

Proposta di laboratorio per il III SNRI:
Rivelatori a Pixel al Silicio per Imaging e Dosimetria

In radioterapia, la determinazione accurata della distribuzione 2D (bidimensionale) della dose assorbita in modalità conformazionali (ad esempio nella Intensity Modulated Radiation Therapy (IMRT) e nei trattamenti stereotassici [1,2]), richiede rivelatori con caratteristiche specifiche: alta risoluzione; alta granularità [3]; sensibilità indipendente dal *dose rate* e dall'energia dei fotoni; risposta veloce e stabile nel tempo; buona linearità; ampio *range* dinamico. Ad esempio, la tecnica IMRT può essere implementata tramite un acceleratore lineare (LINAC) dotato di un collimatore multilamellare ("Multi Leaf Collimator", MLC) formato da un gran numero di coppie di lamelle (*leafs*) in tungsteno. Ogni lamella è motorizzata individualmente ed è controllata da un computer. Una distribuzione di dose non uniforme può essere ottenuta attraverso una sequenza di diversi irraggiamenti statici ("segmenti") dove, di volta in volta si cambia la configurazione delle lamelle del collimatore (tecnica "step and shoot"), oppure attraverso il movimento delle foglie con una velocità variabile durante l'irradiazione (tecnica dinamica). La misura della distribuzione della dose su un piano selezionato è il riferimento standard per la verifica dei trattamenti IMRT. Nel quadro del progetto europeo integrato MAESTRO [4], è stato progettato un sistema modulare basato su un sensore di silicio monolitico segmentato in pixel per la verifica 2D pre-trattamento della dose. L'obiettivo di queste verifiche è quello di assicurare che la dose di radiazione impartita a ciascun paziente sia in accordo con quanto ottenuto con il sistema di Treatment Planning (TPS). Il trattamento IMRT permette irradiazioni con profili di dose geometricamente complessi e con gradienti anche molto marcati. È perciò fondamentale che il rivelatore fornisca una misura di dose accurata e geometricamente precisa in modo da preservare gli organi del paziente vicino all'area irradiata.

Il rivelatore [5,6] con cui verranno effettuate le esercitazioni proposte è composto da una matrice di pixel 21x21, per un totale di 441 canali. I pixel sono di 2x2 mm² di area attiva con passo di 3 mm. Strip metalliche, di 20 μm di larghezza, collegano i pixel alle piazzole di connessione coi chip dell'elettronica di lettura, poste su un lato del sensore. I rivelatori sono progettati in modo tale che più sensori possono essere posizionati uno accanto all'altro per coprire un'area attiva più grande mantenendo lo stesso passo complessivo dei pixel. L'elettronica di lettura adottata si basa sull'ASIC TERA06 [7] sviluppato dall'INFN di Torino e prodotto dalla IBA Dosimetry. Questo chip è elettrometro a 64 canali che effettua una conversione corrente-frequenza, confrontando la carica integrata con un quanto di carica che può essere variato tra 100 e 1000 fC. Il rivelatore è controllato con un software basato su LabVIEW attraverso una scheda digitale NI6534.

[1] E. B. Podgorsak (Ed.), "Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students," IAEA, Vienna, 2005. Available at www.iaea.org.

[2] G. A. Ezzell et al., "Guidance document on delivery, treatment planning, and clinical implementation of IMRT: Report of the IMRT subcommittee of the AAPM radiation therapy committee", Med. Phys.,30 (2003), 2089.

[3] J. F. Demsey et al., "A Fourier analysis of the dose grid resolution required for accurate IMRT fluence map optimization", Med. Phys. 32 (2005), 380.

[4] <http://www.maestro-research.org>

[5] M. Bruzzi, M. Bucciolini, M. Casati, D. Menichelli, C. Talamonti, C. Piemonte, B.G. Svensson, Appl. Phys. Lett. 90 (2007) 172109. [2]

[6] D. Menichelli, M. Bruzzi, M. Bucciolinia, C. Talamonti, M. Casati, L. Marrazzo, M. Tesi, C. Piemonte, A. Pozza, N. Zorzi, M. Brianzi, A. De Sio, Nucl. Instr. and Meth. A 583 (2007) 109–113.

[7] G. Mazza, R. Cirio, M. Donetti, A. La Rosa, A. Luparia, F. Marchetto, C. Peroni, IEEE Trans. Nucl. Sci. NS-52 (4) (2005) 847

Attività Proposte

- 1) Acquisizione di segnali col rivelatore irraggiato con una sorgente di ^{90}Sr .
- 2) Misura e studio della dose integrata
- 3) Acquisizione di profili di dose realizzati schermando la sorgente con opportuni collimatori

Le stesse misure potrebbero essere effettuate utilizzando direttamente il fascio del LABEC o utilizzando materiali attivati utilizzando il medesimo fascio (allo studio)

Materiale disponibile per le differenti misure

- 1) Rivelatore e chip di lettura
- 2) Stazione di acquisizione
- 3) Software di analisi

Stazioni di lavoro

Sarà a disposizione una stazione di lavoro.

Personale

M. Bruzzi, C. Talamonti.