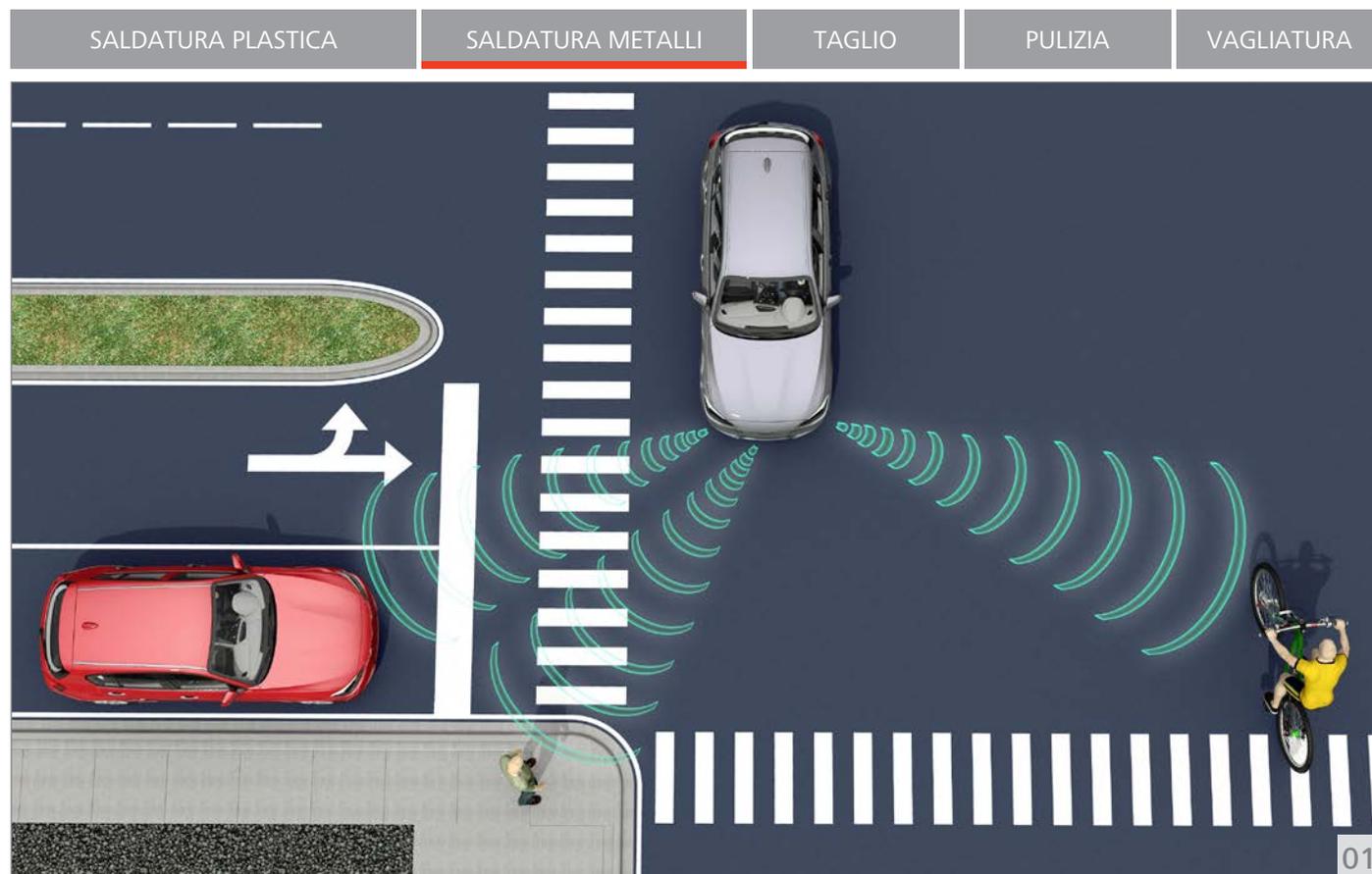


## Tecnica dei collegamenti affidabile per la guida autonoma

Saldatura a ultrasuoni per processi veloci con pieno controllo



Bronschhofen (CH), 10/2020

Guida autonoma – per molto tempo sembrava essere fantascienza. Ora sta diventando sempre più una realtà. Nei prossimi 10 anni, l'andare in automobile come lo conosciamo oggi cambierà più di quanto lo abbia fatto negli ultimi 30 anni. Sempre più sensori e sistemi di telecamere fanno il loro ingresso nei moderni veicoli a motore. Tuttavia, possono funzionare tutti solo se sono collegati in modo affidabile alle unità di controllo e regolazione. Il cablaggio diventa così una componente chiave. La saldatura a ultrasuoni è un processo pratico per collegare i singoli cavetti l'uno all'altro o a un terminale. Garantisce tempi di processo brevi, offre ampie opzioni per il controllo del processo e i sistemi possono essere progettati in modo tale da evitare in anticipo costosi scarti.

Al termine dello sviluppo, il veicolo autonomo renderà superfluo il conducente umano. Gli esperti hanno suddiviso il percorso verso questo obiettivo in cinque livelli successivi di autonomia: guida assistita, semiautomatizzata, altamente automatizzata, completamente automatizzata e completamente autonoma. Passo dopo passo, le persone sono sempre più sollevate da responsabilità, e alla fine tutti, all'interno dell'auto, saranno passeggeri e non sarà più necessaria la patente di guida. I primi



- 01 I sensori e i sistemi di telecamere consentiranno in futuro la guida autonoma
- 02 Conduttori saldati a ultrasuoni in varie combinazioni di materiali (Cu-Cu, Cu-Al, Al-Al)

due livelli di automazione sono ora offerti di serie da tutte le marche di veicoli. I livelli tre e quattro sono in fase di test, la produzione in serie è parzialmente in preparazione e sono in corso i primi test per il quinto livello.

## La sicurezza è la massima priorità

La sicurezza e l'affidabilità rivestono la priorità assoluta. Qualsiasi pericolo per i passeggeri del veicolo e per gli altri utenti della strada deve essere evitato in modo sicuro. Per raggiungere il livello di sicurezza necessario, i produttori utilizzano quindi due approcci, simili a quelli utilizzati nella tecnologia aeronautica: tecnologia affidabile e ridondanza.

La procedura corrispondente è definita nella norma ISO 26262. L'attuazione della norma ha lo scopo di garantire la sicurezza funzionale dei sistemi e dei componenti elettrici ed elettronici del veicolo a motore. I produttori di automobili richiedono quindi anche dichiarazioni sull'affidabilità della tecnologia e della produzione del cablaggio, perché i migliori sensori e telecamere sono inutili se non sono collegati in modo affidabile alle unità di controllo e di regolazione.

## Saldatura di metalli a ultrasuoni

Se i singoli cavetti devono essere collegati tra loro o a un terminale, la saldatura a ultrasuoni deve essere collaudata e affidabile. Il collegamento puramente metallico non è soggetto a invecchiamento o affaticamento e, secondo molti OEM (produttori di apparecchiature originali) e assemblatori di cavi, ad oggi non sono noti guasti spontanei. La connessione ad accoppiamento di materiali assicura inoltre resistenze di contatto molto basse. È possibile unire materiali uguali e diversi, ad es. rame e alluminio (Fig. 2 e 3). Non sono necessari ulteriori materiali di consumo come manicotti, leghe per saldatura o fondenti, perché i metalli sono saldati direttamente tra loro. A ciò si aggiungono i brevi tempi di processo e la sollecitazione termica ridotta sulle parti dei giunti. Le proprietà del materiale non cambiano e anche i materiali adiacenti, ad esempio gli isolamenti, rimangono intatti. Inoltre, un controllo continuo del processo è facilmente realizzabile. Le parti difettose vengono riconosciute e scartate. A seconda del livello di automazione dell'impianto, è possibile smaltire immediatamente le parti difettose ed evitare errori conseguenti.

## Le migliori pratiche per giunti saldati con ultrasuoni affidabili

Nonostante il controllo del processo e il rilevamento degli errori, è necessario osservare la procedura corretta durante la progettazione dei punti di connessione e la preparazione per la produzione. Da un lato, gli standard industriali USCAR38 (Fig. 4, collegamenti tra cavetti e terminali) e USCAR45 (Fig. 2, collegamenti tra cavetti) della SAE international (Society of Automotive Engineers) costituiscono la base. Dall'altro, anche molti fornitori di automobili e assemblatori di cavi hanno le proprie norme e linee guida che devono essere prese in considerazione.

Il punto di giunzione deve essere progettato in modo da resistere a sollecitazioni meccaniche, termiche ed elettriche durante il funzionamento del veicolo per tutta la sua durata di vita. Ad esempio, il numero dei cavetti da unire ha un ruolo importante, perché al di sopra di un certo numero, l'inserimento diventa difficile. I cavetti inseriti in modo errato vengono riconosciuti dal controllo di processo come una saldatura errata, ma per evitare questo scarto, un numero massimo di otto conduttori si è dimostrato una buona soluzione nella pratica. In tal caso, la sezione trasversale più piccola del conduttore deve essere almeno il 7% della sezione totale; con dimensioni inferiori a 5mm<sup>2</sup> il 9%, in modo che i cavetti mancanti possano essere rilevati in modo affidabile. La sezione trasversale più grande deve essere al massimo tre volte più grande della più piccola.

Un caso particolare nella saldatura di cavetti, che in linea di principio può essere evitata con un corretto inserimento o con ausili di alimentazione, ma che dovrebbe



03



04



05

03 Bulloni di rame e viti prigioniere in rame nichelato saldati su una sbarra collettrice in alluminio

04 Cavo ad alto voltaggio con terminali in rame nichelato

05 Contatti a spina a corrente forte

comunque essere evitata già in fase di progettazione, è la struttura simmetrica del nodo. Se due o quattro conduttori con la stessa sezione trasversale sono saldati uno accanto all'altro invece che in modo sovrapposto, si può verificare un nodo diviso verticalmente in due parti. Questo può essere facilmente evitato con un nodo strutturato in modo asimmetrico.

### Selezione dei materiali, logistica e confezionamento

La scelta del materiale ha una grande influenza sulla qualità della saldatura. I più adatti sono il rame, con almeno il 99,9% di purezza (Cu-ETP, Cu-OFE) e l'alluminio con almeno il 99,5% di purezza (1050A, 1350A, 1370A, ciascuno con una condizione di materiale H112, rispettivamente O o F). Le contaminazioni con il piombo o con rivestimenti con lo stagno hanno un effetto negativo. Lo stesso vale per quantità maggiori di oli di estrazione e additivi su e tra i singoli fili. Se i conduttori in alluminio vengono saldati su terminali in rame, una nichelatura chimica con spessore da 3 a 6 µm dei terminali garantisce un'elevata resistenza dei collegamenti. In linea di massima i punti da collegare devono essere il più possibile privi di olio, grasso, agenti protettivi e sporcizia. La corretta conservazione del materiale è direttamente correlata a questo. Le alte temperature e i lunghi periodi di conservazione portano a un aumento dell'ossidazione, a un accumulo degli oli di trafilatura presenti in tutti i cavi nel punto più basso e a depositi di plastificanti sui conduttori dei cavetti. Tutti questi effetti hanno un'influenza negativa sulla qualità della saldatura e portano a scarti evitabili. Con il TLF0100, la ZVEI (Associazione Tedesca dei Costruttori Elettrici ed Elettronici) offre una guida tecnica con note applicative per i cavi automobilistici. I produttori di cavi coinvolti raccomandano, tra l'altro, una conservazione di massimo sei mesi a temperature comprese tra +15 e +35°C in un luogo asciutto e protetto dagli agenti atmosferici senza luce solare diretta e senza influssi UV. Naturalmente i cavi e i giunti devono essere protetti da eventuali danni durante la conservazione e il trasporto.

La produzione dei cablaggi è un processo semiautomatico. Il personale addestrato carica e scarica gli impianti di saldatura e avvia il processo. Talvolta i terminali vengono anche alimentati automaticamente, ad es. nel caso di contatti MAK ad alta corrente (Fig.5). È necessario eseguire un lavoro pulito, sia nella preparazione dei materiali che durante l'intero processo. Si deve evitare la contaminazione delle parti dei giunti, ad esempio indossando dei guanti. I cavi preparati devono essere spellati solo parzialmente. L'isolamento viene rimosso completamente solo poco prima di essere inserito nell'area di saldatura. Sono comuni anche dei test applicativi all'inizio di un nuovo lotto di produzione e poi a intervalli regolari a campione. Anche i cambiamenti nella catena di fornitura possono determinare cambiamenti nelle proprietà dei materiali e devono essere verificati nell'applicazione. Un sistema di gestione degli utenti e dei diritti garantisce che solo il personale addestrato apporti modifiche ai parametri di produzione.

### Riproducibilità e documentazione

Per un processo stabile, le parti dei giunti devono essere inserite in modo riproducibile. A tal fine sono disponibili apposite maschere e battute. Ovviamente gli impianti devono essere sottoposti a una buona manutenzione, devono essere utilizzati solo pezzi di ricambio originali e gli ausili tecnici, come ad es. i dispositivi di taglio per pezzi di scarto e gli ausili di alimentazione, non devono essere manipolati o spenti. I moderni impianti di saldatura consentono di effettuare un test dell'articolo e dell'età della parte di giunzione. Tutti i dati di saldatura vengono registrati e possono essere salvati su un'unità di rete. È altresì possibile l'elaborazione completa dell'ordine mediante l'integrazione in un sistema MES di livello superiore come il 4Wire CAO di DiIT.

Se gli utenti tengono conto di tutti questi punti già in fase di progettazione, sono possibili ottimizzazioni che eviteranno in seguito scarti e problemi nella produzione del cablaggio. Gli ingegneri applicativi di Telsonic saranno lieti di offrirvi una consulenza. Lo specialista degli ultrasuoni ha già oltre 40 anni di esperienza in questo campo. Offre soluzioni su misura specialmente per la saldatura di metalli e supporta gli utenti dalla fase di progettazione all'integrazione, in modo che la soluzione si adatti perfettamente all'applicazione.

di Christian Huber, Product Manager, TELSONIC AG (Svizzera) e Ellen-Christine Reiff, ufficio redazione Stutensee



06 Christian Huber, Product Manager, TELSONIC AG, Svizzera