

Saldare con la luce

Il LASER è un fenomeno (normalmente definito una tecnologia) scoperto nel secolo scorso, ma concretamente usato a partire dagli inizi degli anni '60. In meno di 50 anni si è affermato come base per numerose applicazioni, che oggi hanno raggiunto livelli di sofisticazione molto elevate, ulteriormente sviluppabili negli anni a venire

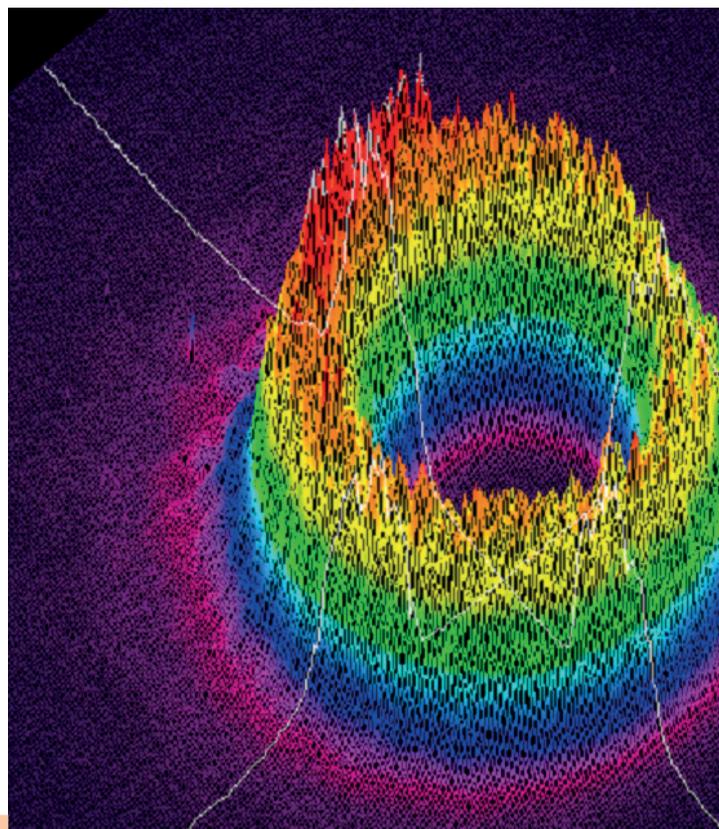
di Alberto Ghirelli (Proxima)

A dottando opportuni materiali ed accorgimenti che sfruttano determinate leggi fisiche, è possibile produrre quello che comunemente è detto “fascio laser”: nella sostanza una luce ovvero una ben definita onda elettromagnetica. Non si tratta però di una onda elettromagnetica comune, bensì di una radiazione che presenta la caratteristica di realizzare un flusso di tipo “coerente” sia dal punto di vista spaziale che temporale.

Da tale caratteristica derivano due aspetti importanti:

- il primo, di essere “monocromatico”, quindi di essere caratterizzato da un ristretto insieme di lunghezze d'onda che, a seconda del tipo di materiali impiegati, possono spaziare dall'infrarosso sino all'ultravioletto;
- il secondo, di essere “collimato”, quindi composto da un insieme di sotto elementi paralleli ed unidirezionali.

In modo particolare la seconda di queste due proprietà, ovvero la collimazione, si traduce nella capacità del LASER di veicolare energia con una densità (energia/superficie) molto più elevata rispetto ad una fonte di luce tradizionale.



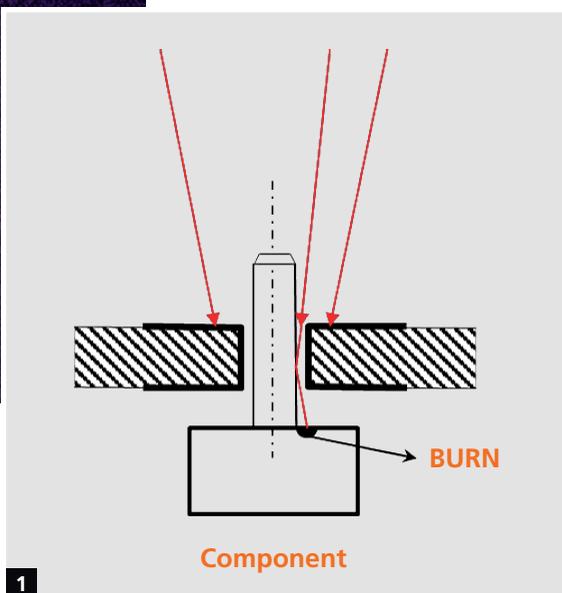
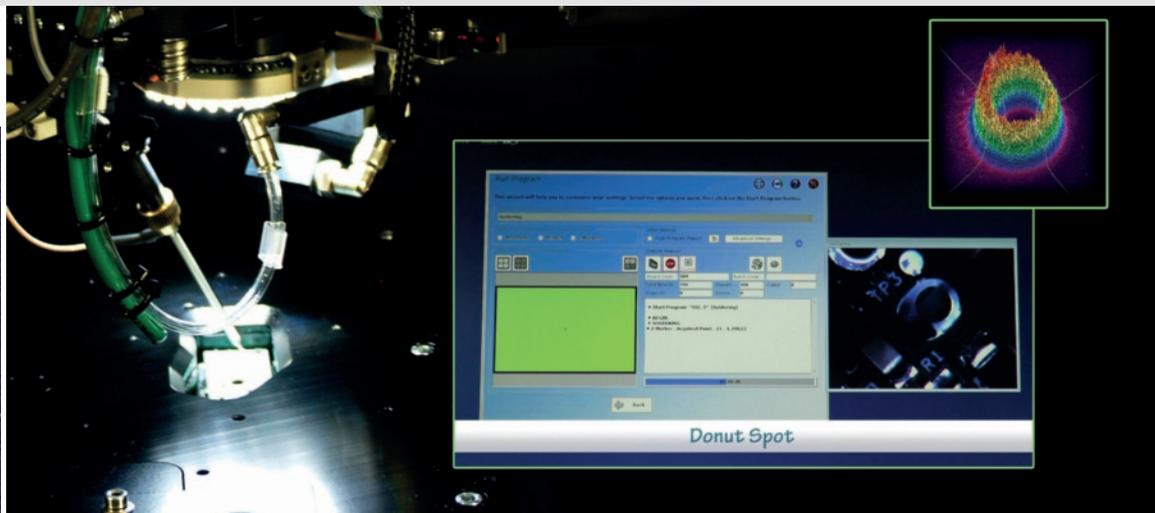
In altre parole, una sorgente LASER può essere considerata come una fonte di energia veicolabile senza alcun contatto sul target (aree molto piccole e definite).

La scelta della corretta lunghezza d'onda della sorgente permette di ottimizzare il fascio in funzione del processo e dei materiali coinvolti, per realizzare la miglior trasmissione e favorire l'assorbimento dell'energia da parte del target.

All'uscita della sorgente il fascio LASER può essere convogliato mediante le fibre ottiche, oppure per mezzo di un sistema di specchi, che possono essere fissi o mobili, attuati tramite galvanometri, per deflettere il fascio dove necessario. Un elemento fondamentale è costituito dall'ottica, che ha il compito di focalizzare lo spot con la forma e nel modo desiderato.

Tecnologie per l'assemblaggio di PCBA

Nell'evoluzione delle tecnologie che riguardano i componenti elettronici e l'assemblaggio delle schede che li utilizza-



1 Fascio LASER dalla verticale –
Danneggiamento del componente

no, nel corso degli ultimi decenni si è assistito alla graduale riduzione dei componenti THT (Through Hole Technology) ovvero quelli che necessitano di un foro nel circuito stampato e relativo reoforo inserito al suo interno, in favore di quelli a montaggio superficiale (SMD). I vantaggi presentati da quest'ultima tecnologia sono innumerevoli, e questo è un dato di fatto, i cui motivi sarebbe fuori luogo trattare in questa sede. È però una realtà che, benché talvolta auspicata da molti, la completa eliminazione dei componenti e della tecnologia THT non sia mai avvenuta.

Chiunque assembli schede elettroniche sa benissimo che in varia misura deve e dovrà affrontare la problematica di

montare e saldare sulle schede alcuni componenti THT, talvolta solo connettori, e soprattutto che spesso dovrà farlo velocemente (soprattutto se si parla di schede prodotte in alti volumi) e con precisione, garantendo di non danneggiare quanto sulla scheda è già presente e di non deteriorare la qualità dell'oggetto che sino a quel momento è stato interessato da processi di assemblaggio sicuramente meno critici e contraddistinti fisiologicamente da alte rese.

Più recentemente, inoltre, è andata diffondendosi la progettazione, e conseguente necessità produttiva, di oggetti costituiti da una o più schede elettroniche inserite all'interno di contenitori, in genere di materiale plastico o resine (costampato); in questo caso, spesso l'unione fra elettronica ed oggetto costampato è realizzata tramite linguette metalliche, che realizzano la connessione meccanica ed elettrica fra le parti, da inserire e saldare al pari di reofori THT fra gli elementi interessati. Spesso questi elementi di giunzione sono di sezione ragguardevole, dovendo veicolare correnti di intensità elevata.

Il LASER e la saldatura selettiva per l'elettronica

Le sfide che la produzione di schede elettroniche è chiamata ad affrontare sono di difficoltà sempre crescente.

Anzitutto a causa dei volumi, che in taluni settori raggiungono cifre veramente ragguardevoli, obbligando a tempi ciclo incessanti; gli obiettivi qualitativi, che impongono non solo alte rese dei processi, ma la produzione di dispositivi finali in grado di resistere per anni a sollecitazioni meccaniche, termiche ed elettriche decisamente importanti; necessità di layout, peso e design che obbligano a segregare l'elettronica in posizioni e contenitori complessi e scarsamente gestibili all'interno di sistemi di saldatura convenzionali.

Infine, per reggere all'impatto di tutte queste sfide tecnologiche pur contenendo i costi, diviene strategica l'adozio-

ne di impianti e tecnologie di produzione altamente automatizzabili. In questo scenario si deduce facilmente che il LASER presenta alcune intrinseche caratteristiche che ne fanno una tecnologia molto interessante per poter essere impiegato come base per realizzare un sistema di “saldatura selettiva” nell’ambito del completamento di schede elettroniche assemblate.

In particolare, emergono alcune considerazioni fondamentali:

- la non necessità di avere un contatto con il punto ove deve essere eseguita la brasatura;
- l’agilità di poter in tal modo accedere facilmente anche a schede molto disagate dal punto di vista dell’accessibilità e per la vicinanza di componenti adiacenti;
- la possibilità di operare su schede con la parte bottom rivolta verso l’alto (cosa non rara in talune linee automatiche);
- la possibilità di modulare la quantità di energia e variare la superficie sulla quale distribuirla in funzione del singolo punto da trattare;

- la capacità di implementare un processo che, una volta messo a punto, sia altamente affidabile e ripetibile;
- la flessibilità nell’adattarsi alle esigenze produttive senza necessità di attrezzature complementari

Sono solo alcune delle ragioni che depongono a favore della sua applicazione.

Affrontare la progettazione di un siffatto sistema obbliga a considerare una serie di problematiche, alcune delle quali possono essere risolte su base progettuale, altre solo con il compendio di una base sperimentale.

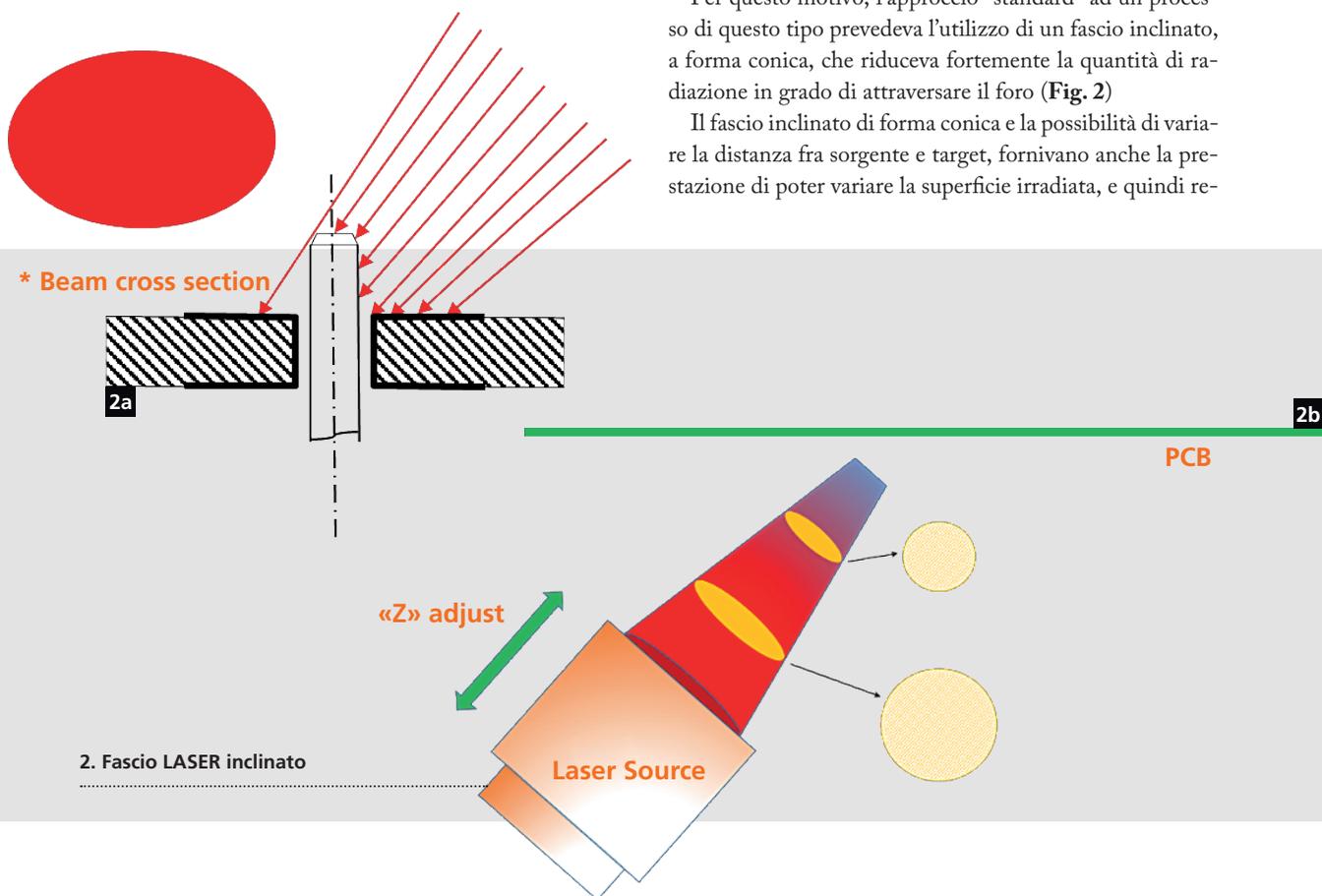
Il LASER e la saldatura selettiva per l’elettronica: una tecnologia in continua evoluzione

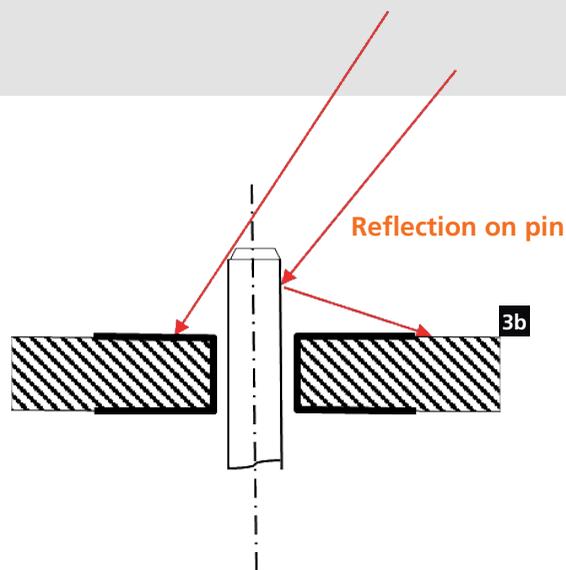
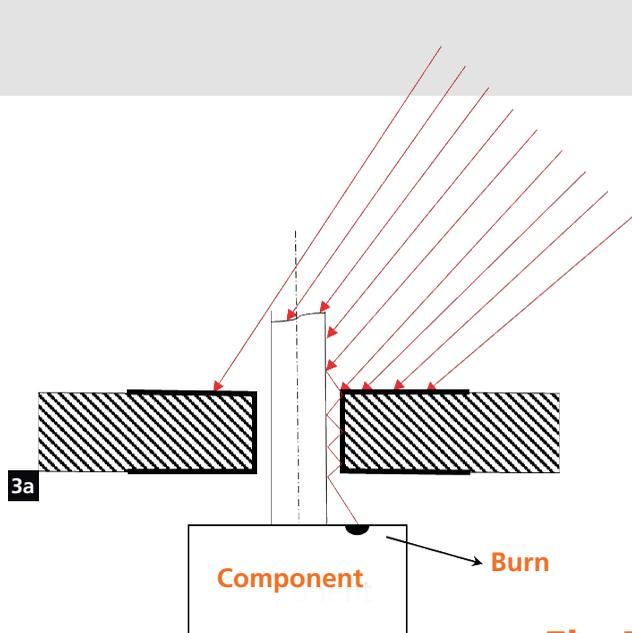
In passato, l’approccio alla saldatura LASER selettiva, aveva già scartato la possibilità di utilizzare un fascio proveniente dalla verticale del giunto da realizzarsi a causa di una serie di controindicazioni. In particolare, l’impossibilità di eliminare la componente di fascio che, per forza di cose, transitava nell’esiguo spazio fra reoforo e pareti del foro, investendo e quindi danneggiando il componente posto sul lato opposto (Fig. 1).

Per questo motivo, l’approccio “standard” ad un processo di questo tipo prevedeva l’utilizzo di un fascio inclinato, a forma conica, che riduceva fortemente la quantità di radiazione in grado di attraversare il foro (Fig. 2)

Il fascio inclinato di forma conica e la possibilità di variare la distanza fra sorgente e target, fornivano anche la prestazione di poter variare la superficie irradiata, e quindi re-

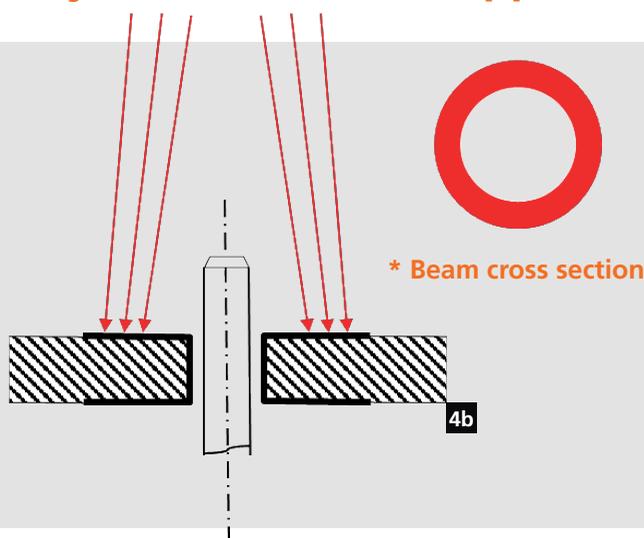
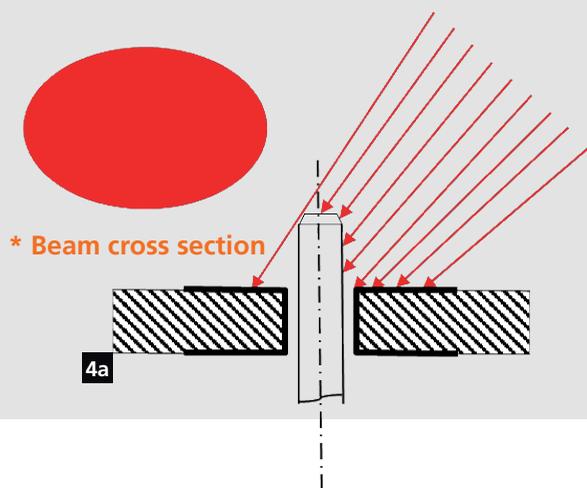
STANDARD approach





FireFly Next innovative approach

STANDARD approach



3. Potenziali danneggiamenti presenti anche con il LASER inclinato

4. A sinistra il principio del cosiddetto approccio Standard, a destra quello Innovativo di FireFly Next

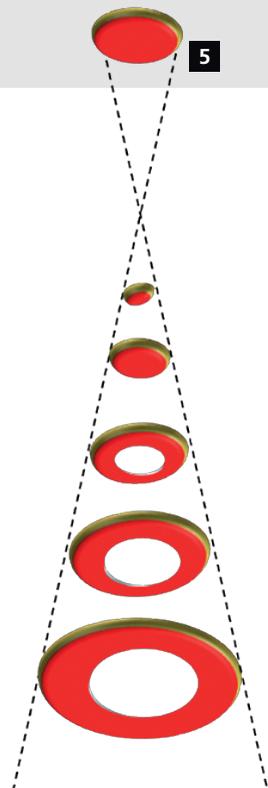
golare i parametri di processo. Benché a questo principio fossero anche applicate sofisticate tecnologie di controllo, in particolare per compensare la deformazione dei singoli PCB mediante un sensore LASER di distanza fra sorgente e scheda, un pirometro per ottenere un feedback relativo all'andamento del profilo ed un dispensatore del filo di stagno provvisto di sensore per fornire in modo ripetibile la corretta quantità di materiale di apporto, il risultato non era comunque immune da alcuni vizi di base.

In particolare, non esisteva la garanzia di evitare il danneggiamento del componente. Malgrado fossero ridotte al minimo, ancora potevano accadere combinazioni nelle quali parte dell'energia emessa sotto forma di radiazione LASER riusciva ad attraversare il foro, raggiungendo il componente montato sul lato opposto. Così come talvolta, la porzione di fascio che obbligatoriamente colpiva il reoforo, poteva da quest'ultimo essere riflessa, per raggiungere il bordo della piazzola e danneggiare il PCB ed il solder mask adiacenti. (Fig. 3).

L'analisi dei risultati e l'esperienza sul campo hanno portato a puntare il dito per identificare i problemi di questo approccio standard su due caratteristiche della soluzione: da una parte l'inclinazione del raggio LASER (causa della riflessione sul reoforo), dall'altra sulla forma della sua sezione, in particolare sul fatto che l'impronta del fascio fos-

Z Axis

5. Donut Shape
con diametro variabile



se un ovale a sezione piena (causa primaria della “infiltrazione” di energia nel foro).

Per questo motivo lo studio si è concentrato sulla parte ottica, con il fine di realizzare un fascio vuoto al centro (una corona circolare denominata “donut beam shape”) che quindi, potendo essere immune dal problema del passaggio attraverso il foro, permettesse di tornare alla posizione perfettamente verticale del fascio rispetto al target (Fig. 4).

In sostanza si è deciso di ottimizzare la forma del fascio LASER per poter investire con l'energia la sola corona di rame, da una direzione verticale, riducendo grandemente la possibilità di riflessioni non volute sul reoforo ed al con-

tempo ottenendo l'assenza di radiazione che potesse attraversare il foro stesso (Fig. 5).

Dal punto di vista della direzione del fascio LASER, occorre notare che la sua forma, stabilita dall'ottica e creata per adattarsi alle comuni piazzole e fori presenti sui circuiti stampati, non è convergente verso la piazzola, bensì divergente (Fig. 6).

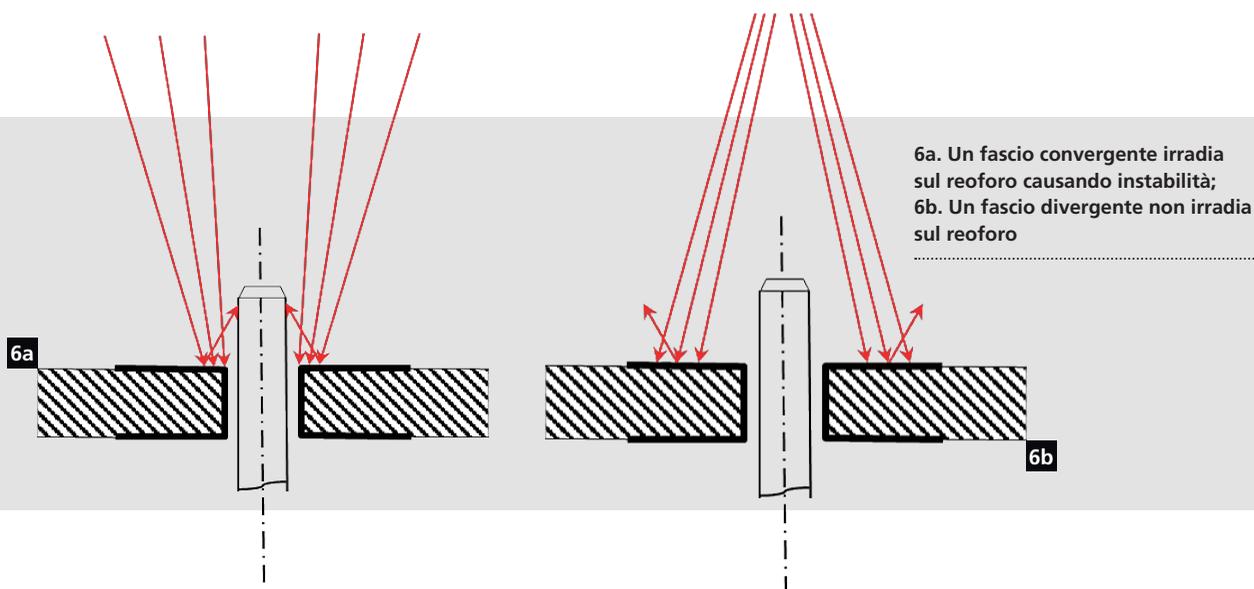
Le caratteristiche del fascio permettono, variando la distanza tra sorgente e target, di variare il diametro esterno ed interno delle due circonferenze, in modo da investire al meglio il rame della piazzola.

Dal punto di vista pratico, per poter bilanciare e calibrare le componenti della testa di saldatura al meglio, si è scelto di abbandonare una struttura che vedeva i vari elementi separati, così come è nel tipico approccio standard, ma di riunirli in modo che condividessero lo stesso percorso ottico. Nella struttura di Next, la nuova soluzione di SEICA nell'ambito della saldatura robotizzata, la sorgente LASER, la telecamera ed il pirometro si trovano tutti sulla medesima direttrice, minimizzando le varianze e gli errori di allineamento.

La parte più delicata della testa, ovvero la lente dalla quale fuoriesce il fascio LASER, per allungare gli intervalli di manutenzione e pulizia preventiva, viene particolarmente protetta da una lama d'aria e da un punto di aspirazione. Questo evita che i reflui derivanti dai fumi del flussante che evapora durante la saldatura possano condensarsi sporcando le lenti.

Sulla testa di saldatura, come detto in precedenza, sono presenti la telecamera utilizzata per la correzione dei fiduciali e per il monitoring del processo, il pirometro e l'unità di misura LASER della distanza dal target (Fig. 7).

L'unica unità montata sulla testa che continua ad essere indipendente benché evoluta (anche nella versione Next) è il dispensatore del filo di lega.



6a. Un fascio convergente irradia sul reoforo causando instabilità;
6b. Un fascio divergente non irradia sul reoforo



7. FireFly Next

Dotata del proprio asse di rotazione e di discesa oltre che di sensore capacitivo di presenza e posizione del filo, gestisce con precisione la quantità di filo utilizzato per ogni giunto mediante un ulteriore asse, realizzato con uno stepper motor ed un encoder.

Una scelta vincente

La saldatura selettiva è da numerosi anni una tecnologia affermata, che ha risolto numerosi problemi inerenti la saldatura di componenti THT. Fra le varie soluzioni proposte quella che utilizza un LASER come sorgente di energia, grazie alle numerose evoluzioni, ha raggiunto livelli di applicabilità e ripetibilità notevoli, permettendo di realizzare sistemi precisi ed affidabili, perfettamente in grado di soddisfare le elevate esigenze qualitative che il mondo della produzione elettronica richiede. La modularità dei sistemi e la loro capacità di essere integrati su linee ed automazioni custom aggiungono un ulteriore livello di flessibilità per sposare al meglio le necessità all'interno della fabbrica. ■