
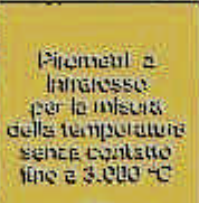











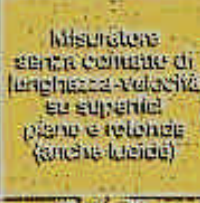







AN 0003

fmc

MISURE di SPESSORE *IN LINEA* per Laminati Metallici e Plastici

 <p>FES Fotocamere Subminiatura</p>	 <p>Pyrometri a l'infra Rosso per la misura della temperatura senza contatto fino a 3.000 °C</p>	 <p>Fibrescopia Fibre ottiche Sensori Industriali Sensori a Laser Telecamere lineari</p>	 <p>Strumenti Digitali portatili Loggi magnetici di temperatura e umidità</p>
 <p>Sistemi di visione per diagnosi e lettura codici alla radice (OCR)</p>	 <p>Sensori a ultrasuoni miniaturizzati fino a 6 m</p>	 <p>Dinamometro digitale portatile per misure di trazione fino a 500 N</p>	 <p>Strumenti digitali di processo V - I - R - RG Imp - RPM Kg - °C - LVDT Programmabili da PC</p>
 <p>Sensori di Flussso e Portata per liquidi e gas</p>	 <p>Sensori a ultrasuoni non invasivi per controllo e misura di livello di liquidi in serbatoi chiusi (ingolfati o sotto pressione)</p>	 <p>Sensori a ultrasuoni per misure di livello indoor-outdoor fino a 15 m. Programmabili da PC</p>	 <p>Strumenti digitali di processo V - I - R - RG Imp - RPM Kg - °C - LVDT Programmabili da PC</p>
 <p>Transduttori Rotativi assoluti Uscite Parallela SSI Inter-Bus-S CAN-Bus PROFIBUS</p>	 <p>Misuratore senza contatto di lunghezza-velocità su superfici piane e rotonde (anche torce)</p>	 <p>Misuratore di spessore a ultrasuoni da 1 mm a 1 metro su materiali compatti</p>	 <p>Sensori laser per misure di distanza fino a 1000 m (su target fino a 1.650 °C)</p>
 <p>Compendium Timer Tachimetri frequenzimetro</p>	 <p>Sensori laser per misure di distanza e profilo con risoluzione micrometrica</p>	 <p>Transduttori lineari LVDT e elettro magnetici</p>	

INTRODUZIONE

Il controllo di spessore dei laminati è determinante sia per l'ottimizzazione dei prodotti, sia per garantire le caratteristiche intrinseche del prodotto finito. Quest'ultimo è spesso utilizzato nell'industria dell'imballaggio e del confezionamento (plastica e alluminio), ma sono molti i prodotti per i quali il laminato costituisce materia, come ad es.:

- **coils per l'industria automobilistica**
- **laminati in acciaio per elettrodomestici**
- **alluminio lucido per illuminotecnica**
- **fogli plastici per l'industria alimentare**

Per molti laminati metallici, la misura di spessore viene effettuata utilizzando sorgenti radioattive. I misuratori di questo tipo richiedono un grosso investimento e comportano particolari precauzioni atte ad isolare lo strumento dall'ambiente di lavoro circostante. Inoltre la sostituzione periodica della carica radioattiva richiede l'espletamento di pratiche burocratiche per lo smaltimento della carica esaurita. Allo stato attuale della tecnologia, è possibile utilizzare sistemi di misura che comportano un minor investimento e nessuna pericolosità per l'ambiente lavorativo.

I sistemi più facilmente installabili sono i seguenti:

- **MISURATORI LASER**
- **SENZA CONTATTO**
- **MISURATORI CON TASTATORI**
- **A CONTATTO**

Misuratori Laser

L'avvento dei sistemi di misura che utilizzano una sorgente di luce coerente ha risolto più problemi, sia riguardo alla pericolosità sia riguardo al costo globale dei sistemi stessi rispetto ad un sistema

equivalente basato su sorgenti radianti. Infatti la classe di pericolosità del laser è generalmente di livello 2 o inferiore, garantendo quindi l'assenza di rischio per l'incolumità delle persone e l'inquinamento dell'ambiente.

Il sensore di misura laser sfrutta il raggio di luce estremamente sottile generato da un diodo emettitore. Esso viene proiettato, tramite ottiche di focalizzazione, sulla superficie del laminato, con una macchia luminosa spesso inferiore al millimetro.

Lo spot laser viene quindi rilevato da una camera lineare CCD posta ad una opportuna distanza dall'emettitore, in modo da sfruttare il principio della triangolazione, come in fig.1.

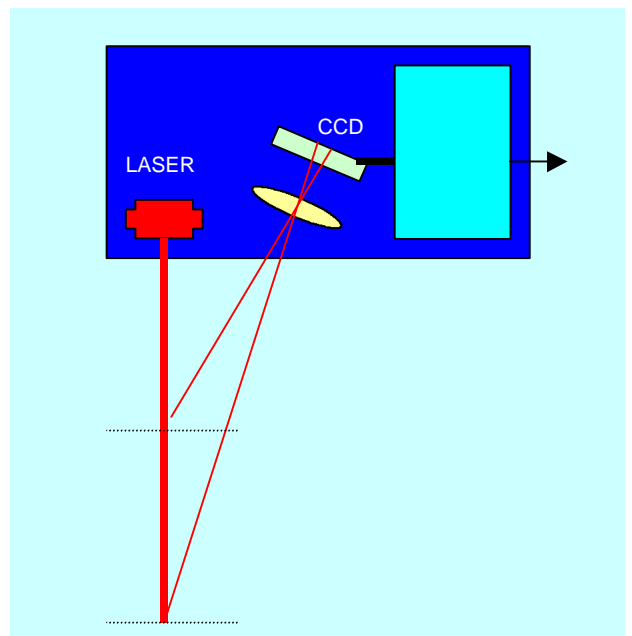


Fig.1

L'immagine dello spot sul materiale colpisce uno o più pixel della CCD, in funzione della distanza. La tabella seguente illustra la precisione tipica dei sensori rispetto al campo di lavoro.

campo di misura (mm)	Risoluzione (µm)
4	1
30	2
100	10
200	50
500	100
2000	500
8000	1000

Misura di Spessore Laser

Tutte le volte che non esiste un piano di riferimento preciso ed affidabile, la misura di spessore viene ricavata in modo differenziale da due teste di misura, come in fig.2.

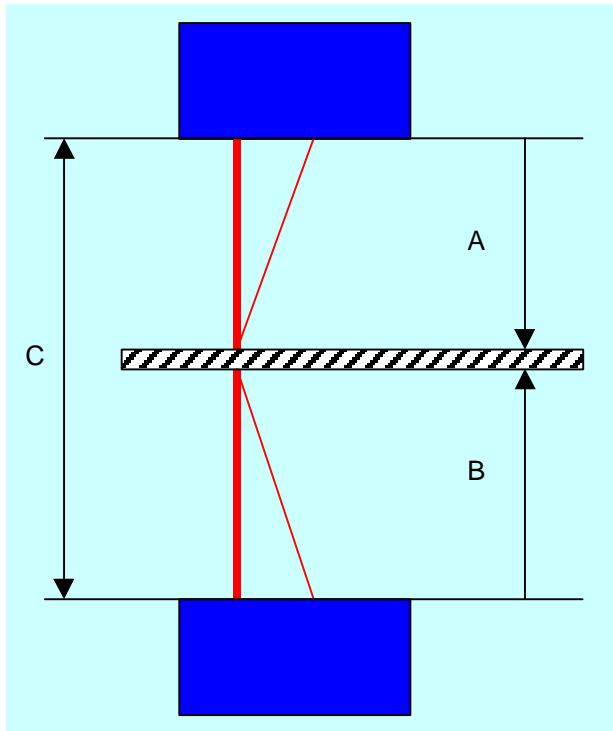


Fig.2

La misura di spessore S viene ricavata come:

$$S = C - (A + B)$$

Dove C è la distanza di montaggio delle teste di misura, A è la distanza misurata dalla testa superiore, e B è quella misurata dalla testa inferiore.

I campi di misura delle due teste devono essere sovrapposti, come in fig.3.

La distanza di montaggio delle teste di misura deve essere nota e invariabile. Ciò si ottiene dimensionando correttamente i supporti meccanici, sia dal punto di vista della robustezza, sia da quello di eventuali influenze dell'ambiente, come:

- variazioni di temperatura
- vibrazioni
- deformazioni del suolo

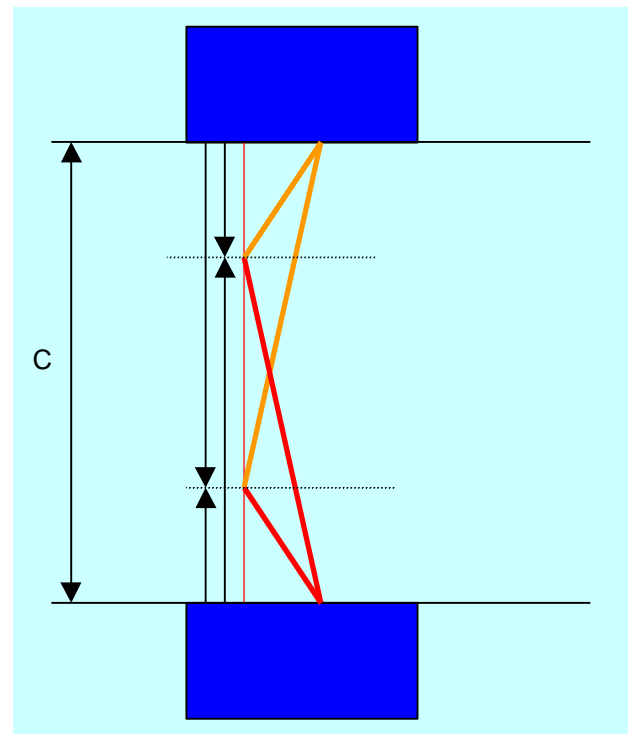


Fig.3

Risultati e Limiti

A seconda del tipo di superficie e di materiale, si possono ottenere precisioni assolute inferiori al centesimo di millimetro.

Occorre però tener conto delle proprietà ottiche del materiale e della sua superficie. Il sistema di misura diventa critico con materiali troppo trasparenti o con superfici molto lucide. In questi casi l'applicazione della misura con teste laser è possibile dopo attenta verifica e, a volte, solo con particolari accorgimenti.

MISURA A CONTATTO

In tutti quei casi in cui esistono delle criticità della misura ottica, è preferibile utilizzare un sistema di misura a contatto. Tale sistema è fortemente indipendente dalle caratteristiche ottiche e superficiali del materiale, e consente di ottenere precisioni molto elevate.

Il sistema si avvale generalmente di più tastatori che riportano la misura ad un trasduttore LVDT, con risposta senza soluzione di continuità e precisione fino allo 0.1% del campo di misura effettivo. Si ottengono in questo modo precisioni molto elevate per piccoli spessori. Le modalità applicative e il numero di tastatori sono estremamente variabili, ma è tipica l'applicazione di uno o due tastatori a ruota in materiale opportuno, tale da non usurarsi. L'applicazione tipica è come in fig.4

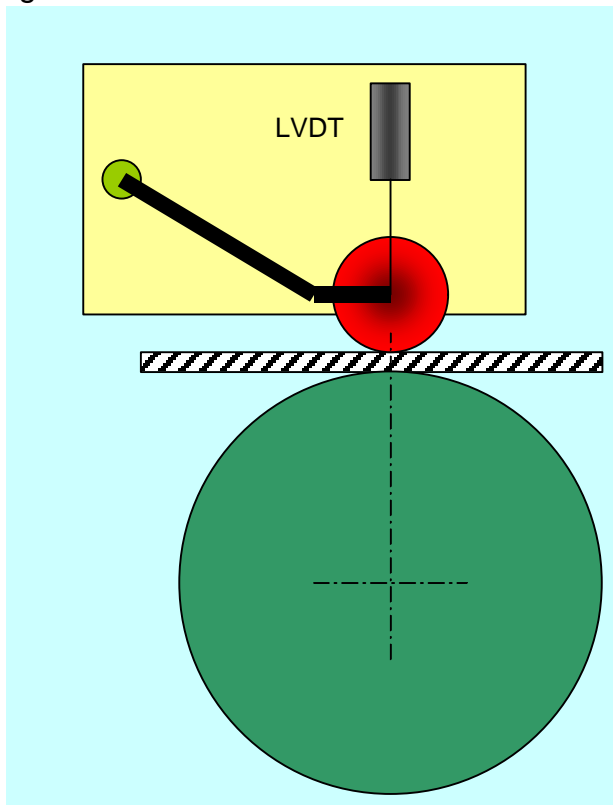
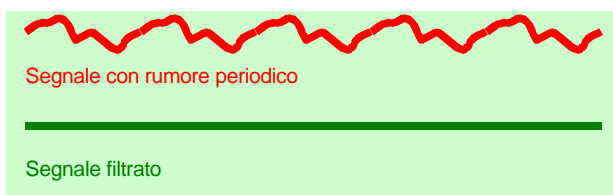


Fig.4

La ruota di misura viene applicata in corrispondenza di un cilindro o di un piano di riferimento. Il segnale che si ricava presenta ondulazioni dovute alle eccentricità dei vari organi rotanti.



Il rumore dovuto alle imperfezioni meccaniche è di tipo periodico (quasi-sinusoidale) e viene quindi agevolmente filtrato da uno speciale integratore FIFO.

Un'applicazione significativa è stata recentemente realizzata su un impianto di laminazione per foglio di alluminio lucido con spessori da 300 μ m a 3000 μ m. Nonostante le dure condizioni di impianto (nebulizzazione di petrolio) e la delicatezza della superficie da misurare, si è ottenuta una precisione dell'ordine di 5 μ m. Per compensare gli effetti della variazione del tiro, è stato utilizzato un sistema di misura differenziale con due tastatori, come in fig.5.

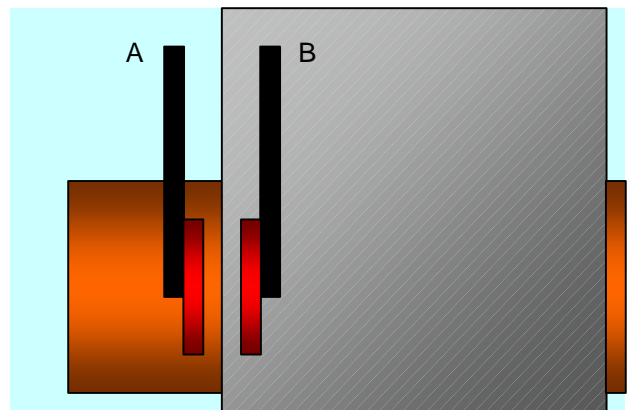
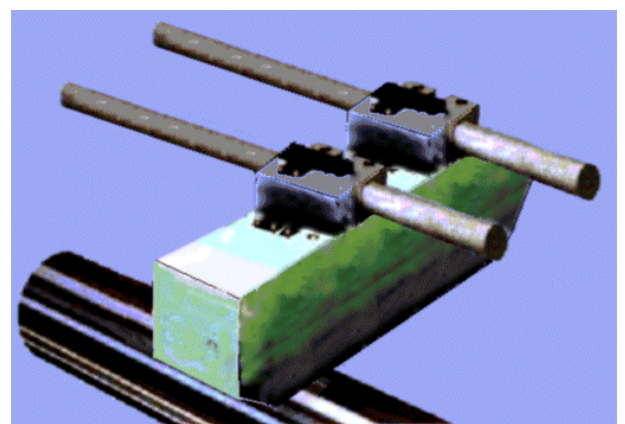


Fig.5

Il tastatore A è appoggiato sul cilindro di riferimento, mentre il tastatore B poggia direttamente sul foglio di alluminio. La differenza delle due misure è uguale allo spessore del materiale.



In questo caso è molto importante che i tastatori non lascino traccia sulle superfici. Per questa ragione sono stati scelti tastatori in PTFE, alleggeriti nella parte centrale e con profilo di contatto fortemente smussato.