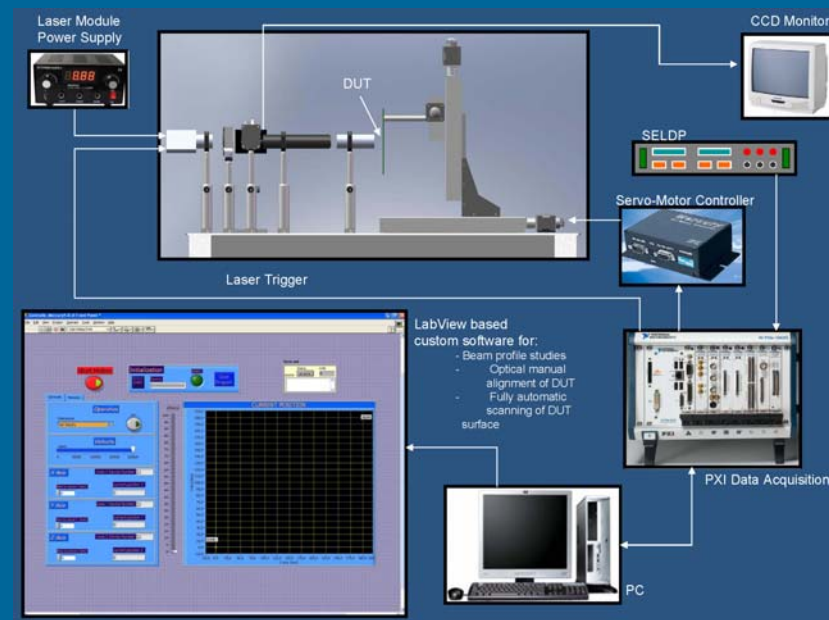
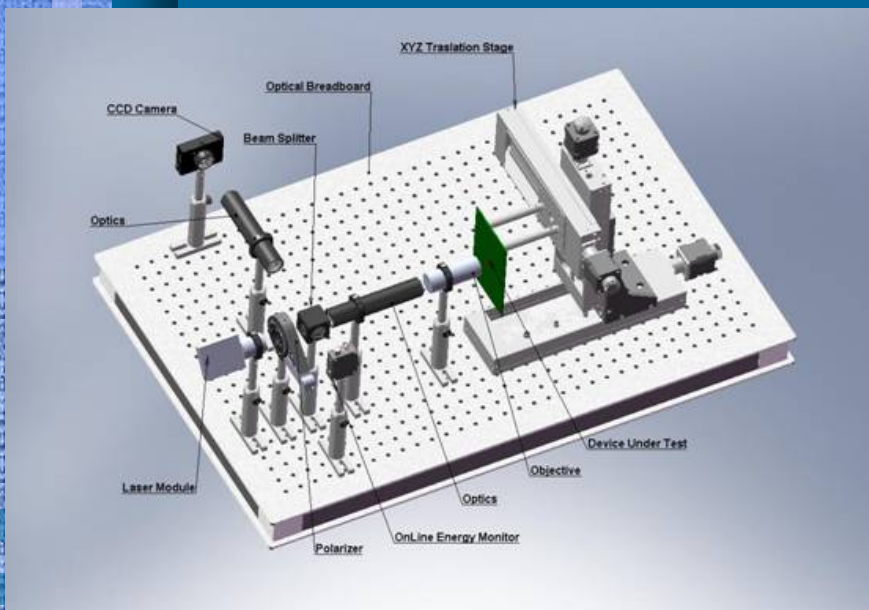


Calibrated Laboratory Tests (Laser 1)

SEE Cross Section vs LET Measurements and Radiation Sensitivity Mapping of ICs by the IR pulsed LASER SYSTEM



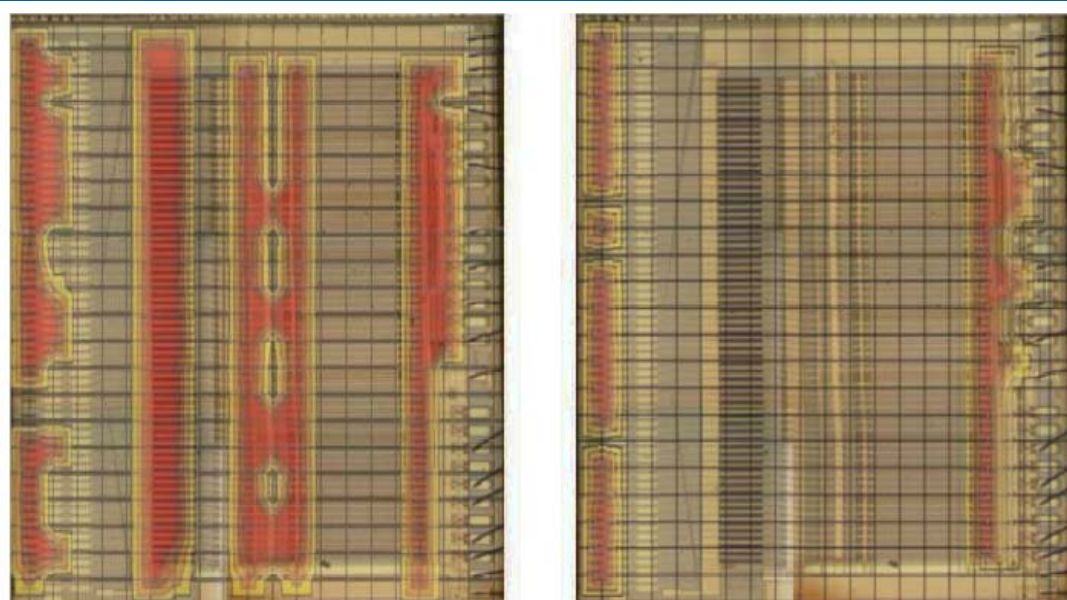
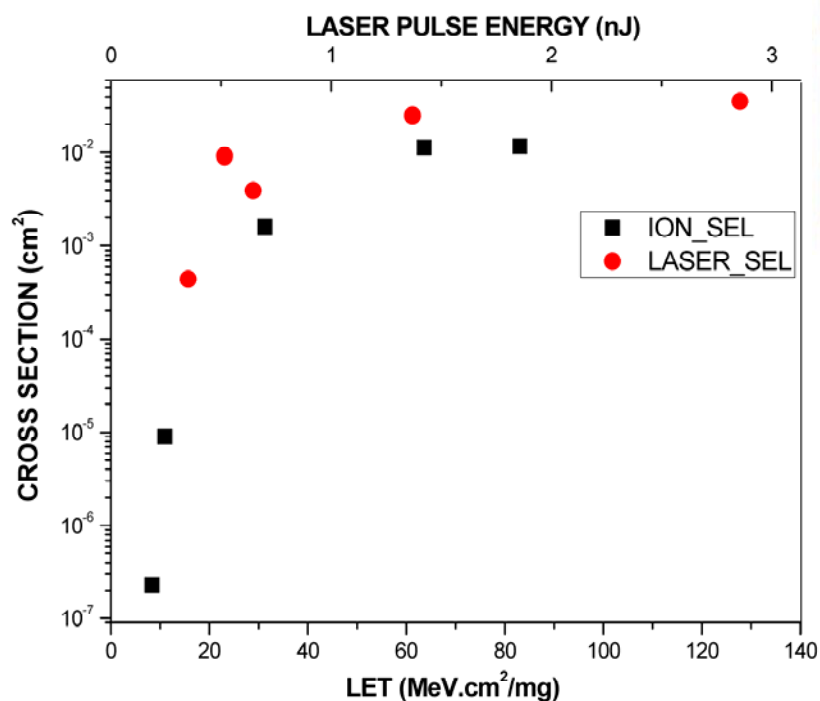
Technical Notes:

- $\lambda=915$ nm
- Pulse width=15ns@10kHz repetition rate
- Laser spot waist (FWHM)=10 μ m
- Adjustable Laser Peak Power Intensity up to 25W

- XYZ Spatial Bidirectional Resolution=0.2 μ m
- Automatic Chip Surface scanning system
- Patented **ITRM20020382** - 2004-01-16

Calibrated Laboratory Tests (Laser 2)

Laser Radiation Sensitivity
Mapping (*) of the VA64 –
Ideas (NO)

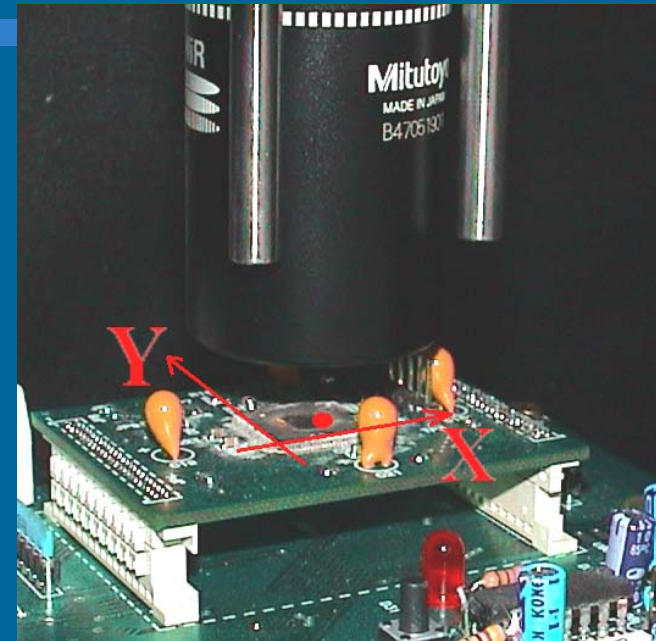


Comparison between c.s. vs
LET of Ions and Laser plots

(*) Alpat B., Petasecca M. et al. – Microel. Reliability 43
(2003) pp. 981-984

SEE Test Board Assembly and Pre Irradiation Functionality Check

- SEE Test board and mechanical assembly at our premises (Nov-Dic 2006)



Total Ionizing Dose Tests at Accelerators

TID Test with Cobalt(60) gamma ray source:
ENEA CASACCIA (Roma) Calliope facilities
TAEA-SANAEM (Turkish Atomic Energy Agency, Ankara) facilities

*Procedure for testing packaged
semiconductor IC for ionizing radiation total dose effects
is based on:*

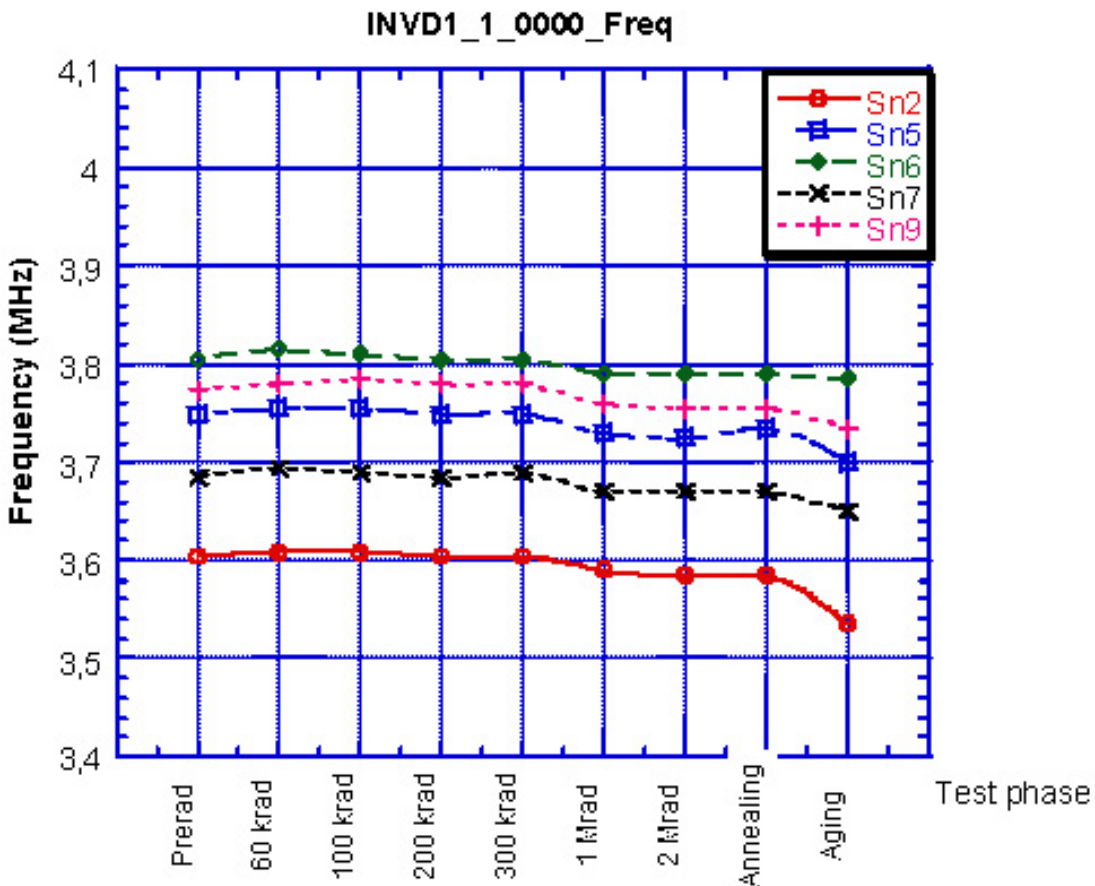
- *MIL-STD-883 Method 1019.*
- *ESCC BASIC SPECIFICATION No. 22900*
- *ASTM F1467-99*



INFN Sezione

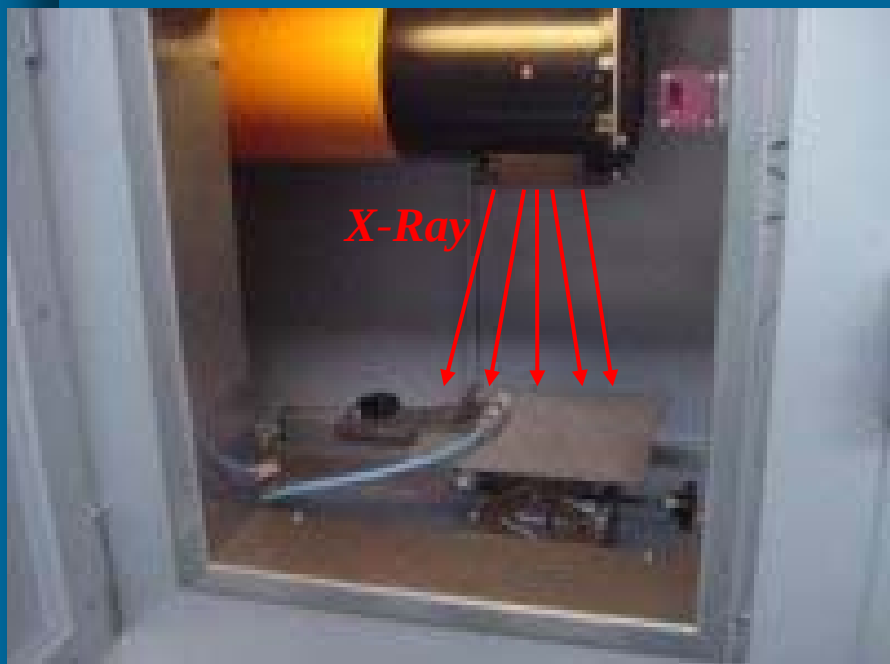


Supervision to TID Tests at Gamma Radiation Facility della Università Cattolica di Louvain



Calibrated Laboratory Tests (X-ray)

- SEIFERT X-Ray Irradiation System



Main characteristics:

- Anode material: Tungsten
- max tube voltage $V=200 \text{ kV } (\pm 1\%)$,
- maximum tube current $I=10 \text{ mA}$
- nominal spot value $R=3 \text{ mm}$
- continuous rating at 900W
- Suitable for TID in agreement with ASTM-F1467-99 specifications

From ERESO
manual

Work to use this machine
as an imaging tool is in
progress.

Climatic and Thermal Chamber (Annealing and Ageing)

- Climatic Chamber “ACS 160C” for:
 - Post-TID Annealing and Ageing
 - Thermo-cycling tests
 - Climatic conditioning
 - Humidity control
 - Burn-In

Main characteristics:

- Temp. Range: -70 up to +180°C ($\pm 1\%$)
- Variation vel.: 2.5°C/min (rising-falling)
- Relative Humidity control: 20%-95%
(Temp. Range +10-80°C)
- Suitable for MIL-STD 810 and TID qualification



Microelectronics Qualification & Reliability Test for Radiation Hardness

Ionizing Radiation	Beam Test	Lab. Test	Space Radiation Environment Studies/CAD	Device Simulation Mitigation Studies
Total Ionizing Dose	ENEA, Casaccia TAEK, Ankara CRC- Louvin ESA/SCC 22900	X-Ray Tube, ASTMF1467-99 ,	SPENVIS, CREME96, AF-GeoSpace, FLUKA, GEANT4, GRAS	GEANT4-PARSET, Synopsys, T-CAD, FEMLAB, Cadence P-SPICE
Displacement Damage	LNS-Cyclotron	X-Ray Tube ASTMF1467-99,	SPENVIS, CREME96, AF-GeoSpace, FLUKA, GEANT4, GRAS	GEANT4-PARSET, Synopsys, T-CAD, FEMLAB, Cadence P-SPICE
Single Event Effects	LNS-Cyclotron	IR Pulsed Laser System	FLUKA, GEANT4 ,GRAS, SPENVIS CREME96, AF-GeoSpace	GEANT4-PARSET, Synopsys, T-CAD, FEMLAB, Cadence P-SPICE

Charge Changing Cross Sections of Different Shielding Materials – ESA-ITT-AO5697

GSI (M. Durante et al.)

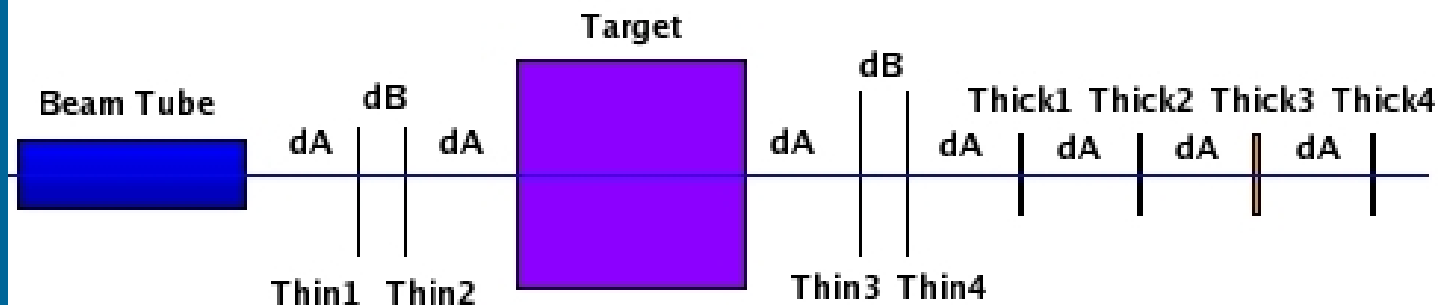
Fraunhofer (S. Metzger et al.)

Spacelt (L. Desorgher)

MAPRAD

Investigation and analysis of very high energy accelerators space radiation simulation. Heavy Ions in Therapy and Space Symposium, July 6-10, 2009, Cologne

Simulation Set-up



dA = 50 mm

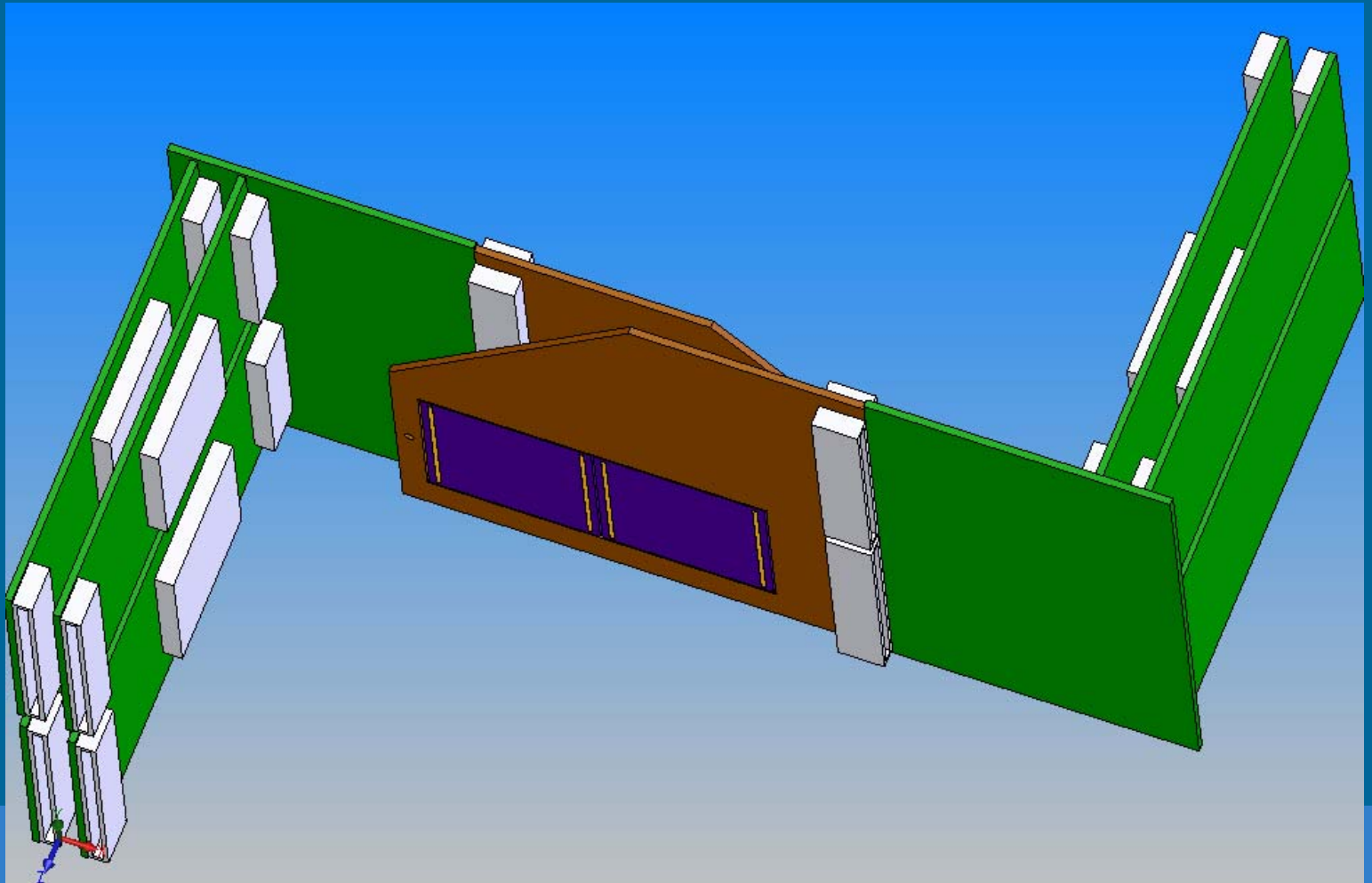
dB = 20 mm

Thin-i are Silicon Detector 41x72x0.31 mm³

Thick-i are Silicon Detector 35x35x1.5 mm³

Target is Aluminum Box 50x100x100 mm³

Charge Changing Cross Sections of Different Shielding Materials – ESA-ITP AO5697 – Thin + Thick DS microstrip Silicon Detectors



Charge Changing Cross Sections of Different Shielding Materials – ESA- ITT-AO5697

Direction:

```
particleGun -> SetParticleMomentumDirection(G4ThreeVector(0.,0.,-  
1.));
```

Point of generation:

```
particleGun -> SetParticlePosition(G4ThreeVector(0.0, 0.0,500*cm));
```

Energy

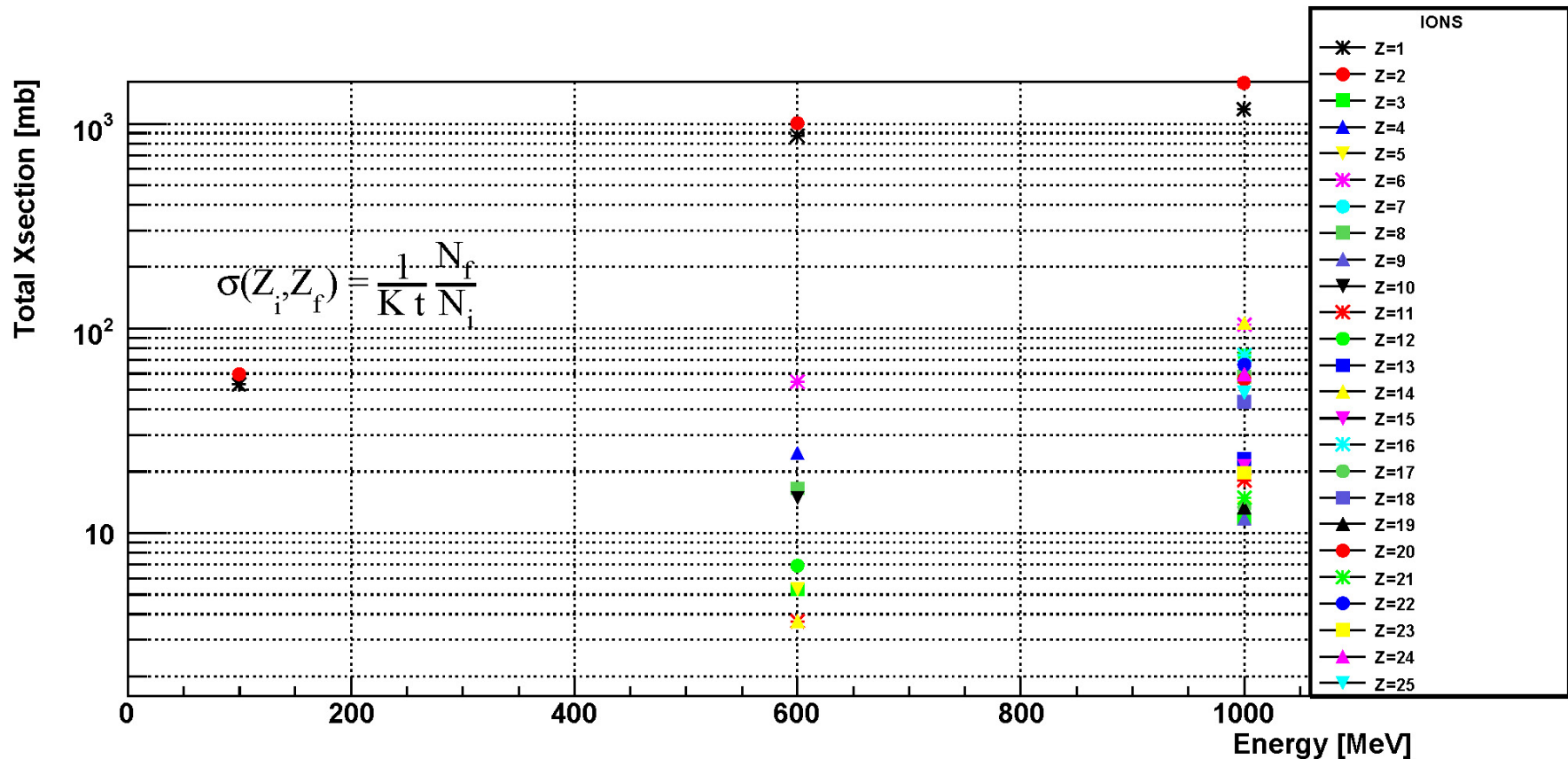
Beam Particle	Energy [MeV/nuc.]
$^{16}\text{O} - ^{56}\text{Fe}$	100
$^{16}\text{O} - ^{56}\text{Fe}$	600
$^{16}\text{O} - ^{56}\text{Fe}$	1000

MACRO

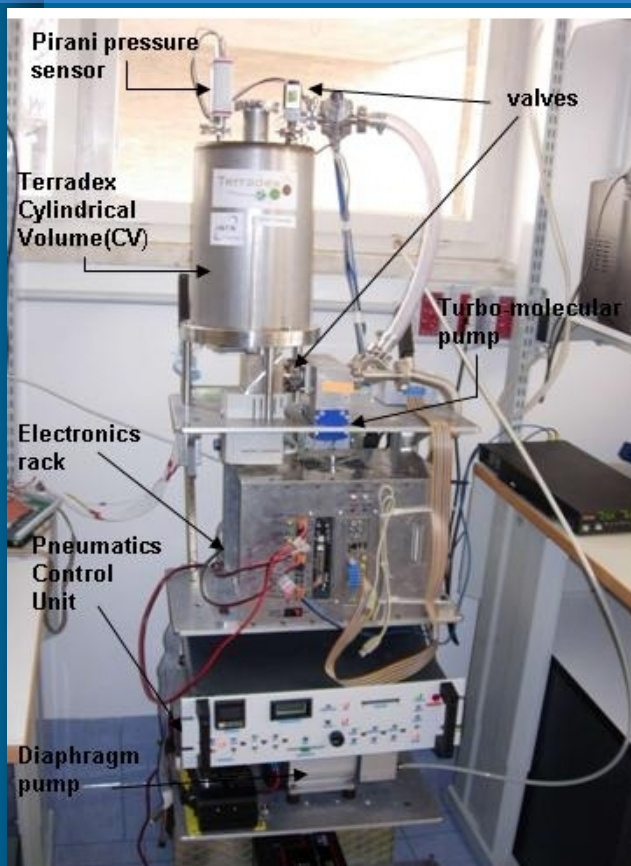
```
/gun/particle ion  
/gun/ion 8 16  
/gun/energy 1600 MeV  
/run/beamOn 10
```

Charge Changing Cross Sections of Different Shielding Materials – ESA- ITT-AO5697

Fe beam on 10 cm Aluminium



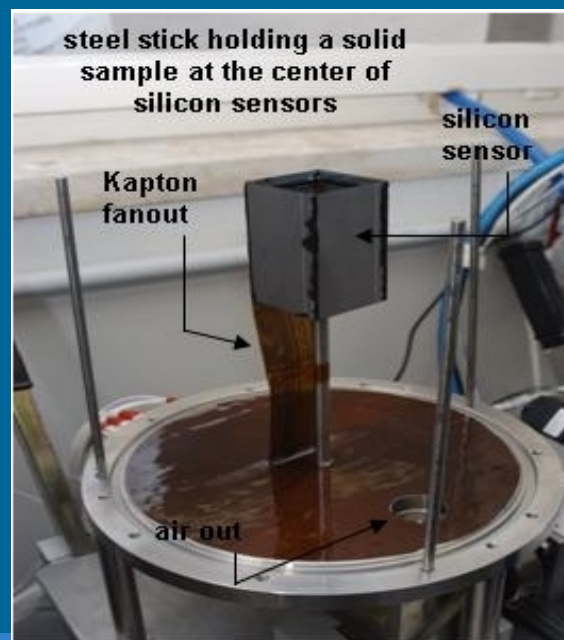
The Goal of Terradex2



Terradex project aims to realise an accurate and programmable multiparametric tool which will measure energy and type of all decay products of three naturally occurring decay chains of uranium and thorium series present in nature as well as the decay products of man-made radioactivity.

Solid, Liquid and Gaseous Samples

Trdx1 => With Alpha, Beta Separation and 30 us dead time, no spectroscopy, no veto counters



Patent pub.
No:0001343160,
29/11/2007

NIMA 574(2007) 479-492

Terradex - I

Terradex-I Performance & Comparison with Commercial Inst.

SENSITIVITY	ALPHA		BETA		DC		See references for definition
	VAC	AIR	VAC	AIR	VAC	AIR	
IDL (cpm)	0.796	0.676	3.719	3.768	0.087	0.063	EPA 200
MDL (pCi/lt)	1.040	1.312	4.301	4.443	0.114	0.122	EPA 200
MSMA (cpm)	0.735	0.625	3.436	3.482	0.081	0.058	EPA 402
LLD (cpm)	1.233	1.049	5.765	5.841	0.135	0.098	NRC
LLD (dpm)	4.231	5.343	17.505	18.085	0.466	0.49	http://www.rss.usda.gov/publications/mdatb.htm
MDA (dpm)	12.51	15.927	11.126	11.493	1.854	1.123	http://www.rss.usda.gov/publications/mdatb.htm

EPA: Environmental Protection Agency, USA

Instrument	MDL (Bq/m ³)	Source
Terradex-DC	4.5	www.terradox.it
Radhome HRE	20	www.algade.com
12Carat	8	www.algade.com
AlphaGuard	111	www.genitron.de

Terradex-II Unique Features

- Gaseous, Solid (insertion in FV) and Liquid samples (gas extraction)
- Alpha, beta and gamma detection and separation
- Alpha spectroscopy
- Delayed coincident event tagging with “zero” dead time (trigger on one side of the silicon and ready to receive the next trigger on the other side)
- High radiopurity internal materials
- Anticoincidence system to reject muon background
- Rugged, standalone on-field operation capability
- Development InCollaboration with Turkish Authority for Atomic Energy (TAEA or TAEK)

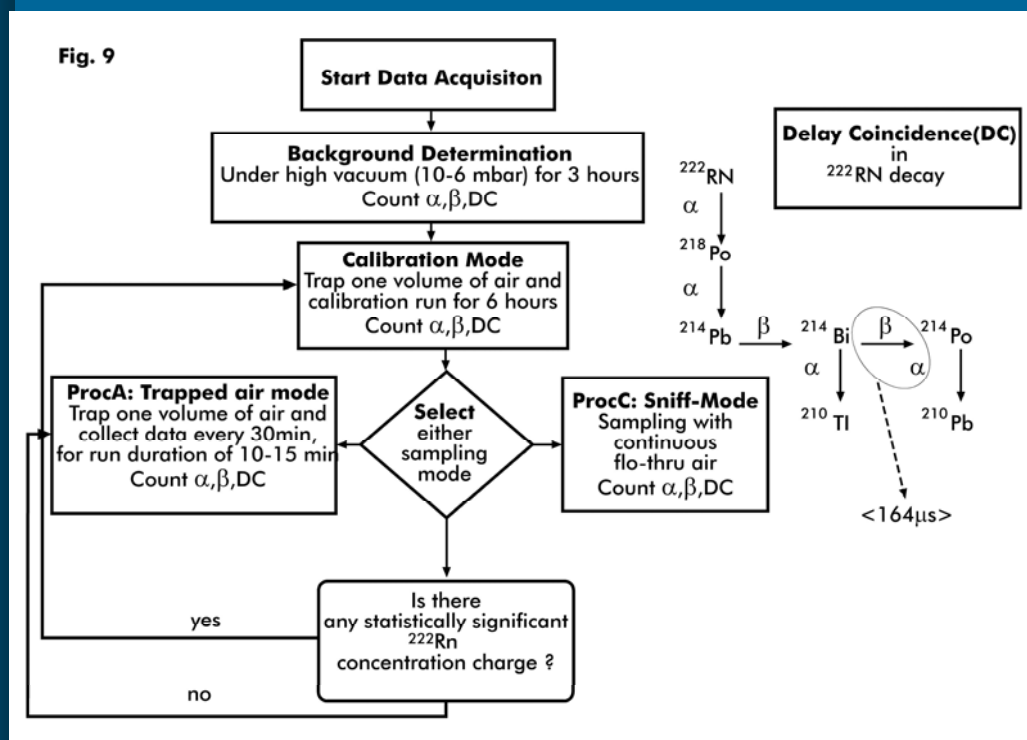
Terradex2- Sampling Protocols

Terradex has capabilities to take data in different **Running conditions** as;

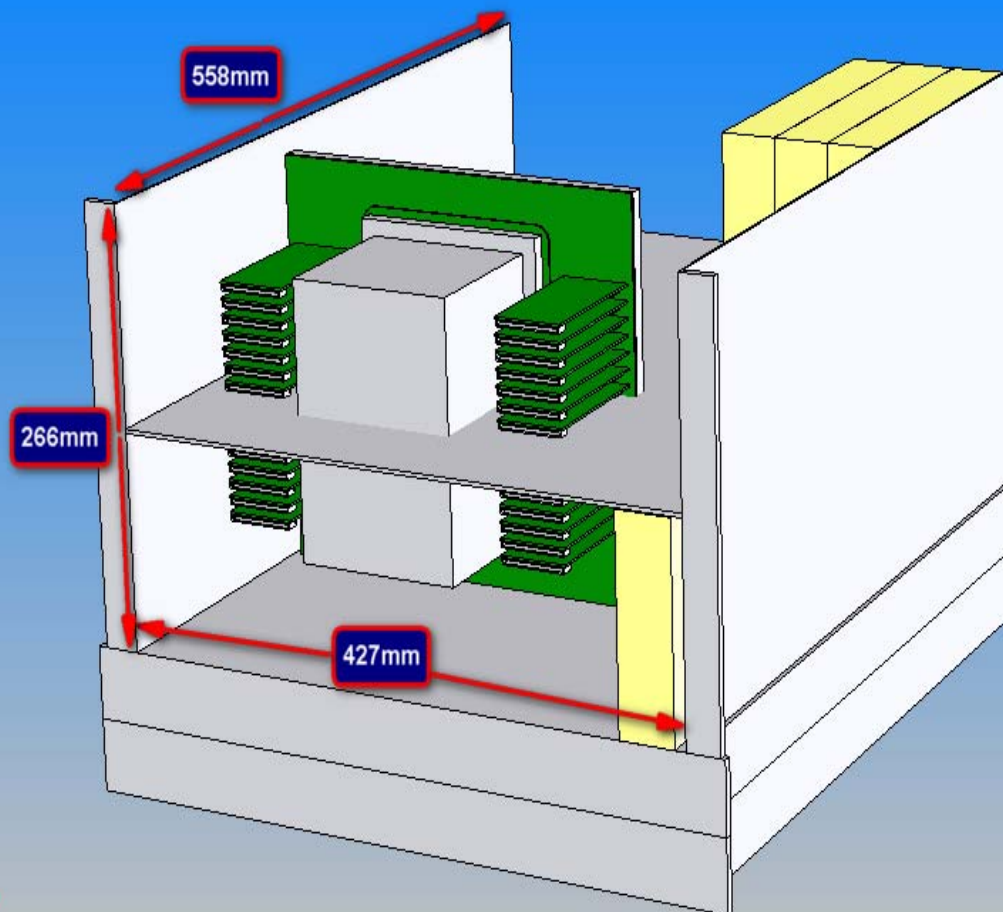
- **“High vacuum”** (around 10^{-4} mbar) to determine the background for ambient air measurements or for contamination measurements of solid samples inserted and hold at the center of CV,
- **“Trapped air”** in CV at 1 atm for concentration measurements and calibrations.
 - For trapped-air-mode, one volume of air is filled into the CV and the counting is done within typically 5 min to 15 min.
- **“Sniff-mode”** with air flowing through CV for continuous sampling of the activity.
 - During sniff-mode, through a diaphragm pump, it is possible to measure the concentration with air flowing through CV with a constant speed of 15 liters/min (about 2 volumes in a minute). This is suitable for fast, continuous, gross measurements of environmental activity.
- For both **“Trapped air”** and **“Sniff-mode”** sampling methods the background measurement is done in high vacuum and subtracted from the data sampling accordingly
- During these samplings all analog values from the microstrip silicon detectors are read, stored and a time stamp is tagged for each triggering particle event together with the environmental parameters and slow control data (sampled typically every about 5 mins). SIRAD 2009, Behcet Alpat, INFN Sezione di Perugia

Terradex2- A Typical DAQ Protocol

A typical data acquisition protocol to measure the ambient air activity. On the right side the studied beta-alpha delayed coincidence chain is depicted.



Terradex2- Design



MAPRad Cooperations

aselsan

<http://www.aselsan.com.tr>



<http://www.lns.infn.it>

<http://sirad.pd.infn.it/sirad/WEB/Index.htm>



<http://www.selex-sas.com/>



VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

<http://www.uv.es/>



<http://www.esa.int/>



<http://pollux.uv.es/>



<http://www.kayser.it/>



<http://www.caen.it/>



<http://www.risoe.dk/>



<http://www.microtest.net/>



<http://www.taek.gov.tr/>



<http://www.uubf.itu.edu.tr/>



<http://www.fraunhofer.de/EN/>



<http://www.cgspace.it/>



<http://www.sensl.com/>

THALES

<http://www.research.thalesgroup.com/home.htm>



<http://www.caen.it/micro/index.php>



<http://www2.imec.be/>



<http://irvapp.fbk.eu/>

Success Story (1)

- Winner (Placed 1st and 2nd respect. among >150 projects) of Two SME contribution for HiTech funding by



- Winner of two research fellowships funded by



- Winner of a support for research project (POR2007_L598) to develop innovative radiation detector

Success Story (2)

- Winner of ESA Tender ITT 1-5697 for Charge Changing Cross Section Measurement of New Shielding Materials (in view of Mars missions)
- Agreements Signed for development of two detector systems
 - Natural/Man made high accuracy radiation measurements
 - Nuclear Threat Detection Homeland Security
- First step towards ESA qualification of LNS site is successfully completed.
- Recently, winner of other 4 Research Contracts (Umbria Region)
 - Francesca Renzi (Laureanda in Fisica)
 - Ermanno Imbergamo (PhD in Fisica)
 - Gabriele Discepoli (Laurea in Fisica)
 - Dario Vazzana (Laurea in Ingegneria Elettronica)
- Contract with INFN Sezione di Perugia
 - To access to clean room facilities
- Contract with Department of Physics
 - To have support from Mechanical Workshop

Presentations & Publications MAPRAD & INFN in 2009

- Background Estimation in MXGS Apparatus on International Space Station. *6th Geant4 Space Users' Workshop, Madrid, 19-22 May 2009*
- Wide dynamic range acquisition system for innovative radiatiopn detectors. *Frontier Detectors for Frontiere Physics 2009, 24-30 May, 2009, Isola d'Elba, Italy*
- The radiation assurance test facility at INFN-LNS Catania, *HIAT09, 11° International Conference on Heavy Ions Accelerator Technology, 8-12 June, 2009, Venice*
- Irradiation facility at INFN-LNS Catania for radiation hardness assurance tests in air. *Heavy Ions in Therapy and Space Symposium, July 6-10, 2009, Cologne*
- Investigation and analysis of very high energy accelerators space radiation simulation. *Heavy Ions in Therapy and Space Symposium, July 6-10, 2009, Cologne*
- The radiation hardness assurance facility at INFN-LNS Catania for the irradiation of electronic components in air, *RADECS 2009, 10° European Conference on Radiation Effects on Components and Systems, 14-18 September, 2009, Bruges, Belgium*
- Measurement of total dose radiation damage effects on digital off-the-shelf components tested with Co60 gamma rays and X-rays *RADECS 2009, 10° European Conference on Radiation Effects on Components and Systems, 14-18 September, 2009, Bruges, Belgium*
- Single Event Effects tests on FPGA, PIC, Flashram, Fram and Transceiver with heavy ions and pulsed infrared laser beam. *RADECS 2009, 10° European Conference on Radiation Effects on Components and Systems, 14-18 September, 2009, Bruges, Belgium*
- The radiation hardness assurance facility at INFN-LNS Catania for the irradiation of electronic components in air *RADECS 2009, 10° European Conference on Radiation Effects on Components and Systems, 14-18 September, 2009, Bruges, Belgium*

MAPRAD on Press

Il Sole 24 Ore-
CentroSud,
13 Settembre
2006

IL SOLE 24 ORE
CENTRO SUD

Crescono i progetti legati all'Ateneo
I casi di eccellenza
si concentrano
nei servizi avanzati

13/9/06

La ricerca scientifica è un settore in cui la competitività è alta. Ma in Italia, a differenza di altri paesi, non sono sufficienti le risorse per sostenere la ricerca di base. Per questo, i ricercatori si sono concentrati nei servizi avanzati, dove la tecnologia è più sviluppata e le risorse sono più abbondanti. In questo modo, hanno potuto ottenere risultati di eccellenza e contribuire allo sviluppo del paese.

Il professor di Kyoto, che ha fatto parte del gruppo di lavoro che ha fondato Maprad, ha lavorato per anni al Cern. Ha visto di prima mano come si può fare la ricerca di base in un ambiente di eccellenza. E ha deciso di portare in Italia la sua esperienza. Ha fondato Maprad, una società che si occupa di servizi avanzati e di ricerca di base. Ha lavorato per anni al Cern e ha visto di prima mano come si può fare la ricerca di base in un ambiente di eccellenza. E ha deciso di portare in Italia la sua esperienza.

IMPRESA

Maprad testa la resistenza alle radiazioni nei dispositivi elettronici

Un'azienda "spaziale"

di Carmelo Greco

L'INCONTRO FRA MAPRAD DI PERUGIA E COMPAGNIA delle Opere è del tutto casuale. «Ho letto un articolo su una spin-off - racconta Behcet Alpat, uno dei fondatori dell'azienda - in cui si parlava di Cdo. Siamo una realtà giovane e avevamo la necessità di aprire delle linee di credito con le banche. La Cdo ci ha aiutato». Nata alla fine del 2005, Maprad opera nel campo del cosiddetto *radiation hardness*, si occupa cioè di testare e qualificare i dispositivi elettronici per uso

spaziale. Per i propri clienti, vanta nomi del calibro di Finmeccanica ed Esa (European Space Agency). Alpat, di origine turca, vive in Italia da più di 25 anni ed è primo ricercatore all'Istituto nazionale di fisica nucleare (Infn) di Perugia. Per un decennio ha coordinato il gruppo di Perugia dell'Infn nell'esperimento Amis. Alpha Magnetic Spectrometer, guidato da Samuel Ting, premio Nobel 1976 per la fisica. Ed è all'interno di questa esperienza (Amis è un laboratorio orbitante che sarà mandato nello spazio nel 2010 con uno Shuttle alla ricerca di tracce di antimateria e materia oscura) che è maturata la decisione di costituire un soggetto imprenditoriale che rispondesse alle esigenze di un mercato così particolare.

Con Maprad - spiega Alpat - siamo riusciti a colmare una lacuna che c'era in Italia. I servizi che noi offriamo, infatti, prima venivano offerti solo da aziende francesi, spagnole e tedesche. Che tipo di servizi? «Utilizziamo sistematicamente due sistemi: un laser a infrarossi di cui sono co-inventore e un sistema a raggi X. Il primo simula l'azione immediata di una particella a energia molto elevata su un dispositivo elettronico; il secondo permette di calcolare il degrado a cui va incontro un meccanismo esposto per lungo tempo alle radiazioni».

Da Perugia ad Ankara
L'effetto del "degrado" sui componenti elettronici, oltre che con i raggi X, viene calcolato ricorrendo al cobalto 60 come sorgente di raggi gamma. In Italia sono pochi i laboratori in cui vengono svolti questi tipi di test. Uno di questi è quello dell'Ensa (finite per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente) a Casacchi, nelle vicinanze di Roma.

«Per lo studio degli effetti a evento singolo - aggiunge il ricercatore - occorre invece andare al fascio di ioni pesanti. Maprad lo realizza a Catania presso gli acceleratori dei laboratori nazionali del Sud dell'Infn. In più - grazie ai natali di Alpat - l'azienda ha avviato un rapporto con la Taek, Turkish Atomic Energy Authority, e con i suoi laboratori di Ankara. Un rapporto che oggi si sta allargando anche su altri fronti, come lo sviluppo di rilevatori innovativi per l'identificazione di materiali radioattivi che potrebbero transitare entro i confini turchi passando dai Paesi vicini».

È il business della *hardness* a cui va aggiunto quello dell'aviazione e il comparto automobilistico: quest'ultimo sempre più interessato dall'installazione di componenti elettronici. Mercati dai quali Maprad si aspetta nel 2009 una crescita significativa.

«Confidiamo nell'avvio di commesse importanti» conclude Alpat - Siamo certi che quest'anno inizieranno i grandi lavori».

L'azienda in pillole

Sede: Maprad srl
Sede: Perugia
Data di fondazione: Novembre 2005
Fatturato: 150.000 euro
Sito: www.maprad.com
E-mail: info@maprad.com

36 | L'ESPRESSO | 4/2/2009

Rivista della CDO 9 Febbraio, 2009

Economy,
4 Febbraio 2009



MAPRAD

Prepariamo i chip allo spazio

Una piccolissima azienda di Perugia, nata dall'idea di tre ricercatori, testa la tenuta dei dispositivi elettronici delle navicelle: un'eccezione italiana. di Carmelo Greco

Prima di andare nello spazio, non sono solo gli astronauti a dover sottoporre a un rigoroso programma d'allenamento. Anche i vari dispositivi elettronici delle navicelle subiscono una serie di controlli, fra cui quello della suscettibilità alle radiazioni. Maprad, impresa nata alla fine del 2005 dall'idea di tre ricercatori dell'Istituto nazionale di fisica nucleare (Infn) di Perugia, si occupa proprio di testare e qualificare, cioè di rendere adatti, i componenti elettronici per uso spaziale a clienti come Esa (European space agency), Finmeccanica, Aurelia microelettronica, Carlo Gavazzi space e l'Università di Valencia, solo per citarne alcuni.

LASER E RAGGI X. Oggi Maprad usa due sistemi: un laser a infrarossi brevettato dallo stesso Alpat e un sistema a raggi X. Il primo simula l'azione di una particella a energia elevata su un dispositivo; il secondo, invece, permette di calcolare il degrado a cui va incontro un meccanismo esposto per lungo tempo alle radiazioni. Oltre che con i raggi X, questa effetto viene calcolato ricorrendo al cobalto 60 come sorgente di raggi gamma.

Nel nostro Paese, i laboratori disponibili per questo tipo di test, come per esempio l'Ensa, erano spesso privi di lavoro continuo Alpat. Per rispondere a questa particolare esigenza Maprad, grazie ai natali di Alpat, ha iniziato un rapporto con la Taek, Turkish atomic energy authority. Con l'Agenzia turca la collaborazione riguarda anche lo sviluppo di rilevatori che permettano di intercettare materiali radioattivi introdotti illegalmente.

E IL FUTURO PARLA CINESE

Accanto alle applicazioni scientifiche e spaziali, il risultato del *radiation hardness* interessa l'aviazione, ma anche il settore automobilistico di cui l'elettronica è un comparto fondamentale. E grazie a queste prospettive il futuro di Maprad appare roseo: se il 2008, infatti, si è chiuso con un fatturato di circa 150 mila euro, il 2009 potrebbe triplicare questa cifra. «Stanno uscendo dalla fase di start up» sottolinea Behcet Alpat «e adesso iniziano i grandi lavori. Grazie anche all'apertura di un nuovo mercato come quello cinese. Non a caso la seconda lingua di riferimento sul sito web aziendale è proprio il cinese».



RICATTI TRIPPLICATI

FATTURATO 2008
200 mila euro
FATTURATO 2009
450 mila euro
COLLABORATORI
2
FONDAZIONE
2005
BOGA
Mauro Menichelli,
Marco Patacchia
e Behcet Alpat
MERCATI
La società opera in Italia, Spagna e Turchia.



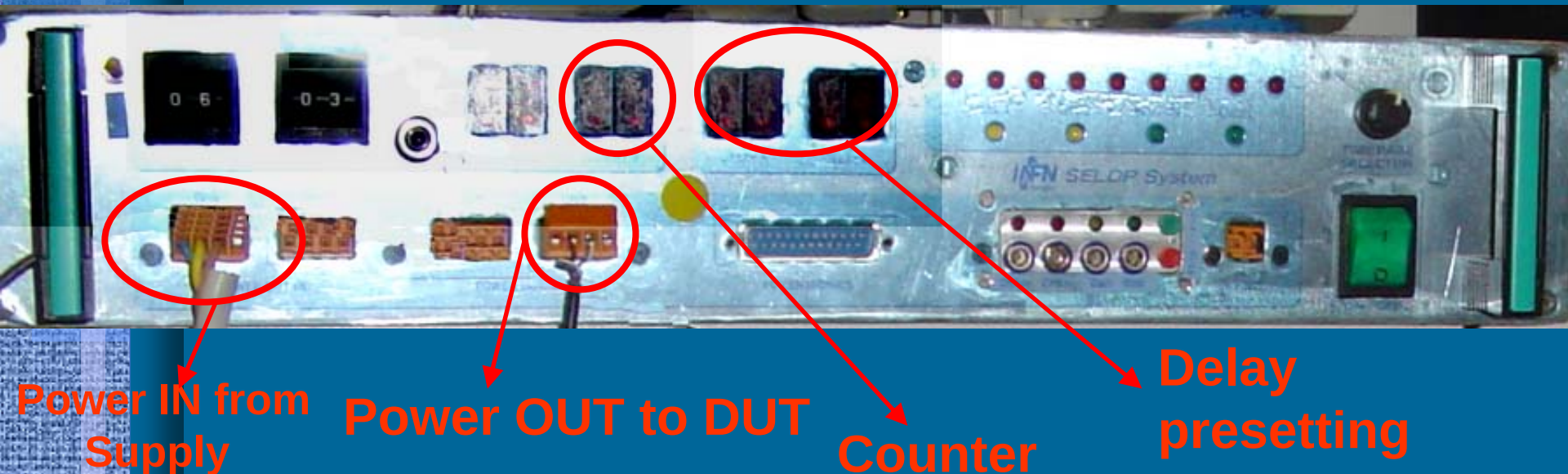
SERVIZI INTROVABILI Behcet Alpat, in alto a destra e qui sopra con il suo gruppo di lavoro, è uno dei tre fondatori di Maprad. La società offre alcuni servizi che prima erano disponibili soltanto all'estero.

Summary of MAPRAD Experience

- Un punto di accesso alle risorse finanziarie dedicate (o non) ai SME (ESA, FP7, Ministeriali, Regionali, Comunali etc.)
- Offre opportunità di lavoro ai precari
 - 5 (laureati, dottorati) Assegni di ricerca
 - 8 esperti a contratti a progetto
- Contratto di ricerca con LNS -INFN
- Contratto con Perugia-INFN e con Dip.to Fisica
- Offre possibilità di tesi di laurea/dottorato ai ingegneri e fisici. Già' 3 tesi di laurea
- In tre anni di attività 12 presentazioni/articoli scientifici

Extras & Links

Analog/Digital Signals Acquisition System (1/2): SELDP



SELDP (Single Event Latchup Detector and Protector):

Developed at INFN sez. Perugia, it monitors the input current of DUT in an **adjustable range ($\pm 12\text{V}-100\text{mA}$)**; if a SEL is detected (SEL produces an exponential rising of the current) it **suspends** power supply (at a preset delay, 1 ms up to 99 s), counts the number of events.

Investigation and Analysis of Very High Energy Accelerators for Space Radiation Simulation

Stefan Metzger¹, Behcet Alpat², Diego Caraffini³, Laurent Desorgher⁴, Marco Durante⁵, Stefan Höffgen¹, Jochen Kuhnhenh¹, Chiara La Tessa⁵, Mauro Menichelli², Alessandra Menicucci⁶, Petteri Nieminen⁶, Francesca Renzi⁷, Dieter Schardt⁵

¹ Fraunhofer INT, Appelsgarten 2, D-53879 Euskirchen, Germany

² INFN Sezione di Perugia, Via A. Pascoli, 06128 Perugia, Italy

³ MAPRad s.r.l., Via Cristoforo Colombo 19/I, 06127 Perugia, Italy

⁴ SpaceIT GmbH, Sennweg 15, CH 3012 Bern, Switzerland

⁵ Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH (GSI), Planckstraße 1, D-64291 Darmstadt, Germany

⁶ European Space Agency (ESA-ESTEC), Keplerlaan 1, 2200 AG Noordwijk, The Netherlands

⁷ Università di Perugia, Dipartimento di Fisica, 06123 Perugia, Italy

Background and objectives of the study

The space radiation environment consists of a variety of particles species covering most of the elements in the periodic table and with energies ranging from hundreds of eV up to energies as high as 10^{20} eV in case of cosmic rays. To reproduce on Earth the effects of the space radiation on electronics components, materials and human beings, space agencies, research institutes and industry use particle accelerator facilities. However, facilities currently used in Europe produce ions of relatively low energy compared to the energies encountered in space. This limitation in energy might be the source of discrepancies between in-orbit and experiments on Earth about radiation effects.

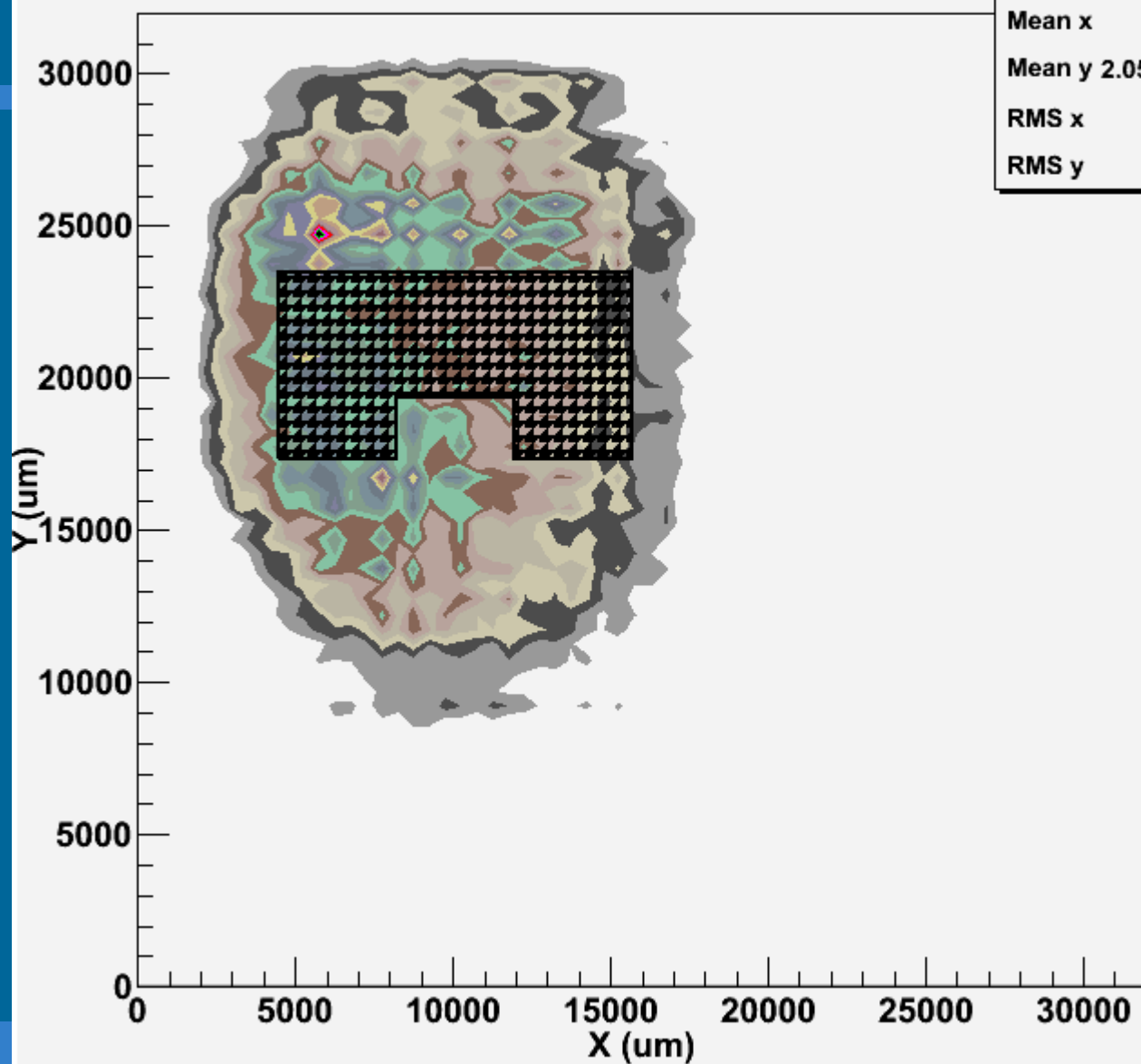
For instance some of newest manufacturing techniques for microelectronics components do not always allow removing the packaging and data gathered during irradiation campaigns may be incorrect due to an insufficient ion penetration range and the variation of the LET along the ion path. To better understand the discrepancies between in-orbit experience and pre-flight estimates on radiation effects more energetic ion beams should be used. In addition irradiations with relativistic ions can take place outside the beam tube in air which makes the experimental setup much easier (wiring, power dissipation etc.).

The use of high energy accelerators is also beneficial for the investigation of biological effects of radiation on astronauts and to test the shielding properties of various materials to determine their effectiveness in spaceflight. Moreover high energy ion shielding experiments are essential for validating physical models on ion-ion nuclear interaction included in Monte Carlo and analog codes (Geant4, FLUKA, ...) used in space radiation analysis.

We have recently started a study sponsored by ESA that will investigate in detail the needs for high energy heavy ion accelerators ($E/n \sim 1$ GeV) in Europe. Analysis shall be made of the energy dependence of radiation effects in the context of electronic devices and shielding materials testing. The associated experimental investigation will be performed at the GSI heavy ion synchrotron SIS18, which is currently in Europe the only available very high energy heavy ion facility. A Geant4 based code will be developed to simulate the ion shielding experiment that will be performed during this project with the aim of validating some ion-ion nuclear interaction models inside Geant4.

Contact person: Stefan Metzger, Appelsgarten 2, D-53879 Euskirchen, Germany, Phone: +49-2251-18-214, Fax: +49-2251-18-38-214, Email: stefan.metzger@int.fraunhofer.de

Beam Profile



CogSvsCogK

Entries	49457
Mean x	8983
Mean y	2.054e+004
RMS x	3610
RMS y	4874

- Italian National Average Rn Activity-
~80 Bq/m³
- 10000 Events corresponds to
1.5 10⁷ Bq/m³
- < 3.1 10⁻³ contamination
- MDL = 80 * 3.1 10⁻³
- ≥ 0. 25 Bq/m³

Configuration	Configuration1-a	Configuration1-b
	3 thin 8 thick detectors - volume container 10x7x10 = 700 cm ³	3 thin 5 thick detectors - volume container 10x7x10 = 700 cm ³
Number event	10000	10000
Number alpha in the world	40000	40000
Number alpha in the thin det	5986	8469
Number alpha in the thick det	4405	3263
Number beta in the world	7277590	7763949
Number beta in the thin det	13613	18255
Number beta in the thick det	11727	9026
Number gamma in the world	23922	24059
Number gamma in the thin det	7650	8676
Number gamma in the thick det	8346	6083
Number alpha Po214 in the thin det	1667	2306
Number alpha Po214 in the thick det	1173	822
Total Number alpha Po214	2840	3128
Number beta Bi214 in the thin det	2858	3703
Number beta Bi214 in the thick det	2655	1975
Total Number alpha Bi214	5513	5678
Number DC in thin or thick	1167	1248
Total Number real DC in thin or thick	1130	1217

Alpha Total	10391	11732
Beta Total	25340	27281
Gamma Total	15996	14759
DC	1167	1248
Alpha %	25,98	29,33
Beta %	0,35	0,35
Gamma %	66,87	61,35
DC %	11,67	12,48

							GEANT 4 with scintillator (Low Energy EM) 1 micron cut			GEANT 4 WITHOUT SCINTILLATOR (Low Energy EM) 1 micron CUT		
beam	beam energy (MeV/n)	air1 (cm)	air2 (cm)	impact angle (degree)	thickness scintillator (um)	Ek (MeV) Total	Ek (MeV) at Si Surface	Range in Si (cm)	Let in Si (MeV/mg/cm2) = (Ekin/Range)*(1/density)	Ek (MeV) at Si Surface	Range in Si (cm)	Let in Si (MeV/mg/cm2) = (Ekin/Range)*(1/density)
Ne-20	20	2,0	2,0	0	50	400	358	0,0437	3,53	372	0,04663	3,44
Ne-20	20	2,0	5,0	0	50	400	349	0,042	3,58	363	0,04483	3,49
Ne-20	20	5,0	5,0	0	50	400	341	0,0402	3,66	355	0,04306	3,55
Ne-20	20	5,0	10,0	0	50	400	325	0,0372	3,77	340	0,04012	3,65
Ne-20	20	5,0	15,0	0	50	400	309	0,0343	3,88	325	0,03718	3,77
Ne-20	20	5,0	20,0	0	50	400	294	0,0313	4,05	309	0,03431	3,88
Ne-20	20	5,0	25,0	0	50	400	276	0,0283	4,20	293	0,03125	4,04
Ne-20	20	5,0	30,0	0	50	400	259	0,0254	4,39	277	0,02837	4,21
Ne-20	20	15,0	30,0	0	50	400	221	0,0196	4,87	240	0,02246	4,60
Ne-20	20	20,0	30,0	0	50	400	200	0,0165	5,22	221	0,01956	4,87
Ne-20	20	25,0	30,0	0	50	400	179	0,0137	5,65	200	0,01656	5,20
Ne-20	20	30,0	30,0	0	50	400	153	0,0106	6,22	178	0,01361	5,64
Ar-40	20	2,0	2,0	0	50	800	672	0,0287	10,09	715	0,03162	9,74
Ar-40	20	2,0	5,0	0	50	800	645	0,027	10,31	689	0,02986	9,94
Ar-40	20	5,0	5,0	0	50	800	617	0,0252	10,56	663	0,02812	10,16
Ar-40	20	5,0	10,0	0	50	800	569	0,0222	11,02	617	0,02519	10,55
Ar-40	20	5,0	12,8	0	50	800	541	0,0206	11,32	591	0,02354	10,82
Ar-40	20	5,0	15,0	0	50	800	519	0,0193	11,59	569	0,02225	11,02
Ar-40	20	5,0	20,0	0	50	800	466	0,0164	12,27	519	0,01931	11,58
Ar-40	20	5,0	25,0	0	50	800	409	0,0134	13,13	466	0,01643	12,22
Ar-40	20	5,0	30,0	0	50	800	347	0,0105	14,26	411	0,0135	13,12
Ar-40	20	10,0	30,0	0	50	800	282	0,0076	16,02	349	0,01056	14,23
Ar-40	20	12,0	30,0	0	50	800	255	0,0064	17,17	323	0,00937	14,86
Kr-84	20	2,0	2,0	0	50	1680	1255	0,0185	29,19	1402	0,02152	28,06
Kr-84	20	2,0	5,0	0	50	1680	1166	0,0168	29,88	1317	0,01977	28,70
Kr-84	20	5,0	5,0	0	50	1680	1074	0,015	30,76	1230	0,01806	29,35
Kr-84	20	5,0	7,5	0	50	1680	995	0,0136	31,51	1156	0,01662	29,97
Kr-84	20	5,0	10,0	0	50	1680	915	0,0122	32,41	1079	0,01515	30,70
Kr-84	20	5,0	12,5	0	50	1680	836	0,0107	33,52	1001	0,0137	31,47
Kr-84	20	5,0	15,0	0	50	1680	751	0,0093	34,69	922	0,01228	32,36
Kr-84	20	5,0	17,5	0	50	1680	665	0,0079	36,23	840	0,01085	33,36
Xe-129	20	2,0	2,0	0	50	2580	1795	0,016	48,38	2070	0,019	46,95
Xe-129	20	2,0	5,0	0	50	2580	1636	0,0143	49,40	1917	0,01732	47,70
Xe-129	20	5,0	5,0	0	50	2580	1473	0,0109	57,99	1759	0,01559	48,63
Xe-129	20	5,0	6,0	0	50	2580	1419	0,012	50,93	1706	0,01502	48,92
Xe-129	20	5,0	9,0	0	50	2580	1253	0,0103	52,33	1546	0,01332	50,02
Xe-129	20	5,0	10,0	0	50	2580	1198	0,0098	52,91	1491	0,01275	50,37
Xe-129	20	5,0	15,0	0	50	2580	923	0,007	56,62	1217	0,00995	52,69

*

*

*

*

*

*

*

*

The Use of ^{222}Rn Monitors

The radon ^{222}Rn is a radioactively unstable noble gas. The accurate measurements of ^{222}Rn concentration is important for;

- Radiation Protection
 - Indoor measurements
- Uranium Exploration
 - High Concentration in ^{238}U mines
- Experiments that searching for rare-decays
- Earthquake Precursor Studies
 - Systematic correlations between seismic events and ^{222}Rn release in air or in ground water
- Multi parametric, multi-site, real time accurate measurement of radon activity are necessary to validate the transportation models for in/outdoor, horizontal/vertical radon level measurements as well as separate the atmospheric and geodynamical components



Ion Models Inventory

G4QMD

DPM-JET interface

Thermal 1 MeV 10 MeV 100 MeV 1 GeV 10 GeV 100 GeV 1 TeV (/n)

Evaporation

Fermi breakup

Multifragment

Photon Evap

Pre-
compound

Binary cascade Light Ions

Rad. Decay

Wilson Abrasion&Ablation

Electromagnetic Dissociation

