

Termografia a effetto Joule per il controllo di materiali compositi innovativi: un ponte tra SHM e NDT per la caratterizzazione del danneggiamento da impatto

Wednesday 2 September 2026 18:00 (15 minutes)

La rilevazione del danno nei compositi in fibra di carbonio (CFRP) è un tema chiave nell'ambito sia dello Structural Health Monitoring (SHM) che delle tecniche di Non-Destructive Testing (NDT). In questo lavoro viene proposto un approccio ibrido basato su termografia attiva con riscaldamento interno per effetto Joule, che consente di superare alcune limitazioni dei metodi tradizionali.

Sono stati realizzati cinque provini CFRP e strip in nichel integrate nel laminato [90/0/N/90/0/N/0/90/N/0/90] e uno modificato mediante interlayer di nanofibre di Nylon. In particolare, per una prima analisi preliminare, la configurazione multi-strato modificata ([90/0/N/90/NyNf/0/N/0/ NyNf /90/N/0/90]) è stata progettata per disaccoppiare elettricamente gli strati e favorire, in presenza di danno, percorsi locali di corrente e quindi anomalie termiche localizzate. Ogni provino presenta quattro danneggiamenti da impatto a diversa energia (0.75, 1.5, 3 e 6 J), utilizzati come danneggiamenti reali per la validazione dell'approccio integrato proposto.

Il riscaldamento per effetto Joule e le strip in nichel integrate generano un campo termico "dall'interno", rendendo la tecnica particolarmente adatta a integrazione in ottica SHM. L'acquisizione è stata effettuata con una termocamera microbolometrica Boson, compatta e low-cost, evidenziando la possibilità di sistemi a basso ingombro rispetto alla termografia convenzionale impulsiva con lampade flash e sensori raffreddati, che richiede sorgenti esterne più ingombranti e meno integrabili.

I risultati termografici sono analizzati quantitativamente tramite algoritmi post-processing e indici di contrasto e confrontati con tecniche ultrasonore standard (C-Scan Phased Array), mostrando una buona correlazione nella localizzazione e caratterizzazione dei difetti da impatto.

Il confronto con una tecnica NDT di riferimento e un'ulteriore analisi condotta mediante termografia impulsiva con lampade flash come convenzionale fonte di eccitazione hanno permesso di validare l'approccio proposto, evidenziandone vantaggi e limiti. Il riscaldamento per effetto Joule mostra elevata sensibilità ai difetti legati a variazioni di conducibilità e una buona integrabilità in ottica SHM, con possibilità di stima dei danni da impatto identificati in termini quantitativi. I risultati ottenuti, supportati dal confronto con tecniche ultrasonore, confermano il potenziale dell'approccio Joule come ponte tra SHM e NDT.

Primary authors: D'ACCARDI, Ester (Politecnico di Bari); Prof. BRUGO, Tommaso Maria (Università di Bologna); Mr DELL'ERBA, Nicola (Politecnico di Bari); Dr MONGIOI, Francesco (Università di Bologna); TERNELLI, Tommaso (Università di Bologna); Prof. GALIETTI, Umberto (Politecnico di Bari); Prof. ZUCHELLI, Andrea (Università di Bologna); Prof. PALUMBO, Davide (Politecnico di Bari)

Presenter: D'ACCARDI, Ester (Politecnico di Bari)

Session Classification: Metodi Energetici

Track Classification: Metodi Energetici