

COMPITI E SUDDIVISIONE FONDI TRA LE UNITÀ DI RICERCA  
prot. 2005024953

<b>Coordinatore Scientifico</b>	Roberto BATTISTON
<b>Ateneo</b>	Università degli Studi di PERUGIA
<b>Titolo della Ricerca</b>	SVILUPPO DI UNO STRUMENTO INNOVATIVO PER LO STUDIO SIMULTANEO DI PERTURBAZIONI ELETTRICHE, MAGNETICHE E DELLE PARTICELLE DI ALTA ENERGIA NELLE FASCE DI VAN ALLEN E DELLA LORO CORRELAZIONE CON FENOMENI DI ORIGINE TERRESTRE
<b>Finanziamento assegnato</b>	Euro 486.000
<b>Durata</b>	24 Mesi

### Obiettivo della Ricerca

*L'obiettivo del progetto è la definizione, il disegno e la costruzione di uno strumento a tecnologia avanzata per la misura della composizione dei raggi cosmici intrappolati nelle fasce di Van Allen ed il monitoraggio della loro stabilità nel tempo. Il progetto è inoltre finalizzato allo studio ed alla determinazione dei fenomeni solari, cosmici, sismici, meteo ed antropici che inducono tali perturbazioni iono-magnetosferiche. Questo strumento, dotato di un tracciatore di particelle energetiche (TP), di un rivelatore di Campo Elettrico (EFD) e di un rivelatore di Campo Magnetico (MFD). Misure congiunte di particelle e di campi elettrici e magnetici permetteranno uno studio dettagliato delle instabilità a breve termine delle particelle intrappolate, specificamente della variazione del flusso di quelle particelle che si trovano in zone dello spazio delle fasi vicine al cono di perdita. Grazie alla simultanea misura del campo elettrico e di quello magnetico, queste variazioni di flusso potranno essere messe in relazione con perturbazioni del campo elettrico e magnetico terrestre.*

*Un tale strumento, posto in orbita bassa (LEO), permette di effettuare le seguenti misure:*

- 1- composizione elementare fino a valori fino a Z dell'ordine di 26 (Fe)*
- 2- composizione isotopica per ioni leggeri (He, Li, B)*
- 3- componente leptonica (elettroni e positroni)*
- 4- misura e monitoraggio degli effetti delle perturbazioni del plasma ionosferico su veicoli spaziali in orbita bassa, abitati e non;*
- 5- studio delle emissioni elettromagnetiche di origine terrestre associate a disastri naturali (es. terremoti, eruzioni)*
- 6- studio delle perturbazioni indotte dalle emissioni elettromagnetiche di origine antropica (es. linee di trasmissione, ripetitori radio e tv)*
- 7- analisi delle interazioni atmosfera-ionosfera-magnetosfera durante l'attività temporalesca, caratterizzate da emissioni luminose, gamma ed instabilità di tipo elettromagnetico.*

*I primi tre punti rappresentano misure classiche in fisica dei Raggi Cosmici e nello studio della composizione delle fasce di Van Allen. Gli altri quattro punti sono importanti nello studio della dinamica delle fasce, e della loro trasformazione nel tempo. La correlazione di queste instabilità con effetti di origine terrestre, sia di tipo naturale (perturbazioni generate nell'atmosfera o di origine sismica) che di origine antropica (emissioni elettromagnetiche) rappresenta infatti una specifica area di studio accessibile con questo strumento*

*Il rivelatore TP, comprenderà un tracciatore a microstrisce al silicio, che, oltre alla misura della carica elettrica Z della particella, sarà in grado di determinare la direzione di propagazione dei Raggi Cosmici di energie superiori al MeV con una precisione migliore di due gradi, permettendo lo studio della stabilità nel tempo della distribuzione dell'angolo tra la direzione della propagazione delle particelle e del campo magnetico (pitch angle). Il sistema di trigger dello strumento sarà garantito da dei piani di scintillatori. La separazione tra protoni ed elettroni, importante per lo studio delle perturbazioni nelle fasce di Van Allen, sarà realizzata utilizzando un rivelatore di luce Cerenkov a soglia ed un microcalorimetro a base di piombo e fibre scintillanti. In questo modo sarà possibile separare elettroni da protoni nell'intervallo di energie che va da 1 MeV a 100 MeV.*

*Il rivelatore EFD opererà nell'intervallo di frequenza tra circa DC e 5 MHz, con una accuratezza di 350 nV/m e un range dinamico di 130 dB.*

*Il rivelatore MFD prevede un Flux Gate con una accuratezza di 3 pT nell'intervallo DC fino a 10 Hz e un Search Coil nell'intervallo 10 Hz-100 KHz.*

*Questo strumento verrà progettato e realizzato con interfacce adeguate per essere installato su un microsatellite prodotto dal CASC (Chinese Aero Space Corporation), il più importante Istituto Cinese per la realizzazione di satelliti, piattaforme spaziali e microsatelliti. I proponenti di questo progetto ed il CASC hanno infatti siglato nella primavera 2005 un accordo preliminare di collaborazione volto alla progettazione e realizzazione di una missione spaziale per lo studio dallo spazio di fenomeni indotti nella ionosfera da meccanismi di origine geofisica. Questo accordo prevede il disegno e lo sviluppo della parte strumentale da parte italiana, mentre il lancio e la gestione della missione sono a carico dei cinesi.*

### Innovazione rispetto allo stato dell'arte nel campo

*Le caratteristiche di un esperimento a bordo di un satellite in grado di studiare fenomeni di precipitazione sono i seguenti:*

- 1) Orbita tra 500 e 1200 km di altezza*
- 2) Capacità di rivelare elettroni con energia superiore di 5 MeV e protoni di energia superiore a 50 MeV con risoluzione energetica*

migliore di 5 MeV

3) Risoluzione temporale migliore di 15 s

4) Accettanza più ampia possibile

5) Risoluzione angolare migliore di 5 gradi

L'osservazione di fenomeni di precipitazione di particelle cariche intrappolate nelle fasce, dove essere accompagnata da misure della variazione del campo elettrico e, soprattutto, del campo magnetico. L'intervallo di frequenza del rivelatore di campo elettrico e' collocabile tra circa DC e 5 MHz, con una accuratezza di 350 nV/m e un range dinamico di 130 dB. L'intervallo di frequenza del rivelatore di campo magnetico prevede con una accuratezza di 3 pT nell'intervallo da DC fino a circa 100 KHz.

E' interessante notare che al momento attuale non e' stata realizzata nessuna missione spaziale in grado di fornire una misura precisa dei fenomeni di precipitazione di particelle energetiche. L'unico esperimento attualmente in orbita e dedicato a questo tipo di studi, Demeter, non e' in grado di separare protoni da elettroni, e opera con un contatore che fornisce solo la frequenza di conteggio in funzione del tempo in un intervallo di energia fissato.

## **Criteria di verificabilità**

I criteri di verificabilità suggeriti riguardano la percentuale di realizzazione dei compiti assegnati alle varie unità nel rispetto del programma proposto e tenendo conto delle percentuali del finanziamento assegnato.

In particolare si segnalano i seguenti obiettivi principali che possono essere utilizzati per l'attività di verifica

### *Unità I*

- A) Simulazione della risposta del rivelatore ai Raggi Cosmici.
- B) Studio dell'orbita della missione.
- C) Disegno e costruzione della parte tracciante del rivelatore
- D) Qualifica dello strumento o dei vari sottosistemi

### *Unità II*

- A) Progettazione e spazializzazione di una nuova tecnica di rivelazione basata sull'uso di Si-PM (Silicon Photomultipliers) e realizzazione di un telescopio di contatori a scintillazione per trigger e tempo di volo.
- B) Realizzazione di un sistema di trigger e tempo di volo basato su questa tecnologia.
- C) Progettazione e spazializzazione di un sistema di rivelazione di campi magnetici nello spazio nella banda di frequenza "DC-10 MHz.
- D) Realizzazione elettronica di acquisizione e gestione dei dati.

### *Unità III*

- A) Sviluppo e ottimizzazione di un sistema prototipale di Cherenkov a soglia basato su un radiatore acrilico, un deflettore ottico e un fotomoltiplicatore convenzionale.
- B) Test del prototipo in laboratorio e su un fascio di bassa energia.
- C) Test di matrici di fotorivelatori Silicon Photomultiplier (SiPM).
- D) Sviluppo di un prototipo Cherenkov accoppiato otticamente all'array di SiPMT.
- E) Scelta della tecnica di fotorivelazione e disegno esecutivo del rivelatore.

### *Unità IV*

- A) Sviluppo di un microcalorimetro a campionamento, piombo e fibre scintillanti
- B) Sviluppo elettronico di lettura per il microcalorimetro.

## **Elenco delle Unità di Ricerca**

<b>Sede dell'Unità</b>	Università degli Studi di PERUGIA
<b>Responsabile Scientifico</b>	Roberto BATTISTON
<b>Finanziamento assegnato</b>	<b>Euro</b> 153.711

## **Compito dell'Unità**

L'Unità I oltre a coordinare l'intero progetto avrà i seguenti compiti specifici.

- A) Simulazione della risposta del rivelatore ai Raggi Cosmici.
- B) Studio dell'orbita della missione.
- C) Disegno e costruzione della parte tracciante del rivelatore
- D) Integrazione e qualifica spaziale

- E) Qualifica dello strumento o del sottosistema  
F) Qualifica dell'elettronica

---

<b>Sede dell'Unità</b>	Università degli Studi di SIENA
<b>Responsabile Scientifico</b>	Pier Simone MARROCCHESI
<b>Finanziamento assegnato</b>	<b>Euro</b> 101.795

### **Compito dell'Unità**

- (1) Sviluppo e ottimizzazione di un sistema prototipale di Cherenkov a soglia basato su un radiatore acrilico, un deflettore ottico e un fotomoltiplicatore convenzionale.
- (2) Test del prototipo in laboratorio e su un fascio di bassa energia.
- (3) Test di matrici di fotorivelatori Silicon Photomultiplier (SiPM).
- (4) Sviluppo di un prototipo Cherenkov accoppiato otticamente all'array di SiPMT.
- (5) Scelta della tecnica di fotorivelazione e disegno esecutivo del rivelatore.
- (6) Costruzione del rivelatore per la missione.

---

<b>Sede dell'Unità</b>	Università degli Studi di ROMA "Tor Vergata"
<b>Responsabile Scientifico</b>	Piergiorgio PICOZZA
<b>Finanziamento assegnato</b>	<b>Euro</b> 154.148

### **Compito dell'Unità**

1) Il primo tema dell'Unità II riguarda la progettazione e spazializzazione di una nuova tecnica di rivelazione basata sull'uso di Si-PM (Silicon Photomultipliers) e realizzazione di un telescopio di contatori a scintillazione per trigger e tempo di volo.

1.a) Nel primo anno si procederà alla scelta degli Si-PM esistenti con le migliori caratteristiche e allo sviluppo di versioni migliori in collaborazione con l'IRST di Trento.

1.b) Nel secondo anno, oltre a proseguire nel lavoro di ottimizzazione, sarà realizzato un sistema di trigger e tempo di volo basato su questa tecnologia.

2) Il secondo tema trattato da questo programma dall'Unità II è la "progettazione e spazializzazione di un sistema di rivelazione di campi elettrici e magnetici nello spazio nella banda di frequenza "DC-10 MHz". Sarà anche disegnata l'elettronica di acquisizione e gestione dei dati e sarà realizzato il modello di laboratorio.

2b) Nel secondo anno si procederà all'assemblaggio in laboratorio dei vari componenti ed alla realizzazione della relativa elettronica di acquisizione e gestione dei dati. Si procederà poi alla taratura completa dell'intero modello di laboratorio che verrà poi spazializzato.

---

<b>Sede dell'Unità</b>	Università degli Studi di PISA
<b>Responsabile Scientifico</b>	Giuseppe TRIGGIANI
<b>Finanziamento assegnato</b>	<b>Euro</b> 76.346

### **Compito dell'Unità**

Sviluppo di un microcalorimetro a campionamento, piombo e fibre scintillanti, e relativa elettronica di lettura.