

DIODO LASER O RIGA OTTICA?

Le possibili applicazioni di un progetto di ricerca sviluppato con il 4° Programma Quadro SMT dell'Unione Europea, "Development of a transportable Calibration Device for Small Measuring Instruments" per valutare le qualità metrologiche di un sistema di misura basato su un diodo laser alternativo alla riga ottica incrementale

di Luca Giorgio Bochese

Le aziende che effettuano la gestione e la taratura interna dei propri strumenti di misura dispongono generalmente di una serie di blocchetti pianoparalleli certificati (che chiameremo campione di prima linea) e, secondo il tipo di strumenti da tarare, uno strumento per la misura di lunghezze (che chiameremo campione di seconda linea), con gli accessori per il supporto e serraggio di calibri lisci e filettati, micrometri, comparatori ed altri strumenti di misura utilizzati in officina. Il "cuore" del campione di seconda linea è quasi sempre costituito da una riga ottica incrementale, in vetro o in acciaio. Su questa riga sono riportate, ad intervalli di 20 μm (nelle versioni più recenti si arriva ad intervalli di 2 μm), "tacche" o discontinuità tali da poter essere rilevate da un lettore. Il segnale, opportunamente trasformato, viene inviato ad un'unità di conteggio, che rileva lo spostamento del carrello su cui è montato il sensore e quindi la distanza percorsa. L'impiego di diodi laser potrebbe avere sempre più importanza in futuro, soprattutto per la misurazione

di distanze fino a 30-40 m, dove l'impiego di righe ottiche, per motivi di costo, di deformazioni locali e d'errori dovuti alla realizzazione e connessione delle sezioni potrebbe rivelarsi inaccurata. Un altro settore d'impiego potrebbe essere quello delle macchine utensili o delle macchine di misura tridimensionali di grandi dimensioni. Per ricordare l'importanza della radiazione luminosa nella metrologia dimensionale è opportuno ricordare che la stessa definizione del metro, precedentemente legata alla luce come multiplo di un suo parametro fisico, ossia la lunghezza d'onda nel vuoto, dal 1983 è stata legata ad una misura d'intervallo di tempo, riferita dunque alla propagazione della radiazione luminosa. Ciò per legare la definizione del metro ad una costante universale, fissata pari a 299792458 m/s.

SCOPO DEL PROGETTO

Obiettivi principali del progetto SMT 2213 (sviluppato dal PTB di Braunschweig, Germania, insieme a Danfoss, Danimarca, Helios, Germania, Monocrom, Spagna, Feanor, Estonia, e supportato dall'Unione Europea) sono stati quelli di valutare le qualità metrologiche di un sistema di misura, basato su un diodo laser, alternativo alla riga ottica incrementale, e di sviluppare un sistema trasportabile e versatile per tarare gli strumenti più diffusi nelle aziende. La trasportabilità e la possibilità di

Figura 1. Esempi delle tipologie di strumenti di misura oggetto dello studio iniziale.



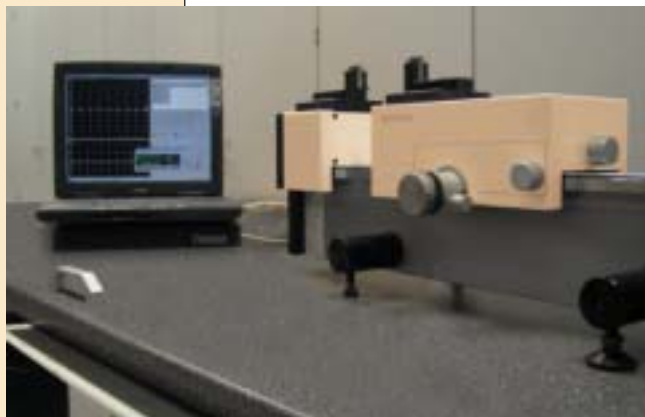


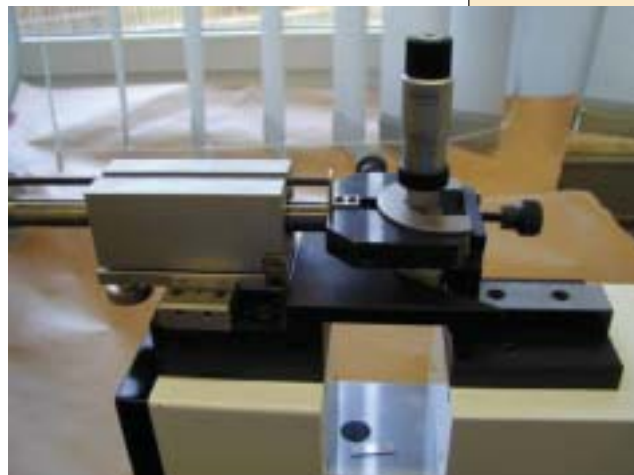
Figura 2
Prototipo del
dispositivo di
taratura tra-
sportabile.

effettuare tarature direttamente presso lo stabilimento del cliente, sono caratteristiche che mal si conciliano con la struttura tipica dei campioni di seconda linea a disposizione dei centri di taratura (solitamente intorno ai 200-300 kg, con la necessità di operare in ambienti a temperatura controllata). Lo studio iniziale ha analizzato la tipologia di strumenti da tarare, identificando sei tipi di strumenti più diffusi, per i quali era richiesto uno strumento di questo tipo: calibri a corsoio, micrometri, comparatori tradizionali e con tastatore, micrometri per interni a due punti e tre linee di contatto. Per soddisfare i requisiti di trasportabilità, il campo di misura del prototipo è stato limitato a 350 mm e il peso a 35 kg. Il prototipo realizzato è visibile nella figura 1. Di seguito passeremo alla descrizione delle caratteristiche, delle possibili applicazioni e del software di gestione.

RUOLO DEI PARTECIPANTI

Il progetto è un esempio di cooperazione tra enti di ricerca e industria, come previsto dai programmi quadro dell'Unione Europea: compito del PTB di Braunschweig, in Germania, è stato quello di analizzare la stabilità di lungo periodo dei diodi laser presenti sul mercato e di sviluppare un nuovo diodo laser miniaturizzato ed utilizzabile per questo tipo d'applicazioni, partendo da un progetto sviluppato da un partner industriale spagnolo (Monocrom). Nei laboratori del PTB è stato, inoltre, sviluppato e brevettato un sistema di taratura della sorgente laser tramite un risonatore in acciaio. Questo componente elimina virtualmente la necessità di integrare nello strumento di misura una stazione per il rilevamento istantaneo dei parametri temperatura, pressione atmosferica ed umidità, che maggiormente influenzano la lunghezza d'onda, e quindi il "sistema di misura". Senza questo particolare dispositivo, il dispositivo di taratura "viaggiante" avrebbe dovuto disporre di ulteriori sensori e di una stazione meteorologica in grado di effettuare le

compensazione della lunghezza d'onda δ eff. Il prototipo ha dimostrato una buona stabilità, richiedendo una taratura del laser (operazione peraltro molto veloce) ogni 4 ore di impiego continuativo (ciò dipende fortemente, comunque, dalle condizioni operative). Con l'obiettivo di ridurre le componenti del budget d'incertezze di misura calcolato a monte del progetto, sono state apportate modifiche alla struttura meccanica del carrello che doveva alloggiare il diodo laser (inizialmente non Abbe) in modo da ridurre la distanza tra posizione "fisica" del sistema di misura e linea di contatto con lo strumento da tarare. Per comprendere questo basilare principio metrologico basti pensare alla differenza tra il sistema di misura "fisico" di un micrometro (la vite micrometrica rettificata ed il sistema di misura e nonio inciso sul tamburo) e di un calibro a corsoio (la riga di misura incisa sul corsoio ed il nonio sul cursore). Nel calibro, la misura avviene in modo "disassato" perché il pezzo da misurare non si trova sulla linea di contatto, come invece accade nel caso del micrometro. Danfoss (Danimarca) ha effettuato numerosi test di affidabilità del prototipo, valutandone le qualità metrologiche e la ripetibilità e riproducibilità delle misure anche in officina, in presenza di polveri, vibrazioni, gradienti di temperatura, presenza di carichi induttivi ed interferenze elettromagnetiche, ecc; nelle condizioni, in pratica, diametralmente opposte a quelle presenti



nelle sale controllo. Feanor (Estonia), responsabile dello sviluppo del software di gestione, dei driver e dell'interfaccia, oltre che della documentazione tecnica multilingue del prototipo, ha effettuato alcune modifiche al software QMSOFT per poter inserire la lunghezza d'onda δ eff rilevata al momento della taratura, come "costante" della riga ottica. Per la gestione del segnale è stata utilizzata una scheda incrementale veloce IK 121 V, facilmente disponibile sul mercato, collegata ad un

Figura 3
Dispositivo per
la taratura di
micrometri per
interni.

notebook tramite un'interfaccia speciale esterna, via PCMCIA (vedi figura 1), in grado di alloggiare massimo due schede ATI/PCI. Uno slot libero potrebbe essere utilizzato per una futura versione motorizzata del dispositivo. Volendo mantenere questa configurazione, lo strumento che sarà commercializzato potrebbe prevedere l'impiego di interfacce più efficienti e disponibili ormai come standard su numerosi notebook presenti sul mercato (ad esempio USB o IEEE 1394). La scelta del notebook e dell'interfaccia esterna, per il funzionamento del prototipo, è stata una scelta obbligata per rispettare il requisito di trasportabilità e per l'elevato costo di PC industriali trasportabili dotati d'alloggiamenti per schede ATI/PCI. Non è escluso che in futuro una soluzione integrata in un PC industriale di piccole dimensioni possa essere più conveniente.

ACCESSORI

Danfoss ha manifestato l'esigenza, comune a molte aziende che si trovano a dover affrontare la taratura di micrometri per interni, di aumentare il numero di punti di misura e di eseguire misure ravvicinate nella zona di maggior usura. In questo tipo di strumenti si manifesta un'usura localizzata nella posizione di misura privilegiata, tra il cono di spinta e la base delle testine di contatto con il pezzo. La taratura, effettuata normalmente con serie d'anelli d'azzeramento, risulterebbe particolarmente costosa, dato il numero richiesto, spesso con misure particolari, d'anelli certificati. Per effettuare questo tipo di misure su questi strumenti è stato sviluppato l'accessorio visualizzato in figura 3, con il quale è possibile "simulare" diversi anelli con differenti diametri di riferimento, applicare una forza di misurazione predefinita e costante ed identificare agevolmente i punti di inversione. Il sistema di regolazione su tre gradi di libertà, che ha richiesto inizialmente una certa dose di "manualità" da parte dell'operatore, si è rivelato insolitamente ripetitivo ed affidabile. Lo sviluppo di questo accessorio ha avuto una "ricaduta" positiva anche sui sistemi di misura tradizionali, avendo, infatti, trovato applicazione sui banchi con riga ottica incrementale.

IL SOFTWARE DI GESTIONE

Lo sviluppo del software di gestione dello strumento è passato attraverso tre fasi, inizialmente con due programmi DOS e quindi con la creazione di un driver specifico e l'adozione di un software come QMSOFT, ormai standard su banchi di misura Helios, SIP Genevoise, Trimos, Mahr (Germania), Steynmeier e con applicazioni su banchi aus Jena e Zeiss. In

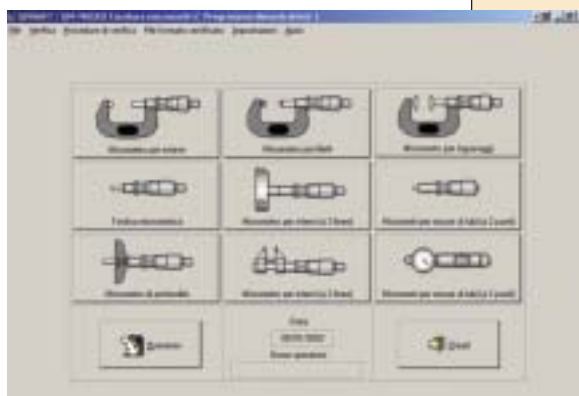


Figura 4
Schermata principale del software di taratura.

tal modo è possibile utilizzare gli algoritmi di calcolo (ad esempio Berndt, vettoriale) già sviluppati e testati da vari centri di taratura, anche tramite confronti interlaboratorio a livello europeo. Non è previsto l'impiego del prototipo per la taratura di calibri filettati, potrebbe essere una futura estensione. Le specifiche principali richieste al software di gestione erano: permettere l'archiviazione, il richiamo, la stampa, il controllo delle scadenze di taratura degli strumenti di misura (banca dati strumenti); permettere di effettuare la taratura con inserimento delle misure automatico o manuale; effettuare i calcoli delle tolleranze e la valutazione dei risultati in base a norme internazionali o aziendali, per varie tipologie di strumenti di misura; permettere di redigere, archiviare e stampare certificati di taratura in un formato personalizzato e multilingue.



Figura 5
Modulo per la taratura di micrometri.

RISULTATI

Il gruppo di lavoro ha concluso ufficialmente il progetto in un incontro presso il PTB con il rappresentante della Commissione Europea XII, che ha valutato positivamente i lavori svolti. Il prototipo è stato presentato lo scorso anno allo stand del PTB presso Control 2002 (Sinsheim, in Germania), la fiera specializzata per la Metrologia riscuotendo interesse non solo presso le aziende potenziali utilizzatrici, ma anche tra i centri di taratura privati, interessati ad un dispositivo che li mettesse in grado di offrire un servizio di taratura direttamente presso il cliente. I futuri progetti di ricerca sostenuti dall'Unione Europea, sempre nell'ambito metrologico, riguardano la taratura di filettature con laser conoscopici e telecamere ad alta risoluzione, e l'estensione in ambito web della taratura (e-calibration).

Luca Giorgio Bochese svolge la sua attività presso Feanor Metrologia (www.feanor.com).