



# Sorgenti RF per Heating e Current Drive

**The RF team:** M. Aquilini, S. Ceccuzzi, S. Di Giovenale, F. Mirizzi, P. Petrolini, B. Raspante, G.L. Ravera

**ENEA**  
**Frascati, 25/11/2015**



- Chi siamo: il team
- Cosa facciamo: le attività
- Dove operiamo: gli impianti
- Collaborazioni, WP Eurofusion, ...
- Criticità

- 4 collaboratori tecnici:
  - Sergio Di Giovenale (TI)
  - Massimo Aquilini (TI)
  - Piero Petrolini (TI)
  - Bernardo Raspante (TI)
  
- 3 ricercatori:
  - Gian Luca Ravera (TI)
  - Silvio Ceccuzzi (TD)
  - Francesco Mirizzi (Ospite)

# Le competenze



---

Sergio Di Giovenale	elettronica in bassa frequenza, elettrotecnica di bassa e alta potenza, fluidi, gestione contratti
Massimo Aquilini	elettronica in bassa e alta frequenza, elettrotecnica in bassa e alta potenza
Piero Petrolini	elettronica in bassa ed alta frequenza, elettrotecnica in bassa potenza, microonde
Bernardo Raspante	meccanica, materiali, informatica, controlli, logistica e organizzazione
Gian Luca Ravera	radiofrequenza, microonde, simulatori em
Silvio Ceccuzzi	radiofrequenza, microonde, simulatori em
Francesco Mirizzi	elettrotecnica, microonde, simulatori em

---



Attività di progettazione, realizzazione e gestione di impianti di potenza a radiofrequenza, microonde e onde millimetriche.

- Principali attività in corso:
  - Manutenzione, gestione ed esercizio impianto LH di FTU,
  - Training su utilizzo/manutenzione impianto ECRH di FTU,
  - Progettazione di componenti LH rilevanti per ITER,
  - Conceptual design di sistemi ICRH (FAST, DTT, antenne AUG),
  - Partecipazione a esperimenti ICRH su macchine europee,
  - Collaborazione con ASIPP (Cina) su sistemi LH,
  - Contributo task force CARM (= sviluppo nuova sorgente ECRH).

# Impianto LH di FTU



- In operazione da primi anni '90
- 2 antenne + 1 smontata
- Qualche risultato:
  - full system: max  $\sim 2.2$  MW accoppiati,
  - test Passive Active Multi-junction,
  - esperimenti alta densità, PI, SDF,
  - ...

---

frequenza	8 GHz
tipo sorgente	gyrotron
potenza nominale	1 MW
durata impulso	1 s
# sorgenti in origine	6
# sorgenti funzionanti	3 + 1?



# Impianto ECRH di FTU



- In operazione da metà anni '90
- 2 antenne (1 real-time steering mirror)
- Qualche risultato:
  - full system: max  $\sim 1.6$  MW accoppiati,
  - esperimenti controllo instabilità, assisted start-up, CTS,
  - ...

---

frequenza	140 GHz
tipo sorgente	gyrotron
potenza nominale	500 kW
durata impulso	0.5 s
# sorgenti in origine	4
# sorgenti funzionanti	1

---



# Impianto IBW di FTU



- In operazione da fine anni '90
- 2 antenne smontate, vari problemi (misure, infiltrazioni, ...) risolvibili
- Qualche risultato:
  - full system: max  $\sim 0.5$  MW accoppiati,
  - coupling by waveguide antennas,
  - esperimenti su barriere di trasporto, ...

---

frequenza	433 MHz
tipo sorgente	klystron
potenza nominale	600 kW
durata impulso	1 s
# sorgenti in origine	3
# sorgenti funzionanti	2

---





# Impianto LH di FT



- Importanti risultati primi anni '80
  - heating regimes, current drive, PI, ...
- Oggi usato per test componenti
- Recente tentativo di ripristino fallito per TWT e interruttore AT guasti.
- Possibili utilizzi futuri:
  - FEL, collaborazioni (Columbia Univ.)

---

frequenza	8 GHz
tipo sorgente	klystron
potenza nominale	125 kW
durata impulso	1 s
# sorgenti in origine	4
# sorgenti funzionanti	4

---



## Hardware:

- Workstation DELL Precision T3610 (quad-core 3.7 GHz, 16 MB RAM),
- Proposta acquisto nuova workstation, possibilmente con GPU.

## Software

- HFSS (High Frequency Structure Simulator): noleggio annuale,
- CST (Computer Simulation Technology): noleggio annuale.

## Cluster HPC:

- iferc-helios: 0.116 M node hours allocate a progetto ENEATOP,
- frequente utilizzo del cluster fusione,
- frequente utilizzo di eneagrid-cresco.

# Attività a frequenze LH



Passate:

- Contributi nei task per il progetto del sistema LH di ITER e studi per DEMO (WP09 -> WP13).



In corso:

- Collaborazione con ASIPP (Cina) su analisi e utilizzo del sistema LH di EAST.
- Collaborazione con CEA e IPR sullo sviluppo di componenti di interesse per ITER.



## Passate:

- Conceptual design di sistemi RF, es. FAST, DTT
- Analisi e progetto di antenne e componenti, es. AUG

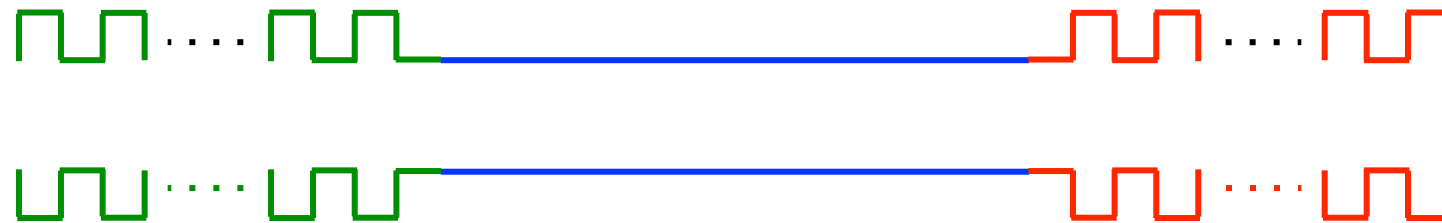
## In corso:

- Partecipazione ad esperimenti IC in ambito MST1:
  - AUG15-1.7-2
  - AUG15-1.5-3
  - AUG15-1.1-7



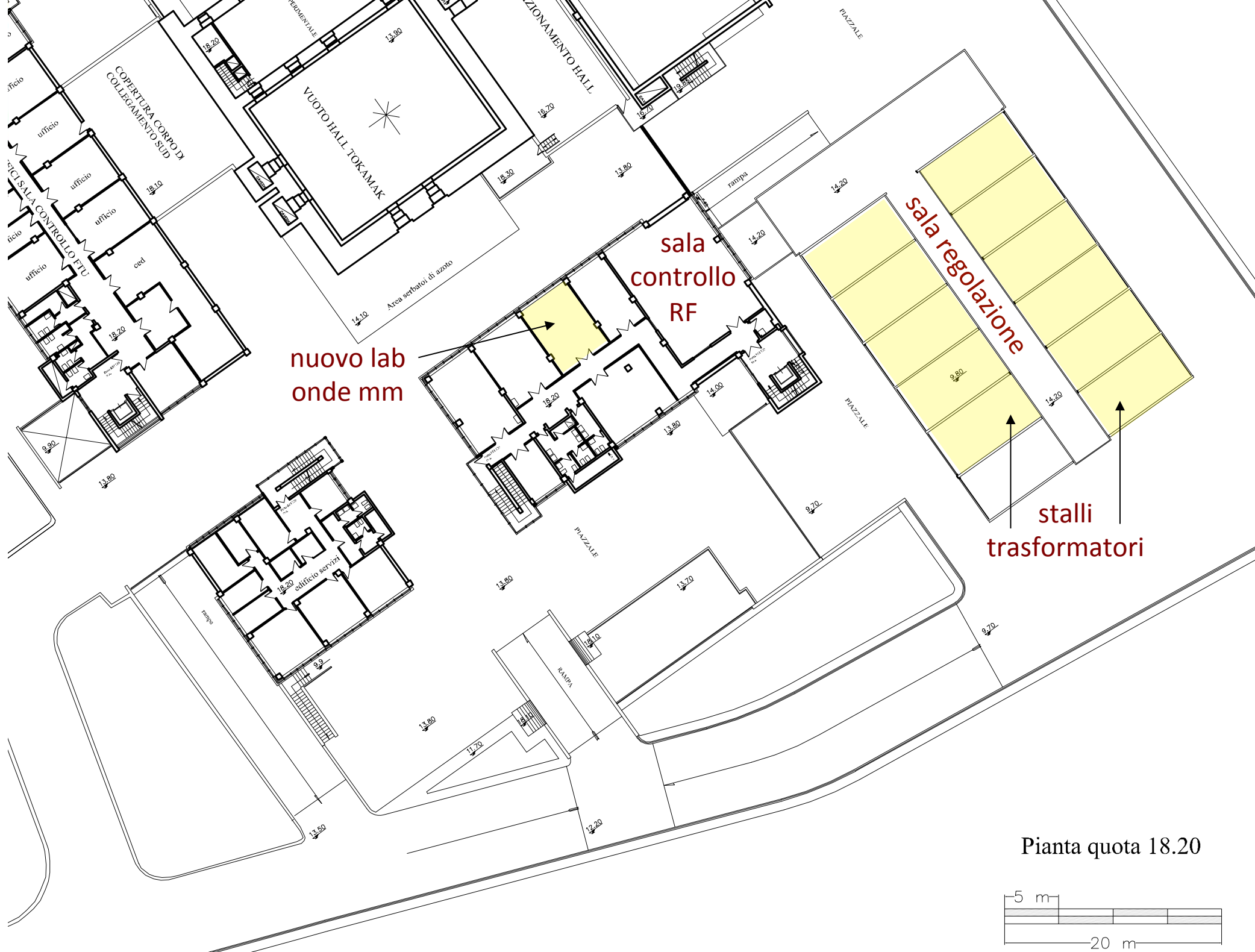
In corso:

- Sviluppo di un cyclotron auto-resonance maser (CARM) a 250 GHz da installare e testare nella hall FT. Risultati significativi nel modellare risonatori di Bragg fortemente surmodati.



Future:

- Allestimento di un laboratorio ad onde millimetriche nell'attuale laboratorio a microonde (Ed. 89).



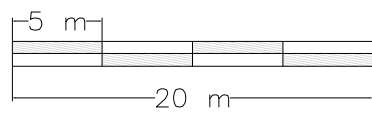
nuovo lab  
onde mm

sala  
controllo  
RF

sala regolazione

stalli  
trasformatori

Pianta quota 18.20



# Considerazioni

- Nel team RF c'è un **grande potenziale tecnico-ingegneristico non ancora pienamente sfruttato** a causa di diverse criticità. Molte criticità derivano da **cause** comuni che sono
  - obiettivi e priorità non sempre chiari e ben definiti,
  - gestione emergenze più che pianificazione lungo periodo,
  - scarsi strumenti per valorizzare impegno e risultati (=> rischio demotivazione).

- Risorse tecniche: mancanza o carenza di
  - competenze ambito meccanico
  - manodopera non specializzata
  - aggiornamento professionale
  - abilitazioni/patentini (muletto, carroponete, ...)risolte con Fluimac ma ora contratto scaduto
- Risorse ingegneristiche:
  - organico composto da una sola risorsa strutturata,
  - carenza di competenze in ambito meccanico.
- Tempi emissione ordini troppo lunghi (piccola cassa?)
- Condizioni di lavoro spesso difficili (infiltrazioni, impianti condizionamento, scarsa illuminazione, porte/serrande, ...) soprattutto nell'edificio 89.