



## Software per la centratura di un fascio di Raggi X per la caratterizzazione di dosimetri CVD Diamond..<sup>†</sup>

Sara Insalaco,<sup>a</sup> Lorenzo Agostini,<sup>b</sup> Antonello Ranieri,<sup>b</sup>



Realizzazione di un software per il centraggio di un fascio collimato di radiazione elettromagnetica X, utilizzato per caratterizzazioni dosimetriche. Il programma è stato implementato per interfacciarsi con il sistema di movimentazione passo-passo Thorlabs e con l'elettrometro Keithley 487 con duplice funzione di picoamperometro e generatore di tensione di polarizzazione.

**Keywords:** X-Ray, Dosimeter, Centering, Labview.

### 1 Ambiente di sviluppo NI Labview (cenni)

Labview, abbreviazione di Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench, è l'ambiente di sviluppo integrato realizzato dalla National Instrument (NI). Il linguaggio di programmazione usato in Labview si distingue dai linguaggi tradizionali, di tipo testuale, poiché grafico. Per questa ragione viene denominato G-Language (Graphic Language). La definizione di dati, algoritmi e strutture avviene mediante l'utilizzo di icone ed altri oggetti grafici, ognuno dei quali incorpora diverse funzioni.

La programmazione Labview si fonda su due pilastri tra loro interconnessi:

1. Il *Front Panel*, che costituisce l'interfaccia grafica, dove figurano cioè i parametri operativi visibili all'utente;
2. Il *Block Diagram*, ambiente di programmazione vero e proprio, dove avviene lo sviluppo degli algoritmi alla base del software.

Il linguaggio G è costituito da un grafo orientato, disegnato nel Block Diagram, costituito da una serie di funzioni, connesse da fili che trasportano i dati in una direzione precisa, generalmente non reversibile. Un altro

aspetto che differenzia Labview dagli altri linguaggi di programmazione è l'ordine di esecuzione dei task (compiti). Nei linguaggi testuali l'ordine di esecuzione generalmente è sequenziale, deciso cioè dall'ordine in cui vengono compilate le righe di codice. In Labview invece, task indipendenti vengono eseguiti contemporaneamente. Nel caso di task sequenziali viene invece seguito il flusso naturale dei dati (*Data Flow*), ovvero è impossibile utilizzare un dato prima che questo sia disponibile.

### 2 Hardware

La camera a ionizzazione ed il dispositivo sotto test sono vincolati assialmente ad un supporto meccanico. Si è equipaggiato il banco di caratterizzazione a raggi X con uno sistema mobile in grado di muoversi lungo le tre direzioni (x, y, z) rispetto al sistema di riferimento fisso costituito dalla sorgente X. Il movimento è garantito da motori servo Thorlabs a risoluzione micrometrica (40 nm/passaggio), massima escursione di 250 mm in tutte e tre le direzioni e con un feedback della posizione ottenuto attraverso degli encoder. Tutto il sistema di movimentazione (vedi figura 1) è controllato tramite PC attraverso una scheda PCI NI<sup>(R)</sup> che contiene i circuiti logici ed i rispettivi driver di potenza.

### 3 Front Panel

Il centraggio del fascio rispetto ai due dispositivi rappresenta un'operazione abbastanza complicata, considerata la sua invisibilità e pericolosità. Per questo motivo è stato realizzato un programma in grado di posizionare in maniera automatizzata il dosimetro sotto il fascio.

<sup>a</sup> Università di Roma "La Sapienza", Facoltà di Ingegneria, via Eudossiana 18, 00184 Roma, Italia

<sup>b</sup> Istituto di Cristallografia, C.N.R., via Salaria km 29.300, 00015 Monterotondo, Italia

Creative Commons Attribution - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale

<sup>†</sup> Rapporto tecnico IC-RM 2015/11 con protocollo n. 1820 del 26/10/2015



**Fig. 1** Sistema di movimentazione per il centraggio del fascio.

Il suddetto programma è costituito da una serie di Sub-Vi, ognuna delle quali svolge una specifica funzione. Esse vengono richiamate nella Vi principale: il Main.

Lo schema progettuale può essere ben descritto mediante il grafo mostrato nella figura 2 sottostante.

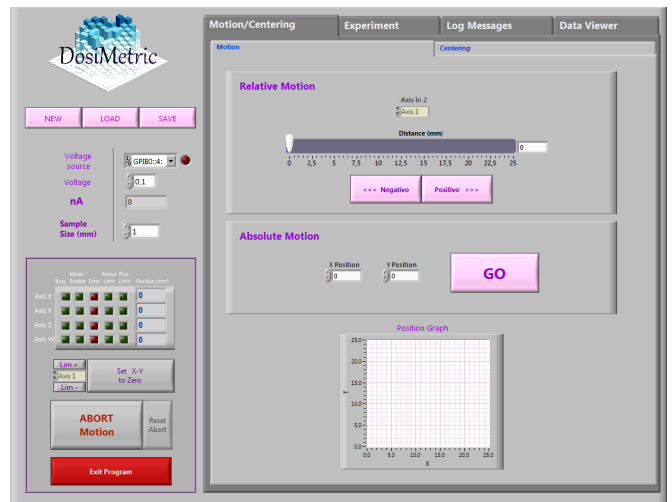


**Fig. 2** Grafo dello schema progettuale.

L'interfaccia, semplice ed intuitiva è mostrata in figura 3.

Nella colonna di sinistra sono presenti i comandi per la gestione dell'Hardware. I dispositivi consistono in un elettrometro e il già menzionato sistema di movimentazione passo-passo. Quest'ultimo ha il compito di spostare l'apparecchio sotto test su quattro assi: tre relativi alla traslazione su una terna ortogonale (assi X, Y, Z) ed uno relativo alla rotazione (asse W).

Nella nostra applicazione gli apparati sono disposti ortogonalmente rispetto al fascio, quindi la posizione del quarto asse, così come la distanza dalla bocca raggi (Z), vengono impostate come costanti all'inizio dell'esperimento.



**Fig. 3** Pannello frontale del dosimetro.

Appare chiaro il riquadro contenente i led indicanti lo stato di ogni asse: occupato, abilitato, in errore, al limite massimo o minimo. Per ogni asse è inoltre indicata la posizione attuale in millimetri. La suddetta posizione si riferisce ad un punto arbitrario ma ripetibile, impostato come zero nel sistema di riferimento utilizzato. Il punto di coordinate (0,0) si ottiene ponendo al limite negativo i due motori relativi agli assi X e Y. Così facendo si ha a disposizione un'area di indagine quadrata con lato pari a 25 mm. Al di sotto troviamo infatti due pulsanti capaci di mandare al limite positivo o negativo l'asse desiderato. Il limite di escursione dell'albero motore si riesce ad identificare grazie a due microswitch che, in caso di attivazione, ne bloccano la rotazione e provocano l'accensione del relativo led nel software.

Un controllo permette di scegliere tra i vari elettrometri a disposizione e verificarne lo status grazie al led limitrofo, indicante un malfunzionamento. Si può impostare in maniera automatica la tensione di polarizzazione.

Come si vede nella figura precedente, il software è suddiviso in blocchi: Motion ed Experiment. Nel primo sono possibili movimenti relativi o assoluti. Nel secondo troviamo invece una funzione denominata Sensitivity Map, che permette di mappare in un grafico 3D l'andamento della sensibilità del campione sotto test.

I pulsanti di emergenza, quali Stop e Exit, permettono rispettivamente di interrompere ogni operazione in corso o l'intero programma.

Il programma è inoltre corredato di una funzione per il salvataggio degli output (valore di massima fotocorrente misurata durante la scansione, coordinate individuanti il punto di massima e grafici). Successivamente si può effettuare il loading dei dati precedentemente salvati e visualizzarli nella sezione Data Viewer (figura 4). Grazie ai Logs viene mantenuta memoria delle varie operazioni con data e ora in cui sono state eseguite.

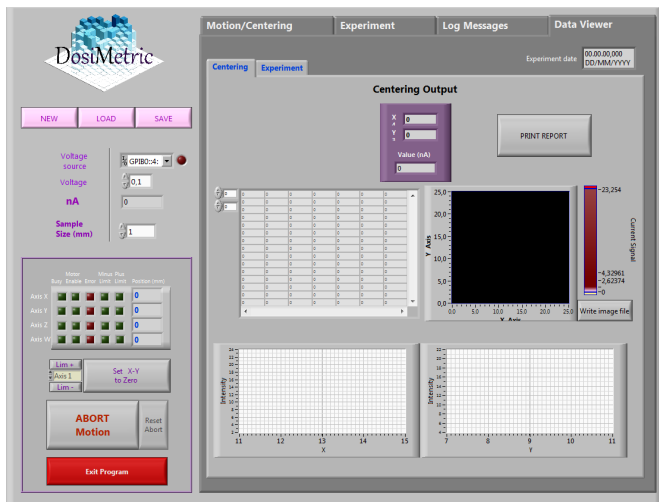


Fig. 4 Data Viewer

## 4 Centering

Cuore del software è il Centering, mostrato in figura 5 che realizza l'operazione di centraggio vera e propria.

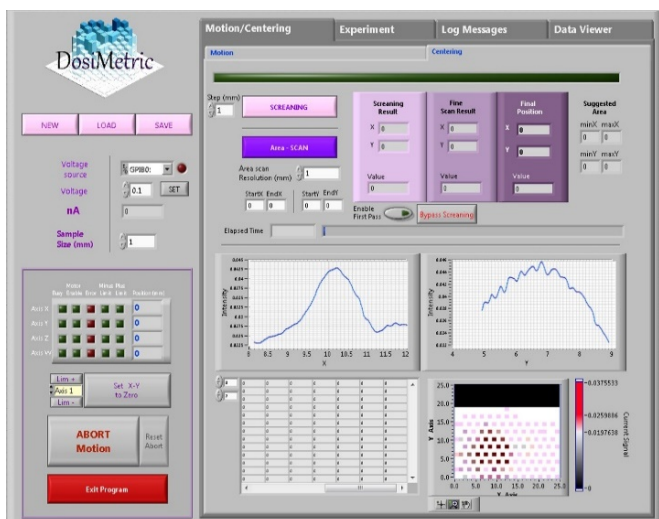


Fig. 5 Centering Front Panel

L'individuazione del fascio si basa su una scansione del piano XY. E' necessario impostare un unico input: Sample size e premere il pulsante Full-scan. Dalla prima indagine, sull'intera area (25x25 mm), si acquisisce un grafico e l'output riportato nella colonna rosa: Screening Result. Essa fornisce informazioni riguardo il massimo valore di fotocorrente (in nA) e le relative coordinate. Il grafico delle intensità mostra in scala cromatica i valori di fotocorrente rilevati in ogni punto scansionato.

## 5 Block Diagram

Sofferamoci più in dettaglio sulla già menzionata operazione di scansione realizzata mediante la funzione Scan-Square, mostrata in figura 6.

Si posiziona il dosimetro nel punto di zero e lo si sposta alternativamente nel verso delle ascisse positive e negative, ad ogni inversione di direzione le ordinate muovono

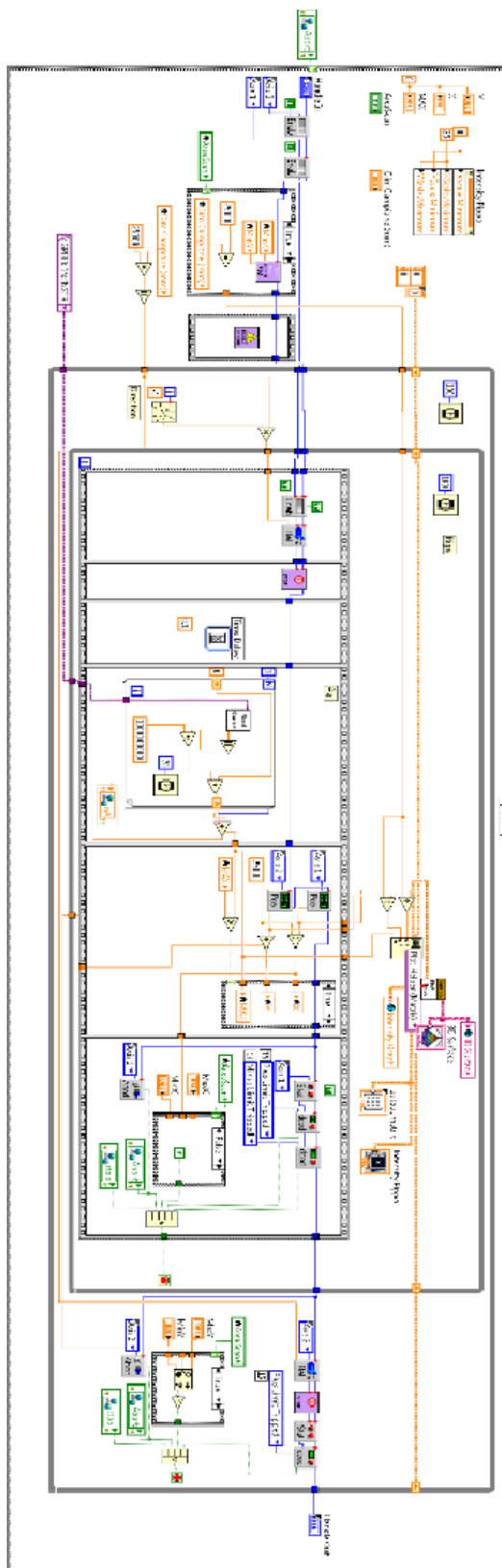
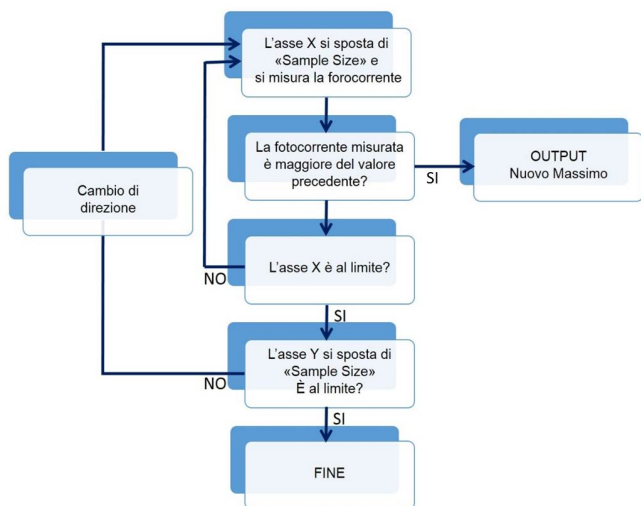


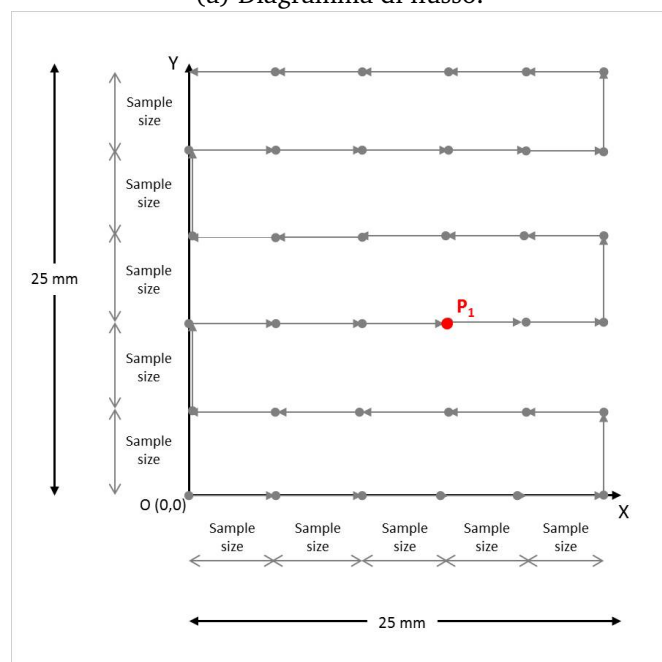
Fig. 6 Scan-square Block Diagram.

in senso positivo costruendo in questo modo un andamento a “snake”. Tutti i movimenti hanno ampiezza pari a “dimensione campione”.

Lo schema a blocchi in figura 7a rappresenta l’algoritmo utilizzato nella procedura. In figura 7b è invece mostrata l’area scansionata.



(a) Diagramma di flusso.



(b) Area Scansionata.

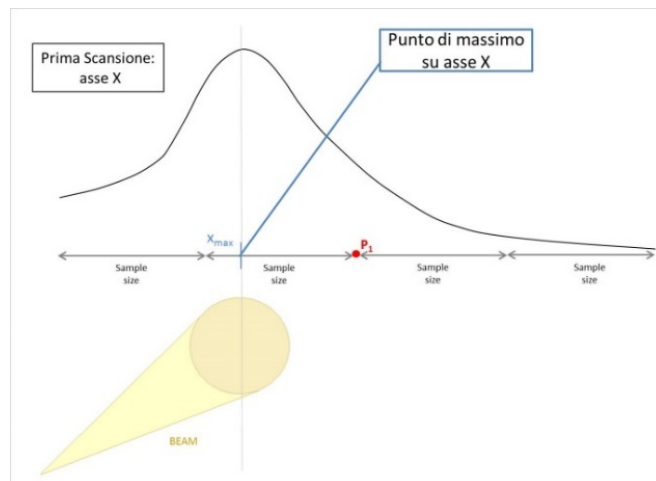
Fig. 7

Così facendo, si ottiene un’area discretizzata, con misure distanti fra loro “dimensione campione”, tra le quali esiste un valore massimo che corrisponde al punto più vicino al dosimetro. Per le successive misure, il dosimetro viene posizionato nelle coordinate ottenute (P1) e relative al massimo valore di fotoconducibilità.

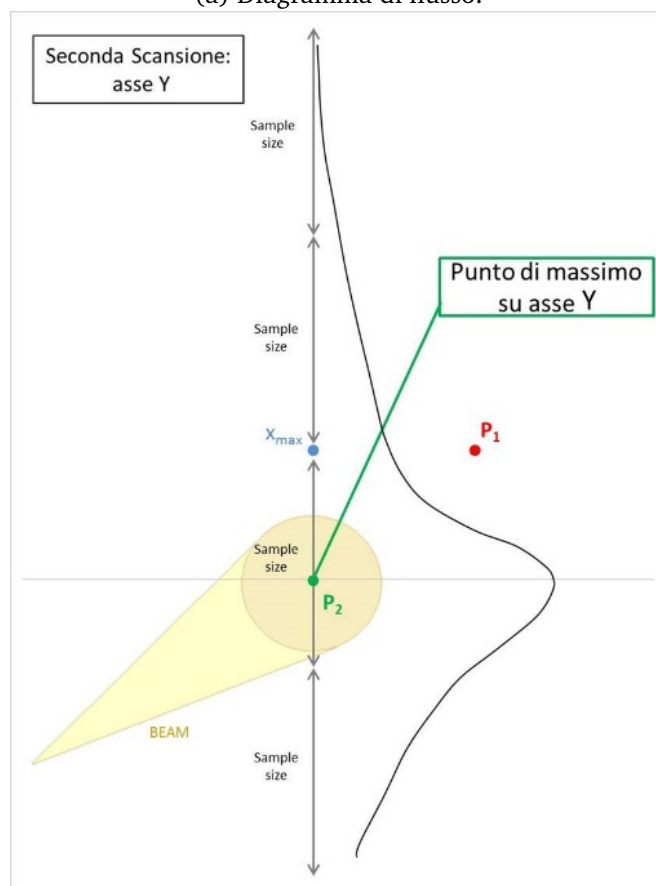
A questo punto si effettua una scansione sull’asse X (Figura 8a) con una risoluzione di un decimo della dimensione del campione e con un punto di partenza arretrato di due volte la dimensione del campione. Si ottiene un

grafico con un trend a campana dal quale otteniamo un nuovo massimo relativo all’asse X. Il campione si sposta nella nuova coordinata di X.

A partire dalla nuova ascissa, si effettua una scansione sull’asse Y, arretrando anche su questo asse di due volte la dimensione del campione rispetto al punto di partenza (Figura 8b).



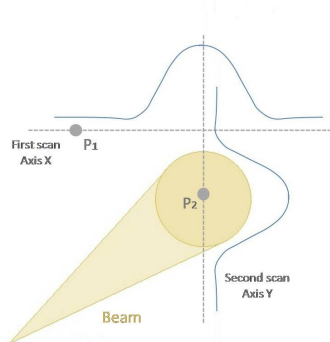
(a) Diagramma di flusso.



(b) Area Scansionata.

Fig. 8

Otteniamo nuovamente un massimo, questa volta relativo alle ordinate e quindi un nuovo punto (P2). Una volta terminato il secondo step, il risultato viene mostrato in figura 5 nella seconda colonna (Fine Scan Result) e



**Fig. 9** Secondo step con evidente centraggio del fascio.

il campione si localizza in P2.

La stessa procedura viene reiterata ma questa volta con passo pari ad un ventesimo della dimensione del campione. La risoluzione sempre più fine ci consente di ottenere il massimo valore di fotoconducibilità e conseguentemente un perfetto centraggio. I dati conclusivi sono riportati in figura 5, nell'ultima colonna: *Final Position* (in viola scuro).

## 6 Conclusioni

Nel laboratorio di raggi X dell'istituto di cristallografia del CNR si è stati in grado di individuare, con un opportuno rivelatore, le coordinate relative alla massima intensità di una sorgente elettromagnetica, in maniera del tutto automatizzata. L'efficienza del software è stata testata su fasci sia a frequenze dei raggi X, che nel range del visibile, mediante laser.