

Collaborazione
INFN-LNF Divisione Acceleratori / ENEA Divisione FUSPHY

Referenti: Marco Ciotti, Alberto Petralia (ENEA Frascati)

Alessandro Gallo, Giampiero Di Pirro (INFN-LNF)

La collaborazione riguarda la Divisione Acceleratori dei Laboratori Nazionali di Frascati e la Divisione FUSPHY ENEA, in relazione a progetti ed attività in ambito acceleratori di particelle, tecniche di accelerazione, diagnostiche e produzione di radiazione FEL.

Tale collaborazione ha lunga e consolidata tradizione, a partire dai primi anni 2000 con la realizzazione del progetto SPARC presso i LNF dell'INFN costituito da un acceleratore lineare d'alta brillantezza realizzato dall'INFN accoppiato ad un gruppo di ondulatori progettato, realizzato e messo in funzione da ricercatori ENEA per la produzione di radiazione FEL nel visibile.

La collaborazione, destinata ad espandersi in diversi settori della fisica degli acceleratori e dei plasmi, è tuttora basata principalmente sull'operazione degli ondulatori esistenti e sul progetto di nuovi ondulatori all'interno dell'infrastruttura di ricerca dei LNF denominata SPARC_LAB. Negli ultimi 12 mesi le attività in questi settori si sono significativamente intensificate, ed hanno richiesto l'associazione scientifica di 7 ricercatori ENEA presso i LNF dell'INFN.

Carpanese, Doria, Filippi, Giovenale, Nguyen, Petralia, Selce

Progetto “SPARC_Lab Comb-to-FEL”

Si tratta di un esperimento di amplificazione di radiazione FEL da un fascio di alta brillantezza accelerato mediante l'eccitazione di wakefield in plasma. Il fascio prodotto nel linac SPARC ed ulteriormente accelerato nella cella di plasma attraverso la tecnica PWFA (onda di plasma eccitata da un pacchetto “driver” di elettroni) è iniettato nell'ondulatore di ENEA tuttora installato sulla linea di fascio. A partire dal 2020 il personale ENEA ha rimesso in funzione i vari moduli dell'ondulatore e l'hardware associato, e ne gestisce l'attività sperimentale in stretta collaborazione con il team INFN. L'esperimento procede secondo programma e si trova in questo momento in una fase cruciale poiché il fascio di elettroni accelerato con tecnica PWFA è trasportato di routine nell'ondulatore, e lo sforzo dei 2 teams è massimo per migliorare da una parte la qualità del fascio e del suo trasporto, e dall'altra la sensibilità delle diagnostiche di radiazione collocate lungo l'ondulatore. La produzione di radiazione FEL con fasci accelerati con onde di plasma ad oggi non è ancora mai stata osservata, il che rende l'obiettivo scientifico della collaborazione in atto estremamente prestigioso.

Questo tipo di sperimentazione è inoltre di altissimo valore strategico in quanto validazione della tecnologia di frontiera alla base del progetto EUPRAXIA per il quale l'INFN si propone come leader di un consorzio di istituzioni scientifiche europee e per il quale è prevista la realizzazione di una nuova grande infrastruttura di ricerca presso i LNF.

Progetto SABINA

I Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, con il progetto SABINA (Source of Advanced Beam Imaging for Novel Applications), sono risultati tra i vincitori dell'avviso pubblico "Infrastrutture per la Ricerca", finanziato dalla Regione Lazio su fondi POR-FESR 2014-2020. L'obiettivo del bando è sostenere il potenziamento delle Infrastrutture di Ricerca individuate nel Programma Nazionale per le Infrastrutture di Ricerca (PNIR), per accrescere la competitività del sistema della ricerca ed innovazione e la capacità di generare ricadute per il sistema industriale ed imprenditoriale regionale. Si tratta di infrastrutture di eccellenza dal punto di vista scientifico che vanno potenziate nella loro capacità di trasferire innovazione tecnologica.

Il progetto SABINA ha come obiettivo il consolidamento della facility di ricerca SPARC_LAB. Questo potenziamento sarà ottenuto con il consolidamento degli impianti tecnologici a servizio dell'acceleratore SPARC e con la sostituzione di alcuni strumenti, per migliorare le performance dell'acceleratore e limitare il numero e l'impatto di guasti. Il risultato atteso è una maggior affidabilità del sistema, cosa che permetterà di dedicare del tempo-macchina ad utenti esterni, sia industriali che di ricerca. Per questo verranno messe in opera due linee: un laser di potenza e una linea di radiazione FEL nella banda THz, realizzata con un ondulatore dedicato. Vari sono i settori di ricerca interessati, con numerose possibilità di ricadute applicative: il laser di potenza eseguirà test di irraggiamento di campioni quali ottiche da vuoto, utilizzate in ambito aerospaziale; la radiazione THz sarà usata quale mezzo di indagine in ambito fisico, chimico, della biologia, dei beni culturali, della scienza dei materiali.

La progettazione dell'ondulatore, che rappresenta uno dei pilastri del progetto, è stata realizzata da un gruppo di lavoro composto da personale INFN ed ENEA. In particolare la componente ENEA ha messo a disposizione la specifica competenza teorica e la grande esperienza maturata nell'attività di SPARC. Il progetto elaborato consiste in un ondulatore di tipologia "Apple X" ottimizzato per la produzione di radiazione FEL per lunghezze d'onda nel range $10 \div 100 \mu\text{m}$. Il lavoro è stato completato, le specifiche ed il disegno elaborati sono stati utilizzati come base tecnica della gara pubblica (valore > 1 MEuro) per la fornitura del dispositivo. La gara si trova al momento in una fase avanzata di svolgimento.

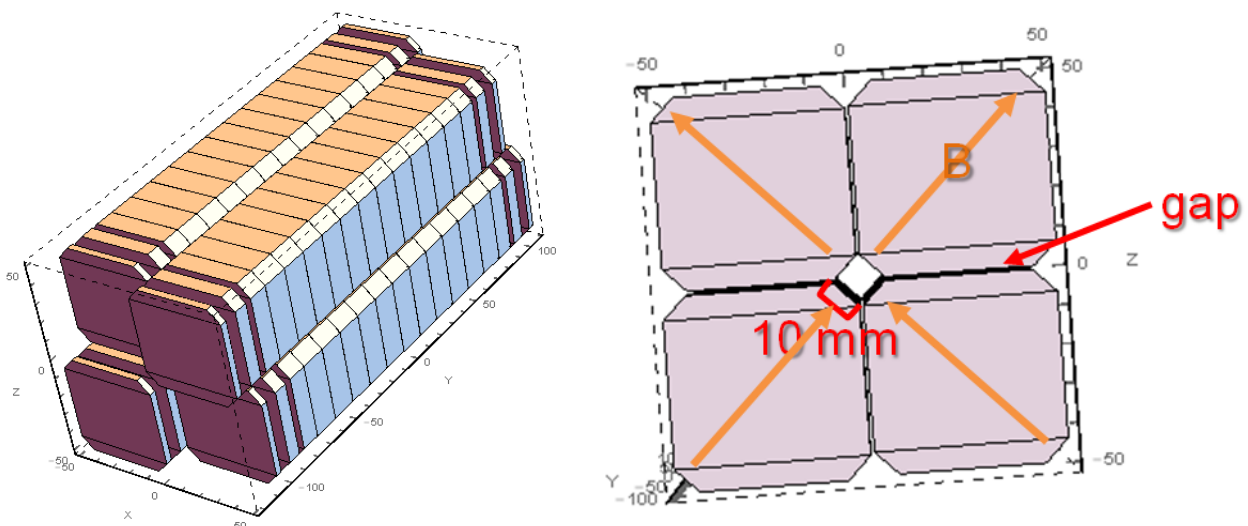


Fig.1: Schema ondulatore "Apple X" per la generazione FEL THz del progetto SABINA

Tab I: caratteristiche onduttore SABINA

Ondulator type	Apple X
Period	5.5 cm
Gap	1 mm
Magnetic field Br	1.2 T (NeFeBo, permanent magnets)
Block/Periods	4
Magnets heights	5 cm (square block)
# Periods N	22
K max	3.7 (C), 7.4 (L)
Optimization	Circular polarization

Progetto EUPRAXIA

Il personale della divisione FUSPHY dell'ENEA ha contribuito alla stesura del Conceptual Design Report del progetto Eupraxia@SPARC_LAB di prossima realizzazione presso i LNF, ed attualmente supporta il lavoro preparatorio del Technical Design Report, che dovrà essere completato entro il 2023. Con questo obiettivo ricercatori ENEA sono presenti nell'organigramma di progetto con ruoli di responsabilità principalmente (ma non esclusivamente) nel settore della generazione, trasporto ed utilizzo della radiazione FEL.

Frascati, 14/03/2021