

Borsa di studio attivata ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021

Titolo del progetto: Design of a low environmental impact electron LINAC for RadioTherapy

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo:
FISICA DEGLI ACCELERATORI

Responsabile scientifico: V. Patera

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 6

Azienda: Sordina IORT Technologies s.p.a. , Via dell'Industria, 1, 04011 Aprilia LT

Il Dipartimento è disponibile a cofinanziare per un importo pari a euro: 7000

Dipartimento finanziatore: DIPARTIMENTO DI SCIENZE DI BASE ED APPLICATE PER L'INGEGNERIA con delibera del 21/09/2021

Progetto di ricerca:

Una delle tecniche maggiormente utilizzate per il trattamento del tumore e la radioterapia a fasci esterni (EBRT). La EBRT convenzionale sfrutta fasci di fotoni (4-25 MV) o di protoni (100- 200 MeV), capaci di raggiungere facilmente i distretti anatomici più profondi. Una delle criticità legate al trattamento che utilizza fotoni e l'elevata quantità di dose assorbita dagli organi sani circostanti, definiti nel trattamento come organi a rischio (OARs). Nel caso dei protoni gli OAR possono essere salvaguardati grazie all'elevata conformità della distribuzione di dose assorbita, rendendo però critico il posizionamento del paziente. In più la complessità dell'acceleratore pone forti vincoli economici e logistici sull'uso capillare di tale tecnica radioterapica.

Recenti risultati in letteratura hanno mostrato che l'uso di elettroni ad alta energia (VHEE) compresa fra 60 e 130 MeV potrebbe essere una alternativa superiore ai fotoni per il trattamento di diversi tumori garantendo un'efficace risposta antitumorale e una migliore salvaguardia degli OAR. Inoltre, acceleratori lineari ad elettroni (eLIANC) capaci di realizzare accelerazioni di 50 MeV/m (in banda C e in banda X) sono ormai in avanzata fase di sperimentazione nel mondo, rendendo questi dispositivi relativamente compatti, e quindi adatti per un uso diffuso nella pratica clinica.

Un'altra caratteristica che ha stimolato l'interesse in radioterapia per i eLINAC è la loro capacità di fornire la dose a ratei molto elevati (> 10 Gy/s). Studi preclinici mostrano che queste intensità di irraggiamento mantengono un'efficace risposta antitumorale ma con un miglior risparmio degli organi a rischio rispetto alle dosi usate in radioterapia convenzionale (FLASH effect).

Uno dei maggiori ostacoli per l'uso in ospedale degli VHEE eLINAC riguarda il loro impatto in termini di radioprotezione ambientale, dovuto principalmente a due effetti: necessità di schermature e possibilità di attivazione del materiale circostante

- Il flusso disperso di queste macchine impone una schermatura dell'ambiente circostante maggiore rispetto a un normale acceleratore a fotoni. Quanto questo flusso è maggiore, quanto più materiale deve essere posto a salvaguardia dell'ambiente circostante, imponendo maggior uso di cemento e materiali pesanti ad alto numero atomico.

- Il materiale colpito dal flusso disperso può attivare (rendere radiattivo) il materiale che colpisce. Questo ha un notevole impatto sull'ambiente soprattutto considerando i processi di smaltimento dell'intero sistema acceleratore+schermature a fine utilizzo del device.

In questo contesto la proposta di un dottorato industriale inserito nell'ambito del Dottorato in Fisica degli Acceleratori della Sapienza ha come scopo sviluppare, in collaborazione della S.I.T. (Sordina IORT Technologies S.p.A.), azienda

laziale leader nel campo della progettazione e produzione di acceleratori medicali, un disegno di un acceleratore lineare ad elettroni a basso flusso disperso di radiazioni che quindi renda minore l'impatto ambientale dello smaltimento del sistema acceleratore e schermature (sia come volume che come attivazione del materiale).

L'attività di dottorato sarà incentrata sulla progettazione di celle acceleranti basati su combinazioni di materiali a basso Z e conduttori. Tale ottimizzazione mirerà soprattutto alla riduzione dell'emissione di fotoni di Bremsstrahlung lungo il percorso del fascio dentro la cavità accelerante dell'eLINAC.

Titolo del progetto (inglese): Feasibility study of a linear electron accelerator for oncological radio therapy with low environmental impact

Progetto di ricerca (inglese):

One of the most commonly used techniques for cancer treatment is external beam radiation therapy (EBRT).

Conventional EBRT exploits beams of photons (4-25 MV) or protons (100- 200 MeV), capable of easily reaching the deepest anatomical areas.

One of the critical issues related to the treatment that uses photons is the amount of dose absorbed by the surrounding healthy organs, defined as organs at risk (OARs). In the case of protons, the OARs can be spared due to the high conformality of the absorbed dose distribution, but this properties in turn makes patient positioning critical. In addition, the complexity of the proton accelerator induces economic and logistical constraints on diffusion of this radiotherapy technique.

Recent results in the literature show that the use of high-energy electrons (VHEE) in the 60- 130 MeV range could be an appealing alternative to photons for the treatment of deep seated cancers, providing an effective antitumor response and a better OAR sparing. Furthermore, electron linear accelerators (eLINAC) providing field of 50 MeV/m (in C band and X band) are now in an advanced stage of experimentation. Such a innovative eLINAC can be relatively compact, and therefore suitable for widespread use in clinical environment. . Lately a feature that has stimulated interest in radiotherapy for eLINAC is the possibility to deliver dose at very high rates ($> 10 \text{ Gy / s}$), since preclinical studies suggest that irradiation at high intensities keep an effective antitumor response but with a better OAR sparing than conventional radiotherapy (FLASH effect).

One of the main challenges to the use of this VHEE eLINAC in hospital is their impact in terms of environmental radiation protection, mainly due to two effects: the need for shielding and the possibility of activating the surrounding material:

- The stray radiation field of the machine requires a much heavier shielding of the surrounding environment with respect to standard photon radiotherapy. The greater this flow, the more material must be placed to safeguard the surrounding environment, the greater use of cement and heavy materials
- The material hit by the stray radiation field can activate (make the material radioactive). This has a significant impact on the environment, especially considering the disposal processes of the entire accelerator + shielding system at the end of use of the device.

In this context, the proposal for an industrial doctorate included in the PhD in Physics of Accelerators of Sapienza aims to develop, in collaboration with S.I.T. (Sordina IORT Technologies SpA), Lazio-based company leader in the field of design and production of medical accelerators, a design of a linear electron accelerator with low radiation dispersed flow which therefore reduces the environmental impact of the disposal of the accelerator and shielding system (both as volume and as activation of the material) .

The PhD activity will focus on the design of accelerating cells based on combinations of low- Z materials and conductors. This optimization will aim at the reduction of the Bremsstrahlung photon emission along the path of the beam inside the accelerating cavity of the eLINAC.

