



Sincronizzazione di sensori doppi per misure di spessore

I sensori laser per misurazioni sono comunemente usati nell'industria e nella ricerca per verifiche dimensionali di lunghezza, larghezza o spessore. Le applicazioni più comuni sono nella determinazione dello spessore del legname e dei rotoli di acciaio, della larghezza dei rotoli di carta, eccetera. I tecnici scelgono i sensori laser, che non comportano contatto, perché sono estremamente accurati, veloci e permettono di posizionare il dispositivo di misura lontano dalla superficie da misurare. Tuttavia, l'impiego di questi dispositivi in situazioni reali può presentare difficoltà di varia natura, che hanno come conseguenza il superamento delle tolleranze previste per l'applicazione. Esistono però dei metodi per rimediare a queste fonti di imprecisione.

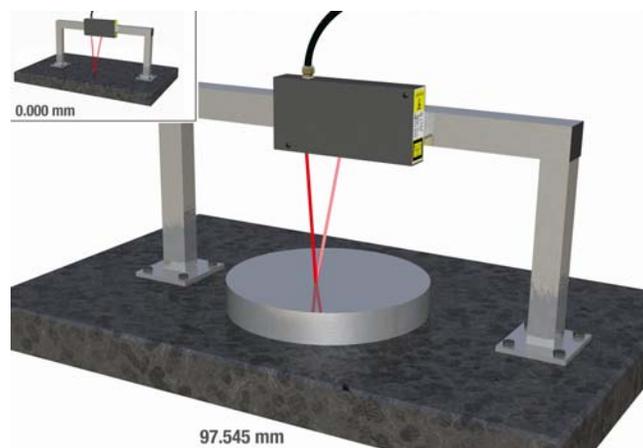
Approcci per la misura delle dimensioni degli oggetti

Esistono vari metodi per misurare le dimensioni di un oggetto mediante sensori non di contatto. Il primo metodo utilizza un singolo strumento per misurare lunghezza, larghezza, spessore e altre dimensioni di un oggetto posto di fronte a una superficie immobile, spesso chiamata *superficie di riferimento*. In assenza di un riferimento, il sensore laser misura semplicemente la distanza del bersaglio relativamente al sensore stesso, non la posizione della superficie opposta. Nel caso in cui un oggetto o un materiale sia in movimento o non a contatto con una superficie di riferimento, i tecnici impiegano due sensori. La dimensione è misurata mentre l'oggetto passa in mezzo ai due sensori.

Approccio a sensore singolo

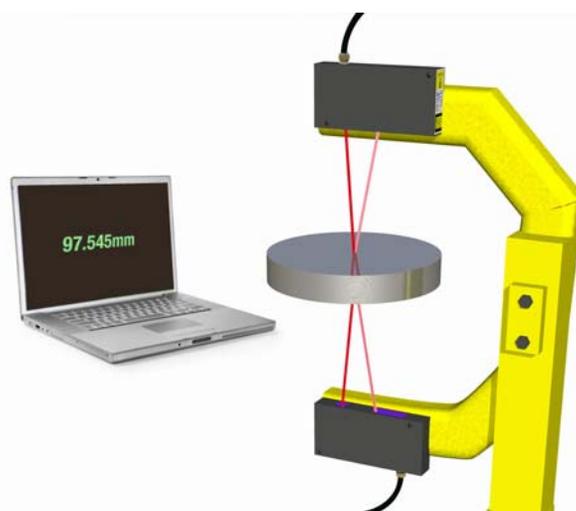
Quando un oggetto è fermo e a contatto con una superficie di riferimento, la misura della dimensione è semplice e immediata. Questa è una situazione comune nei casi di controlli al banco e di Quality Assurance che fanno uso di maschere di misura. Viene scelto un sensore con un campo di misura sufficiente per comprendere la dimensione massima da misurare. Il sensore viene montato dai tecnici direttamente di fronte alla superficie di riferimento. Il tecnico quindi "azzerà" il sensore in base alla superficie di riferimento impostando i corrispondenti parametri del sensore, oppure l'equivalente funzione di "taratura" del computer o del controller. Quando l'oggetto viene posto nel campo di rilevamento del sensore, questo ne misura l'altezza (oppure lo spessore, la larghezza, eccetera).

L'illustrazione seguente mostra un sistema di misura a sensore singolo di questo tipo.



Approccio a doppio sensore

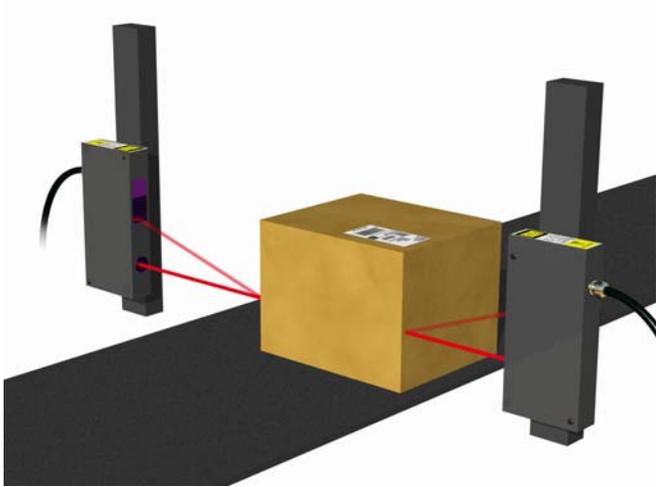
Molte applicazioni industriali richiedono l'impiego di due sensori opposti per misurare una singola dimensione, perché non esiste la possibilità di misurare l'oggetto o il materiale in relazione a una superficie di riferimento. Quello seguente è un esempio di misura di larghezza effettuata usando due sensori.



Per le misure dimensionali con un sistema a due sensori, un primo problema da prendere in considerazione è quello del campo di misura: in altri termini, "quanta distanza deve essere misurata"? Un approccio possibile è quello di determinare la differenza fra le dimensioni minima e massima del materiale, e quindi di prendere in considerazione la posizione del

Sincronizzazione di sensori doppi per misure di spessore

materiale fra i due sensori. In secondo luogo potrebbe essere necessario tenere le apparecchiature ottiche a una distanza di sicurezza da pericoli di tipo fisico presenti nelle vicinanze della stazione di misura, per esempio elevate radiazioni termiche, rischi di urti o esposizione a sostanze chimiche. Nell'esempio seguente, l'applicazione consiste nel misurare la larghezza di una scatola trasportata da un nastro trasportatore. La larghezza della scatola può variare da 200 mm a 600 mm, e la scatola può trovarsi in una qualunque posizione sul nastro, a sua volta largo un metro.



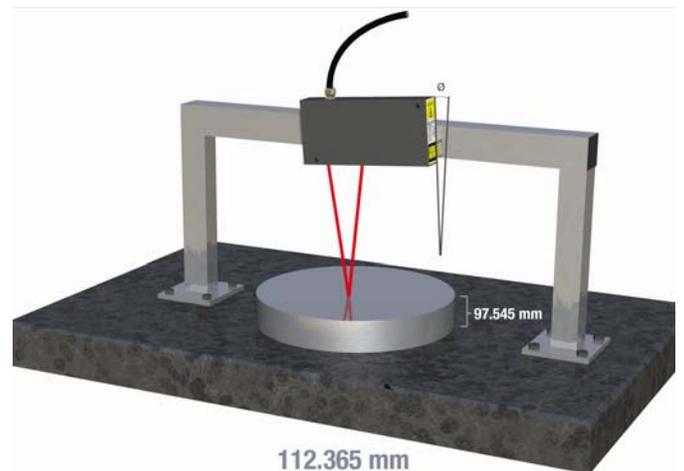
Se si avesse la garanzia che la scatola fosse al centro nel nastro basterebbe usare una coppia di sensori laser, ciascuno con un campo di misura di 200 mm. In questo scenario, ciascun sensore misurerebbe metà larghezza delle scatole più piccole o più grandi. Tuttavia, normalmente le condizioni non sono così semplici. Le scatole possono essere in un qualunque punto del nastro. Inoltre, a meno che i tecnici non abbiano utilizzato un sistema di posizionamento, la scatola potrebbe non essere allineata parallelamente ai bordi del nastro. Quindi, nel caso in cui una scatola si trovi vicina al bordo del nastro, occorre prevedere sensori laser con un campo di misura sufficiente per coprire quasi l'intera larghezza del nastro. Questo di solito dà origine ad un conflitto, perché esiste una relazione fra il campo di misura e la precisione del sensore. Nel caso di sensori laser a triangolazione, la precisione (o linearità) del sensore è rappresentata da una certa percentuale del suo campo di misura. Maggiore è il campo di misura, meno accurata sarà la misurazione. Per sensori basati sul tempo di volo della

luce, con campi di misura che si possono estendere per centinaia di metri, la precisione tipica ha un errore di deviazione standard lungo l'intero campo. Tuttavia questa precisione è normalmente inferiore a quella dei sensori a triangolazione. Di conseguenza, per mantenere la precisione migliore, i produttori consigliano di usare il minimo campo di misura praticabile.

Importanza dell'orientamento dei sensori

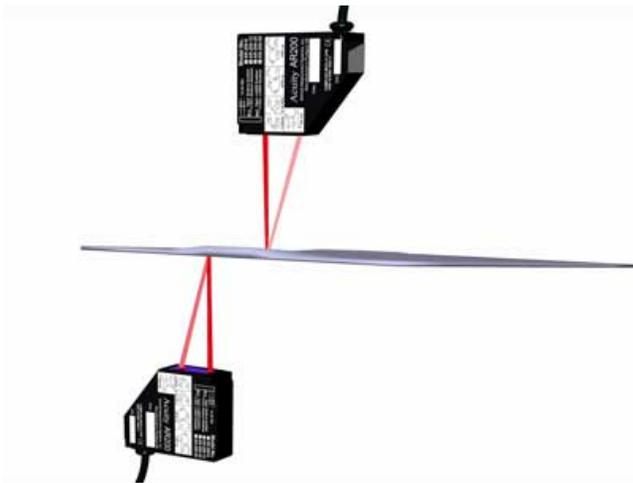
Nel progettare applicazioni con sensori laser occorre tenere in considerazione l'orientamento del sensore rispetto alla superficie bersaglio. Se il sensore non è allineato perpendicolarmente alla superficie, la distanza lineare potrebbe non essere la più breve distanza fra due punti. I tecnici devono quantificare l'angolo di incidenza del laser e compensarlo moltiplicando per il suo coseno. I tecnici devono inoltre verificare con il produttore del sensore la tolleranza angolare dell'emettitore laser rispetto al suo contenitore.

Nell'esempio seguente, il sensore laser non è orientato perfettamente a 90° rispetto alla superficie. È possibile determinare la dimensione corretta moltiplicando la lettura di distanza del sensore laser per il coseno dell'angolo (rispetto alla perpendicolare).



L'allineamento dei sensori contrapposti è essenziale

Gli integratori hardware usano due sensori laser contrapposti per misurare lo spessore (o la larghezza, altezza, eccetera) per differenza, quando non ci sono superfici di riferimento. Questo scenario richiede che gli impulsi laser emessi da ciascun dispositivo siano correttamente puntati e allineati nell'intera zona di sovrapposizione dei campi di misura. Se gli impulsi laser non sono allineati, il sistema non riuscirà a misurare la differenza reale. Un modo semplice per verificare l'allineamento è di usare un sottile foglio di carta, che permetterà di vedere gli impulsi laser da entrambi i lati. Occorrerà muovere la carta per verificare l'allineamento degli impulsi in tutto il campo di misura. L'esempio seguente mostra un allineamento non corretto.



Per applicazioni di spessore di precisione è fondamentale che i sensori siano puntati in modo direttamente contrapposto l'uno rispetto all'altro. Per misure di spessore in produzione, il mancato allineamento può significare la differenza fra un prodotto corretto e uno di scarto.

La misura di oggetti in movimento richiede sensori veloci

Quasi tutti i produttori di sensori forniscono le specifiche dei loro prodotti secondo procedure di collaudo rigide (e tracciabili). Tuttavia le schede tecniche potrebbero non dire proprio tutto. La precisione e la risoluzione dei sensori di distanza a punto singolo, come quelli usati nelle triangolazioni e nelle misurazioni del tempo di volo, sono quantificate in condizioni ben precise. Per esempio, i sensori prodotti da Acuity (Portland, Oregon, Stati Uniti) sono collaudati su bersagli bianchi con l'85% di riflettanza diffusa, a una temperatura ambiente di 23 °C. Anche se alcune schede tecniche di sensori laser possono indicare una velocità di campionamento massima, spesso indicata come risposta in frequenza, raramente i produttori utilizzano questa velocità massima durante i test di calibrazione. Spesso la frequenza di campionamento è di soli cinque campioni al secondo. Il sensore Acuity AR700 ha una frequenza di campionamento massima di 9400 Hz, ma i suoi dati tecnici sono testati a 500 Hz.

I sensori laser usati per misurare oggetti in rapido movimento devono essere configurati per campionare ad alta frequenza. Il campionamento troppo lento di una superficie in movimento avrà come risultato un effetto di "media" sul materiale che passa attraverso i sensori. Quello che serve è un'istantanea, che possa catturare una misura quasi in tempo reale del materiale. Questo si può ottenere configurando i sensori laser per campionare a frequenze molto elevate, e predisponendoli per campionare simultaneamente. Questo richiede metodi che permettano di sincronizzare due dispositivi in modo che inizino la misura esattamente nello stesso istante, e riportino il risultato a un sistema di acquisizione dati.

Due sensori offrono metà della precisione

Spesso si dimentica che le specifiche tecniche dei sensori laser sono scritte per un'unità singola, non per un sistema che può far uso di più sensori. Utilizzando due sensori laser contrapposti per misurare la dimensione di un oggetto, la precisione dell'intero sistema risulta essere la somma delle singole precisioni. I tecnici devono sommare i singoli contributi

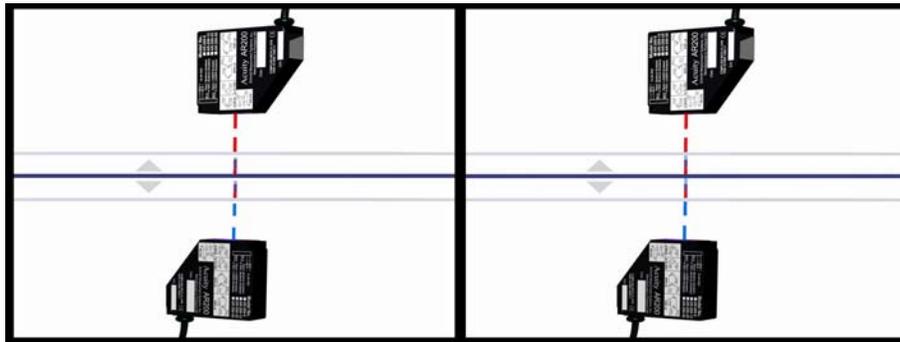
all'imprecisione per verificare che il sistema soddisfi i requisiti di tolleranza dell'applicazione.

L'importanza della sincronizzazione

Abbiamo già esaminato l'importanza di sincronizzare i sensori nel caso di materiali che si muovano orizzontalmente davanti ai dispositivi. Senza pulsazioni simultanee, i sensori forniscono letture di distanza medie della superficie.

La sincronizzazione è importante anche per trattare materiali che si spostino o che oscillino nello stesso

piano dei sensori. Sensori con bassa frequenza di campionamento o non sincronizzati possono pulsare con fasi diverse, intercettando il materiale in posizioni diverse. Il risultato è un calcolo dello spessore falsamente ingrandito o ridotto. L'illustrazione seguente mostra l'effetto di misurazioni non sincronizzate di un materiale in vibrazione. A scopo di illustrazione, il laser in basso è mostrato con un fascio blu. La prima figura mostra i sensori non sincronizzati. L'inizio del campionamento dei sensori superiore e inferiore non è simultaneo. Nella seconda, i sensori sono sincronizzati e misurano nello stesso istante la distanza dei due lati dell'oggetto.



Metodi di sincronizzazione

Alcuni produttori di sensori laser prendono in considerazione nella progettazione il problema della sincronizzazione. Sanno che i sensori sono spesso impiegati a coppie e permettono il collegamento fisico dei due sensori prevedendo un tipo di integrazione master-slave. Ogni comando di avvio, hardware o software, viene trasmesso automaticamente a entrambi i dispositivi. Le letture di distanza di entrambi i sensori sono trasmesse con un unico flusso dati.

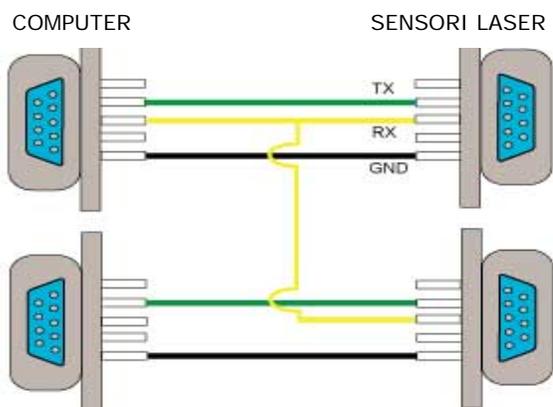
Un altro metodo molto diffuso per la sincronizzazione di più sensori prevede l'uso di un'attivazione hardware. In questo modo il campionamento continuo è disattivato e non c'è lettura fino all'attivazione del sensore. Il laser può essere temporaneamente disabilitato collegando elettricamente a terra il conduttore Laser Disable. L'ingresso Laser Disable attiva un singolo campionamento ogni volta che il segnale cambia da "disabilitato" ad "abilitato", il che si ottiene mettendo a terra e, rispettivamente, scollegando da terra la connessione.

Controllando lo stato della funzione di disabilitazione del laser è possibile richiedere singoli campionamenti. Se i conduttori di attivazione di più sensori laser sono collegati elettricamente allo switch o a un circuito TTL (Transistor–Transistor Logic), essi verranno controllati per pulsare esattamente nello stesso istante. La risposta del sensore può essere ricevuta da un sistema di acquisizione dati, come un computer o un PLC, mediante interfaccia seriale o analogica.

Alcuni sensori non hanno possibilità di connessione con attivatori hardware esterni. Se questi sensori comunicano attraverso un'interfaccia RS232 e ammettono attivatori o comandi software, è ancora possibile sincronizzare più sensori. Questo tipo di sincronizzazione richiede che

l'attivatore software sia eseguito per entrambi i sensori nello stesso istante. L'esperienza ha dimostrato che non è possibile eseguire simultaneamente un comando relativo a due (o più) porte seriali di un computer. La soluzione è fare in modo di utilizzare un'unica porta seriale come trasmettitore dei comandi software. Il polo Tx della porta seriale è collegato elettricamente con il polo Rx di ciascuno dei connettori seriali dei sensori. I dati trasmessi da ciascun sensore vengono quindi trasmessi (Tx) verso diversi poli Rx sul lato computer.

laser emessi devono essere collimati sullo stesso punto dello spazio. Sensori laser contrapposti devono essere sincronizzati mediante attivatori hardware o software, per rendere possibili letture di distanza quasi istantanee di superfici in movimento.



Conclusioni

Per garantire la precisione della misura delle dimensioni di un oggetto occorre un'ingegnerizzazione accurata. Dopo avere scelto e configurato il sensore più adatto, è necessario allineare accuratamente il dispositivo. Per applicazioni con due sensori contrapposti, gli impulsi