

Sistema integrato per l'irraggiamento di campioni mediante sorgente radioattiva alpha per analisi di termoluminescenza

Michele Bernardin, Cinzia. M. Mancuso - IPSES

LA SFIDA

Realizzare un sistema integrato hardware-software per l'irraggiamento di campioni di materiale a struttura cristallina mediante sorgente alpha di Am241, con la necessaria schermatura per la sorgente, e in grado di effettuare irraggiamenti precisi con dosi e tempi variabili, visualizzare lo status del processo in real-time e gestire tutti i parametri di sicurezza per l'operatore.

La strumentazione realizzata per l'irraggiamento di campioni fittili mediante sorgente alpha è parte di un progetto più ampio per l'allestimento di un laboratorio completo di analisi mediante termoluminescenza che IPSES ha realizzato per il Dipartimento di Archeologia del Museo Nazionale del Myanmar a partire dal 2011. Tale nuovo strumento si affianca a quelli da noi già prodotti e installati nel laboratorio scientifico birmano nel corso di questi anni con lo scopo di datare reperti ceramici provenienti dalle collezioni museali e dai siti storici del paese.

La termoluminescenza, o TL, è una tecnica che consiste nello stimolare termicamente l'emissione di fotoni da parte di materiali cristallini non conduttori. In questi materiali l'esposizione alla radioattività naturale (alpha, beta e gamma) causa una ionizzazione. Alcuni degli elettroni in movimento rimangono intrappolati in imperfezioni del reticolo cristallino e vengono liberati a seguito di riscaldamento del materiale con rilascio di fotoni (TL). Questa tecnica viene impiegata per la datazione di materiali ceramici dove l'accumulo di TL, avvenuto durante le ere geologiche, è stato eliminato dal processo di cottura, ripartendo dal momento di fabbricazione. L'emissione di TL diventa quindi un indicatore temporale preciso, a patto che la misura tenga conto di diversi parametri quali la radioattività dell'area di provenienza del reperto e il comportamento del materiale a tale esposizione.

L'irraggiatore realizzato serve per poter irraggiare il campione mediante sorgente alpha con dosi note, in modo da verificare quale sarà l'emissione di TL ottenuta da quello specifico materiale con quei precisi parametri. Tale dato viene poi utilizzato per essere interpolato con quello della TL naturale misurata sul campione e i parametri di radioattività ambientale. In particolare, per questo progetto, si è realizzata una meccanica a tenuta di vuoto in grado di contenere e schermare una sorgente alpha costituita da un isotopo di Americio; in particolare l'Am241, che ha tempi di

LA SOLUZIONE

Uno strumento in grado di contenere e schermare una sorgente radioattiva di Am241, di lavorare nel vuoto e attuare dosaggi precisi impostati dall'utente, calcolando automaticamente i tempi di esposizione necessari ai campioni. Il sistema visualizza in real-time lo status del processo e tutti i parametri, gestendo gli allarmi e la sicurezza. Il software di controllo e monitoraggio è stato sviluppato in NI LabVIEW.

decadimento molto lunghi, mantiene costante la sua attività nel medio periodo (anni) e non ha emissioni secondarie tali da interferire con il processo specifico. I calcoli per la schermatura e la calibrazione della sorgente nello strumento sono stati eseguiti in collaborazione con l'INFN- sezione di Torino.

L'irraggiatore, oltre al portasorgente, è equipaggiato con uno shutter pneumatico, un piattello portacampioni girevole, un vacuometro di Pirani per la misura della pressione e una speedy valve elettronica per la regolazione del livello di vuoto ottimale all'interno della camera. L'acquisizione dati e la comunicazione con lo strumento è stata gestita mediante una scheda DAQ multifunzione NI PCIe-6321 ad alta velocità. La scheda PCIe-6321 ha permesso di avere la reattività necessaria per gestire in real-time l'acquisizione dati durante il processo di irraggiamento e tutti i parametri all'interno della camera.

L'interfaccia utente, sviluppata con LabVIEW permette di impostare i valori di dose in Grey, calcolando automaticamente i



Figura 1: Irraggiatore: L'irraggiatore alpha con il controller di interfacciamento verso il PC

“L'uso di LabVIEW per il software ha consentito un'implementazione efficace e rapida della gestione e del monitoraggio.”



Figura 2: Irraggiatore aperto: L'irraggiatore alpha aperto con il piattello portacampioni rotante

tempi di esposizione necessari. Il tempo richiesto dall'irraggiamento e il tempo rimanente alla fine del processo vengono mostrati in un'apposita finestra. Poiché l'irraggiamento deve avvenire con vuoto parziale compreso tra 20.000Pa (200mBar) e 1.000Pa (10mBar), il software mostra i valori sia in Pa, sia in Bar del livello di vuoto raggiunto, elaborando i dati ricevuti dal vacuometro di Pirani e gestendo l'apertura e chiusura della speedy valve verso la pompa da vuoto. Un grafico indica il livello della pressione all'interno della camera in real-time, evidenziando il raggiungimento dei valori corretti cosicché l'operatore possa far partire il processo di irraggiamento solo in quel momento. Poiché la sorgente di Am241 è protetta da un foglio di 2 μ m di oro/palladio, per evitare che la sorgente venga danneggiata è importante che il livello di vuoto non scenda al di sotto dei 1.000Pa quando lo shutter è aperto. Tramite software si sono quindi implementati sia dei messaggi di allerta che avvisano l'operatore se vengono raggiunti dei livelli di pressione pericolosi, sia un sistema di chiusura automatica della speedy valve al raggiungimento del valore limite. Quando lo shutter viene aperto, un apposito indicatore mostra graficamente che il processo di irraggiamento è in corso. Poiché l'irraggiamento può avere tempi variabili da pochi minuti fino a diverse ore, il sistema deve garantire estrema precisione sia nell'acquisizione, sia nel monitoraggio dei parametri in real-time, in modo che nessun dato venga perso: infatti, una perdita di dati anche di pochi millisecondi, inficerebbe completamente l'analisi. Per ragioni di sicurezza, si è predisposta una chiusura automatica dello shutter in caso di assenza di comunicazione col PC (per esempio per spegnimento accidentale, stacco di cavi durante il processo etc.), in modo da non far sussistere condizioni di potenziale pericolo per l'operatore.

Poiché si tratta di un'applicazione potenzialmente pericolosa e che impiega materiali radioattivi soggetti a restrizioni, è stato implementato un log di sistema che salva tutti gli eventi, comandi dell'operatore, warning, allarmi, superamento soglie critiche, intervento di protezioni etc. su buffer circolare. In questo modo è possibile avere traccia dello storico delle misure, degli operatori che si sono collegati, delle azioni fatte e degli eventuali problemi avuti. L'accesso alle funzioni è regolato tramite autorizzazioni.



Figura 3: Software: L'interfaccia operatore sviluppata in LabVIEW con le finestre per il settaggio parametri, il grafico e gli indicatori per il monitoraggio valori e lo status di processo

Risultati

Il sistema permette di effettuare irraggiamenti precisi con sorgente radioattiva alpha garantendo stabilità, affidabilità e sicurezza anche nel caso di processi di diverse ore. L'uso di LabVIEW per il software ha consentito un'implementazione efficace e rapida della gestione e del monitoraggio.

Prodotti utilizzati:

PXI/CompactPCI

LabVIEW