un processo di giunzione importante nell'industria. Oltre alle soluzioni per le terminazioni dei cavi della batteria con una varietà di connettori, la tecnologia ha fornito soluzioni di saldatura per il controllo del peso degli EV, l'imballaggio delle batterie, le barre collettrici, la produzione di batterie e l'elettronica di potenza. Le capacità applicative si sono ampliate al di là di quanto immaginato in precedenza. Mentre i progettisti di prodotti e gli ingegneri di processo continuano a familiarizzare con il processo di saldatura torsionale e le sue capacità, la tecnologia è posizionata in modo da contribuire a spingere l'industria degli EV a livelli ancora più alti.



06 Saeed Mogadam,
TELSONIC Solutions,
LLC