

Free Electron Laser (FEL) con Accelerazione a Plasma, *recenti risultati sperimentali*

Alberto Petralia

ENEA, Dipartimento Fusione e Tecnologie per la Sicurezza Nucleare (FSN)

a nome della collaborazione INFN-ENEA sui FEL

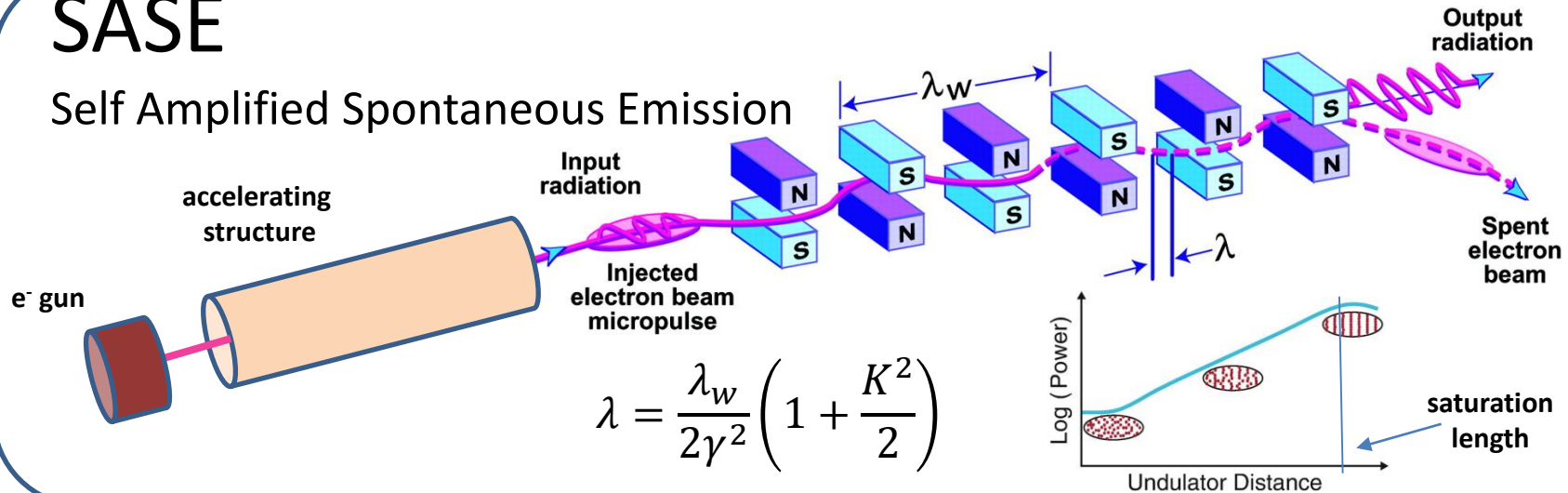


Convegno Nazionale INFN-ENEA, 1 Luglio 2021, INFN-LNF Frascati

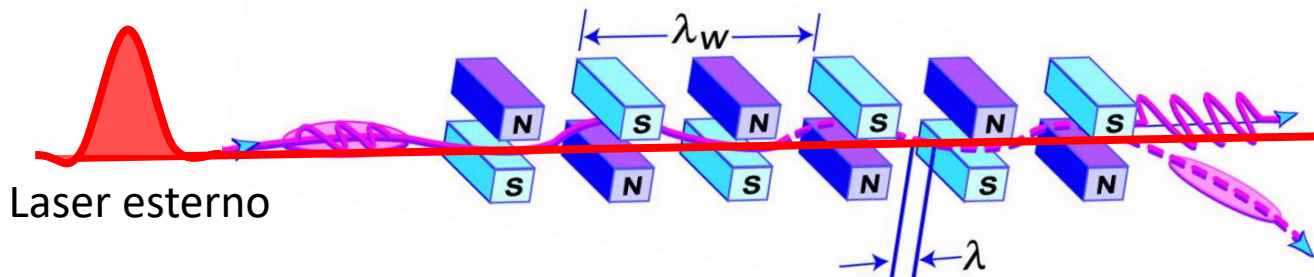
Principio base di un Free Electron Laser (FEL) a singolo passaggio

SASE

Self Amplified Spontaneous Emission



Seeded



- Aumento intensità e stabilità degli impulsi di luce prodotti
- minore lunghezza di saturazione

Attività sperimentale SPARC-FEL

- 2005-2015 Progetto SPARC/SPARX – FEL Test Facility
- Dal 2015 al 2019: Test accelerazione a plasma @SPARC_LAB, INFN LNF

2020-presente: Esperimento pilota di FEL con fascio accelerato a plasma

Obiettivi:

Fattibilità di un fascio di elettroni accelerato ad onda di plasma con parametri di qualità adatta per un FEL

Dimostrare la fattibilità di un FEL pilotato da un fascio così accelerato.

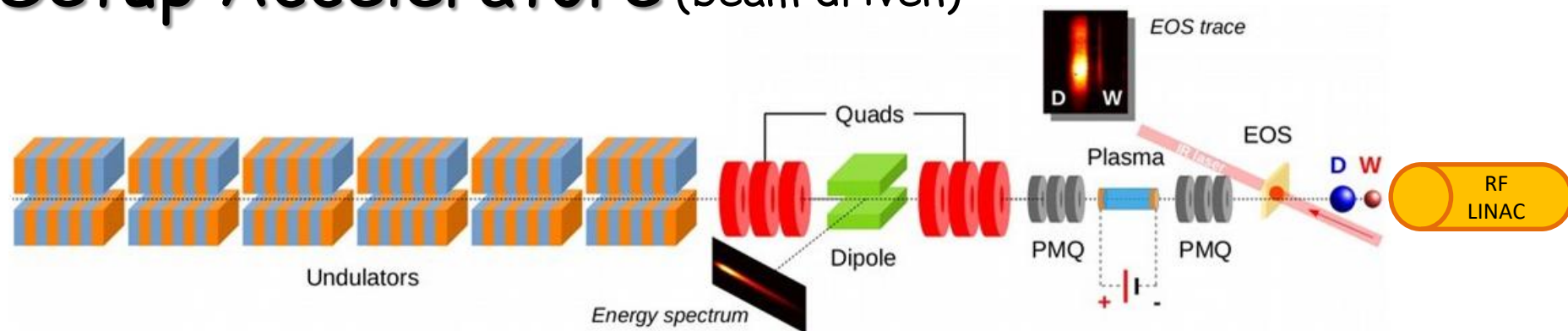
Misura di amplificazione del segnale FEL

Configurazione SASE : giugno 2020 – aprile 2021, in attesa di pubblicazione

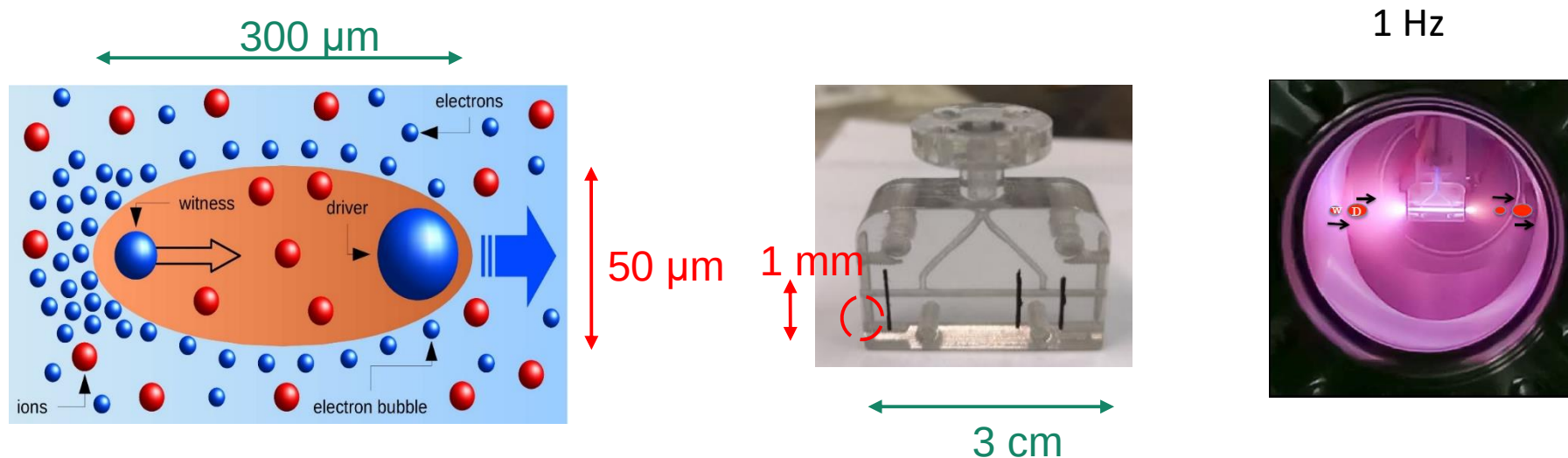
Configurazione Seeded: maggio 2021 – giugno 2021, analisi dati in corso

Importante passo verso la realizzazione di acceleratori e FEL compatti

Setup Acceleratore (beam driven)



Plasma Cell



Courtesy of R. Pompili (INFN LNF)

Alti gradienti di campo in dimensioni ridotte.

Ondulatore e Diagnostiche

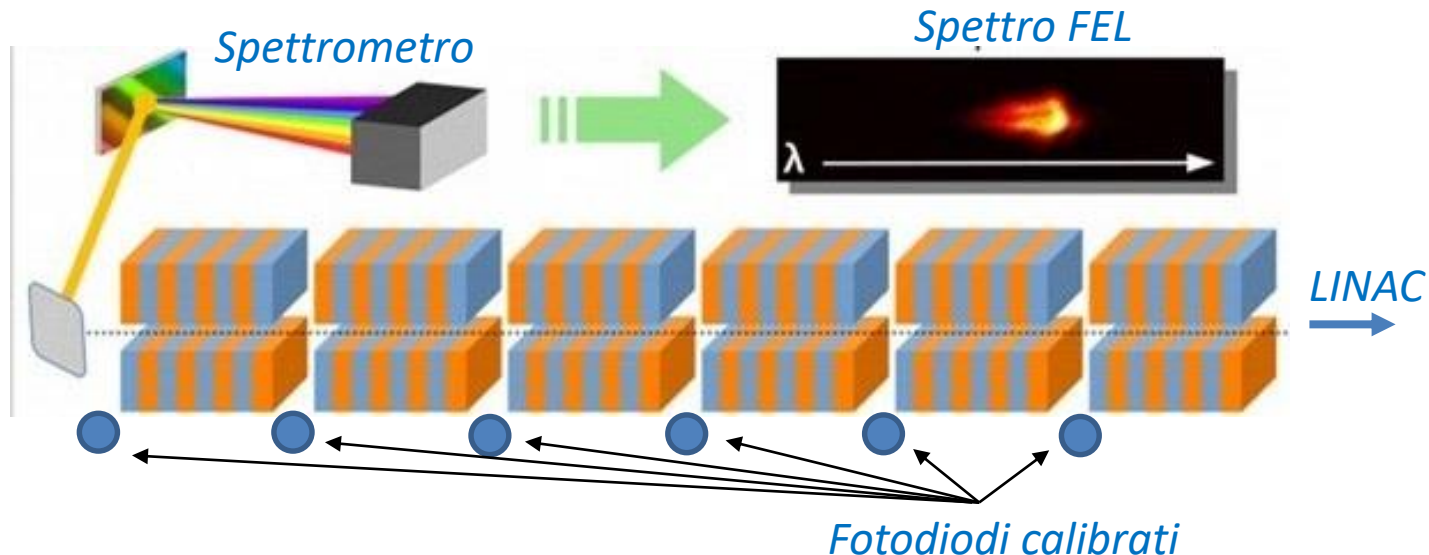


Ondulatore

- Planare
- Apertura variabile, campo variabile, $B_{\max}=0.8$ T
- Periodo 2.8 cm, $N=75$ periodi
- Lunghezza singolo modulo 2.15 m
- Linea composta da 6 moduli, $L_{\text{eff}} = 12.7$ m

Spettrometro

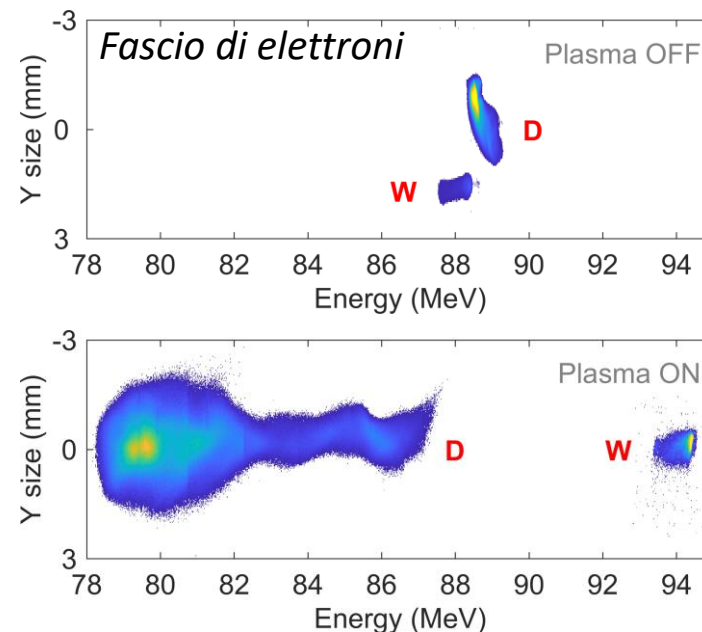
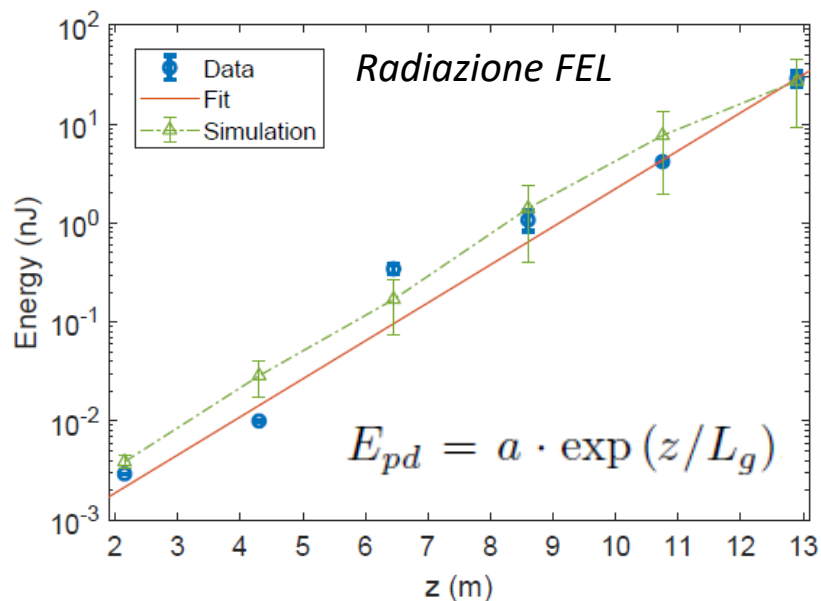
- HORIBA iHR320
- 600 l/mm
- wl 400-900 nm
- sp. res 0.12 nm/pix
- CCD camera



Esperimento SASE FEL

Due pacchetti di elettroni (Driver+Witness)
prodotti sul catodo tramite laser UV:

- Carica Driver 200 pC + Witness 20 pC,
- Durata ultracorta 200 fs + 30 fs
- Separazione temporale 1 ps
- Accelerazione Witness +6 MeV
- Campo elettrico 200 MV/m

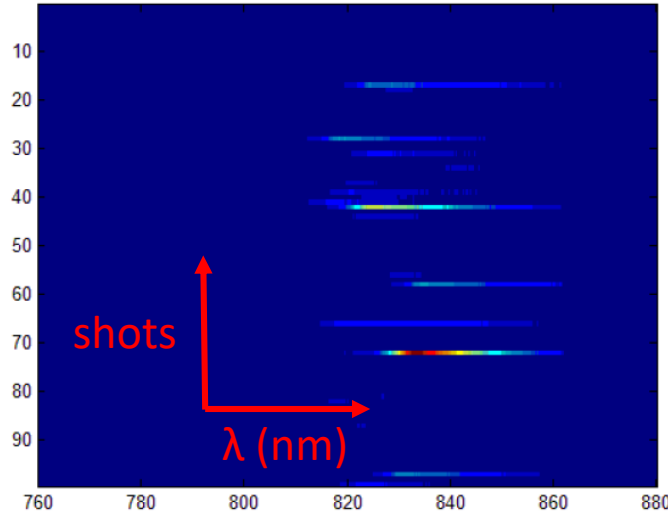


Misura di amplificazione del segnale FEL

- Lunghezza d'onda = 830 nm
- bw: 5 nm, 0.6%
- Lunghezza di guadagno $L_g = 1.1$ m

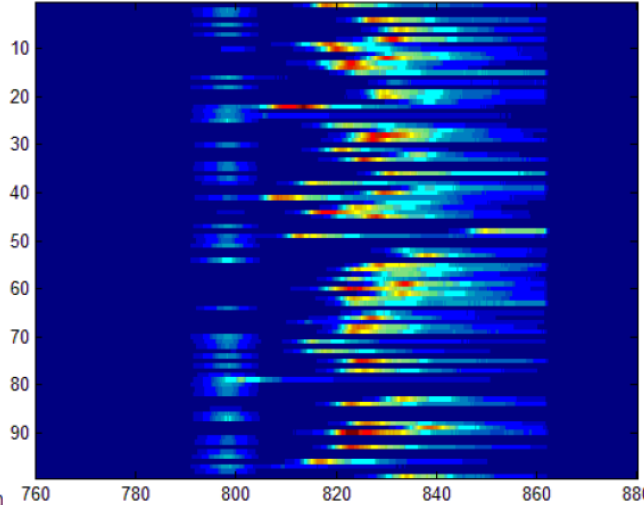
Esperimento Seeded FEL *(analisi dati preliminare)*

SASE



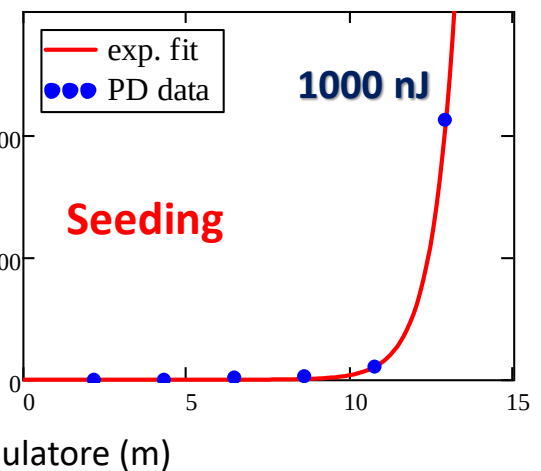
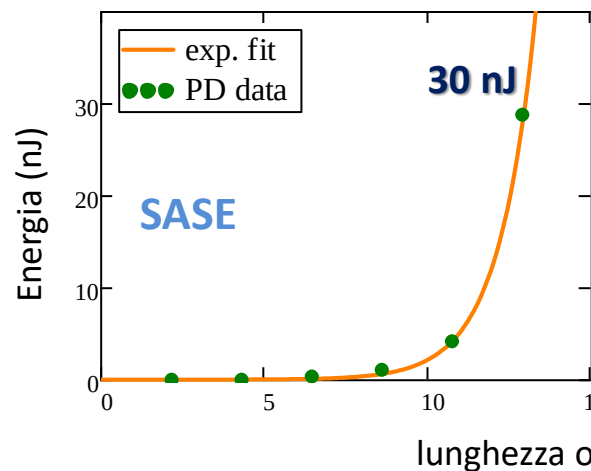
SEEDING

Seed Laser Ti:Sa @800 nm



- Maggiore stabilità e ripetibilità degli impulsi di luce FEL
- Maggior numero di spari buoni

- Maggiore intensità (rispetto al SASE)



Courtesy of M. Galletti (INFN LNF)

Conclusioni

- Dimostrata per la prima volta al mondo l'amplificazione FEL con fascio di elettroni accelerati ad onda di plasma con tecnica beam-driven
- Importante passo verso la realizzazione di acceleratori e FEL compatti
- Esperimento realizzato in due configurazioni FEL (SASE e Seeded)
- Risultati in corso di pubblicazione su rivista ad alto IF
- Lavoro da proseguire e migliorare sul FEL SPARC
- Prossimi progetti e collaborazioni nazionali e internazionali Eupraxia e Eupraxia@SPARC_LAB (*vedi presentazione A.Gallo*)



Grazie per l'attenzione