

Presentazione delle attività che continuano e delle nuove attività proposte nel 2011 per la linea scientifica V @ LNF

R.Cimino LNF-INFN

Il 24-6-2010 si e' tenuta la "Sesta Giornata di Gruppo V @ LNF", dove sono state esposte in dettaglio "quasi tutte" le varie proposte. Qui si presentera' un "summary report" di quanto presentato + alcune attività che non sono state presentate ma che saranno proposte per 2011.



Quarta Giornata di Gruppo V @ LNF

24 Giugno 2010 Aula A1

<i>9.00 - 9.20</i>	<i>MOONLIGHT-ILN</i>	<i>S. Dell'Agnello</i>
<i>9.20 - 9.40</i>	<i>TIME</i>	<i>A. Marcelli</i>
<i>9.40 - 10.10</i>	<i>PHOTOCAT</i>	<i>S. Carta</i>
<i>10.30 -10.50</i>	<i>MUEXC</i>	<i>Marcelli/ Di Gioacchino</i>
<i>10.50 - 11.10</i>	<i>LIVECELL</i>	<i>M. Cestelli Guidi</i>
<i>11.10 - 11.30</i>	<i>TPS</i>	<i>V. Patera</i>
<i>11.30 - 11.50</i>	<i>AENID</i>	<i>F. Celani</i>
<i>.....</i>		



Quarta Giornata di Gruppo V @ LNF

24 Giugno 2010 Aula A1

<i>9.00 - 9.20</i>	<i>MOONLIGHT-ILN</i>	<i>S. Dell'Agnello</i>
<i>9.20 - 9.40</i>	<i>TIME</i>	<i>A. Marcelli</i>
<i>9.40 - 10.10</i>	<i>PHOTOCAT</i>	<i>S. Carta</i>
<i>10.30 -10.50</i>	<i>MUEXC</i>	<i>Marcelli/ Di Gioacchino</i>
<i>10.50 - 11.10</i>	<i>LIVECELL</i>	<i>M. Cestelli Guidi</i>
<i>11.10 - 11.30</i>	<i>TPS</i>	<i>V. Patera</i>
<i>11.30 - 11.50</i>	<i>AENID</i>	<i>F. Celani</i>
<i>.....</i>		

Forse perche' alle 16 giocava l'italia? ??

Attività di gruppo V (21 esperimenti!):

6 R&D in fisica degli Acceleratori

*2 Nuovi
esperimenti*

Comb

Beats-2

*4 Attività
che continuano*

ther@Sparc

HCP_AF

ODRI

Photocam

Avvertenza:

 ***Resp. Nazionale LNF o Cs***

Gr. V

Attività di gruppo V (21 esperimenti!):

8 R&D Detectors, Elettronica and Software.

3 Nuovi
esperimenti

TIME

MC-INFN

Nescofi@BTF

Gemini

4 Attività
che continuano

Nano-5

New dream

Barbe_LT

Gemini

1 Attività che
continuano
chiedendo un
prolungamento

RITOR

Avvertenza:

 **Resp. Nazionale LNF o Cs**

Gr. V

Attività di gruppo V (21 esperimenti!):

7 R&D in fisica Interdisciplinare.

*4 Nuovi
esperimenti*

SPACE weather

I-FCX

LIFECCELL

AENID

*3 Attività
che continuano*

TPS

MUEXC

Moon-light ILN

Avvertenza:

 **Resp. Nazionale LNF o Cs**

Gr. V

BEATS2

(Beamline for Tomson Source)

L'obiettivo dell'esperimento BEATS 2 è quello di ottimizzare e caratterizzare la sorgente Thomson di LNF e investigarne le potenzialità di imaging (medicale) Durata esperimento: 2 anni

Sezione di Ferrara

Coord. Naz.: M. Gambaccini

Sezione di Pisa

responsabile: P. Delogu

Sezione di Cagliari

responsabile: P. Oliva

Sezione di Bari

responsabile: S. Tangaro

Sezione di Trieste

responsabile: R. Longo

LNF

responsabile: C. Vaccarezza

Sezione di Milano

Responsabile: V. Petrillo

Sezione di Roma 1

Responsabile: A. Cedola

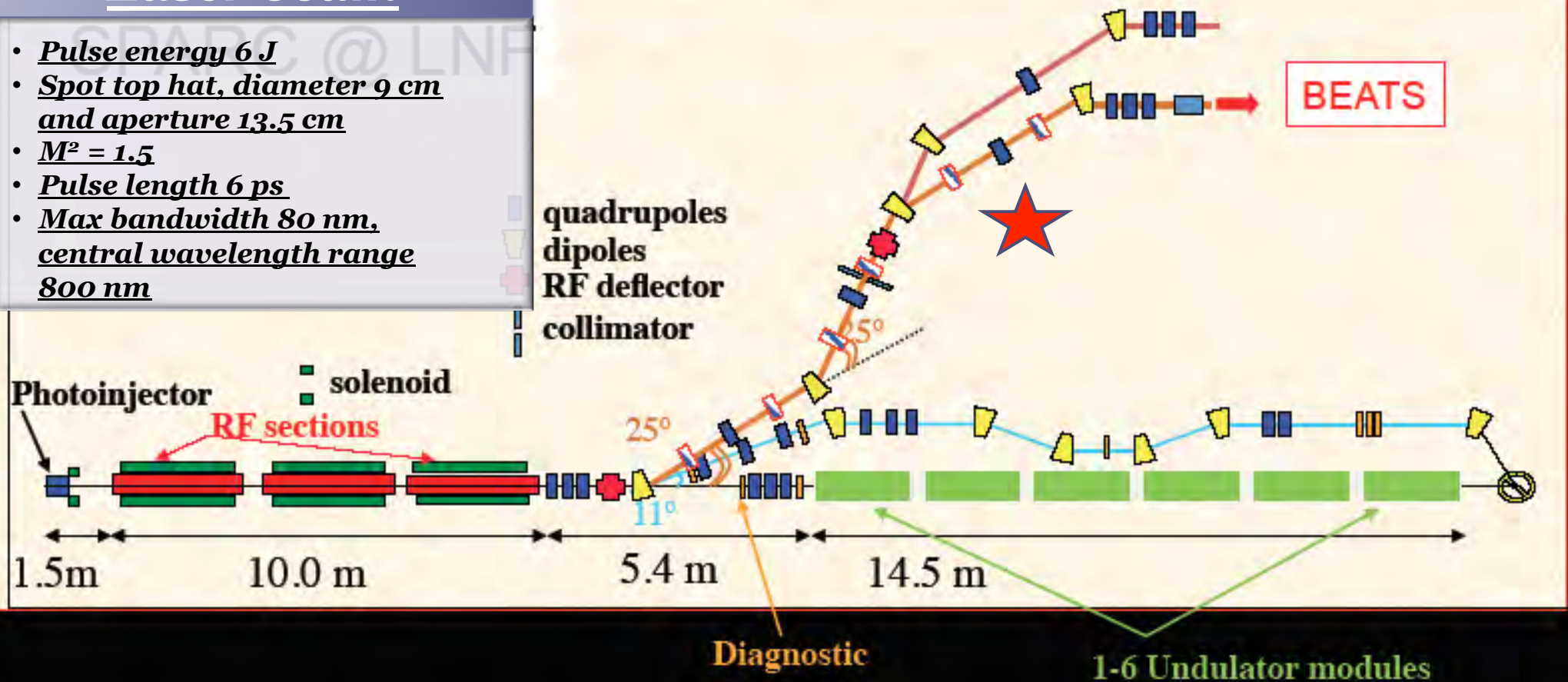
e^- beam

- Bunch charge [nC] (1-2)-0.025
- Energy [MeV] 28-150
- Length [ps] (15-20) - 0.020
- $\epsilon_{n\ x,y}$ [mm-mrad] (1-5)-0.1
- Energy spread [%] 0.05-0.2
- Spot size at IP rms [μm] 5-10

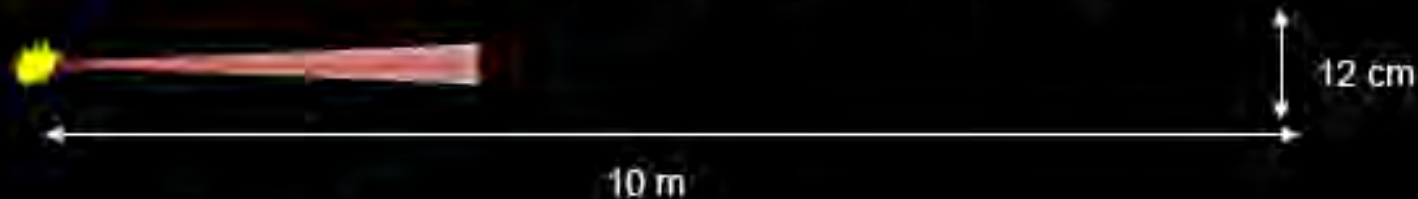
Laser beam

- Pulse energy 6 J
- Spot top hat, diameter 9 cm and aperture 13.5 cm
- $M^2 = 1.5$
- Pulse length 6 ps
- Max bandwidth 80 nm, central wavelength range 800 nm

Thomson Source e- beamline: SPARC @ LNF



Caratteristiche salienti



Geometria

Dimensione sorgente: 10-15 micron

Divergenza: 6 mrad (teta)

Distanza sorgente-detector ~ 10m

Dimensione dell'area illuminata: $\varnothing=12\text{cm}$

Flusso

$\sim 10^{10}$ fotoni/s ($1.3 \cdot 10^9$ per shot)

Struttura temporale

Bunch da 6 ps, rep. rate 10 Hz

Coerenza spaziale

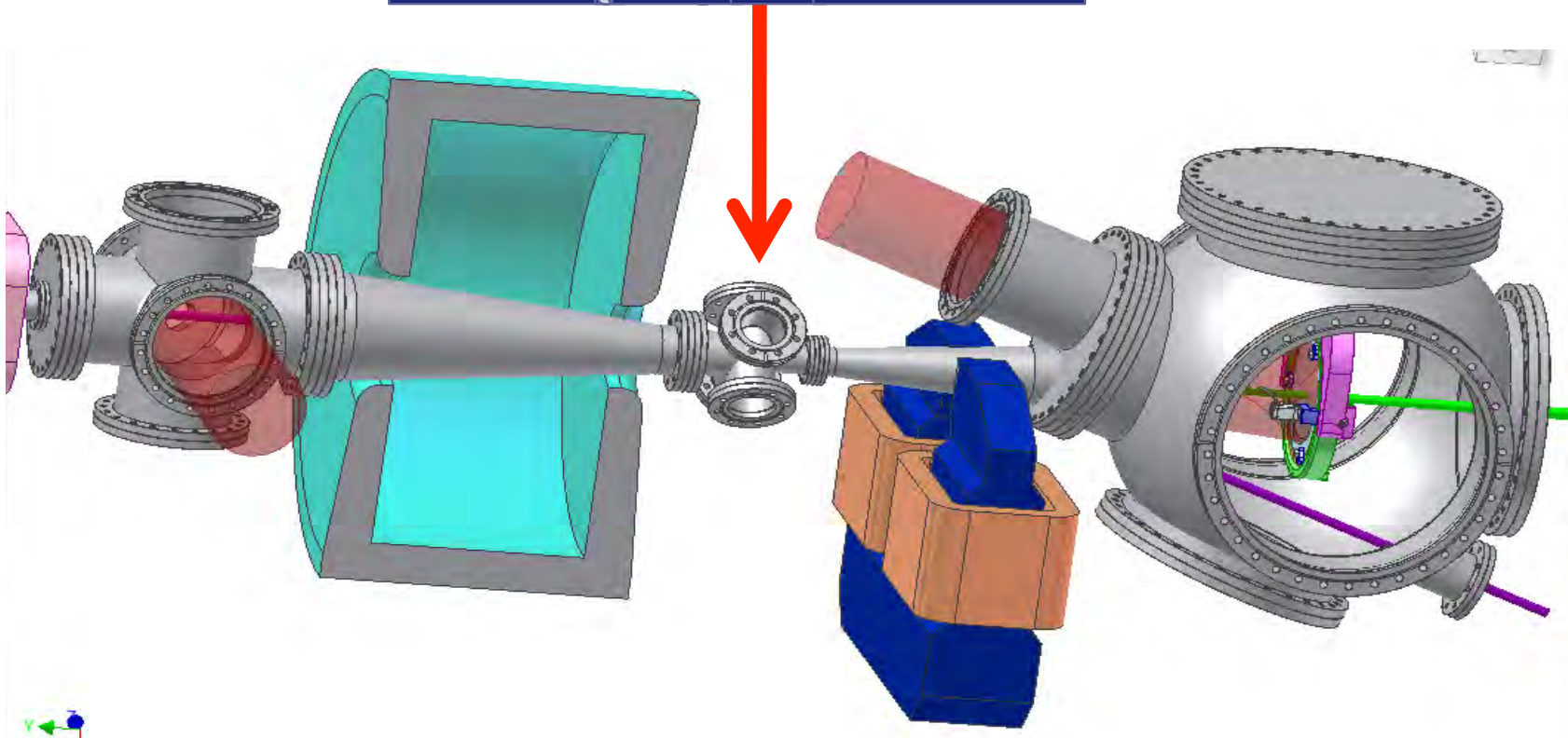
Spettro quasi-monocromatico (FWHM bandwidth 9%) con presenza di armoniche

Energia max variabile fra 20 e 800keV

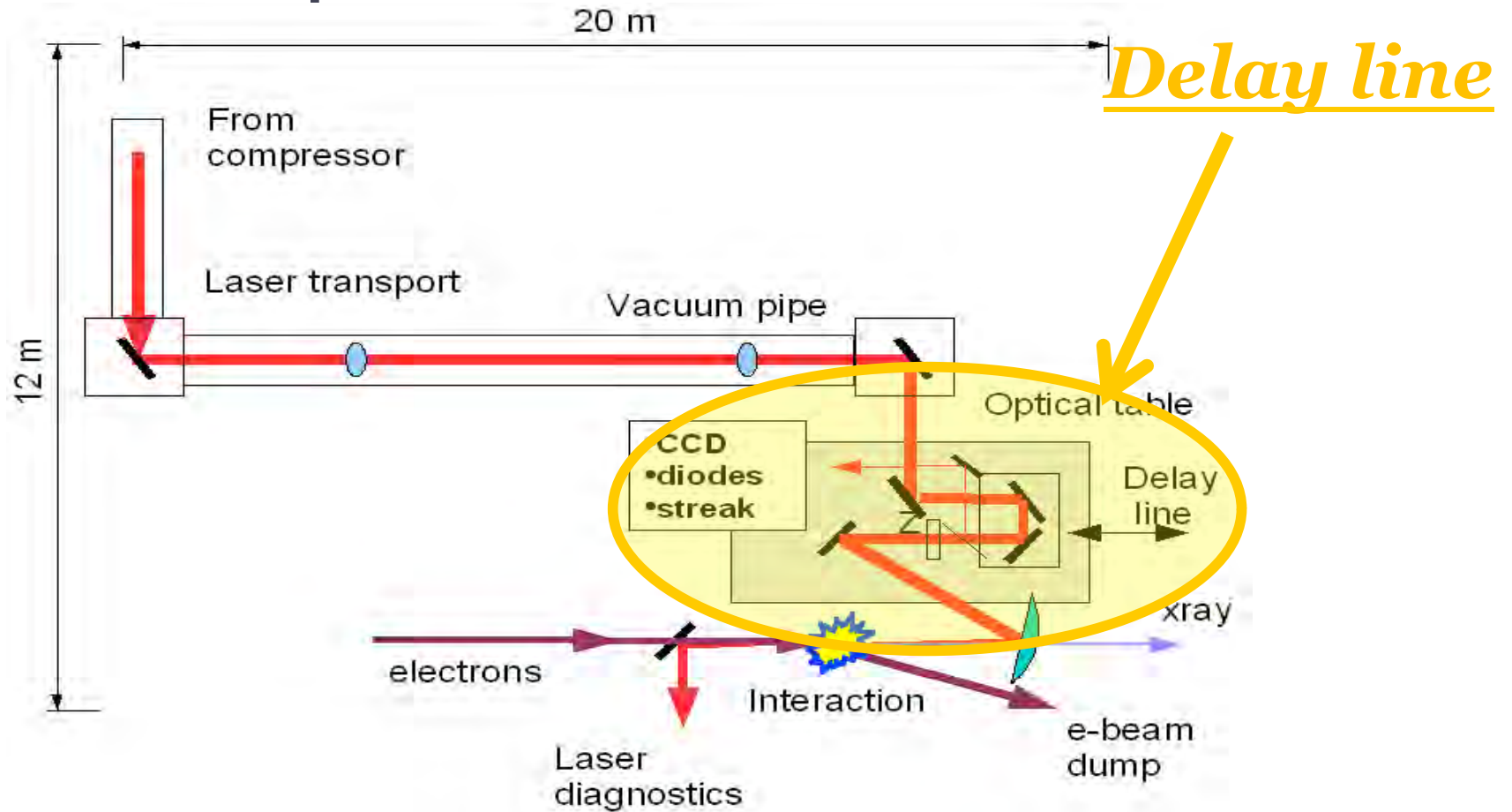
Primi fotoni X MAGGIO 2011

Thomson Interaction region:

*e⁻ & laser beam diagnostic:
double flag w actuator*



Laser transport overview



C. Vicario, D. Filippetto

Richieste:

Missioni nazionali	5 k€
---------------------------	-------------

Missioni estere	5 k€
------------------------	-------------

Diagnostica IP (2 screen + attuatore)	10 k€
--	--------------

Delay line (parz.) (4 specchi + mov. + tavolo ottico)	30 k€
--	--------------

Back

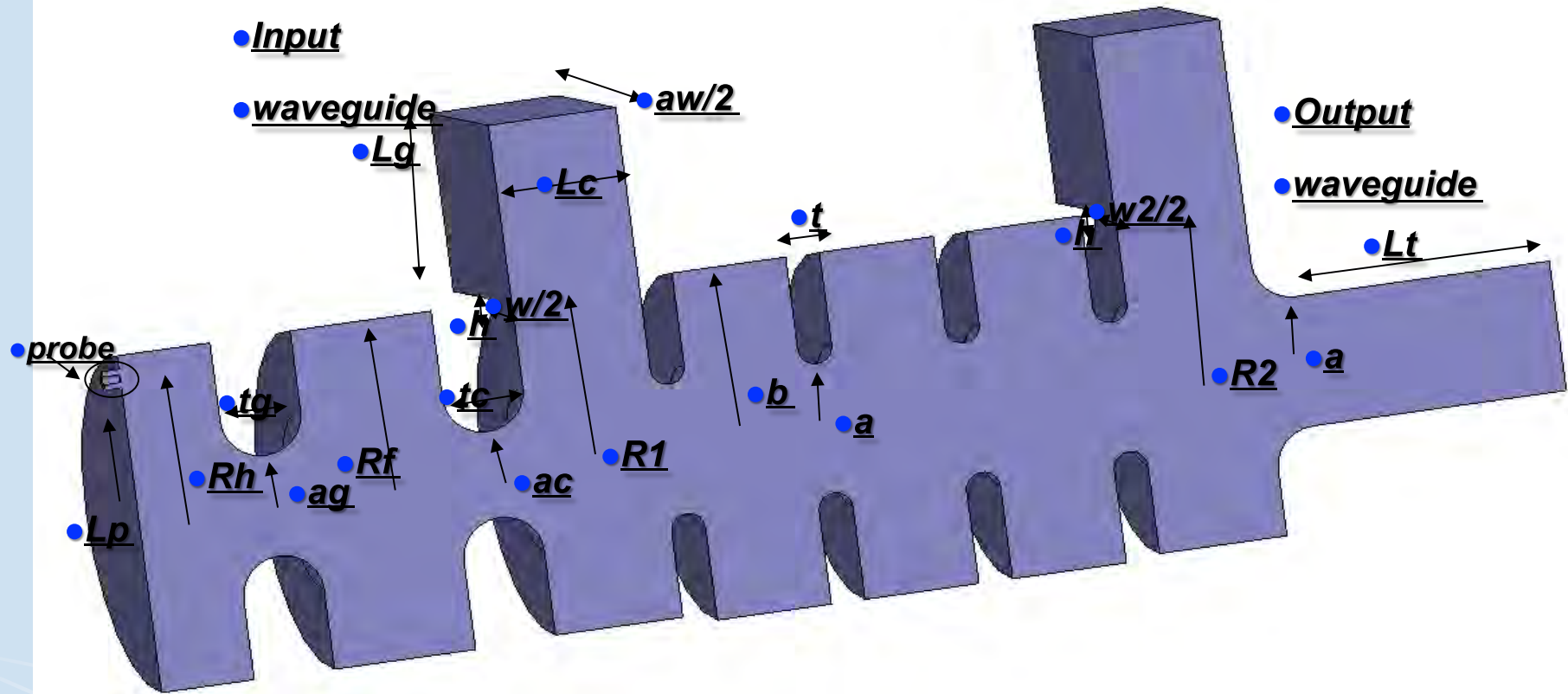
HCP_AF

(Hybrid Compact Photoinjector High Frequency)

Design and Characterization of an

X band Hybrid Phoinjector



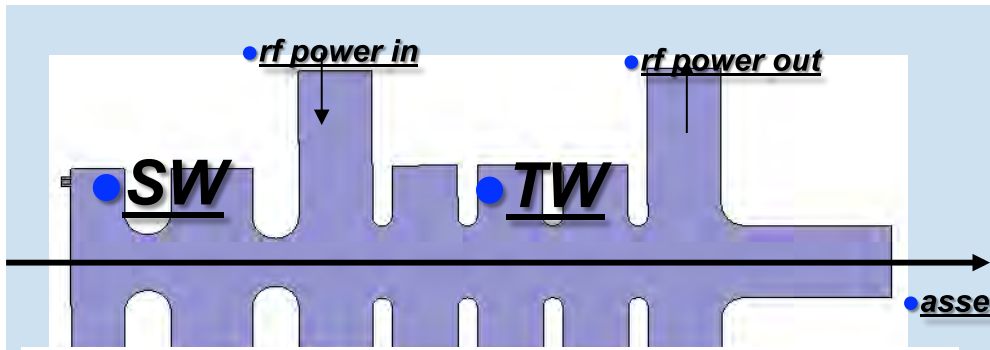


• SW Structure

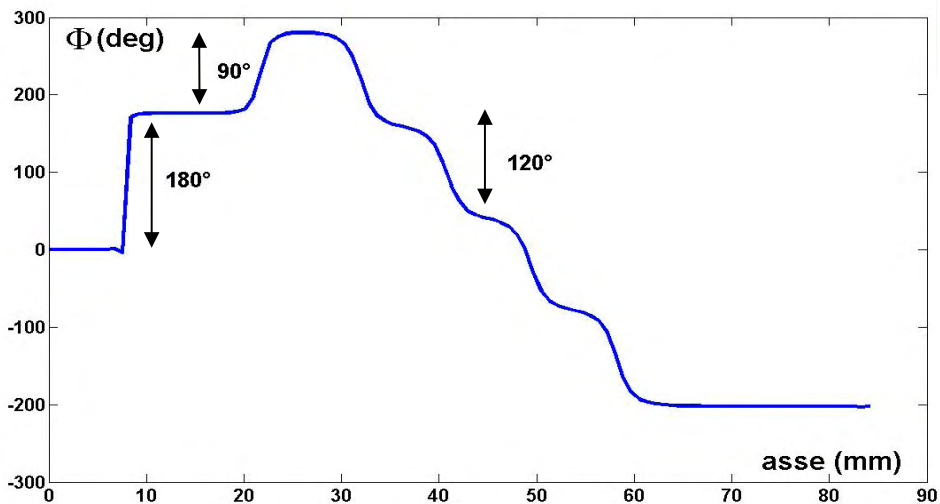
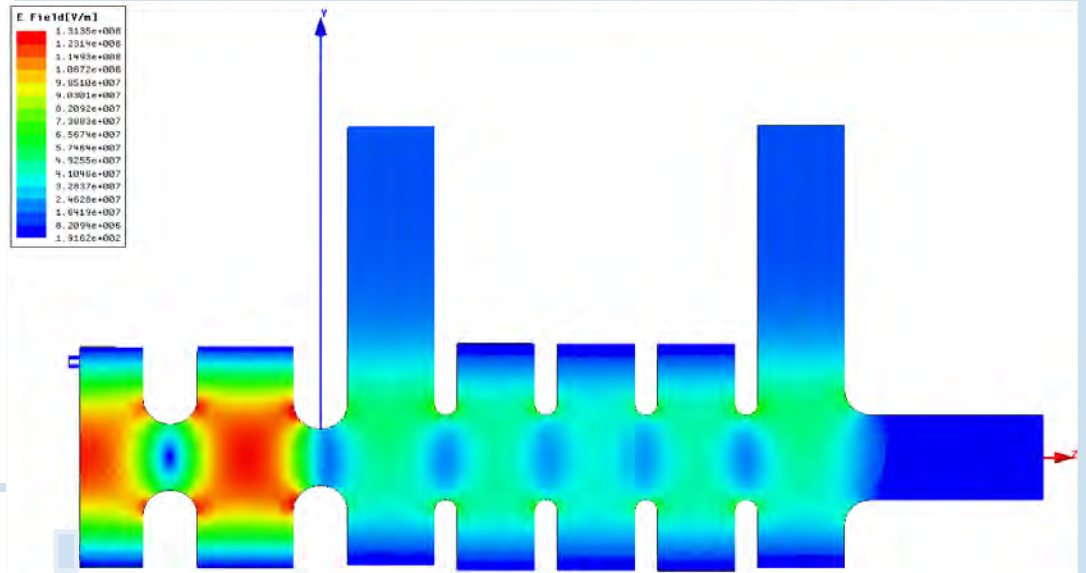
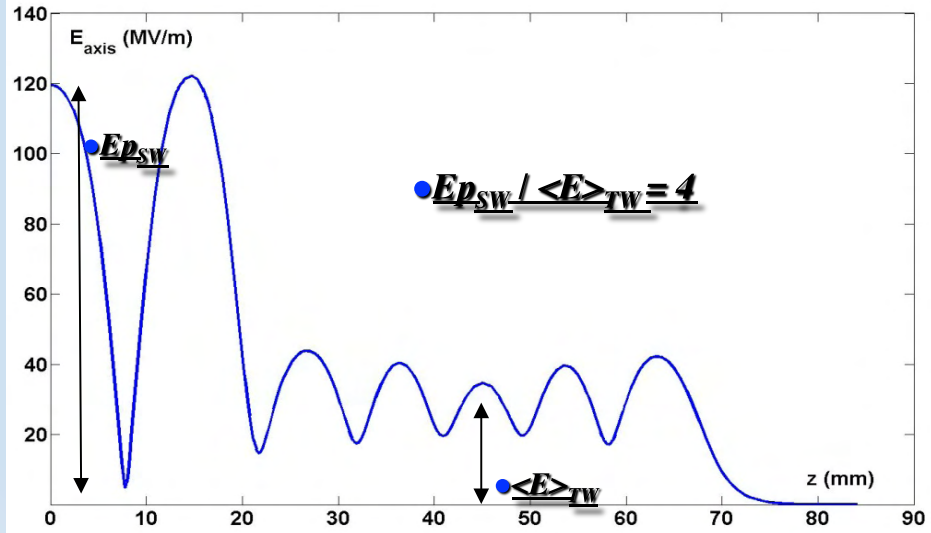
• TW Structure

Rh	10.409mm	ac	2.65mm	a	4mm	Lc	7.555mm
Rf	10.458mm	tc	4.76mm	t	2mm	Lg	10mm
tg	4.76mm	R1	10.26mm	R2	10.445mm	h	1mm
ag	3.1mm	b	10.724mm	aw/2	11.43mm	Lt	15mm
w/2	4.281mm	w2/2	4.194mm	Lp	9mm		

• All Tolerances
+5 μ m



• Electric Field inside the Photoinjector



• $E_{psw} = 120 \text{ MV/m}$ $\langle E \rangle_{TW} = 30 \text{ MV/m}$

• for an input power of 10MW

● Tapering for the 11.424 GHz Hybrid Photoinjector

● Input Coaxial Cable

● Ltaper

● LOAD

● L2

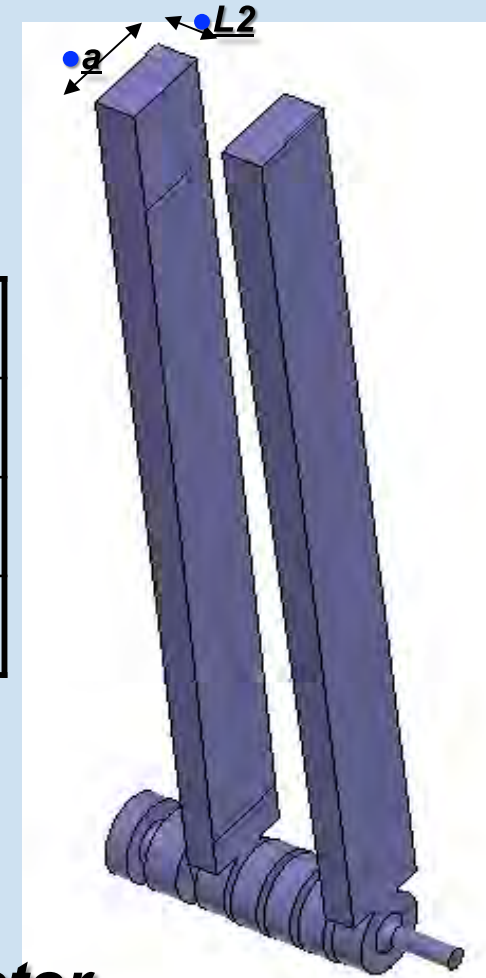
● L1

Beam

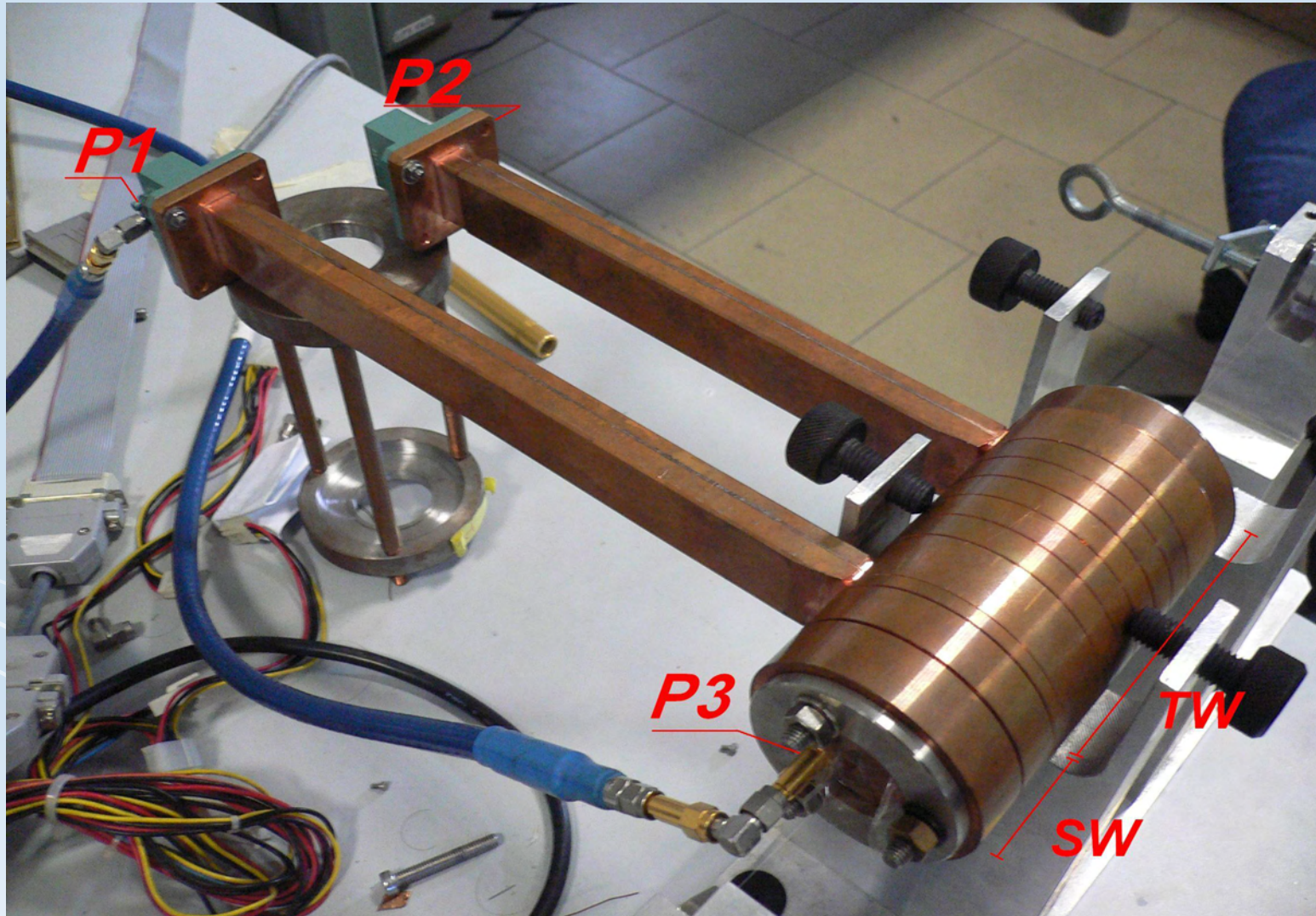
trajectory

Ltaper	200 mm
L1	7.555 mm
L2	10.16 mm
a	22.86 mm

Hybrid Photoinjector



Hybrid Photoinjector (copper)



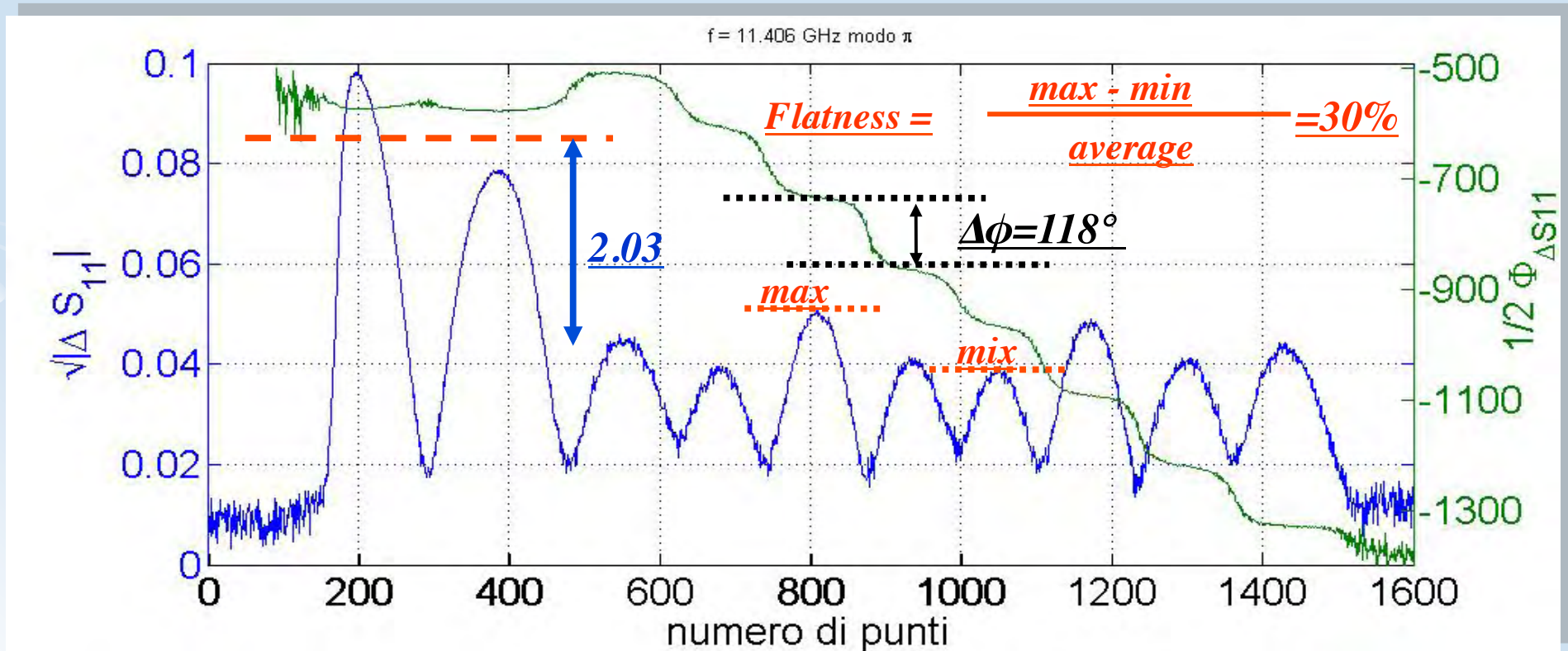
Travelling wave structure

According to beam dynamics requirements, it is necessary:

1. E_{zSW}/E_{zTW} ratio = 2.5 \longrightarrow 2.03 (measured)

2. Phase advance per TW cell = 120° \longrightarrow 118° (measured)

3. Field balance inside TW \longrightarrow 30% (measured) Field flatness



Conclusions and future work

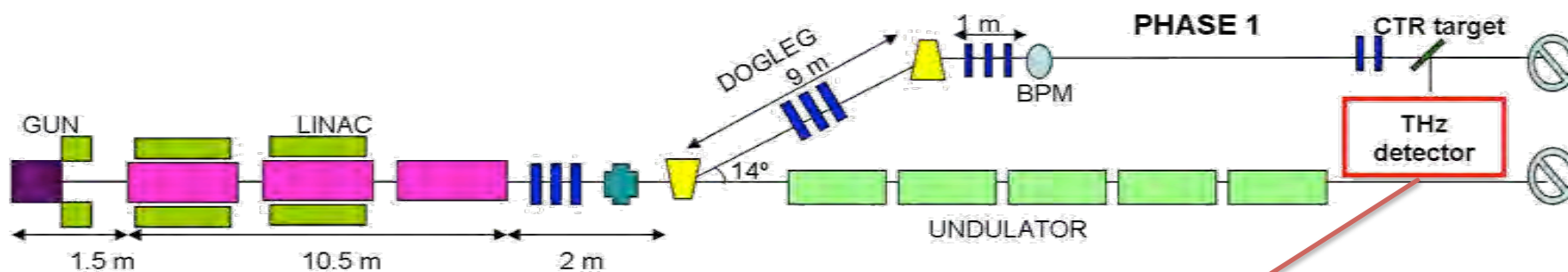
- *RF characterization of the hybrid photoinjector (measurement of scattering parameters,...).*
 - *Measurements of field quantities, amplitude and phase, making use of perturbative , methods.*
 - *Comparisons between measurements and simulations:*
 - *Good agreement field amplitude and phase*
 - *Frequency Shift. Possible reason: machining errors.*
-
- *Desing and realization of a tuning system in order to achieve the values of frequency and field predicted by simulations.*

back

TERASPARC activity 2009-10

(Collaboration INFN – Sapienza)

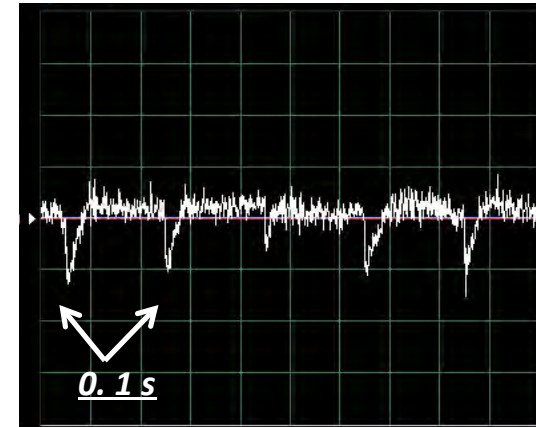
1. Assembling of the extraction chamber and of the optics



2. Observation of the first Terahertz signal from SPARC (Transient Radiation)

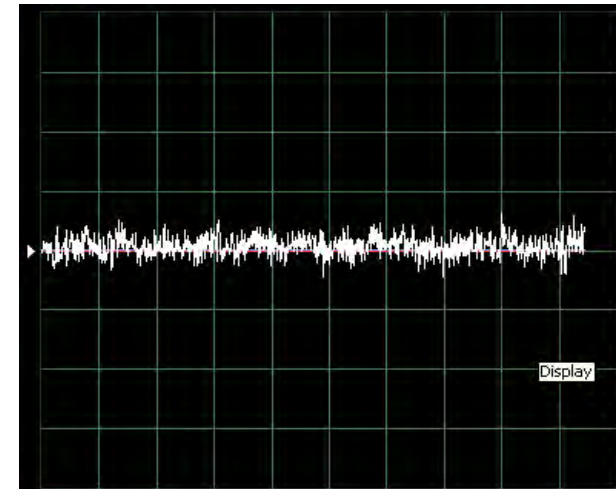


Visible range



SPARC Laser ON

Terahertz range



SPARC Laser OFF

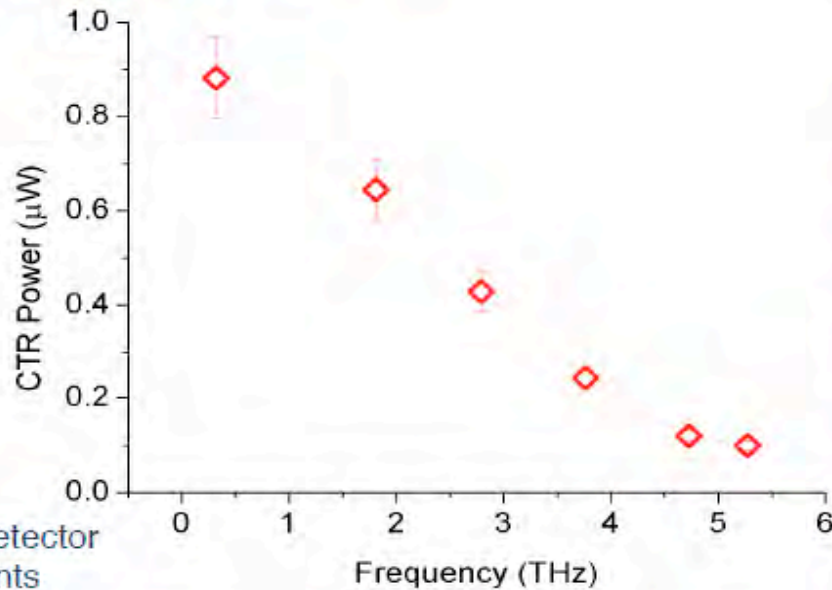
3. Bunch compression below 1 ps: enhancement of the Terahertz signal

Velocity bunching with compression factor 14 and emittance compensated

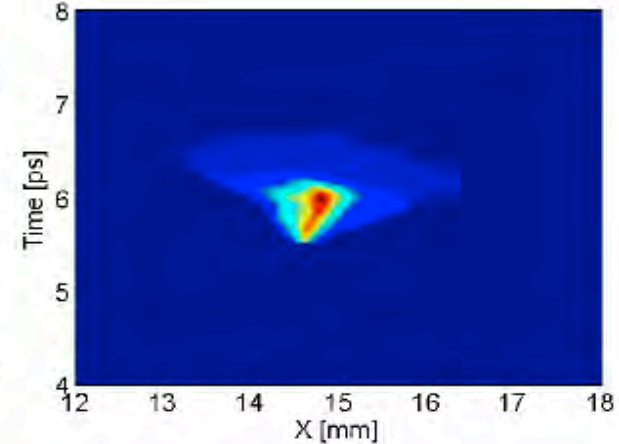
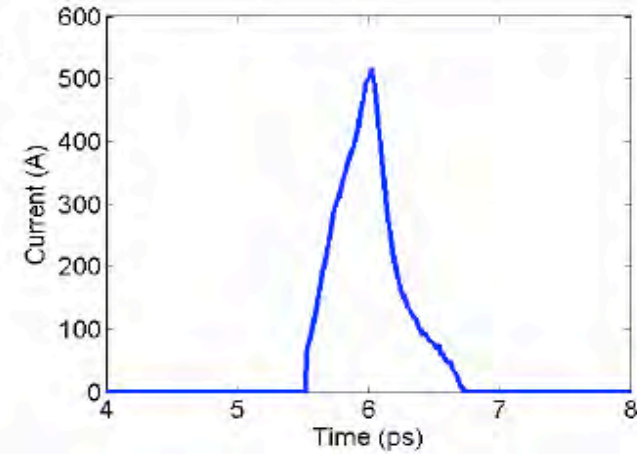
$Q = 260 \text{ pC}$

$\sigma_t = 260 \text{ fs}$ (after compression)

Beam Energy = 100 MeV



Golay cell detector
measurements



4. First experiment planned

The first experiment planned in the TERASPARC project is the measurement of the lifetime of excited states in quantum wells (QW) finalized to the realization of a new kind of Quantum Cascade Laser built by Si-Ge instead of GaAlAs.
Meanwhile, a Martin-Puplett spectrometer will be mounted.
The first elements of the apparatus are being ordered, to start the experiment in autumn 2010.

back



Esperimento ODRI



Proposta per la realizzazione di un prototipo per la misura di emittanza con l'interferenza della radiazione di diffrazione ottica da utilizzare come diagnostica trasversa per fasci di elettroni di alta intensità e alta densità di carica.

Coordinatore nazionale: L. Catani (Roma 2)

Sezioni proponenti:

LNF (M. Castellano, E. Chiadroni, L. Cacciotti, R. Sorchetti)

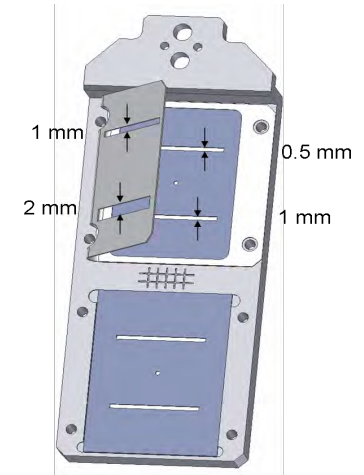
Roma 2 (A. Cianchi, B. Marchetti, L. Catani)

Collaborazioni:

FLASH (K. Honkavaara, G. Kube)

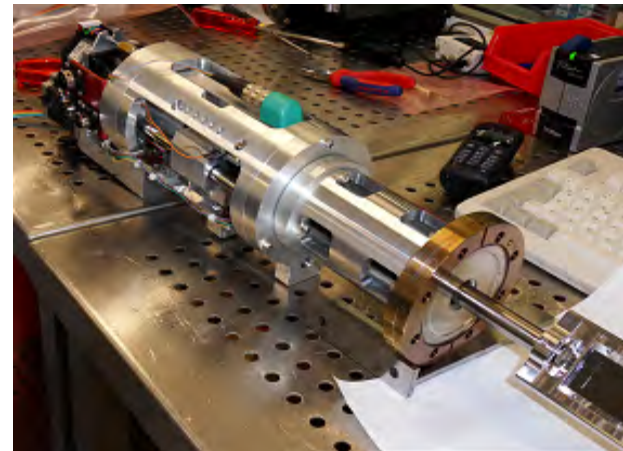
[Scopo

- Sviluppo di una diagnostica non intercettante per la misura dei parametri trasversali del fascio basata su radiazione di diffrazione
- In particolare sfruttiamo l'interferenza di due radiazioni di diffrazione emesse da due fenditure non collineari



Situazione hardware in vuoto

- Installato il nuovo movimento sulla linea di bypass
- Realizzate nuove targhette
- La prima fenditura è adesso mobile e controllabile in remoto



Presente e futuro prossimo

- Sistema ottico realizzato da Desy in corso di completamento. Installazione in Ottobre 2010 durante turni manutenzione
- Allineamento sistema, remotizzazione, test Ottobre/Novembre 2010
- Primo fascio disponibile Gennaio 2011

INFN - Gruppo V - Esperimento PHOTOCAM = Photocat +fastcam)

	Nome	Qualifica	%
1	Carta Stefano	Dottorando	70
2	Capellini Giovanni	Ricercatore	100
3	De Seta Monica	Prof. Associato	70
4	Di Gaspare Luciana	Ricercatore	70
5	Foglietti Vittorio	Dirigente di Ricerca	70
6	Giovine Ennio	Dipendente altro ente	100
7	Notargiacomo Andrea	Dipendente altro ente	100
8	Somma Fabrizia	Prof. Associato	70
9	Assanto Gaetano	Prof. Associato	30
10	Colace Lorenzo	Ricercatore	30
11	Evangelisti Florestano (Responsabile Nazionale)	Prof. Ordinario	80

LNF

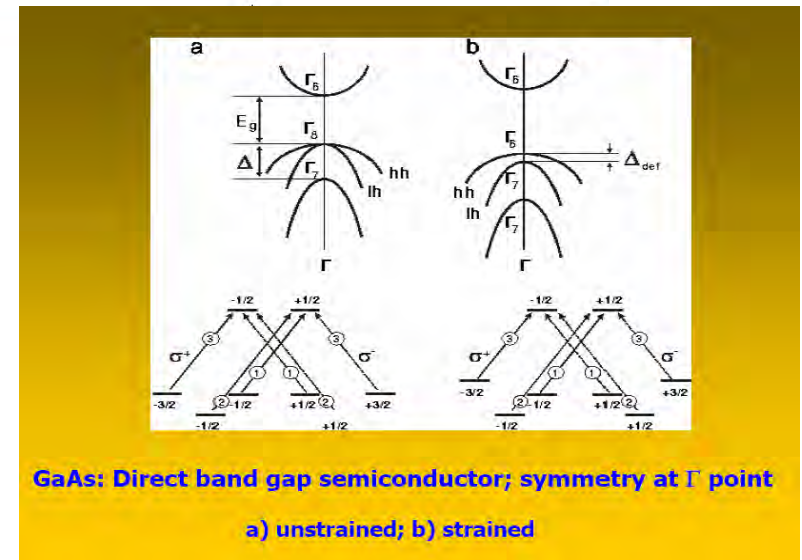
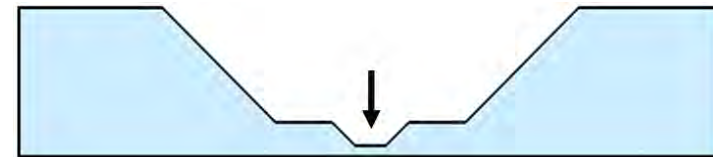
Antonella Balerna;
Roberto Cimino;

....

Obiettivi:

Realizzazione di fotocatodi con le seguenti caratteristiche

- “Spread” temporale < 1 ps
- RETRO Foto-eccitazione:
- visibile e NIR
- Elettroni polarizzati in spin
- Compatibilità con la tecnologia del silicio
- Struttura protettiva che permetta lo “stoccaggio” e la movimentazione in aria



Stato di avanzamento

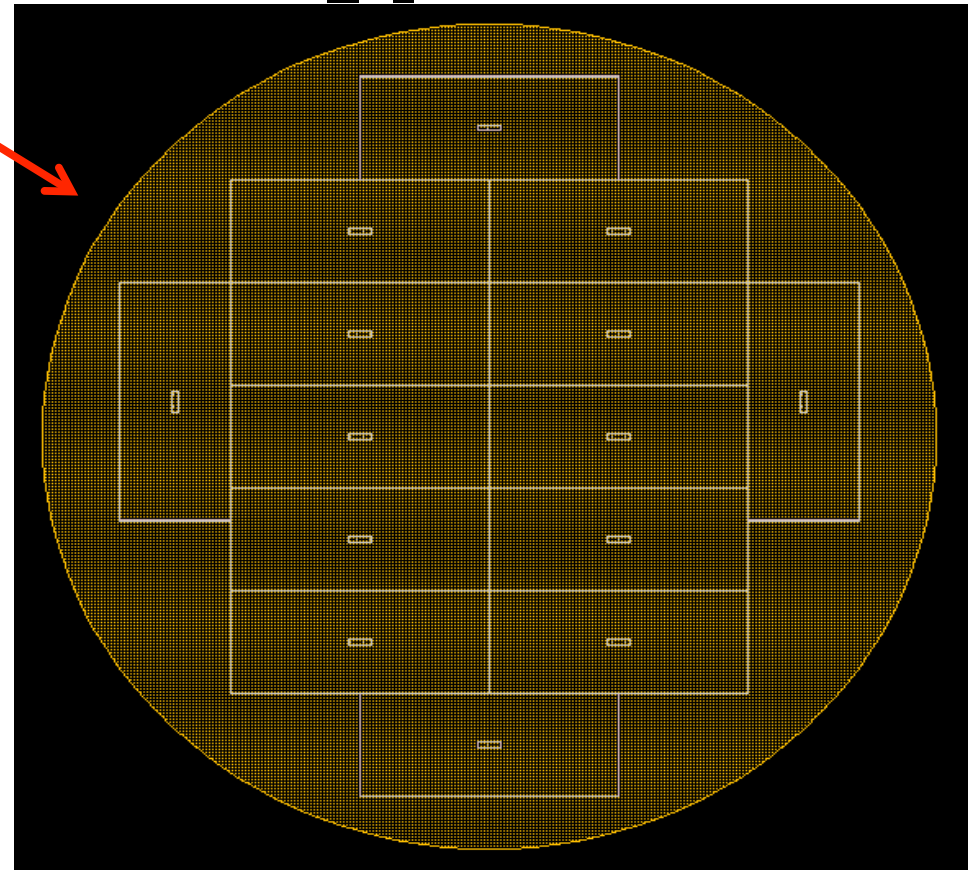
- ✓ Preparazione substrati e ottimizzazione layer di Germanio
- ✓ Setup camera per misure Field Emission in situ
- ✓ Caratterizzazione Field Emission
- ✓ Setup banco ottico per studio della Photo-Field Emission
- X Fotocatodi bi-alkali, tri-alkali (Sb, Na, K, Cs)

Costi setup maggiori
del budget a
disposizione

L'impiego di Si, Ge, SiGe
permetterebbe la realizzazione di
fotocatodi utilizzabili al posto degli
alkali per le lunghezze d'onda di
FASTCAM

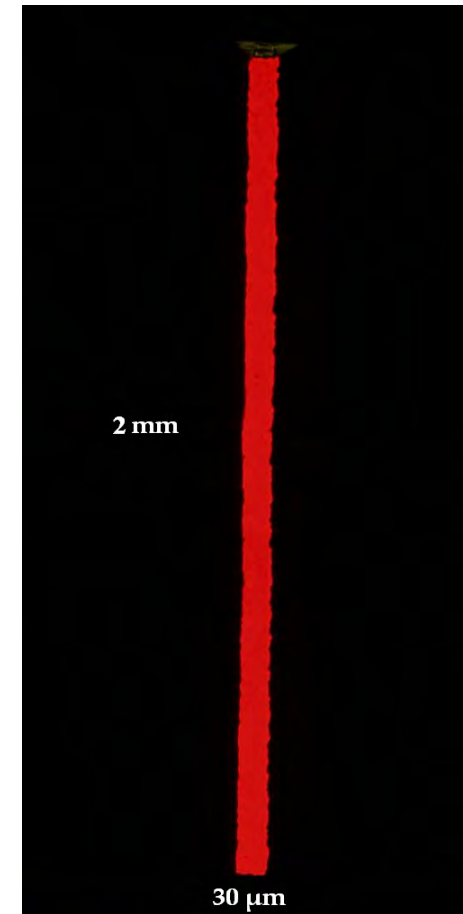
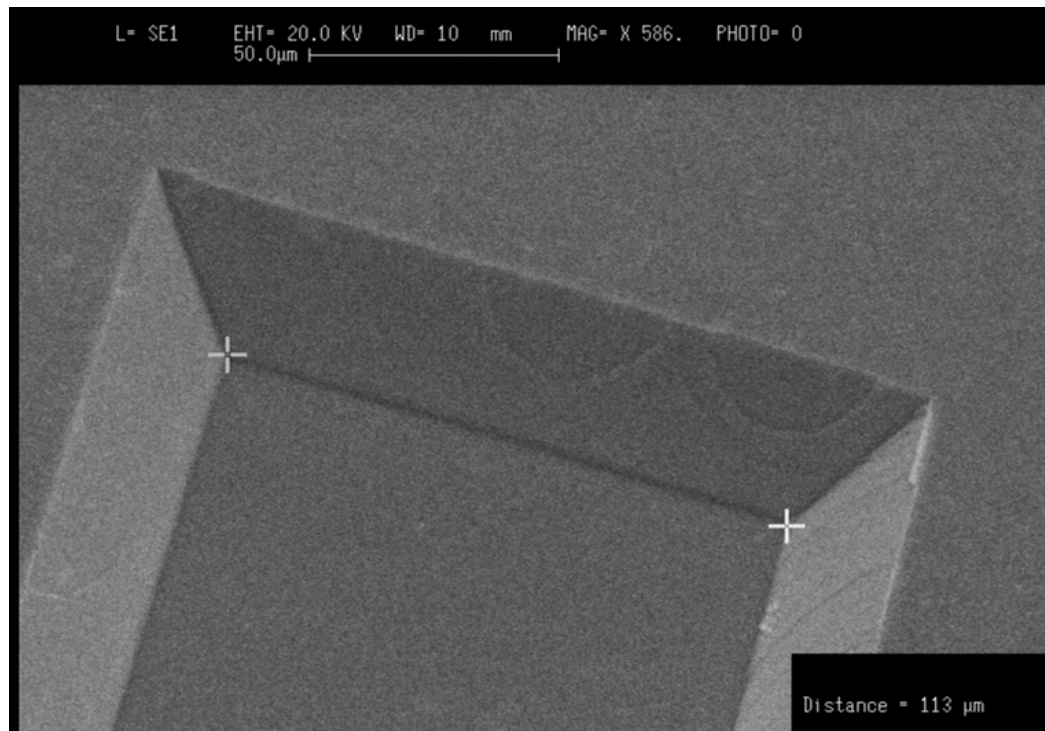
Preparazione substrati

- Substrato silicio 3" o 4" polished double Si_3N_4
 - Litografia elettronica / ottica
 - 10 / 15 chip per wafer
-
- Etching selettivo Nitruro
 - Attacco chimico in KOH
 - Etching finale nitruro



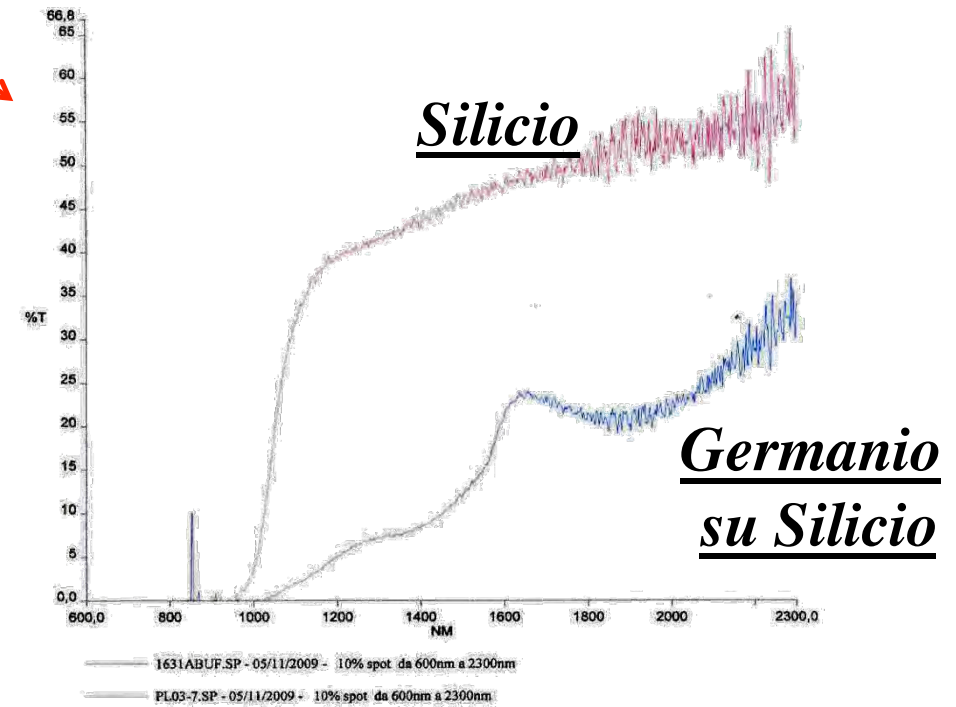
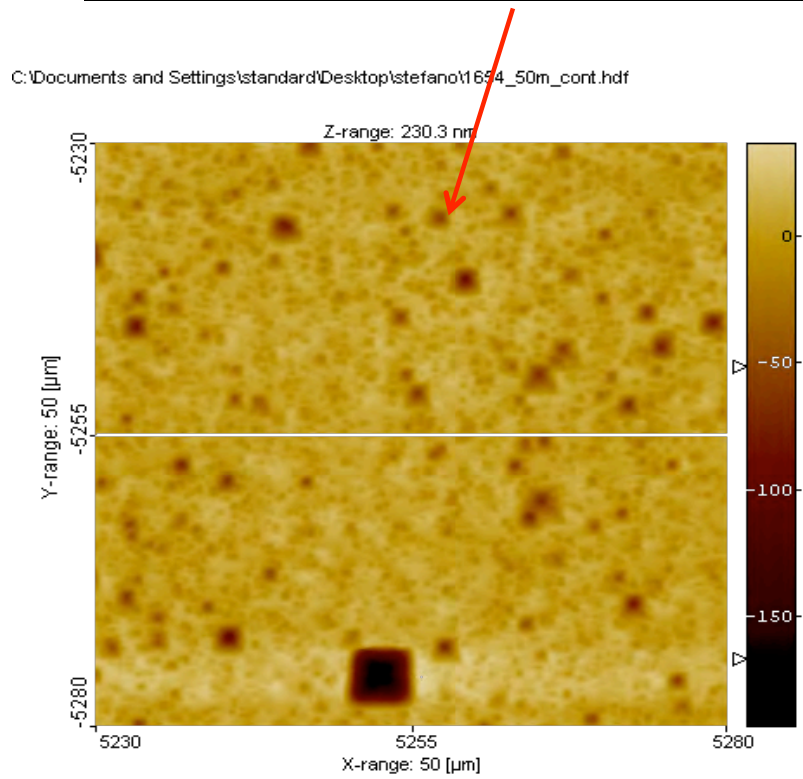
Preparazione substrati

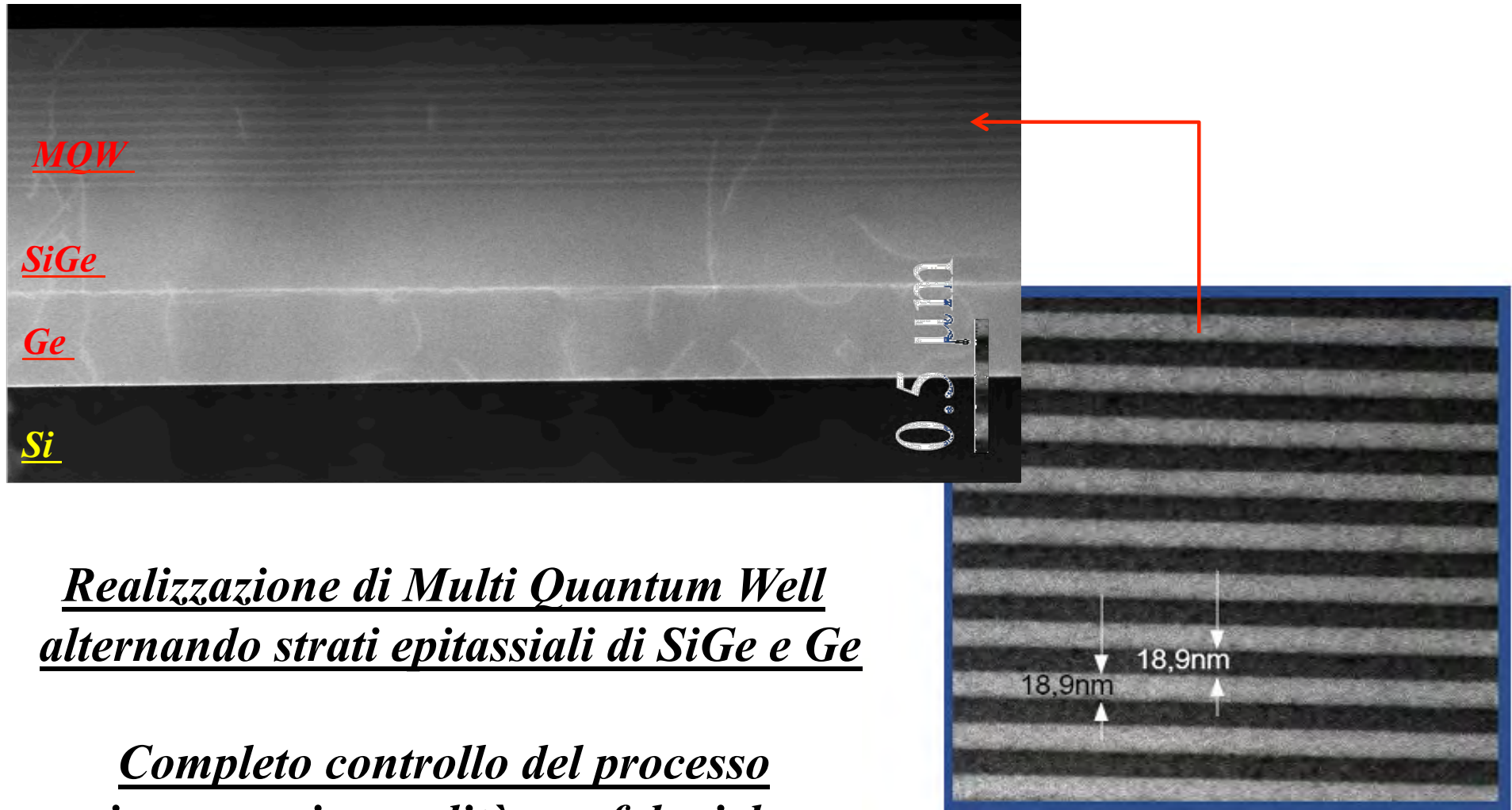
- Verifica del processo tecnologico
- Verifica come filtro a stato solido



Crescite Germanio

- **Controllo del processo per vari spessori di Germanio cresciuto**
- **Analisi XPS – AFM – Trasmittanza – TEM**



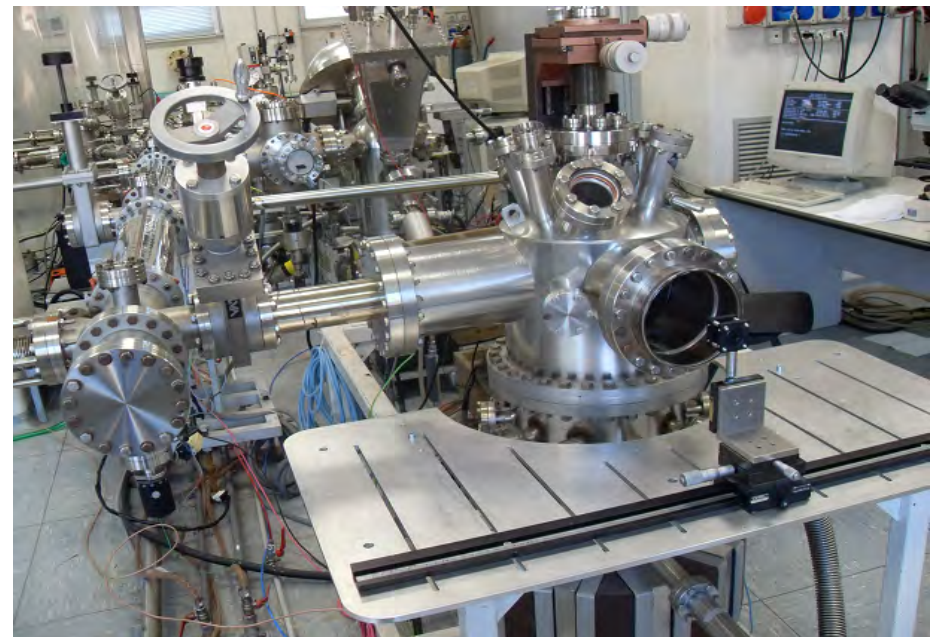


*Realizzazione di Multi Quantum Well
alternando strati epitassiali di SiGe e Ge*

*Completo controllo del processo
in spessori e qualità morfologiche*

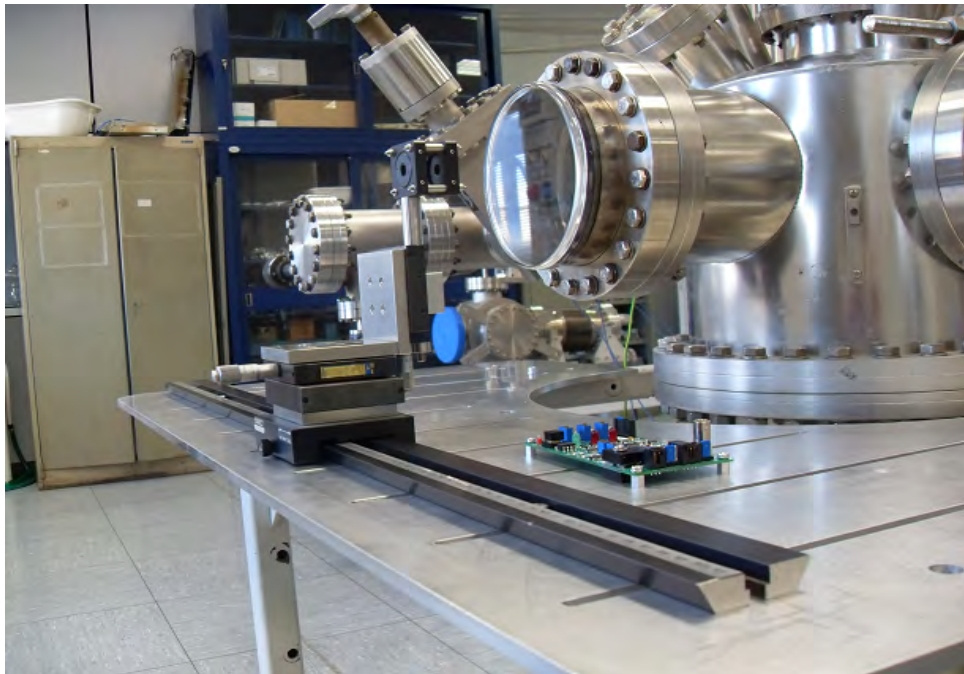
Setup camera per misure Field Emission

- Caratterizzazione in situ (dopo la crescita di Germanio)
- Micromovimentatori x, y, z, θ per il controllo delle distanze anodo-catodo
- UHV Ionic Pump – Strumentazione automatizzata

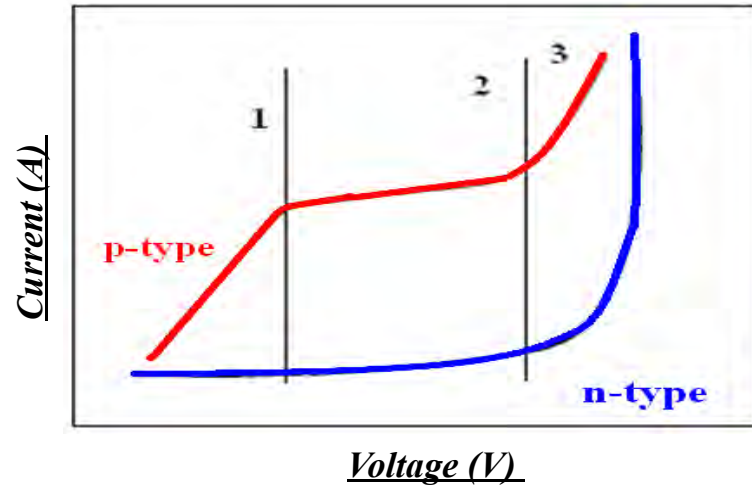


Setup banco ottico per studio della Photo-Field Emission

- **Diodi laser a stato solido: 808, 904, 980, 1060, 1310, 1550,**
- **Set di regolazioni per la collimazione e driver per pilotaggio in**
potenza



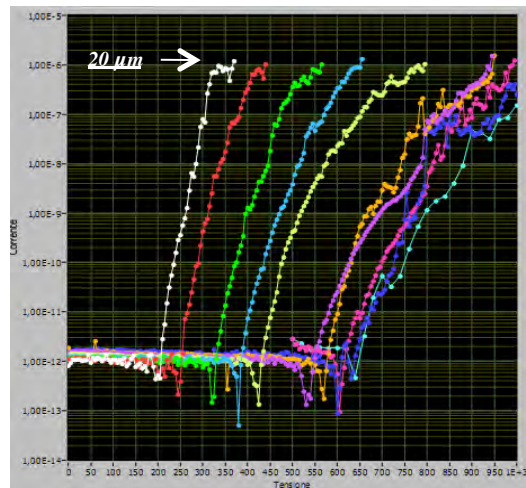
Caratterizzazione Field Emission



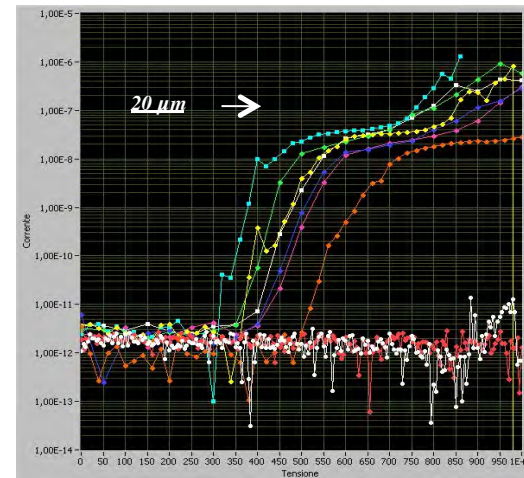
Per i semiconduttori drogati p, le curve I-V presentano 3 zone distinte:

- 1) emissione da Banda di Conduzione
- 2) saturazione della corrente causata dal refilling insufficiente di elettroni in B.C.
- 3) emissione da Banda di Valenza, barriera molto sottile per alti campi applicati

Zona 2 → Fotosensibile

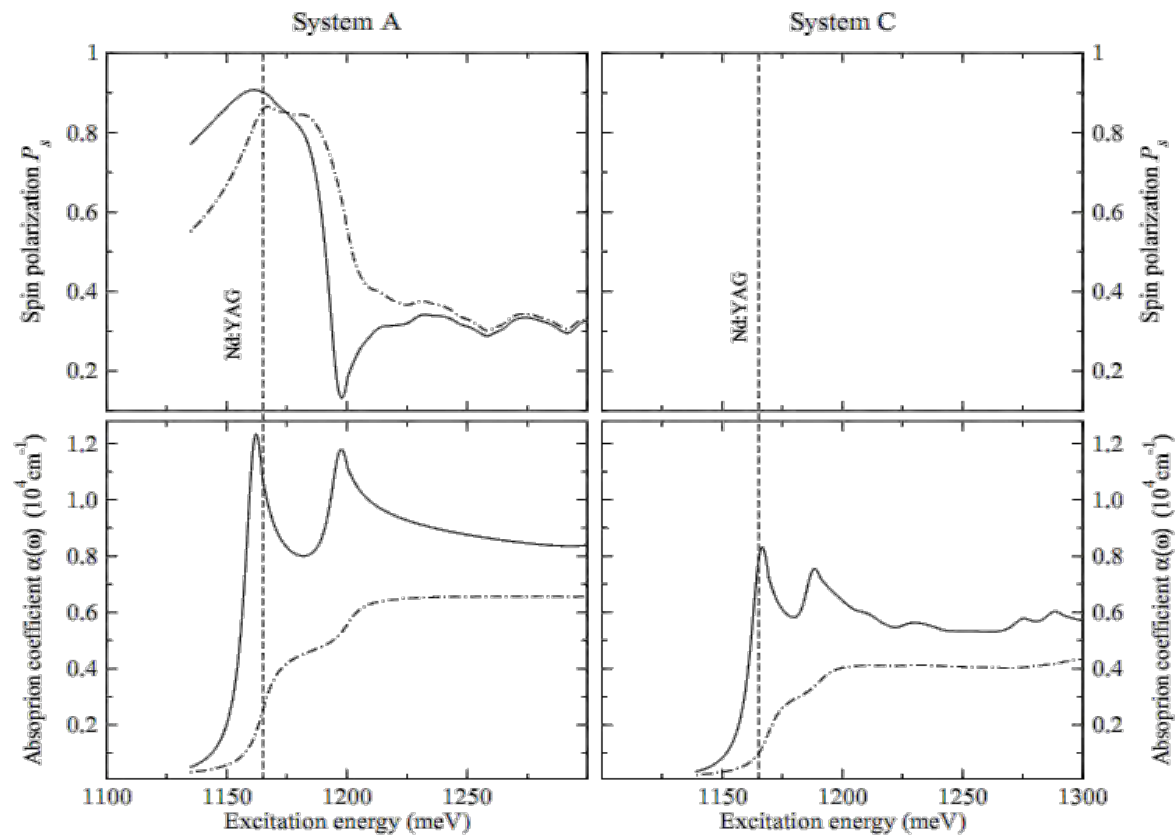


n-type



p-type

- Studio teorico (Prof. Grosso dell'Università di Pisa) per l'individuazione dell'eterostruttura idonea per ottenere **elettroni polarizzati in spin** alla lunghezza d'onda fondamentale del Nd:YAG
- Realizzazione di strutture per l'emissione di elettroni polarizzati in spin





T.I.M.E.

Time resolved IR Multipixels Experiment

LNF + Sez. Firenze

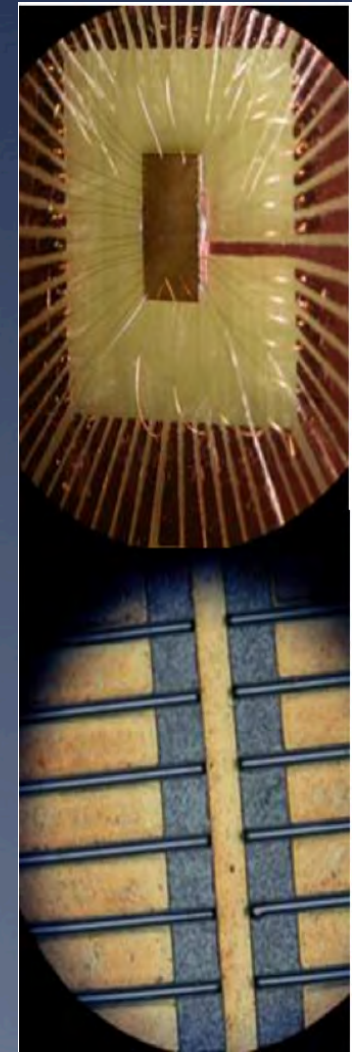
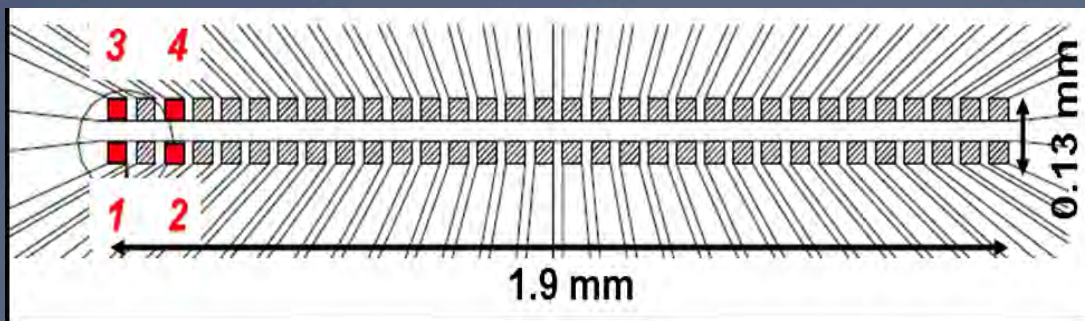
Proposta Exp. Gruppo V (1+1)

Time resolved IR Imaging

Frascati, 6-7 luglio 2010

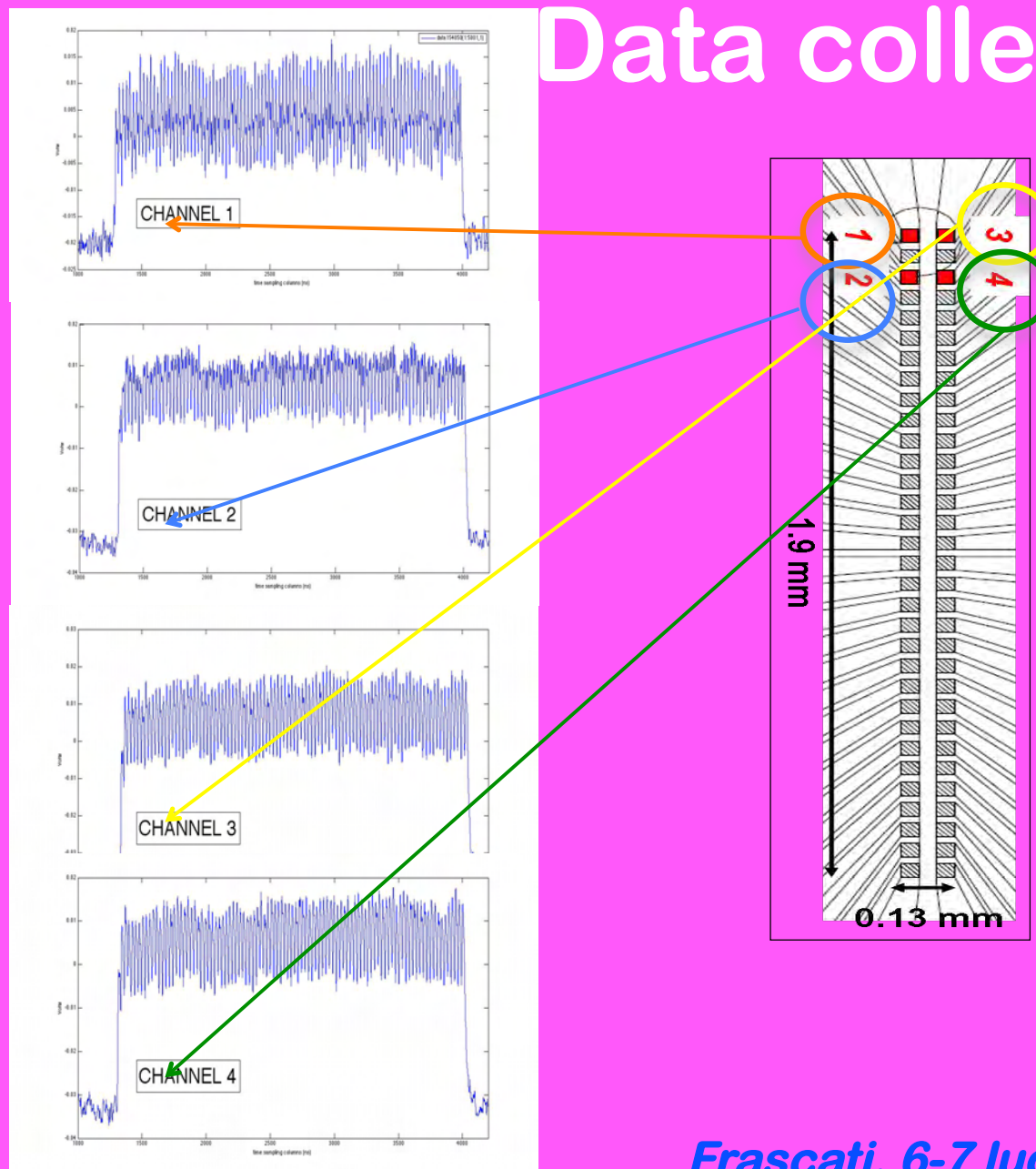
Fast IR uncooled arrays detectors

- An array device in collaboration with the VIGO System company has been designed and built. It was assembled with an interface board to attempt the first transverse diagnostics of the positron bunches of DAΦNE at IR wavelengths.
- The device consists of a fast array detector operating at room temperature with 2×32 pixels each characterized by a size of $\sim 50 \times 50 \mu\text{m}^2$ and a response time of ~ 1 ns.
- Two prototypes of the imaging device with its electronics board have been used for preliminary tests at the IR SINBAD beamline.



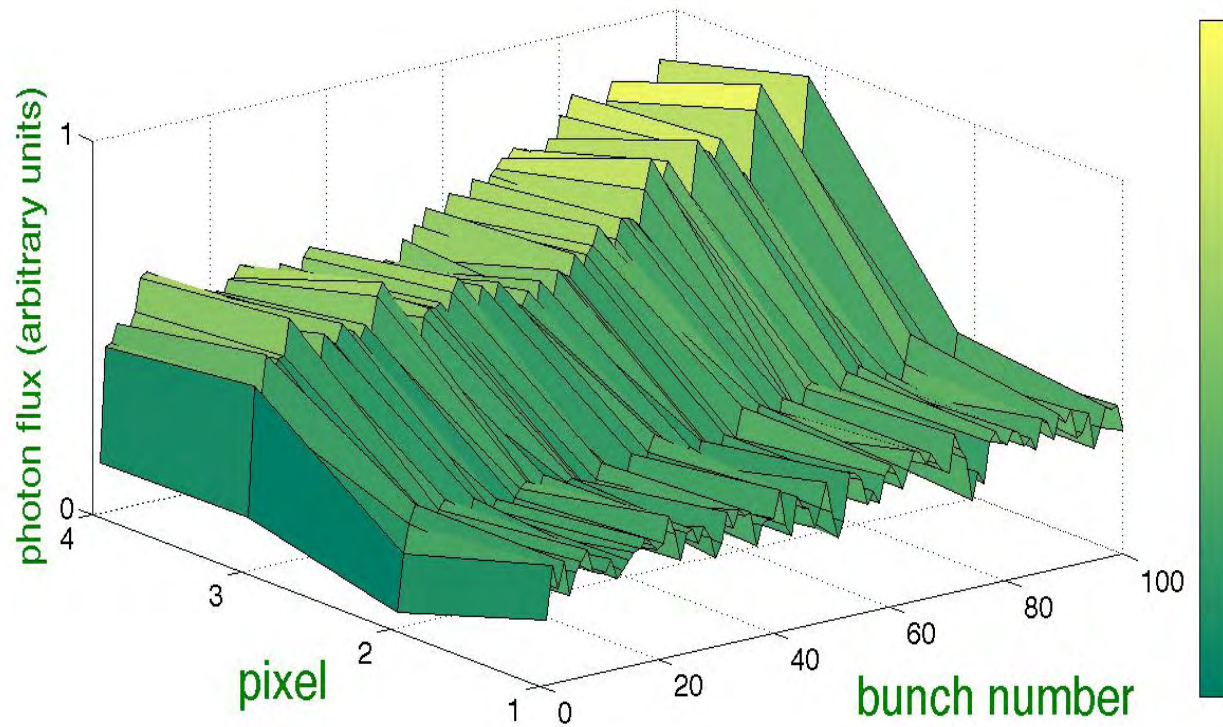
- The signals of the four pixels have been simultaneously collected with a bandwidth of 600 MHz and at a rate of 2.5 Gsample/s by the four input channels of the scope.
- To reduce the noise level and to obtain a high S/N ratio the acquisition has been performed averaging 32 sweeps of the waveform. A maximum S/N~36 has been achieved with a beam current of ~1550 mA.
- The bandwidth of the detector is large enough to separate signals between bunches separated by ~2.7 ns although the response time is higher and the next bunches do not reach the same offset level of the first one.

Data collecting



Frascati, 6-7 luglio 2010

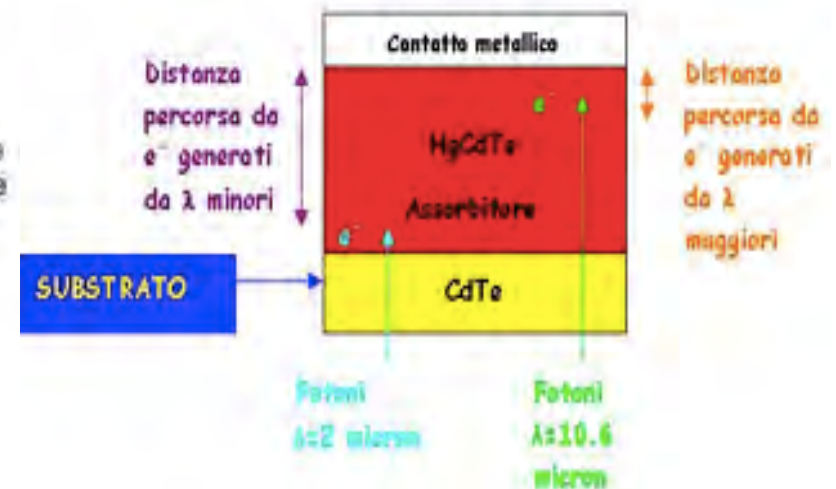
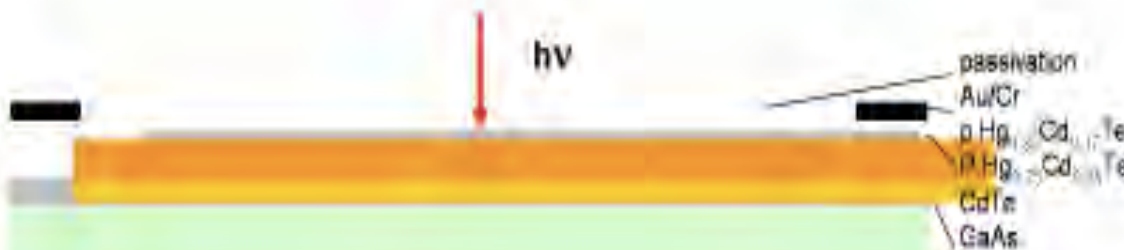
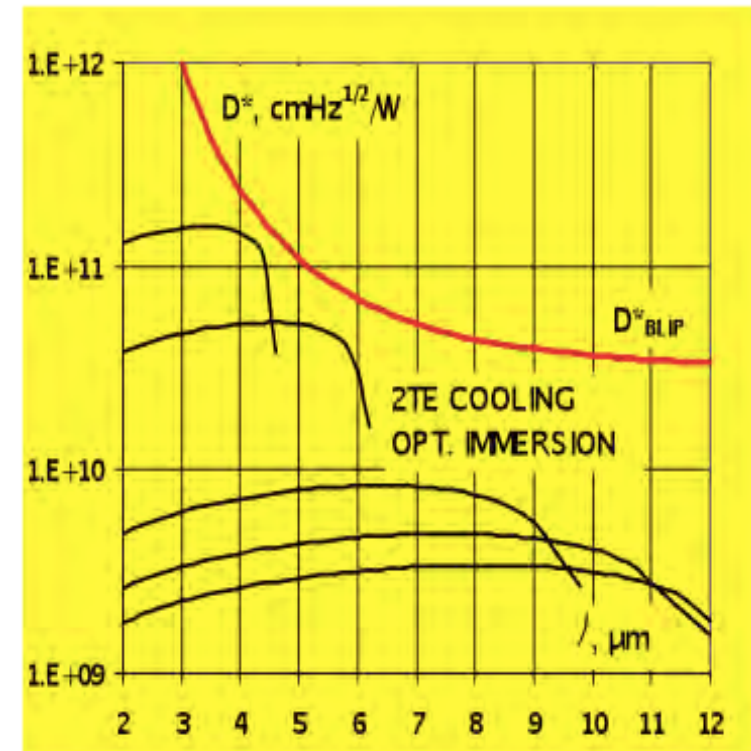
time resolved bunch profile



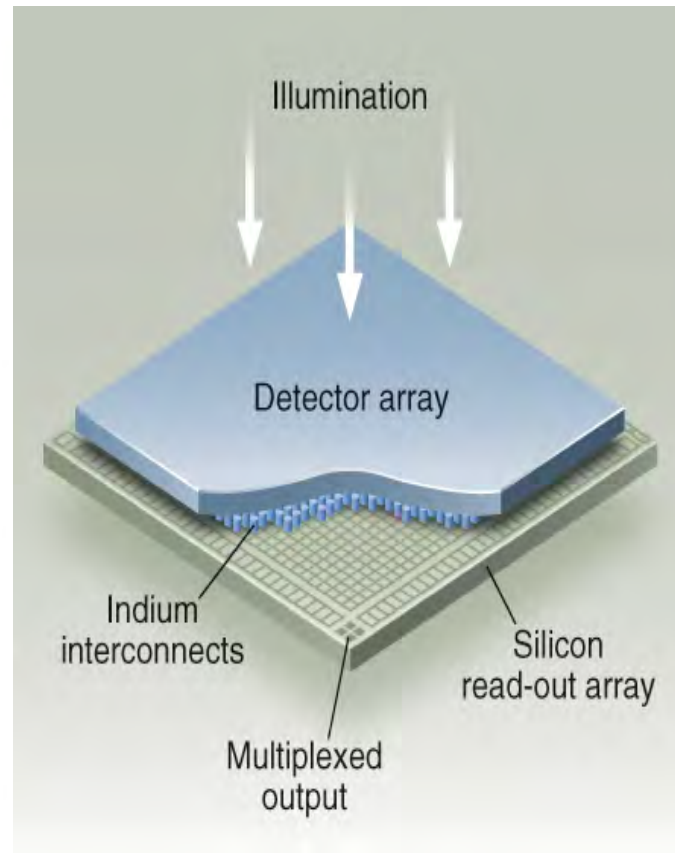
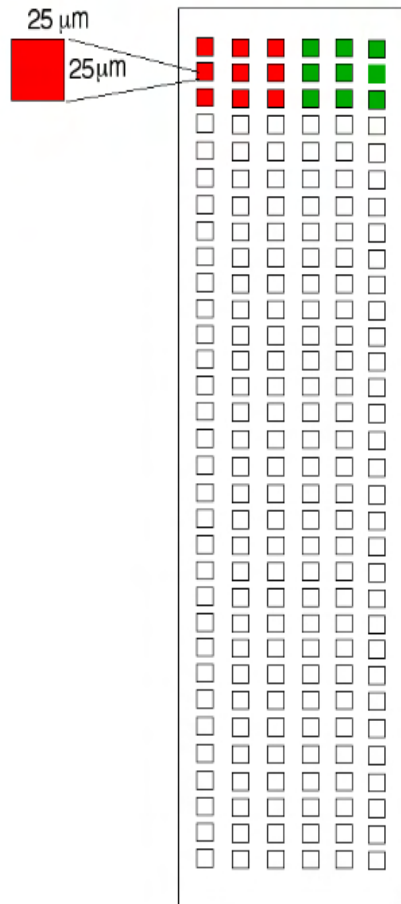
Frascati, 6-7 luglio 2010

Uncooled IR detector

The detectivity D^* of a two-stage Peltier cooled optically immersed detectors. As you can see, detectivity of short wavelength devices is much higher compared to that of long wavelength ones. Cooling increases detectivity, but uncooled $<2 \mu\text{m}$ detectors can have higher detectivity compared to liquid nitrogen cooled $\sim 10 \mu\text{m}$ devices. Actually, we may have device by a factor almost 2 higher compared to the values declared there at $10 \mu\text{m}$.



Design of a fast IR array (~ns)

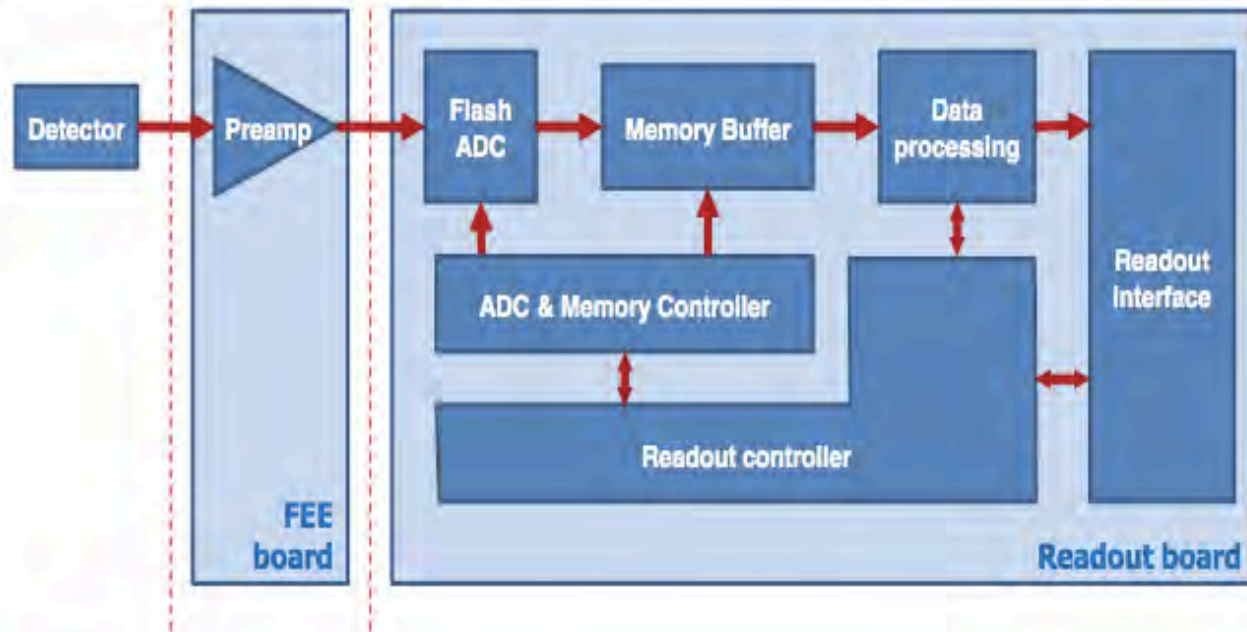


- monitor di fenomeni veloci (~ns)
- studio di processi termici
- fenomeni di non equilibrio

non siamo su scala nanometrica!

Frascati, 6-7 luglio 2010

Readout chain



- FEE board
 - Wide band amplifier
- Readout board
 - 1 (2) GSamples/s sampling rate
 - 8 (10) bit ADC resolution
 - Large memory buffer per channel
 - Data processing capability (zero suppression, data correlation, ...)
 - VME/optical readout interfaces

Cooperation

- LNF (DR &DA) + Sez. Firenze
- VIGO (www.vigo.com.pl)
-



VIGO System's detectors had been awarded in THE PHOTONICS CIRCLE OF EXCELLENCE AWARD in 1996. This award recognize the enterprising organizations and individuals that have over the years brought a steady stream of innovative, effective and forward looking products to the marketplace.

Frascati, 6-7 luglio 2010

Attività (1 anno)

- Definizione specifiche del sensore IR e dell'elettronica dell'array
- Conceptual design del detector e della sua elettronica di front-end
- Ordine del sensore IR
- Realizzazione di bonding, packaging, etc.
- Ingegnerizzazione del detector
- Sviluppo SW acquisizione e analisi
- Test elettronica del dispositivo

Personale

- A. Marcelli
- P. Ciambrone
- A. Drago
- M. Beretta
- R. De Sangro
- G. Zangari
-



MC-INFN

Milano (Battistoni, etc) , Genova, Catania etc etc +

M. Pelliccioni, LNF

- Si intende unire il grosso della attività MonteCarlo in gr V in un unico esperimento per favorire risparmi e sinergie.
- LNF entra come esperti di FLUKA per:

Calculation of the fluence-to-effective dose and fluence-to-organ dose conversion coefficients (in collaboration with the DOCAL TG of the Committee 2 of the ICRP).

- Study of the radiation protection problems for the CNAO.

- Comparison with the results of other code (ICRP).
- Comparison with experimental results at CNAO (in the future).

Equivalent dose in an organ or tissue T

$$H_T = w_R D_{T,R}$$

$D_{T,R}$ is the absorbed dose averaged over the organ or tissue T due to radiation R

w_R is the radiation weighting factor for radiation R

Effective dose

$$E = \sum_T w_T H_T$$

- H_T is the equivalent dose in tissue or organ T
- w_T is the weighting factor for tissue T

RADIATION PROTECTION

ICRP PUBLICATION 74

Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation

ADOPTED BY THE ICRP AND ICRU IN SEPTEMBER 1995

Revision to ICRP 74

Members involved to the revision (until April 2009)

Full Members

Bolch, Wesley (Chair)	Hunt, John
Keith Eckerman	Pelliccioni, Maurizio
Endo, Akira	Petoussi-Henss, Nina (Vice-Chair)
Endo, Akira	Zankl, Maria
Hertel, Nolan	

Corresponding Members

Jokisch, Derek	Schlattl, Helmut
George Xu, George	

Committee 2 Chairman:

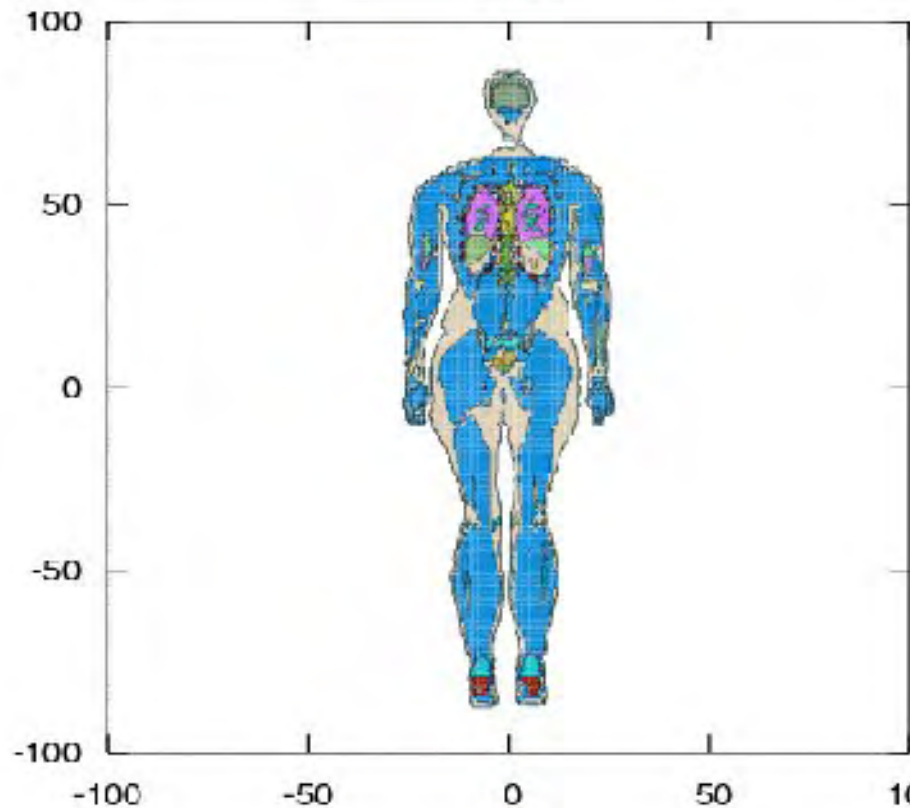
Menzel, Hans-Georg

Others

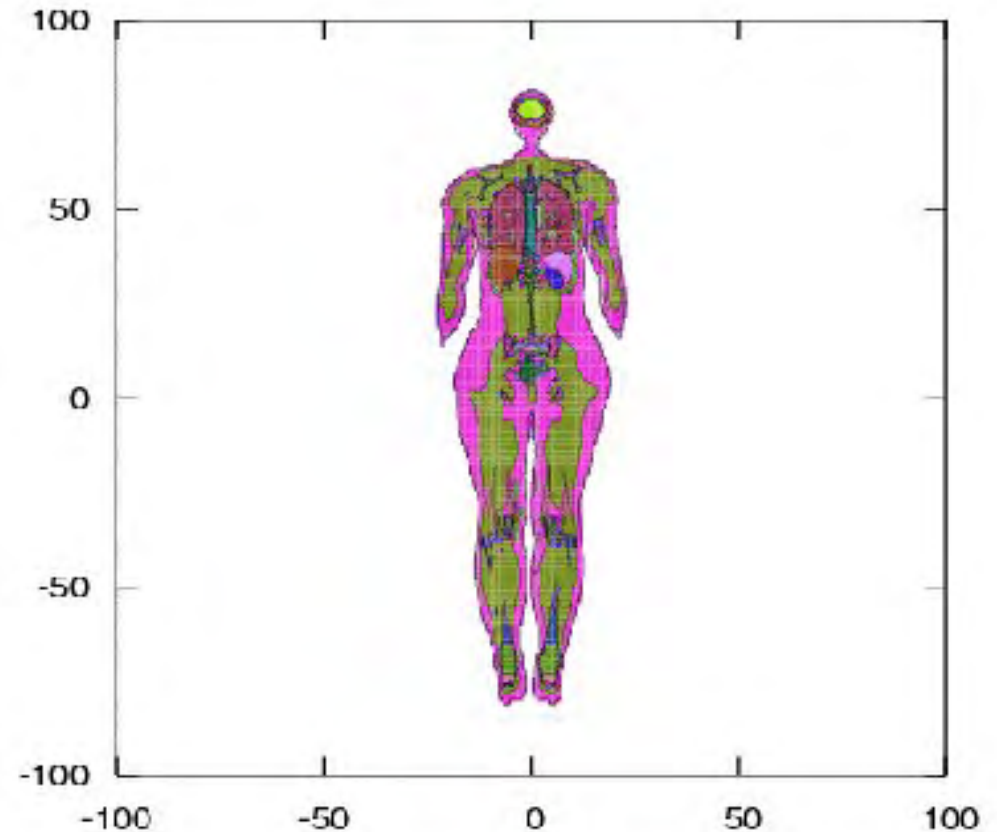
Bahadori, Amir	Veinot, Ken
Bartlett, David (C2 and ICRU member)	

Sviluppati dei Fantocci per il calcolo delle dosi equivalenti in funzione del sesso e della geometria di irraggiamento

Male

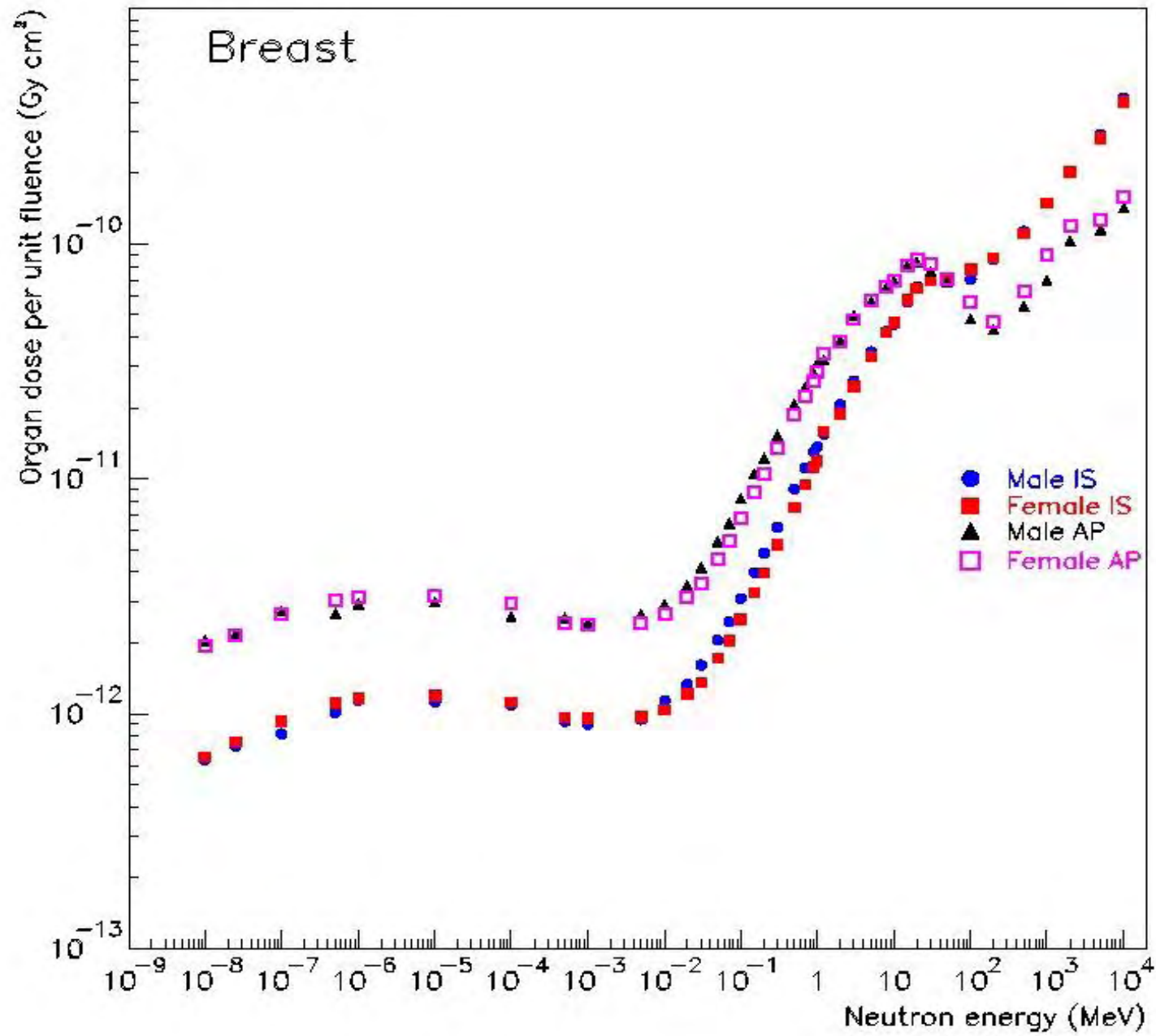


Female



Frascati, 6-7 luglio 2010

!



Future work

- Finishing the revision of the ICRP Publication 74 (operational quantities).
- Commissioning of the CNAO accelerators and comparison with the Fluka predictions.

Back

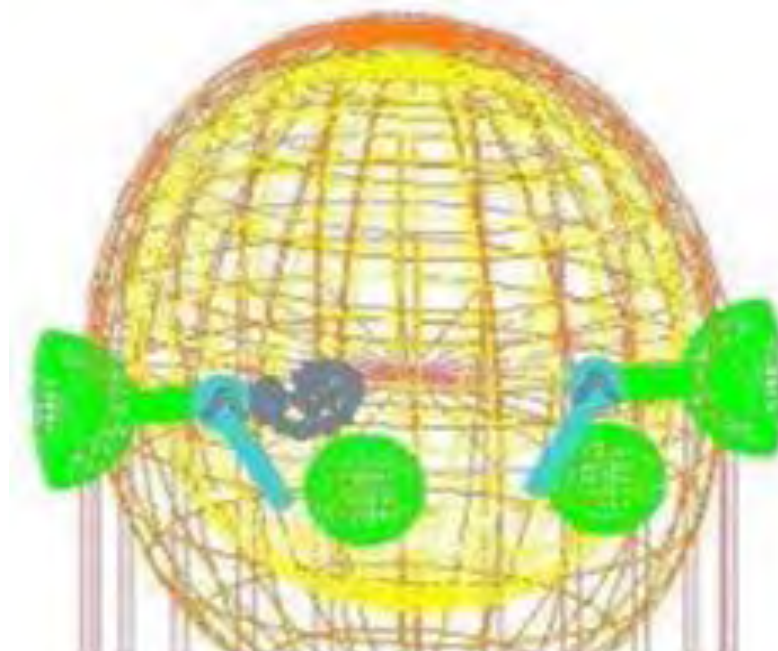
Frascati, 6-7 luglio 2010

E. Lamanna, A.S. Fiorillo, R. Vena, F. Rocca, A. Gallo, H. Bilokon

**Attività passata: simulazione attraverso
Geant4 di un cranio umano usando due
approcci diversi:**

**a) approccio vettoriale - molto
efficace dal punto di vista della
velocità di calcolo ma
inutilizzabile per studiare
dettagli anatomici;**

**b) approccio voxelizzato - Ricostruzione personalizzata partendo
da immagini transassiali Dicom. La velocità di calcolo dipende dai
dettagli che si desidera rappresentare.**



Attività 2011 (in collaborazione con nano5)**Realizzazione strumento
utilizzabile per:**

- **Ottimizzare set-up
sperimentale per
tomografia garantendo
la risoluzione nella
sezione dell'orecchio
interno;**
- **Verifica dosimetrica
all'interno del cranio;**



- a) **Utilizzo di immagini Dicom per
personalizzare tutto il cranio
con la risoluzione desiderata;**
- b) **Bassa risoluzione per tutto il
cranio escluso la regione
dell'orecchio interno per
verificare le capacità
tomografiche;**

Back

nano5@ LNF

Antonino S.Fiorillo, Ernesto Lamanna, L.Quintieri (resp)

Main goal: developing and implementing in Geant4 new methodological approach for radiation transport simulation to satisfy emerging requirements in: nanodosimetry, nanotechnology-based detectors, new generation nuclear power design, plasma physics, space-detectors, etc.

This scientific collaboration involves many other Institutions worldwide

M.G.Pia (National responsible)

M. Augelli, M. Begalli, E. Gargioni, B. Grosswendt, C. H. Kim, M. G. Pia, P. Queiroz Filho, P. Saracco, R. Schulte, D. Souza Santos, M. Sudhakar, G.Weidenspointner, A. Wroe, A. Zoglauer

INFN Genova, Italy

Centre National d'Études Spatiales (CNES), France

University of California, Berkeley, USA

University Medical Center Hamburg-Eppendorf, Germany

Hanyang University, Korea

Institute for Radiation Protection and Dosimetry (IRD), Brazil

Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik and Halbleiterlabor, Germany

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Germany

State University of Rio de Janeiro, Brazil

Nano5

Nano5 is an inter-disciplinary research and software development project within the framework of the widely used Geant4 toolkit

NANO5 SCIENTIFIC OBJECTIVES AT LNF

- Developing innovative design solutions in software architecture of Geant4 Kernel---->In this frame, one important task already accomplished: Implementation of Photon Physics on the base of architecture design, in order to gain in cpu performances and more flexibility for validation and verification (see publications)
- Validation of new implementations (both models and/or innovative software architectural structures) and beta testing. (New architecture of Photon Physics package, implemented in the past year, shows a gain of 30% in CPU for cross section and final state calculation)
- In collaboration with n@BTF team, using the experimental data to evaluate design issues of photonuclear physics (benchmarking with other codes MCNPX/FLUKA/GEANT4 already done)
- Physics-related epistemic uncertainties in depth dose simulation with neutron (the analysis with proton already done in the past year, see article submitted to TNS)
- Acquisition of expertise in core Monte Carlo modelling and cutting edge software technology at LNF

To cope with the requirements of these physics research domains, these are the tasks.

Conferences & Proceedings, Journal publications (2009-2010)

List of Conference Talks by LNF Authors in Year 2009

1. L. Quintieri, "Inter-Comparison and Validation of Geant4 Photon Interaction Models", Poster Session on Computing and Software for Experiments, (CHEP 2009), Orlando, Florida

2. L. Quintieri, "Research in Geant4 electromagnetic physic design and its effects on computational performance and quality assurance", Oral, (CHEP 2009), Orlando, Florida

NANOS Publications in 2009-2010

• M. G. Pia, G. Weidenspointner, M. Augelli, L. Quintieri, P. Saracco, M. Sudhakar, A. Zoglauer, PIXE simulation with Geant4 IEEE Trans. Nucl. Sci., vol. 56, no. 6, pp. 3614-3649, Dec. 2009

• Submitted to IEEE Trans. Nucl. Sci., M. G. Pia, M. Begalli, P. Saracco, L. Quintieri, *Physics-related Epistemic uncertainties in depth dose simulations*

Conference Proceedings

• M. Augelli et al., Inter-Comparison and Validation of Geant4 Photon Interaction Models Preprint Proceedings of the Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference 2009, Orlando

• M. Augelli et al., Geant4-related R&D for new particle transport methods Preprint Proceedings of the Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference 2009, Orlando

• M. Augelli et al., Research in Geant4 electromagnetic physics design, and its effects on computational performance and quality assurance Preprint Proceedings of the Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference 2009, Orlando

• M. G. Pia et al., New models for PIXE simulation with Geant4, Preprint Proceedings of CHEP (Computing in High Energy Physics) 2009

• M. G. Pia et al., Design and performance evaluations of generic programming techniques in a R&D prototype of Geant4 physics Preprint Proceedings of CHEP (Computing in High Energy Physics) 2009

• M. G. Pia et al., R&D on co-working transport schemes in Geant4 Preprint Proceedings of CHEP (Computing in High Energy Physics) 2009

• M. G. Pia et al., R&D for co-working condensed and discrete transport methods in Geant4 kernel Proc. Int. Conf. on Mathematics, Computational Methods & Reactor Physics (M&C 2009), New York, 2009

RICHIESTA FINANZIAMENTI 2011

FTE: A.S. Fiorillo (0.5), E. Lamanna (0.5), L. Quintieri (0.5),

The project was launched at the INFN as 3 years R&D, starting in January 2009.

Milestones for 2011

- Complete the redesign and Verification&Validation of EM Physics Models in Geant4 Kernel
- Investigation of effects on simulation of physics-related epistemic uncertainties in depth dose simulation with neutrons
- Study and design of a code able to dynamically adapt the simulation performances according the need of evaluating physical quantities relevant in a microscopic or macroscopic context, belonging to the same experimental context (NANO5-RITOR)

This will be done in tight collaboration with the RITOR experiment.

The main goal of NANO5-RITOR collaboration consists in producing a software package for the adequate dose deposition calculation to be used in the ear cancer therapy. This package should guarantee high accuracy and good cpu performance both to simulate the different microstructures inside the ear (microdosimetry) as well as the dose released in the macroscopic context in which the ear is embedded (from skull to brain)

back

NewDream Project Collaborazione Internazionale :

Cagliari - Cosenza - Iowa State – Pavia- Pisa - Roma I - Texas Tec UCSD

- Per migliorare la risoluzione dei calorimetri adronici R. Wigmans & Coll. sviluppano DREAM (Dual Readout Method)
- Prototipo DREAM : struttura in rame equipaggiata con 2 tipi di fibre attive – fibre scintillanti (misura energia totale depositata) – fibre al quarzo (luce Cerenkov dalla componente e.m. dello sciame)
- Dal paragone dei segnali la misura evento x evento della frazione e.m. dello sciame elimina la sorgente dominante di fluttuazione.
- Le residue sorgenti di fluttuazioni nel prototipo sono legate a:
- Perdite laterali – Basso numero di fotoelettroni Cerenkov – Fluttuazioni di campionamento

- **Estensione del principio di DREAM a rivelatori omogenei (cristalli) i cui segnali siano separabili nelle componenti scintillazione e Cerenkov**
- **Effettuati studi su direzionalita' e struttura in tempo per la separazione dei segnali.**
- **Analizzati cristalli singoli di tipi diversi puri/drogati e piccola matrice di cristalli in congiunzione con DREAM.**
- **Ottimi risultati (2009) per cristalli singoli di PbWO4 drogato con Mo [0.1%- 5%]**
- **Dal 2009 i test su fascio effettuati in congiunzione con nuova elettronica sviluppata**
- **Iniziata fase di costruzione di un prototipo per un nuovo calorimetro DREAM-like per ottimizzare la risoluzione attuale prototipo DREAM**

Cosenza

Programma 2011

- Il progetto PRIN 2008 : “Calorimetria adronica a doppia lettura” presentato dalla collaborazione italiana e’ stato finanziato dal MIUR da Aprile 2010.*
- Iniziata la costruzione di un modulo prototipo per un calorimetro ottimizzato a fibre a contenimento totale . Il I test su fascio del prototipo previsto a settembre ‘10.*
- Continua lo studio sui cristalli*
- Per la parte hardware, il gruppo di Cosenza, attualmente impegnato nella progettazione e realizzazione di un opportuno contenitore per il prototipo contribuirà , a regime, alla produzione dei nuovi moduli a fibre.*
- Come negli anni precedenti, i ricercatori di Cosenza parteciperanno ai tests su fascio, all’ analisi dati , alla produzione di software di simulazione.*
- Ricercatori: L. La Rotonda, (0.3 FTE) - G. Susinno (0.3 FTE) -
1 Assegnista di Ricerca(PRIN) (0.3 FTE)*
- Tecnici: F. Pellegrino – V. Romano*

Cosenza

Pubblicazioni

-Optimization of Crystals for applications in Dual-Readout Calorimetry Accepted (2010) for publication in Nucl.Instrum.Meth.

-Dual-readout calorimetry with a full-size BGO electromagnetic section Nucl.Instrum.Meth.A610:488-501,2009

-New Crystals for Dual-Readout Calorimetry Nucl.Instrum.Meth.A604:512-526,2009

-Dual-Readout Calorimetry with Crystal Calorimeters Nucl.Instrum.Meth.A598,710-721,2009

-Neutron Signals for Dual-Readout Calorimetry Nucl.Instrum.Meth.A598:422,431,2009

*-Separation of crystal signals into scintillation and Cherenkov components
Nucl.Instrum.Meth.A595:359-374,2008*

-Dual-Readout Calorimetry with Lead Tungstate Crystals Nucl.Instrum.Meth.A584:273-284,2008

*-Effects of the temperature dependence of the signals from lead tungstate crystals
Nucl.Instrum.Meth.A593:530-538,2008*

Cosenza

back

BARBE_LT

BASSE ENERGIE BASSO RATE LOW TEMPERATURE

Cantatore et al Trieste;
Karuza et al Camerino;
Cimino (20%) LNF

- **Contesto Scientifico Generale**
- Conteggio del singolo fotone (1-10 eV) a basso fondo per esperimenti di fisica delle particelle:
 - Ricerca di ALPs solari ([CAST](#) al CERN)
 - Ricerca di WISPs con “rigenerazione risonante” ([ALPS](#) al DESY)
- Rivelazione di singoli fotoni e spettrometria ad alta risoluzione energetica ad energie ≤ 1 eV

BARBELT

- **Motivazioni**

- Breve termine: acquisizione di competenze su contatori di fotoni a bassissimo fondo (< 1 mHz o meglio), esplorazione dello spettro di ALPs solari nel visibile con l'esperimento CAST del CERN, misure di rigenerazione dei fotoni con l'esperimento ALPS del DESY
- Medio termine: estensione dell'intervallo energetico di sensibilità al di sotto di 1 eV e fino a 10 eV con accento sulle capacità spettroscopiche e sulla possibilità di eseguire test con sorgenti UV

- **Obbiettivo**

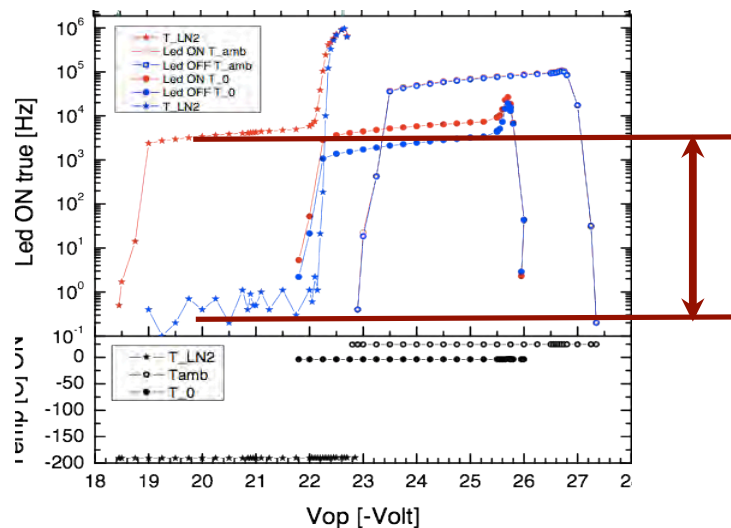
- sviluppare sistemi di conteggio del singolo fotone basati su rivelatori TES, nell'intervallo di energia 1-10 eV, con basso fondo e con capacità spettroscopiche, accoppiarli otticamente a sorgenti e validarli su fascio

BARBE_LT - stato dell'arte

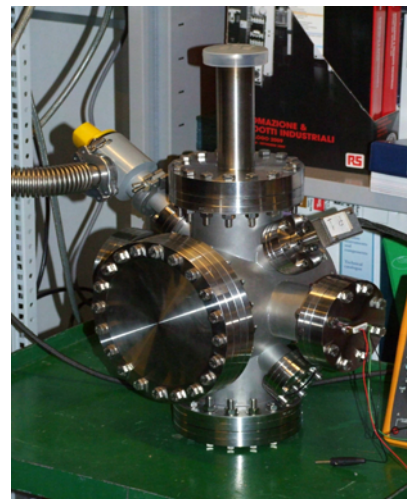
● Obiettivi principali

- studio del fondo di rumore e del rate massimo di funzionamento di dispositivi tipo APD (SiPM) raffreddati alla temperatura dell'azoto liquido
- validazione "su fascio" di un sistema di rivelazione del singolo fotone a basso fondo, anche basato sui detti sensori raffreddati; si pensa in particolare ad esperimenti nel campo della ricerca di particelle esotiche di tipo WISP (Weakly Interacting Sub-eV Particles)

Risultati su banco

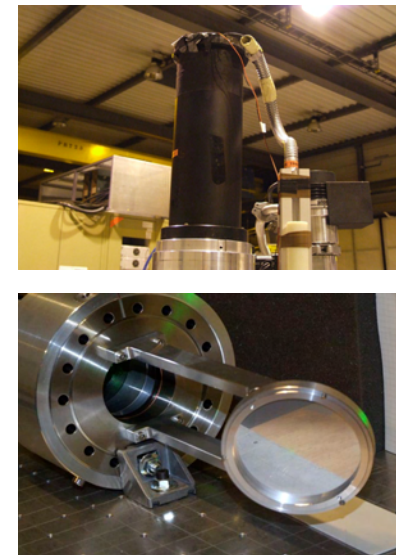


Riduzione del fondo di $\sim 10^4$ alla temperatura dell'azoto liquido



Criostato per azoto liquido 66

Risultati su "fascio"



Sistema BaRBE in misura permanente sull'elioscopio magnetico CAST

BaRBE_LT nuovi sviluppi

● Quadro generale

- i contatori di singolo fotone a bassa energia (1-10 eV) con fondo il più basso possibile sono essenziali in molti campi che spaziano dalla ricerca sperimentale di particelle tipo WISPs (esperimenti CAST al CERN ed ALPS al DESY), al remote sensing, alla crittografia quantistica
- i rivelatori tipo TES sembrano i dispositivi ideali per questo tipo di applicazioni

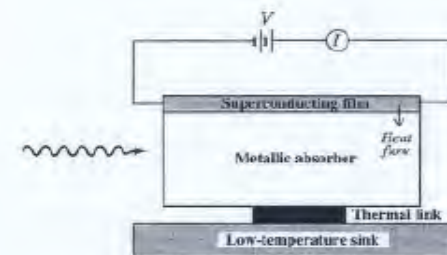
● Obiettivi di BaRBE_LT

- acquisire, equipaggiare e caratterizzare sensori TES sensibili ad energie 1-10 eV (inizialmente 1 eV)
- accoppiare otticamente i sensori con sorgenti e misurare l'efficienza di raccolta della luce ed il fondo di buio su lunghi periodi
- validare su fascio il sistema sensore TES-accoppiamento ottico

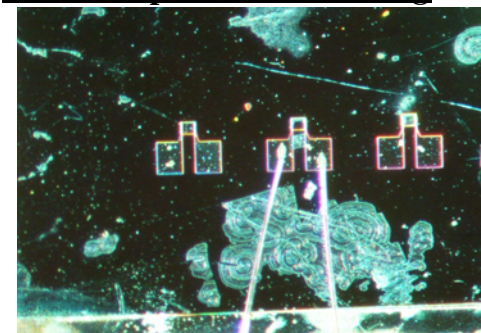
● Partecipanti e compiti

- **Sezioni di Trieste e LNF** - specifica e acquisizione dei TES (prodotti da INFN Genova), esecuzione dei bonding e studio degli accoppiamenti ottici; test di caratterizzazione dei rivelatori e misura del fondo
- **Sezione di Perugia (Camerino)** - acquisizione e montaggio dell'elettronica criogenica (SQUID a 100 mK), operazione del refrigeratore a diluizione; test di caratterizzazione dei rivelatori e misura del fondo

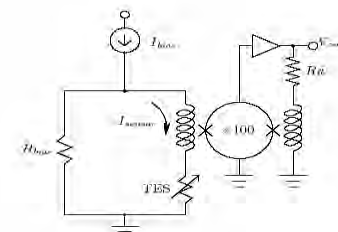
TES: principio di funzionamento



TES: campione con bonding



TES: lettura con SQUID



Back

NUOVA SIGLA PER IL 2011: ALTCRISS → SPACE-WEATHER

(Stesse Istituzioni Partecipanti)

Gruppo LNF

M.Ricci (Resp.), F. Bongiorno, A.Franceschi, T. Napolitano,

B.Spataro, – Tot. 1.2 FTE

Attività svolta gruppo LNF 2009-2010:

• Progettazione e realizzazione parti meccaniche rivelatore e prototipi: in particolare, progettazione CAD e realizzazione meccanica di supporto (frames per schede elettroniche e silici + box) per l'Engineering Model (SPCM-LNF) e sua evoluzione in configurazione Flight.

Attività prevista gruppo LNF 2010/2011:

- Meccanica supporto sistema di trigger (SPCM-LNF)
- Sviluppo strutture meccaniche di interfaccia con Express Pallet (per la ISS)
 - Tests su fascio GSI/Darmstadt e BTF
- Calcoli e simulazioni (Light flashes – Ambiente radiazioni ISS)
 - Tests di qualificazione vibrazionali e termo-meccanici

ALTCRISS - GR. 5 INFN

Alteino Long Term Cosmic
Ray measurements on board the
International Space Station



SILEYE-1



SILEYE-2



SILEYE-3/ALTEINO



LAZIO-SIRAD
ISS 4/2005

FINALITA':

1. Caratterizzazione con rivelatori attivi del campo di radiazioni a bordo della Stazione Spaziale Internazionale (ISS)
2. Sviluppo, studio e caratterizzazione di SiPM finalizzato principalmente ad applicazioni spaziali
3. Realizzazione dell'apparato Sirad per la ISS

Apparato per l'esterno della ISS: Sirad

•Confronto ambiente radioattivo tra interno ed esterno della stazione.

•Selezionato (primo posto) per studio di fase A bando Missioni di opportunità ASI

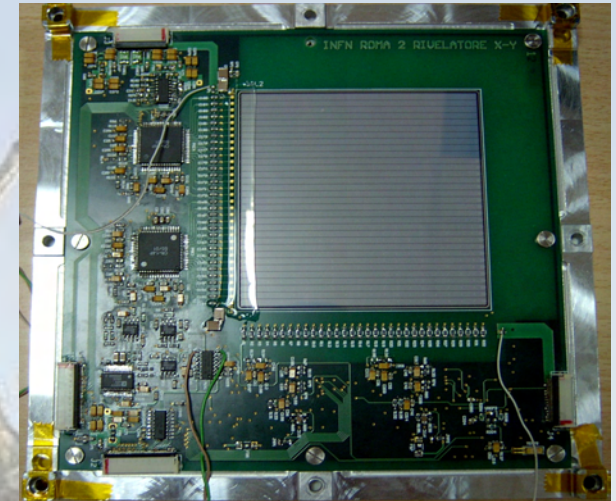
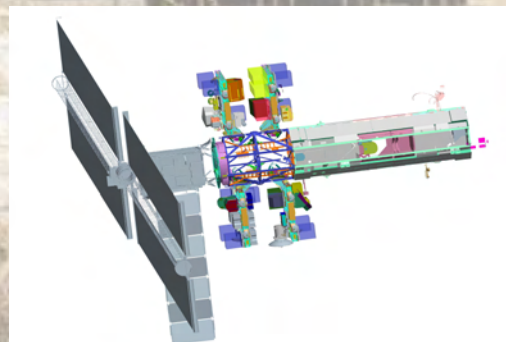
•Completata fase A, selezionato per fase B

•Completamento Schede front-end Sirad Flight model

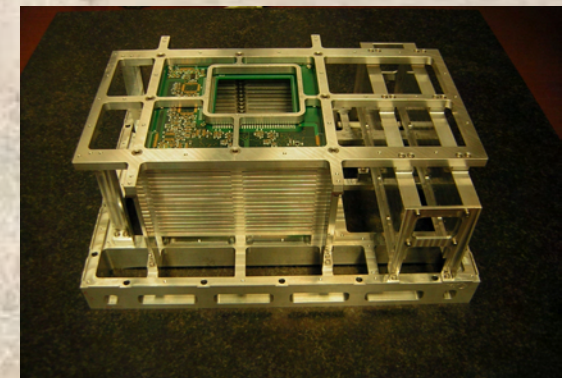
•Realizzazione trigger flight model

•Realizzazione MiniCPU

•Realizzazione meccanica di volo



Board di Front End con rivelatori al silicio 8x8x 0.38 cm (32 strips). Un secondo rivelatore con strip ortogonali è collocato al di sotto di quello visibile in figura.



Collaborazione Internazionale:

INFN (Tor Vergata, LNF), Univ. Genova, Firenze, Trieste
KTH-Stockholm Univ., SIS Darmstadt, European Astronaut center (ESA),
MEPhi Moscow, IMBP Moscow, RKK "Energia" Moscow, Riken Tokyo.

Apparati Strumentali - Rivelatori

- Sileye-3/Alteino: telescopio di 8 piani a silicio attualmente a bordo della ISS
- ALTEA: facility costituita da casco di 12 Torri di Silicio + elettroencefalografo;
lanciata sulla ISS il 4 Luglio 2006, in presa dati
- SI-RAD/ALTCRISS: telescopio di 32 piani di Silicio in fase di realizzazione

Programma sperimentale 2010-2011

- Tests vibrazionali, termo-meccanici e elettronici
- Realizz. modello di volo completo di elettronica e DAQ (Struttura meccanica e di interfaccia sviluppata in SPCM/ LNF)
- Tests e calibrazioni prototipi sotto fascio a GSI Darmstadt.
- Tests Si-PM (PM a silici) alla BTF

Back

LIVECELL

Development of an optical device
for in-vitro infrared imaging on live
single cells

Mariangela Cestelli Guidi

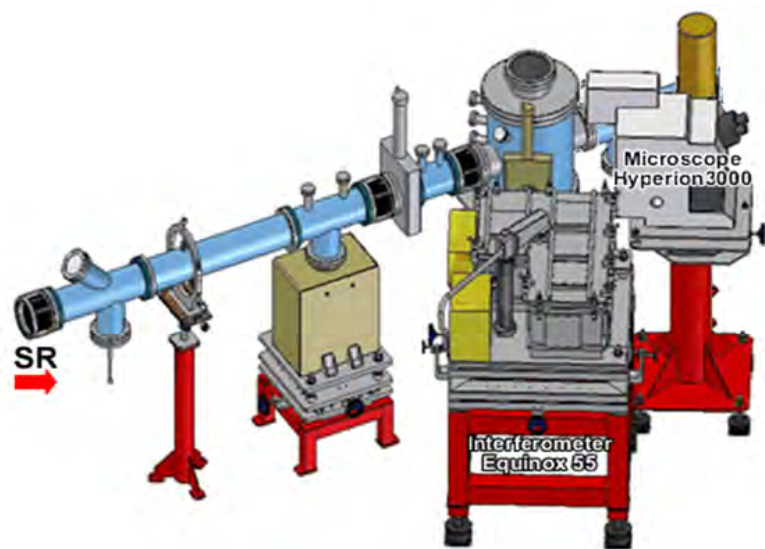
LNF

Dafne-Light

24/6/2010

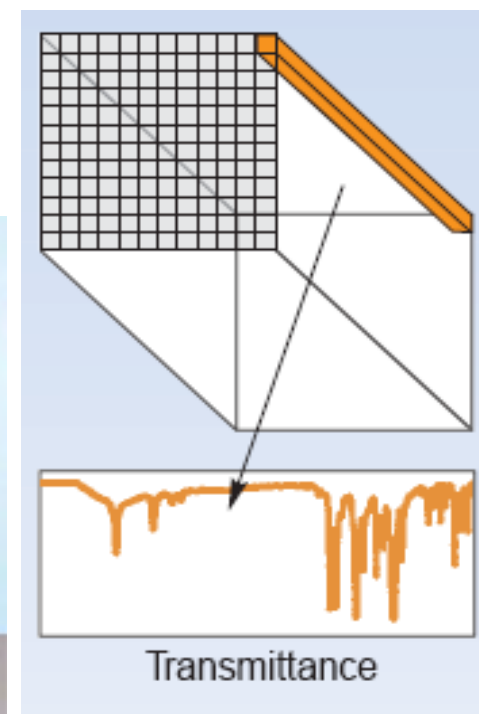
Giornata di Gruppo V

FT-IR chemical imaging @ Dafne



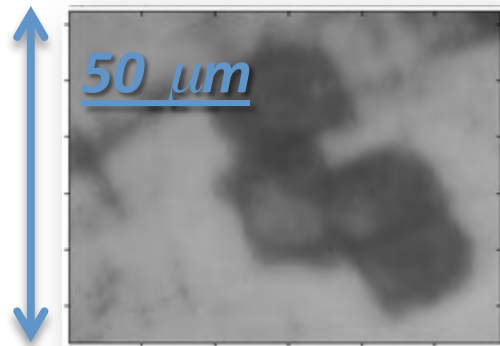
Sinbad IR beamline @ Dafne

IR microscope

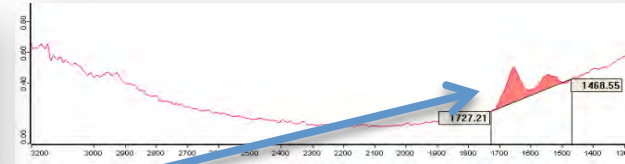
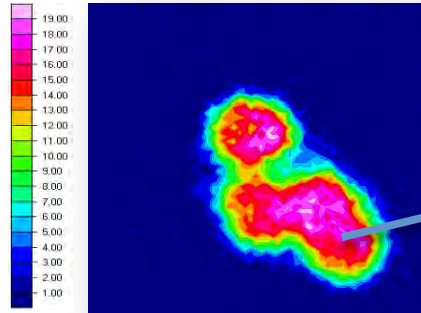


64x64 pixels Focal
Plane Array detector
(FPA)

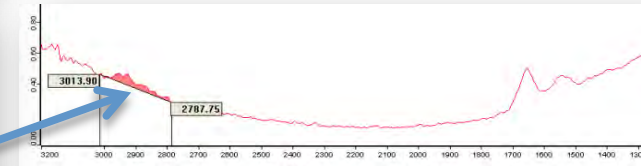
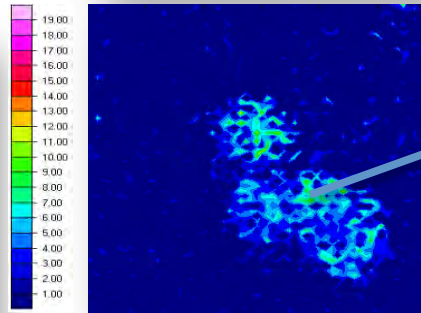
FT-IR chemical imaging on cryofixed cells



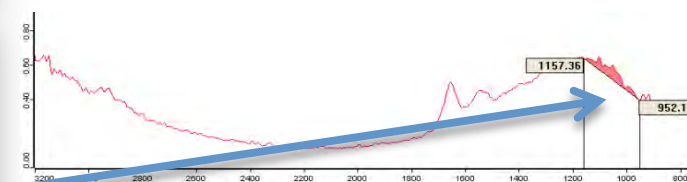
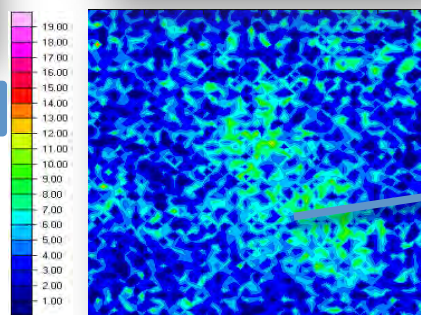
Visible image of cancerous colon cell



**Proteins
(1715–1600 cm^{-1})**




**Lipids
(3020–2880 cm^{-1})**



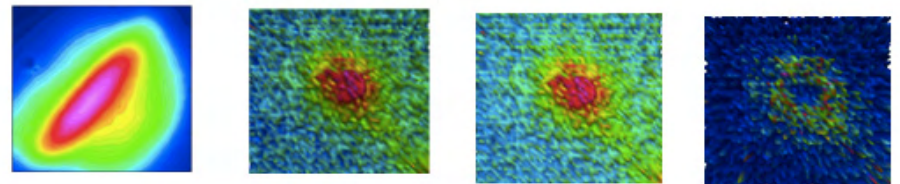
**Polysaccharides
(1152–951 cm^{-1})**

IR density of proteins, lipids and polysaccharides

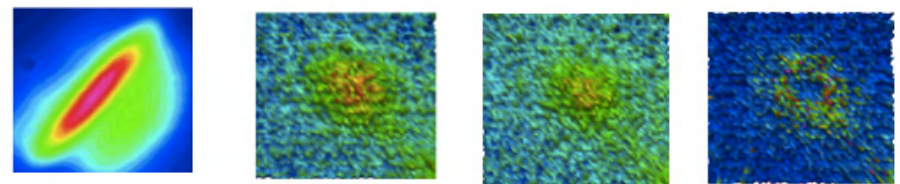
Optical image  36 μm (32x32 pixels)

Dafne \rightarrow 2 A

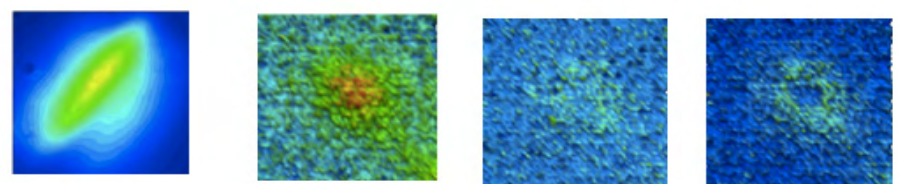
Source image Proteins Lipids Polysaccharides



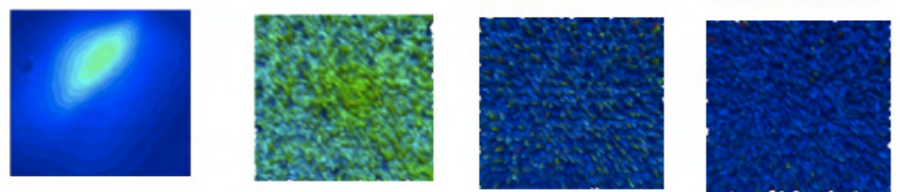
1.5 A



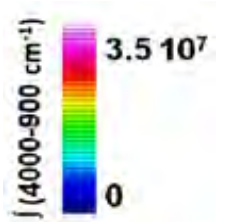
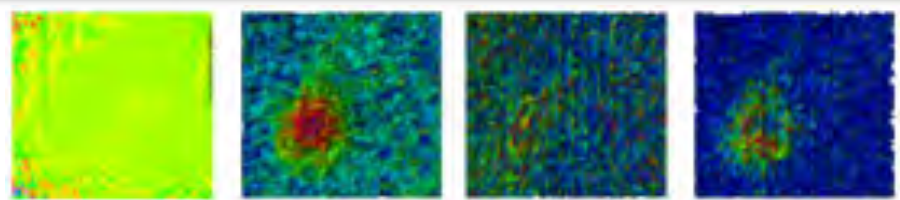
1 A



Other SR facilities \rightarrow 0.5 A



Conventional source (Globar)



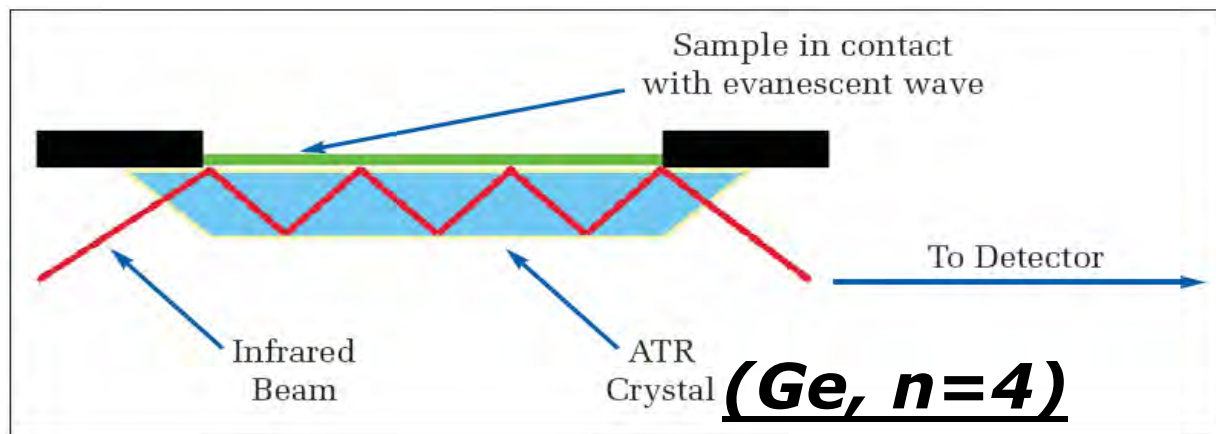
Unsolved problems **for transmission spectroscopy on live cells:**

1- water IR absorptions cannot be managed

2- lateral resolution is diffraction limited ($\sim 6 \mu\text{m}$ @ 1650 cm^{-1}).

Possible solution:

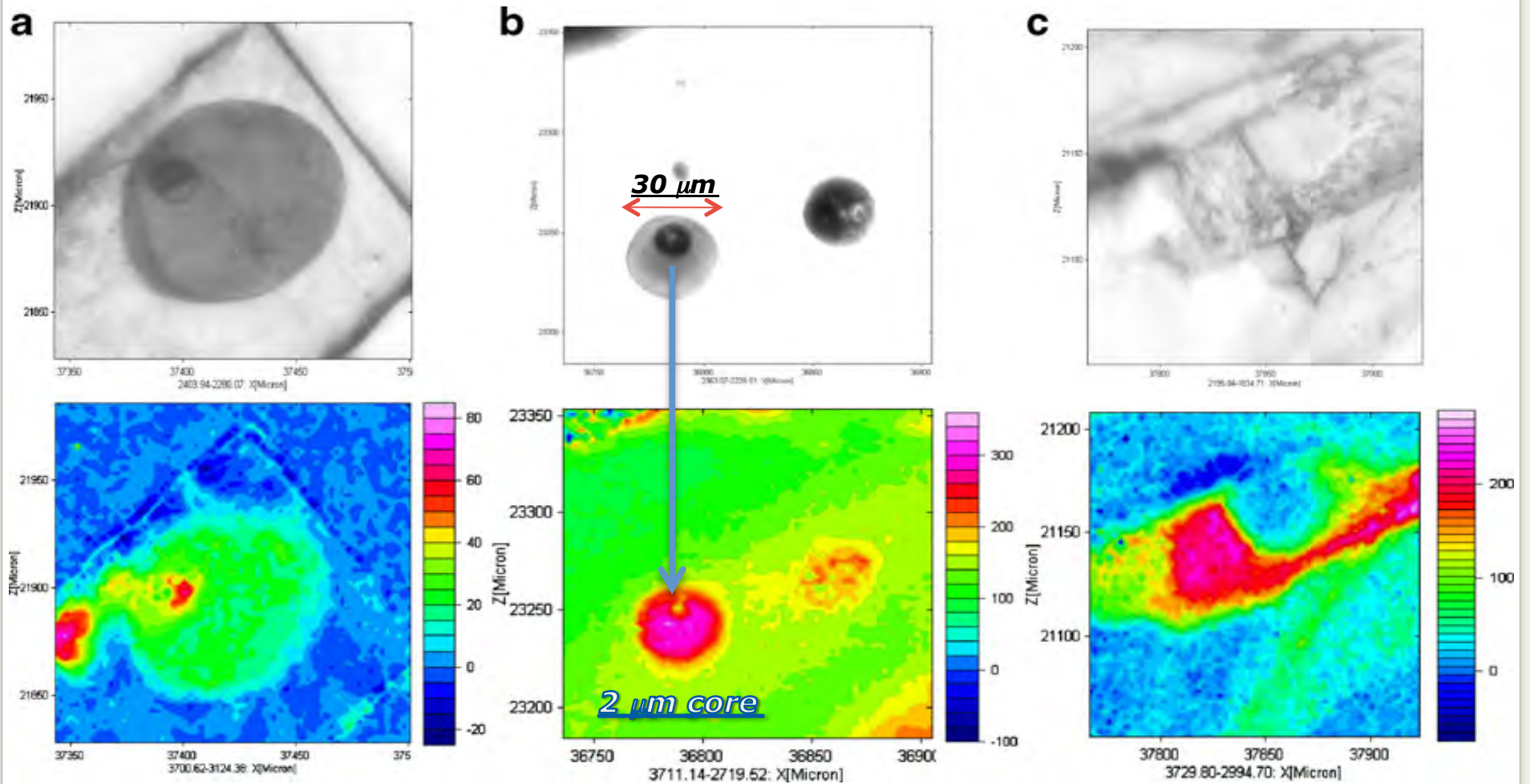
Attenuated Total Reflection (ATR) imaging:



Attenuated total reflectance employs total internal reflection as shown in figure. A light beam entering a crystal will undergo complete internal reflection if the angle of incidence is greater than the critical angle, which is a function of the refractive indices of the two surfaces. Attenuated total reflection infrared (ATR-IR) spectroscopy is used for analysis of the surface of materials. It is also suitable for characterization of materials which are either too thick or too strong absorbing to be analyzed by transmission spectroscopy.

Due to the high refractive index of the crystal the lateral resolution is improved down to $1 \times 1 \mu\text{m}$

ATR imaging on solid samples (CO_2 and H_2O in olivine)



Advantages of ATR INFRARED IMAGING :

- **Non destructive**
- **Non invasive (no contrast medium)**
- **No water absorption**
- **1x1 μm lateral resolution**
- **Acquisition time scale \sim minutes
(biological scale)**



LIVE CELL IMAGING

Major limitations in a standard ATR device:

1- The cell is analyzed only at the contact point with ATR crystal , otherwise cell is destroyed by pressure;

2- water thickness is not homogeneous (null at contact point and +/- thick at other locations covered by ATR crystal), thus making water IR absorption unmanageable again;

3- ATR devices are too large and crystal is too fragile to allow hand manipulations for cell culture;

4- ATR devices are not airtight, an thus water vapor coming from petri dish (medium at 37°C) to ATR optics makes background to sample acquisitions artifactual.

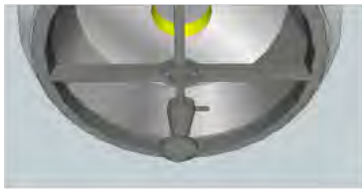
Removable ATR device

The idea is to develop a removable ATR device allowing cell culture to be performed directly on the Ge-crystal.

1- Removable for ease hand manipulations;

2- The Ge-Crystal must be sufficiently large ($\sim 200 \mu\text{m}$) to allow cells growing on it and have a shape allowing to place it aligned with the flatbed of petri dish;

3- Optics protected from water vapor by IR-transparent and hydrophobic film.



Removal of ATR crystal



View of ATR crystal



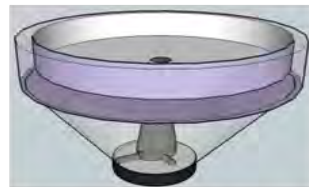
ATR crystal placed on holder



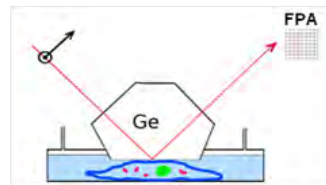
Crystal adjusted on petri dish



Full system for cell culture



View of crystal in culture medium



ATR-FTIR imaging of living cell after culture



Schematic views of removable ATR crystal adapted for cell culture. Specific petri dish and crystal holder will be developed.

Applications:

Live cell analysis by ATR-FTIR imaging will be developed for studies on compounds located within the 0.5-1 μm over the Ge-crystal surface by collecting evanescent wave from cell sample.

Basically, cell components to be studied will be those at the contact of Ge-Crystal or within the 0.5 μm from this one.

In this thickness will be found extracellular matrix (ECM; 20-100 nm), cell membrane (7-15 nm), and intracellular components (partially the nucleus, mitochondria, various organelles, cytosol, cytoskeleton proteins linked to membrane...etc.).

People:

Mariangela Cestelli Guidi	Tecnologo	LNF	70%
Claudio Marcelli	Primo Ricercatore	LNF	30%
Chiara Mirri	Co.co.co.	LNF	50%
Gianluigi Zangari	Laureando	LNF	30%
Seydou YAO	Dottorando	LNF/RM3	70%
(Cyril Petibois	Prof. Associato	Université Bordeaux	50%)
Agostino Raco	Tecnico	LNF	30%
Antonio Grilli	Tecnico	LNF	20%
			3.0 FTE

back

NESCOFI@BTF

NEutron Spectrometry in COmplex FIELDS

Proposta di esperimento TRIENNALE per lo sviluppo di tecniche sperimentali per la caratterizzazione di fasci neutronici pulsati ed ad alta intensità, basata sulla facility neutronica dei LNF n@BTF.

Roberto Bedogni (resp. LNF e nazionale)

B. Buonomo, A. Esposito, G. Mazzitelli, L. Quintieri

M. Chiti, M. De Giorgi, A. Gentile

LNF

M.V. Introini, A. Pola

INFN-Milano e Dip. di Energia Politecnico di Milano

J.M. Gomez-Ros

CIEMAT, Madrid

Motivazione scientifica & obiettivi

Una caratteristica comune alle facilities che impiegano acceleratori di particelle nei campi della ricerca, industriale e medico è la produzione, intenzionale o non, di campi neutronici la cui misura è molto complessa a causa delle seguenti caratteristiche

(1) Alte intensità

(2) Intenso campo fotonico associato

(3) Struttura temporale pulsata

(4) Spettro energetico complesso dai termici ($1E-8$ MeV) alle decine o centinaia di MeV

In molte delle facilities citate si sta imponendo la necessità di caratterizzare tali campi mediante sistemi attivi in linea in grado di fornire indicazioni sullo spettro di fluenza ($d\phi/dE$), sulle associate grandezze integrate (di campo o dosimetriche) e sulla loro variazione al variare delle modalità operative dell'acceleratore e delle procedure di irraggiamento.

Motivazione scientifica & obiettivi

Esempi

(1) Industria: fast neutron irradiation.

Presso TRIUMF, LANSCE, TSL, ISIS sono state allestite linee di fascio neutronico per studi di chip irradiation (ind. avionica) e radiation damage.

Gli spettri vengono solo simulati; vi è un notevole interesse per misure di spettro in linea, anche per stimare le perturbazioni da parte degli oggetti irraggiati sul campo stesso.

(2) Campo medico

La radioterapia è uno degli strumenti principali per la cura dei tumori: si stima che venga prescritta nel 65% dei casi di tumore. Nuove tecniche (tra cui l'adroterapia) stanno migliorando l'efficacia della cura e la qualità di vita dei pazienti trattati. In parallelo sta crescendo l'interesse per i casi di tumori secondari indotti dall'irraggiamento radioterapico. Si ritiene che gran parte di questo rischio possa essere associato al campo neutronico secondario per l'elevato fattore di peso w_R dei neutroni soprattutto nel campo del MeV.

Sono stati fatte campagne di caratterizzazione dei campi neutronici nella radioterapia (usando anche sfere di Bonner e rivelatori a Bolle) ma non esiste uno strumento in linea in grado di fornire indicazioni sul campo neutronico presente in sala al variare della modalità di trattamento, energia, paziente.

Potenziali utenti finali in ambito INFN: SPES, LNS, CNAO

Motivazione scientifica & obiettivi

Non esistono sistemi in grado di effettuare un monitoraggio spettrometrico del campo neutronico nelle condizioni di: (1) alta intensità, (2) elevato campo gamma, (3) struttura pulsata, (4) su 10 decadi di energia neutronica, (5) in tempo reale.

Esempi:

Le sfere di Bonner soddisfano (1-4) ma non 5 (le varie sfere devono essere esposte sequenzialmente);

Gli scintillatori per neutroni soddisfano in generale solo (5).

Si propone di:

Progettare, simulare e costruire DUE spettrometri idonei per il monitoraggio spettrometrico in linea delle diverse tipologie di campi neutronici prodotti nelle facilities citate:

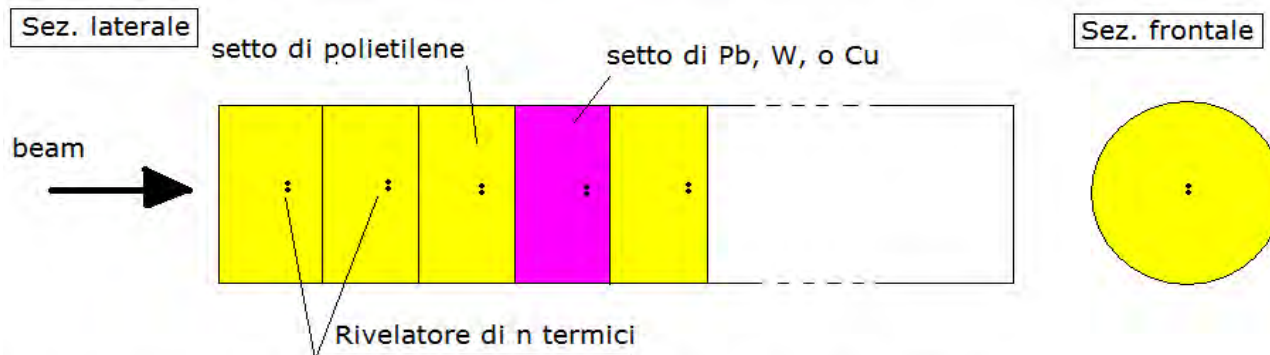
CYSP CYlindrical Spectrometer, per fasci di n collimati

(SP)² SPherical Spectrometer, per campi con distribuzioni direzionali complesse

CYSP & (SP)²

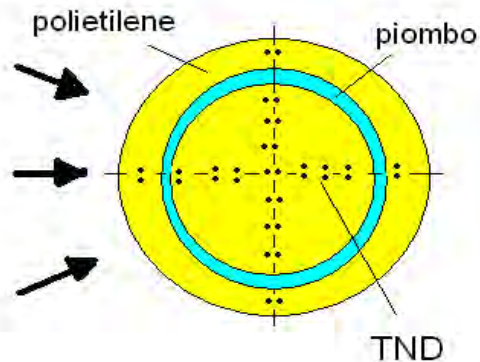
Basati sul principio di funzionamento delle sfere di Bonner: moderazione delle diverse componenti energetiche con diversi spessori di polietilene (+ metalli ad alto Z per degradare la componente > 20 MeV) e rivelazione dei neutroni termalizzati.

Ma: invece di avere un unico rivelatore e diverse sfere moderatrici, si avrà un unico moderatore contenente diversi thermal neutron detectors (TND) attivi.



CYSP

Parametri tipici: diametro 3-4 cm, lunghezza 25 cm, numero setti: 10



Sezione dello spettrometro sferico con convertitore in piombo per alta energia e possibile locazione dei TND.

Diametro tipico 25 cm, spessore del convertitore in Pb 1 cm

(SP)²

CYSP & (SP)²

Nonostante i parametri geometrici siano ancora da ottimizzare mediante calcolo Monte Carlo, si prevede:

CYSP lunghezza 25 cm, diametro 3-4 cm, 10 rivelatori (TND). Il cilindro sarà ricoperto lateralmente da un foglio di Cadmio per eliminare i neutroni diffusi di bassa energia che, provenienti da direzioni diverse da quelle del fascio incidente, potrebbero perturbare la misura

(SP)² diametro 25 cm, ≈ 20 TND montati sui tre assi in posizioni da determinare col calcolo

La matrice risposta dei due spettrometri (segnale dei TND nelle diverse posizioni per unità di fluenza neutronica al variare dell'energia incidente) verrà calcolata con codici Monte Carlo (MCNPX, FLUKA) dal campo termico fino al GeV.

Si utilizzerà il codice di unfolding FRUIT() (interamente sviluppato ai LNF, circa 50 licenze distribuite all'esterno dal 2008) per derivare lo spettro neutronico conoscendo la matrice risposta e il segnale dei TND.*

(*) *R. Bedogni, C. Domingo, A. Esposito, F. Fernandez. NIM A 580, 1301–1309 (2007).
R. Bedogni, M. Pelliccioni, A. Esposito. NIM A, DOI 10.1016/j.nima.2010.01.031 (2010).*

CYSP & (SP)²

VERIFICA DEL DISEGNO

Al fine di verificare la geometria degli spettrometri e la accuratezza dei calcoli Monte Carlo si realizzerà, per ogni spettrometro, un prototipo passivo (basso costo, facilità di lavorazione) munito di lamine ad attivazione al Dysprosio (ampiamente usate e con riposta perfettamente nota).

SCELTA DEL TND Il rivelatore termico verrà scelto tra le seguenti possibilità:

- (i) Rivelatori al diamante ricoperti da 6Li o 10B . Ottime proprietà di radiation hardness e risposta ad alte fluenze, immuni ai fotoni. Alto costo.*
- (ii) Coppie di scintillatori (di cui uno sensibilizzato ai n termici)*
- (iii) Coppie di semiconduttori (di cui uno sensibilizzato ai n termici), con particolare interesse al SiC (radiation hard)*

Verrà acquisito e testato un TND per ogni tipo. Del tipo prescelto si acquisiranno circa 30 esemplari per gli spettrometri finali (10 per CYSP e 20 per (SP)²)

FACILITIES DI PROVA

La caratterizzazione dei prototipi passivi, dei diversi tipi di TND e degli spettrometri nella versione finale verrà effettuato prevalentemente presso i LNF servendosi del fascio neutronico n@BTF, idoneo dal punto di vista della composizione energetica, intensità, componente fotonica, struttura temporale e rappresentativo dei campi esistenti presso gli utenti finali.

Le matrici riposta simulate verranno validate presso fasci di neutroni monocromatici presenti in centri di taratura internazionali (PTB per $E < 20 \text{ MeV}$, TSL per $20 \text{ MeV} < E < 200 \text{ MeV}$).

Competenze e potenzialità del gruppo proponente

Competenza specifica per la misura di campi neutronici basata sullo spettrometro a sfere di Bonner. Esperienza in misure di spettro in campi ad alta intensità (n@BTF, neutron leakage da DAΦNE, LINACs medicali, fascio VESUVIO@ISIS e TSL). Codice di unfolding FRUIT per la ricostruzione degli spettri dalle letture dei TND in strutture moderanti. Esperienza in rivelatori per neutroni e relativi sistemi di acquisizione

n@BTF: una facility di prova realistica in termini di intervallo energetico, intensità, struttura pulsata, campo fotonico associato.

Solido quadro di contatti collaborazioni internazionali, nell'ambito dei quali sarebbe possibile avere accesso, a costo ridotto, ad importanti facilities di prova e di calibrazione. In particolare

- presso ISIS (RAL, UK) nell'ambito della collaborazione PANAREA,*
- presso TSL, attraverso il programma europeo EFNUDAT, sono state effettuate misure su fasci monocromatici fino a 200 MeV; vi è inoltre una specifica richiesta da parte dei gestori della facility per effettuare caratterizzazioni sulla linea di chip irradiation ANITA*
- Coordinamento del progetto europeo EURAMET n. 1104 con gli istituti di metrologia primaria NPL Teddington (UK) e PTB Braunschweig, sulla dosimetria neutronica*
- Partecipazione al progetto NEUTOR (Spagna), per la misura degli spettri neutronici in fantocci antropomorfi sottoposti a radioterapia standard e con adroni. Il progetto si è impegnato a mettere a disposizione una rete di facilities mediche ospedaliere e presso centri di ricerca dove sussiste il forte interesse ad installare dispositivi di monitoraggio spettrometrico attivo dei campi neutronici.*

PRIMO Anno

Qualificazione del fascio n@BTF / sistema monitoraggio della distrib. spaziale del fascio

23 keuro (altri 20 previsti a carico dei LNF), totale 43 keuro

Acq. rivelatori al Dy e realizzazione prototipi passivi

16 keuro

Acquisizione di un TND per ogni tipo

18 keuro

SECONDO Anno

Missioni per test dei prototipi passivi e dei diversi tipi di TND con neutroni monocromatici presso TSL / PTB

6 keuro

Costo beam-time TSL / PTB

20 keuro

Acquisizione dei TND per il CYSP ed il (SP)² in versione finale

90 keuro

TERZO Anno

Missioni per calibrazione CYSP ed (SP)² con neutroni monocromatici presso TSL / PTB e per test presso una linea di “chip irradiation” (3 campagne, 2 persone)

15 keuro

Beam time TSL / PTB

20 keuro

Missioni per presentazioni a congressi (sui tre anni)

15 keuro

Back

TPS 2010 activity

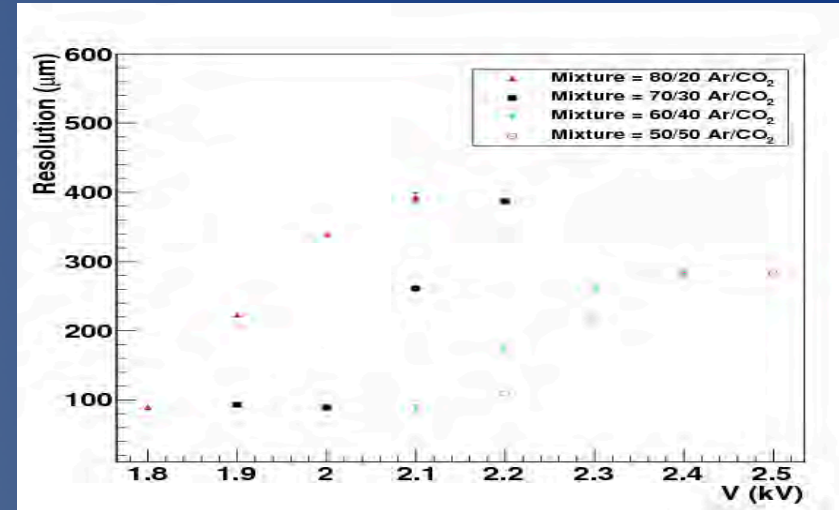
TPS INFN experiment: realization of a Treatment Planning System for the hadrontherapy. LNF contribution in 2 items :

- Measurement of the fragmentation of therapeutical ^{12}C beam (200-400 AGeV) at GSI → realization of TOF counter and beam monitor chamber
- Development of MonteCarlo software tools (using FLUKA) for the validation of the TPS → realization of carbon interaction database to be folded in the dose optimization procedure

E.Iarocci, A.Mostacci, A.Paoloni, V.Patera, A.Sciubba with technical support coordinated by M.Anelli, G.Corradi, P.Ciambrone

Beam monitor drift chamber

TRacks the carbon beam. Gives the impact point on target and the primary carbon direction

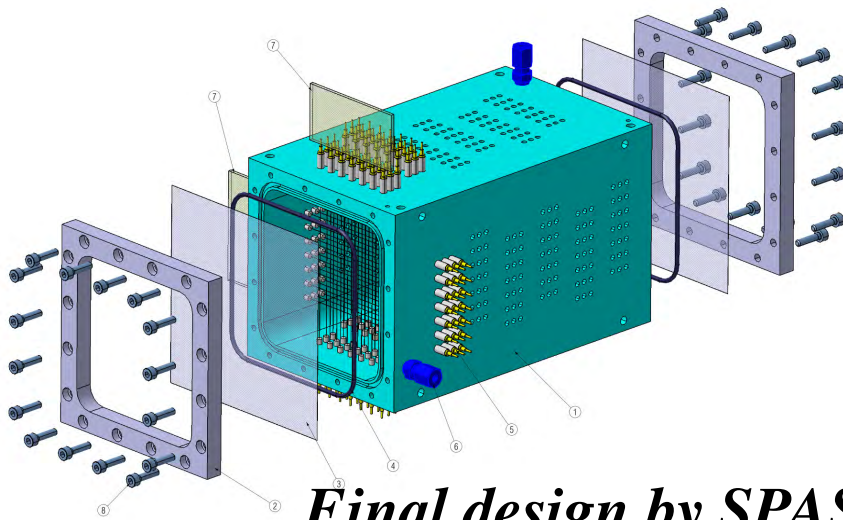


First prototype tested at LNS ¹²C beam with good results (space res ~100 µm with >95% plane eff.)

Improved design to minimize beam interaction with the wires and border effect in the space-time relations

Final chamber ready. Six planes/view, Rectangular drift cell, 36 (216) Field (Ground) wires.

Preamplifier boards project ready.



Final design by SPAS

The TOF counter

Plastic scintillator but with peculiar features

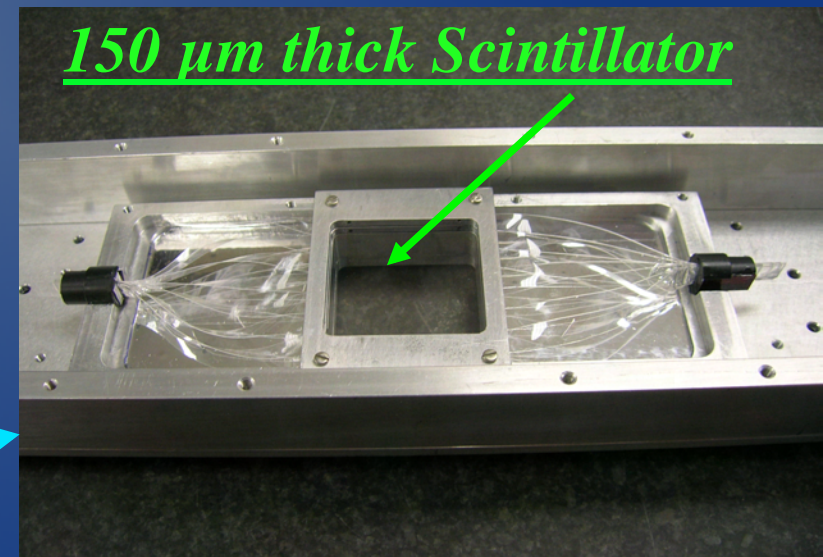
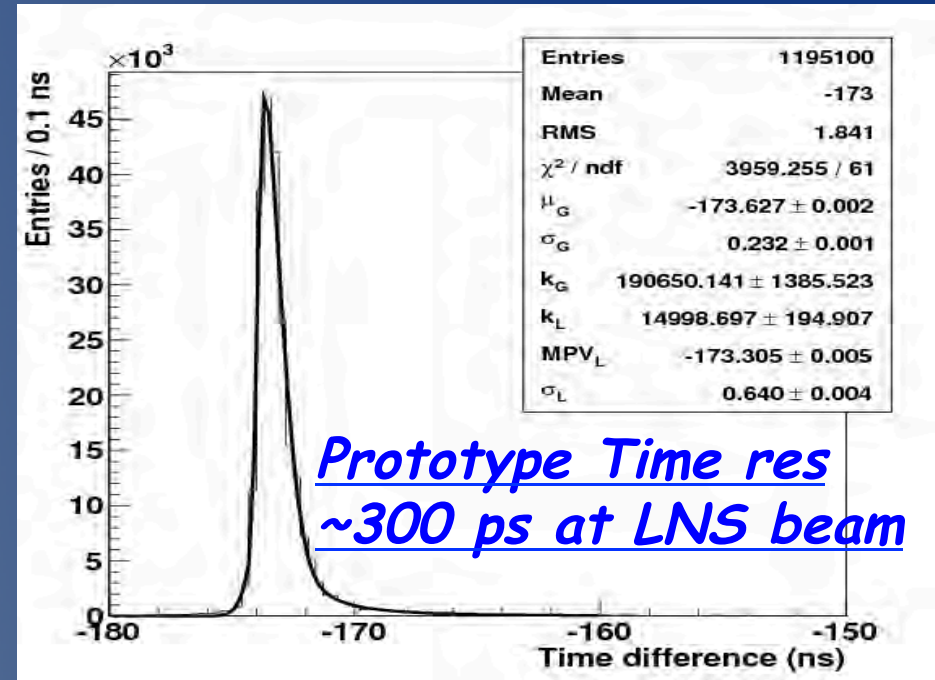
At most 200 μm thickness to avoid interactions (2-3% of the target thickness)

Must integrate enough light to have 0 (200-300ps) time resolution. A ^{12}C

@300 MeV releases in 200 μm as much as one mip in 5 mm, Birks saturation included.

Fast ($\sim 250\text{ps}/\sqrt{(\text{p.e.})}$) and high q.e. ($\sim 40\%$) Hamamatsu photomultipliers H10721-210

Prototype already tested at the 62 AGeV carbon beam of LNS. Final version ready

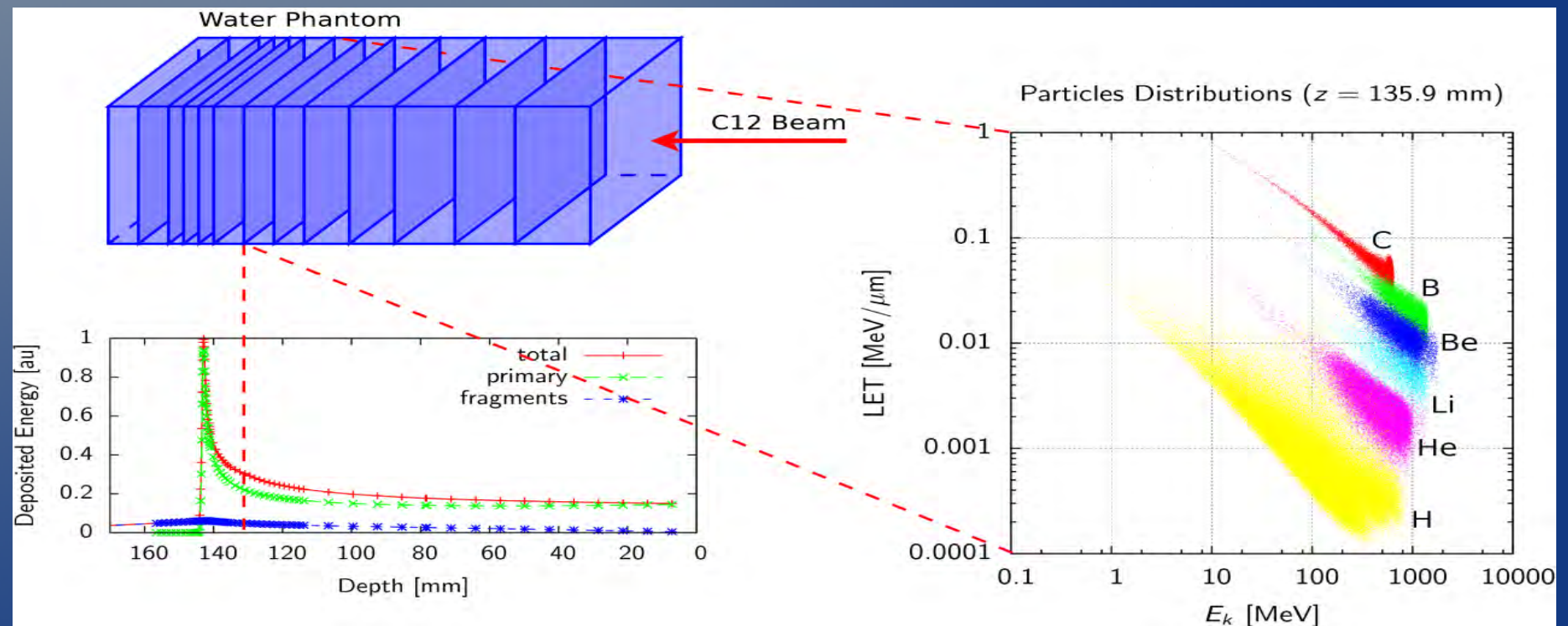


MC for TPS

Back

FLUKA generation of database of the Carbon beam interaction in tissue. Physics dose computation -> starting point for TPS optimization.

Computation at LNF using MEGALab machine (thanks to E.Vilucchi)





Materials Under EXtreme Condition (LNF & Sez. Firenze)

- *MUEXC is a LNF project, developed in the framework of the Vth committee based on the R&D of the **'PRESS-MAG-O'** instrumentation*
- *'PRESS-MAG-O' is a unique device designed to perform concurrent IR spectroscopy and a.c. magnetic susceptibility experiments with a control of the pressure, the magnetic field and the temperature*
- *Significant technological R&D with the acquisition of important interdisciplinary know-how.*
- *Goal: investigate (novel) materials under extreme conditions such as superconductors for (INFN) technological applications*



MUEXC status June 2010

LAMP (LAboratory of Magnetism and high Pressure) the LNF

Set up of the new area in the new building “Capannone Legnaro”. Different apparatus will be available at LAMP

-PRESS-MAG-O cryostat

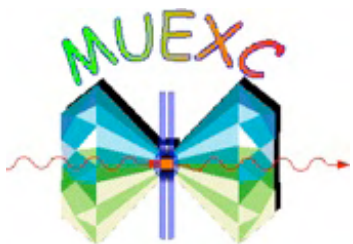


-DAC SQUID gradiometer cryostat



-8 T He cryostat





MUEXC status June 2010

PRESS-MAG-O cryostat: optical concentrator

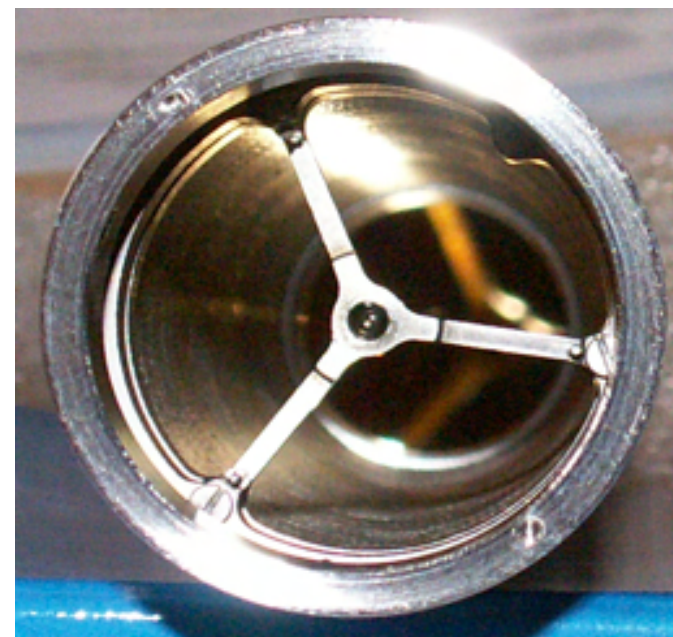


IR Wavelength range (micron)	2.5-50
Source beam diameter (mm)	30
Window thickness (micron)	500
Distance window-target (mm)	39
Optical Tube dimension (mm)	225/325



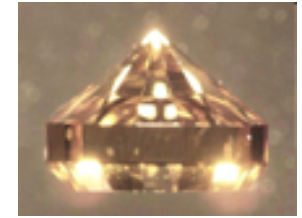
The optics has been designed and built in cooperation with CNR-INOVA (Fi).

Delivered in June 2010





MUEXC status June 2010



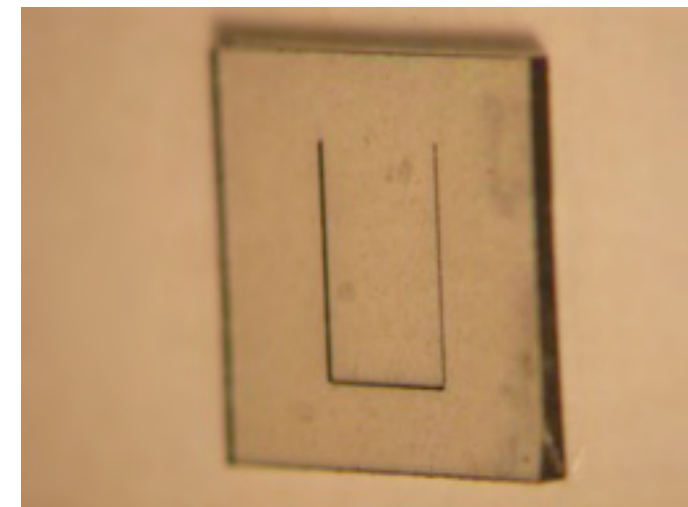
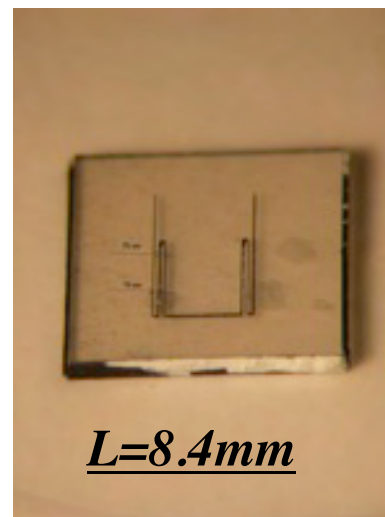
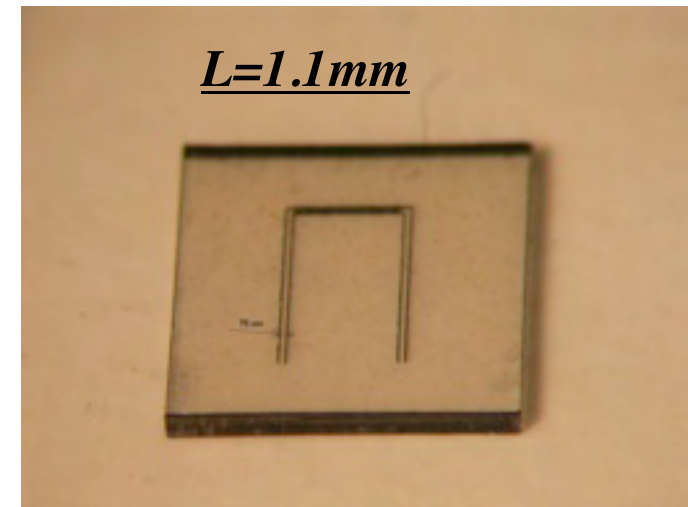
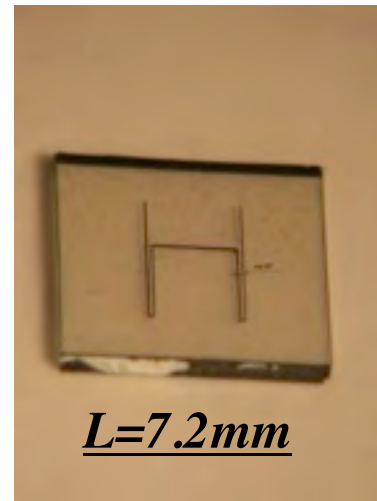
DAC - R&D of an anvil integrated heater system

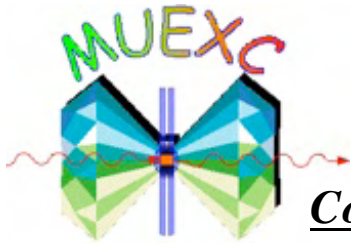
First layout of a resistive line on diamond slabs

line width= 17 μm to 42 μm ,
max lenght ~ 10 mm

Collaboration Fi-INFN &
Diamond material GmbH

Tests of the heating control
inside the cryostat are in
progress at the LNF





MUEXC status June 2010

Collaborations

Collaborations already operative for experimental activities of magnetic characterization at LNF within the PRESS-MAG-O R&D:

- a) Roma Sapienza
- b) Roma Tre (PRIN2008)
- c) Hefei University
- d) ICMA Zaragoza (INFN-CyCIT)

Cooperations in progress

- Prof. L. De Giorgi (ETH, Zurich)
- Prof. S. Saxena (Quantum Matter Group, Univ. Cambridge)
- Prof. Z. Wu (BSRF, Beijing University)
- Prof. V. Sandu (Nat. Inst. Mat. Phys. Romania, Bucharest)
- Dr. M. Brando (Max Planck Institute for Chemical Physics of Solids, Dresden)
- Dr. A. Irizawa (Kobe University and Spring8)

INTERNATIONAL PROGRAMS

- LNF participates with MUEXC to a ESF Research Networking program (Materials Under Extreme Conditions) now under consideration
- LNF applied for a cooperation with Univ. Miami (USA) within the MAE agreement
- Application for a new beamline HP/HB - NSLSII (NJIT-CSIC-FAMU/FSU-LANL)



MUEXC

publications June 2010

ARTICLE IN PRESS

Journal of Physics and Chemistry of Solids (ISSN 0022-3697)



Journal of Physics and Chemistry of Solids

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jpcs



The a.c. susceptibility third harmonic component of $\text{NdO}_{1-0.14}\text{F}_{0.14}\text{FeAs}$: A flux dynamic magnetic analysis

Daniele Di Gioacchino^{a,b}, Augusto Marcelli^a, Alessandro Puri^{a,b}, Antonio Bianconi^b

^a INFN-LNF, Via E. Fermi, 40-00044 Frascati, Rome, Italy

^b University La Sapienza, Dipartimento di Fisica, Piazz. A. Moro, 4-00185 Rome, Italy



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Physics and Chemistry of Solids

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jpcs



Status of PRESS-MAG-O: The experimental apparatus to probe materials and phenomena under extreme conditions at Frascati

Daniele Di Gioacchino^{a,b}, Augusto Marcelli^a, Mariangela Cestelli Guidi^a, Massimo Piccinini^a, Alessandro Puri^{a,b}, Paolo Postorino^a, Emanuele Pace^a, Antonio De Sio^a, Lisa Gambicorti^a

epl draft

Arsenic K-edge XANES study of REFeAsO oxypnictides

W. XU¹, B. JOSEPH², A. IADICOLA², A. MARCELLI¹, W.S. CHU¹, D. DI GIOACCHINO², A. BIANCONI², Z.Y. WU^{1,d} and N.L. SAINI¹

JOP Postscript:

J. Phys.: Condens. Matter 22 (2010) 125701 (7pp)

Journal de Physique: Condensé Matière:

doi:10.1088/0953-4089/22/12/125701

Local structural disorder in REFeAsO oxypnictides by RE L₃ edge XANES

W Xu¹, A Marcelli², B Joseph¹, A Iadecola¹, W S Chu¹,
D Di Gioacchino², A Bianconi², Z Y Wu^{1,d} and N L Saini¹

MUEXC Milestones concordate 2010

Caratterizzazione magnetica e ottica attraverso misure di suscettività a.c. e spettroscopia vibrazionale di campioni superconduttori magnetici e misure di magneto-ottica vs. p e B .

Luglio-2010

Gli interventi sul sistema da vuoto del criostato per i problemi manifestati a freddo sono completati. A Settembre 2010 sono programmati i test in He e in cascata il commissioning delle altre componenti del sistema. Siamo ancora nei tempi per rispettare la milestone del 2010.

Tests anvil di diamante con termometri e riscaldatori integrati

LNF (5.1 FTE)

D. Di Gioacchino (resp.) 100% LNF

A. Marcelli 30% LNF

A. Puri 100% LNF

N. Saini 100% RM1

M. Cestelli Guidi 30% LNF

A. Mottana 50% RM3

G. Della Ventura 50% RM3

F. Bellatreccia 50% RM3

Sezione Firenze (FTE 1.8)

E. Pace 30% FI

A. Desio 30% FI

L. Gambicorti 60% FI

M. Pancrazzi 30% FI

M. Focardi 30% FI

Totale LNF + Sez. Firenze (6.9 FTE)

MUEXC Goals 31-12-2011

LNF+FI

Esperimenti magneto-ottici vs. pressione temperatura e campo magnetico con l'apparato PRESS-MAG-O

Richieste 2011

III ANNO LNF

Materiali consumo

-He liquido per test/esperimenti	22.0 KEuro
- azoto liquido per test/esperimenti	6.0 KEuro
- piccole lavorazioni meccaniche	6.0 KEuro
- magazzino LNF	2.0 KEuro

36.0 KEuro

Missioni

- missioni interne per collaborazione tecnica presso DG technology	3.0 KEuro
- missioni estere per presentare attivita' e sviluppare collaborazioni scientifiche	6.0 KEuro

Materiali inventariabile

- CCD detector + reticolo	28.0 KEuro
---------------------------	------------

Tot 73.0 KEuro

back

MoonLIGHT-ILN

(Interdisciplinary GR5 experiment, 2010-2012)

and prospects for
LUNETTE:
an International Proposal
of a 2-Lander Mission on the Moon

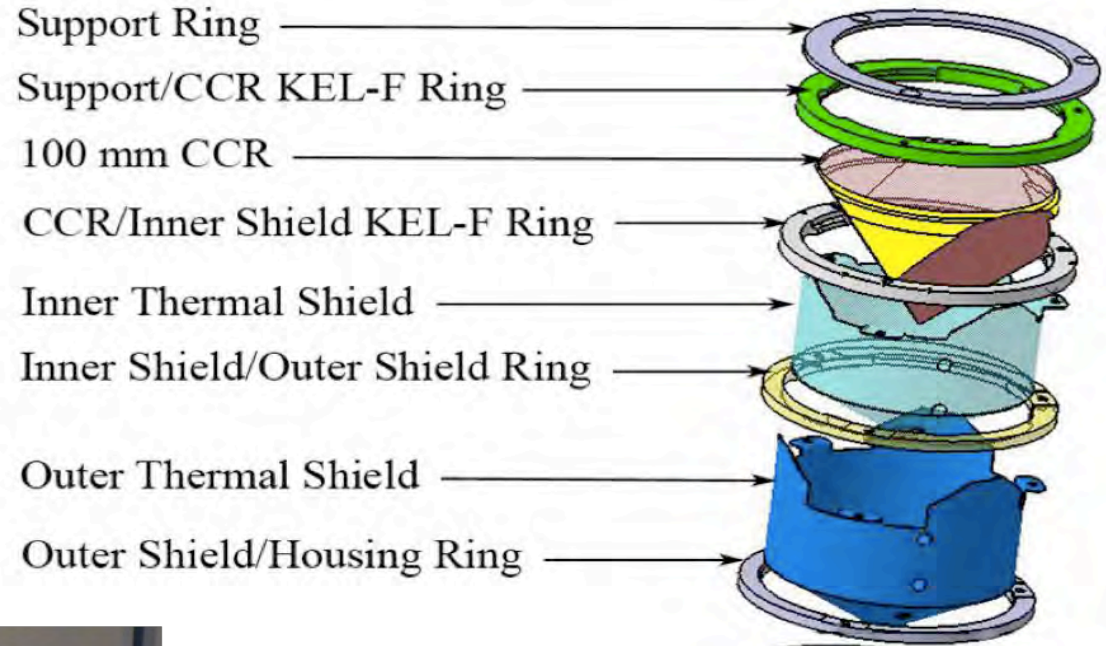
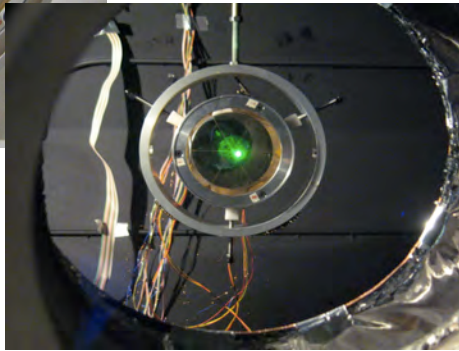
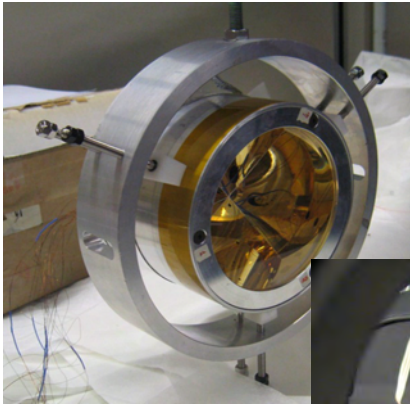
INFN-LNF, July 7, 2010

S. Dell'Agnello for the SCF Group

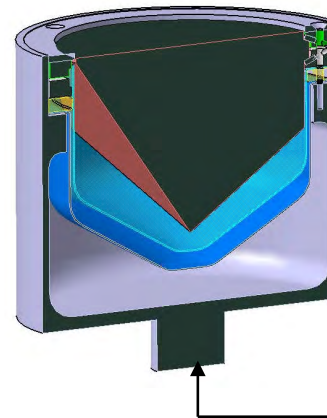
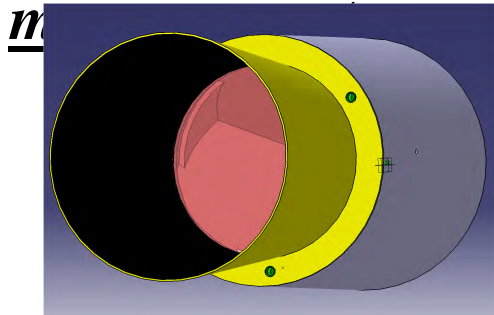
Activity in 2010

- Development and SCF-Test of **2nd Generation Lunar Laser Ranging (LLR) prototype**
- **Thermal and orbital simulations** of prototype and of Moon
- Predictions and experimental constraints of new theory of General Relativity with addition of **spacetime torsion** to curvature
- **Analysis of current LLR data** (3 Apollo, 2 Lunokohd)
 - PEP (Planetary Ephemeris Program) sw by Center for Astrophysics
- **Past activity**
 - NASA/ETRUSCO R&D project (2007-2008)
 - ASI Study (2007) and ASI Phase A Study for MAGIA lunar orbiter (2008)
 - **Response to Request for Info by NASA (2009) and ESA (2010)**

MoonLIGHT prototype 2010



Concurrent thermal
and optical



**Threaded hole to deploy P/
L on lander, rover, orbiter
(or drill bore stem, like used
by Apollo astronauts)**

Our Recent Publications

- **Creation of the new industry-standard space test of laser retroreflectors for the GNSS, fundamental physics and space geodesy: the “SCF-Test”**, S. Dell’Agnello, G. O. Delle Monache, D. G. Currie, R. Vittori, C. Cantone, M. Garattini, A. Boni, M. Martini, C. Lops, N. Intaglietta, R. Tauraso, D. A. Arnold, M. R. Pearlman, G. Bianco, S. Zerbini, M. Maiello, S. Berardi, L. Porcelli, submitted to “Galileo Special Issue in Journal of Advances in Space Research, Scientific applications of Galileo Navigation Satellite System”, Ottobre 2009.
- **Response to the Request for Information for NASA’s Anchor Nodes of the ILN**, D. G. Currie, S. Dell’Agnello *et al*, sottomesso a NASA il 19/12/2008.
- **Response to the Request for Information for ESA’s First Lunar Lander**, S. Dell’Agnello, D. G. Currie *et al*, sottomesso a ESA il 14/4/2009.
- **The Moon as a Test Body for General Relativity**, S. Merkwitz, E. Aaron, N. Ashby, D. Carrier, D. Currie, J. J. Degnan, S. Dell’Agnello, G. Delle Monache, J. McGarry, T. W. Murphy, K. Nordtvedt, R. D. Reasenberg, I. I. Shapiro, S. G. Turyshev, J. G. Williams, T. Zagwodzk, White paper sottomesso al Planetary Science Decadal Survey, Settembre 2009.
- **The Rationale for Deploying a Long-Lived Geophysical Network on the Moon**, C. R. Neal *et al*, White Paper sottomesso al Planetary Science Decadal Survey, Settembre 2009.
- **Fundamental Physics and Absolute Positioning Metrology with the MAGIA Lunar Orbiter**, S. Dell’Agnello, G. O. Delle Monache, D. G. Currie, C. Lops, M. Martini, R. Vittori, A. Coradini, C. Dionisio, M. Garattini, A. Boni, C. Cantone, G. Bellettini, R. March, R. Tauraso, M. Maiello, L. Porcelli, S. Berardi, N. Intaglietta, Studio di Fase A per il Bando Piccole Missioni dell’ASI, sottomesso a Experimental Astronomy, Dicembre 2009.
- **White Paper of the Core Instrument Working Group of the International Lunar Network**, B. Banerdt, S. Dell’Agnello, S. Sasaki and the WG, Chairmen: T. Morgan, S. Tanaka.



[ILN web site:](http://iln.arc.nasa.gov/)
<http://iln.arc.nasa.gov/>
[Nine Nations](#)

Network of multi-site, simultaneously operating instruments

Main Core Instrument WG Results

- *Core Science/Instruments List*
 - *Seismology*
 - *Heat Flow*
 - *E&M Sounding*
 - *Laser Ranging for Lunar Geodesy and Test for General Relativity*
- *Note that all landing site activities will require geologic context (will require a Camera)*

LNF (S. Dell'Agnello) is a WG member, nominated by ASI in Mar 2008

LNF interested in LLR. INAF-IFSI (Rome) interested in seismology.

'LLR' test of
General Relativity



(Logo by
NASA)

LUNETTE: a 2-lander lunar mission for ~2015

ILN embodies the international strategic and scientific concept
Robotic missions under consideration by NASA, JAXA, ISRO, ESA

- *June 7: NASA issued an **Announcement of Opportunity** for a **Discovery mission***
- *LUNETTE: international mission with*
 - ✓ *NASA-JPL mission management, PI: Clive Neal of Univ. Notre Dame*
 - ✓ *2 landers with the 4 ILN core instruments*
 - ✓ ***MoonLIGHT** pre-selected as candidate retroreflector instrument*
- *Will ask for **CSNV approval/endorsement** at July 27-28, 2010 Meeting*
- *Will notify **Bilateral ASI-INFN Committee** and ask for ASI support*
- *Deadline for Phase A Study Proposal : September 3, 2010*
- *If Phase A approved: R&D in 2011, then Proposal by end of 2011*
- *If Mission approved: construction in 2012-2015, launch by end of 2015*

MonLIGHT activity in 2011

- Complete R&D of payload (requests to CSNV)
 - Procure prototype retroreflector
 - Positioning system for large aperture telescope purchased in 2010
 - Cryo-cooler to SCF-Test payload at $T < 100$ K (this was cut in 2009)
- SCF-Test of prototype with optimal thermal design at LNF
- Preparation of proposal by end of 2011
- Beginning of support by ASI. Hopefully we will do a MoonLIGHT-2, like we did with ETRUSCO--> ETRUSCO-2

LUNETTE: gravitational physics with MoonLIGHT

Improve LLR tests of GR by a factor 100

- Best test of Parameterized Post-Newtonian (PPN) **parameter β** , which measures non-linearity of gravity. For GR $\beta=1$
- Best tests of the Equivalence principle (EP).
- **Unique test of the Strong EP (related to self-energy)**
- Limits on the time variation of the gravitational constant **G**
- Best tests of the **inverse square law**
- Best measurement of relativistic **geodetic precession** of lunar orbit
($3\text{m} \pm 1.9 \text{ cm}$)/orbit (0.64% error)

Plus: precision study of lunar structure, interior, librations and rotations

Science Measurement	Timescale	1st Generation accuracy (cm)	2 nd Gen 1 mm	2 nd G. 0.1 mm
Parameterized Post-Newtonian (PPN) β	Few years	$ \beta-1 < 1.1 \times 10^{-4}$	10^{-5}	10^{-6}
Weak Equivalence Principle (WEP)	Few years	$ \Delta a/a < 1.4 \times 10^{-13}$	10^{-14}	10^{-15}
Strong Equivalence Principle (SEP)	Few years	$ \eta < 4.4 \times 10^{-4}$	3×10^{-5}	3×10^{-6}
Time Variation of the Gravitational Constant	~ 5 years	$ \dot{G}/G < 9 \times 10^{-13} \text{ yr}^{-1}$	5×10^{-14}	5×10^{-15}
Inverse Square Law (ISL)	~ 10 years	$ \alpha < 3 \times 10^{-11}$	10^{-12}	10^{-13}

Group (15FTE), Collaborations, Memberships

SCF Group

S. Dell'Agnello, Resp.

G. Delle Monache

R. Vittori

G. Bianco

N. Intaglietta

C. Cantone

M. Garattini

A. Boni

C. Lops

M. Maiello

S. Berardi

G. Patrizi

G. Bellettini

R. Tauraso

R. March

M. Tibuzzi

A. Stecchi

National Collaborations

ASI - Centro di Geodesia Spaziale - G. Bianco, SLR/LLR station and orbit sw

AMI - Aeronautica Militare Italiana - R. Vittori, co-PI of ETRUSCO

International Collaborations

Univ. of Maryland at College Park - D. Currie, inventor of LLR

Univ. of California at San Diego - T. Murphy, best LLR Station

MIT and Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics - J. Battat, PEP lunar orbit sw

Membership of International Scientific Communities

ILRS - S. Dell'Agnello is member of Signal Processing WG

ILN - S. Dell'Agnello is member of Core Instrument WG

Grad students: M. Martini, L. Porcelli, F. Curtis, C. Graziosi, D. McElfresh

[back](#)

GEM Instruments for Nuclear Interactions



Componenti :

**Cappuccio, Ciambrone, Dabagov, Hampai, Murtas, Quintieri
Balla, Corradi, Gatta, Paglia, Pistilli, Tagnani**

Milestone 2010

- **Test dei rivelatori a Cadarache con sorgenti raggi X;**
- **Realizzazione prototipo GEM con uso di policapillari per collimazione e imaging di raggi X**
- **Installazione di rivelatori GEM per il monitoraggio di neutroni a FTU Frascati; misure di flusso durante le scariche Tokamak**
- **Test a FNG dei detector con nuovi catodi e convertitori, ottimizzati per la discriminazione neutroni 2.4 / 14 MeV (prossimo Ottobre)**

GEM Instruments for Nuclear Interactions

Obiettivo : realizzazione di una camera GEM per raggi X con ottica in policapillari per realizzazione dei *immagini dei plasmi accesi*

- **Costruzione della camera e dell'ottica di allineamento**
- **Misure a Cadarache e Laboratorio X Ray e FTU (ENEA)**

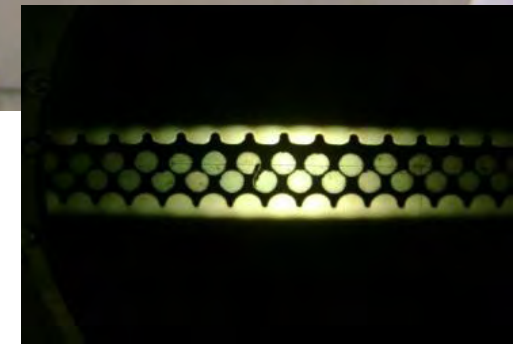
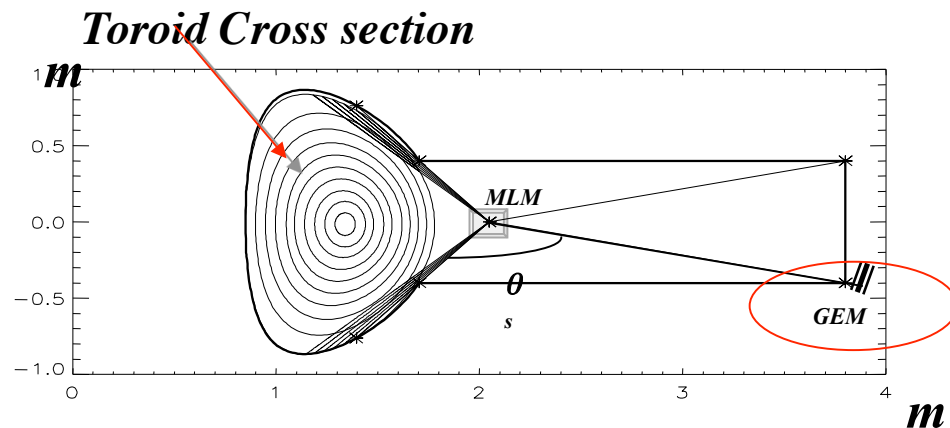
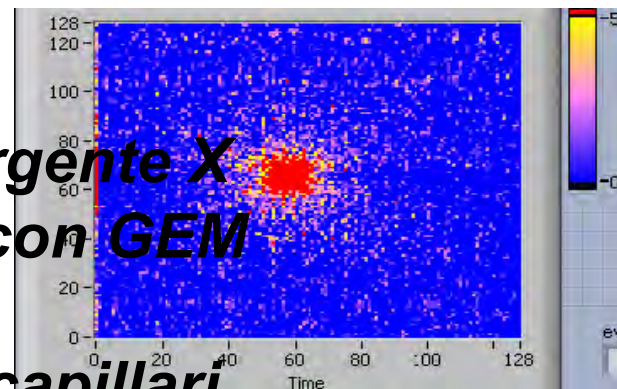


Immagine di una sorgente X da 6 KeV realizzata con GEM pixel 0.5 x 0.5 mm e collimatore in policapillari



GEM Instruments for Nuclear Interactions

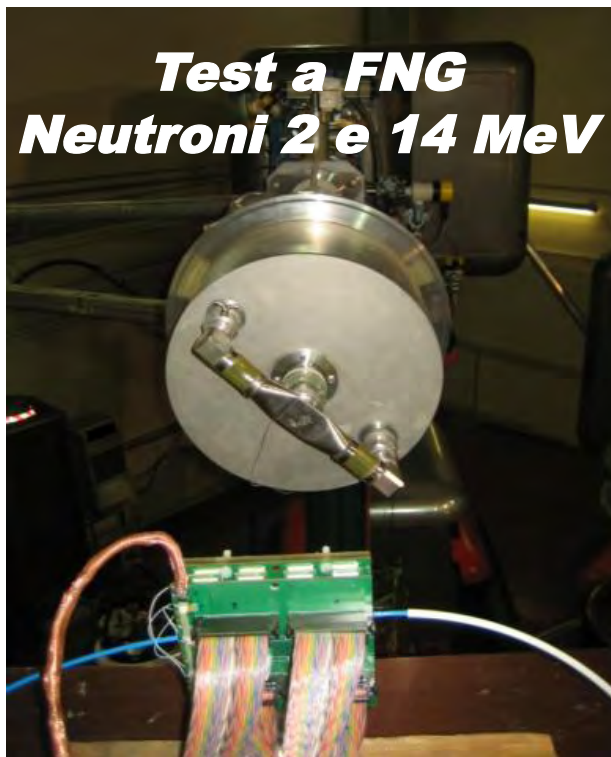
E' stata installata una camera per neutroni presso FTU ;

la presa dati è in atto e continuerà per il 2011.

Altri gruppi di ricerca hanno chiesto questo rivelatore per diagnostica tokamak (Jet)

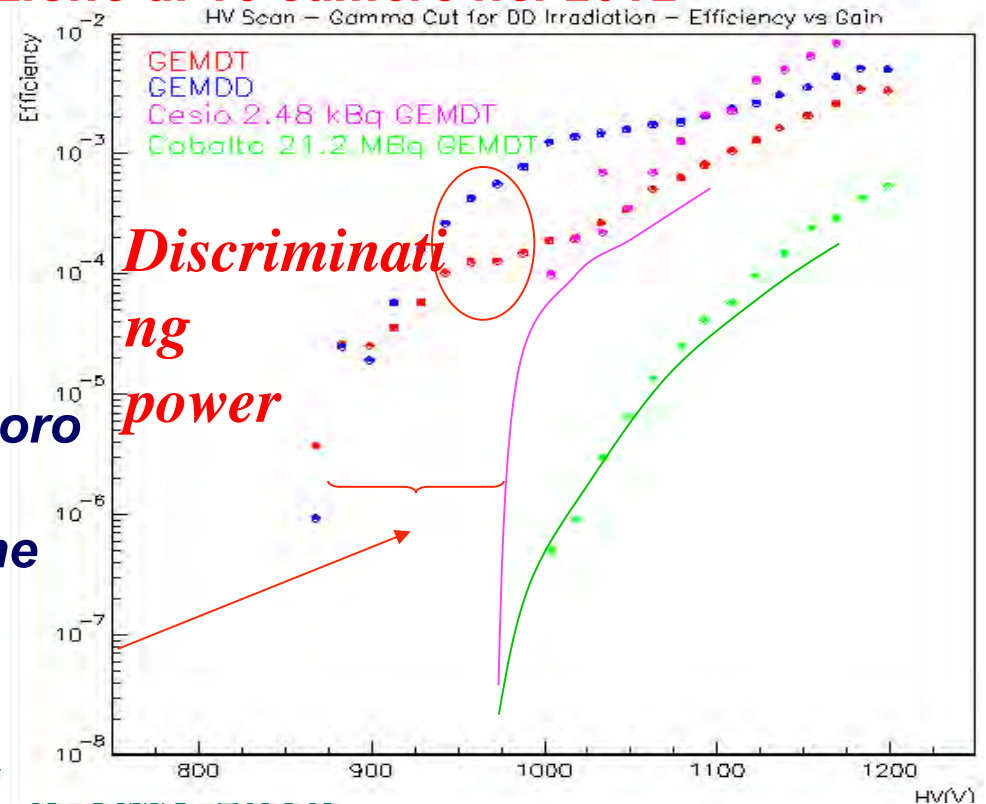
Nio2Beam CSN5 a RFX ha chiesto la realizzazione di un prototipo 20x40 cm² .

In caso di successo, successiva produzione di 15 camere nel 2012



Regione di lavoro senza contaminazione da fotoni con eff = 10⁻⁴

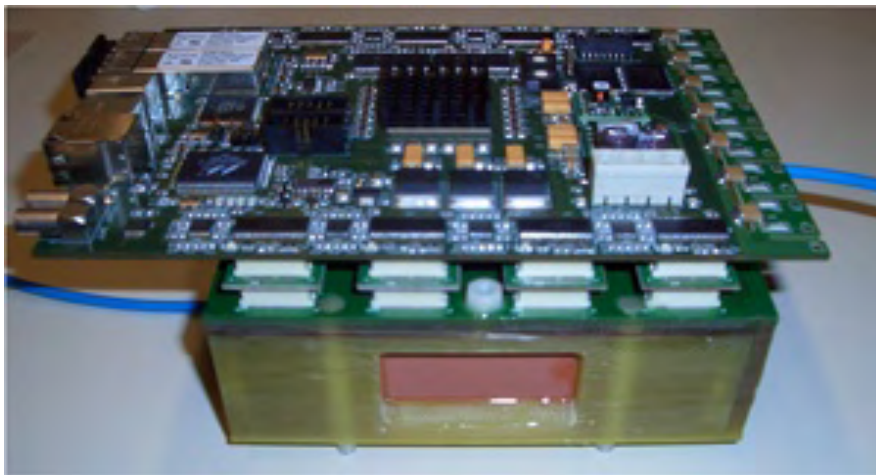
GEMINI



GEM Instruments for Nuclear Interactions

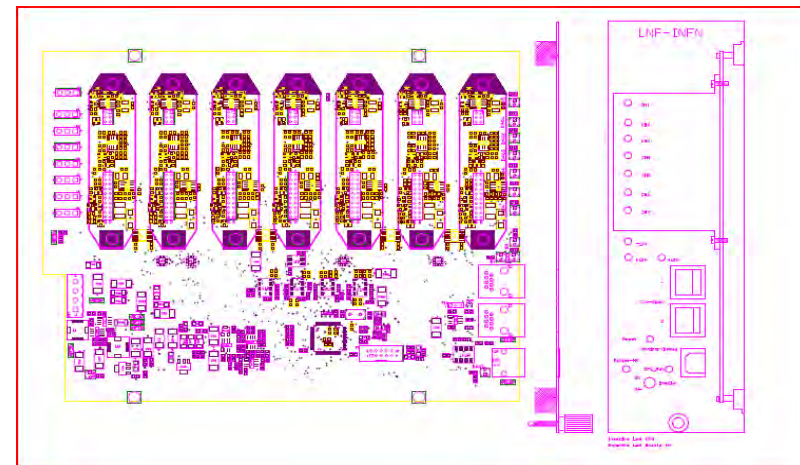
Due dispositivi elettronici di supporto ai rivelatori GEM *realizzati nel 2010* :

**Scheda FPGA per la lettura
di conteggi e intervalli temporali
(1.6 ns) per 128 canali**



Uscite su ottico, ethernet e USB

**HVGEM alimentatore alta tensione
per camere tripla GEM :
con 7 canali HV sensibilita' 1V
con 7 nanoamperometri (1 nA)**



Modulo NIM due unità

GEM Instruments for Nuclear Interactions



Memorandum of Understanding tra : INFN ENEA CEA

Advanced exploitation of soft X-ray emissions for tokamak operations, plasma physics and real time plasma control

Pubblicazioni :

- 1. Characterization of a 2D soft-X ray tomography camera with discrimination in energy bands**
- 2. Applications in Beam Diagnostics with Triple GEM Detectors**
- 3. Triple-GEM detectors for electron, proton and neutron beam diagnostics**

Talk : Frascati ICFT, Vienna Conference , HTPD Conference US, EXRS 2010

Fall out :

Le camere e l'elettronica sviluppate in questo R&D sono state utilizzate o saranno utilizzate da CMS, AMADEUS, e da Istituti ENEA, CEA, RFX, JET, Università di Varsavia.

GEM Instruments for Nuclear Interactions



Programma 2011

Continuerà lo sviluppo di un rivelatore a GEM con ottica in policapillari da installare a FTU per imaging del plasma acceso, misurando il flusso di raggi X.

Inoltre verrà dato supporto per la costruzione di un prototipo per neutroni a NIO2BEAM per RFX a Padova.

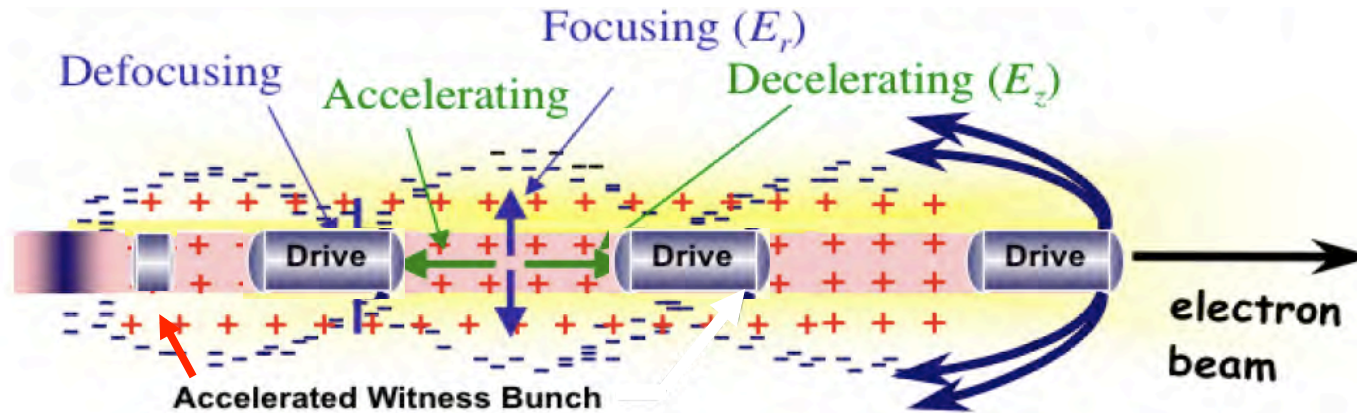
Consumo :

Collimatori finali in policapillari	10 Keuro
Costuzione camera definitiva per FTU	5 Keuro
Materiale x camera pulita per prototipo 20x40 cm² Nio2Beam	5 Keuro
Alimentatori GEM per installazione FTU	5 Keuro
Missioni interne (riunioni di collaborazione RFX, Milano)	3 Keuro
Missioni estero (Policapillari, Test Beam neutroni)	5 Keuro
Supporto S. Elettronica	
Supporto S. Meccanica & Camera Pulita	

Back



Coherent plasma Oscillations by Multiple electron Bunches



- Space charge force of drive bunch displaces plasma electrons
- Plasma Ions exert strong accelerating field
- Field scaling law:
$$E_{acc} [MV / m] = 27.5 \frac{Q [pC]}{(\sigma_z [\mu m])^2} \times N_{bunches}$$
- Coherent amplification of plasma wave with a train of bunches
- ==> 2 GV/m with a train of 3 bunches, 100 pC/bunch,
50 μm long in a plasma of density 10¹⁶ e-/cm³



Laser Comb technique: generation of a train of short bunches

M. Boscolo et al. / Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 593 (2008) 106–110

107

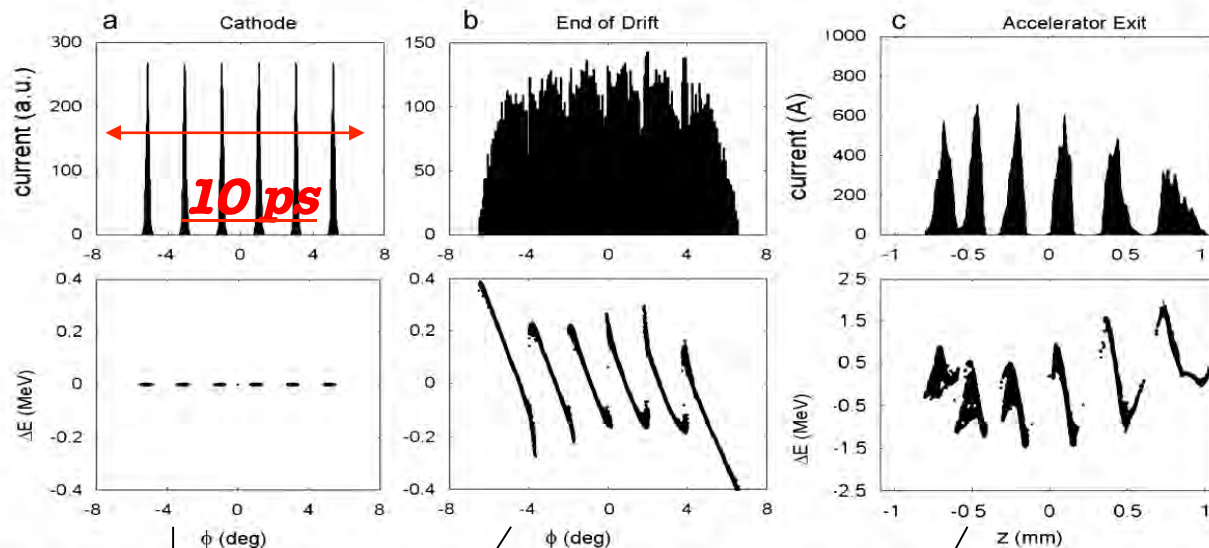
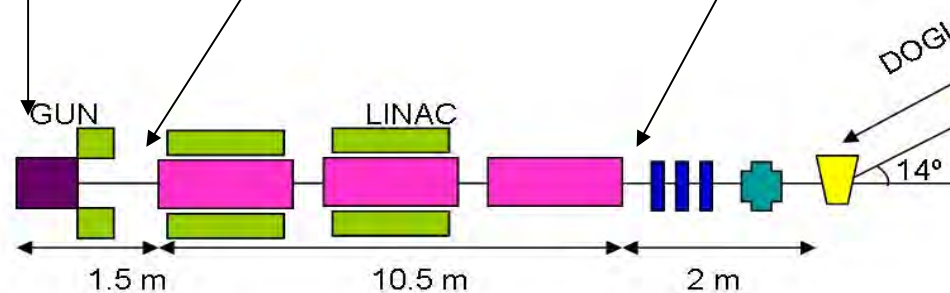
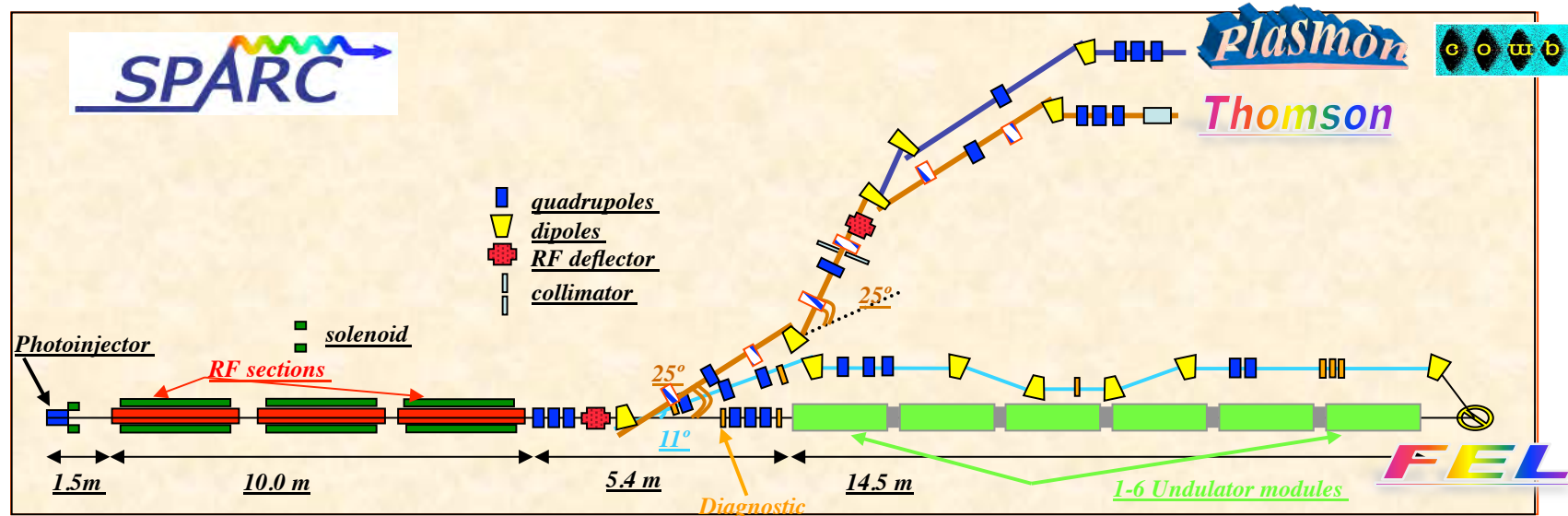


Fig. 1. Evolution of a six bunches electron beam train: the columns from left refer, respectively, to (a) the cathode, (b) the end of the drift at 150 cm and (c) the end of linac at 12 m far from cathode. The rows from top refer, respectively, to longitudinal profile and to energy modulation ΔE (MeV).



Goals for a 3 years program



1 - Experimental demonstration of laser comb technique at SPARC

Laser system upgrade - 2011

High resolution comb diagnostic with Electro Optical Sampling - 2012

2 - Delivery of a Technical Design Report for the final experiment

Electron beam plasma interaction simulations - 2011-12

Plasma channel design and test 2012-13



M. Ferrario	30 %	LNF
D. Alesini	20 %	LNF
A. Bacci	20 %	LNF
M. Bellaveglia	20 %	LNF
M. Boscolo	20 %	LNF
M. Castellano	20 %	LNF
E. Chiadroni	20 %	LNF
S. Dabagov	10 %	LNF
G. Di Pirro	20 %	LNF
A. Drago	20 %	LNF
A. Gallo	20 %	LNF
A. Ghigo	20 %	LNF
L. Gizzi	20 %	LNF
T. Levato	20 %	LNF
M. Migliorati	20 %	LNF
C. Milardi	20 %	LNF
E. Pace	20 %	LNF
P. Raimondi	20 %	LNF
A. R. Rossi	20 %	LNF
C. Vaccarezza	10 %	LNF
M. Zobov	20 %	LNF
Totale FTE	4.1	

L. Catani	20 %	ToV
A. Cianchi	20 %	ToV
B. Marchetti	20 %	ToV
L. Serafini	20 %	MI
Totale FTE	0.8	

Richieste finanziarie 2011

Missioni interne *10 K*

Missioni estere *20 K*

Consumo *30 K*

Costr apparati *74 K*

back

i-FCX “Fast Contrast X-ray Imaging” (2011-2013: 3 y.: 2+1)

The main aim is to design a prototype unit for new imaging technique on the base of polycapillary optics in order to study low contrast and fast developing processes in X-ray range of 5-30 keV

S.B. Dabagov (resp.), D. Hampai, G. Cappuccio, A. Esposito, A. Gorghinian,

SPARC team: 2 FTE

4 FAI guests/year: 1 FTE

2 undergraduated students/year: 1 FTE

i-FCX “Fast Contrast X-ray Imaging” (2011-2013)

Scientific Program (goals):

- to study on novel optical solutions for the improvement of image characteristics mainly from the point of view of the imaging procedure; activities in two parallel directions:*
 - the combination of our optics (old and new designed) and detectors (old and new designed);*
 - developing new mechanical solutions for fast image collection (mechanics for movement and synchronization in case of fast processes studied);*
- to develop new codes for both simulating and processing the x-ray imaging;*
- to study on theory of x ray propagation for micro- and nano- x-ray imaging;*
- to study optical transmission properties of nanostructures systems (nanochannel polycapillaries; porous materials; single-walled and multiple-walled nanotubes) for the purpose of their use for high contrast imaging.*

@ X-ray and neutron capillary optics: the IDEA

Basic idea of polycapillary optics is very close to the phenomenon of charged particle channeling

@ beam bending through large angles

@ divergent beam to convergent one

@ divergent to quasiparallel & vv

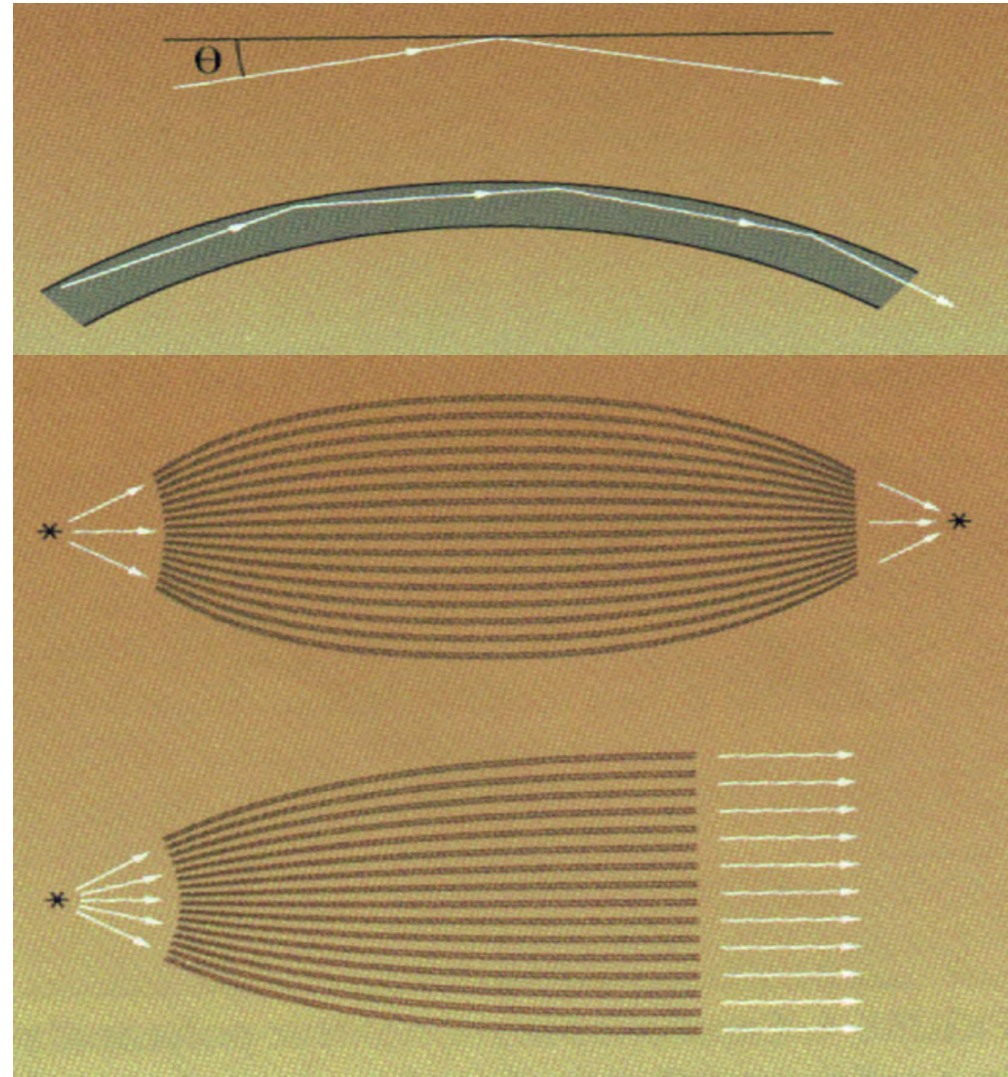
Number of applications

@ scientific instrumentation (XRF, XRD)

@ elemental/structural analysis

@ medicine (diagnostics, therapy)

@ astrophysics

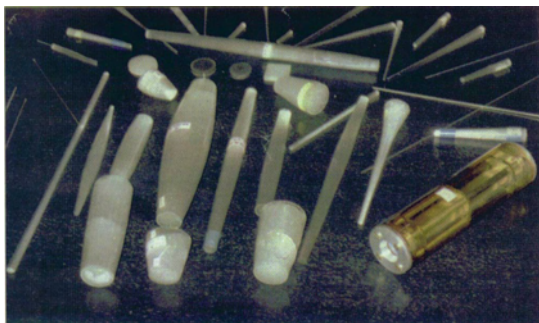


@ CO Evolution: "from micro- down to nano"

Generation	Kind of optics	Sizes: length & channel & energy		
• 1 st	Assembled lens made of single capillaries	1 m	& 1 mm	& ≤ 10 keV
• 2 nd	Monolithic lens made of single capillaries	10-30 cm	& 0.1-1 mm	& ≤ 10 keV
• 3 rd	Assembled lens made of polycapillaries	10 cm	& 10-50 μm	& ≤ 20 keV
• 4 th	Monolithic lens made of polycapillaries	4-10 cm	& 1-10 μm	& ≤ 50 keV
• (5 th)	Monolithic integral micro lens	1-3 cm	& 0.3-1 μm	& ≤ 100 keV



Micro-capillaries

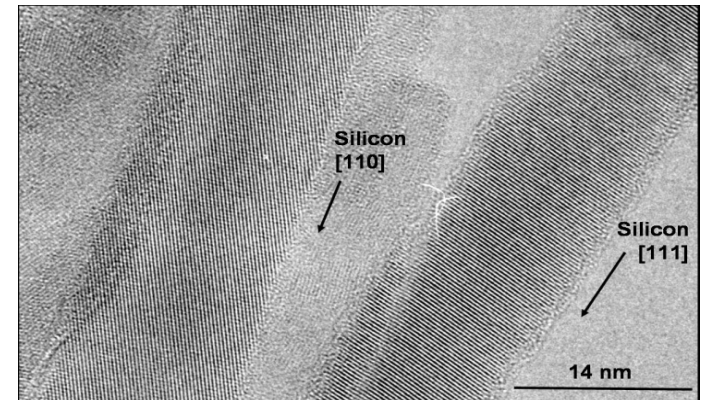


S. Dabagov

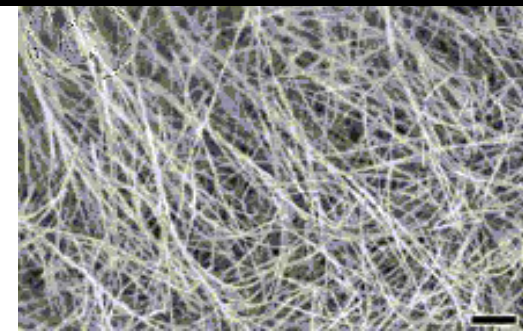
Micro → X-rays



Nano → γ-rays (?)



Nanotubes & Nanochannels



127

i-FCX

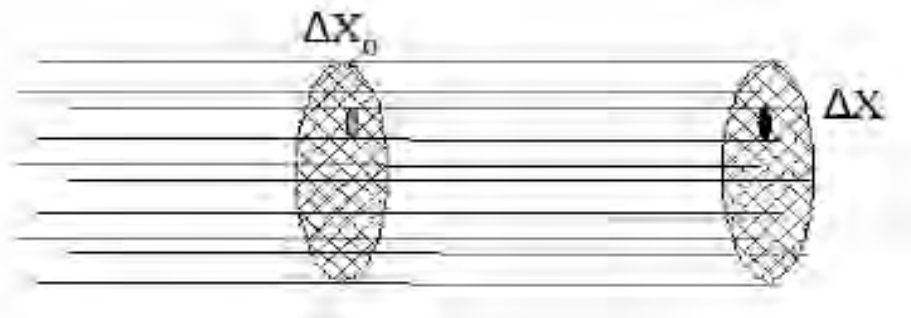
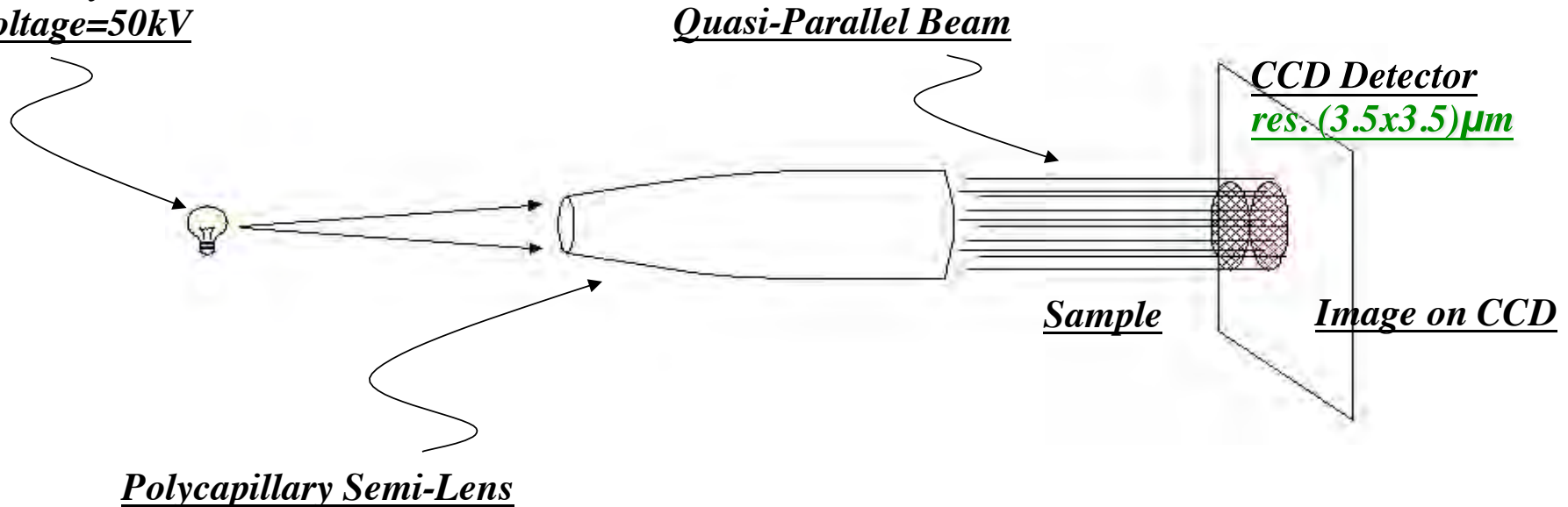
@ X-ray μ -scope: 1st option

X-ray Cu Source

Power=50 Watt

Intensity=1mA

Voltage=50kV



$$|\Delta X - \Delta X_0| \propto l \cdot \Delta \theta$$

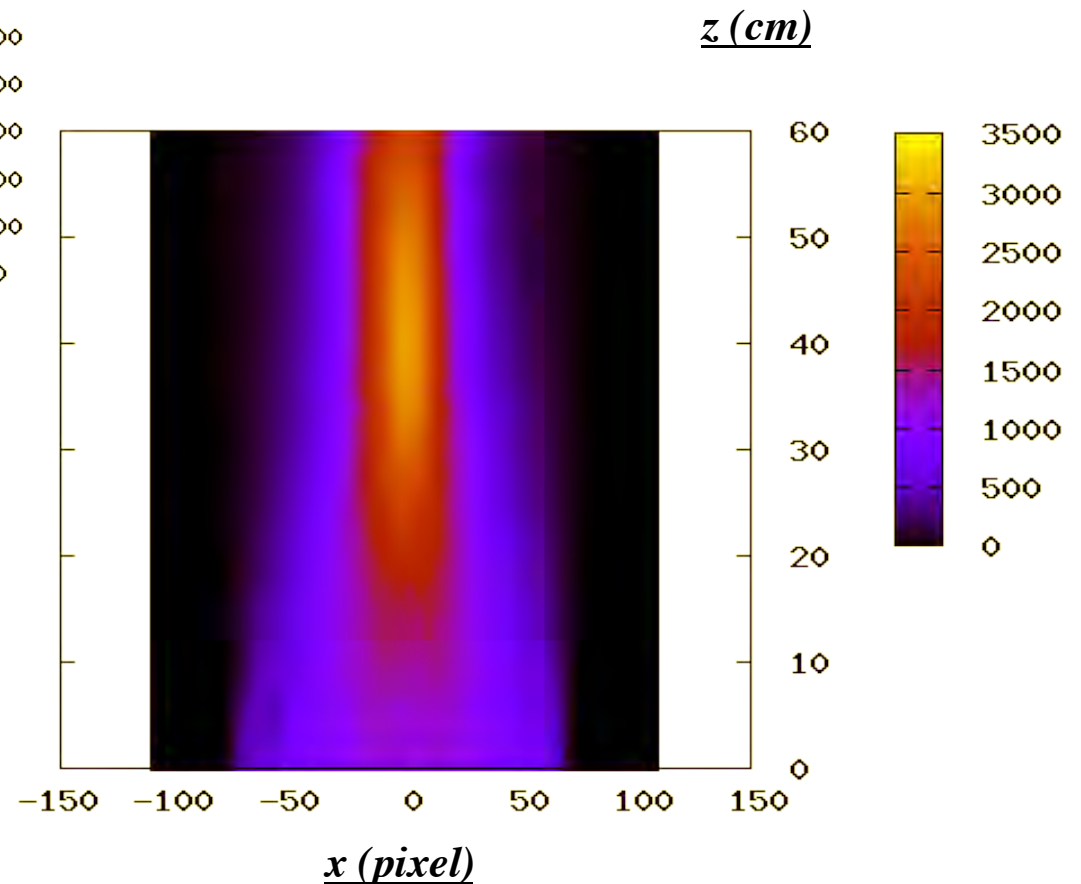
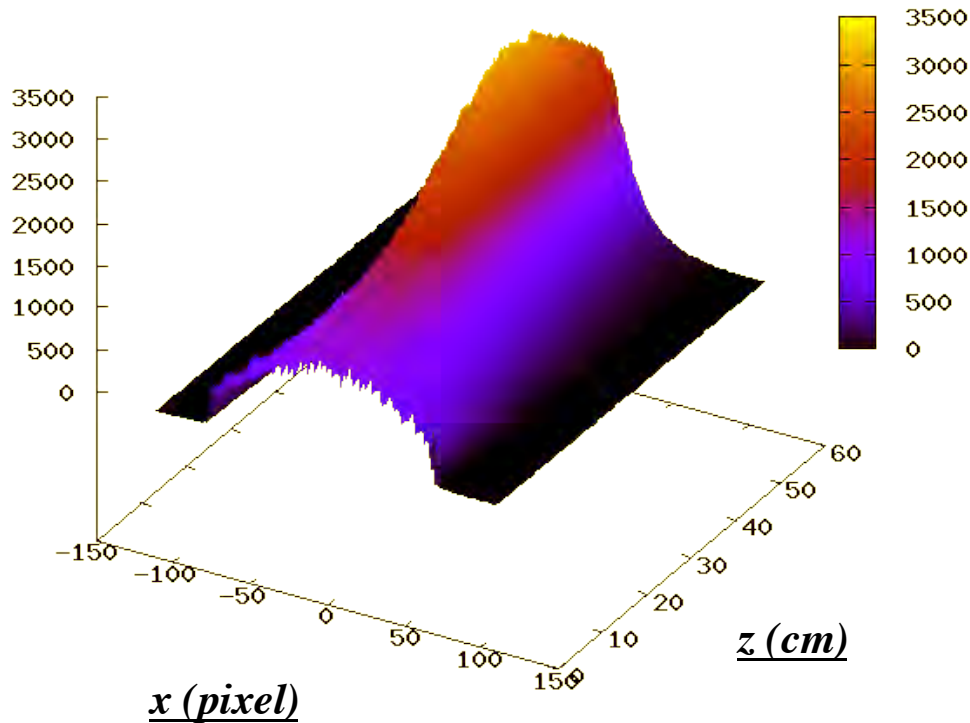
l – “sample-detector” distance;

$\Delta \theta$ - residual divergence behind the optics

@ Polycapillary Semilens

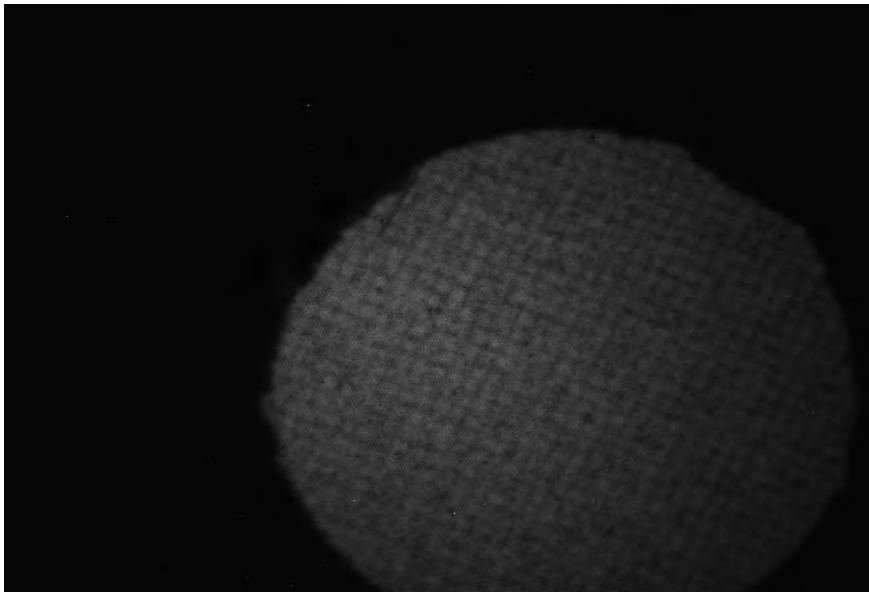
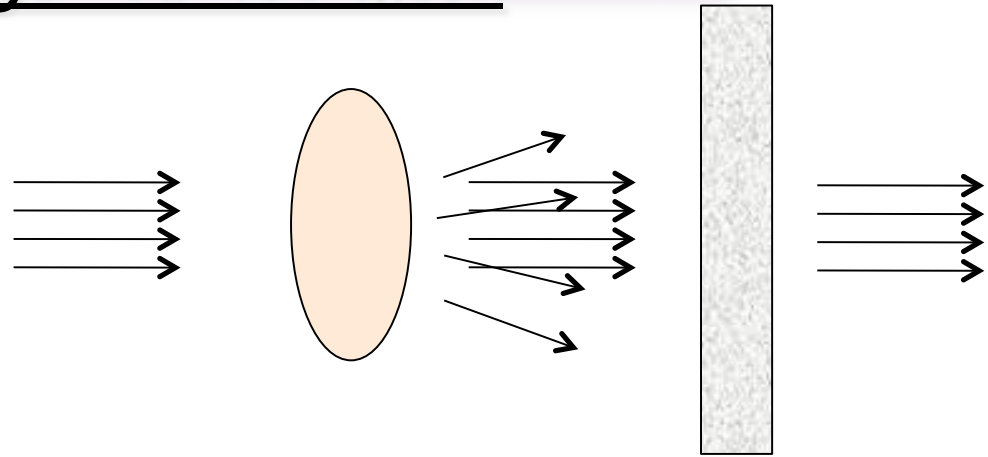
- Input focal distance (mm) = 52.7
- Residual Divergence (mrad) ~ 1.
- Transmission ~ 60%

Mesured: $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$
Along more than 30 cm!
It is collimating!

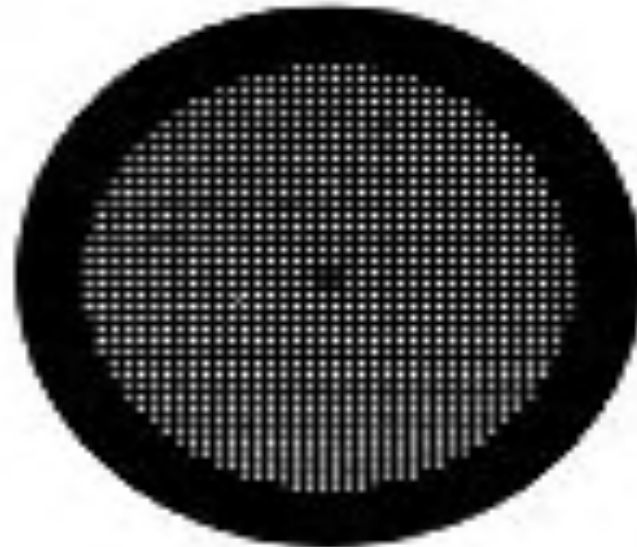


@ High Resolution Image: Cu 400 mesh

- Hole Width $37\mu\text{m} - 19\mu\text{m}$
- Bar Width $25\mu\text{m} / \text{Cu} / -6\mu\text{m} / \text{Au} /$

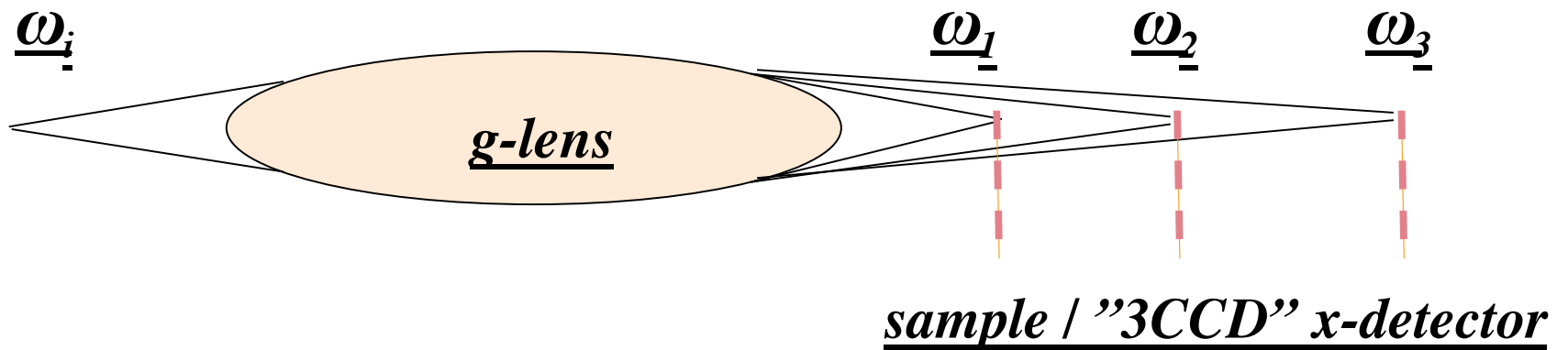
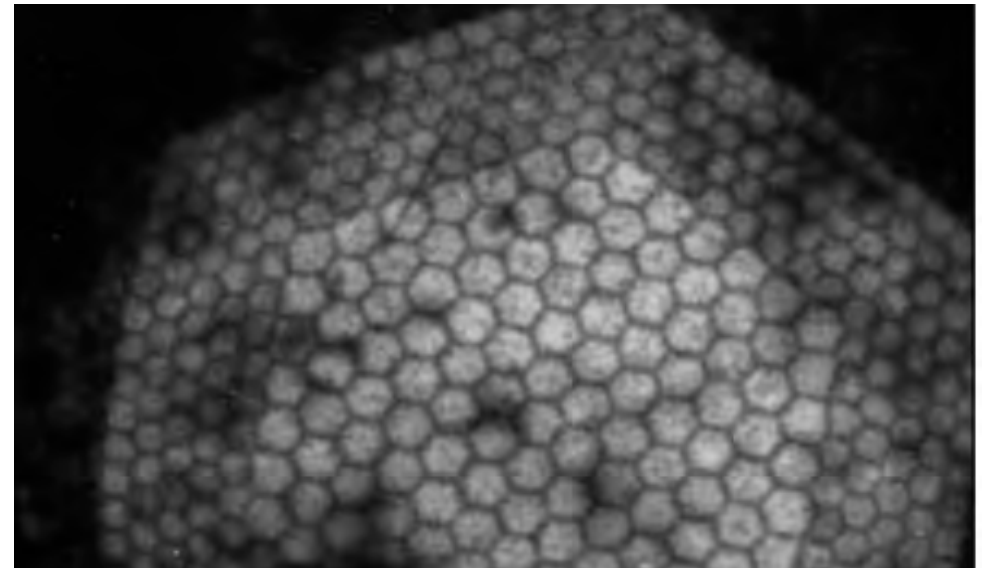
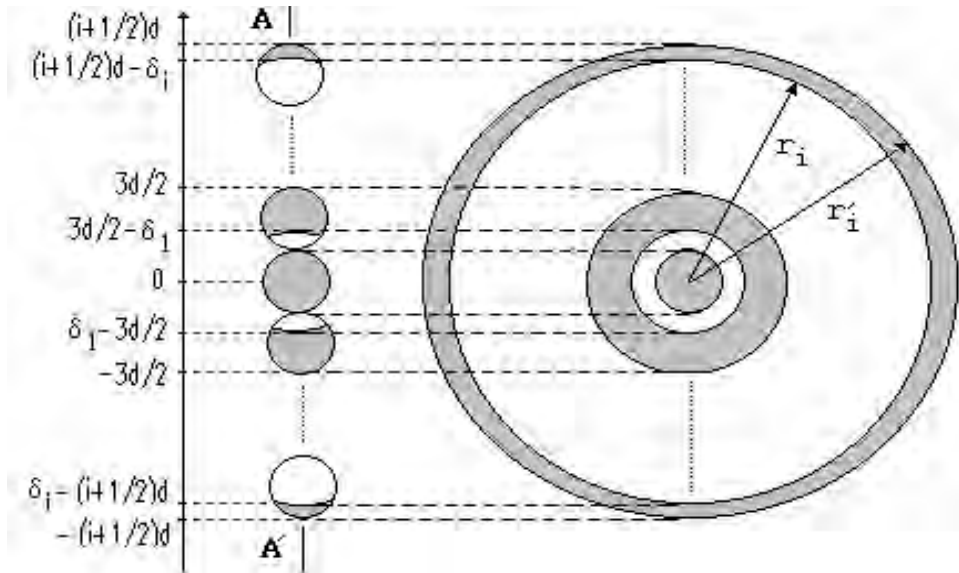


Polycapillary – CCD Detector



polycapillary pillar

@ *g*-lens → graded lens



Research Program (details):

2011:

- design of specially dedicated experimental facility for novel optical solution studies; simulations on micro-imaging technique;
- calculations on possible high-contrast optical schemes to be optional various large-scale x-ray sources;
- experimental studies on various polycapillary optical and CRL configurations;
- simulations of the use of polycapillary optics in combination with small-scale x-ray sources based on electron accelerators to improve contrast resolution without increase of irradiation dose.

2012:

- developing special computer codes for fast imaging technique;
- design of dedicated imaging test facility;
- test of imaging technique by means of typical samples for medical and biological applications;
- design of an imaging unit prototype.

A E I N I D

Applicazioni Energetiche dovute all'Interazione di Nanostrutture con Idrogeno e/o Deuterio

Collaborazione: INFN-LNF, Enel SpA, ISCMNS.

Esp. Nuovo, GV, 3 anni. Resp. F. Celani

Partecipanti: *INFN:* F. Celani (100%), S. Bartalucci (50%), A. Spallone (Ass. 100%), O.M. Calamai (Osp. 100%, Fis. SS), E. Righi (Ass. 100%), G. Trenta (Ass. 100%), A. Nuvoli (Laur. Fis. 100%), V. Andreassi (Tec. 100%, pens. 2011), B. Ortenzi (Tecn. 100%).

ENEL: G. Mariotti (Ing. Nucl. 50%), F. Tarallo (Ing. Nucl. 100%), A. Neri (Fis. 100%).

ISCMNS: V. di Stefano (Chim. 100%); M. Nakamura (Chim. 100%); E. Purchi (Fis. SS 100%).

Collaborazioni per temi specifici: *INFN-LNF:* G. Cappuccio, D. Hampai; Grup. NANOTEC, STMicroelectronics SpA: U. Mastromatteo (Fis. SS); *ORIM SpA:* A. Mancini (Ing. Chim.).

Serie di interscambi R&D: *Toyota:* A. Takahashi (Ing. Nucl, Fis. **H.C.**); *Univ. Osaka:* Y. Arata (*Imperial Prize*, Ing. Metall.); *Univ. Kobe:* A. Kitamura (Fis. Accel.); *Mitsubishi:* Y. Iwamura (Fis. SS); *Univ. Cambridge:* B. D. Josephson (*Nobel Laureate*, Fis. SS).

MOTIVAZIONE

L'esperimento AEINID è il proseguimento, ed ulteriore sviluppo, delle problematiche legate alle cosiddette "anomalie" di origine termica e/o nucleare presenti, in maniera generalmente poco controllabile, durante l'interazione dell'Idrogeno (e/o suoi isotopi) con alcuni specifici materiali.

Da alcuni anni, grazie agli studi effettuati principalmente in Giappone (e parallelamente, spesso in maniera indipendente, anche in Italia dal Nostro Gruppo di Ricerca) è emersa l'evidenza sperimentale che i fenomeni su citati miglioravano il loro livello di riproducibilità al diminuire delle dimensioni geometriche dei materiali utilizzati (→ **nano-particelle** o meglio ancora **multi-layer nanostrutturati**: *Arata, Iwamura, Celani*).

Siamo quindi passati **da esperimenti elettrolitici** (intrinsecamente poco riproducibili ma aventi il **grosso vantaggio** di generare continuamente situazioni di **non-equilibrio**) a quelli **gassosi**.

* Altro potenziale ed importante aspetto, dal punto di vista di una reale applicazione tecnologica di tali fenomeni, è il fatto che esperimenti (→ reattori) in fase gassosa permettono agevolmente di operare alle elevate temperature (>500°C) necessarie per utilizzare motori termici aventi un **buon rendimento termodinamico** (Ciclo di Carnot, >55% con fluido di raffreddamento a 60°C) pur con pressioni non eccessivamente elevate (<100 Atm). Inoltre, lo stesso gas di reazione (H₂, D₂), date le intrinseche proprietà d'elevatissima conducibilità termica, può essere usato come gas di scambio per il circuito secondario, sempre a gas (He, chimicamente inerte).

Gli esperimenti finora effettuati da Arata (nanoparticelle di Pd pure o meglio ancora disperse in una matrice pseudo-vetrosa di ZrO_2) ed Iwamura (lamina macroscopica, 0.1mm, di Pd avente numerosi strati alternati di CaO e Pd, entrambi di spessori nanometrici) hanno mostrato rispettivamente i seguenti vantaggi e svantaggi (o limiti operativi):

* ARATA. **Vantaggi:** completa riproducibilità dei fenomeni (nello specifico produzione di calore ed 4He a partire da D_2 gassoso), anche in esperimenti effettuati in maniera completamente indipendente da altri Colleghi/Industrie (Takahashi c/o Toyota, Kitamura c/o Univ. Kobe) utilizzando materie prime prodotte ad hoc da una Industria (Soc. Santoku, Kobe). **Svantaggi:** limitata temperatura operativa (max $200^\circ C$, tip. $30^\circ C$), grande difficoltà nel mantenere attivo il sistema (dopo circa 2 giorni la reazione si blocca, probabilmente a causa del 4He prodotto che diviene sostitutivo al D_2 nei siti "attivi"; il successivo degassing del 4He dalla matrice non è vantaggioso dal punto di vista energetico). **COMMENTO:** Eccellente esperimento scientifico ma (attualmente) non applicabile industrialmente per produzione energetica. Recentemente, alcuni problemi sembrano essere stati ridotti/superati con lega $(ZrO_2)_{65}-Ni_{30}-Pd_5$.

- **IWAMURA.** **Vantaggi:** dimostrata possibilità di “trasmutare” alcuni specifici elementi (in particolare alcalini ed alcalino-terrosi, $Sr \rightarrow Mo$, $Cs \rightarrow Pr$, $Ba \rightarrow Sm$) depositati sulla superficie del multilayer a livello nanometrico dovuto all’azione combinata anche del D_2 (lo H_2 , di fatto, non funziona) che viene fatto fluire, tramite gradiente di pressione, attraverso la lamina. Possibile ulteriore sviluppo perfino con elementi **transuranici** per la **bonifica definitiva** di alcune tra le più insidiose **scorie radioattive** degli attuali reattori nucleari di 2° e 3° generazione. **Svantaggi:** grossi costi sia dell’apparato sperimentale che della fabbricazione e manutenzione dei wafer; riproducibilità non ancora completamente soddisfacente; bassissimo rate di “trasmutazione” ($<10^{15}$ Atomi/cm²/giorno); difficoltà “intrinseche” per aumentare la temperatura ($<80^\circ C$) e pressioni operative (<2 Atm).

Metodologia INFN-LNF

Il gruppo multidisciplinare operante nei LNF-INFN ha fatto tesoro di tali fatti sperimentali ed ha cercato di superarne i punti deboli integrandoli/modificandoli grazie alla specifica esperienza acquisita negli esperimenti elettrolitici: soluzione acquose o perfino idro-alcooliche, elettroliti innovativi/coating, elettromigrazione. In breve, e' stata sviluppata una **tecnologia ibrida** in cui coesistono: **nanoparticelle, multistrati, elettromigrazione, alte temperature** (recentemente fino a $\sim 800^{\circ}\text{C}$). Il tutto e' stato progettato (ed in parte realizzato) tenendo presente **l'obiettivo finale**: *produrre energia a basso costo e con inquinamenti, diretti od indiretti, i piu' bassi possibili.*

Sono stati quindi utilizzati lunghi (60-90cm) e sottili (diametro tipico $50\mu\text{m}$) fili di Palladio (elemento da noi utilizzato da circa 20 anni) la cui superficie e' stata ricoperta di numerosi (~ 50) strati di opportuni materiali diversi a dimensione nanometrica (5-20nm) e sottoposti a specifici cicli termici di ossidazione-sinterizzazione e stabilizzazione ad alte temperature (fino a 900°C).

Il tutto è stato immesso in un reattore in SS riempito sequenzialmente di gas inerti (per calibrazione) ed “attivi” (generalmente D_2). Sono state usate anche opportune miscele con gas inerti a bassa conducibilità termica (Ar) per discriminare il contributo “termico” di per se’ da quelli sia del caricamento (cioè il rapporto D/Pd) che della corrente (o tensione) della elettromigrazione. Generalmente utilizziamo densità di corrente lungo il filo particolarmente elevate ($30000-50000 \text{ A/cm}^2$): abbiamo osservato che i fenomeni anomali dipendono **anche** dal valore assoluto di tale grandezza fisica. Come calibrazione termica si utilizza un filo di Pt delle stesse dimensioni geometriche del Pd e che, una volta intrecciato con un terzo filo sempre in Pt usato come termometro distribuito, viene ciclicamente sottoposto alla stessa potenza elettrica esterna. Ogni filo è isolato elettricamente tramite guaine per alte temperature in vetro o quarzo.

Per necessità di studio (identificazione del punto di lavoro e parametri di processo) è stata utilizzata la semplice, e soprattutto veloce, calorimetria isoperibolica (τ tipico del sistema $<10 \text{ m}$, dipende dal tipo di gas immesso).

I primi risultati sono stati presentati nel 2008 alla ICCF14 (Washington) suscitando perfino il forte interesse di funzionari “tecnici” dell’amministrazione USA (ad esempio, *Defense Intelligence Agency*, report DIA-08-0911-003).

I principali risultati, e metodologia operativa, sono stati oggetto di attenta (e lunga) valutazione coordinata dai Naval Research Laboratories: l’esito, dopo oltre sei mesi di “esami”, è stato positivo.

Il (semplice) reattore iniziale e’ stato via-via arricchito di controlli incrociati ed una lunga, ed esaustiva, relazione e’ stata presentata alla recente 239° Conferenza della ACS (American Chemical Society). Tale società scientifica e’ la piu’ numerosa del mondo: quest’anno i presenti erano 17200 ed argomento dell’intero congresso era la *Green Chemistry*. Le relazioni aventi come argomento la Fusione Fredda erano afferenti alla sezione *Environment*: ben 2 giorni su 5 sono stati dedicati a tale linea di ricerca. In breve, il miglior risultato da Noi ottenuto nel 2008, cioè una densità di eccesso di potenza di circa 400W/g di Pd in atmosfera pressurizzata di D₂, at ~550°C, e’ stato riconfermato con nuovo calorimetro sempre isoperibolico ma “arricchito” con doppia camera di misura.

* Attualmente, al reattore in SS ne è stato affiancato un altro con parete in vetro borosilicato; il filo di Pd è stato sostituito con Ni, medesimo multilayer.

Motivi sono stati rispettivamente il problema dello S (sempre presente, in elevate quantità negli SS) che potrebbe avvelenare le proprietà catalitiche del Pd, sollecitazioni dell'**Enel** che desidera abbattere i costi di produzione del futuro "reattore". Inoltre, esistono indicazioni (anche se controverse) che il Ni potrebbe funzionare anche con lo H_2 puro (o leggermente arricchito in D_2) invece del ben più costoso (e tuttora classificato come "strategico") D_2 .

Recenti esperimenti hanno dato *risultati che sembrano essere andati oltre la più rosea delle aspettative*: temperatura operativa di $\sim 800^\circ C$, potenza in eccesso di **25W** con 14mg di filo (cioè densità di eccesso di potenza di $\sim 1800W/g Ni$), miscela di H_2 -Ar con leggero arricchimento di D_2 , grande robustezza meccanica.

È stato quindi messo in funzione un nuovo set-up sperimentale che unisce alla rapidità operativa della **calorimetria** isoperibolica anche la accuratezza, quando richiesta, di quella a **flusso** (da noi usata dal '92) per le misure ai tempi lunghi.

Programmi futuri

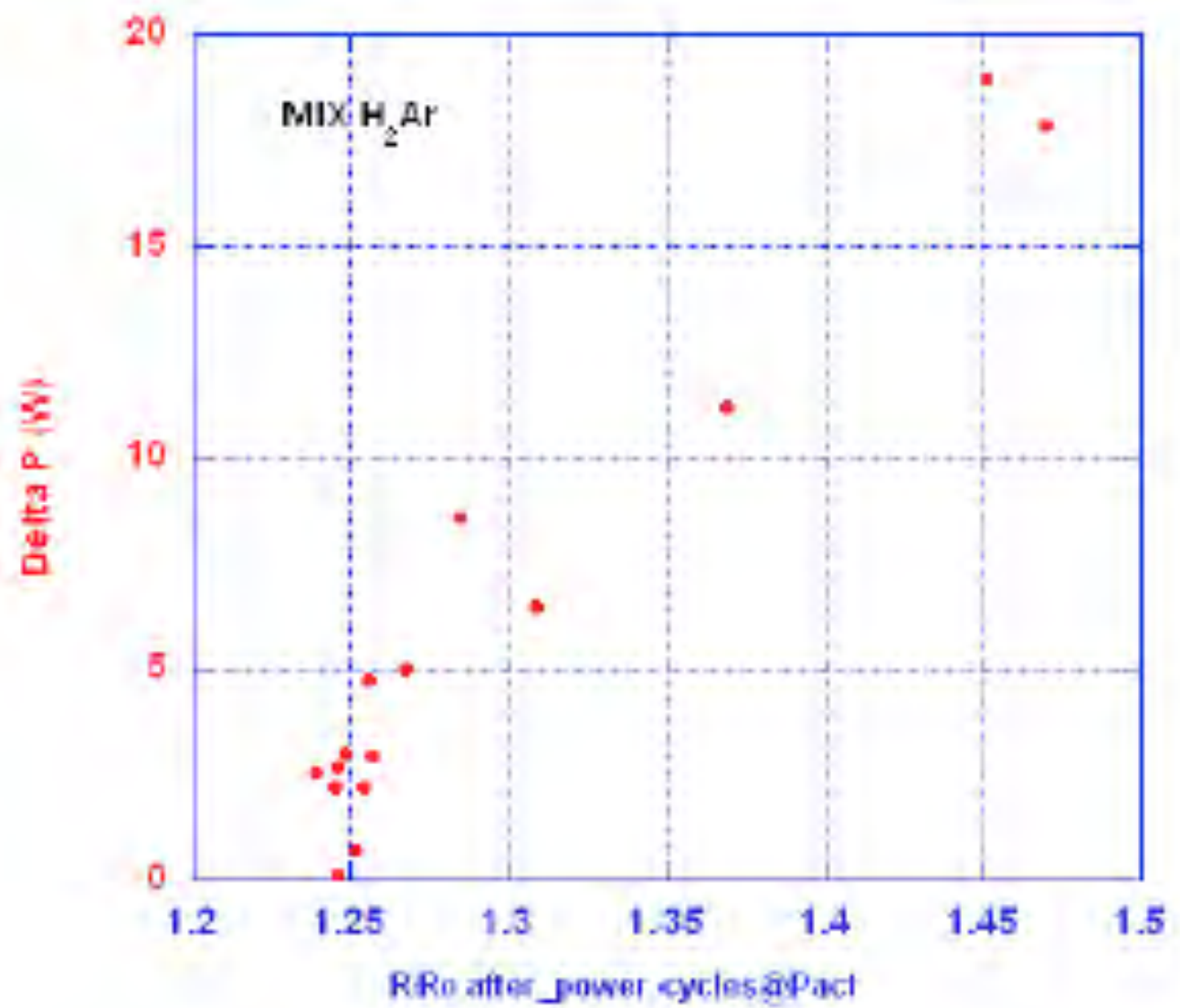
Nell'ipotesi che anche le misure con calorimetria a flusso diano risultati congrui con quelli già ottenuti con la calorimetria isoperibolica (e tale è la risposta delle recentissime misure effettuate), il programma di ricerca sarà articolato sia per sviluppare ulteriori procedure di generazione di anomalie termiche che per studiare la stabilità ai tempi lunghi (mesi) delle reazioni anche in condizioni di *stress operativo* (ripetuti cicli di accensione/spegnimento, over-heat, perdite di gas "attivo" di reazione o del refrigerante).

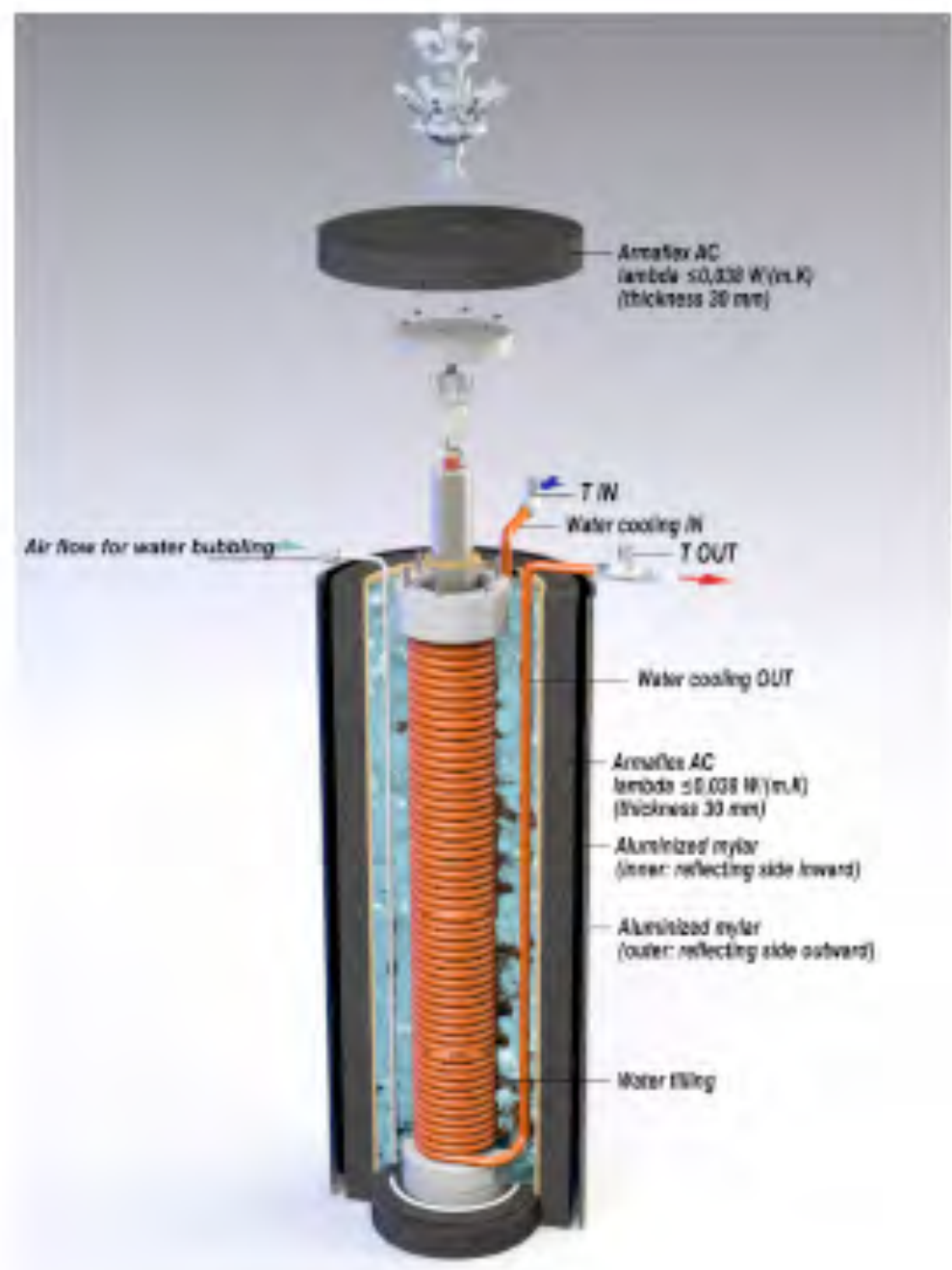
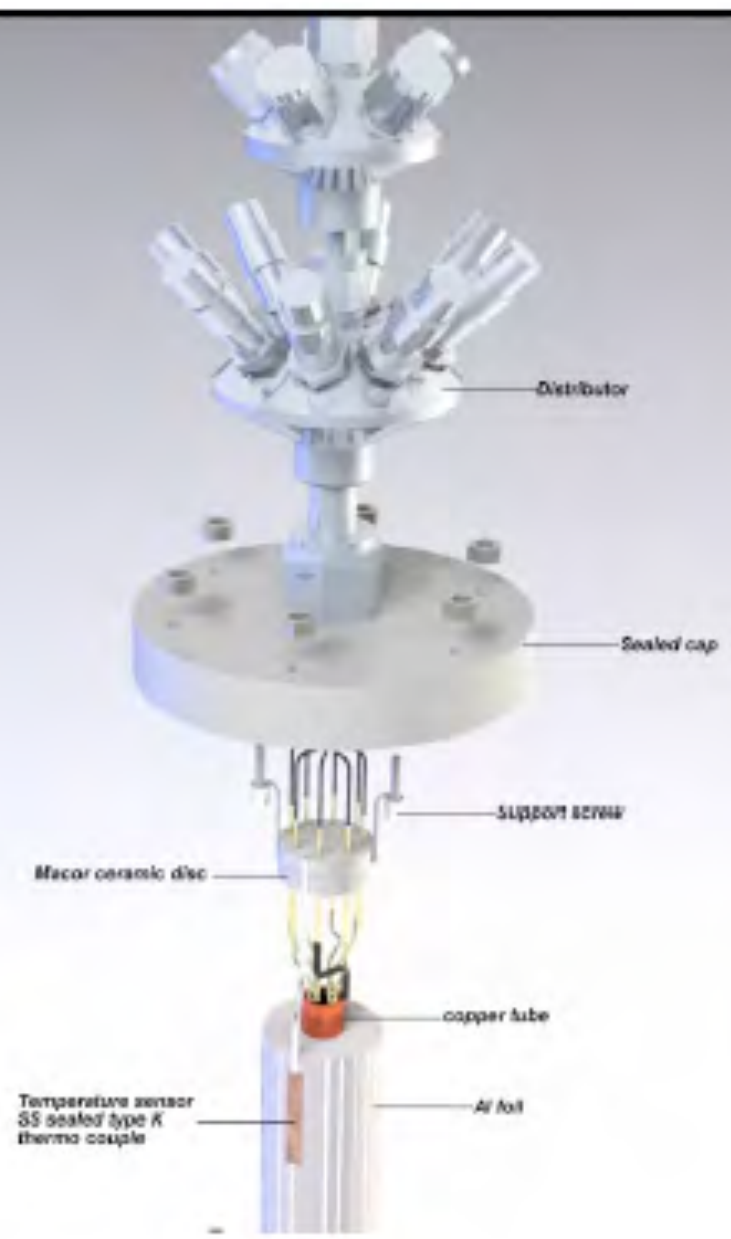
* Il primo tipo di argomento verrà studiato principalmente nei LNF (con l'ausilio dei Laboratori del CSM di Castel-Romano) mentre il secondo tipo di argomento verrà affrontato principalmente nei Laboratori Enel (Pisa, CESI).

* Verrà inoltre affrontato il problema della "semplificazione", e possibile automazione, della complessa procedura di coating dei fili: verrà anche esplorata la possibilità di aumentarne il loro diametro.

* Uno degli argomenti principali di indagine è, ovviamente (anche per motivi di sicurezza), lo studio (ed identificazione) dei canali delle reazioni che, data la loro intensità e durata, difficilmente possono essere classificate come "chimiche".

Correlation between R/R_0 after power cycles and excess power generation







Fine