

RICERCHE TECNOLOGICHE
Relazioni di attività 2002

1) INTRODUZIONE

I progetti finanziati dalla Commissione Scientifica Nazionale 5^a si indirizzano su tre linee direttrici:

- 1) **Rivelatori di particelle e relative tecnologie elettroniche e di calcolo**
- 2) **Acceleratori di particelle e relative tecnologie elettroniche e di calcolo**
- 3) **Applicazioni interdisciplinari delle tecniche di frontiera sviluppate nella commissione e nell'INFN.**

I progetti di sviluppo riguardano dunque la strumentazione dedicata all'attività sperimentale dell'INFN: si sviluppano materiali, dispositivi, processi nuovi o sostanzialmente migliorati o, più in generale, tecnologie per esperimenti di fisica nucleare sub-nucleare e di astro-particelle.

In ogni progetto che la commissione valuta vengono considerati con particolare attenzione i seguenti aspetti:

- **Acquisizione di leadership** ed autonomia progettuale in sviluppi tecnologici di frontiera.
- **Diffusione nell'ambito interdisciplinare** (funzione di volano).
- **Formazione** di giovani ricercatori nei campi dell'elettronica, dei sensori, degli acceleratori e del calcolo.
- **Trasferimento tecnologico:** attraverso collaborazioni scientifiche con l'industria o altri Enti, si partecipa al lavoro di qualifica e consolidamento dei prodotti ad alto contenuto di tecnologie avanzate facilitandone la diffusione.

Nel corso del 2002 la commissione ha previsto e realizzato alcuni workshops. Scopo di questi incontri è l'ampio scambio di informazioni tra i ricercatori attivi nello stesso ambito e la selezione di alcune linee portanti su cui concentrare lo sforzo. Il primo dei workshop ha riguardato la comunità che si occupa di esperimenti di dosimetria. Il lavoro su queste tematiche mette i ricercatori a diretto contatto con una vasta comunità di utilizzatori di tecniche ed esperienze proprie dell'INFN: dosimetria neutronica in varie applicazioni, studi di danno da radiazione sui sistemi biologici, ottimizzazione delle misure di dose e dei dosimetri. I documenti relativi a questo incontro, che ha avuto una larga partecipazione e suscitato un considerevole interesse, si trovano alla pagina: <http://www.ts.infn.it/physics/grV/dosi/dosim.htm>.

Il secondo workshop è stato dedicato alla formulazione dei progetti nell'ambito del 6° programma quadro della Comunità Europea. Sono stati discussi sia l'impostazione del 6° PQ che i diversi passi formali necessari per avanzare le proposte.

L'ultimo dei workshop del 2002 ha riguardato gli sviluppi e le applicazioni interdisciplinari legate all'imaging medico, con particolare riguardo alla mammografia. Come è noto, questo tema interdisciplinare ha mosso negli ultimi anni molti sforzi, sia in direzione dello screening sulla popolazione che verso migliori metodi di diagnosi, con l'obiettivo di ridurre le dosi ed aumentare l'affidabilità degli esami radiografici. Il workshop è stato organizzato tenendo conto della necessità di un serrato confronto con la comunità medica radiologica che era presente in forza, dando luogo a produttive discussioni. Alcuni progetti (CALMA in particolare), hanno suscitato l'interesse della parte industriale presente. I documenti del convegno sono accessibili alla pagina: http://csn5.roma2.infn.it/web_grv/document/capri.htm

L'attività per lo studio dei futuri acceleratori (neutrino factory, linear collider) stimola studi nel campo degli acceleratori, delle sorgenti, dei rivelatori, dei sistemi di read out. Il considerevole aumento d'attività nell'ambito della ricerca nello spazio induce una crescita delle attività di R&S, caratterizzazione, qualifica e sviluppo di rivelatori, materiali ed elettroniche che rispondano a richieste tecniche di sopravvivenza in condizioni estreme, come nelle fasi del lancio o nello spazio.

Cresce costantemente l'interesse per le applicazioni interdisciplinari in campo medico, strumenti di diagnosi, Imaging, adroterapia. Continuano anche sviluppi nell'analisi di reperti di interesse artistico, archeologico e storico. Nuove applicazioni si rivolgono ai grandi temi in campo ambientale.

Un interessante esempio dei progetti che assommano in sé numerose tecnologie ed esperienze, portandosi alle frontiere tecnologiche, è il progetto SQC per lo sviluppo di superconducting quantum computing. Il progetto, iniziato quest'anno, si propone di verificare le basi per decidere la fattibilità della realizzazione di un QC sufficiente a mostrarne la potenzialità per risolvere la classe dei problemi "non trattabili" da un calcolatore classico. Negli anni recenti è iniziato un notevole lavoro sperimentale per individuare gli elementi di base (i qubit) necessari alla realizzazione di un QC. Attualmente vi sono una decina di proposte, ed una delle più promettenti è l'utilizzo di dispositivi Josephson raffreddati a decine di mK. L'esperimento SQC, presentato all'INFN dal gruppo di Roma, prevede di realizzare un qubit tramite uno SQUID (Superconducting QUantum Interference Device). In questo caso la variabile quantistica è il flusso accoppiato allo SQUID, o la corrente che circola nell'anello. Lo stato del qubit è rappresentato dal verso di due correnti circolanti identiche $|orario\rangle=|1\rangle$, $|antiorario\rangle=|0\rangle$, e la

relativa sovrapposizione coerente. Il chip consiste in un sistema di tre diversi SQUID, il qubit e due diversi tipi di lettori dello stato del qubit, con polarizzazioni in flusso (per scrivere sul qubit), ed un'eccitazione a rf (10-40 GHz), che rappresenta la frequenza di clock del sistema. Il progetto prevede di realizzare un qubit funzionante il primo anno, e di accoppiarlo ad un secondo qubit per mostrare il corretto funzionamento di due qubit entangled nel secondo anno della ricerca.

Nell'esempio che segue si vuole dimostrare la complementarità degli sviluppi tecnologici realizzati nella Commissione 5^a con le applicazioni ad esperimenti attivi nelle altre commissioni e verso il mondo esterno.

Nell'ambito dell'esperimento di elettronica NOISE è stato proposto un concetto altamente innovativo, basato su una particolare architettura di feedback ottico. Lo Specchio di Corrente ad Accoppiamento Ottico (Optically Coupled Current Mirror, OCCM) permette di riportare al potenziale di massa una corrente continua, o lentamente variabile, che scorre su un conduttore isolato o sottoposto ad alta tensione.

L'aspetto particolarmente innovativo risiede nel fatto che la corrente scorre su un ingresso passivo che non richiede pertanto di essere alimentato. Questa nuova architettura ha permesso di risolvere, per la prima volta, un annoso problema: la misura diretta della componente continua della corrente di anodo di un tubo fotomoltiplicatore (PMT) polarizzato con catodo a massa. Il concetto OCCM è nato nell'ambito dell'esperimento di Fisica dei raggi cosmici di energia ultra-elevata Pierre Auger. I primi 880 PMT's dei due primi telescopi del Rivelatore di Fluorescenza Atmosferica (FD) sono stati equipaggiati con OCCM's, il che ha permesso di registrare il passaggio di stelle di debole intensità nell'UV con grande precisione. Questa informazione è essenziale per il controllo assoluto del puntamento dei telescopi e della loro stabilità durante i 20 anni di vita dell'esperimento. Il OCCM è stato brevettato a novembre 2001 negli Stati Uniti. Nel mese di ottobre 2002 l'Ufficio Brevetti Europeo ha comunicato la decisione di procedere alla concessione nei Paesi da designare. C'è anche in stand-by una richiesta di brevetto nel Giappone. Alla fine del 2002 è iniziata una ricerca mirata all'estensione del concetto OCCM verso la trasmissione di segnali analogici su fibra ottica per applicazioni in HEP, industriali o medicali. Il gruppo prevede di prendere accordi con l'industria.

La relazione sul lavoro della Commissione nell'anno 2002 contiene cenni dei risultati conseguiti. La presentazione in questo contesto risulterà necessariamente incompleta, ma deve servire a dare una visione su vari aspetti del lavoro della Commissione senza fare una lista di tutte le attività in corso. Tale lista è comunque disponibile assieme ad un consuntivo aggiornato per ogni esperimento nel sito: <http://csn5.roma2.infn.it/>

2) RIVELATORI

Progressivamente riparte, dopo la fase di messa a punto prima dei prototipi, poi di avvio della produzione dei rivelatori LHC, il processo di sviluppo di rivelatori per esperimenti di alte energie per futuri acceleratori. I campi d'azione sono:

- Tracciamento
- Rivelatori a semiconduttore
- Rivelatori a gas
- Fibre scintillanti
- Calorimetria
- Scintillatori e fibre
- Rivelatori criogenici
- Elettronica Opto-elettronica per applicazioni estreme ad alto livello di integrazione
- Spazio
- Under-water
- Alta radiazione
- Acquisizione e trasmissione dati, algoritmi e tecnologie di calcolo, bus ottici paralleli
- Varie e consolidate applicazioni del Silicio come rivelatore e di rivelatori a stato solido in generale:
 - Silicio deriva + Applicazioni specifiche
 - Ibridi Silicio + Scintillatore
 - Silicio + elettroniche dedicate
 - Carburo di silicio
 - CdZnTe, CdTe per X e γ
 - Cristalli ad alta densità (medico/spazio)
 - Ibridi (HPD) di grandi dimensioni
 - Materiali organici
 - Materiali derivanti da sviluppi di nanotecnologie.

Tra le varie realizzazioni molte meriterebbero una descrizione dettagliata; qui di seguito alcune tra queste.

È stata completata nell'ambito dell'esperimento **TRAPRAD**, unica in Europa, la linea di fascio per l'accumulo di atomi radioattivi (francio) in una trappola magneto-ottica.

L'esperimento **TOM** ha dimostrato la fattibilità di foto tubi ibridi HPD (Hybride Photo Diodes) fino a 10" sensibili nell'ultravioletto, (foto catodo in telluro di rubidio). E' stato realizzato un

HPD da 5" con finestra in boro silicato e fotocatodo in RbTe₂; il foto catodo ha una efficienza quantica superiore al 15% ed ottima stabilità nel tempo. L'esperimento è passato alla fase di realizzazione di un HPD da 10", con fotocatodo tradizionale bialkali, ed alla realizzazione di un prototipo di HPD da 10" nell'ultravioletto con una finestra di quarzo.

L'esperimento **BEAMON** studia un rivelatore per eseguire misure precise di carica alla frequenza di ripetizione dei bunch in LHC e permettere il controllo del fascio. Si tratta di assicurare che il sistema rivelatore-elettronica di lettura sia in grado di operare alla frequenza di ripetizione dei bunch in LHC, cioè 40 MHz. Attualmente si sta progettando un rivelatore che elimina i termini induttivi osservati nella precedente struttura, introducendo una nuova versione del canale analogico basata su una diversa configurazione delle cancellazioni polo-zero, al fine di ridurre la durata del segnale. Infine è allo studio di un algoritmo di deconvoluzione da associare al canale analogico per migliorare la precisione nella misura di ampiezza.

L'esperimento **CRYDET** riporta la realizzazione di un sistema di rivelazione criogenico capace di misure precise di tempo ed energia. Il sistema è realizzato con due giunzioni superconduttive a tunnel accoppiate attraverso un circuito passivo.

Nell'ambito dell'esperimento **SIMPLE** sono stati sviluppati due dispositivi per microdiagnostica di fascio, che permettono misurazioni e imaging on-line da intensità ridottissima (fino a singola particella) a correnti ordinarie; le dimensioni minime dei fasci osservabili sono al momento di poche decine di micron.

L'utilizzo principale, in collaborazione con un gruppo della libera università di Bruxelles, è rivolto al miglioramento della Deep Lithography with Protons (e dal 2003 anche "with Ions") allo scopo di produrre microcomponenti ottici e meccanici da utilizzare in optoelettronica.

3) ACCELERATORI

L'attività si sviluppa seguendo consolidate linee di ricerca in cui i gruppi tradizionalmente hanno ruoli guida:

- Studi teorici in fisica degli acceleratori
- Dinamica fasci
- Simulazioni
- Studio analitico di componenti
- Sorgenti
- Cavità acceleranti

- Superconduttori
- Tecnologie di diagnostica fasci
- Sorgenti X
- Raffreddamento fasci di ioni mediante elettroni o laser
- Metodologie quantistiche e stocastiche in Fisica degli acceleratori
- Strutture acceleranti per adroterapia
- Sorgenti di ioni e fotoiniettori ad alta brillantezza
- Laser al femtosecondo per acceleratori di particelle a plasma.
- Dinamica dei fasci e tecniche di polarizzazione
- Fasci ad alta intensità
- Film superconduttivi

Riportiamo qui la serie di esperimenti che hanno sviluppi nell'ambito del progetto SPARC.

CAERES - Sviluppi di sorgenti, è la sperimentazione sui film di diamante variamente drogato e cresciuto in virtù delle sue potenzialità, che appaiono essere adatte per SPARC e SPARX. Anche la tematica degli emettitori ferroelettrici potrebbe avere un interesse per il FEL.

CORA - L'esperimento riguarda la realizzazione di un compressore a radiofrequenza per la generazione di fasci di elettroni ad altissima brillantezza. La ricerca proposta è fortemente collegata all'iniziativa SPARC di R&D, per un FEL nei raggi X, in corso di studio a livello nazionale da parte di una collaborazione INFN-ENEA-CNR. Le idee teoriche del tutto originali di fisica dei fasci brillanti, che hanno portato alla formulazione del design di un compressore a radiofrequenza, si sono sviluppate nel contesto dell'esperimento COMBAT (che si è concluso nel 2001).

ELETRASP - L'esperimento è finalizzato allo studio di fenomeni coerenti in plasmi freddi ad una sola componente con la realizzazione di un insieme di misure su fasci di elettroni laminari ad alta brillantezza; parallelamente è previsto il confronto con le simulazioni. È caratteristica dell'esperimento lo studio di problematiche relative agli iniettori per macchine ad alta intensità e ad alta energia mediante un dispositivo sperimentale da laboratorio, attraverso un opportuno utilizzo delle leggi di scala per i parametri sperimentali di interesse.

XFEL - La ricerca va inquadrata nell'ambito delle attività di studio relative alla realizzazione di sorgenti VUV ed X, basate sui sistemi FEL-SASE, con particolare riferimento alla collaborazione SPARC. L'obiettivo specifico della ricerca è la verifica di alcuni meccanismi base dell'emissione FEL. I risultati di queste simulazioni possono dare un significativo contributo nella fase di studio di progetti FEL-SASE.

HALODYST - L'esperimento proposto è una interessante iniziativa che sviluppa lo studio di dinamica dei fasci, mediante simulazioni. Si tratta di simulare i fenomeni collettivi quali aloni, eco, nubi elettroniche, tipici dei fasci di particelle di alta intensità. L'attività proposta è sicuramente rilevante per tutti gli acceleratori, lineari e circolari, destinati all'accelerazione e trasporto di fasci intensi.

4) INTERDISCIPLINARE

Per una visione di alcuni progetti significativi rimandiamo alle pagine web che riportano i contributi ai due workshops organizzati nell'ambito del lavoro di questa commissione nel corso del 2002.

<http://www.ts.infn.it/physics/grV/dosi/dosim.htm>.

http://csn5.roma2.infn.it/web_grv/document/capri.htm

Qui di seguito si riassume brevemente lo spettro delle attività coperte dai vari esperimenti interdisciplinari della commissione. Si tratta di temi con enormi potenziali di impatto socio economico che la commissione segue con cura, richiedendo ai proponenti di avere un dimostrato contatto con gli "users" finali dell'oggetto dello sviluppo fin dall'inizio del progetto stesso, in modo da garantire che le specifiche che vengono date siano effettivamente compatibili con la pronta trasformazione dei prototipi in strumenti da avviare alla sperimentazione clinica o alla procedura di ingegnerizzazione per il mercato.

- Dosimetria, microdosimetria
- Effetti delle radiazioni ionizzanti sui sistemi biologici
- Contatti con medici, contatti con l'industria
- Position sensitive detectors
- Applicazioni di piccoli acceleratori
- Analisi beni culturali, Analisi di reperti di interesse artistico, archeologico, storico
- Misuratori di flusso per fasci radioterapici
- Sviluppi ed applicazioni per lo spazio.
- Le applicazioni di astro particelle, astronomia, space science, biofisica nello spazio sono in crescita e con queste quality assurance, space qualification, sviluppi di elettronica di bassa potenza resistente alle radiazioni, effetti biologici di radiazioni, schermaggi, applicazioni di tecniche nucleari e di rivelazione; sono evidenti le potenziali di ricadute industriali.
- Rivelatori, elettroniche, tecniche di calcolo dedicati a:
 - Imaging medico; imaging farmacologico; imaging neurobiologico
 - Radiologia digitale, Diagnostica X, Mammografia

- Scintigrafia, Tomografi positroni
- PET, SPECT
- Effetti biologici da radiazioni ionizzanti
- Acceleratori per la terapia oncologica
- Monitoraggio ambientale

Vale la pena di ricordare l'attività dell'esperimento **FLUKA** come ulteriore esempio di "interdisciplinarietà interna": lo sviluppo di un software di simulazione per la fisica delle particelle viene ora adattato per un uso interdisciplinare in dosimetria a terra e nello spazio. Nel programma dell'esperimento si trova l'impegno a rendere il software "user friendly" facilmente accessibile anche per ricercatori di altre discipline. A questo proposito è stato messo in funzione il servizio web INFN di FLUKA, con documentazione on-line ed è stata fatta la prima release di una interfaccia per la fisica delle collisioni Nucleo-Nucleo ad alta energia. Sono stati ottenuti i primi risultati dall'integrazione di dati radiobiologici per il calcolo di danni da neutroni. Sono poi state introdotte innovazioni tecnologiche riguardanti la geometria:

- a) introduzione della geometria "voxel" (cioè pixel tridimensionale) per la descrizione di interazioni nel corpo umano, specialmente in vista delle applicazioni per missioni di lunga durata nello spazio.
- b) rilascio pubblico del pacchetto FLUGG per l'interfaccia alla geometria di GEANT4.

5) ASPETTI FINANZIARI E BILANCIO SCIENTIFICO

La somma delle assegnazioni complessivamente erogate agli esperimenti dal gruppo V nel 2002 è stata di 4800 keuro.

Percentualmente il finanziamento è risultato ripartito tra le diverse linee come segue:

LINEA DI RICERCA	2002	n. EXP	2001
• rivelatori elettronica e calcolo	38.6%	48	37.7%
• acceleratori e tecnologie associate	19.9%	22	21.2%
• fisica interdisciplinare	25.3%	39	22.9%
• dotazioni	16.2%		18.2%

Queste assegnazioni sono state ripartite secondo le seguenti voci economiche:

	2002	2001
• missioni interne	12.9%	14.1%
• missioni estere	14.6%	16.6%
• materiale di consumo	41.5%	34.7%
• manutenzioni	0.4%	00.6%
• materiale inventariabile	21.9%	23.9%
• costruzione apparati	7.9%	8.9%
• varie	0.7%	01.2%

La commissione 5[^] è presente in 23 Sezioni e Laboratori, al CNAF e in 5 Gruppi Collegati, con un totale di 612 ricercatori. Considerando le percentuali dichiarate d'attività nell'ambito della CSN5 questo dato corrisponde a 368 ricercatori attivi al 100% del loro tempo. Circa il 30% di questi sono giovani ricercatori, borsisiti, dottorandi.

In questo periodo sono state prodotte 327 (+11) pubblicazioni (105 rivelatori, 85 acceleratori, 137 interdisciplinare), di cui 217 (-9) con referaggio e 110 (+20) senza. I contributi a conferenze sono stati 239 (+15) (86 rivelatori, 57 acceleratori, 96 intradisciplinari), di cui 53 "Invited Papers" .

LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI
Relazioni di attività 2002

I Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN sono impegnati essenzialmente nella progettazione, costruzione e gestione di macchine acceleratrici per elettroni, con le annesse tematiche di trasporto, ultravuoto etc. (Divisione Acceleratori); nella partecipazione allo sviluppo ed utilizzo di apparati sperimentali, sia in sede che presso vari Laboratori nazionali ed esteri, nonché nella ricerca di tipo teorico (Divisione Ricerca); in studi a indirizzo tecnologico; e infine nel mantenimento di strutture di supporto allo studio della Fisica Nucleare e SubNucleare.

Nel corso del 2002, lo sforzo principale della Divisione Acceleratori è stato rivolto alla messa a punto dello storage ring DAΦNE, e di tutto il complesso di macchine acceleratrici e di apparati ausiliari, con l'obiettivo di rendere massima la luminosità ottenibile da esso per gli studi di Fisica; importanti risultati si sono ottenuti anche nel campo della Luce di Sincrotrone, sia nel canale a raggi X che nell'Ultravioletto.

DAΦNE è un doppio anello di accumulazione per elettroni e positroni, ottimizzato per realizzare collisioni all'energia di produzione del mesone "strano" Φ (1020 MeV). Il decadimento di questa particella permette di ottenere fasci puri e monocromatici di mesoni K, sia carichi che neutri. Il progetto è un'impresa all'avanguardia del settore, e il pieno sfruttamento delle potenzialità della macchina si presenta come una sfida di notevolissime proporzioni.

La ricerca sperimentale su DAΦNE utilizza tre rivelatori, destinati rispettivamente alla misura di violazione di CP nel sistema dei K (KLOE), allo studio della spettroscopia degli ipernuclei (FINUDA) e alla formazione e decadimento di atomi kaonici (DEAR). KLOE e DEAR sono attualmente in presa dati e le loro prime misure di fisica sono in corso di pubblicazione.

Oltre a tale impegno, l'attività di ricerca interna ai Laboratori si sviluppa in Fisica Teorica, nella Fisica delle onde gravitazionali con l'antenna ROG, e in Fisica delle macchine acceleratrici con i progetti CTF3, TTFII e soprattutto su un laser a elettrone libero (progetti SPARC e SPARX). Sta terminando inoltre un programma di R&D finalizzato alla costruzione di apparati per la rivelazione di oscillazioni di neutrino (NUTEST, OPERA e MONOLITH). Queste linee di ricerca si avvalgono di una attiva e qualificata partecipazione di ricercatori stranieri e di altre sezioni INFN.

L'attività esterna si sviluppa con la partecipazione dei gruppi sperimentali attivi nei LNF ad esperimenti al CERN (ALEPH, ATLAS, DIRAC, OBELIX), negli USA a Fermilab (CDF2, E831), SLAC (BABAR), CEBAF (AICE), in Germania a DESY (HERMES), e in Francia a Grenoble (GRAAL). Importante è anche il contributo ad esperimenti in corso presso altri Laboratori dell'INFN (MACRO, ICARUS, VIRGO) e allo studio di raggi cosmici nello spazio (WIZARD).

Va menzionato infine il notevole impegno dei Ricercatori dei LNF nella divulgazione della cultura scientifica e formazione tramite l'organizzazione di "Giornate di Apertura" ad utenti esterni (scuole, etc) e di "stages" di formazione per insegnanti e studenti.

Nel seguito è presentato un sommario delle attività principali svolte nel 2002 dalle due Divisioni e dalle Unità Funzionali dei LNF.

DIVISIONE ACCELERATORI

Nel 2002 la Divisione Acceleratori ha gestito un importo complessivo di K€ 3.317 suddiviso come segue: a) materiale inventariabile: K€ 1.134; b) materiale di consumo: K€ 2.002; c) missioni: K€ 181.

La Divisione, che gestisce il complesso di acceleratori di DAΦNE, ha svolto, con i fondi che le sono stati assegnati, le seguenti attività:

- funzionamento degli acceleratori con collisione dei fasci di elettroni e positroni per gli esperimenti KLOE e DEAR;
- continuazione del programma di sviluppo di fisica di macchina per migliorare le prestazioni di DAΦNE;
- continuazione della collaborazione con il gruppo DAΦNE-L per l'utilizzo della luce di sincrotrone emessa dal fascio di elettroni circolante in DAΦNE;
- completamento dell'installazione con la messa in funzione della linea a singolo elettrone su bersaglio fisso, *Beam Test Facility*, e l'effettuazione dei primi turni con esperimenti a partire dall'ottobre 2002;
- continuazione del potenziamento del sistema di controllo, sia *software* che *hardware*, dei sistemi di *feedback* trasverso e longitudinale per la stabilità dei fasci;
- acquisizione di nuovo *hardware*, come un nuovo magnete *wiggler* sul quale effettuare lo studio dello *shaping* dei poli al fine di diminuire la criticità della macchina dovuta all'andamento non lineare del campo magnetico all'interno del *wiggler*;
- manutenzione, sviluppo e *upgrading* dell'acceleratore lineare, dell'Accumulatore e degli anelli di accumulazione;
- progetto, implementazione e predisposizione di nuove sezioni di interazione sia per KLOE che FINUDA, con la possibilità di movimentazione motorizzata degli elementi magnetici in esse presenti in modo da poter operare gli anelli di accumulazione con un solo magnete