



*Ministero degli Affari Esteri
e della Cooperazione Internazionale*

Domanda di contributo (L. 401/90)

Identificativo	PGR00136
Anno	2015
Paese	CINA

Elementi generali

Macrosettore	Applied Basic Sciences (Chemistry, Mathematics and Physics)
Titolo (in Italiano)	Realizzazione di un prototipo di rivelatore di tracce cariche di forma cilindrica con tecnica GEM (Gas Electron Multiplier) e lettura analogica dei dati
Titolo (in altra lingua)	Construction of a cylindrical-shaped prototype of charged track detector employing the GEM (Gas Electron Multiplier) technique with analogic readout
Parola chiave #1	Rivelatore particelle cariche
Parola chiave #2	Tecnica GEM
Parola chiave #3	Elettronica analogica

Ente proponente italiano

Struttura	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN)
Dp./Ist.	Laboratori Nazionali di Frascati
Indirizzo	Via Enrico Fermi 40
C.A.P.	00044
Città	Frascati
Telefono	+39 0694031
Fax	+39 0694032427
Ente pubblico	Sì
Codice fiscale	84001850589
Partita IVA	04430461006
IBAN	IT22Q0200839105000401277684
Banca	Unicredit Frascati INFN
Conto Tesoreria	

Responsabile scientifico italiano

Titolo	Dr.
Cognome	CALCATERRA
Nome	ALESSANDRO
Qualifica	Primo Ricercatore INFN-LNF
Indirizzo	Via Enrico Fermi 40

C.A.P.	00044
Città	Frascati
Telefono	+39 0694038690
Fax	+39 0694032427
Cellulare	+39 3383515398
Email principale	acal@Inf.infn.it
Email secondaria	acal@slac.stanford.edu

C.V.

1983-1985: Partecipazione all' esperimento DM2 presso il Laboratoire de l'Accelérateur Lineaire, Università di Paris-Sud, Orsay, con un contratto di Chercheur Etranger dell'IN2P3
 1986-1990: Lavoro su analisi dati DM2 e partecipazione all'esperimento SLD presso Stanford Linear Accelerator Center con Borsa INFN per l'estero
 Marzo 1988: Assunzione presso Laboratori Nazionali di Frascati, come Ricercatore
 1990-1994: Partecipazione al run di SLD e alla progettazione dell'esperimento KLOE in costruzione presso i LNF (gruppo di camera a deriva)
 1992: Esperimento RD22 presso il CERN (deviazione di un fascio di protoni mediante cristallo incurvato)
 1993: Promozione a Primo Ricercatore
 1996-2000: Partecipazione all'esperimento BaBar, costruzione del rivelatore di muoni a RPC
 2004-2006: Collaborazione CAPIRE (studio di RPC a vetro con quenching meccanico)
 2005-2007: Partecipazione all'attività PILC (Proposal for ILC) su Silicon Photomultipliers
 2000-ora: Partecipazione analisi di Fisica BaBar
 2010-ora: BESIII (costruzione, installazione e software del calorimetro a piccolo angolo ZDD)
 2013-ora: BESIII (Partecipazione al progetto cGEM-IT per costruzione nuovo Inner tracker)

Pubblicazioni

1. Measurement of radiative J/Psi decays in K antiK states, Phys. Rev. Lett. 60 (1988) 2238
2. Measurement of the $e^+e^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$ and $e^+e^- \rightarrow \omega \pi^+ \pi^-$ reactions in the energy interval 1350-2400 MeV, Zeit. Für Phys. C56 (1992) 15
3. The Iron Calorimeter and Muon Identifier for SLD, Nucl. Instr. And Meth. A276 (1989) 94
4. First measurement of the Left-Right Cross Section Asymmetry in ZP Boson Production by e^+e^- collisions, Phys. Rev. Lett. 70 (1993) 2515
5. Observation of CP Violation in the B0 Meson System, Phys. Rev. Lett. 87 (2001) 091801

Ente proponente straniero

Denominazione	IHEP, Institute of High Energy Physics
Indirizzo	19B Yuquan Lu, Shijingshan District, Beijing, 100049
Telefono	+86 10 88236317
Fax	+86 10 88233093
Ente pubblico	Sì

Responsabile scientifico straniero

Cognome	Qun
Nome	Ouyang
Qualifica	Research Scientist
Email	ouyq@ihep.ac.cn

C.V.

Education:

1980-1984 Southeast University, Bachelor degree
 1984-1987 Southeast University, Master degree
 1994-1997 The Institute of High Energy Physics (IHEP), Chinese Academy of Sciences, Ph.D. degree

Research Experience:

1987-1997 Assistant research scientist, ALEPH experiment
 1997-2006 Associate research scientist, ATLAS experiment
 2006-present Research scientist, ATLAS, BESIII experiment

Pubblicazioni

1. Micromegas with resistive anode, 2009 IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record:690-693
2. The study of two-dimensional position sensitive gas electron multiplier based on strips readout, Acta Physica Sinica, 2010, 59(9):6029-6035 (in Chinese)
3. Study of bulk micromegas detector, Chinese Physics C 2010 34 (10):1636-1638
4. The study of Micro-bulk Micromegas, Acta Physica Sinica 2012, Vol.61(9): 092901 (in Chinese)
5. Study of measuring methods on spatial resolution of a GEM imaging detector, Chinese Physics C 2012 36 (3): 228-234

Descrizione delle attività in programma
Sintesi del progetto

Il prototipo è finalizzato alla sostituzione di un rivelatore tipo camera a fili (IDC) ora in funzione presso l'esperimento BESIII, al laboratorio IHEP (Institute for High Energy Physics) di Beijing.

L'IDC, a partire dal 2011, ha evidenziato segni di deterioramento da irradiazione, con aumento di scariche e perdita di efficienza.

Il CERN di Ginevra ha messo a punto un metodo di rivelazione, molto meno problematico rispetto a quello tradizionale dei fili metallici in presenza di forte radiazione ambiente, basato su fogli di materiale conduttivo (le GEM) prodotti con procedimenti di fotolitografia.

Le GEM sono state utilizzate ai Laboratori Nazionali di Frascati (LNF) dell'INFN per realizzare l'Inner Tracker del rivelatore KLOE2 (KLOE2-IT), in presa dati da novembre 2014.

Il nostro gruppo ha dunque proposto un prototipo di rivelatore di questo genere (CGEM-IT), con un miglioramento rispetto al KLOE2-IT: lettura dei dati analogica invece che digitale (in ogni punto del CGEM-IT, invece di una informazione sì/no, viene registrata una carica) il che permette di migliorare di molto la precisione delle misure, e costituisce il punto più qualificante e innovativo di questo progetto.

Abbiamo inoltre ritenuto di scegliere dimensioni e struttura generale del prototipo in modo tale che questo possa, passati con successo una serie di test, entrare effettivamente a far parte di BESIII, sostituendo la IDC.

Alla fine del 2014, le prime esperienze reali di presa dati del KLOE2-IT hanno mostrato una inattesa difficoltà nell'ottenere al tempo stesso buona efficienza di rivelazione, e assenza di scariche (dunque lunga vita dell'IT).

I fisici di KLOE2 hanno dunque suggerito una modifica al nostro progetto in grado di eliminare questa difficoltà, che implica però alcune modifiche a parti meccaniche già comprate.

Questa modifica è stata apportata ad una cameretta planare 10x10cm², testata al CERN su fascio di particelle a dicembre 2014.

Obiettivi fissati per l'anno 2015

Prima metà 2015:

- 1) Completamento delle analisi sui dati presi nel periodo di test presso il CERN della cameretta planare 10x10cm, controllo che i parametri di design dell'anodo siano soddisfacenti
- 2) Ordine presso il CERN del circuito anodico finale
- 3) Test di quality control dimensionali, meccanici ed elettrici sui circuiti catodici e anodici cilindrici costruiti a Ferrara
- 4) Costruzione in camera pulita presso INFN-LNF dei 3 layer concentrici di fogli di GEM.
- 5) continuazione presa dati in raggi cosmici presso LNF con telescopio e cameretta planare, per completare caratterizzazione dei segnali elettrici. Trasferimento a IHEP di queste conoscenze per inserimento nei codici di simulazione Montecarlo

Seconda metà 2015:

- 1) organizzazione workshop in Italia dedicato a "Presente e futuro dei rivelatori a GEM"
- 2) Assemblaggio in camera pulita del prototipo cilindrico (anodo, catodo, e 3 fogli di GEM) presso INFN-LNF.
- 3) Strumentazione con alta tensione di tutto il prototipo, e con elettronica preliminare di lettura di una sua parte, e inizio dei test di buon funzionamento in raggi cosmici

Le operazioni in camera pulita prevedono la partecipazione di tecnici e fisici provenienti da IHEP, che hanno già partecipato all'analogica costruzione del rivelatore per l'esperimento KLOE2-IT. La loro competenza nelle tecniche di lavorazione e movimentazione manuale sono fondamentali per la riuscita del prototipo.

Gruppo di ricerca e metodologia prevista

I gruppi di ricerca coinvolti nel progetto sono attualmente 6: 4 italiani (FE-INFN, LNF-INFN, PG-INFN, TO-INFN) e 2 cinesi (IHEP e USTC).

L'USTC (University of Science and Technology of China di Hefei) si aggiunge nel 2015 ai precedenti 5 gruppi, e afferisce come IHEP alla Chinese Academy of Sciences. Il gruppo USTC ha progettato e costruito in BESIII il frontend del rivelatore di muoni e, per il rivelatore di tempo di volo, l'elettronica di lettura e l'intero endcap.

Le metodologie impiegate dipendono dalla suddivisione dei lavori:

- 1) il gruppo INFN di Ferrara ha la responsabilità della progettazione della meccanica del rivelatore e delle relative apparecchiature per la produzione di GEM cilindriche, e il compito di costruire i catodi e gli anodi mediante sandwich di Rohacell, Kapton e rame. Il gruppo di Ferrara ha inoltre la responsabilità della definizione del disegno ottimale degli elettrodi di readout. A questo fine impiega programmi di Montecarlo per strutture conduttive (MAXWELL) e per miscele gassose (GARFIELD), ricorrendo inoltre all'analisi dei dati presi al CERN nel test beam di novembre/dicembre 2014.
- 2) Il gruppo misto LNF-INFN+PG-INFN ha la responsabilità dello studio delle reali caratteristiche lavorative degli elettrodi di readout disegnati a Ferrara. Ciò avviene utilizzando in raggi cosmici e in fasci di particelle un assieme di piccole (10x10 cm²) camerette planari a GEM, e analizzandone i risultati. Inoltre ha la responsabilità della costruzione in camera pulita del rivelatore cilindrico.
- 3) Il gruppo INFN di Torino ha la responsabilità di fornire l'elettronica di readout del rivelatore. Verrà sviluppato un nuovo ASIC in tecnologia UMC 110nm per fare sia la misura in tempo che la misura in carica del segnale delle GEM.
- 4) Il gruppo di IHEP si occupa, in vista di una possibile integrazione nel rivelatore BESIII del prototipo in studio, di tutti i problemi relativi all'interfaccia fra un rivelatore di tipo nuovo e i sottosistemi attualmente funzionanti in BESIII. Fornirà inoltre, nell'ambito dei suoi contributi specifici al Programma, manpower per la costruzione del prototipo ai LNF e per la progettazione dell'ASIC a Torino.

5) Il gruppo di USTC parteciperà a tutte le costruzioni in camera pulita fornendo aiuto tecnico e imparando tecniche e procedure necessarie alla costruzione di altri rivelatori a GEM in futuro.

Fonti del cofinanziamento

Il cofinanziamento proviene da INFN, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, da IHEP, Institute for High Energy Physics di Beijing, e da USTC, University of Chinese Science and Technology di Hefei

Risultati attesi

Per il 2015, ultimo anno di questo progetto, ci si aspetta di completare con successo la formazione dei 5 layer concentrici che costituiscono il prototipo, e il loro successivo assemblaggio a formare il prototipo completo.

Un ingrediente essenziale di questo secondo obiettivo consiste nella presenza presso LNF di fisici e tecnici provenienti da IHEP e USTC, che saranno successivamente in grado di avviare costruzioni analoghe presso i loro laboratori in Cina. Inoltre si prevede la necessità del contributo lavorativo (missioni e turni di lavorazione) delle altre Sezioni INFN Italiane, nonché la partecipazione mediante contratti temporanei di personale che ha partecipato alla costruzione del rivelatore precedente KLOE2, per trasmetterci know-how "pratico" di procedimenti e operatività di camera pulita.

Per quanto riguarda l'elettronica di readout, verrà finalizzato il disegno del chip di readout che sarà sottomesso alla fonderia per ottenere il primo prototipo di microchip.

Continuazione di progetto già esistente: Si

Obiettivi raggiunti

Nel corso del 2014, 2° anno di questo progetto, sono stati ottenuti questi risultati:

1) Organizzato e svolto workshop ai LNF dedicato al progetto CGEM-IT, v. sito web dedicato:

<https://agenda.infn.it/conferenceDisplay.py?confId=8171>

2) Ottenuti i fogli di GEM necessari per la costruzione del prototipo, e del foglio con la struttura del catodo (dai Laboratori del CERN a Ginevra)

3) Completata la progettazione della meccanica di servizio del prototipo, costituita da due flange di permaglass per il supporto delle schede di alta tensione

4) Testata con successo la procedura di costruzione della struttura di kapton e Rohacell per il catodo

5) Ultimato design della stazione di test di GEM foils in camera pulita, e ultimati i test di Controllo Qualità.

6) Ottenuti i 5 mandrini in alluminio necessari alla trasformazione dei fogli di GEM in superfici cilindriche, completati con successo i Controlli Qualità, v. penultimo e ultimo punto in

http://www.lnf.infn.it/esperimenti/bes3/pictures_CGEM-IT.php

7) Messa a punto, utilizzo e studio con raggi cosmici dei dati di un piccolo rivelatore planare 10x10cm, necessario alla definizione della struttura dell'anodo, v.

<http://www.lnf.infn.it/esperimenti/bes3/PlanarSetup/LNFsetup20140610.pdf>

8) Condotto con successo presso il CERN di Ginevra test di questo rivelatore con fasci di particelle, con e senza campo magnetico. L'analisi di questi dati è avviata, e se ne prevede la presentazione nel 2015 a Conferenze internazionali di strumentazione

9) Preparato un documento (Conceptual Design Report) in collaborazione con BESIII, necessario alla specifica di tutte le caratteristiche e delle interfacce (meccanica, distribuzione gas e alta tensione e controlli, distribuzione cavi di lettura, software) necessarie per la costruzione del prototipo e degli altri due strati che costituiranno il nuovo rivelatore centrale di BESIII:

http://www.lnf.infn.it/esperimenti/bes3/bes3_cdr_cgem.v1.0.1.pdf

Metodologia utilizzata

L'organizzazione del workshop ai LNF non ha richiesto metodologia particolari, si è utilizzata l'esistente infrastruttura INFN (sale, proiettori, catering, agenda elettronica su web)

I fogli di GEM sono stati disegnati a Ferrara mediante software generali per progettazioni tecniche, e sottoposti in formato elettronico al CERN. Il CERN ha ricavato dai disegni una serie di "maschere" e ha poi utilizzato una moderna officina fotolitografica per lavorare con tecniche fotochimiche il materiale di base (sandwich di un materiale isolante fra due strati di Rame) e ottenere i foils. I foils sono 12, 4 per ognuno dei 3 layers cilindrici. I test descritti qui sotto hanno permesso di individuare i 2 migliori in ogni set di 4, che verranno trasformati nel 2015 in un unico foglio cilindrico.

I test dei fogli di GEM a Frascati sono condotti in camera pulita, in una box di plexiglas in atmosfera di Azoto, per eliminare la residua umidità dell'aria.

La box, composta di plexiglas, e a tenuta stagna, è stata disegnata e costruita ai LNF. Ogni foglio di GEM è connesso all'HV in 20 passi, da un minimo di 0 ad un massimo di 600 V. Ad ogni passo la corrente assorbita dal foglio viene letta diverse volte al secondo, e i valori salvati. Si richiede che il foglio sia in grado di rimanere a 600 V per un periodo di 30' senza letture superiori ad 1 nA.

I mandrini sono stati pure sottoposti a Frascati a controlli di qualità: la qualità delle superfici è stata misurata con una apparecchiatura laser in camera pulita (v. ultimo punto in http://www.lnf.infn.it/esperimenti/bes3/pictures_CGEM-IT.php) e la precisione dei particolari è stata controllata accostando ai mandrini gli anelli di supporto delle GEM e verificando la perfetta corrispondenza dei fori di spina.

Il test in raggi cosmici della cameretta planare ("BESIII") è stato condotto costruendo una incastellatura di supporto di 5 camere: "BESIII" e altre 4, sempre GEM 10x10 cm² ma di vecchio tipo ("KLOE"), due da ciascun lato. Questa apparecchiatura misura la traiettoria di particelle nelle 5 camere, ogni camera fornisce una misura di due coordinate. Le quattro camere "KLOE" forniscono la predizione del punto di impatto in "BESIII", e dal paragone fra la predizione, e la misura in "BESIII" si valuta la performance di "BESIII".

Il test al CERN ha avuto lo scopo di eseguire le stesse misure in campo magnetico, quello di un grande magnete dipolare ivi disponibile. Inoltre la misura è stata effettuata mediante un fascio di particelle, dunque in tempo molto minore che in cosmici.

Infine, la stesura del CDR è stata ottenuta mediante tecniche standard di stesura di documenti in formato elettronico, storage delocalizzato degli stessi, e accesso shared fra gli estensori.

Risorse

INFN-Fe: D.Bettoni(2mu), V.Carassiti(1mu), G.Cibinetto(6mu), A.Cotta Ramusino(1mu), F.Evangelisti(1mu), E.Fioravanti(1mu), I.Garzia(2mu), L.Landi(1mu), M.Melchiorri(6mu), G.Mezzadri(6mu), V.Santoro(1mu), M.Savriè(6mu), S.Squerzanti(1mu)
INFN-LNF: R.Baldini Ferroli(1mu), M.Bertani(6mu), A.Calcaterra(6mu), S.Cerioni(1mu), G.Felici(3mu), P.Patteri(4mu), A.Zallo(1mu)
INFN-Pg: S.Pacetti(1mu)
INFN-To: A. Amoroso (1mu), S.Bagnasco(1mu), F.Bianchi(1mu), F.De Mori(1mu), M.Destefanis(1mu), G.Cotto(1mu), L.Fava(1mu), L.Gaido(1mu), M.Greco(1mu), C. Leng (1mu), S.Lusso(1mu), M.Maggiora(1mu), G.Maniscalco(1mu), S.Marcello(1mu), G. Mezzadri (2mu),A.Rivetti(1mu), S.Sosio(1mu), S.Spataro(1mu)
IHEP: M.Y.Dong(3mu), X.S.Jiang(1mu), Q.Liu(1mu), H.B.Liu(1mu), H.M.Liu(1), X.Y.Ma(1mu), H.R.Qi(1mu), O.Qun(6mu), L.L.Wang(4mu), L.H.Wu(3mu)
USTC: J.B.Liu(2mu), Y.Zhou(2mu), e W.You(2mu)

Pubblicazioni

Il progetto non ha ancora pubblicato lavori su rivista.

Organizzazione di seminari, convegni, workshop

Il progetto ha generato il suo primo workshop nella primavera del 2014, utilizzando risorse dei LNF, che ha visto presentazioni anche da parte di 3 ricercatori di IHEP. Il sito web relativo è visibile all'indirizzo:

<https://agenda.infn.it/conferenceDisplay.py?confId=8171>

Partecipazioni a seminari, convegni, workshop

Il gruppo ha presentato risultati alla Conferenza TIPP2014:

<http://www.tipp2014.nl>

con Proceedings disponibili sul sito

<http://pos.sissa.it/cgi-bin/reader/conf.cgi?confid=213>

Pagine WEB

Aperto sito CGEM-IT (INFN-LNF), visibile a tutti: partire da <http://w3.Inf.infn.it>, cliccare nel menu a tendina "Ricerche", selezionare "Fisica delle Particelle". A fondo pagina, "Esperimenti ai Laboratori Esteri" e cercare "BESIII".

Oppure direttamente: <http://www.Inf.infn.it/esperimenti/bes3/>

Riconoscimenti e Brevetti

Il progetto non ha ancora generato brevetti.

Scostamento degli obiettivi raggiunti rispetto ai risultati attesi

Altro

PIANO ECONOMICO - FINANZIARIO

TABELLA 1: PREVENTIVO			
DESCRIZIONE	Numero	Importo unitario (€)	Totale (€)
a. Viaggi e soggiorni ricercatori stranieri in Italia	3	2.000	6.000
b. Viaggi e soggiorni ricercatori italiani all'estero	4	1.500	6.000
c. Prestazioni professionali e/o di terzi	0	0	0
d. Contratti per personale non strutturato	2	12.000	24.000
e. Organizzazione di workshops			11.000
f. Pubblicazioni o altre forme di disseminazione			0
g. Materiale consumabile			5.500
h. Materiale inventariabile (max10% di TOTALE COSTI)			0
i. Altro			0
<i>SUBTOTALE COSTI</i>			52.500
j. Costi per personale strutturato (min 30% - max 45% di TOTALE COSTI)			40.400
k. Costi di gestione (max10% di TOTALE COSTI)			0
<i>TOTALE COSTI</i>			92.900

TABELLA 2: FONTI DI FINANZIAMENTO		
DESCRIZIONE	IMPORTO (€)	%
A. Cofinanziamento Ente Proponente	40.400	43%
B. Cofinanziamento richiesto al MAECI	28.500	31%
C. Cofinanziamento Ente estero	24.000	26%
D. Cofinanziamento altro	0	0%
<i>TOTALE FINANZIAMENTI</i>		92.900

Specificare su quali voci della Tabella 1 sarà attribuito il cofinanziamento alle voci C. e D. della Tabella 2

Il cofinanziamento dell'Ente Estero è suddiviso così:

E.24000 punto d. (n.2 contratti annuali personale Cinese non strutturato a Torino)

(1) Elenco materiale non inventariabile

Il materiale non inventariabile è costituito da:

E.5500 Completamento costruzione circuiti di alimentazione HV del prototipo

(2) Elenco materiale inventariabile

(3) Elenco altre spese