

Nuovo Esperimento	Gruppo
PACO2	5

Struttura
GENOVA

Rappresentante Nazionale: G. GEMME

Struttura di appartenenza: GENOVA

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

Ricercatore responsabile locale: G. GEMME

PROGRAMMA DI RICERCA

A) INFORMAZIONI GENERALI

Linea di ricerca	Rivelatori
Laboratorio ove si raccolgono i dati	GENOVA
Acceleratore usato	
Fascio (sigla e caratteristiche)	
Processo fisico studiato	Rivelatore per onde gravitazionali periodiche, effetti ponderomotori a corto raggio, interazione Spin-gradiente B per polarimetria.
Apparato strumentale utilizzato	Cavità superconduttrici accoppiate, amplificatori a basso rumore.
Sezioni partecipanti all'esperimento	GE
Istituzioni esterne all'Ente partecipanti	CERN
Durata esperimento	Tre anni

B) SCALA DEI TEMPI: piano di svolgimento

PERIODO	ATTIVITA' PREVISTA
2001	Sviluppo rivelatore $\Delta f = 10$ kHz e test.
2002	Sviluppo accoppiatore variabile ed elettronica stabilizzazione.
2003	Prove finali rivelatore prototipo.

Nuovo Esperimento	Gruppo
PACO	5

Struttura
GENOVA

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 Zanon, Bravo					10	10	
	Estero	Missioni CERN Missioni Saclay Missioni Ecole Normale					10 10 5	25	
Materiale Consumo	Reintegro elio ed azoto					25	55		
	Componenti vuoto					5			
	2 phase shifter + 2 attenuatori controllo elettronico					25			
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.	Modifica e ricalibrazione network analyser					10	25		
	Contratto manutenzione HFSS					15			
Materiale Inventariabile	Generatore RF per misure Agilent					25	45		
	Prototipi accoppiamento variabile					10			
	PC PIII per HFSS 360Mb mem. 30Gb Disco					10			
Costruzione Apparat	Niobio per una cavità					15	35		
	Saldatura di una cavità					20			
Totale							195		
Note:									

Nuovo Esperimento	Gruppo
PACO2	5

Struttura
GENOVA

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	10	25	55			25	45	35	195
2002	10	25	55			25	55	35	205
2003	10	25	30			15	35	20	135
TOTALI	30	75	140			65	135	90	535

Note:

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

Il programma presentato in Consiglio di Sezione per l'anno 2001 è consistente con il numero di persone interessate, gli spazi e le attrezzature a disposizione.

Mod. EN. 3

(a cura del responsabile locale)

Nuovo Esperimento	Gruppo
PACO2	5

Struttura
GENOVA

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	10	25	55			25	45	35	195
2002	10	25	55			25	55	35	205
2003	10	25	30			15	35	20	135
TOTALI	30	75	140			65	135	90	535

Note:

Nuovo Esperimento	Gruppo
PACO2	5

Struttura
GENOVA

PROPOSTA DI NUOVO ESPERIMENTO

Risultati ottenuti con l'esperimento PACO.

L'esperimento Paco, finanziato dalla Quinta Commissione INFN per il triennio 1998-2000, si sta concludendo avendo raggiunto gli obiettivi che i proponenti si erano proposti. E' stato infatti realizzato un prototipo di rivelatore basato sul principio del COnvertitore PArametrico in grado di rivelare spostamenti periodici delle pareti del rivelatore con una sensibilità relativa $\Delta L/L = 6 \times 10^{-18}$ per radice di Hertz; l'obiettivo dell'esperimento era il raggiungimento di una sensibilità relativa $\Delta L/L = 1 \times 10^{-20}$. Tale risultato è da considerarsi piuttosto soddisfacente se si tiene conto che la cavità superconduttrice a due modi utilizzata come elemento centrale del rivelatore ha caratteristiche elettriche piuttosto scadenti a causa di un doppio incidente avvenuto durante la saldatura a fascio di elettroni effettuato dalla ditta ZANON. Per tale motivo il massimo fattore di merito ottenuto dal risonatore è stato di 5×10^7 , inferiore di quasi tre ordini di grandezza ai valori ottenibili in risonatori superconduttori correttamente realizzati.

La geometria del sistema di risonatori impedisce di realizzare con costi contenuti un sistema di termometria efficiente che copra la superficie del risonatore in maniera da determinare con buona precisione la posizione della zona della superficie responsabile del malfunzionamento. Misure diagnostiche effettuate mediante eccitazione combinata dei due modi di risonanza hanno permesso di identificare in una delle due celle la presenza di una regione ad elevate perdite che limita il fattore di merito.

Con questo metodo di eccitazione differenziale (che consente di immagazzinare energia selettivamente in una delle due cavità) abbiamo potuto infatti misurare separatamente il fattore di merito delle due celle. In questo modo abbiamo riscontrato come una cella raggiunge (alla temperatura di esercizio di 1.8 K) un Q_0 di 5×10^9 mentre l'altra non sale al disopra del valore di 5×10^7 ottenuto già a 4.2K. Questa misura è una chiara indicazione che il difetto di saldatura (un foro di 7mm di diametro medio) nella regione di alte correnti, domina la qualità del materiale superconduttore.

L'ispezione ottica dell'interno della cavità non ha evidenziato particolari difetti morfologici della superficie, per cui abbiamo deciso di tentare di recuperare la qualità del superconduttore mediante un trattamento termico che verrà effettuato nella fornace UHV del CERN (cortesia del Gruppo SM della divisione EST).

Una seconda cavità realizzata in maniera identica (eccettuati gli errori di saldatura) è stata realizzata; i test preliminari hanno dato indicazioni di un fattore di merito dei due modi superiore a 3×10^9 ; con tale fattore di merito, la sensibilità del rivelatore raggiungerà la sensibilità che era l'obiettivo dell'esperimento PACO.

La sperimentazione si concluderà entro il 2000 avendo raggiunto l'obiettivo primario di dimostrare sensibilità confrontabili con quelle di un'antenna di Weber per il rivelatore parametrico a cavità superconduttrici accoppiate.

Nel corso della sperimentazione sono stati ottenuti i seguenti obiettivi intermedi:

- 1) E' stato messo a punto un prototipo di elettronica di rivelazione che sfrutta il sistema a quattro porte da noi sviluppato; 2) Tale elettronica garantisce 140 db di reiezione del modo fondamentale, con un guadagno di 70 Db rispetto al sistema a due porte di Melissinos e Coworkers. 3) E' stato misurato lo spettro delle risonanze meccaniche del risonatore, evidenziando l'ottimo accordo con le simulazioni numeriche effettuate con Ansys. 4) La misura ha evidenziato come al disopra dei 10 KHz lo spettro meccanico del risonatore coincide con ottima approssimazione con quello da noi previsto ed ipotizzato per la valutazione del contributo a tali frequenze del rumore prodotto dalle fluttuazioni termiche delle pareti (rumore browniano). 5) E' stata elaborata una tecnica di calibrazione della sensibilità del rivelatore basata sulla misura diretta della variazione di frequenza indotta dalle perturbazioni meccaniche. Tali risultati intermedi ci permettono di guardare a questo punto ad una possibile applicazione del dispositivo da noi sviluppato ad un rivelatore per onde gravitazionali ma che ha possibilità di applicazione anche in altri campi. Perché tali possibilità si concretizzino in una proposta di esperimento e' necessaria una ulteriore fase di sperimentazione che viene proposta per il triennio 2001-2003.

Proposta di esperimento Paco2.

Il rivelatore dispositivo oggetto della sperimentazione nell'ambito dell'esperimento PACO si dimostra particolarmente interessante per la rivelazione di fenomeni periodici a frequenza fissata e NOTA.

Considerazioni preliminari sulle sensibilità raggiungibili da rivelatori di questo tipo permettono di concludere che le sensibilità raggiungibili sono confrontabili a quelle attese per un rivelatore convenzionale (sbarra od interferometri) ma con la possibilità di utilizzarlo in intervalli di frequenze non facilmente accessibili da questo tipo di rivelatori.

L'operazione del sistema proposto risulta infatti tanto migliore quanto piu' la frequenza di rivelazione (la separazione dei due modi della coppia di risonatori) risulta elevata.

Questa peculiarità permette di utilizzare al meglio le caratteristiche del sistema nell'intervallo di frequenze tra i 10 e 100 KHz estendendo di una decade la regione di frequenze oggi accessibile (inferiore ai 10 KHz e con sensibilità inferiore rispetto a quella ottima per quel tipo di rivelatori). Un rivelatore basato sul principio del convertitore parametrico, risulta naturalmente adatto per la rivelazione di segnali prodotti da sorgenti periodiche.

Nuovo Esperimento	Gruppo
PACO2	5

Struttura
GENOVA

PROPOSTA DI NUOVO ESPERIMENTO

Lo scopo dell'esperimento PACO2 è quello di compiere la sperimentazione necessaria per assodare se e con quali limiti il sistema di rivelatore parametrico può essere utilizzabile per tali tipi di misure.

In particolare risulta necessario:

- Determinare la sensibilità limite del sistema per una frequenza di operazione (distanza tra i due modi) di 10 KHz, 100 volte inferiore a quella dello studio di fattibilità PACO.
- Sviluppare un sistema attivo di controllo per stabilizzare e spingere ulteriormente la reiezione delle componenti di campo del modo eccitato per spingere ai limiti la sensibilità del rivelatore (il limite dimostrato di 140 dB e' dovuto alle variazioni della frequenza di risonatori causate da variazioni di temperatura e pressione).
- Sviluppare un dispositivo che permetta di "sintonizzare" il rivelatore regolando l' accoppiamento tra le due celle della cavita'.

Rivelatore operante a 10 KHz

Il primo obiettivo dell' esperimento proposto è quello della realizzazione di un rivelatore modello per la rivelazione di segnali nella banda di frequenza della decina di KHz con lo scopo di dimostrare che anche tali frequenze è possibile ottenere la sensibilità dell'ordine di 10^{-20} per radice di Hertz.

Il modello includerà i risultati dell'attuale sperimentazione e sarà realizzato in maniera da avere la distribuzione i campi quadrupolare necessaria per la rivelazione di onde gravitazionali.

Per poter raggiungere la sensibilità di progetto il sistema dovrà sfruttare pienamente il sistema di reiezione del modo eccitato che alla frequenza di 10 KHz risulta la fonte dominante di rumore.

Stabilizzazione della reiezione del modo eccitato.

Un secondo punto che è necessario sviluppare per mostrare la reale possibilità del sistema proposto come rivelatore, e poter quindi pensare ad un esperimento che lo utilizzi, è la replica di quanto fino ad oggi realizzato ma ad una frequenza di separazione di 10 KHz; a tale separazione l'effetto di reiezione della componente di campo derivante dall'eccitazione del modo fondamentale risulta cruciale per il buon funzionamento del rivelatore.

La limitata larghezza di banda del sistema di cancellazione dei campi rende necessario un sistema di compensazione attiva per poter spingere al limite il sistema ed eventualmente migliorando la massima reiezione ottenibile.

Il valore raggiunto di 140 db di reiezione è infatti ottenuto senza nessun sistema di controllo attivo della posizione in frequenza della reiezione massima che per un ottimo di reiezione è necessario segua la frequenza di risonanza delle due cavità.

La difficoltà del sistema di stabilizzazione è dovuta al fatto che in condizioni di regime si vuole che almeno uno dei due modi sia completamente privo di campo. Di conseguenza, mancando ogni riferimento diretto, e' necessario trovare una grandezza correlata da utilizzare come variabile di controllo.

Sistema di accoppiamento Variabile.

La larghezza di banda del sistema e' inferiore all' hertz a causa degli elevati fattori di merito dei risonatori superconduttori.

Le misure effettuate sul prototipo hanno mostrato che per ottenere la migliore sensibilità promessa dal metodo e' necessario che la frequenza di eccitazione (il segnale sul Piezoelettrico) coincida con la differenza di frequenza dei due modi a meglio di un decimo della larghezza di banda dei modi stessi.

Questo e' relativamente facile da ottenere in una prova di fattibilità in cui la frequenza di eccitazione puo' essere variata in passi di 0.1 hertz. Nel caso reale invece è necessario poter controllare con precisione la differenza di frequenza tra i due modi in maniera da accordare il rivelatore sulla sorgente. Data la precisione con cui tale accordo deve essere ottenuta, è aldila' di ogni speranza pensare di poter ottenere tale accordo per costruzione.

Un ulteriore risultato intermedio di PACO mostra come la separazione di modi nella cavita' rivelatore varia con la quarta potenza del raggio dell' iride di accoppiamento.

Inoltre il sistema richiede di essere "sintonizzato" in operazione (nell' elio Superfluido) mantenendo il perfetto bilanciamento dei due risonatori. Per tale motivo è necessario sviluppare, tra le due cavita', un dispositivo di accoppiamento variabile che permetta di sintonizzare il sistema ad una ben precisa frequenza.

Detto sistema deve essere tale da conservare le caratteristiche di bassa perdita a radiofrequenza necessarie a non degradare il fattore di merito del risonatore.

Il sistema di accoppiamento variabile è una necessità per qualunque applicazione del rivelatore si pensi di sviluppare.

Codice	Esperimento	Gruppo
1155	PACO2	5

Struttura
GENOVA

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA

N	RICERCATORI Cognome e Nome	Qualifica				Affer. al Gruppo	Percentuale	N	TECNOLOGI Cognome e Nome	Qualifica			Percentuale
		Dipendenti		Incarichi						Dipendenti		Incarichi	
		Ruolo	Art. 23	Ricerca	Assoc.					Ruolo	Art. 23	Ass. Tecnol.	
1	BERNARD Philippe				CERN	5	20	1	CHINCARINI Andrea		Tecn		50
2	PICASSO Emilio				PISA	5	20	2	GEMME Gianluca	Tecn			60
								3	PARODI Renzo	D.T.			50
								Numero totale dei Tecnologi					3,0
								Tecnologi Full Time Equivalent					1,6
N	TECNICI Cognome e Nome	Qualifica				Percentuale							
		Dipendenti		Incarichi									
Ruolo	Art. 15	Collab. tecnica	Assoc. tecnica										
1	PEPE Salvatore	Cter				25							
Numero totale dei Tecnici						1,0							
Tecnici Full Time Equivalent						0,3							
Numero totale dei Ricercatori						2,0							
Ricercatori Full Time Equivalent						0,4							

Codice	Esperimento	Gruppo
1155	PACO	5

Struttura
GENOVA

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
PODESTA' Andrea Relatore Renzo Parodi	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	Sviluppo di cavità accoppiate con campi magnetici elevati.
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
		Progettazione Meccanica 1 m.u.
		Officina Meccanica 1 m.u.
		Officina Elettronica 2 m.u.

INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA
ZANON	Sviluppo di cavità S/C HIGH FIELD HIGH Q.

Codice	Esperimento	Gruppo
1155	PACO	5

Struttura
GENOVA

REFEREES DEL PROGETTO	
Cognome e Nome	Argomento

MILESTONES PROPOSTE PER IL 2001	
Data completamento	Descrizione
2001	Sviluppo rivelatore $\Delta f = 10$ KHz e test.
2002	Sviluppo accoppiatore variabile - test.
2003	Sviluppo elettronica stabilizzata - test - prove finali rivelatore prototipo.

COMPETITIVITA' INTERNAZIONALE

LEADERSHIPS NEL PROGETTO	
Cognome e Nome	Funzioni svolte
GEMME Gianluca	Responsabile Nazionale.

Codice	Esperimento	Gruppo
1155	PACO	5

Struttura
GENOVA

Consuntivo anno 1999/2000

LAUREATI		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
DOTTORI di RICERCA		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo

Codice	Esperimento	Gruppo
1155	PACO	5

Struttura
GENOVA

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
1155	PACO	5

Struttura
GENOVA

Consuntivo anno 1999/2000**MILESTONES RAGGIUNTE**

Data completamento	Descrizione
Commento al conseguimento delle milestones	

SVILUPPO DI STRUMENTAZIONE INNOVATIVA

--

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

--

Codice	Esperimento	Gruppo
1155	PACO	5

Struttura
GENOVA

Elenco delle pubblicazioni anno 1999/2000

Esperimento

gruppo

Rappresentante nazionale

Struttura res_naz

nuovo continua

PACO2

5

G. GEMME

GENOVA

nuovo

STR.	ESPERIM.	Missioni interno	Inviti ospiti stran.	Missioni estero	Mater. di Cons.	Spes Sem	Tras. e Fac.	Pub. Scien.	Spese Calc	Aff. e Manut. App.	Mater. invent.	Costruz. apparati	TOTALE	
GENOVA	Personale													
	Ricercatori		2,0	Tecnologi		3,0	Tecnici		1,0	Servizi mesi uomo				
	FTE		0,4	FTE		1,6	FTE		0,3					
	Rapporti (FTE/numero) Ricercatori				0,20				Ricercatori+Tecnologi				0,40	
	PACO		10		25	55				25	45	35	195	
	di cui sj													
	Totali		10		25	55				25	45	35	195	
	di cui sj													
	Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)				97,50									
	TOTALI													
Totali		10		25	55				25	45	35	195		
di cui sj														
Confronto con il modello EC4														
Mod. EC4 dati														
Totali-Dati EC4		10,0		25,0	55,0				25,0	45,0	35,0	195,0		
Personale														
Ricercatori		2,0	Tecnologi		3,0	Tecnici		1,0	Servizi mesi uomo					
FTE		0,4	FTE		1,6	FTE		0,3						
Rapporti (FTE/numero) Ricercatori				0,20				Ricercatori+Tecnologi				0,40		
Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)				97,50										