

CURRICULUM VITÆ DI ROBERTO MARSILI

2. ATTIVITÀ SCIENTIFICA

L'attività scientifica può essere in sintesi inquadrata nei seguenti settori principali:

1. *Studio e sviluppo di sensori ottici per misure di distanza e di forma*

L'attività ha riguardato lo studio di sensori ottici per effettuare la misura dinamica senza contatto della distanza di superfici in movimento. Come applicazione si è progettata, realizzata e caratterizzata una catena di misura per rilevare la distanza tra un punto qualunque di un autoveicolo in movimento e la superficie stradale. Il lavoro è consistito nella predisposizione di banchi prova per effettuare le caratterizzazioni statiche e dinamiche dei sensori, complete dell'analisi dell'incertezza, impiegando superfici prelevate direttamente dalla pavimentazione stradale e predisponendo un sistema di acquisizione dati su personal computer. Durante le analisi sperimentali sono stati individuati come principali ingressi indesiderati le diverse caratteristiche ottiche e le differenti rugosità degli inerti presenti nel conglomerato bituminoso costituente la pavimentazione stradale, la presenza di superfici asfaltate bagnate, le zone con differenti colorazioni e le varie inclinazioni della superficie riflettente rispetto al raggio laser incidente dovute alle creste o agli avvallamenti del profilo stesso. Durante queste prove si sono evidenziati comportamenti non lineari caratteristici dei sensori ottici impiegati, non noti in letteratura [CN 1].

Il sensore è stato successivamente montato a bordo di un'auto in modo tale da misurare lo schiacciamento del pneumatico in movimento a varie velocità e pressioni di gonfiaggio. Per effettuare l'acquisizione e l'elaborazione dei dati è stata allestita ed utilizzata una specifica catena di misura simultanea dello schiacciamento del pneumatico e della velocità di rotazione della ruota, operante a bordo del veicolo [RI 1].

Ulteriore sviluppo dell'attività riguarda lo studio e la realizzazione di una catena di misura per la rilevazione delle caratteristiche geometrico-dimensionali di particolari meccanici al fine di una verifica della loro rispondenza alle caratteristiche progettuali. Quale elemento sensibile primario è stato impiegato un sensore a triangolazione laser per le sue peculiarità di ridotto volume di misura e di scarsa sensibilità alle caratteristiche ottiche della superficie da analizzare, rispetto ad altri sensori di prossimità quali ad esempio quelli basati sul principio della misura della quantità di luce riflessa dal *target*.

Sono stati sviluppati dei modelli numerici di simulazione del processo di misurazione e sono state valutate le incertezze di misura in funzione sia degli algoritmi di calcolo adottati per l'elaborazione dei dati sperimentali sia delle caratteristiche di risoluzione del sensore usato. L'analisi comparativa dei risultati ha permesso di definire la procedura di misura ed i parametri sperimentali ottimali. Successivamente è stata allestita l'intera catena di misura e si è caratterizzata attraverso l'impiego di calibri campione di forma nota.

Infine, come possibile applicazione, la catena di misura è stata impiegata per la rilevazione del perimetro di sezioni rette di tubi impiegati dall'industria automobilistica per la realizzazione di marmitte catalitiche [CI 1].

Il lavoro si è sviluppato successivamente approfondendo le prestazioni del sistema di misura allestito sviluppando nuovi algoritmi di processamento dati per applicare la metodologia su superfici di forma generica [RI 2].

2. *Sviluppo di nuovi sensori basati su film piezoelettrici PVDF*

In [CN 5] si sono sviluppati alcuni prototipi di celle di carico realizzate con films PVDF e se ne sono studiate le prestazioni metrologiche. I risultati di indagini sperimentali condotte su film di differenti caratteristiche, vincolati con differenti tecnologie, e l'adozione di tecniche di schermatura e filtraggio elettrico hanno permesso di ridurre l'incertezza di misura.

Si sono realizzate elettroniche di condizionamento dedicate per estendere il campo di risposta in frequenza.

In [RI 3] si è sviluppato un primo prototipo di matrice formata da film piezoelettrici per la misura della pressione di contatto tra un pneumatico e la superficie stradale, al fine di ottenere informazioni per il progetto del pneumatico stesso e la messa a punto dell'assetto del veicolo.

Vengono poi proposte altre applicazioni, dall'impiego per il monitoraggio del grado di vibrazione associato all'usura degli utensili [CN 4] allo sviluppo di un nuovo misuratore di portata a distacco di Vortici. A tale riguardo si sottolinea come i misuratori Vortex presentino una buona accuratezza ed una ridotta intrusività, ma il loro costo, dovuto essenzialmente ai sensori di pressione su di essi installati, è ancora elevato e ne rende poco diffuso l'impiego. L'idea che ha caratterizzato questo filone di ricerca è stata quella di impiegare sensori piezoelettrici in PVDF quali sensori di pressione per il rilievo della frequenza di distacco dei vortici di Von Karman. La scelta di tali sensori offre notevoli vantaggi in termini economici per la realizzazione degli strumenti, dovuti essenzialmente alla loro semplicità di installazione ed al loro basso costo d'origine.

Si sono costruite e caratterizzate essenzialmente due tipologie di misuratori: la prima idonea per operare in condotte di tipo idraulico [CN 3], l'altra per essere impiegata in flussi d'aria [CI 3].

3. Studio di metodologie per la misura della pressione di contatto tra due superfici.

In letteratura sono proposti molti sensori basati su differenti principi fisici per la misura della pressione di contatto superficiale tra due corpi rigidi o flessibili. Essenzialmente si impiegano sensori a film, costituiti da polimeri piezoelettrici, capacitivi, da inchiostri conduttivi o da elementi polimerici resistivi.

Tuttavia, molti problemi metrologici rimangono irrisolti, a causa della non linearità di tali sensori, del loro comportamento reologico non ottimale, delle difficoltà di montaggio su superfici curve, delle loro scarse caratteristiche dinamiche etc. I limiti in frequenza possono essere dovuti sia ai sensori stessi, sia al sistema elettronico di acquisizione ed elaborazione dei dati, soprattutto quando si impiegano matrici con molti elementi sensibili.

A seconda del tipo di applicazione si sono studiati, progettati e realizzati sensori a film basati su differenti principi fisici.

In [CI 2] si è sviluppato un prototipo di sensore a film piezoelettrico per determinare la distribuzione di pressione, in condizioni dinamiche, tra mano e maniglia. In particolare si è condotta una analisi sistematica delle prestazioni metrologiche e si è giunti alla definizione di una possibile matrice di elementi sensibili.

In [CI 5] sono studiate e sviluppate matrici di sensori del tipo capacitivo per valutare le vibrazioni trasmesse alla mano e al braccio di un operatore. In [CN 7] la tecnica di misura viene applicata ad un caso reale: quello di un motocoltivatore. Si è evidenziata la possibilità di impiegare la metodologia in analisi comparative con differenti macchine, dimostrando di ridurre la non ripetibilità rispetto alle tecniche attuali basate esclusivamente sull'impiego di accelerometri.

Particolare attenzione è posta alla caratterizzazione del comportamento dinamico delle matrici capacitive. Sono stati sviluppati modelli per descrivere il comportamento meccanico dei materiali costituenti la matrice, validati con metodologie di taratura sviluppate specificatamente. In [CI 4] si riporta l'applicazione dei risultati al caso della misura della distribuzione di pressione all'interno di una pompa biomedicale per circolazione extracorporea del sangue oppure esempi per lo studio dell'ergonomia applicato al settore automobilistico [CI 10].

4. Sviluppo di nuove tecniche di misura basate sul principio della termoelasticità.

Il principio della termoelasticità, noto da tempo, soltanto ultimamente, grazie allo sviluppo di termocamere ad alta risoluzione, consente di essere impiegato per la determinazione dello stato

tensionale di un corpo. La complessità della tecnica e soprattutto i numerosi ingressi indesiderati richiedono uno studio approfondito della metodologia, soprattutto quando si desidera avere informazioni di tipo quantitativo [CI 9]. In [CI 11] viene proposta tale tecnica per la misura delle sollecitazioni su componenti automobilistici. In particolare sono definite metodologie di caratterizzazione che consentono di aumentare l'affidabilità del metodo proposto.

Spesso il sistema termoelastico viene utilizzato per la validazione di risultati ottenuti con codici agli elementi finiti. In [CI 12], a titolo esemplificativo, si riportano confronti tra risultati ottenuti con modelli FEM, con misure tradizionali del tipo estensimetrico ed infine con tecniche termoelastiche. Si affronta in modo dettagliato l'analisi dell'incertezza.

Il problema dello sviluppo di nuove tecniche per la misura dei valori di pressione al contatto tra corpi, per il progetto e la verifica di molti accoppiamenti tra organi, è sicuramente di ampio interesse in tutta la meccanica. Esempi tipici riguardano il contatto tra i denti di ruote dentate, tra le sfere e la pista di cuscinetti, tra la ruota e la rotaia, tra la pastiglia ed il disco del freno etc.

In [CI 7] una nuova metodologia di misura basata sulla termoelasticità viene proposta come valido metodo di indagine in questi casi. In particolare si affronta il problema dell'analisi dell'incertezza, rispetto le metodologie tradizionali.

A volte, quando occorre investigare le sollecitazioni che si generano al contatto tra due superfici molto piccole, l'impiego di tecniche tradizionali diviene praticamente impossibile e comunemente si ricorre a risultati soltanto teorici. In [CI 13] si propone una nuova metodologia di misura basata sull'applicazione di tecniche termoelastiche per la rilevazione degli stress nel contatto tra una superficie piana ed una sfera. Al fine di esaminare la zona di contatto tra i due corpi, uno di questi viene sostituito da uno analogo per forma e caratteristiche meccaniche, ma trasparente all'infrarosso, così da consentire la rilevazione di mappe termiche superficiali nella zona di contatto. Il confronto tra i risultati sperimentali e quelli previsti dalla nota teoria di Hertz mostrano notevoli corrispondenze riguardo la distribuzione delle tensioni di contatto, così da suggerire l'utilizzo di tale tecnica anche per analisi di tipo quantitative. Da un'analisi dell'incertezza si è poi individuata una prima tecnica di taratura.

Infine in [CN 9] si propone l'utilizzo della tecnica termoelastica come metodologia per la caratterizzazione di sensori ottici del tipo a reticolo di Bragg, impiegati per misure di deformazioni e temperatura.