

# Curriculum Vitae

## Riccardo Paoletti

Consegue la Laurea in Fisica presso l'Università di Pisa nel novembre 1987 con la votazione di 110/110 con una tesi sulla Fisica inclusiva a CDF, relatore della tesi è il Prof. Luciano Ristori. Ottiene l'associazione scientifica all'I.N.F.N. (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare).

Consegue il titolo di Dottore di Ricerca nel 1991 presso l'Università di Pisa con una tesi sulla misura della sezione d'urto totale all'esperimento CDF, nonché alla misura della sezione d'urto elastica e diffrattiva.

Sempre in CDF ha inoltre collaborato alla calibrazione del calorimetro adronico End Wall, alla costruzione ed installazione del sistema di rivelazione di muoni Central Scintillator Extension ed all'analisi di decadimenti di mesoni B e produzione di quark top fino all'anno 2006.

Nel 1990 vince un concorso per Ricercatore presso la Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Università di Siena. Afferisce al Dipartimento di Fisica di Siena. Nel decennio 1990-2000 ha lavorato all'esperimento CLUE di rivelazione Cherenkov nel dominio ultravioletto in cui ha ricoperto la responsabilità del sistema di acquisizione dati dell'insieme dei dieci telescopi.

Nel 2000 vince il concorso per Professore Associato presso l'Università di Siena.

Dal 2002 partecipa all'esperimento Magic di cui è tuttora responsabile di gruppo, l'esperimento è finanziato dalla Commissione Scientifica Nazionale 2 dell'I.N.F.N. In questi anni il gruppo ha ricoperto importanti responsabilità tra cui la costruzione del trigger di secondo livello, del trigger stereoscopico dei telescopi e del sistema di acquisizione dati basato prima sul campionatore DRS2 e poi sul DRS4. Nel 2012 è stata ultimata l'installazione sui due telescopi del nuovo sistema di acquisizione dati con il campionatore analogico DRS4.

Nel 2007 è iniziatore per l'Università di Siena della collaborazione CTA (Cherenkov Telescope Array) che si propone la costruzione di una matrice di telescopi Cherenkov di almeno tre diversi diametri, da installare in ciascun emisfero. E' stato coordinatore del gruppo di ricerca del sito ed iniziatore e tuttora protagonista del progetto DragonCam di acquisizione dati e trigger per il telescopio di grande dimensioni (Large Size Telescope o LST). Attualmente è impegnato nella progettazione della camera a fotomoltiplicatori di silicio (SiPM) della collaborazione italiana in CTA.

Dal 2007 al 2013 è stato responsabile del Gruppo Collegato I.N.F.N. di Siena.



## **ALLEGATO N° 1**

### **Curriculum scientifico di Gloria Spandre:**

14/7/1981 - Laurea in Fisica, Università di Pisa.

1/10/1982 - 31/12/1984 - Borsa di studio dell'Istituto di Fisica delle Alte Energie (IHEP) di Serpukhov nell'ambito dell'esperimento "Tagged Neutrino Experiment".

Novembre 1984 - Vincitrice del concorso n.724/84 per un posto di ricercatore a tempo indeterminato presso la sezione di Pisa dell'INFN.

Ho fatto parte:

- da ottobre 1982 a dicembre 1991, dell'esperimento TNE per lo studio e la rivelazione delle oscillazioni di neutrino;

- da gennaio 1992 a dicembre 1999, dell'esperimento CMS, un esperimento "general-purpose" per lo studio delle interazioni fondamentali, in particolare per la rivelazione del bosone di Higgs;

- da gennaio 2000 ad oggi, della collaborazione internazionale Fermi-GST (originariamente GLAST, Gamma Ray Large Area Space Telescope) uno dei progetti strategici di ricerca della NASA all'interno del programma Struttura ed Evoluzione dell'Universo.

- attualmente faccio parte delle missioni, ESA e NASA, di Polarimetria X, XIPE, (X-Ray Imaging Polarimetry Experiment) e IXPE (Imaging X-Ray Polarimetry Experiment)..

Dal 2004 al 2008 ho tenuto un ciclo di lezioni sui Rivelatori a Gas nel corso di Apparat Sperimentali del Prof. R. Castaldi.

Nel 2004 sono stata relatrice della tesi specialistica di M. Del Prete dal titolo: Studio di un rivelatore a gas a MicroPattern per la misura della polarizzazione della radiazione X a basse energie.

Dal 2006 sono referee della rivista internazionale Journal of Instrumentation (JINST) e nel 2011 referee della rivista Nuclear Instruments And Methods in Physics Research Section A.

Nel marzo 2009 sono stata nominata membro della Commissione esaminatrice del concorso pubblico nazionale per un posto di ricercatore a tempo determinato presso L'Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica dell'INAF (Bando n. 1R/09).

Nel giugno 2011 sono stata nominata membro della Commissione esaminatrice per la selezione di un posto di Tecnologo di III livello presso la sezione di Pisa dell'INFN (disp. Presidente n.14503).

Nel marzo 2012 sono stata nominata membro della Commissione esaminatrice biennale per il conferimento degli Assegni di ricerca presso la sezione di Pisa dell'INFN (disp. Presidente n.14959).

Nel maggio 2013 sono stata nominata membro della Commissione esaminatrice per la selezione di un posto di Ricercatore a tempo determinato presso la sezione di Pisa dell'INFN (disp. Presidente n.15648).

Nel 2014 ho conseguito l'Abilitazione Scientifica nazionale, II Fascia, nella classe di "Fisica sperimentale delle interazioni fondamentali" (02/A1).

Sono autrice di 322 pubblicazioni scientifiche (indice h = 71, ISI Web of Knowledge) su riviste internazionali.

Ho partecipato ai seguenti PRIN:

2000 - "Test e qualificazione spaziale di rivelatori e relativa strumentazione per la misura di radiazione elettromagnetica nel range da 1 keV a 100Gev". Protocollo MM02232144\_005 - Area 02

- Durata 24 mesi Responsabile scientifico R. Battiston

2002 - "Costruzione, caratterizzazione e test di piccoli rivelatori di particelle (tracciatori e calorimetri) da utilizzare al di fuori dell'atmosfera terrestre per lo studio della radiazione X e gamma emessa da sorgenti stellari". Protocollo 2002022991\_004 - Area 02 - Durata 24 mesi Responsabile scientifico M. Massai

2005 - "PolarX: sviluppo e costruzione di un polarimetro di grande sensibilità per lo studio di sorgenti X polarizzate galattiche e extra-galattiche dell'ordine del mCrab". Protocollo 2005017251 - Area 02 - Durata 24 mesi Responsabile scientifico M. Massai

2007 - "Progetto e costruzione di una nuova classe di rivelatori a pixel ad alte prestazioni, per la misura di radiazione e.m., dal visibile all'UV, fino ai raggi X (2-10 Kev)". Protocollo 200737ZW3E - Area 02 - Durata 24 mesi Responsabile scientifico M. Massai

Nell'agosto 2012 ho ottenuto dall'INFN l'autorizzazione a costituire, insieme ai colleghi R. Bellazzini, A. Brez e M. Minuti, l'impresa PIXIRAD Imaging Counters srl, prima società spinoff dell'INFN.

PIXIRAD è una società high-tech per lo sviluppo di sensori a Raggi-X per applicazioni scientifiche, industriali e biomedicali aventi caratteristiche estremamente innovative.

PIXIRAD ha già realizzato il suo primo prodotto commerciale utilizzando la tecnologia del 'photon counting' cromatico. Si tratta di un sensore ibrido realizzato accoppiando con la tecnologia del flip-chip bonding un sottile cristallo di Telloruro di Cadmio ad un ASIC CMOS a pixel di ultra grande area (3x2.5 cm<sup>2</sup>). Questo rivelatore ha prodotto immagini ai Raggi X di qualità impareggiabile contenenti anche la informazione del 'colore' della radiazione X.

Dal 2005 sono responsabile del Public Outreach di GLAST sia verso l'INFN che verso l'ASI e dal 2008 al 2011 anche del servizio di PO della sezione INFN di Pisa.

Dal 2005 sono membro del comitato organizzatore della mostra interattiva "Ludoteca Scientifica, sperimentando sotto la torre in fisica e dintorni" e da aprile 2014 membro fondatore dell'Associazione per la Diffusione della Cultura Scientifica, "La Nuova Limonaia".

Dalla NASA, per la mia attività all'interno della collaborazione Fermi-GST ho ricevuto i seguenti riconoscimenti:

1) NASA "Group Achievement Award for Outstanding Teamwork", ricevuto il 16/05/2003, per la mia attività nel GLAST Balloon Flight Team.

2) Nasa Group Achievement Award to Fermi Science Team "For the successful launch and early operation of the Fermi mission and discover of new high energy gamma ray sources", ricevuto il 11/5/2010, per la mia attività nel monitoraggio e calibrazione del tracciante al silicio del Fermi-LAT.

3) Nasa Group Achievement Award to Large Area Telescope Team "For outstanding collective effort over many years which produced a preeminent scientific instrument that will advance NASA's space sciences mission", ricevuto il 8/5/2008, per la mia attività nella costruzione e test del tracciante al silicio del Fermi-LAT.

### **Attività di ricerca:**

Lo spettro dei miei interessi scientifici si è progressivamente allargato nel corso degli anni, indirizzando la mia attività di ricerca su tre problematiche contigue:

- 1) Fisica delle alte energie ed astroparticellare
- 2) Sviluppo di nuovi rivelatori di particelle e della loro elettronica di lettura
- 3) Applicazioni interdisciplinari di metodologie e tecnologie nucleari

L'elemento unificante di queste tre linee di ricerca è costituito dall'interesse, centrale nell'ambito della mia esperienza scientifica e culturale, per i processi fondamentali di interazione della

radiazione con la materia, processi che sono alla base del meccanismo di rivelazione e misura delle particelle elementari.

### **Fermi-GST (2000 - oggi)**

Dal gennaio 2000 faccio parte della collaborazione Fermi-GST (originariamente GLAST, Gamma Ray Large Area Space Telescope) uno dei progetti strategici di ricerca della NASA all'interno del programma Struttura ed Evoluzione dell'Universo.

Lanciato in orbita con successo l'11 giugno 2008, l'osservatorio spaziale Fermi sta osservando il cielo con una sensibilità senza precedenti, in un intervallo di energia di 5 decadi, da 100 MeV a 1 TeV, una regione dello spettro elettro-magnetico finora inesplorata. Obiettivo di Fermi è studiare i meccanismi di accelerazione dei raggi cosmici nei Nuclei Galattici Attivi, nelle pulsar e nei residui di super-nova, studiare le sorgenti gamma ancora non identificate, rivelare i Gamma Ray Burst ed altri tipi di transienti, scoprire l'origine della materia oscura.

La componente pisana di Fermi, in cui ho svolto un ruolo di primo piano, ha avuto la responsabilità della costruzione e dei test, funzionali ed ambientali, del tracciatore del Large Area Telescope (LAT) ed è adesso fortemente impegnata nell'analisi scientifica dei dati raccolti.

Il LAT è un telescopio a conversione di coppie comprendente un tracciatore/convertitore al silicio, attraverso il quale viene ricostruita la direzione di provenienza del raggio gamma, e un calorimetro elettromagnetico segmentato, a ioduro di cesio, che ne misura l'energia. L'intero telescopio è ricoperto da un rivelatore di anticoincidenza che consente di sopprimere l'enorme fondo di raggi cosmici carichi arrivando ad un fattore di reiezione di  $10^5$ .

Con i suoi 83 m<sup>2</sup> di area totale, il LAT è il più grande sistema di tracciatura mai inviato nello spazio. La sua costruzione ha rappresentato una notevole sfida tecnologica e scientifica. Il tracciatore di Fermi è stato uno dei prodotti selezionati dal Comitato di Valutazione dell'INFN.

Dalla sua messa in orbita l'osservatorio spaziale Fermi ha rivoluzionato l'astronomia gamma di alta energia e la fisica astroparticellare. Ha osservato migliaia sorgenti gamma, scoperto decine di pulsar che emettono solo nella componente gamma e per la prima volta osservato pulsar gamma con periodo di rotazione al millisecondo. Fermi sta ponendo limiti stringenti a molti modelli di Materia Oscura e di Gravità Quantistica. L'osservazione con il LAT di una decina di Gamma Ray Burst con emissione ad altissima energia sta cambiando radicalmente molti dei paradigmi scientifici più diffusi riguardanti la fisica di questi fenomeni.

Una delle misure più importanti effettuata con i dati raccolti da Fermi, attraverso un utilizzo del tutto innovativo dello strumento, è stata la misura dello spettro inclusivo di elettroni e positroni, su un vastissimo range di energia, da 7 GeV a 1 TeV, con una precisione senza precedenti [PHYSICAL REVIEW D, vol. 82, ISSN: 1550-7998, 2010]. Si tratta di un risultato di grande interesse scientifico, che ha richiesto la revisione critica di molti degli aspetti fondamentali dell'analisi sviluppata per i fotoni. In questo ambito ho coordinato il gruppo di Pisa che si è occupato della selezione degli eventi, della ricostruzione dell'energia, della stima e della rimozione del fondo adronico tramite tecniche di analisi multivariate, della valutazione della contaminazione di fotoni e dello studio degli errori sistematici da associare alla misura. Il risultato di questo lavoro pubblicato nel maggio del 2009 [PHYSICAL REVIEW LETTERS, vol. 102, ISSN: 0031-9007], costituisce ancora adesso l'articolo di collaborazione con il più alto numero di citazioni (oltre 500).

Ho collaborato inoltre allo sviluppo di una nuova tecnica di selezione delle particelle cariche che sfrutta il campo magnetico Terrestre, attraverso la quale è stato possibile misurare la frazione di positroni e ricostruire il loro spettro nell'intervallo di energia tra 20 GeV e 200 GeV. Il flusso assoluto di positroni era stato misurato in precedenza solo fino a 50 GeV, mentre la frazione di positroni era stata determinata solo fino a 100 GeV. I risultati di questo studio, in particolare l'evidenza di un aumento con l'energia della frazione di positroni consistente con i risultati ottenuti da PAMELA nell'intervallo 20-100 GeV, sono stati oggetto di una recente pubblicazione sulla rivista Physical Review Letter [vol. 108, ISSN: 0031-9007, 2012].

Nell'estate 2006 ho partecipato alla campagna di test al PS del CERN sul modulo di calibrazione del LAT e all'analisi dei dati del test beam, in particolare allo studio della Point Spread Function.

Durante la costruzione del tracciatore del LAT ho avuto la responsabilità dell'installazione in camera pulita, a Pisa, delle stazioni di verifica e accettazione delle caratteristiche elettriche e geometriche dei sensori al silicio.

Ho lavorato allo sviluppo del software di analisi e di ricostruzione delle tracce per i test di accettabilità ed all'analisi dati dei test funzionali sui moduli di volo del tracciatore. Ho collaborato allo sviluppo del sistema di archiviazione dei dati inviati dalle sedi INFN coinvolte in Fermi e da alcune ditte italiane, relativi alla costruzione e test dei diversi moduli del telescopio (torri).

Nel gruppo LAT Balloon Flight Team ho sviluppato l'Event Display utilizzato nello studio delle interazioni di gamma e raggi cosmici nel primo modello ingegneristico di una torre del LAT. Questo prototipo è stato lanciato nell'alta stratosfera, ad una quota di 37 km, con un pallone sonda il 4 agosto 2001 dalla base della National Scientific Balloon Facility di Palestine in Texas ed ha volato e preso dati per circa tre ore.

Obiettivo di questo test era verificare la capacità dello strumento di rigettare l'alto fondo di cosmici in condizioni reali, validare il progetto di base del LAT al livello della singola torre e registrare le particelle incidenti in modo da costituire un data base di eventi di fondo.

### **X-ray Polarimetry e Gas Pixel Detectors (2004 - oggi)**

Nel 2004 ho lavorato con il Dott. Bellazzini allo sviluppo di sensori elettronici di nuova concezione introducendo il concetto innovativo di Gas Pixel Detector. In questi rivelatori il sistema di lettura a pixel è realizzato con un CMOS VLSI custom che costituisce allo stesso tempo l'elettrodo di raccolta della carica e l'elettronica di lettura. Lo sviluppo di Gas Pixel Detectors (GPD) è stato alla base del programma di ricerca di nuove e più sensibili metodologie di rivelazione nel campo della Polarimetria X in Astrofisica delle Alte Energie. Polarimetri a effetto fotoelettrico basati su questa tecnologia sono stati la soluzione base-line delle missioni POLARIX (ASI) e IXO (ESA-NASA-JAXA). Inoltre, l'Agenzia Spaziale Cinese (CNSA) ha manifestato interesse a includere nel payload della missione HXMT (Hard X-ray Modulation Telescope) due unità del polarimetro da mettere nel piano focale di ottiche sviluppate dall'Osservatorio Astronomico di Brera.

Recentemente (gennaio 2017) la NASA ha approvato il progetto IXPE (Imaging X-Ray Polarimetry Experiment) come prossima missione spaziale del programma Explorer. Il cuore di IXPE è costituito da 3 rivelatori GPD completamente ideati e costruiti dal nostro gruppo. La data di lancio prevista è per la fine del 2020.

Anche l'ESA, nell'ambito del programma Cosmic Vision M4, ha selezionato per la fase A una missione di Polarimetria X (XIPE, X-Ray Imaging Polarimetry Experiment) basata sulla stessa tecnologia. Il suo lancio è previsto per il 2025.

L'idea di utilizzare rivelatori a micro pattern per misurare con elevata sensibilità la polarizzazione della radiazione proveniente da sorgenti X astronomiche era stata già presentata dal gruppo di Pisa nel 2001 in un articolo apparso sulla rivista Nature [Nature Vol. 411, 2001]. Nell'articolo sono mostrati i risultati ottenuti con un prototipo di rivelatore a micro-pattern realizzato accoppiando un elettrodo moltiplicatore di carica, come il GEM, ad un elettrodo di lettura strutturato a pixel.

Nell'ambito di questa attività di ricerca sulla polarimetria X ho avuto la responsabilità dello sviluppo del MonteCarlo di simulazione e del programma di analisi per la determinazione dell'angolo e grado di polarizzazione della radiazione X incidente attraverso la ricostruzione della traccia del fotoelettrone e della direzione di emissione di quest'ultimo.

Sono in corso sviluppi di fotomoltiplicatori sensibili alla posizione, realizzati accoppiando il chip VLSI a strutture tipo Micro Channel Plate (MCP), e di UV imager, basati su Gas Pixel Detector e fotocatodo semitrasparente a Ioduro di Cesio (~ 10 nm).

Con l'ultima versione del chip analogico che integra più di 100K pixel a passo 50  $\mu\text{m}$  in accoppiamento con un MCP ( $\varnothing\text{pori} = 4 \mu\text{m}$ ) è stato possibile fare imaging ad altissima risoluzione (1  $\mu\text{m}$ ).

Anche in questo caso lo sviluppo del software offline e l'analisi dei dati è sotto la mia responsabilità.

Dal 2005 sono responsabile del Public Outreach di Fermi verso l'ASI (WP 1900) e dal 2008 al 2011 anche del servizio di PO della sezione INFN di Pisa. Ho realizzato materiale divulgativo su Fermi/GLAST (poster, brochure, pieghevoli, fotografie, video), il modello del satellite Fermi in scala 1:3 ed una collezione di oggetti, parti o assieme di elementi base e moduli utilizzati nella costruzione del tracciante del LAT, per mostre ed esposizioni varie (SpacePart 2006, ERA2005, "La Notte dello Spazio 2011" organizzato dall'ESA, LUS2005-LUS2010, "La notte dei ricercatori" ed. 2010 e 2011).

Ho tenuto seminari di divulgazione scientifica in diverse scuole della Toscana ed interviste (Moebius - Radio 24 a cura di B. Gallavotti e Piacere, Scienza! - Radio Bruno Toscana FM103 a cura di M Chiofalo, RAI3-TeleGranducato). Sono co-autrice di due articoli di rassegna su Fermi/GLAST pubblicati sul n.3-4, vol.23 (2007) del Nuovo Saggiatore e sul n.2 della rivista Asimmetrie dell'INFN.

Nell'ambito della mostra itinerante, "I Microscopi della Fisica" realizzata dall'INFN in occasione dell'anno mondiale della Fisica 2005, ho progettato e partecipato alla realizzazione di un telescopio per la visualizzazione delle tracce di raggi cosmici. Il telescopio è formato da dieci piani di scintillatore plastico ciascuno suddiviso in 16 blocchi di  $2 \times 3 \times 15 \text{ cm}^3$  letti attraverso fibre scintillanti da un fotomoltiplicatore multi-anodo Hamamatsu a matrice  $4 \times 4$ . Le tracce sono visualizzate su un display formato da una matrice. Il telescopio è stato utilizzato in diverse mostre (Festival della Scienza di Genova, Città della Scienza di Napoli,..) e durante una puntata della trasmissione Quark.

Faccio parte inoltre del Progetto EEE – La Scienza nelle Scuole, una attività di ricerca, in collaborazione con il CERN, l'INFN e il MIUR, sull'origine dei raggi cosmici, condotta con il contributo determinante di studenti e docenti degli Istituti Scolastici Superiori. Gli studenti delle scuole che hanno aderito al programma hanno costruito nei laboratori del CERN, una serie di rivelatori di particelle, le Multigap Resistive Plate Chambers, a partire dagli elementi di base. Successivamente hanno assemblato nella propria scuola il telescopio di camere, mettendolo in coincidenza, attraverso un sistema GPS, con i telescopi di altre scuole allo scopo di rivelare i muoni cosmici e gli sciami estesi prodotti dai raggi cosmici primari di più alta energia.

Nel dicembre 2013 sono stata organizzatrice e curatrice della mostra "*Bruno Pontecorvo: da Pisa a Mosca un lungo viaggio attraverso storia e scienza*" (<http://www.pontecorvopisa.it/>). Durante la ricerca di materiale riguardante il periodo russo di Pontecorvo ho avuto da Gil Pontecorvo, primogenito dello scienziato, 2 quaderni inediti relativi ai primi due anni (1950-1952) di lavoro di Bruno presso l'Istitute of Nuclear Problems di Dubna. I risultati dello studio approfondito di questi appunti sono pubblicati in un articolo della rivista il Nuovo Saggiatore (Vol. 31, N. 5-6, anno 2015,) firmato da R. Castaldi e G. Spandre.

Nel 2015 ho curato la mostra "*La scienza delle Donne*" nello spazio espositivo di San Michele degli Scalzi a Pisa e poi a Villa Borbone a Viareggio (<https://www.unipi.it/index.php/unipieventi/event/2010-la-scienza-delle-donne>).

A dicembre 2015 nell'atrio di Palazzo Vitelli, a Pisa, è stata ospitata la mostra che ho realizzato sulle "Grandi scienziate del '900" (<https://www.unipi.it/index.php/events/archivio/event/2240-grandi-scienziate-del-900>).

Dal 2015 ad oggi questa mostra è stata esposta in molti comuni della Toscana (Cascina, Viareggio, Forte dei Marmi, Lucca, Camaiore, Capannori, Altopascio,..).

I rivelatori imaging ad alta risoluzione spaziale per luce visibile e UV hanno un enorme campo di applicazione, dalla microscopia di fluorescenza di campioni biologici, cellulari o molecolari (Fluorescent Lifetime Imaging Microscopy, Sub-diffraction Optical Microscopy), ai sistemi di controreazione delle ottiche adattive dei grandi telescopi, ai sensori UV nel campo della sicurezza avionica. Nella banda ottica questi rivelatori possono essere usati come fotomoltiplicatori con capacità di imaging ad alta granularità per la lettura di cristalli di Tellurio di Zinco-Cadmio (CdTe), i nuovi scintillatori ad alto Z di grande interesse in astronomia X e gamma.

### **CMS (1992 - 1999)**

Dal 1992 al 1999 ho lavorato alla progettazione e sviluppo di camere a microstrip con amplificazione in gas (MSGC) per l'esperimento CMS.

A partire dal 1997 ho partecipato alla installazione e presa dati di numerosi test beam per la definizione delle caratteristiche di funzionamento delle MSGC di CMS sia al CERN, su fasci intensi di particelle al minimo, sia al PSI su un fascio di  $\pi^+$  di momento (350 MeV/c) e flusso paragonabile a quello previsto a LHC nei layer più interni del tracker di CMS ( $\sim 5$  KHz/mm<sup>2</sup>). Sono stata responsabile dello sviluppo del software on-line e della successiva analisi dei dati i cui risultati sono stati oggetto di numerose pubblicazioni.

I risultati positivi di questi test ci hanno permesso di fissare i parametri base dei rivelatori MSGC del tracker di CMS e fanno parte del Technical Design Report dell'esperimento.

Utilizzando la stessa tecnologia di realizzazione delle MSGC nel gruppo INFN di Pisa abbiamo sviluppato nuovi tipi di rivelatori a micropattern quali la MGC, che è stata brevettata sul mercato USA e giapponese.

Parallelamente all'attività in ambito CMS mi sono occupata dello studio e caratterizzazione, con sorgenti di vario tipo e poi con fasci di particelle, di rivelatori bidimensionali a micro-pattern, di nuova concezione, in cui è stata utilizzata la tecnologia avanzata dei PCB su Kapton, tecnologia molto più semplice ed economica della micro-litografia su vetro. A Pisa abbiamo sviluppato il Micro-Groove Detector (MGD) e il Well Detector (WD).

### **TNE - Tagged Neutrino Experiment (1982 - 1992)**

Nell'ottobre 1982 sono entrata a far parte dell'esperimento TNE, una collaborazione tra la sezione di Pisa dell'INFN e l'IHEP di Serpukhov, per lo studio delle oscillazioni di neutrino ( $\nu_\mu$ - $\nu_e$ ) attraverso l'identificazione e la ricostruzione, con elevata accuratezza, di energia, punto di produzione, traiettoria e natura dei neutrini ottenuti dai decadimenti di mesoni K<sup>+</sup>.

Nell'ambito dell'esperimento TNE ho partecipato alla costruzione e ai test del prototipo a larga gap del calorimetro ad argon liquido, avendo la responsabilità della realizzazione del sistema di test dell'elettronica analogica, dello studio sistematico del rapporto segnale-rumore e della sua ottimizzazione attraverso la determinazione del miglior trasformatore di matching tra capacità di ingresso del preamplificatore in carica e capacità del rivelatore.

Mi sono occupata inoltre della realizzazione dell'elettronica di fast trigger per l'intero apparato di tagging utilizzando il segnale di ionizzazione proveniente dal calorimetro. Ho avuto la responsabilità della installazione a Serpukhov di un modulo in scala 1:1 del calorimetro BARS (Big Liquid Argon Spectrometer) al fine di effettuare test di rigidità e stabilità del sistema di elettrodi.

Nel periodo 88-91 ho partecipato all'installazione a Serpukhov, lungo la linea del fascio, del rivelatore-targhetta BARS costituito da due calorimetri ad argon liquido di 20 m di lunghezza e 4 m di diametro. In particolare mi sono occupata dei test di tenuta delle connessioni di alta tensione delle varie sezioni costituenti dei calorimetri e ho avuto la responsabilità del sistema di calibrazione. In questo periodo ho partecipato ai run di test con fasci di particelle al minimo di ionizzazione, elettroni ed adroni di diversa energia. In questi test sono stati misurati livelli di rumore dell'ordine di quelli ottenuti in laboratorio ed un rapporto S/N per m.i.p. di circa 6:1. In queste condizioni è stato possibile ricostruire tracce di  $\mu$  di 18 m attraversanti longitudinalmente l'intero calorimetro.

### **Public Outreach (2005 - oggi)**

Pisa, 19 Aprile 2017

Firma ..... *Geo Sferla*



Pisa, 18 aprile 2017

Massimo Minuti è nato a Livorno il 5 Aprile 1975.

Si è diplomato all' Istituto Tecnico Industriale "Galileo Galilei" di Livorno in "Elettronica e Telecomunicazioni".

Ha conseguito il Diploma di Laurea in Ingegneria Elettronica all'Università di Pisa con la votazione di 110/110 e Lode.

Ha conseguito la laurea Triennale in Ingegneria Elettronica all'Università di Pisa con la votazione di 110/110.

Ha conseguito la Laurea Specialistica in Ingegneria Elettronica all'Università di Pisa nel curriculum di "Sistemi Elettronici" con la votazione di 108/110.

Dall'anno 2002 è impiegato alla Sezione di Pisa dell'INFN, durante questi anni ha maturato esperienze nell'ambito della progettazione e nello sviluppo di Sensori di Particelle a Gas e a Stato Solido, elettronica di Front-End ed elettronica per sistemi di acquisizione dati. Ha inoltre collaborato in esperimenti (missioni) come CMS, GLAST(FERMI), XIPE, IXPE.

Ha sviluppato i primi prototipi del rivelatore a gas per Polarimetria-X nel range 2 - 8 KeV attualmente selezionato per la missione IXPE (Fase B) e la missione XIPE(Fase A). Ha sviluppato tutte le versioni della elettronica di read-out per questo rivelatore. Ha contribuito alla sua caratterizzazione e alla esecuzione dei test per la qualifica spaziale. Ha partecipato al test su fascio di ioni pesanti al Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba (Japan, HIMAC-NIRS).

Ha partecipato, come autore, alla stesura dei documenti di specifica tecnica e design report per l'elettronica nell'ambito di entrambe le missioni. E' attualmente impegnato nel coordinamento delle attività di progetto per la realizzazione della elettronica della missione IXPE che sarà fornita dall'INFN (GPD + BEE).

Nell'ambito dell'esperimento CMS:

Ha sviluppato un sistema di acquisizione per la caratterizzazione dei prototipi dei chip DCU e DTU per il monitoring delle condizioni ambientali dei Silicon Strip Detector del Tracker dell'esperimento CMS.

Ha partecipato allo sviluppo di una logica di compressione del flusso dei dati in uscita dai pixel detector nel tracker di CMS (RD53 - Update di fase 2). Ha analizzato, tramite simulazioni, il fattore di compressione previsto per vari schemi di compressione. Ha sviluppato un modello VHDL sintetizzabile per l'implementazione di un algoritmo di compressione aritmetica.

Nell'ambito della missione FERMI(GLAST):

Ha partecipato allo sviluppo delle procedure di test di qualifica per i Silicon Strip Detectors del Large Area Telescope della missione FERMI. Ha partecipato alla costruzione del LAT ed al test del hardware di volo.

Dal 2002 ad oggi, all'interno del gruppo diretto dal Dott. Ronaldo Bellazzini, si è impegnato con energia nelle attività di sviluppo di rivelatori di particelle come Gas Pixel Detector per la polarimetria X ed il photon counting pixel detector (Pixirad).

Ha partecipato come co-autore a numerose pubblicazioni di carattere tecnico-scientifico di cui di seguito si riporta un piccolo estratto:

**"Direct reading of charge multipliers with a self-triggering CMOS analog chip with 105k pixels at 50 micron pitch"** Nucl.Instrum.Meth.A566:552-562,2006

**"Single photon imaging at ultra-high resolution"** Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A591 (2008) 125-128

**"X-ray polarimetry with Gas Pixel Detectors: A new window on the X-ray sky"** Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A576, Issue 1 (2007) 183-190

**"Imaging with the invisible light "** Nucl.Instrum.Meth.A581:246-253,2007

**"A Sealed Gas Pixel Detector for X-ray Astronomy"** Nucl.Instrum.Meth.A579:853-858,2007

**"Chromatic X-Ray imaging with a fine pitch CdTe sensor coupled to a large area photon counting pixel ASIC"**

arXiv:1210.1248

**"X-ray polarimetry in Astrophysics with the Gas Pixel Detector"** JINST 4:11002,2009

**"Construction, test and calibration of the GLAST silicon tracker"** Nuclear Instruments and Methods A583 (2007) 9-13

**"Fabrication of the GLAST Silicon Tracker Readout Electronics"** IEEE Transactions on Nuclear Science (Volume: 53, Issue: 5, Oct. 2006 )

In fede, Massimo Minuti

