

TECNICHE DI DIAGNOSTICA NON DISTRUTTIVA E DI TESTABILITÀ

*Massimo Camplani, Barbara Cannas, Sara Carcangiu, Alessandra Fanni, Augusto Montisci,
Mariangela Usai*

DIEE, Università di Cagliari
Piazza d'Armi, 09123, Cagliari (CA)

L'Unità di Cagliari ha portato avanti un'intensa attività di ricerca nell'ambito delle diagnostiche non distruttive. Per la diagnosi delle strutture edili, l'Unità ha applicato tecniche innovative basate sulla propagazione di onde acustiche con il metodo per trasparenza. Infatti particolare attenzione è stata rivolta ai problemi tomografia sonica e di analisi ultrasoniche di opportune feature di onde che si propagano attraverso strutture murarie.

È stato implementato il software TomoTool, strumento per la tomografia acustica 2D di elementi strutturali. Il software gestisce ed elabora i dati acquisiti utilizzando un qualsiasi dispositivo per prove soniche e ultrasoniche, realizzando la tomografia dei tempi di propagazione dei segnali sonici/ultrasonici [1]. Attraverso una procedura user-friendly, che guida l'utente a partire dalle fasi di disposizione dei trasmettitori e ricevitori per l'esecuzione delle misure, il software fornisce come risultato finale una mappa contenente la distribuzione delle velocità di propagazione dei segnali nella sezione oggetto di indagine, di immediata interpretazione. L'inversione tomografica dei tempi di propagazione viene effettuata applicando diversi algoritmi risolutivi appositamente implementati, selezionati tra quelli più robusti per la risoluzione di problemi inversi mal condizionati (SVD, Truncated SVD, ART e SIRT). Il software ottimizza il modello di inversione dei dati, restituendo accurati modelli di velocità sonica/ultrasonica, e rilevandone i gradienti nella sezione tomografica analizzata. L'adozione di differenti algoritmi di inversione ha consentito un'analisi di sensitività che aiuta l'utente nell'interpretazione della soluzione e nella valutazione della presenza di difetti.

Per l'identificare con buona precisione l'entità di un difetto e di distinguere i diversi materiali è stata approfondita l'analisi delle onde trasmesse attraverso un muro di trachite con giunti di malta ed una cavità centrale. Sono state estratte 27 feature dai segnali acquisiti in ricezione, sia nel dominio del tempo che nel dominio della frequenza, posizionando emettitori e ricevitori in una griglia. A ciascuna feature è stata associata una matrice, che è stata confrontata con la matrice rappresentativa dei possibili percorsi seguiti dall'onda. Considerando le mappe associate alle matrici delle singole feature la presenza della cavità centrale è chiaramente rilevabile, ma le dimensioni sono sottostimate. L'efficacia del metodo è maggiore applicando un algoritmo di cluster analysis nello spazio multidimensionale di tutte le matrici, relative alle diverse feature considerate per i segnali acquisiti in ricezione. La tecnica è apparsa efficiente nell'individuare le caratteristiche dei materiali e le dimensioni dei difetti nelle strutture realizzate con materiali eterogenei [2].

Inoltre, sono stati presentati i nuovi sviluppi di una tecnica per l'analisi di testabilità di circuiti non lineari, presentata negli anni scorsi. L'obiettivo di questa tecnica è quella di determinare i limiti teorici della testabilità di un circuito, determinando quelli che prendono il nome di Gruppi di Ambiguità, cioè di gruppi di componenti per i quali non si possono distinguere condizioni di guasto differenti perché danno luogo a misure identiche, qualunque sia il sistema diagnostico adottato. Tradizionalmente l'analisi di testabilità era limitata ai circuiti lineari, per i quali si poteva effettuare lo studio sulla base della funzione di

trasferimento. L'Unità di Cagliari ha presentato un'estensione di questa analisi al caso di circuiti con componenti che avessero equazione caratteristica di tipo polinomiale. Non essendo più definita la funzione di trasferimento, ci si è riferiti alla relazione ingresso/uscita. Sulla base di questa, si possono scrivere le equazioni di guasto che, nell'ipotesi di caratteristiche polinomiali, sono a loro volta polinomiali. In queste condizioni, si può valutare la risolubilità di tali sistemi ricorrendo al calcolo delle basi di Gröbner per mezzo dell'algoritmo di Buchberger. Recentemente l'applicabilità del metodo è stata estesa al caso di componenti con caratteristica trascendente [3], quali diodi e transistor, e sono stati introdotti accorgimenti che permettono di avere una forte riduzione della complessità computazionale [4].

Referenze

- [1] Massimo Camplani, Barbara Cannas, Sara Carcangiu, Giovanna Concu, Alessandra Fanni, Augusto Montisci, "Software per la tomografia acustica 2D di elementi strutturali," *NDT.net Database, Proc. of Conf. AIPnD – PnD*, Rome, Oct 2009
- [2] M. Camplani, B. Cannas, F. Cau, G. Concu, M. Usai, A novel approach to Ultrasonic NTD of building materials based on wave features analysis, *Proc. of NDTCE'09, Non-Destructive Testing in Civil Engineering* Nantes, (France), July 2009
- [3] Barbara Cannas, Alessandra Fanni, Augusto Montisci, "Algebraic Approach to Ambiguity Groups Determination in Non Linear Analog Circuits," *IEEE Transactions on Circuits and Systems I*, **57**, n. 2, pp. 438-446 (2010)
- [4] Barbara Cannas, Alessandra Fanni, and Augusto Montisci, "A Fast Procedure for Canonical Ambiguity Groups Determination in Nonlinear Analog Circuits," *Proc. of IEEE Int. Symp. on Circuits and Systems (ISCAS)*, Paris, May 2010.