

Struttura	Gruppo
CATANIA	5

PREVISIONE DELLE SPESE DI DOTAZIONE E GENERALI DI GRUPPO

Dettaglio della previsione delle spese del Gruppo che non afferiscono ai singoli Esperimenti e per l'ampliamento della Dotazione di base del Gruppo

In ML

VOCI DI SPESA		DESCRIZIONE DELLA SPESA	IMPORTI						
			Parziali	Totale Compet.					
Viaggi e Missioni	Interno	Viaggi coordinatore + varie	8	8					
	Eestero	Conferenze + varie	7	7					
Materiale di Consumo		Componenti da vuoto ed elettronici Connetteria varia	8	8					
Spese Seminari			2	2					
Trasporti e facch.									
Pubblicazioni Scientifiche			2	2					
Spese Calcolo		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:25%;">Consorzio</td> <td style="width:15%;">Ore CPU</td> <td style="width:15%;">Spazio Disco</td> <td style="width:15%;">Cassette</td> <td style="width:30%;">Altro</td> </tr> </table>	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro		
Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro					
Affitti e Manutenzione Apparecchiature (1)		n 4 SPARK	10	10					
Materiale Inventariabile		accessori per macchine da calcolo moduli elettronici controlli per vuoto	8	8					
TOTALI				45					

(1) Indicare tutte le macchine in manutenzione

Struttura	Gruppo
CATANIA	5

PREVISIONE DELLE SPESE PER LE RICERCHE

RIEPILOGO DELLE SPESE PREVISTE PER LE RICERCHE DEL GRUPPO

In ML

SIGLA ESPERIMENTO	SPESA PROPOSTA										
	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Spese Semin.	Trasp. e Facchin.	Pubbl. Scient.	Spese Calc.	Aff. e Manut. App.	Mater. Invent.	Costruz. Appar.	TOT. Compet.
A) Esperimenti o iniz. Specifiche Gr. IV in Corso	ATER2-R TLIP	10	14	17					15	8	64
	NEMO5	12	14	26							52
	SCLOC	8	7	40					50		105
Totali A)	30	35	83					65	8	221	
B) Esperimenti o Iniz. Spec. Gr. IV da Iniziare	DIAMANTE2	15	20	8					8		51
	DOSINE	5	5	4							14
	FLUXEN	8	3	26							37
	HSPLIN	5	8	41							54
Totali B)	33	36	79					8		156	
C) Dotazioni di Gruppo	8	7	8	2		2		10	8	45	
Totali (A+B+C)	71	78	170	2		2		10	81	422	

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEAREPreventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
	ATER2-R TLIP	5

Struttura
CATANIA

Rappresentante Nazionale: G.GIALANELLA

Struttura di appartenenza: NAPOLI

Posizione nell'I.N.F.N.:

Ricercatore responsabile locale: BRAI M.

INFORMAZIONI GENERALI

Linea di ricerca	RIVELATORI T1 per ioni leggeri e protoni
Laboratorio ove si raccolgono i dati	ISTITUTO DELLA BIOCOMUNICAZIONE UNIVERSITA' DI PALERMO
Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio	
Acceleratore usato	TANDEM e CS LNS, ALPI, LNL
Fascio (sigla e caratteristiche)	Protoni 60-250 MeV, ioni leggeri da 20 a 100 MeV/nucleone
Processo fisico studiato	RIVELATORI TL PER IONI LEGGERI E PROTONI DI BASSA ENERGIA
Apparato strumentale utilizzato	
Sezioni partecipanti all'esperimento	Collaborazione Ater II
Istituzioni esterne all'Ente partecipanti	Collaborazione Ater II
Durata esperimento	3 anni

Mod. EC. 1

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	ATER2-R TLIP	5

Struttura
CATANIA

PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO 2001

In ML

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA					IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale	
						Parziali	Totale Compet.		
Viaggi e missioni	Interno	Missioni LNS, LNL, Milano, Torino 2 persone/missione 3 giorni/missione per un totale di 5 missioni Partecipazione a Congressi					10	10	
	Estero	Missioni Clatterbridge Missioni UK, CSI, D, Israele Partecipazione a Congressi Internazionali 2 persone per missione					14	14	
Materiale Consumo	Dosimetri					6	17		
	materiale di laboratorio, composti chimici, software					6			
	accessori e minuteria EPR, TL e computer					5			
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.									
Materiale Inventariabile	testa di fantoccio antropomorfo					15	15		
Costruzione Apparati	fantocci tessuto equivalente per simulazione irraggiamenti in vivo con					8	8		
Totale							64		
Note:									

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
	ATER2-R TLIP	5

Struttura
CATANIA

ALLEGATO MODELLO EC 2

VEDI ALLEGATI 1 e 2

Codice	Esperimento	Gruppo
	ATER2-R TLIP	5

Struttura
CATANIA

PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE
PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2000	7	15	13				10		45
TOTALI	7	15	13				10		45

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Mod. EC. 3

(a cura del responsabile locale)

Esperimento	Gruppo
ATER2-R TLIP	5

Struttura
CATANIA

ALLEGATO 1**ATER-R****Dosimetria e microdosimetria per adroterapia**

TLIP: Dosimetria ioni leggeri e protoni con rivelatori a TL

Sezioni partecipanti: Catania (Palermo)**Collaborazione sezioni in ATER(Torino, Perugia, Milano), LNL, LNS**

Elenco partecipanti	<i>Affiliaz.</i>	<i>%</i>
Brai Maria	Prof Associato – Univ Palermo	CT 70
Bartolotta Antonio	Prof Associato – Univ Palermo	CT 40
Teri Giovanni	Assegnista - Univ Palermo	CT 100
Basile Salvatore	Ricercatore - Univ Palermo	80
Caputo Vittorio	Dirigente Fisico ARNAS - Palermo	50
Lo Nigro Salvatore	Prof Ordinario – Univ. Catania	CT 20
Rosario Rey Zabalza	Dottoranda di Fisica	100
Letizia Barone Tonghi	Dirigente Fisico ARNAS - Palermo	CT 50
Giovanni Bruno	Esperto Qualificato	60

Collegamenti internazionali

CCO, CLATTERBRIDGE, U.K.; PSI,VILLIGEN, SW, NIZZA, CSI, AMBURGO, D.

TLIP**Rivelatori TL per Ioni leggeri e Protoni**

Responsabile: Prof Maria Brai Università di Palermo - Sezione INFN di Catania

SCOPO DEL PROGETTO

Studio della risposta di materiali dosimetrici a stato solido a radiazioni di diverso LET.

PROBLEMATICHE GENERALI

- 1) Dipendenza dall'energia, dal rateo e dalla dose.
- 2) Fasci di elettroni, protoni, ioni leggeri.
- 3) Studio della struttura dei difetti termoluminescenti e di risonanza di spin elettronico.
- 4) Modelli cinetici per la deconvoluzione delle righe spettrali TL e ESR, modelli per i meccanismi di trasferimento di energia.
- 5) Confronto con altri dosimetri a stato solido: alanina, tartarato di ammonio, GaF cromatici.

a. Abstract del progetto

La dosimetria TL che utilizza diverse molecole bersaglio rimane ancora oggi un sistema affidabile e con caratteristiche confrontabili, se non superiori, con quelle di altre tecniche di dosimetria delle radiazioni ionizzanti di tipo relativo. Nel

caso dell'uso terapeutico di radiazioni ionizzanti di diversa natura è fondamentale la misura di dosi anche inferiori a 10 Gy con incertezza complessiva non superiore al 5%, e ricavare profili di valori relativi di dose sull'asse del fascio incidente o su un piano ad esso perpendicolare. A tale scopo, il contributo dovuto alle incertezze di tipo stocastico non dovrebbe superare il 3-4%, valore non facilmente ottenibile per esempio oggi anche con dosimetri alanina/ESR soprattutto a causa di fluttuazioni intrinseche nel segnale ESR di dosimetri non irradiati.

Per quanto riguarda la dosimetria a termoluminescenza (TL), i rivelatori a LiF con diverse impurezze sembrano essere i più adatti anche in relazione alle altre caratteristiche di risposta (linearità, fading, omogeneità...).

Saranno utilizzati dosimetri a termoluminescenza LiF:Mg,Ti e LiF:Mg,Cu,P reperibili in commercio per il confronto delle seguenti proprietà al variare della qualità del fascio (fotoni, elettroni, protoni 14-70 MeV, ioni leggeri) utilizzato: risposta in funzione della dose; ripetibilità, fading, risposta in energia, andamento delle "glow curve". Sarà anche verificata la possibilità di riprodurre il profilo di assorbimento nel mezzo e il picco di Bragg sia tramite l'irraggiamento contemporaneo di più dosimetri sovrapposti, sia tramite l'irraggiamento di singoli dosimetri a differenti spessori "acqua equivalenti". In quest'ultimo caso sarà fatto uso di dosimetri ultrasottili (film) e si valuterà l'opportunità di utilizzare dosimetri sperimentali a geometria e dimensioni differenti.

E' noto d'altra parte che per qualsiasi sistema dosimetrico la conoscenza dei fenomeni che portano alla perdita di energia nel mezzo irradiato e il tipo di difetto che in esso si genera può ridurre le incertezze sulla valutazione della dose, che in alcuni casi può risultare anche del 20%.

A tale scopo oltre allo studio delle glow curve e alla deconvoluzione di esse si pensa di analizzare anche i segnali ESR generati da questi difetti, dopo esposizione a dosi relativamente basse di raggi gamma, elettroni e protoni di diversa energia. Lo studio che ci si propone di portare avanti potrebbe quindi chiarire se esiste una correlazione tra i difetti responsabili delle due attività, termica (segnale termoluminescente) e magnetica (segnale ESR). Infine ci si propone di estendere l'osservazione in campioni trattati termicamente, allo scopo di determinare se anche la creazione dei difetti che generano il segnale ESR sia un processo reversibile, sotto opportune condizioni.

Principali risultati raggiunti nel 1999:

Dipendenza dall'energia, dal rateo e dalla dose di protoni di 26 MeV.

1. Bartolotta, M. Brai, G. Cuttone, P. Fattibene, S. Onori, L. Raffaele, G. Teri, L. Torrisi: Response characteristics of thermoluminescence and alanine/EPR dosimeters to (10-24) MeV. Rad.Prot.Dos. 1999, 85, 353-356.
2. Bartolotta, M. Brai, G. Cuttone, E. Egger, P. Fattibene, A. Kacpersek, S. Onori, L. Raffaele, G. Teri: First Dosimetry Intercomparison Results for the CATANA Project. Phys Medica 1999, 15, 121-130.
3. M. Brai, S. Basile, G. Bruno, R. Rey Zabalza, G. Teri, A. Bartolotta, G. Cuttone, L. Raffaele, G. Sabini. Glow curve deconvolution of TL dosimeters response to radiations with different LET. Proceedings VI EFOMP CONGRESS, Monduzzi eds., 105-110.
4. M. Brai, S. Basile, R. Rey Zabalza, G. Teri, A. Bartolotta Glow curve analysis of LiF dosimeters irradiated with low energy protons.. Proceedings II NURT – V Nuclear Physics WONP congress, Havana, Cuba, ottobre 1999.
5. Bartolotta, M. Brai, V. De Caro, L.I. Giannola, R. Rap, G. Teri: ESR solid state dosimetry: comparative behaviour of various materials and blend preparation procedures. Rad.Prot.Dos. 1999, 84, 293-296.

Esperimento	Gruppo
ATER2-R TLIP	5

Struttura
CATANIA

ALLEGATO 2**ATTIVITÀ 2000:****I semestre**

- continuazione delle attività avviate nel I anno; messa a punto di nuovi algoritmi di deconvoluzione delle glow curve per dosimetri TL;
- studio con tecniche di fisica della materia (analisi di eventuali segnali ESR in seguito ad irraggiamento e delle modificazioni in seguito a trattamento termico delle stesse) delle caratteristiche fisiche del danno dosimetrico per radiazioni a diverso LET;
- elaborazione dei dati delle glow curve in funzione della qualità e dell'intensità del fascio (fotoni, protoni da 11 a 70 MeV); scelta delle migliori condizioni di lettura per una ottimizzazione del rapporto segnale rumore e della sensibilità della lettura dosimetrica.

Principali risultati raggiunti nel 2000- I Semestre.

- 1) Studio della struttura dei difetti termoluminescenti e di risonanza di spin elettronico.
- 2) Confronto con altri dosimetri a stato solido: alanina, tartarato di ammonio.
- 3) Modelli cinetici per la deconvoluzione delle righe spettrali TL.
- 4) Caratterizzazione del rapporto relativo dei segnali dei difetti termoluminescenti ad alta e bassa temperatura (HTR e LTR) di LiF con diverse impurezze per protoni di energia 11 – 70 MeV.

1. M.Brai, A. Bartolotta, S. Basile, G. Bruno, G. Teri, G. Cuttone, R. Rey Zabalza: Thermoluminescence curves of LiF doseimeters irradiated with proton beams. Nuclear and Condensed Matter. AIP 2000, 513, 35-38.

2. M.Brai, A. Bartolotta, G. Teri et al:ESR evaluation of stable free radicals produced by ionizing radiation in multifunctional substances. Application for absorbed dose measurements in radiotherapy. Nuclear and Condensed Matter. AIP 2000, 513, 31-34.

3. M.G. Sabini, G.A.P. Cirrone, L. Barone Tonghi, A: Bartolotta, M. Brai, G. Teri, S: Lo Nigro, L: Raffaele et al. Use of 70 MeV proton beam for medical applications at INFN-LNS: CATANA project. Nuclear and Condensed Matter. AIP 2000, 513, 31-34.

4. M. Brai, S. Basile, G. Bruno, R. Rey Zabalza, G. Teri, A. Bartolotta, V. Caputo, L. Barone Tonghi: Dosimetria a Termoluminescenza per fasci di protoni ad Alto LET. Il contributo della Fisica nelle attività mediche ospedaliere. I Convegno AIFM-Sicilia, atti in corso di stampa

II semestre 2000

- completare le caratteristiche dosimetriche dei TL con fasci di elettroni e ioni leggeri ;
- interconfronto con i risultati ottenuti con le camere a ionizzazione , ed eventualmente sistemi di dosimetria assoluta;
- confronto delle caratteristiche dosimetriche con quelle di altri sistemi dosimetrici a stato solido (Fotoluminescenti, ESR);
- sperimentazione di nuovi TL per dosimetria di protoni.

Programmazione 2001

Nell'anno 2001 si prevede di potere realizzare irraggiamenti con particelle cariche pesanti, protoni di più bassa energia e ioni carbonio. Pertanto sono previsti irraggiamenti presso centri nazionali ed internazionali presso cui siano disponibili i sistemi per l'irraggiamento.

Io semestre (IIIo anno)**Obiettivi da raggiungere:**

- continuazione delle attività avviate nel IIo anno: studio di linearità, sensibilità, minima dose rivelabile con fasci di protoni di energia fino ad 80 MeV, irraggiamenti presso i Laboratori Nazionali del Sud di Catania, e altre facilities disponibili in Italia e all'estero;
- studio di risposta in energia, linearità, sensibilità, minima dose rivelabile con fasci di ioni leggeri disponibili;

IIo semestre (IIIo anno)**Obiettivi da raggiungere:**

- Messa a punto e divulgazione di procedure applicative dei dosimetri TL già caratterizzati per la dosimetria con fasci di protoni per terapia anche per energie superiori ad 80 MeV, confronto con le risposte di dosimetri a stato solido ESR;
- elaborazione complessiva di tutti i dati ottenuti e valutazione critica degli stessi per la realizzazione di un laboratorio dosimetrico standard attorno ad un impianto per terapia con protoni e per la messa a punto di protocolli di dosimetria "in vivo".

Richieste finanziarie triennio 1999-2001

1999 Richiesto Assegnato

dosimetri TL di varia produzione 10.000 10.000
trasferte in laboratori nazionali per esperimenti e procedure di interconfronto 6.000 4.000
Forno per TL 10.000 =====
TOTALE 26.000 14.000

2000 Richiesto Assegnato

dosimetri TL di varia produzione e materiale di laboratorio 13.000 10.000
trasferte in laboratori nazionali e esteri per esperimenti e procedure di interconfronto 22.000 16.000
Forno per TL 10.000 =====
TOTALE 45.000 26.000

2001 Richiesto Assegnato

dosimetri TL di varia produzione e materiale di laboratorio 15.000
trasferte in laboratori esteri per esperimenti e procedure di interconfronto, congressi 14.000
trasferte in laboratori nazionali per esperimenti e procedure di interconfronto, congressi 10.000
Mat. Inventariabile: Testa di fantoccio antropomorfo 15.000
Costruzione apparati: Fantocci tessuto equivalente per simulazione in vivo di distribuzione di dose 8.000
TOTALE 62.000

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
	NEMO5	5

Struttura
CATANIA

Ricercatore
responsabile locale: **RUSSO G.Valerio**

Rappresentante Nazionale: Emilio Migneco

Struttura di appartenenza: L.N.S.

Posizione nell'I.N.F.N.: Associato

INFORMAZIONI GENERALI

Linea di ricerca	a) Ricerca e caratterizzazione oceanografica ed ottica di siti sottomarini profondi per la costruzione di un telescopio di neutrini b) Elettronica di basso consumo per il telescopio sottomarino per neutrini
Laboratorio ove si raccolgono i dati	
Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio	
Acceleratore usato	
Fascio (sigla e caratteristiche)	
Processo fisico studiato	Rivelazione di luce Cerenkov in acqua Diffusione ed assorbimento della luce in acque marine profonde Proprieta' chimico-fisico-biologiche delle acque profonde
Apparato strumentale utilizzato	a) Strumentazione oceanografica per misure di assorbimento e diffusione della luce in acqua b) Strumentazione elettronica di laboratorio per progetto, costruzione e misure di apparati analogici e digitali, cioe:Microposizionatore. Laser impulsato I.R. Sistema diacquisizione multiparametrico. Voltmetro digitale. Oscilloscopi campionatori veloci. Alimentatori programmabili. Network Analyser. Generatore di Funzioni Arbitrarie. Macchine da calcolo per VLSI Analogico di elettronica di F.E. e readout. Macchina per bonding. Probing Station. Camera Pulita del Lab. di Microelettronica. State Logic Analyser. Camer oscura per caratterizzazione di PM.
Sezioni partecipanti all'esperimento	Bologna, Catania, Roma I
Istituzioni esterne all'Ente partecipanti	Osservatorio Geofisico Sperimentale, Trieste; Ist. Biologia del Mare CNR, Venezia; Ist. per lo studio dell'Oceanografia Fisica (IOF),CNR, La Spezia; Ist. Talassografico CNR, Messina; CIRCAM, Cagliari;Fondazione Ugo Bordoni, Roma
Durata esperimento	due anni + 1 di prolungamento

Mod. EC. 1

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	NEMO5	5

Struttura
CATANIA

PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO 2001
In ML

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA					IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale	
						Parziali	Totale Compet.		
Viaggi e missioni	Interno	2 meeting di collaborazione fuori sede per ricercatore					8	12	
		3 meeting dei responsabili					4		
Estero	2 Meeting con istituzioni estere					6	14		
	Partecipazioni a conferenze					8			
Materiale Consumo	2 Run Tecnologia AMS .35 O.					20	26		
	2 Board di test					6			
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.									
Materiale Inventariabile									
Costruzione Apparati									
Totale							52		
Note:									

Codice	Esperimento	Gruppo
	NEMO5	5

Struttura
CATANIA

ALLEGATO MODELLO EC 2

Nella relazione allegata si spiega esplicitamente che, mentre le attività relative all'R&D del modulo ottico ed allo scatterometro di profondità si concluderanno entro il 2000, quelle di microelettronica richiedono un prolungamento di un anno.

Attività prevista

Realizzazione di una scheda per i test dei chip, l'unità di controllo.

Test di laboratorio della versione finale del T&SPC.

Test di un moltiplicatore di frequenza a bassa potenza 10-200 MHz.

Progettazione invio in fonderia e test di laboratorio della versione definitiva della memoria analogica LIRA.

Progettazione, invio in fonderia e test di laboratorio della versione definitiva dell'elettronica di front-end del OM su un unico chip, il T&SPC, il PLL, due LIRA. Questo chip ha la previsione dello slow control.

Realizzazione di una scheda prototipo su cui montare questo chip, l'unità di controllo, l'ADC e il sistema di compressione e trasferimento dati

LA RELAZIONE SULL'ATTIVITÀ SVOLTA È ALLEGATA

Codice	Esperimento	Gruppo
	NEMO5	5

Struttura
CATANIA

PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE
PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
199	21	3	64				197	15	300
2000	33	19	79				54		185
TOTALI	54	22	143				251	15	485

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Mod. EC. 3

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	NEMO5	5

Struttura
CATANIA

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)

LAUREANDI		Associazione		Titolo della Tesi
Cognome e Nome		SI	NO	
Cannizzaro Silvia		<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	Memorie analogiche a condensatori commutati
Relatore Russo G.V		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
SERVIZI TECNICI				
Denominazione	mesi-uomo	Annotazioni		
INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)				
DENOMINAZIONE		DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA		
AMS		Produzione prototipi elettronica di front-end		

Codice	Esperimento	Gruppo
	NEMO5	5

Struttura
CATANIA

Consuntivo anno 1999/2000

LAUREATI		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Laurea in		
DOTTORI di RICERCA		
Dott in		
PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo
N.Randazzo	NEMO Project: Studies of the feasibility of a KM3-Scale Underwater Neutrino Telescope in the Mediterranean Area	Proc. Sesta Conferenza Scientifica Regionale del CRRNSM, Palermo, 14-15 Ott. 1999
D.LoPresti	Low Power Electronics for a Submarine Neutrino Detector	TAUP Paris, 6-10 Sept. 1999
C.Petta	An instrument to measure the scattering effect on the Cherenkov light for a neutrino underwater telescope	TAUP Paris, 6-10 Sept. 1999

Codice	Esperimento	Gruppo
	NEMO5	5

Struttura
CATANIA

Consuntivo anno 1999/2000

SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	_____	
Missioni Estere	_____	
Consumo	_____ -27	
Trasporti e Facchinaggio	_____	
Spese Calcolo	_____	
Affitti e Manutenzioni	_____	
Materiale Inventariabile	_____ +27	
Costruzione Apparati	_____	
Totale storni	_____ 0	

CONFERENZE, WORKSHOP e SCUOLE ORGANIZZATE in ITALIA

Data	Titolo	Luogo

SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)
Hewlett Packard	Stazione di test hp16000	65
Hydronaut	Sonda Ocean Seven 3A	40
PicoQuant	Laser verde pulsato LDA400	25
ophir	Optical Power Meter	15
In fieri	Gara per Camera iperbarica	180
Vari	Costruzione scatterometro di profondità	50

NEMO

Department of Physics
and Astronomy

Catania University
INFN

Catania



Microelettronica

Low Power Front-End for Optical Module

Giugno 2000

RELAZIONE SULL'ATTIVITA'

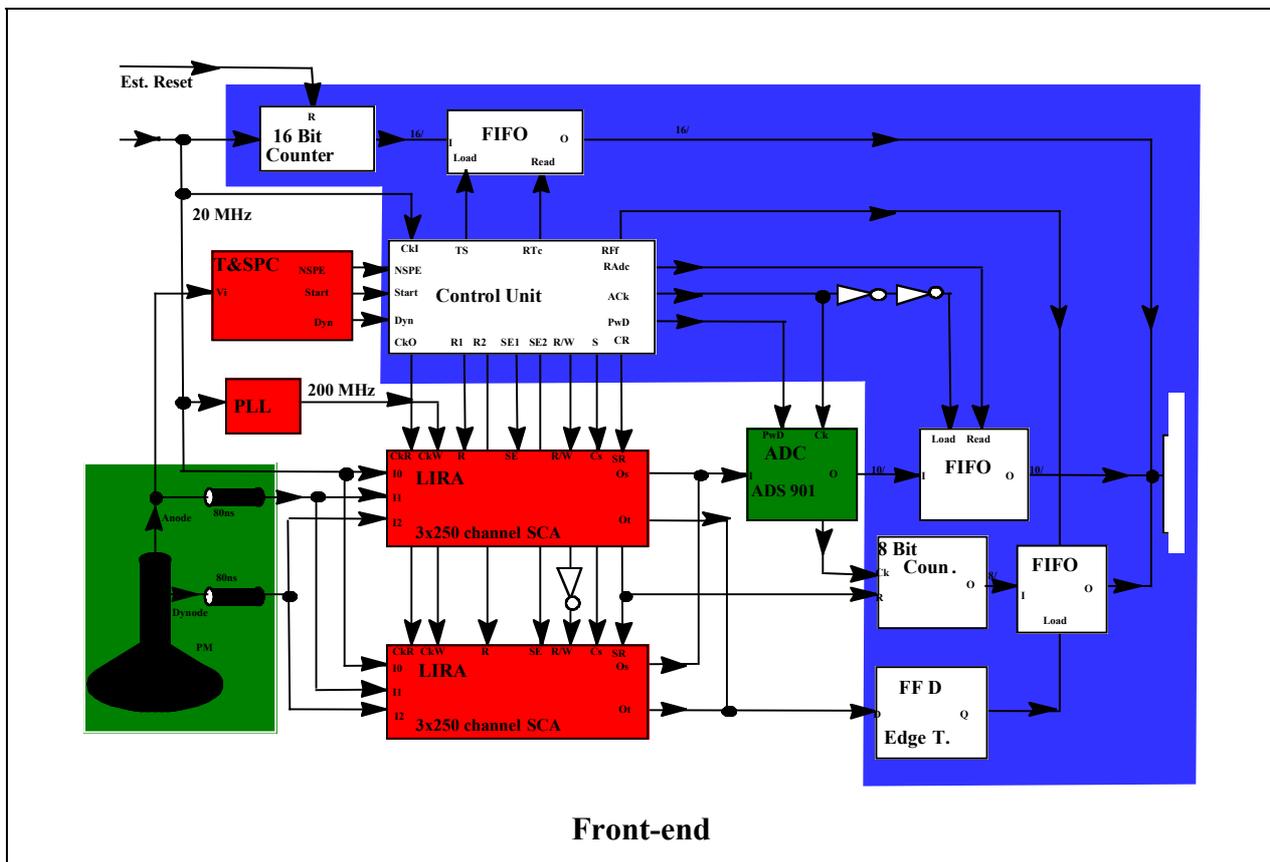
• Attività di Microelettronica della Sezione di Catania

Si sta lavorando su tre differenti dispositivi che sono necessari per il front-end per NEMO

1. Elettronica di front-end

Per la realizzazione dell'elettronica di front-end per i fotomoltiplicatori (PMT) all'interno del modulo ottico nell'esperimento NEMO è necessaria la progettazione e la costruzione di tre ASICs full-custom low power, come detto nell'addendum della Lettera d'intenti. Questi ASICs svolgeranno rispettivamente le funzioni di:

- sistema di trigger e classificazione (T&SPC) dei segnali provenienti dal PMT;
- linea di ritardo analogica (LIRA) per il campionamento dei segnali analogici provenienti dal PMT ;
- PLL per la produzione del clock a 200MHz in situ a partire dal master clock di 20 MHz proveniente dalla stazione di terra.



In figura è mostrato uno schema semplificato del front-end. Per ragioni di opportunità i tre dispositivi sono stati realizzati, in una prima versione, separati. Una versione definitiva è prevista con un unico ASIC con a bordo un T&SPC, un PLL e due LIRA. Tutti e tre i circuiti verranno fabbricati in tecnologia AMS CMOS 0.35 μm . Si prevede che questa tecnologia sia in grado di poter lavorare alle alte frequenze in gioco (200 MHz) e di compattare in un unico chip finale in cui tutti e tre i blocchi precedentemente descritti.

2. Trigger and Single Photon Classifier – T&SPC

Esso ha come ingresso il segnale del fotomoltiplicatore (PMT). Prende le decisioni riguardo l'istante d'inizio del campionamento, la sua durata e quale fra il canale dell'anodo e del dinodo successivamente trasferisce dalla memoria all'ADC. Il dispositivo funziona nel seguente modo:

1. Se il segnale proveniente dal PMT supera il livello corrispondente ad una soglia bassa, THR1, dell'ordine di un quarto di singolo fotoelettrone (SPE), settabile remotamente, viene fornito in corrispondenza dell'uscita START un impulso stretto che fa scattare il sampling del segnale;
2. Se il segnale supera anche una soglia THR2 più alta, dell'ordine di 5 SPE, (regolabile remotamente), esso fornisce, in aggiunta, un segnale Dyn, che, in fase di lettura, abilita la lettura del canale dinodo, invece che del canale anodo. In tal modo il sistema riesce ad avere una dinamica complessiva equivalente di 12-13 bit superiore agli 8 bit dell'ADC. Inoltre viene anche fornito un impulso di non singolo fotoelettrone (NSPE);
3. Se il segnale dura oltre un tempo prefissato e regolabile remotamente si produce NSPE;
4. Se il segnale supera la soglia SPE/4 almeno due volte entro un tempo prestabilito e settabile remotamente si produce NSPE.

In tal modo si regolano, con largo margine di discrezionalità e dalla riva, i parametri di classificazione dei segnali del PM. Il trigger a livello 0 e quello a livello 1 possono, così, essere regolati in base alle esigenze sperimentali

Il dispositivo è pervenuto dalla fonderia da poco tempo. E' stata sviluppata in Sezione una scheda per eseguire i test che alloggia ed alimenta il circuito e permette di operare le regolazioni sulle soglie di trigger. Si sono cominciati i test. La funzionalità del circuito integrato è stata testata e, in corrispondenza dei possibili segnali provenienti dal PMT, i segnali di classificazione ed il trigger si sono presentati corretti in uscita. I segnali d'ingresso sono stati prodotti con un generatore di forme d'onda arbitraria. La dissipazione di potenza è di circa 5mW. La fase successiva prevede una caratterizzazione completa del chip che dovrebbe essere completata entro un paio di settimane. Una nuova scheda che consentirà di pilotare il T&SPC direttamente con il PMT è al momento in progettazione.

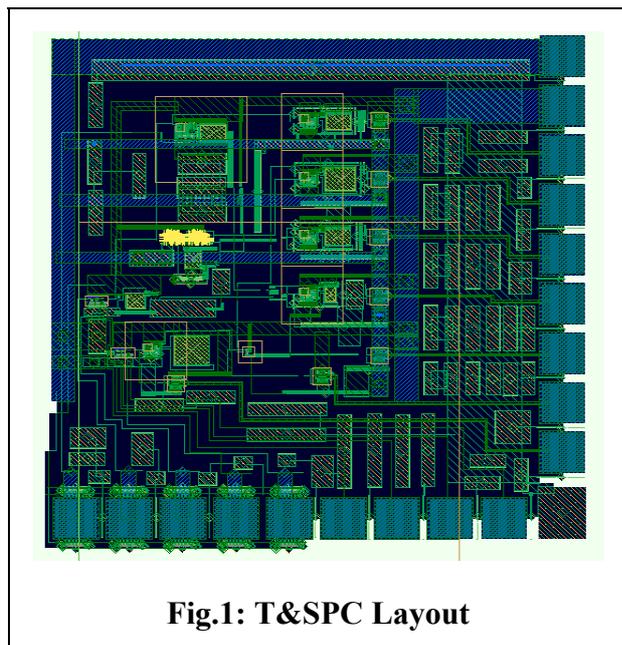


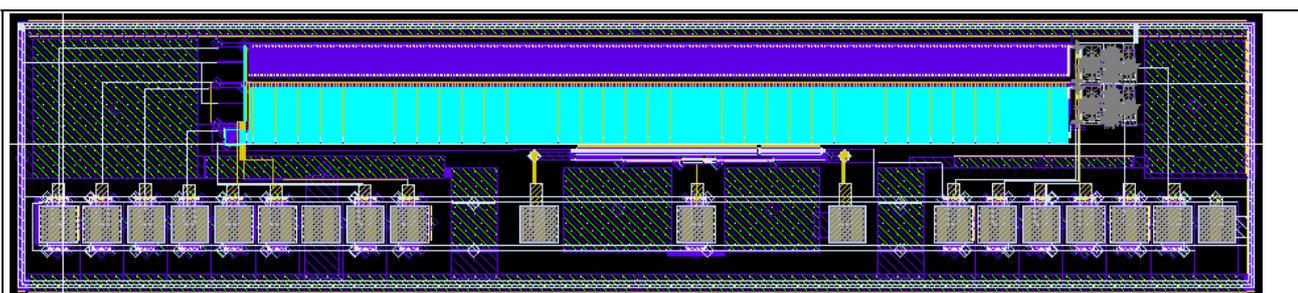
Fig.1: T&SPC Layout

3. La Memoria LIRA (Linea di Ritardo Analogica)

LIRA è una memoria a condensatori commutati del tipo Voltage/Sampling-Voltage/Transfer da realizzare sempre con la stessa tecnologia. La memoria campiona tre canali simultaneamente a 200 Msample al secondo. I segnali d'ingresso sono 3 con dinamica di 2 V. La stessa è la dinamica d'uscita. La linearità attesa è molto buona e la risoluzione di almeno 9 bit. Due tensioni continue, V_a e V_b , permettono la regolazione dell'offset ingresso-uscita.

Nel chip finale saranno presenti due LIRA che funzioneranno alternativamente in scrittura e lettura al fine di minimizzare il tempo morto. La commutazione fra la scrittura e la lettura e viceversa avviene in al massimo tre colpi del clock slave a 200 MHz ed è, quindi, inferiore a 15 ns. Trattandosi di un ASIC mixed, bisogna utilizzare alimentazioni separate per la parte analogica e per quella logica per migliorare la risoluzione e limitare disturbi e crosstalk.

Abbiamo già realizzato dispositivi simili anche se in tecnologie differenti. Per esempio una da 3 canali per 64 celle ciascuno che campiona a 40 MHz e legge a 3 MHz. LIRA, con le opportune modifiche è stata simulata ed il suo comportamento risulta conforme alle specifiche richieste. LIRA è capace di campionare il segnale analogico d'ingresso a 200 MHz e trasferirlo a 10 MHz. Alla fase di simulazioni del dispositivo è seguita la realizzazione. Un primo prototipo con 2 canali e 256 celle è adesso disponibile e sarà sottoposto a test, alla fine di quelli del T&SPC. Per i test verranno utilizzati strumenti nuovi, acquistati con fondi da G.V., adatti a pilotare il circuito alle frequenze in gioco emulando i segnali di controllo che, nella realizzazione finale, verranno forniti da un'unità di controllo che è in via di progettazione a cura della Sezione di Bologna.



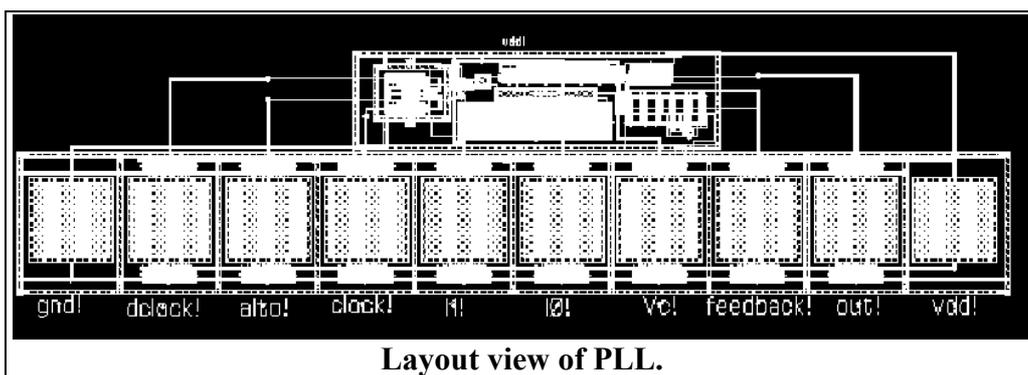
LIRA: first prototype two channel, 256 cell.

L'esperienza nel test di memorie analoghe ma progettate per esigenze diverse consentirà di utilizzare i risultati per misurare le prestazioni reali del circuito e ottimizzarlo in vista del progetto definitivo tenendo presente la sua integrazione finale insieme agli altri succitati blocchi.

4. Phase Locked Loop.

Non era previsto di realizzare questo dispositivo come ASIC ma di impiegarne uno commerciale. Tuttavia i problemi di trasmissione dei segnali così rapidi in una board ci hanno convinto della necessità di svilupparne uno da integrare, alla fine all'interno del front-end.

Il PLL è un dispositivo in grado di generare un clock a 200 MHz, con un duty cycle del 54%, a partire dal Master Clock di 20 MHz. Il circuito, un ASIC realizzato in tecnologia AMS 0.35 μm , è caratterizzato dalla possibilità di regolare la frequenza del clock di uscita attraverso una tensione di controllo esterna. In tal modo se ne può ottenere una più grande o più piccola dei 200 MHz, al momento richiesti. Il campo di variazione è 200-300MHz. La dissipazione di potenza è di circa 15 mW. Nel chip, che è in fase di test, non è stato, per il momento, integrato il divisore, che permette di dividere la frequenza del segnale di uscita per 10. Ciò è stato causato da problemi dovuti ai ritardi di propagazione delle porte logiche utilizzate. Si è pensato allora di costruire una scheda su cui montare il PLL ed un divisore esterno, in modo tale da testare la funzionalità del circuito.



E' comunque stato progettato un divisore realizzato con porte logiche che hanno minimi ritardi di propagazione. Ciò è necessario in quanto è proprio il divisore che, retro-

azionando l'uscita con l'ingresso, permette di verificare se il clock di uscita è in fase con il Master Clock. Si prevede di inviare in fonderia con il prossimo run il PLL completo. Il layout del PLL completo da inviare è mostrato in figura.

5. Conclusioni

Come si può vedere le attività di microelettronica sono andate avanti con la realizzazione di tre prototipi uno dei quali è perfettamente funzionante. Purtroppo, come sanno i ricercatori che si occupano di ASICs, per ogni nuovo prototipo, fra design, tempo di fonderia e test, è richiesto un tempo non inferiore a 6 mesi. Nel frattempo non è possibile fare ulteriori passi per modificare, migliorare ed inserire ulteriori funzioni. Di qui alla fine del corrente anno mancano ancora 6 mesi. Tuttavia, anche se è prevedibile un altro giro di run per tutti e tre dispositivi, non è possibile fissarne la data, salvo, il T&SPC la cui versione definitiva sarà certamente testata entro il corrente anno. Per la versione definitiva degli altri due dispositivi e soprattutto per una versione completa del front-end si rende indispensabile un prolungamento di un anno.

6. Comunicazioni a Convegni

1. D.LoPresti on behalf of NEMO Collaboration, “Low Power Electronics for a Submarine Neutrino Detector”, Proc. TAUP Conf., Paris, 6-10 Sept. 1999
2. D.LoPresti on behalf of NEMO Collaboration, “Low Power Electronics for NEMO detector ”, Proc. Sesta Conferenza Scientifica Regionale del CRRNSM, Palermo, 14-15 Ott. 1999
3. N.Randazzo on behalf of NEMO Collaboration, “NEMO Project: Studies of the feasibility of a KM³-Scale Underwater Neutrino Telescope in the Mediterranean Area”, Proc. Sesta Conferenza Scientifica Regionale del CRRNSM, Palermo, 14-15 Ott. 1999

7. Tesi di laurea o di dottorato in corso di svolgimento nell'ambito di NEMO

Tesi di laurea in Fisica

S.Cannizzaro – Memorie analogiche a condensatori commutati

Tesi di Dottorato in Ingegneria Elettronica

L.Caponetto – LIRA: Linea di Ritardo Analogica

NEMO

Department of Physics and
Astronomy
Catania University

INFN
Catania
Department



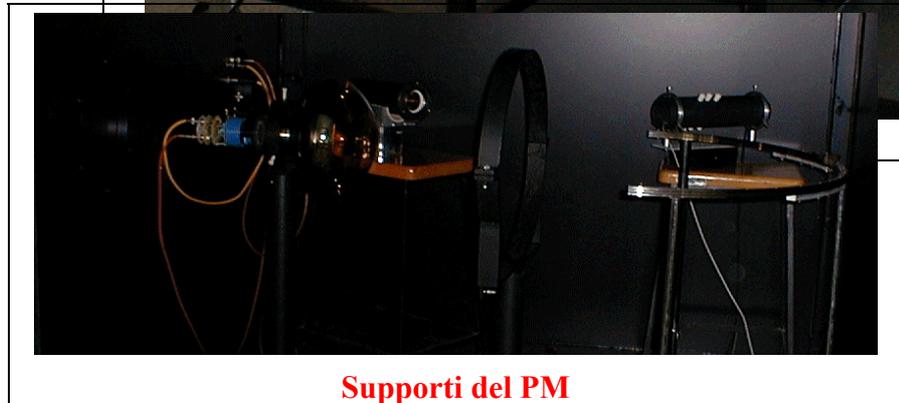
R & D del Modulo Ottico

**Costruzione camera oscura
e
caratterizzazione di PM**

Giugno 2000

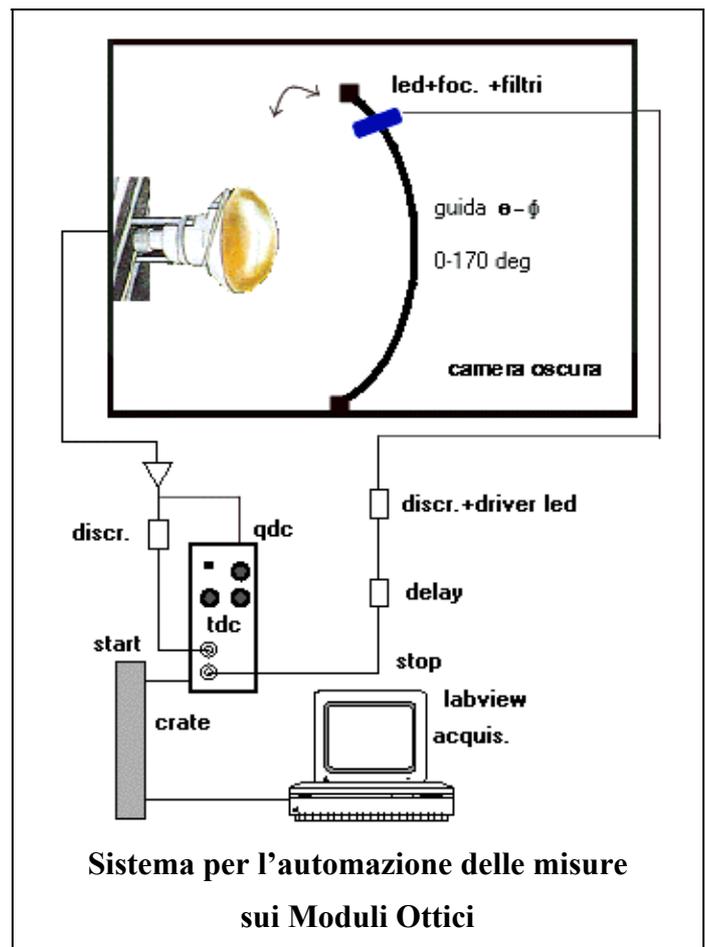
1. La camera oscura per la caratterizzazione dei sensori nei Moduli ottici

1. Abbiamo realizzato un contenitore da $1.5 \times 1.5 \times 1.5 \text{ m}^3$ a tenuta di luce;
2. E' stato acquistato un bolometro per misure assolute di efficienza quantica;
3. E' stato acquisito un laser verde ad impulsi di 50 ps per misure del TTS dei PMs;
4. Sono stati realizzati i supporti per gli stessi fototubi e per le sfere Benthos;
5. È stato realizzato il sistema di movimentazione a cremagliera del supporto della sorgente per la scansione superficiale del PM ;
6. È stato realizzato il sistema che consente su fibra ottica di inviare impulsi di luce da un laser;



Supporti del PM

7. È stato realizzato il sistema di acquisizione dei dati accoppiato al sistema di movimentazione. Il sistema, interamente automatizzato, consente di prefissare una griglia di punti per i quali eseguire, in successione, misura di TTS, di Gain e del rapporto Picco/Valle. I dati vengono, per ogni punto, registrati su file. In tal modo è possibile fare una analisi delle proprietà geometriche del sensore ottico. È stato sviluppato un codice in Visual Basic (ambiente Windows 3.1) per questa automatizzazione. Il software gestisce, sia l'acquisizione che gli spostamenti orizzontali e verticali della sorgente di luce lungo la superficie del fotocatodo. Nello sviluppo del software è stata posta l'attenzione sul controllo della posizione della sorgente di luce prima di ogni acquisizione; a questo scopo viene creato un file contenente le posizioni e i corrispondenti file di acquisizione.

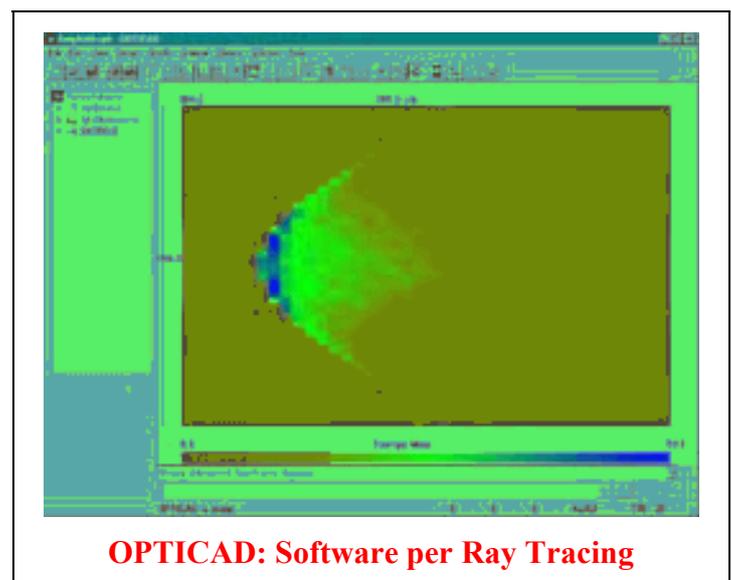


8. Sono stati acquistati 3 fototubi : Emi da 8", Hamamatsu da 10" e 13", quest'ultimo realizzato in forma prototipale su nostre specifiche;

9. Il sistema e' interamente trasportabile per un suo eventuale utilizzo in differenti laboratori.

10. È stato acquistato un software per Ray tracing per il calcolo e le simulazione dei sistemi ottici (OPTICAD) .

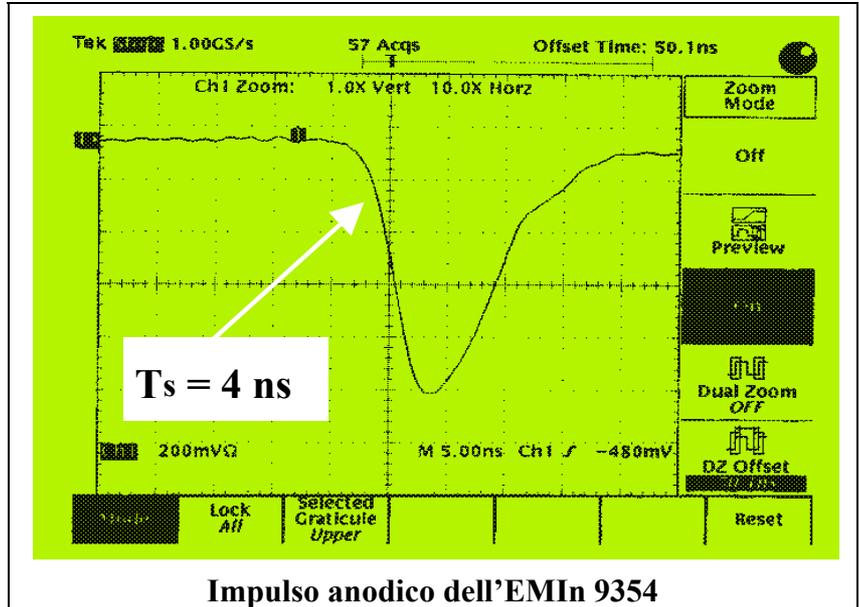
11. Sono iniziate le misure di caratterizzazione dei PM acquistati



2. Misure preliminari

Le prime misure sono servite per fare esperienze e per le regolazioni. Sono state rilevate alcune delle prestazioni del PM EMI. Come, per esempio il tempo di salita e la corrente di buio

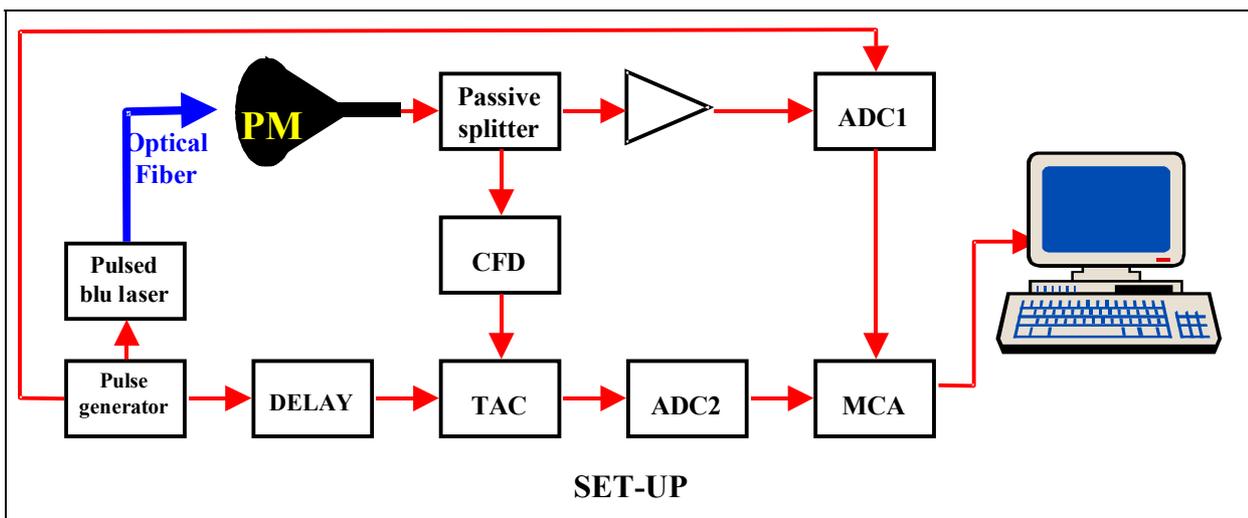
Finché non è arrivato il laser impulsato abbiamo acquisiti spettri di carica usando come sorgente di luce prima un LED blu, collimato con due fori da 3 mm a distanza di 10 cm. I risultati preliminari sono serviti per definire il sistema automatico per la caratterizzazione.



Impulso anodico dell'EMI 9354

Il rate di rumore ricavato varia, all'aumentare della tensione (-1450 ÷ -1700), e della presenza o no dello schermo di Ometal, da 1KHz a 2KHz circa.

3. Set-up per l'acquisizione



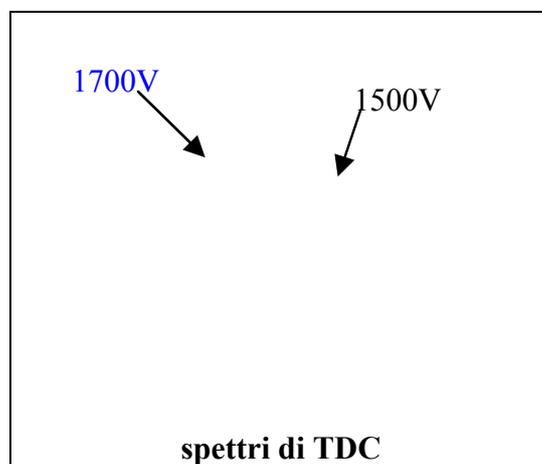
Per le misure il sistema realizzato è mostrato in figura. Esso consente la misura simultanea della carica e del tempo in modo da permettere sia la determinazione del gain che del TTS che del rapporto Picco/Valle. Un generatore d'impulsi fornisce sia il trigger per il laser che quello per l'acquisizione. Cioè esso da sia il GATE che lo start. L'impulso di luce del laser, attraverso un sistema di filtri viene convogliato in una fibra che penetra all'interno della camera oscura inviando singoli fotoni su una superficie estremamente ridotta del fotomoltiplicatore. Per le prime misure di messa a

sente lo spostamento controllato e comandato per la selezione del punto d'impatto dei fotoni sul fotocatodo.

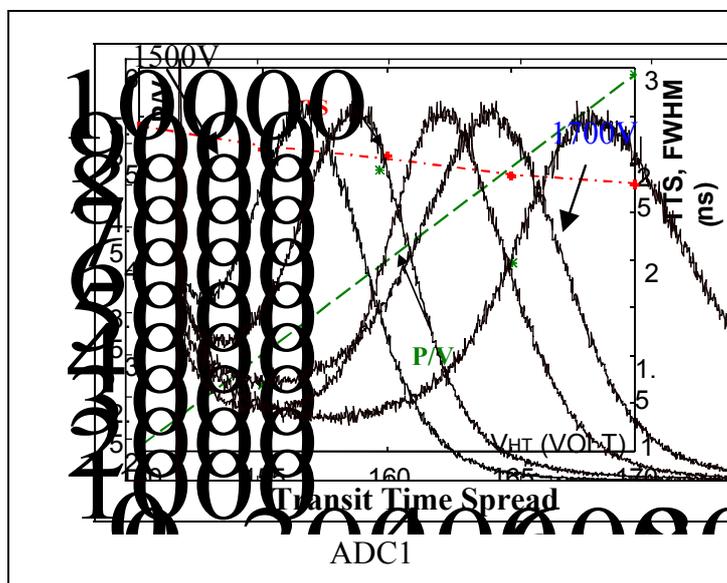
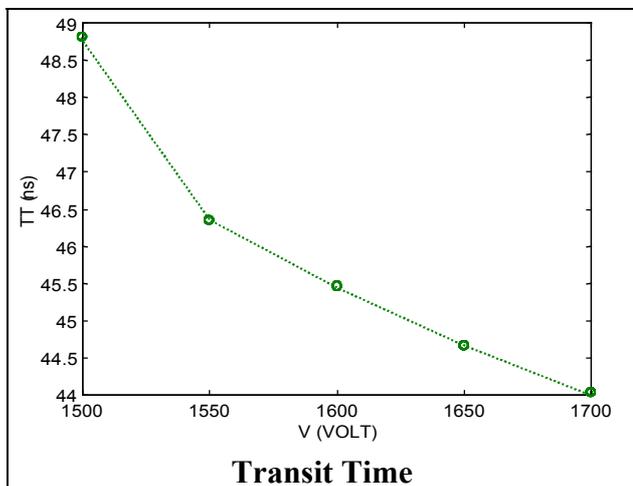
Il segnale raccolto dal fotomoltiplicatore viene splittato ed inviato sia all'ADC (attraverso un preamplificatore veloce) per la misura della carica, che al discriminatore che dà lo stop del TAC. L'uscita del TAC viene convertita da un secondo ADC. I due ADC sono inviati ad un analizzatore multicanale che acquisisce simultaneamente le due grandezze. In tal modo, per ogni condizione di misura, si ha sia lo spettro di tempo che quello di carica. Le misure preliminari mostrate successivamente sono state eseguite in tali condizioni. Il parametro variato è soltanto la tensione d'alimentazione. I dati mostrati si riferiscono alle misure con lo schermo

4. Misura di variazione del tempo di transito (TT) e del suo spread (TTS)

La figura accanto mostra gli spettri start-stop che si ottengono, in condizione di singoli fotoelettroni, al variare della tensione d'alimentazione da 1500 a 1700. Man mano che si aumenta la tensione questo tempo (che, a parte una costante addizionale è il Transit Time (TT) diminuisce. Inoltre lo spread dello spettro si assottiglia. Nelle altre due figure il TT ed il TTS sono mostrati. Poiché la luce è inviata soltanto su una piccola porzione dell'area del fotomoltiplicatore l'effetto geometrico sul TTS è inesistente. Pertanto troviamo un risultato migliore di quello fornito dalla ditta. Per quanto riguarda il TT esso diminuisce di circa 2ns/100V



5. Misure di Gain e di rapporto P/V



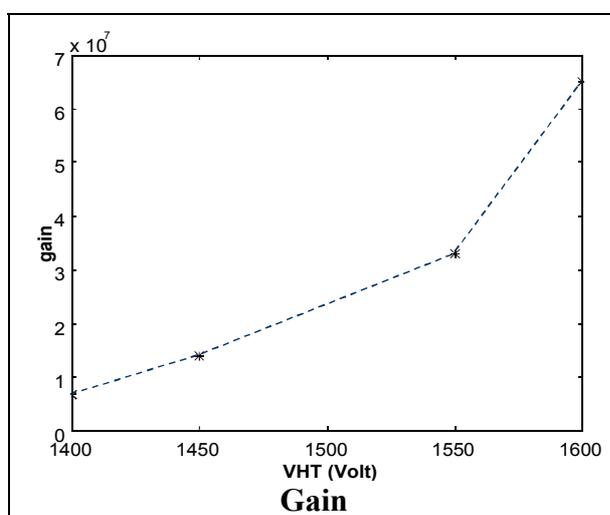
A destra si vedono gli spettri ottenuti alle varie tensioni di alimentazione dall'altro ADC per determinare il gain ed il rapporto Picco/Valle.

Un'accurata analisi dei dati ha portato al Picco/Valle mostrato nella figura precedente, insieme a quella del TTS.

La determinazione del gain è stato ottenuta con due differenti metodi. Il primo è stato eseguito sottraendo il fondo dopo avere fittato con gaussiana e con lo spettro di fondo tipico. L'altro metodo ha preso la partenza dalle distribuzioni previste. I risultati sono stati praticamente identici e sono mostrati nella figura accanto. Essi sono in conformità a quelli dati dal costruttore.

In base ai risultati preliminari la fase successiva è quella della mappatura del PM. In questo momento siamo in attesa del secondo motorino da inserire nel sistema di movimentazione della sorgente. Appena questi arriva la procedura andrà avanti. Nel frattempo prevediamo di eseguire le fasi preliminari per gli altri PMs acquistati.

Le misure con sorgente laser sono state eseguite con e senza schermo, notando un miglioramento del rapporto Picco/Valle di circa il 30%. Questo rapporto, nel primo caso, varia da 2 a quasi 6 nel range di tensione esaminato.



6. Tesi di laurea in corso di svolgimento nell'ambito dell'esperimento NEMO

M.Moschetti – Single photoelectron measurements of large area photomultipliers

R.Branatelli – Misure di TTS di PM di grandi dimensioni

NEMO

Department of Physics
and Astronomy

Catania University
INFN

Catania



DEWAS

DEep
Water
Angular
Scatter Meter

Giugno 2000

DEWAS: A Very High Resolution Telemetric Equipment to Measure the Angular Distribution of Scattered Light in Very Deep Sea Water.

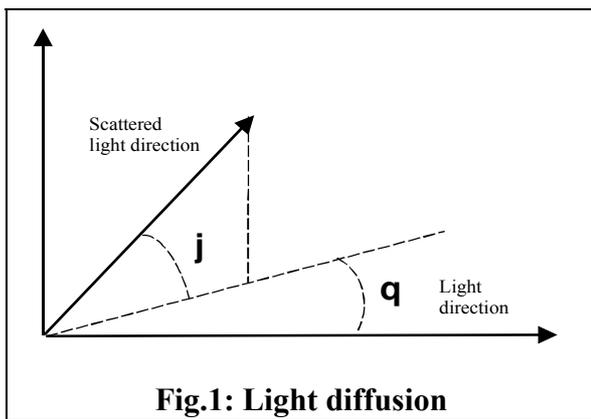
L. Pappalardo⁽¹⁾, C. Petta⁽¹⁾, G. V. Russo⁽¹⁾, L. Caponetto⁽²⁾, L. Lo Nigro⁽³⁾, D. Lo Presti⁽³⁾, N. Randazzo⁽¹⁾, S. Reito⁽³⁾,

1. Dipartimento di Fisica ed Astronomia, Università di Catania, and Sezione INFN, Catania, Italy
2. Università di Reggio Calabria, and Sezione INFN, Catania, Italy
3. Sezione INFN, Catania, Italy

Abstract: An equipment to measure light scattering in deep sea water is described. It is able to work up to 4000 m using four different wavelengths. Introduction

We have designed an equipment to measure light scattering in deep ocean waters. It let to get some informations about particulate useful to marine biologist. Besides it is possible to take into account the effect of the light scattering on Cherenkov light emitted by relativistic particles travelling water that is essential to design underwater high energy neutrino's detectors.

1. The scattering of light in water



The light travelling water is partially scattered. The magnitude of this phenomenon depends on several factors as, for instance, the presence and the size of particulate and the pureness of water. A model of the light diffusion in water is described by the so-called beta function of Heyney-Greenstein.
$$\beta(\theta) = \frac{1 - g^2}{4\pi \sqrt{[1 + g^2 - 2g \cos \theta]}}$$

The angle of scattering is θ and $g = \langle \cos \theta \rangle$. Its accuracy is very good for forward angles larger than 10° . A conservative hypothesis for Mediterranean sea is $g = 0.98$.

2. Working principle of the scatter meter

A collimated light beam is sent inside an open-ended quartz "cuvette" in which the sea water can freely flow, see Fig.2. A light sensor can rotate pointing at various angles the scattered light. Four wavelengths, in the useful ranges, will be used. The source and detector relative angles, the intensity and the wavelength of the light emitted by the sources are controlled by a Controller. The data collected in each step are stored in its memory and are sent using a RS232 port and a telemetric link to a Personal Computers in the ship. Since these data must be analysed and correlate with other parameters (as transmission and absorption coefficients, current speed, deepness, temperature and conductivity of water) other equipments are used in the same time at the same depth. These equipments are connected using two RS232 ports to the same controller that has in charge the transmission of the whole set of data.

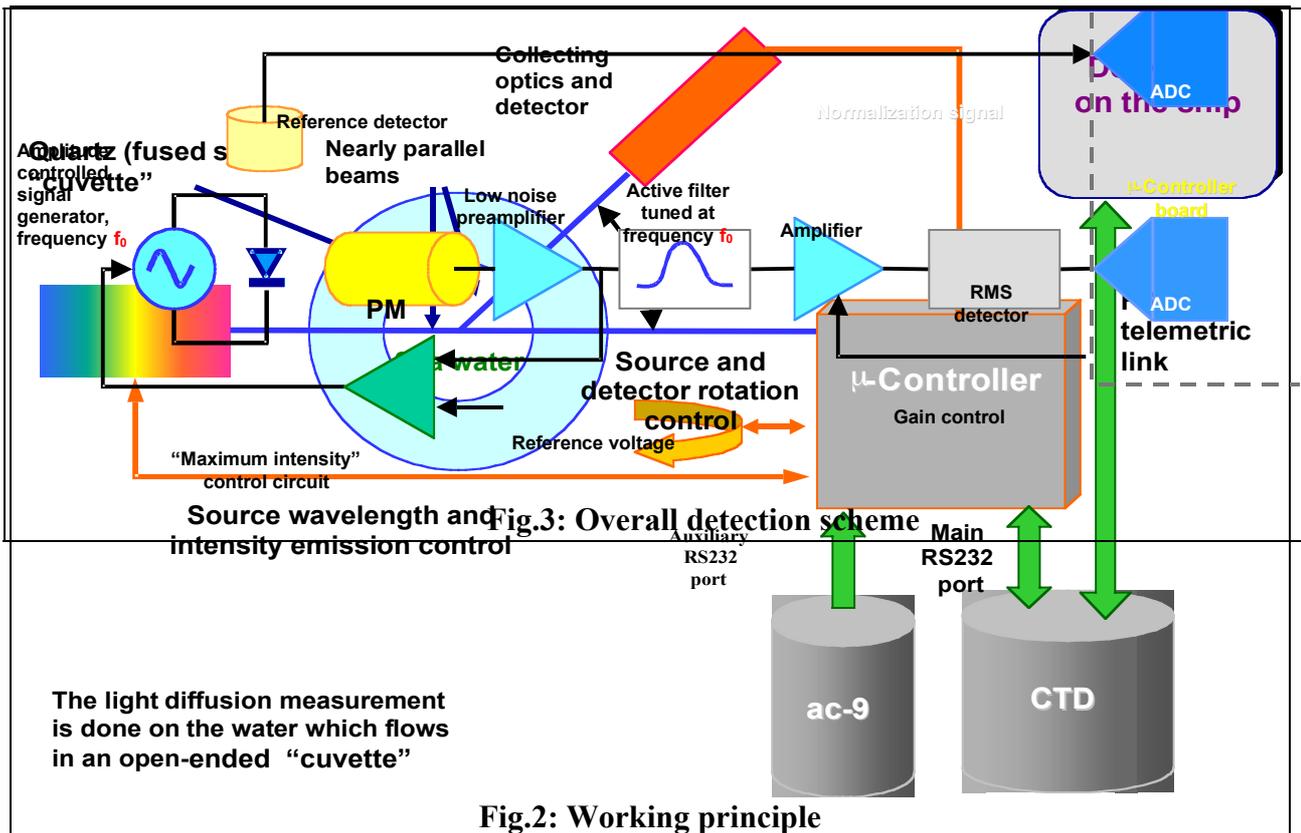


Fig.2: Working principle

3. Detection principle

The more effective solution for obtaining virtually unlimited signal-to-noise ratios together with great dynamic ranges is a photomultiplier-based photon counting system working in coincidence with a pulsed light source. This solution is unfortunately inapplicable in a deep-sea measurement for several reasons, including size, power consumption and very long acquisition times.

Hence the detection technique should rely on intensity measurements. Because of the expected signal magnitude, the detector is a photomultiplier. Several solutions are possible but we have chosen to modulate the light intensity using a low frequency signal generator that drives four Light Emitter Diodes (LEDs). The overall detection scheme is shown in Fig.3. The scattered light at \square angle is detected by the photomultiplier. Its output signal is fed to a low-noise preamplifier and then filtered by a narrow band active filter, tuned at the same frequency f_0 of the LEDs driving signal. The filters drives a RMS detector through an amplifier. The signal of this RMS detector is read by one of the ADCs of the μ -Controller. The gain of the last amplifier can be changed by the μ -controller to widen the range of the measuring system. The Signal/Noise ratio (S/N) of the system depends mainly on the filter narrowness and on the frequency stability of the generator. The overall detection scheme of the system is shown in Fig.3.

Error! Objects cannot be created from editing field codes.

Fig.5: Container-quartz system

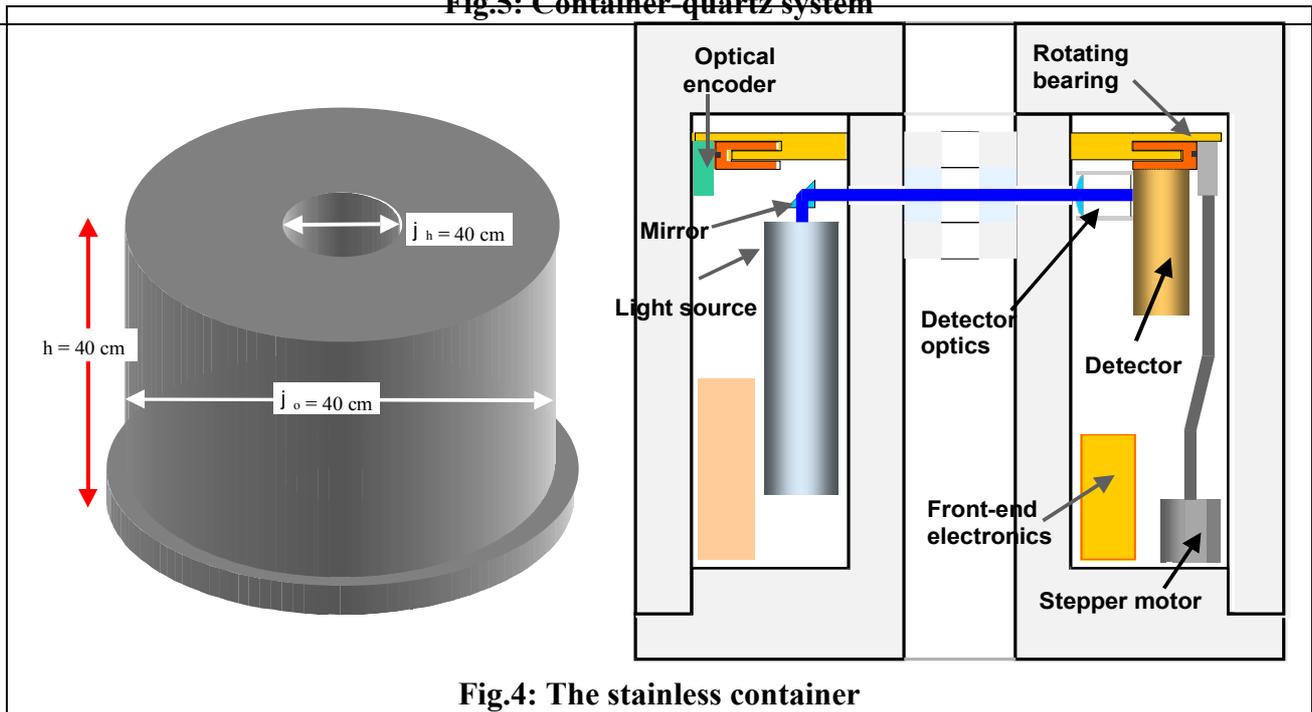


Fig.4: The stainless container

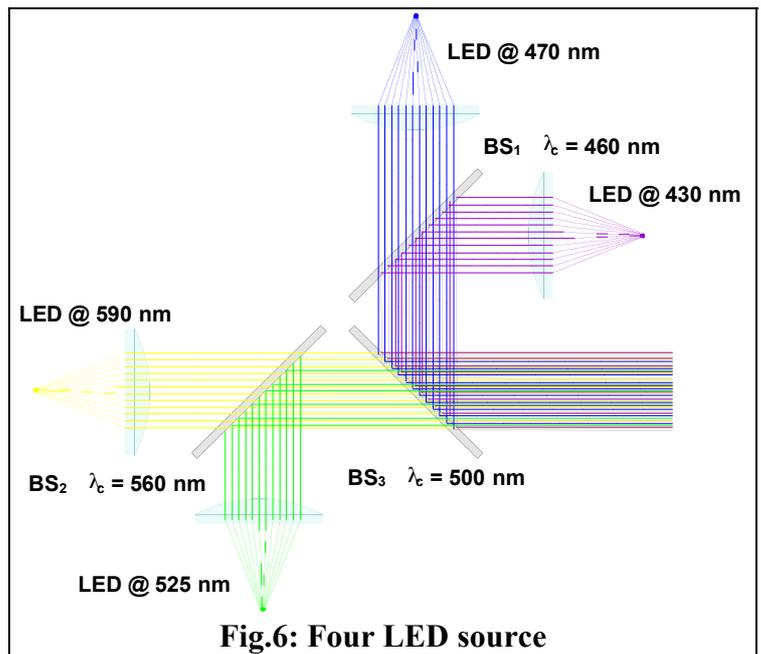
4. The container

We have overcome several hard difficulties to design an adequate container able to stand up to the tremendous pressures at 4000 meter in the deep ocean. In Fig.4 a view and a cross-section of the container are shown. It consists of a stainless steel cylinder ($h = 40 \text{ cm}$, $\varphi_o = 40 \text{ cm}$) having 3 cm walls thick. The cylinder has an axial hole of $\varphi_h = 6 \text{ cm}$ to let inside a free passage of the seawater.

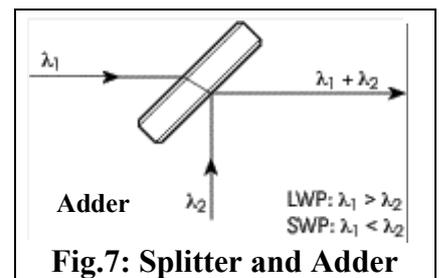
We have realised six windows in the inner wall of the container appropriately spaced. In such a way several combinations of source-detector positions can be obtained to achieve a good spacing detection. The very high pressure imposes severe conditions. The quartz cylinder that blocks up the windows could be stressed. To avoid its breaking a very clever device is realised. In Fig.5 the cross-section of this system is shown. Cylindrical devices can tolerate better a hard strength toward the axis instead of the opposite direction. For this reason we have put an elastic coupling flange between stainless inner wall and quartz cylinder. The seawater fills the inner part of this flange. In such a way the differential pressure between the two cylindrical surfaces of the quartz is about zero. Besides a bronze collar and an elastomeric sealing ring are provided.

5. The light source

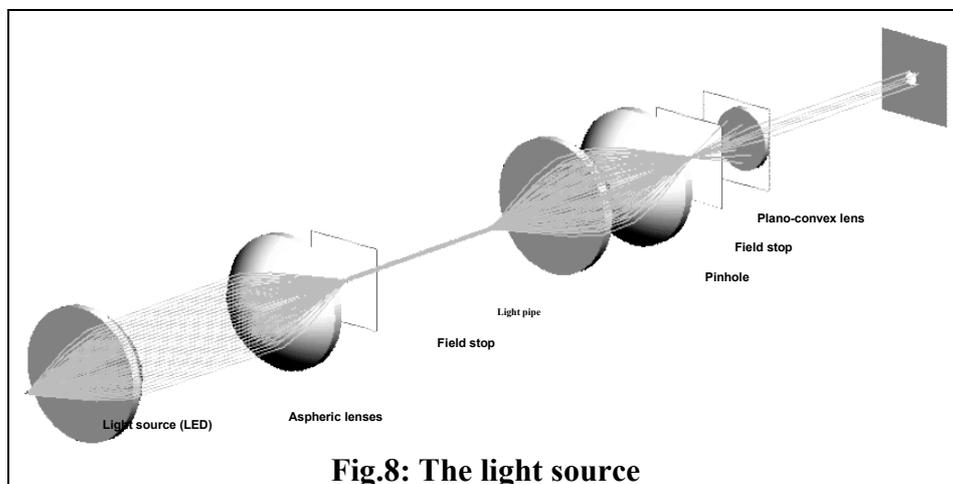
The source consists of four different LEDs, see Fig.6, each followed by an aspheric lens, whose light is sent to three dichroic beamsplitters according to the principle scheme depicted in figure. The LEDs are turned ON one at a time under control of the Controller. A dichroic beamsplitter consists of a multilayer dielectric coating on transparent substrate. Its reflection and transmission coefficients depend on the wavelength. It is intended for use at 45°-incidence angle and it can act both as wavelength-separator and wavelength-adder (this is our case). The efficiency foreseen is ~ 90%. The working principle of a splitter adder is shown in Fig.7.

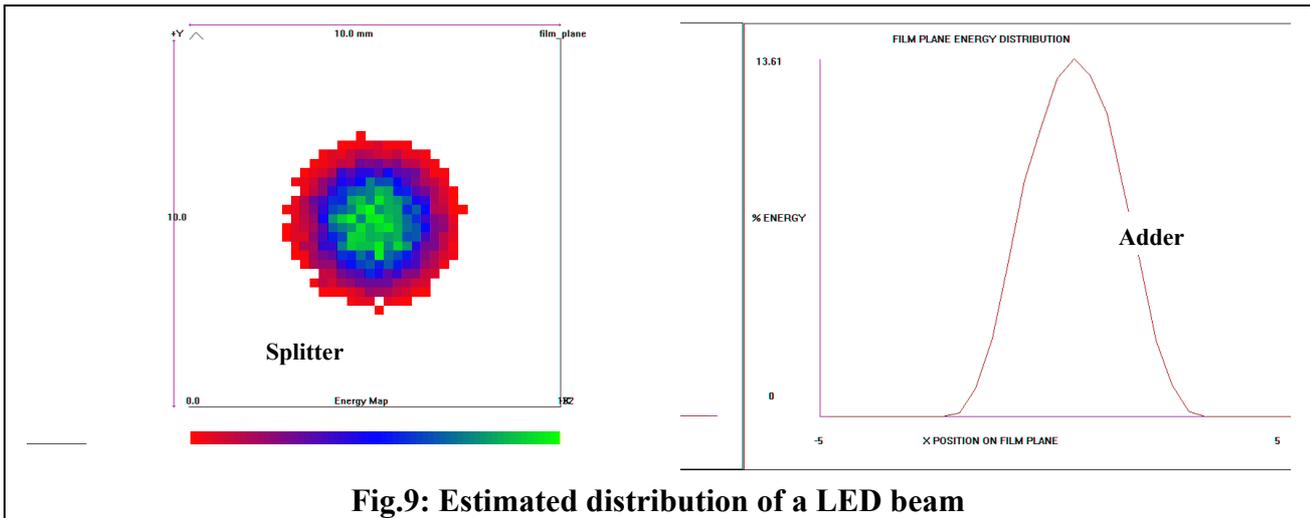


We use only LEDs as light source, both for power, size, cost and the possibility to choose different wavelengths. Unfortunately the light emitted is not at all a sharp beam. So we have made a system to achieve this type of beam in water. First the light from the LED is roughly focused by two aspheric lenses onto the entrance face of a light pipe made with a short piece of plastic optical fiber (see Fig.8). The light pipe helps to homogenize the light spatial distribution. The light coming out from the light pipe is more focused doublet onto a very small pinhole ($\varnothing = 200 \mu\text{m}$) which behaves as a point-like source for the output collimating lens (a plane-convex type by an aspheric)



The Fig.9 shows the estimated relative intensity distributions of a beam cross section in the interaction region. They have been obtained with a ray-tracing code and refer to a LED-source having pseudo-Gaussian angular distribution with FWHM of 15°.





The "transfer" efficiency of the source optics is rather low, less than 1%, but this is the price to pay to have a good homogeneity and divergence of the output beam.

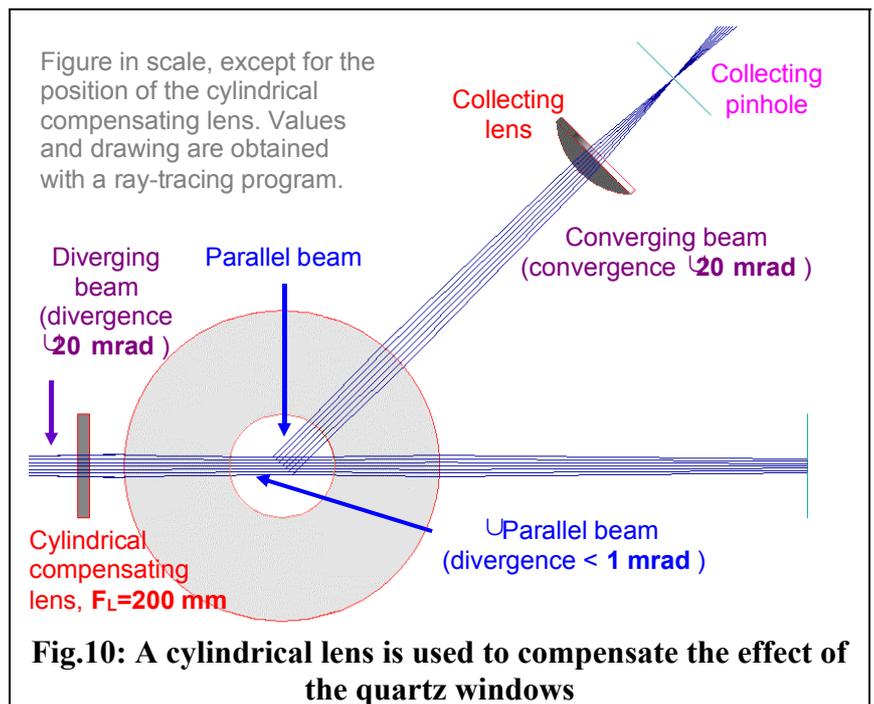
The total output power depends on the LED type (on its wavelength and angular distribution). It roughly ranges in the interval $\sim 5 \mu\text{W}$ for the worst case (430 nm LED) to $\sim 250 \mu\text{W}$ for the best one (590 nm LED).

6. The effect of the quartz window

The quartz tube, together with the water inside, behaves as a cylindrical converging lens, see Fig.10. Hence, in order to have a parallel beam in the interaction region, it must be suitably diverging outside the tube. In such a way the effect on the horizontal plane is compensated. Nevertheless the beam diverges on the vertical plane. This last effect is compensated using a cylindrical converging lens.

A tube lens-effect happens also on the "parallel" beam that ideally must be collected to measure the scattering function. Because of the geometrical aberrations the compensation can not be exact. However a beam with a diameter of 4 mm at the quartz entrance face and divergence of 20 mrad is left with less than 1 mrad.

The same effect takes place for the diffused light. The collecting lens before its focal plane focuses the output-diffused beam. For a 30 mm focal



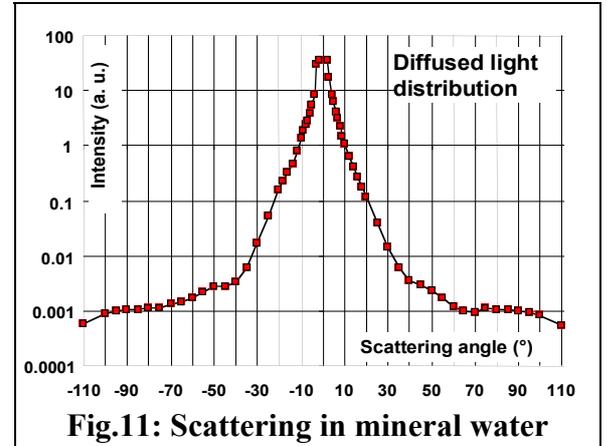
length the focus distance is ~ 25 mm. The angular resolution depends mainly on the pinhole diameter and the collecting lens focal length. In our case (200 μm pinhole diameter, 30 mm focal length and a 4 mm di

divergence, the calculated angular resolution of the apparatus is $\sim 0.36^\circ$.

7. The detector dynamic range

The length of the path of the beam in water is $l = 20$ mm and its thickness is $d = 4$ mm. We have fixed both azimuthal and polar resolution in 0.5° . The effective thickness of the beam seen from the detectors depend on the θ angle. The radiant flux (photons/sec) impinging on a detector subtending a solid angle Ω , around the direction θ can be calculated using the beta function defined

previously as $\Phi(\theta) = k \int_{\theta-\Delta\theta/2}^{\theta+\Delta\theta/2} \int_{-\Delta\varphi/2}^{\Delta\varphi/2} \beta(\theta) \sin\theta d\theta$. K is a constant



of proportionality. In the above conditions we can calculate the ratio between the flux at 90° and at 0° . This ratio defines the dynamic range. It can be calculated in about $3.6 \cdot 10^3$. As we have already said the validity of the Heyney-Greenstein model is not valid when θ approach 0° . The beta function underestimates the real scatter effect at small angles. To have more precise information in a real situation several measurement have been done, using a preliminary version of the apparatus, in order to verify both the assumptions made and the detection scheme. The Fig.11 shows the result of these test. The scattering medium to which the figure refers is a commercial bottled mineral water. More then four order of magnitude were detected.

The signal intensity to be expected can be roughly estimated. We have estimated that at 90° the flux in the detection area is of the order of 100 photons/s. A small phototube with a bialkali photocathode, a nominal gain of 3×10^5 and an anode dark current of 100 pa is used. Than the current due to the scattered light at 90° would be about 1 pa. The photomultiplier dark current, the bias and offset currents of the electronic components and the circuitry leakage must be taken in account too. The subtraction of background must be done with great precision and some control of the system's gain must be devised in order to obtain the required accuracy. A photodiode (not shown) placed inside the second lens doublet, struck by the marginal rays, provides the signal for the light intensity control.

8. Scattering Phase Function Measurement

DEWAS performs a set of measurement in an autonomous fashion. A \odot Controller take care of the whole process. It selects the light wavelengths, the positions of the source and the scattered light detector, the acquisition of the data from the scattered light and the reference detectors, the local data storage and their packing. Finally it supervises the data communications among the various devices. In Fig.12 the flow graph of the \odot Controller is depicted. The system starts from a fixed position (Home). It first selects the positions of the source and of the scattere light detectors. Then performs four measurements using the four different LEDs and succesively moves to a different position. The cycle is repeated 90 times. In the meantime the data are temporarily stored in a local buffer. At the end of the whole process the entire set of data is sent to the PC in the ship.

We have already said that the scatter meter data must be carefully correlated with other physical parameters. The data of the scatter-meter are sent on the ship together with the data taken, in the same place and time by the other equipments. It is very important to correlate the measurement obtained by DEWAS with other physical parameters of the seawater. Current speed, temperature, salinity, deepness and absorption coefficient are measured simultaneously in the same situ. A set of equipments is used. A CTD (Conductivity, temperature and deepness) and an AC-9 absorption measuring devices are used together with current meters. The control of the acquisitio process is controlled from the ship. All the acquired data can be monitored in real-time and saved for the following analysis.

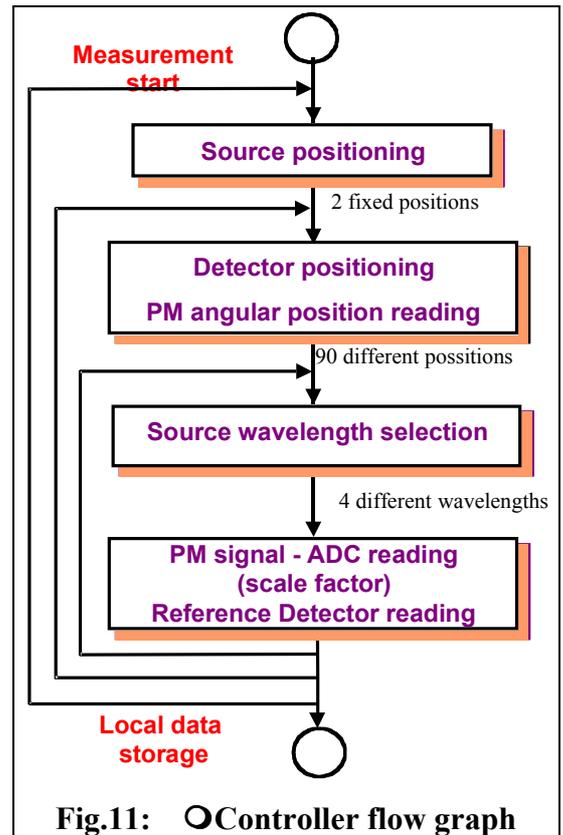
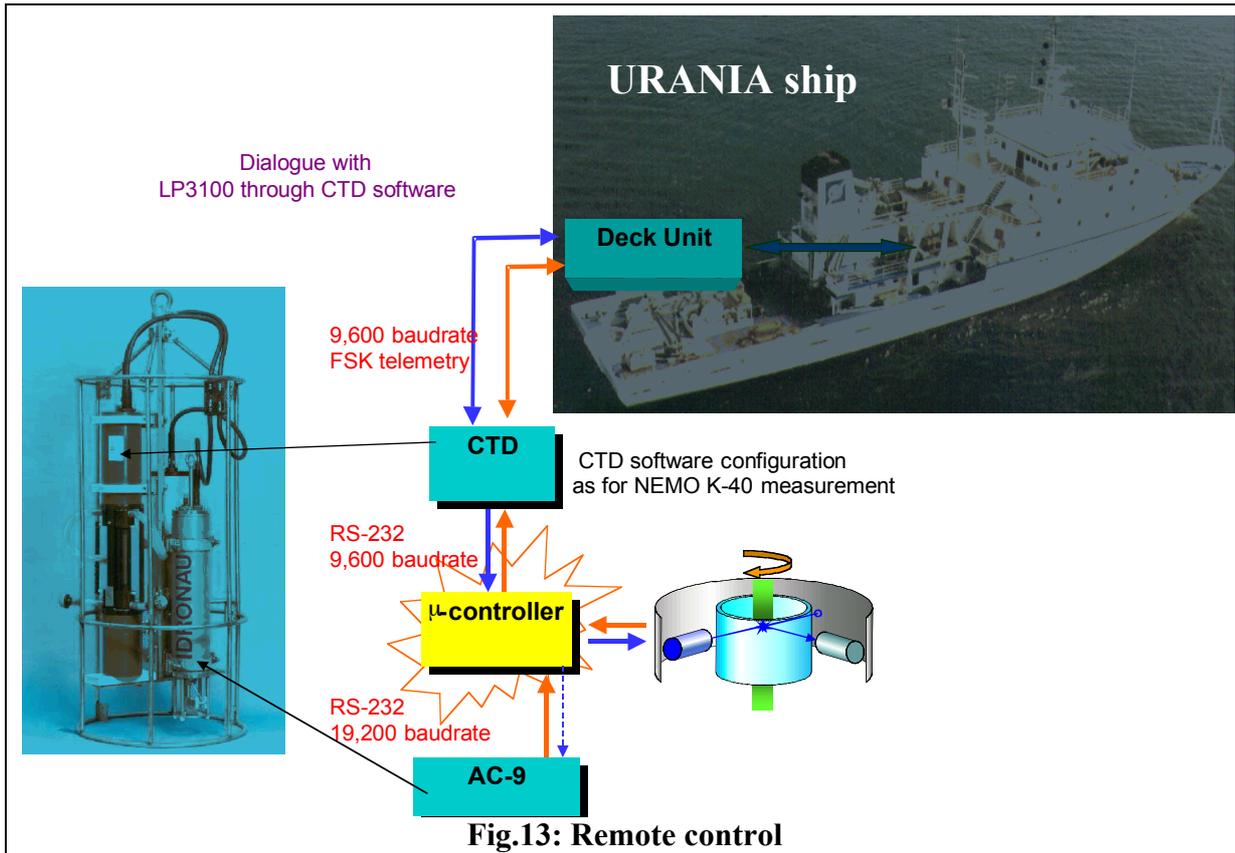


Fig.11: \odot Controller flow graph



All the equipments described above dialogue with a Deck Unit on-board of the CNR URANIA ship using a FSK modulator in the CTD equipment. CTD, DEWAS and AC-9 dialogue is achieved using RS232 ports as you can see in Fig.13.

9. Comunicazioni a Convegni

1. L.Pappalardo, C.Petta, G.V.Russo on behalf of NEMO Collaboration, "An instrument to measure the scattering effect on the Cherenkov light for a neutrino underwater telescope", Proc. TAUP Conf., Paris, 6-10 Sept. 1999
2. L.Pappalardo, C.Petta, G.V.Russo on behalf of NEMO Collaboration, "Deep water Cherenkov Light Scatter Meter", Proc. Sesta Conferenza Scientifica Regionale del CRRNSM, Palermo, 14-15 Ott. 1999
3. N.Randazzo on behalf of NEMO Collaboration, "NEMO Project: Studies of the feasibility of a KM³-Scale Underwater Neutrino Telescope in the Mediterranean Area", Proc. Sesta Conferenza Scientifica Regionale del CRRNSM, Palermo, 14-15 Ott. 1999

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEAREPreventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCLOC	5

Struttura
CATANIA

Rappresentante Nazionale: S.O.TROJA

Struttura di appartenenza: CATANIA

Ricercatore responsabile locale: TROJA Olindo

Posizione nell'I.N.F.N.: Inc. Ric.

INFORMAZIONI GENERALI

Linea di ricerca	Preparazione e caratterizzazione di strati sottili scintillatori (IIaVIb, alogenuri, vetri e ceramici) depositati tramite laser ablation e flash vapour deposition
Laboratorio ove si raccolgono i dati	Sezione di Catania - Dipartimento di Fisica - LNS - Clatterbridge Centre for Oncology
Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio	
Acceleratore usato	VdG 2.5MeV - TANDEM 28MeV - Ciclotrone 62 MeV - LINAC 6 MeV
Fascio (sigla e caratteristiche)	Protoni, Alfa Sorgenti standard calibrate , e , Sorgenti X calibrate standard di energia inferiore a 20keV
Processo fisico studiato	Emissione di luce di scintillazione da strati sottili scintillatori di varia natura preparati tramite tecniche diverse di deposizione - Caratterizzazione morfologica ed ottica dei film - Ottimizzazione della risposta per radiazione X di energia bassa-media e particelle cariche di bassa energia
Apparato strumentale utilizzato	Sistemi per misure TL (risolta in) ed OSL (risolta in in eccitazione ed emissione), μ Raman, μ fotoluminescenza, SEM, microscopia ottica in luce normale e polarizzata, μ catodoluminescenza (non imaging), EPR (in acquisizione), sistema per misure di fluorescenza
Sezioni partecipanti all'esperimento	Sezione di Catania
Istituzioni esterne all'Ente partecipanti	Dipartimento di Fisica e Astronomia di Catania, CRRNSM
Durata esperimento	anni 3

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCLOC	5

Struttura
CATANIA

PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO 2001
In ML

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA					IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale	
						Parziali	Totale Compet.		
Viaggi e missioni	Interno	Congressi, Contatti con aziende produttrici (vetri e ceramiche), Riunioni di lavoro					8	8	
	Estero	Convegni, Contatti con aziende produttrici, Irraggiamenti					7	7	
Materiale Consumo	Cristalli, materiali per evaporazione, pasticche per deposizione laser, supporti per evaporazione, materiale ottico, materiale di consumo per SEM, fluorescenza, luminescenza e microscopia					40	40		
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.									
Materiale Inventariabile	Contributo Pompa turbomolecolare					5	50		
	Contributo per Laser di potenza per Ablation					45			
Costruzione Apparati									
Totale							105		
Note:									

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCLOC	5

Struttura
CATANIA

PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE

PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	8	7	40				50		105
2002	5	5	25				20		55
TOTALI	13	12	65				70		160

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Mod. EC. 3

(a cura del responsabile locale)

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

 Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCLOC	5

Struttura
CATANIA

PREVENTIVO GLOBALE PER L'ANNO 2001

In ML

Struttura	A CARICO DELL' I.N.F.N.									A carico di altri Enti
	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp. e Facch.	Spese Calc.	Affitti e Manut. Appar.	Mater. inventar.	Costruz. appar.	TOTALE Compet.	
CATANIA	8	7	40	4	5	6	50	8	128	0
TOTALI	8	7	40	4	5	6	50	8	128	0

 NB. La colonna **A carico di altri Enti** deve essere compilata **obbligatoriamente**

Note:

Mod. EC. 4

(a cura del rappresentante nazionale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCLOC	5

Struttura
CATANIA

A) ATTIVITA' SVOLTA NELL'ANNO 2000

L'analisi delle emissioni TL realizzata su alcuni tra i cristalli scintillatori maggiormente utilizzati, CsI(Tl), CsI(Na), CsI, ha permesso di individuare le I di emissione massima ed ha in particolare mostrato che le emissioni dei cristalli di CsI(Tl) avvengono a I confrontabili con quelle di scintillazione, il che potrebbe significare, in un tale uso del cristallo, la presenza di un "effetto memoria" della radiazione incidente che influenzerebbe le misure successive. I risultati ottenuti sui diversi cristalli hanno permesso di individuare una metodologia di analisi delle emissioni TL dei film sottili ottenuti tramite il sistema di evaporazione flash. Per la realizzazione dei film sono stati utilizzati i cristalli di CsI che, nella fase precedente di analisi, hanno dato un segnale TL molto intenso. I film scintillatori evaporati sono stati caratterizzati morfologicamente con varie metodologie (Diffrazione X, RBS, SEM,f) che hanno permesso di verificare che il sistema flash consente la realizzazione di film sottili a spessore fissato caratterizzati dalla presenza di strutture policristalline omogenee. Le misure TL hanno mostrato che il comportamento dei film è confrontabile con quello dei mcristalli. Le risposte effettuate a differenti intervalli temporali tra irradiazione e lettura hanno evidenziato un processo di riemissione di tipo radiativo che influenzerebbe l'effettiva efficienza del film in un suo utilizzo come scintillatore.

B) ATTIVITA' PREVISTA PER L'ANNO 2001

Nel corso di questo II anno si prevede di ottimizzare il sistema di rivelazione delle emissioni TL dei cristalli bulk e dei film per aumentare la risoluzione in I (Di qualche nm) ed il range di rivelazione. è stato infatti progettato un apposito sistema di acquisizione la cui realizzazione è in corso d'opera, tramite cui poter valutare sia l'evoluzione fine delle emissioni in un'unica lettura che anche le emissioni nelle regioni dell'UV (fondamentale per scintillatori come il BaF2). Sono anche previste misure di mfotoluminescenza a bassa temperatura. Un ulteriore passo per la caratterizzazione dei film evaporati sarà quello di valutare le emissioni di scintillazione e a tale scopo è attualmente in fase di progettazione un sistema, costituito da uno spettrografo e da un beam splitter, connesso ad un rivelatore a CCD e ad un fotomoltiplicatore controllato tramite PC tramite un programma di interfaccia progettato in LabVIEW. Con tale sistema si prevede di poter valutare le emissioni di scintillazione dei film risolte sia in funzione di I che del tempo.
All'attuale tecnica utilizzata per la realizzazione dei film sottili scintillatori mediante evaporazione flash verrà affiancata la tecnica della Laser Ablation.

C) FINANZIAMENTI GLOBALI AVUTI NEGLI ANNI PRECEDENTI

In ML

Anno Finanziario	Missioni interno	Missioni estero	Materiale di consumo	Trasp. e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e Manut. Apparec.	Materiale inventar.	Costruz. apparati	TOTALE
2000	3	3	20				20		46
TOTALE	3	3	20				20		46

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCLOC	5

Struttura
CATANIA

PREVISIONE DI SPESA

Piano finanziario globale di spesa

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Materiale di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	8	7	40				25		80
2002	5	5	25				20		55
TOTALI	13	12	65				45		135

Note:

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCLOC	5

Struttura
CATANIA

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
CASTORINA Emanuela Relatore	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	Analisi delle immagini mediante misure densitometriche
COSENTINO Antonino Relatore S.O. Troja	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	Applicazioni della spettrometria Raman per la caratterizzazione di cristalli isolanti
ZUCCARELLO Agnese Relatore S.O. Troja	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	Caratterizzazione mediante misure di Risonanza Paramagnetica Elettronica
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	

Denominazione	mesi-uomo	SERVIZI TECNICI Annotazioni

INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCLOC	5

Struttura
CATANIA

REFEREES DEL PROGETTO

Cognome e Nome	Argomento
FOCARDI E.	
BILEI G.	

MILESTONES PROPOSTE PER IL 2001

Data completamento	Descrizione
31 marzo 2001	Caratterizzazione delle risposte TL e delle emissioni di scintillazione dei film risolte in lunghezza d'onda
30 giugno 2001	Preparazione dei film sottili scintillatori mediante Laser Ablation
30 settembre 2001	Rivelazione delle emissioni di microfotoluminescenza a bassa temperatura

COMPETITIVITA' INTERNAZIONALE

Chowdhury and Imrie (1999), NIM A, 432, 138-146
 Chowdhury et al., (1999,), NIM A, 432, 147-156
 Kamada et al., (1998), Journal of Electronic Spectroscopy, 88-91, 297-301
 Conferenza LUMDETR2000, Latvia, 14-17 agosto 2000 (Lavoro accettato)
<http://www.cfi.lu.lv/lumdetr>

LEADERSHIPS NEL PROGETTO

Cognome e Nome	Funzioni svolte

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCLOC	5

Struttura
CATANIA

Consuntivo anno 1999/2000

LAUREATI		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
BONACCORSO Fabio Laurea in FISICA	La datazione OSL di sedimenti geologici. Progetto e realizzazione di un prototipo di lettore computerizzato	Assunto ST Microelectronics
PEDALINO Alberto Laurea in FISICA	Analisi delle emissioni TL di cristalli scintillatori bulk e sottili	
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
DOTTORI di RICERCA		
Dott in		
PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCLOC	5

Struttura
CATANIA

Consuntivo anno 1999/2000

SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	_____	
Missioni Estere	_____	
Consumo	_____	
Trasporti e Facchinaggio	_____	
Spese Calcolo	_____	
Affitti e Manutenzioni	_____	
Materiale Inventariabile	_____	
Costruzione Apparati	_____	
Totale storni	_____	

CONFERENZE, WORKSHOP e SCUOLE ORGANIZZATE in ITALIA

Data	Titolo	Luogo

SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCLOC	5

Struttura
CATANIA

Consuntivo anno 1999/2000**MILESTONES RAGGIUNTE**

Data completamento	Descrizione
30/4/2000	Test di deposizione di film sottili scintillatori Caratterizzazione morfologica dei film mediante SEM ed XRD
31/10/2000	Ottimizzazione delle procedure di preparazione dei film mediante vapour deposition Caratterizzazione delle emissioni di luminescenza stimolata risolta in lunghezza d'onda
Commento al conseguimento delle milestones	

SVILUPPO DI STRUMENTAZIONE INNOVATIVA

--

Ricadute su altri gruppi, sul sistema industriale e su altre discipline

--

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCLOC	5

Struttura
CATANIA

Elenco delle pubblicazioni anno 1999/2000

Troja S.O., Egger E., Francescon P., Gueli A.M., Kacperek A., Coco M., Musmeci R., Pedalino A., "2D and 3D dose distribution determination in proton beam radiotherapy with GafChromic[®] film detectors", Technology and Health Care, IOS Press THC193, vol.8, pp.1-10

Troja S.O., Amore C., Barbagallo G., Burrafato G., Forzese R., Geremia F., Gueli A.M., Marzo F., Pirnaci D., Russo M., Turrisi E., "Optically Stimulated Luminescence Dating of sediments", Nuclear and Condensed Matter Physics, eds. A.Messina, AIP Press, CP513, 409-412

Troja S.O., Barbagallo G., Di Mauro M.P., Gueli A.M., Marzo F., Pirnaci D., "Calibration and inter-calibration of sources used for artificial irradiation in TL and OSL dating", Proceedings of 2nd International Congress on "Science and technology for the safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin", in press

Troja S.O., Gueli A.M., Marzo F., Pedalino A., "Dosimetric application of optically stimulated luminescence: preliminary results on KBr, KCl thin crystals", Radiation Measurements, in press

Nuovo Esperimento	Gruppo
DIAMANTE2	5

Struttura
CATANIA

Rappresentante Nazionale: POTENZA Renato

Struttura di appartenenza: CATANIA

Ricercatore responsabile locale: POTENZA Renato

Posizione nell'I.N.F.N.: Inc. di Ricerca

PROGRAMMA DI RICERCA

A) INFORMAZIONI GENERALI

Linea di ricerca	NUOVI SENSORI A DIAMANTE
Laboratorio ove si raccolgono i dati	L.N.S., CERN, LANL, ENEA
Acceleratore usato	TANDEM VdG, SPS, NEUTRON SOURCE LANL
Fascio (sigla e caratteristiche)	P, , n,
Processo fisico studiato	DANNEGGIAMENTO DA RADIAZIONI, SENSIBILIT9 ALLA POSIZIONE, RISOLUZIONE
Apparato strumentale utilizzato	CUD CHAMBER, DC AMPLIFIERS
Sezioni partecipanti all'esperimento	CATANIA, ROMA2, MILANO
Istituzioni esterne all'Ente partecipanti	ENEA
Durata esperimento	3 anni

B) S C A L A D E I T E M P I : piano di svolgimento

PERIODO	ATTIVITA' PREVISTA
1° anno 2001	PRODUZIONE DIAMANTI E CARATTERIZZAZIONE SOTTO FASCI DI PROTONI - PROFILI DEI FASCI
2° anno 2002	IDEM SOTTO FASCI DI PROTONI E PIONI
3° anno 2003	IDEM SOTTO FASCI DI NEUTRONI - POSSIBILI PROFILI DI QUEI FASCI

Mod. EN. 1

(a cura del rappresentante nazionale)

Nuovo Esperimento	Gruppo
DIAMANTE2	5

Struttura
CATANIA

PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO 2001
In ML

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA	IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale	
		Parziali	Totale Compet.		
Viaggi e missioni	Interno	Missioni a Roma e Milano		15	15
	Estero	misure al CERN n. 1 viaggio a Los Alamos (sorgente di neutroni)		20	
Materiale Consumo	componenti elettronici (amplificatori in continua) catodo per sputtering		3 5	8	
Trasp.e facch.					
Spese Calcolo	Consorzio				
	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro	
Affitti e manutenz. apparecchiati.					
Materiale Inventariabile	n. 2 catene di preamplificazionee amplificazione in impulsiva		8	8	
Costruzione Apparati					
Totale				51	
Note:					

Nuovo Esperimento	Gruppo
DIAMANTE2	5

Struttura
CATANIA

PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE

PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	15	20	8				8		51
2002	15	15	8				8		46
2003	10	25	12				10		57
TOTALI	40	60	28				26		154

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Mod. EN. 3

(a cura del responsabile locale)

Nuovo Esperimento	Gruppo
DIAMANTE2	5

Struttura
CATANIA

PREVISIONE DI SPESA**Piano finanziario globale di spesa****In ML**

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Materiale di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	27	45	16				23		111
2002	27	43	18				23		111
2003	22	50	20				20		112
TOTALI	76	138	54				66		334

Note:

Nuovo Esperimento	Gruppo
DIAMANTE2	5

Struttura
CATANIA

PROPOSTA DI NUOVO ESPERIMENTO

INFN – Sezione di Catania

Gruppo V

Esperimento: Diamante2

1. Introduzione

Il diamante sintetico, oggi prodotto in diversi laboratori, oltre ad avere diverse applicazioni industriali (abrasivo, materiale trasparente per finestre resistenti ad altissime temperature, etc.) è da diverso tempo in studio quale materiale per sensori e/o per componenti elettronici resistenti a temperature elevate e/o a intensi campi di radiazioni ionizzanti che normalmente danneggiano in poco tempo altri materiali quali silicio e GAs.

La De Beers inglese, tra le ditte industriali, si dedica alla produzione di diamanti sintetici per la costruzione di sensori per radiazioni ionizzanti, ma oggi anche alcuni laboratori universitari (in Italia Roma, Firenze e Torino) hanno da tempo iniziato a produrre, anche se ancora in piccole quantità, questi film di diamante. La De Beers è stata finora la sola fornitrice, dopo il ritiro della Norton americana dalla produzione, di film di diamante per rivelatori nucleari alla collaborazione internazionale RD42 del CERN, che si propone appunto la caratterizzazione di questo materiale per la costruzione di rivelatori per i futuri esperimenti a LHC. Anche i gruppi di Catania, Roma 2 e Milano che intendono collaborare al presente progetto, ove approvato dall'INFN, sono stati accolti recentemente (maggio 2000) nella collaborazione RD42. E' stato proposto, ed accettato dalla collaborazione, di cominciare i test anche sui film di diamante prodotti nei laboratori dell' Università di Roma, Tor Vergata, che sembrano oggi avere caratteristiche non dissimili dai più rinomati film prodotti dalla De Beers e di confrontare i risultati con quelli ottenuti dalle misure già effettuate e da effettuare presso il LNS con fasci di protoni di bassa energia.

I diamanti finora studiati per l'uso quali rivelatori di radiazioni sono stati prodotti per condensazione chimica di vapori di carbonio (CVD = Chemical Vapor Deposition) in reattori microtubolari: una miscela ben dosata, quanto più pura possibile, di C, O e N viene fatta condensare su un film di silicio più freddo, preventivamente trattato per favorire la condensazione dei vapori di carbonio con formazione dei cristalli di diamante. La composizione e soprattutto la purezza della miscela di vapori sono essenziali per la qualità del diamante. La caratterizzazione dei film ottenuti va fatta per ciò che concerne lo spessore, la risposta alle radiazioni X, e , la caratteristica C/V e la resistenza alle radiazioni.

La ripetibilità dei film di diamante comincia ormai ad essere accettabile, ma la caratterizzazione di diamanti prodotti in laboratori diversi è comunque necessaria: piccole impurità di metalli pesanti presenti o no nei reattori di un certo laboratorio condizionano pesantemente le qualità del diamante ivi prodotto. Questo compito è tra gli scopi della RD42 e all'interno di essa i gruppi proponenti il presente esperimento si occuperanno della caratterizzazione dei film prodotti in Roma 2 e di confrontarli con quelli prodotti dalla De Beers e forniti alla collaborazione.

La profondità di raccolta delle cariche (CCD = charge collection distance) è uno dei parametri più importanti per gli usi del diamante in sistemi elettronici, quindi anche quale rivelatore di particelle. Dalle ultime misure effettuate a Roma e al LNS di Catania risulta che i diamanti prodotti nei laboratori di Roma 2 hanno una profondità di raccolta di cariche dell'ordine dei 300 μm , del tutto comparabile con quella dei diamanti De Beers. Si impone pertanto un'accurata caratterizzazione dei diamanti prodotti in Roma 2 e un confronto con i De Beers.

La CCD è la caratteristica dei film di diamante che può peggiorare se il diamante è sottoposto a un alto livello di radiazioni. Questa possibilità ha dato luogo a un gran numero di misure su diamanti variamente irradiati. Le misure, effettuate essenzialmente sotto e/o dopo bombardamento con particelle cariche o , hanno sempre confermato che il diamante semmai migliora dopo irradiazione. Misure recenti tuttavia, effettuate dopo irradiazione con neutroni, sembrano contraddire questa certezza, riportando la questione in primo piano sia dal punto di vista conoscitivo che applicativo (una buona componente della radiazione di fondo al LHC è infatti dovuta a neutroni).

Nuovo Esperimento	Gruppo
DIAMANTE2	5

Struttura
CATANIA

PROPOSTA DI NUOVO ESPERIMENTO

2. Proposta

La caratterizzazione dei diamanti, pur se inizialmente necessaria per i confronti tra diamanti prodotti in laboratori diversi, non è lo scopo principale di questa proposta: essa infatti ha scopi più squisitamente applicativi. Si propone qui infatti l'uso dei film a diamante:

- 1) per lo studio dei fasci di particelle prodotti negli acceleratori (anche fasci di neutroni come quelli delle sorgenti di spallazione);
- 2) per la rivelazione di singole particelle in zone ad alta densità di radiazione (Fermilab, LHC, in prossimità del fascio).

La proposta sub 2) è essenzialmente la continuazione del lavoro fatto nell'esperimento "Diamante" già approvato in passato per la Sezione di Milano e di cui si dirà più avanti.

2.1 *Misura in DC dei profili di fasci carichi da acceleratori di particelle*

Proprio per le caratteristiche ampiamente documentate di resistenza alle radiazioni, il diamante sembra essere l'unico vero materiale adatto a misurare i flussi di particelle cariche nei fasci e quindi il profilo di questi, nonché la loro intensità. L'uso di un rivelatore che permetta di ottenere un alto numero di elettroni per particella incidente (> 1000) già serve a rendere trascurabile l'errore introdotto dalla copiosa produzione di elettroni secondari che sfuggono al rivelatore (dell'ordine di 1 - 2 per particella incidente e difficilmente ricatturabili). Se poi esso può essere reso sensibile alla posizione, la misura del profilo del fascio si può ottenere con grande precisione.

Misure preliminari effettuate a Catania, al Tandem del Laboratorio Nazionale del Sud (LNS), e oggetto di una comunicazione alla Conferenza Internazionale "Diamond 2000" a Porto, 3 - 6 settembre 2000, hanno mostrato che diodi a diamante da 50 μm possono, bombardati con un fascio protoni da 30 MeV, generare e raccogliere circa 20.000 elettroni/protone, producendo una corrente che segue, praticamente senza inerzia, le variazioni di intensità del fascio. Non risultarono inoltre danni da radiazione misurabili dopo una fluensa superiore ai 1014 p/cm² sul diodo, la cui ricaratterizzazione dopo l'esperimento venne effettuata a Roma 2.

Si ritiene utile la continuazione di tali misure con geometrie diverse dei contatti (dato il carattere isolante del diamante con 5,7 eV di gap sono i contatti superficiali a definire con buona precisione le zone di conduzione indotta dal passaggio delle particelle ionizzanti). Tra le varie geometrie si ritiene interessante quella a strisce, capace di essere letta agevolmente da un'elettronica definitivamente posta fuori dal fascio di particelle, anche se l'estrazione del profilo del fascio costringe all'uso di stereostricce e a un difficile lavoro di deconvoluzione dei segnali con conseguente aumento degli errori: la geometria a pixel infatti, data la diversa topologia, non può agevolmente connettersi ad un'elettronica fuori dal fascio e risulta quindi tecnicamente più complicata pur se concettualmente più semplice.

Si ritiene utile inoltre il parallelo uso di particelle dello stesso fascio diffuse da foglioline di oro sul rivelatore a diamante per il confronto tra le risposte in continua e in impulsiva e lo studio delle loro variazioni all'aumentare della fluensa sul campione di diamante.

2.2 *Misura in DC dei profili di fasci di neutroni da sorgenti di spallazione*

Analoghe alle misure di profilo dei fasci da particelle cariche sono quelle di profilo di fasci di neutroni. In un materiale isolante come il diamante le particelle cariche prodotte dalle reazioni dei neutroni con il carbonio producono segnali altamente localizzati, a meno di non essere emesse ad angoli molto vicini ai 90° (+/- 5°), dato lo spessore molto piccolo del film di diamante. Ciò che cambia è il numero di elettroni in media per neutrone incidente, che si riduce notevolmente a causa della sezione d'urto di produzione di particelle cariche dai neutroni. Per neutroni da sorgenti di spallazione (700 - 1000 MeV), con spessori di diamante di circa 50 μm , con una media di 5.000 elettroni/particella carica, si ottengono circa 0,2 e/n, il che significa comunque 2.105 e/cm² per una debole sorgente di soli 106 n/cm².

Le misure sotto fascio di neutroni sono estremamente interessanti non solo perché permettono di misurare i profili dei fasci in maniera semplice e poco costosa, ma anche perché permettono di studiare il problema del danneggiamento da neutroni che sembra essere diverso dal danneggiamento da particelle cariche, cosa che comunque va accertata.

2.3 *Progetto di rivelatori a microstrip di diamante per misure al Fermilab*

3. Piano di lavoro

Le caratterizzazioni dei diamanti prodotti a Roma 2 verranno preliminarmente effettuate in quel laboratorio e in quello di Milano. La definitiva costruzione dei contatti a diodi, strip o pixel verrà effettuata a Catania. Gli amplificatori in continua saranno realizzati a Catania e a Roma 2.

I test sotto fascio di protoni da 30 MeV saranno effettuati a Catania. Quelli con protoni ad alta energia si effettueranno al CERN, nell'ambito della collaborazione con la RD42. I diamanti sottoposti a irradiazione saranno ricaratterizzati a Roma 2 e a Milano. Parte di essi saranno dati alla collaborazione RD42 per successivi controlli. Si prevedono almeno 2 turni di misura per anno a Catania e 2 al CERN.

Le prime misure di irradiazione con neutroni potranno essere effettuate alla sorgente dell'ENEA a Roma. Per l'uso della sorgente di spallazione si pensa di poter effettuare le misure a Los Alamos nel secondo e/o nel terzo anno del programma. Per poter tuttavia arrivare a questa parte del programma occorrerà, fin dal primo anno, avviare gli opportuni contatti con lo staff di quel laboratorio.

3. Piano finanziario

Il relativo piano finanziario si desume dalle chiare richieste di finanziamento delle tre sedi di Catania, Roma 2 e Milano. Esso corrisponde in maniera precisa a quanto delineato nel Piano di lavoro.

Codice	Esperimento	Gruppo
	DIAMANTE2	5

Struttura
CATANIA

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)

LAUREANDI		Associazione		Titolo della Tesi
Cognome e Nome		SI	NO	
CATANUTO Roberto		<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	REALIZZAZIONE DI RIVELATORI A DIAMANTE
Relatore POTENZA Renato				
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
	Denominazione	mesi-uomo		SERVIZI TECNICI
				Annotazioni
INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)				
DENOMINAZIONE		DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA		

Esperimento	Gruppo
DIAMANTE2	5

Struttura
CATANIA

ALLEGATO 1

INFN – Sezione di Catania
Gruppo V
Esperimento: Diamante2

PROPOSTA DI ESPERIMENTO**1. Introduzione**

Il diamante sintetico, oggi prodotto in diversi laboratori, oltre ad avere diverse applicazioni industriali (abrasivo, materiale trasparente per finestre resistenti ad altissime temperature, etc.) è da diverso tempo in studio quale materiale per sensori e/o per componenti elettronici resistenti a temperature elevate e/o a intensi campi di radiazioni ionizzanti che normalmente danneggiano in poco tempo altri materiali quali silicio e GAs.

La De Beers inglese, tra le ditte industriali, si dedica alla produzione di diamanti sintetici per la costruzione di sensori per radiazioni ionizzanti, ma oggi anche alcuni laboratori universitari (in Italia Roma, Firenze e Torino) hanno da tempo iniziato a produrre, anche se ancora in piccole quantità, questi film di diamante. La De Beers è stata finora la sola fornitrice, dopo il ritiro della Norton americana dalla produzione, di film di diamante per rivelatori nucleari alla collaborazione internazionale RD42 del CERN, che si propone appunto la caratterizzazione di questo materiale per la costruzione di rivelatori per i futuri esperimenti a LHC. Anche i gruppi di Catania, Roma 2 e Milano che intendono collaborare al presente progetto, ove approvato dall'INFN, sono stati accolti recentemente (maggio 2000) nella collaborazione RD42. E' stato proposto, ed accettato dalla collaborazione, di cominciare i test anche sui film di diamante prodotti nei laboratori dell'Università di Roma, Tor Vergata, che sembrano oggi avere caratteristiche non dissimili dai più rinomati film prodotti dalla De Beers e di confrontare i risultati con quelli ottenuti dalle misure già effettuate e da effettuare presso il LNS con fasci di protoni di bassa energia.

I diamanti finora studiati per l'uso quali rivelatori di radiazioni sono stati prodotti per condensazione chimica di vapori di carbonio (CVD = Chemical Vapor Deposition) in reattori microtubolari: una miscela ben dosata, quanto più pura possibile, di C, O e N viene fatta condensare su un film di silicio più freddo, preventivamente trattato per favorire la condensazione dei vapori di carbonio con formazione dei cristalli di diamante. La composizione e soprattutto la purezza della miscela di vapori sono essenziali per la qualità del diamante. La caratterizzazione dei film ottenuti va fatta per ciò che concerne lo spessore, la risposta alle radiazioni X, e , la caratteristica C/V e la resistenza alle radiazioni.

La ripetibilità dei film di diamante comincia ormai ad essere accettabile, ma la caratterizzazione di diamanti prodotti in laboratori diversi è comunque necessaria: piccole impurità di metalli pesanti presenti o no nei reattori di un certo laboratorio condizionano pesantemente le qualità del diamante ivi prodotto. Questo compito è tra gli scopi della RD42 e all'interno di essa i gruppi proponenti il presente esperimento si occuperanno della caratterizzazione dei film prodotti in Roma 2 e di confrontarli con quelli prodotti dalla De Beers e forniti alla collaborazione.

La profondità di raccolta delle cariche (CCD = charge collection distance) è uno dei parametri più importanti per gli usi del diamante in sistemi elettronici, quindi anche quale rivelatore di particelle. Dalle ultime misure effettuate a Roma e al LNS di Catania risulta che i diamanti prodotti nei laboratori di Roma 2 hanno una profondità di raccolta di cariche dell'ordine dei 300 μm , del tutto comparabile con quella dei diamanti De Beers. Si impone pertanto un'accurata caratterizzazione dei diamanti prodotti in Roma 2 e un confronto con i De Beers.

La CCD è la caratteristica dei film di diamante che può peggiorare se il diamante è sottoposto a un alto livello di radiazioni. Questa possibilità ha dato luogo a un gran numero di misure su diamanti variamente irradiati. Le misure, effettuate essenzialmente sotto e/o dopo bombardamento con particelle cariche o γ , hanno sempre confermato che il diamante semmai migliora dopo irradiazione. Misure recenti tuttavia, effettuate dopo irradiazione con neutroni, sembrano contraddire questa certezza, riportando la questione in primo piano sia dal punto di vista conoscitivo che applicativo (una buona componente della radiazione di fondo al LHC è infatti dovuta a neutroni).

2. Proposta

La caratterizzazione dei diamanti, pur se inizialmente necessaria per i confronti tra diamanti prodotti in laboratori diversi, non è lo scopo principale di questa proposta: essa infatti ha scopi più squisitamente applicativi. Si propone qui infatti l'uso dei film a diamante:

- 1) per lo studio dei fasci di particelle prodotti negli acceleratori (anche fasci di neutroni come quelli delle sorgenti di spallazione);
- 2) per la rivelazione di singole particelle in zone ad alta densità di radiazione (Fermilab, LHC, in prossimità del fascio).

La proposta sub 2) è essenzialmente la continuazione del lavoro fatto nell'esperimento "Diamante" già approvato in passato per la Sezione di Milano e di cui si dirà più avanti.

2.1 *Misura in DC dei profili di fasci carichi da acceleratori di particelle*

Proprio per le caratteristiche ampiamente documentate di resistenza alle radiazioni, il diamante sembra essere l'unico vero materiale adatto a misurare i flussi di particelle cariche nei fasci e quindi il profilo di questi, nonché la loro intensità. L'uso di un rivelatore che permetta di ottenere un alto numero di elettroni per particella incidente (> 1000) già serve a rendere trascurabile l'errore introdotto dalla copiosa produzione di elettroni secondari che sfuggono al rivelatore (dell'ordine di 1 – 2 per particella incidente e difficilmente ricatturabili). Se poi esso può essere reso sensibile alla posizione, la misura del profilo del fascio si può ottenere con grande precisione.

Misure preliminari effettuate a Catania, al Tandem del Laboratorio Nazionale del Sud (LNS), e oggetto di una comunicazione alla Conferenza Internazionale "Diamond 2000" a Porto, 3 – 6 settembre 2000, hanno mostrato che diodi a diamante da 50 μm possono, bombardati con un fascio protoni da 30 MeV, generare e raccogliere circa 20.000 elettroni/protone, producendo una corrente che segue, praticamente senza inerzia, le variazioni di intensità del fascio. Non risultarono inoltre danni da radiazione misurabili dopo una fluenza superiore ai 10^{14} p/cm² sul diodo, la cui ricaratterizzazione dopo l'esperimento venne effettuata a Roma 2.

Si ritiene utile la continuazione di tali misure con geometrie diverse dei contatti (dato il carattere isolante del diamante con 5,7 eV di gap sono i contatti superficiali a definire con buona precisione le zone di conduzione indotta dal passaggio delle particelle ionizzanti). Tra le varie geometrie si ritiene interessante quella a strisce, capace di essere letta agevolmente da un'elettronica definitivamente posta fuori dal fascio di particelle, anche se l'estrazione del profilo del fascio costringe all'uso di stereostrisce e a un difficile lavoro di deconvoluzione dei segnali con conseguente aumento degli errori: la geometria a pixel infatti, data la diversa topologia, non può agevolmente connettersi ad un'elettronica fuori dal fascio e risulta quindi tecnicamente più complicata pur se concettualmente più semplice.

Si ritiene utile inoltre il parallelo uso di particelle dello stesso fascio diffuse da foglioline di oro sul rivelatore a diamante per il confronto tra le risposte in continua e in impulsiva e lo studio delle loro variazioni all'aumentare della fluenza sul campione di diamante.

Nuovo Esperimento	Gruppo
DOSINE	5

Struttura
CATANIA

Rappresentante Nazionale: SALVADORI Paolo

Struttura di appartenenza: Sezione di PERUGIA

Ricercatore responsabile locale: BARTOLOTTA Antonio

Posizione nell'I.N.F.N.:

PROGRAMMA DI RICERCA

A) INFORMAZIONI GENERALI

Linea di ricerca	DOSIMETRIA NEUTRONICA
Laboratorio ove si raccolgono i dati	LENA, Univ. Pavia - Univ. Perugia - Univ. Palermo LNL, LNS
Acceleratore usato	TRIGA MARK II, Pavia - LINAC per Radioterapia ARNAS, Palermo LINAC Saturno e Primo, Univ. Perugia
Fascio (sigla e caratteristiche)	Colonna termica FTh = 1013 - 1014 cm ⁻² s ⁻¹ Fotoni 18 MV - elettroni 21 MeV - protoni 7 - 70 MeV
Processo fisico studiato	¹⁰ B (n, alfa) ⁷ Li formazione radicali liberi stabili
Apparato strumentale utilizzato	Setacci, stampi, pressa per realizzazione dosimetri ESR a stato solido Spettrometro ESR Bruker ECS106
Sezioni partecipanti all'esperimento	Perugia - Catania
Istituzioni esterne all'Ente partecipanti	LENA, Univ. Pavia Servizio di Fisica Sanitaria, ARNAS Palermo
Durata esperimento	2 anni

B) SCALA DEI TEMPI: piano di svolgimento

PERIODO	ATTIVITA' PREVISTA
2001 (primo semestre)	Messa a punto procedura di realizzazione addotti alanina-acido borico, miscele fisiche tartrato d'ammonio-acido borico (arricchito con ¹⁰ B). Realizzazione dosimetri a stato solido con le suddette miscele. Studio risposta e calibrazione in dose con sorgente ⁶⁰ Co
2991 (secondo semestre)	Primi irraggiamenti con fasci di neutroni. Analisi spettro ESR e confronto caratteristiche con dosimetri irraggiati con fotoni ed elettroni. Valutazione della sensibilità ai neutroni dei sistemi testati. Confronto con il sistema a termoluminescenza messo a punto dalla Sezione di Perugia
2002	Continuazione esperimenti con neutroni e messa a punto definitiva sistema dosimetrico ESR per campi misti n.g. Inizio studio sulla possibilità di aumentare la sensibilità della dosimetria ESR tramite opportuni additivi chimici. Completamento degli esperimenti. Analisi definitiva dati sperimentali.

Nuovo Esperimento	Gruppo
DOSINE	5

Struttura
CATANIA

PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO 2001
In ML

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA					IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale	
						Parziali	Totale Compet.		
Viaggi e missioni	Interno	Missioni Pavia, Perugia, Catania					5	5	
	Estero	Congresso Solid State Dosimetry 2001					5	5	
Materiale Consumo	Componenti base per la realizzazione dei dosimetri vetreria ecc.					4	4		
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.									
Materiale Inventariabile									
Costruzione Apparati									
Totale							14		
Note:									

Nuovo Esperimento	Gruppo
DOSINE	5

Struttura
CATANIA

ALLEGATO MODELLO EN2

PROPOSTA DI NUOVO ESPERIMENTO

DOSINE

(Dosimetria neutronica in radioterapia e in radioprotezione)

1. Premessa

I neutroni, così come i fotoni, sono indirettamente ionizzanti, e pertanto la dose assorbita nel mezzo irradiato con un fascio di neutroni dipende dalla fluenza delle particelle cariche secondarie direttamente ionizzanti prodotte dalla interazione dei neutroni con i nuclei del mezzo; tale fluenza, e le caratteristiche energetiche delle particelle cariche, dipendono dalla fluenza e dalla energia dei neutroni, poiché da essa dipende in particolare la probabilità di interazione neutroni-mezzo. A differenza della radiazione elettromagnetica, le cui interazioni con il mezzo attraversato danno luogo sostanzialmente a elettroni e fotoni, i meccanismi di interazione neutroni-mezzo producono, oltre a fotoni di diversa energia, una grande varietà di nuclei di rinculo e di particelle cariche subatomiche, che depositano la loro energia nel mezzo in modi diversi.

La dosimetria dei neutroni presenta, dunque, maggiori problemi della dosimetria della radiazione elettromagnetica, in particolare perché:

a) la probabilità di interazione dei neutroni con la materia dipende, molto più rispetto ai fotoni, dal numero atomico del materiale attraversato e dall'energia dei neutroni; l'equivalenza fra il materiale dosimetrico e il mezzo nel quale si vuole determinare la dose assorbita deve essere, dunque, molto più stretta (in particolare per quanto riguarda il contenuto di idrogeno);

b) anche nella ipotesi di un fascio primario di soli neutroni, nel mezzo si è sempre in presenza di un campo di radiazione misto n,g.

E' dunque necessario, sia in radioterapia con neutroni, sia in radioprotezione, disporre di un sistema dosimetrico in grado di discriminare e misurare separatamente i diversi contributi alla dose dovuti ai due tipi di radiazione (fotoni e neutroni), in considerazione anche della loro diversa Efficacia Biologica Relativa (RBE).

Scopo del progetto DOSINE per il quale si richiede il finanziamento è di svolgere attività di ricerca sulla dosimetria per fasci di neutroni, e di sviluppare e mettere a punto nuovi sistemi dosimetrici a stato solido da impiegare a tale scopo.

2. Ricerca e sviluppo di dosimetri a stato solido per fasci di neutroni impiegati in radioterapia

Per gli scopi della radioterapia un dosimetro per neutroni deve avere caratteristiche specifiche, e, in particolare, tessuto equivalenza, dimensioni dell'ordine del mm³, incertezza complessiva nelle misure di dose contenuta entro 3%, capacità di determinare sperimentalmente i contributi alla dose assorbita dovuti ai neutroni e ai fotoni gamma che li accompagnano.

Nell'ambito dell'esperimento DOGANE relativo alla Boron Neutron Capture Therapy (BNCT) è già stato realizzato un sistema dosimetrico con le caratteristiche richiamate, attraverso l'accoppiamento di dosimetri a termoluminescenza (TLD) di 6LiF e di BeO. Tale sistema dosimetrico si è mostrato efficace (1) in un ampio intervallo di dose gamma equivalente (da 40 mJ kg⁻¹ a 30 J kg⁻¹ per neutroni, da 10 mJ kg⁻¹ a 20 J kg⁻¹ per fotoni gamma) con un'incertezza dell'ordine del 5%, e quindi leggermente superiore al valore richiesto del 3%, ma che è sembrata al momento adeguata, tenuto conto che la BNCT in Italia è ancora in una fase sperimentale iniziale. Tuttavia è importante nel prossimo futuro riuscire a raggiungere un'incertezza minore, ed è questo uno degli scopi che ci si prefigge con l'esperimento qui proposto, anche tramite lo sviluppo di un altro sistema dosimetrico a stato solido, basato sulla risonanza di spin elettronico (ESR) (2), in collaborazione con il gruppo di ricerca in Fisica Medica dell'Università di Palermo, che possiede già esperienze in tale settore, utilizzando come rivelatore alanina o tartrato d'ammonio (3,4). I dosimetri a stato solido realizzati sono in forma di cilindri di diametro 4.8 mm e spessore 1.0 mm, con massa volumica 1.28 g cm⁻³ e rapporto (Z/A) efficace 0.535 e quindi con proprietà simili al tessuto. L'incertezza complessiva nelle misure di dose assorbita per fasci di fotoni ed elettroni è compresa tra 3.5% e 5% nell'intervallo (2 - 50) Gy.

I dosimetri ESR sono poco sensibili ai neutroni termici impiegati nella BNCT in quanto l'energia in gioco non è sufficiente per rompere legami covalenti, e il numero di radicali liberi prodotti è molto basso, tale da non permettere la rivelazione di un segnale ESR di un dosimetro irradiato con neutroni. Un metodo per superare questo inconveniente è quello di legare all'alanina una molecola con atomi il cui nucleo abbia un'alta sezione d'urto per cattura di neutroni, come l'acido borico arricchito con 10B (5): infatti, quando la miscela alanina-acido borico è irradiata con neutroni, le particelle cariche prodotte a seguito dell'interazione con il nucleo di 10B, collidendo con la molecola di alanina, inducono la formazione di radicali liberi. Per ottenere un'elevata probabilità di interazione tra queste e l'alanina, è necessario che l'alanina e l'acido borico facciano parte di un'unica entità chimica, cosa che si può ottenere preparando un addotto alanina-acido borico. Si ottiene così un dosimetro sensibile sia ai neutroni che naturalmente ai fotoni; per ricavare il contributo di dose dovuto solamente ai neutroni è necessario avere anche una misura della dose dovuta ai fotoni, cosa che può essere ottenuta irradiando contemporaneamente dosimetri ad alanina "convenzionali" e il sistema dosimetrico a termoluminescenza messo a punto dal gruppo di Perugia.

Nell'ambito del progetto verrà ottimizzata la procedura di preparazione dell'addotto, a partire dalla seguente ricetta: quantità equimolari di alanina e acido borico vengono dissolti in una soluzione acquosa di NH₄OH a pH 12; la soluzione viene agitata e portata ad una temperatura di circa 100 °C fino a saturazione. Per allontanare completamente il solvente, tale soluzione viene posta in stufa a 50 °C per circa 30 minuti. Il solido ottenuto, contenente l'addotto alanina-acido borico, viene purificato dalle frazioni di alanina e acido borico non reagiti per cristallizzazione da etanolo:H₂O = 80/20.

Si intende inoltre verificare la possibilità di realizzare anche dosimetri "tartrato d'ammonio - acido borico", in considerazione delle migliori prestazioni che i dosimetri a tartarato d'ammonio hanno mostrato rispetto a quelli con alanina per la dosimetria di fotoni ed elettroni.

L'esperimento verrà svolto anche con la collaborazione dei Laboratori Nazionale del Sud di Catania.

Nuovo Esperimento	Gruppo
DOSINE	5

Struttura
CATANIA

**PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE
PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO**

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	5	5	4						14
2002	4		2						6
TOTALI	9	5	6						20

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Mod. EN. 3

(a cura del responsabile locale)

Esperimento	Gruppo
DOSINE	5

Struttura
CATANIA

ALLEGATO 1**PROPOSTA DI NUOVO ESPERIMENTO****DOSINE**

(Dosimetria neutronica in radioterapia e in radioprotezione)

1. Premessa

I neutroni, così come i fotoni, sono indirettamente ionizzanti, e pertanto la dose assorbita nel mezzo irradiato con un fascio di neutroni dipende dalla fluenza delle particelle cariche secondarie direttamente ionizzanti prodotte dalla interazione dei neutroni con i nuclei del mezzo; tale fluenza, e le caratteristiche energetiche delle particelle cariche, dipendono dalla fluenza e dalla energia dei neutroni, poiché da essa dipende in particolare la probabilità di interazione neutroni-mezzo. A differenza della radiazione elettromagnetica, le cui interazioni con il mezzo attraversato danno luogo sostanzialmente a elettroni e fotoni, i meccanismi di interazione neutroni-mezzo producono, oltre a fotoni di diversa energia, una grande varietà di nuclei di rinculo e di particelle cariche subatomiche, che depositano la loro energia nel mezzo in modi diversi.

La dosimetria dei neutroni presenta, dunque, maggiori problemi della dosimetria della radiazione elettromagnetica, in particolare perché:

a) la probabilità di interazione dei neutroni con la materia dipende, molto più rispetto ai fotoni, dal numero atomico del materiale attraversato e dall'energia dei neutroni; l'equivalenza fra il materiale dosimetrico e il mezzo nel quale si vuole determinare la dose assorbita deve essere, dunque, molto più stretta (in particolare per quanto riguarda il contenuto di idrogeno);

b) anche nella ipotesi di un fascio primario di soli neutroni, nel mezzo si è sempre in presenza di un campo di radiazione misto n, .

E' dunque necessario, sia in radioterapia con neutroni, sia in radioprotezione, disporre di un sistema dosimetrico in grado di discriminare e misurare separatamente i diversi contributi alla dose dovuti ai due tipi di radiazione (fotoni e neutroni), in considerazione anche della loro diversa Efficacia Biologica Relativa (RBE).

Scopo del progetto DOSINE per il quale si richiede il finanziamento è di svolgere attività di ricerca sulla dosimetria per fasci di neutroni, e di sviluppare e mettere a punto nuovi sistemi dosimetrici a stato solido da impiegare a tale scopo.

2. Ricerca e sviluppo di dosimetri a stato solido per fasci di neutroni impiegati in radioterapia

Per gli scopi della radioterapia un dosimetro per neutroni deve avere caratteristiche specifiche, e, in particolare, tessuto equivalenza, dimensioni dell'ordine del mm³, incertezza complessiva nelle misure di dose contenuta entro 3%, capacità di determinare sperimentalmente i contributi alla dose assorbita dovuti ai neutroni e ai fotoni gamma che li accompagnano.

Nell'ambito dell'esperimento DOGANE relativo alla Boron Neutron Capture Therapy (BNCT) è già stato realizzato un sistema dosimetrico con le caratteristiche richiamate, attraverso l'accoppiamento di dosimetri a termoluminescenza (TLD) di 6LiF e di BeO. Tale sistema dosimetrico si è mostrato efficace (1) in un ampio intervallo di dose gamma equivalente (da 40 mJ kg⁻¹ a 30 J kg⁻¹ per neutroni, da 10 mJ kg⁻¹ a 20 J kg⁻¹ per fotoni gamma) con un'incertezza dell'ordine del 5%, e quindi leggermente superiore al valore richiesto del 3%, ma che è sembrata al momento adeguata, tenuto conto che la BNCT in Italia è ancora in una fase sperimentale iniziale.

Tuttavia è importante nel prossimo futuro riuscire a raggiungere un'incertezza minore, ed è questo uno degli scopi che ci si prefigge con l'esperimento qui proposto, anche tramite lo sviluppo di un altro sistema dosimetrico a stato solido, basato sulla risonanza di spin elettronico (ESR) (2), in collaborazione con il gruppo di ricerca in Fisica Medica dell'Università di Palermo, che possiede già esperienze in tale settore, utilizzando come rivelatore alanina o tartrato d'ammonio (3,4). I dosimetri a stato solido realizzati sono in forma di cilindri di diametro 4.8 mm e spessore 1.0 mm, con massa volumica 1.28 g cm⁻³ e rapporto (Z/A) efficace 0.535 e quindi con proprietà simili al tessuto. L'incertezza complessiva nelle misure di dose assorbita per fasci di fotoni ed elettroni è compresa tra 3.5% e 5%

nell'intervallo (2 - 50) Gy.

I dosimetri ESR sono poco sensibili ai neutroni termici impiegati nella BNCT in quanto l'energia in gioco non è sufficiente per rompere legami covalenti, e il numero di radicali liberi prodotti è molto basso, tale da non permettere la rivelazione di un segnale ESR di un dosimetro irradiato con neutroni. Un metodo per superare questo inconveniente è quello di legare all'alanina una molecola con atomi il cui nucleo abbia un'alta sezione d'urto per cattura di neutroni, come l'acido borico arricchito con ^{10}B (5): infatti, quando la miscela alanina-acido borico è irradiata con neutroni, le particelle cariche prodotte a seguito dell'interazione con il nucleo di ^{10}B , collidendo con la molecola di alanina, inducono la formazione di radicali liberi. Per ottenere un'elevata probabilità di interazione tra queste e l'alanina, è necessario che l'alanina e l'acido borico facciano parte di un'unica entità chimica, cosa che si può ottenere preparando un addotto alanina-acido borico. Si ottiene così un dosimetro sensibile sia ai neutroni che naturalmente ai fotoni; per ricavare il contributo di dose dovuto solamente ai neutroni è necessario avere anche una misura della dose dovuta ai fotoni, cosa che può essere ottenuta irradiando contemporaneamente dosimetri ad alanina "convenzionali" e il sistema dosimetrico a termoluminescenza messo a punto dal gruppo di Perugia.

Nell'ambito del progetto verrà ottimizzata la procedura di preparazione dell'addotto, a partire dalla seguente ricetta: quantità equimolari di alanina e acido borico vengono dissolti in una soluzione acquosa di NH_4OH a pH 12; la soluzione viene agitata e portata ad una temperatura di circa $100\text{ }^\circ\text{C}$ fino a saturazione. Per allontanare completamente il solvente, tale soluzione viene posta in stufa a $50\text{ }^\circ\text{C}$ per circa 30 minuti. Il solido ottenuto, contenente l'addotto alanina-acido borico, viene purificato dalle frazioni di alanina e acido borico non reagiti per cristallizzazione da etanolo: $\text{H}_2\text{O} = 80/20$.

Si intende inoltre verificare la possibilità di realizzare anche dosimetri "tartrato d'ammonio - acido borico", in considerazione delle migliori prestazioni che i dosimetri a tartarato d'ammonio hanno mostrato rispetto a quelli con alanina per la dosimetria di fotoni ed elettroni.

L'esperimento verrà svolto anche con la collaborazione dei Laboratori Nazionale del Sud di Catania.

3. Ricerca e sviluppo di dosimetri a stato solido per neutroni in radioprotezione

Anche se l'incertezza di misura accettabile per un dosimetro per neutroni da utilizzare in radioprotezione è superiore a quella indispensabile in radioterapia (20% vs 3%), assai più stringenti sono in radioprotezione le richieste per quanto riguarda la sensibilità alle basse dosi e la necessità di valutare l'energia dei neutroni.

In radioprotezione, infatti, le dosi assorbite da misurare sono di diversi ordini di grandezza inferiori a quelle della radioterapia (dell'ordine del mGy). Inoltre, più che la dose assorbita, la grandezza di interesse in radioprotezione è la dose efficace E, definita come

$$E = w_T \sum w_R DRT$$

in cui DRT è la dose assorbita nell'organo T per la radiazione di tipo R, w_R è il peso relativo della radiazione R e w_T è il peso che ha l'organo T, nel complesso degli organi irradiati, nel determinare il detrimento complessivo. È noto che i pesi w_R variano notevolmente con l'energia dei neutroni (1 - 20) ed è quindi indispensabile determinare con sufficiente accuratezza le diverse componenti in energia dei neutroni (termici, epidermici, veloci) eventualmente presenti (in radioterapia, invece, l'energia dei neutroni impiegati è sostanzialmente nota in partenza e non è quindi richiesto al dosimetro di valutarla).

Ci si propone di realizzare un sistema dosimetrico in grado di rispondere anche a neutroni veloci, di interesse sia in campo ambientale (es. voli supersonici), sia in campo medico; in quest'ultimo settore, in particolare, è da ricordare che gli acceleratori lineari per elettroni di energia superiore a 10 MeV possono produrre fotoneutroni, nella regione della risonanza gigante, la cui energia dipende dai materiali con cui il fascio primario interagisce; anche se la distribuzione in energia dei neutroni non è ben nota, tuttavia si sa che accanto ad alti flussi (10^{12} s^{-1} sull'intero angolo solido) di neutroni veloci si hanno neutroni termici, a seguito della moderazione di neutroni veloci nei materiali di basso numero atomico presenti e nel paziente stesso.

Nell'esperimento proposto si intende mettere a punto un sistema dosimetrico che, oltre ai TLD, utilizzi anche un rivelatore di tracce (SSNTD) quale il CR-39; la recente disponibilità di un microscopio ottico ad analisi tridimensionale (acquistato con i fondi di cofinanziamento MURST-Università di Perugia) consentirà un'analisi fine delle tracce prodotte nel CR-39 dai protoni di rinculo dei neutroni; si potrà determinare con accuratezza l'energia dei protoni, e da questa risalire a quella dei neutroni; verrà così portata a completamento la ricerca iniziata con l'esperimento MAKRON(6).

Per quanto riguarda la dosimetria ESR, ci si propone di studiare la possibilità di aumentarne in modo significativo la sensibilità e la minima dose rivelabile (attualmente intorno a un gray), tramite additivi chimici che consentano la stabilizzazione dei radicali liberi prodotti dalla radiazione nella molecola sensibile (alanina o tartrato d'ammonio).

4. Considerazioni finali

In conclusione, con l'esperimento proposto si intendono realizzare, nell'arco di due anni, sistemi dosimetrici a stato solido per campi misti neutroni – gamma da utilizzare, rispettivamente, in radioterapia e in radioprotezione. Le persone coinvolte nell'esperimento hanno le competenze necessarie per la buona riuscita della collaborazione. Anche la strumentazione disponibile, sia nelle sedi di Palermo che di Perugia (grazie anche ai precedenti finanziamenti INFN e MURST), sia presso il LENA di Pavia e il LNS dell'INFN, è adeguata allo scopo. Le richieste finanziarie all'INFN sono limitate, pertanto, a spese di missione, spese postali e per acquisto di materiale di consumo (TLD, prodotti per i dosimetri ESR, ...).

BIBLIOGRAFIA

- (1) M. Angelucci, R. Borio, S. Chiocchini, P. Degli Esposti, N. Forini, P. Salvadori: *A multicomponent dosimetry system for neutron-gamma mixed field monitoring in BNCT*. *Physica Medica* **15** (1999), 131-136.
- (2) *ESR dosimetry and applications*. Proceedings of the 4th International Symposium. München, Germany, 15-19 may 1995. *Appl. Radiat. Isot.* **47** (1996), 1151-1687.
- (3) A. Bartolotta, M. Brai, V. Caputo, V. De Caro, L.I. Giannola, R. Rap, G. Teri: *ESR solid state dosimetry: behaviour of various amino-acids and blend preparation procedures*. *Radiation Protection Dosimetry* **84** (1999), 293-296.
- (4) A. Bartolotta, M. Brai, V. De Caro, C. D'Oca, L.I. Giannola, G. Teri: *ESR evaluation of stable free radicals produced by ionizing radiation in multifunctional substances. Application for absorbed dose measurements in radiotherapy*. In "Nuclear and condensed matter physics", American Institute of Physics, (2000), 31-34.
- (5) Urena-Nunez et al.: *An alanine-boron compound for thermal neutron fluence measurements. Part I Synthesis and development*. *Appl. Radiat. Isot.*; **49**, (1998), 1657-64.
- (6) M. Angelucci, R. Borio, R. Cherubini, N. Forini, G. Moschini, P. Salvadori: *Setting up a dosimeter for neutrons detection (MAKRON Experiment)*, LNL-INFN (Rep.)-095/95, 250,251.

Nuovo Esperimento	Gruppo
FLUXEN	5

Struttura
CATANIA

Rappresentante Nazionale: BOTTIGLI Ubaldo

Struttura di appartenenza: Sezione di PISA

Ricercatore responsabile locale: AIELLO Sebastiano

Posizione nell'I.N.F.N.: Incarico di Ricerca

PROGRAMMA DI RICERCA

A) INFORMAZIONI GENERALI

Linea di ricerca	monitor per fasci diagnostici e terapeutici
Laboratorio ove si raccolgono i dati	Napoli, Catania , Pisa
Acceleratore usato	
Fascio (sigla e caratteristiche)	
Processo fisico studiato	interazione di radiazione elettromagnetica con la materia
Apparato strumentale utilizzato	Voltmetro digitale. Oscilloscopi campionatori veloci. Alimentatori programmabili. Network Analyser. Generatore di Funzioni Arbitrarie. Macchine da calcolo per VLSI Analogico di elettronica di F.E. e readout. Macchina per bonding. Probing Station. Camera Pulita del Lab. di Microelettronica. State Logic Analyser.
Sezioni partecipanti all'esperimento	Cagliari, Catania, Lecce, Napoli, Pisa
Istituzioni esterne all'Ente partecipanti	
Durata esperimento	2 anni

B) SCALA DEI TEMPI: piano di svolgimento

PERIODO	ATTIVITA' PREVISTA
2001	1° Semestre: un campionatore rapido a 4 MHz 2° Semestre: un campionatore rapido a 4 MHz provvisto di trigger montato su scheda con memoria tampone
2002	

Nuovo Esperimento	Gruppo
FLUXEN	5

Struttura
CATANIA

PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO 2001
In ML

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA					IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale
						Parziali	Totale Compet.	
Viaggi e missioni	Interno	Contatti fra le sedi misure a Napoli				6 2	8	
	Estero	partecipazione a conferenze internazionali				3	3	
Materiale Consumo	2 Run Tecnologia AMS.35m Board di test con a bordo la logica di controllo, un ADC flash e tampone interfacciata con PC d'acquisizione				20 6	26		
Trasp.e facch.								
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro			
Affitti e manutenz. apparecchiat.								
Materiale Inventariabile								
Costruzione Apparati								
Totale							37	
Note:								

Nuovo Esperimento	Gruppo
FLUXEN	5

Struttura
CATANIA

ALLEGATO MODELLO EN2

Microelettronica per "diagnostica"

Per la misura di flusso si adopererà un rivelatore al CZTe provvisto già di preamplificatore e formatore a 500 ns. Si vuole costruire un sistema multicanale veloce. L'idea base è quella di fare una conversione A/D veloce delle campionature, ed immagazzinarle in tempo reale in un buffer che viene scaricato in un PC.

Un segnale con tempo di picco di 500 ns ha uno spettro di frequenze contenuto entro 2 MHz. Allora per il criterio di Nyquist un campionamento a 4 MHz consente di risalire al segnale originale.

Il segnale d'ingresso viene campionato da una memoria SLIME a n celle. Quando le n celle sono riempite il sistema commuta e i campionamenti vengono fatti dall'altra memoria. Mentre una memoria campiona, l'altra viene scaricata. Il contenuto di ogni cella viene inviato sempre alla stessa velocità ad un ADC flash. Ogni conversione viene inviata ad una FiFo. I dati della Fifo vengono scaricati in un PC. Anche questa volta mentre una FiFo viene riempita l'altra, alternativamente viene scaricata. Se il rate di dati è quello massimo di 100 Khz per registrare 1 M segnali servono 40 Mbyte di memoria di massa che può essere quella dello stesso PC. Tuttavia, qualora si volessero o più statistica oppure si avesse un rate più basso si può inserire a monte un trigger a soglia a che abilita, ogni volta un numero fissato, diciamo 8 campionature. In questo caso nella stessa memoria si possono inserire fino a 5 Milioni di segnali.

Studio di fattibilità per monitor fasci terapeutici:

Il gruppo di Catania si occuperà il primo anno anche dello studio di fattibilità per l'attività riguardante l'aspetto del monitoraggio di fasci terapeutici e riguarderà essenzialmente l'individuazione di rivelatori e front-end compatibili con le esigenze di rivelazione ad alto flusso e la implementazione di simulazioni di calorimetri già esistenti per ottimizzarne i parametri per il range energetico richiesto. (vedi relazione del responsabile nazionale).

Nuovo Esperimento	Gruppo
FLUXEN	5

Struttura
CATANIA

PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE
PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	8	3	26						37
2002	8	3	25						36
TOTALI	16	6	51						73

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Mod. EN. 3

(a cura del responsabile locale)

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEAREPreventivo per l'anno **2001**

Nuovo Esperimento	Gruppo
HSPLIN	5

Struttura
CATANIA

Rappresentante Nazionale: SALINA Gaetano

Struttura di appartenenza: Sezione di ROMA II

Ricercatore responsabile locale: RUSSO Marco

Posizione nell'I.N.F.N.: Primo Ricercatore

PROGRAMMA DI RICERCA**A) INFORMAZIONI GENERALI**

Linea di ricerca	Elettronica - Link ad alta velocita' per trasmissione dati
Laboratorio ove si raccolgono i dati	ROMA 2 e Catania
Acceleratore usato	
Fascio (sigla e caratteristiche)	
Processo fisico studiato	
Apparato strumentale utilizzato	MULTISOFT machine / CAD VLSI
Sezioni partecipanti all'esperimento	ROMA 2 e Catania
Istituzioni esterne all'Ente partecipanti	CERN
Durata esperimento	2 anni

B) SCALA DEI TEMPI: piano di svolgimento

PERIODO	ATTIVITA' PREVISTA
	VEDI ALLEGATO PROPOSAL ROMA II

Mod. EN. 1

(a cura del rappresentante nazionale)

Nuovo Esperimento	Gruppo
HSPLIN	5

Struttura
CATANIA

PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO 2001
In ML

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA					IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale	
						Parziali	Totale Compet.		
Viaggi e missioni	Interno	Missioni interne per riunioni sedi esperimento					5	5	
	Estero	1 mese uomo CERN					8	8	
Materiale Consumo	Europractice e Cadence					8	41		
	Sviluppo scheda FPGA e acquisto FPGA sfusi					5			
	ORCAD					2			
	Tool completo di sviluppo FPGA e PCI core Synopsys					20 6			
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiat.									
Materiale Inventariabile									
Costruzione Apparati									
Totale							54		
Note:									

Nuovo Esperimento	Gruppo
HSPLIN	5

Struttura
CATANIA

PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE

PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	5	8	41						54
2002	5	8	29					15	57
TOTALI	10	16	70					15	111

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

