

COMITATO NAZIONALE PER L'ENERGIA NUCLEARE
Laboratori Nazionali di Frascati

LNF - 63/54

VR - 8

**RACCOLTA DELLE COMUNICAZIONI PRESENTATE AL CONGRESSINO ANNUALE
DELL'ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
Frascati, 6-7-8-9 Maggio 1963
SESSIONE RAGGI COSMICI**

A cura del Servizio Documentazione
dei Laboratori Nazionali di Frascati del CNEN
Giugno 1963

INDICE

Digitalizzazione di camere a scintilla - G. GIANNELLI	1
Risultati preliminari sul flusso di neutroni secondari prodotti nelle interazioni dei raggi cosmici nell'atmosfera - G. BOELLA, G. DEGLI ANTONI, C. DILWORTH, E. ROCCA e L. SCARSI	4
Risposta ad elettroni di 450 - 1450 MeV, di una camera a scintilla progettata per la rivelazione di elettroni primari nei raggi cosmici - B. AGRINIER, Y. KOECHLIN, B. PARLIER, G. BOELLA, G. DEGLI ANTONI, C. DILWORTH, L. SCARSI e G. SIRONI	8
Semplice stazione d'ascolto per satelliti artificiali - G. BOELLA, G. DEGLI ANTONI e G. QUARANTA	15
Intercalibrazione dei rivelatori europei di neutroni e studio delle proprietà della componente nucleonica dei raggi cosmici - F. BACHELET, P. BALATA e N. IUCCI	18
Progetto di una stazione sperimentale sotto il Monte Bianco - C. CASTAGNOLI, A. DE MARCO e A. MASANI	24
Effetto diurno nella fascia interna di Van Allen - L. MANCINO, G. PIZZELLA e F. MOLINA	27
Misuratore di plasma solare - F. MELCHIORRI, G. PIZZELLA, R. HABEL e T. LETARDI	28
Ricerca sull'origine della componente fotonica a bassa energia in atmosfera - D. BRINI, U. CIRIEGI, F. FULIGNI, A. GANDOLFI e F. M. GOMIDE	29
Progetto per ricerche su gamma primari direzionali di alta energia - D. BRINI, U. CIRIEGI, F. FULIGNI, A. GANDOLFI e F. M. GOMIDE	30
Studio delle variazioni di una serie temporale mediante l'interpretazione del suo autocorrelogramma - M. GALLI, F. PALMONARI e P. RANDI	31
Variazioni diurne e semidiurne transitorie e stazionarie dei raggi cosmici - M. GALLI, F. PALMONARI e P. RANDI	32
Misuratore transistorizzato di correnti fino a 10^{-14} 10^{-15} A - F. LEPRI	32
Indice degli autori	35

DIGITALIZZAZIONE DI CAMERE A SCINTILLA.

G. Giannelli.

Istituto di Fisica dell'Università - Bari^(x)

Nelle camere a scintilla le correnti elettriche all'atto della scarica sono molto intense e brevi, presumibilmente tali da produrre sensibili effetti di magnetostrizione in materiali adatti.

Questa comunicazione riferisce i primi risultati ottenuti in una ricerca avente per scopo di studiare tali fenomeni e le possibilità di utilizzarli per localizzare la posizione delle scintille nelle camere a scintilla.

Il metodo che appare più immediato è di sfruttare la magnetostrizione negli elettrodi stessi della camera. Si osservi che il campo magnetico negli elettrodi è principalmente dovuto all'elemento di circuito elettrico costituito dalla scintilla, ed è massimo nell'immediato intorno della scintilla stessa. Con le notazioni della fig. 1, essendo AB la scintilla, il campo magnetico prodotto dall'elemento AB di circuito elettrico nel punto generico P che dista x dall'asse AB della scintilla, per x sufficientemente maggiore delle dimensioni trasversali della scintilla, vale:

$$(1) \quad A = \frac{I}{4\pi x} \frac{g/x}{\sqrt{1 + (g/x)^2}}$$

che si può approssimare:

$$(2) \quad \text{per } x > g \quad A \approx \frac{I g}{4\pi x^2}$$

$$(3) \quad \text{per } x < g \quad H \approx \frac{I}{4\pi x}$$

Quando x diventa paragonabile al raggio ρ della scintilla il campo è minore dal valore dato dalla (3) ma cresce al diminuire di x fino ad $x = \rho$, poi H diminuisce con x ed è nullo per $x = 0$ cioè lungo l'asse della scintilla.

Se gli elettrodi sono formati di materiale ferromagnetico che presenti forte effetto di magnetostrizione, il campo H produrrà una proporzionale deformazione locale che poi si propagherà radialmente come onda elastica, questa potrebbe essere rivelata da trasduttori posti nella periferia degli elettrodi. L'uso di elettrodi continui non è apparso conveniente perchè consente di rivelare la posizione di una sola scintilla, inoltre l'onda nell'espandersi radialmente si attenua con prevedibili difficoltà nella sua rivelazione.

Si è fissata perciò l'attenzione su una disposizione in cui l'elettrodo usato per localizzare le scintille è costituito da un sistema di fili paralleli. Allora l'impulso di deformazione elastica prodotto per magnetostrizione nel filo nell'intorno della scintilla, si propaga lungo il filo nelle due direzioni con la velocità del suono nel materiale, di circa 0,5 cm, per microsecondo e con piccola attenuazione e può essere rivelato all'estremo del fi-

(x) - In congedo temporaneo dal C. C. R., EURATOM, Ispra.

lo da una bobina coassiale col filo sfruttando l'effetto Villari. Si potrà allora determinare la posizione della scintilla lungo il filo dal ritardo del segnale fornito dalla bobina rispetto al-

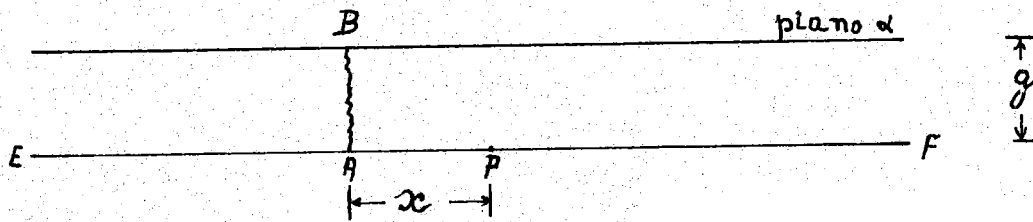


FIG. 1

l'istante in cui è scoccata la scintilla. L'altro elettrodo può essere in principio di qualunque tipo, piastra o sistemi di fili e questi potranno essere paralleli o normali a quelli del primo elettrodo. In queste prime sperimentazioni si è preferito usare un elettrodo piano per semplicità, per ridurre l'induttanza serie del circuito e nella considerazione che una corrente distribuita avrebbe prodotto nel sistema di fili del primo elettrodo campi magnetici meno intensi. Si pensava così di ridurre una delle cause possibili di segnali spuri sui fili non interessati direttamente dalla scintilla. Con questa disposizione l'elemento di circuito rappresentato dal filo non produce campo magnetico nel filo stesso: l'impulso di corrente è molto breve, si ha un sensibile effetto pelle, cioè la corrente è localizzata sulla superficie del conduttore e finché essa è distribuita uniformemente sulla superficie stessa il campo nell'interno è nullo.

Le prime esperienze sono state fatte con la disposizione indicata nella fig. 2.

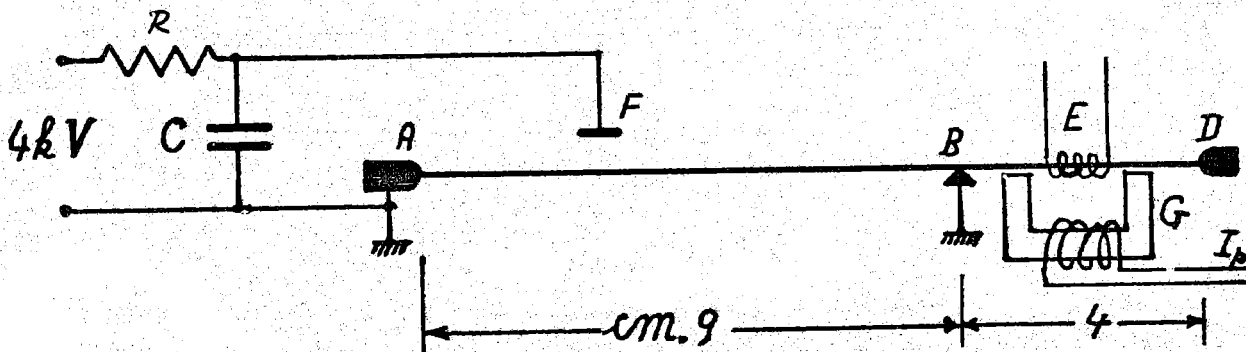


FIG. 2

Il filo era teso fra i supporti A e D ai quali era saldato. Il ricevitore era costituito da una bobina E, coassiale al filo, di 150 spire, e del diametro esterno di 4 mm e larghezza di 1 mm. Un nucleo di ferrite ad U che porta un avvolgimento percorso dalla corrente continua I_p di polarizzazione chiudeva il circuito magnetico della bobina stessa. La scintilla scoccava fra l'elettrodo F ed il filo, l'elettrodo era mobile lungo il filo nel tratto AB. La lunghezza della scintilla era di circa 2 mm. Il filo era messo a massa in A ed in alcune prove anche attraverso il coltello B, al quale era appoggiato. Il condensatore C era di 500 pF. La costante di tempo RC era tale da aversi una ventina di scintille al secondo. Sono stati sperimentati fili di nichel ricotto del diametro di 0,1 e 0,35 mm e fili di lega ferro-cobalto del diametro di 0,1 mm. Si riporta nella fig. 3 un oscillogramma del segnale ricevuto. L'impulso più alto che si nota è generato nella posizione della scintilla, le tre tracce corrispondono a tre posizioni diverse della scintilla lungo il filo. Gli impulsi durano un po' meno di un microsecondo, corrispondente a 5 mm di lunghezza di filo. La loro ampiezza è risultata:

- 30 mv. con filo di Ni, ϕ 0,1 mm senza il contatto B
- 15 + 20 mv. con filo di Ni, ϕ 0,1 mm con il contatto B

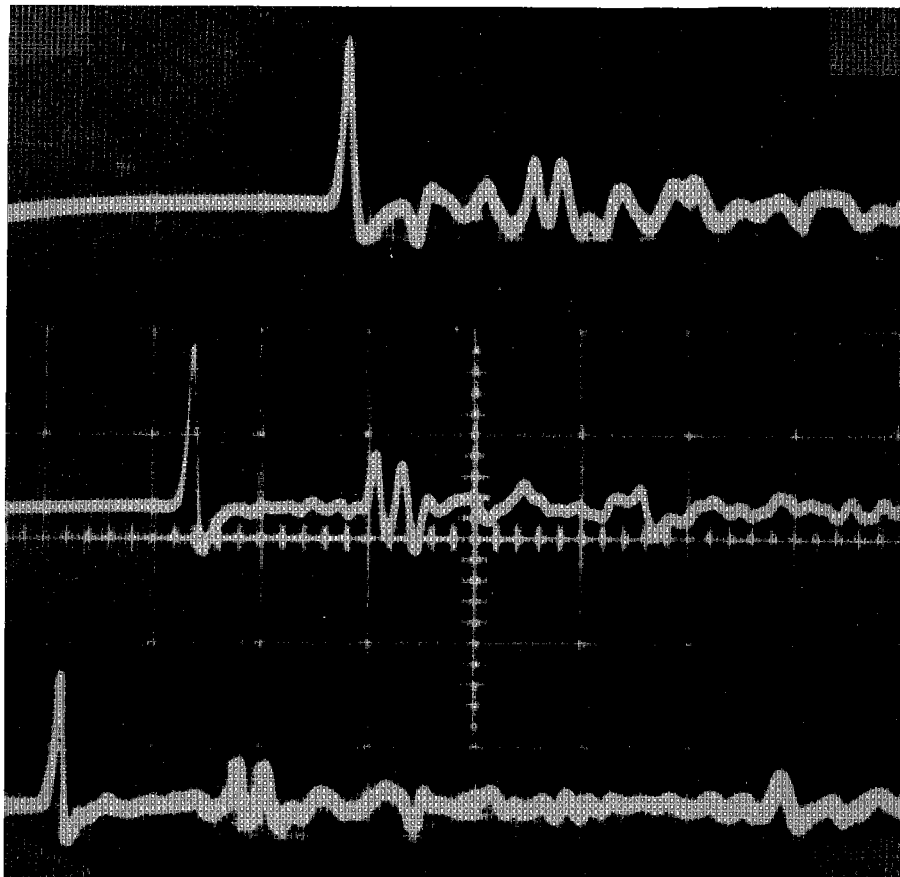


FIG. 3 - Oscillogrammi del segnale ricevuto

L'impulso più alto è il segnale generato in corrispondenza della scintilla. Il doppio impulso che lo segue a distanza di $10 \mu\text{sec}$ è dovuto a riflessione dell'impulso precedente all'estremo D.

Scale: verticale 20 mv per quadretto
 orizzontale $5 \mu\text{sec}$ per quadretto, pari a
 2.5 cm di filo per quadretto.

- 12 + 15 mv. con filo di Ni, \emptyset 0,35 mm senza il contatto B
 7 mv. con filo di Ni, \emptyset 0,35 mm con il contatto B
 15 + 20 mv. con filo di Fe-Co, \emptyset 0,1 mm.

Si è osservato:

- 1) nelle prove senza il contatto B non vi è alcun segnale sino all'arrivo dell'impulso prodotto dalla scintilla, ma ad essa segue una successione di impulsi più piccoli. Si attribuiscono questi a magnetostriazione prodotta dalla corrente nel tratto di filo AF e dovuta a deformazioni locali dei filetti di corrente per disomogeneità della superficie del filo.
 Infatti questi impulsi sono comparsi anche prima dell'impulso della scintilla quando si è inserito il contatto B. Inoltre essi sono diminuiti di ampiezza pulendo il filo, mentre erano eccezionalmente alti in una prova in cui si era usato filo di Fe-Co sensibilmente ossidato;
- 2) degli impulsi sono generati anche in corrispondenza dei contatti;
- 3) quando il filo è collegato a massa in un punto solo A l'impulso della scintilla è sensibilmente unipolare. Quando il filo è collegato a massa in due punti, A e B, quasi sempre il segnale prodotto dalla scintilla è composto di due impulsi adiacenti aventi polarità opposta. Le loro ampiezze variano in senso opposto spostando la scintilla lungo il filo fra A e B;
- 4) nei fili di Fe-Co gli impulsi ricevuti diminuiscono fortemente di ampiezza all'aumentare della tensione del filo. Una prova simile non è stata possibile con i fili di Ni che sono ricotti ed in tal condizione molto plastici. In un'altra esperienza l'elettrodo a massa è stato fatto con più fili paralleli, ognuno con proprio ricevitore, distanti di 2 mm l'uno dall'altro. Nessun segnale è osservato nei fili adiacenti a quello su cui scocca la scintilla. Questa prova dà anche un limite superiore della zona del filo nel quale si produce l'impulso di magnetostriazione.

Successive esperienze sono state condotte per:

- a) Trovare un metodo di effettuare contatti elettrici nel filo senza disturbare la propagazione degli impulsi elastici: si è trovato che, almeno su filo di Ni del diametro di 0,35 mm, un contatto soddisfacente si ottiene saldando a stagno un filo di rame del diametro di 0,05mm, tenuto lasco;
- b) accertare se era possibile appoggiare il filo su un piano rigido. Si è trovato che si ha un sensibile aumento di attenuazione del segnale, valutato in un dimezzamento su un metro di filo, ma se il filo appoggia uniformemente sul piano non si creano segnali spuri, cioè non si peggiora il rapporto segnali-disturbi;
- c) accertare la possibilità di fermare il filo sul piano senza disturbare la propagazione delle onde elastiche. Si è trovato ciò possibile comprimendo il filo contro il piano con una spugna di plastica. Se la compressione è molto elevata si hanno sia attenuazione del segnale, sia riflessioni multiple, con conseguente peggioramento del rapporto segnale-disturbi. Ma con compressioni limitate l'entità di questi fenomeni è apparsa accettabile pur avendosi un buon fissaggio del filo.
- d) accertare la possibilità di piegare il filo. E' risultato che è possibile piegare il filo fino a raggi di curvatura di dieci volte il diametro del filo senza inconvenienti.

CONCLUSIONE.

Si è dimostrato che quando si fa scoccare una scintilla fra un filo di nichel ed un altro elettrodo, nel punto in cui scocca la scintilla viene generato per magnetostriazione un impulso elastico e si può determinare la posizione della scintilla dal tempo di arrivo di esso in un altro punto del filo.

E' stata fatta una serie di esperienze in vista di sfruttare questo principio nella digitalizzazione delle camere a scintilla. Esse permettono di prevedere la possibilità di costruire camere a scintilla in cui un elettrodo è costituito da fili di nichel paralleli, indipendenti, ognuno provvisto di un proprio ricevitore.

Tuttavia tale disposizione comporta una elettronica molto complessa di elaborazione delle uscite. Perciò sono state effettuate delle prove preliminari che hanno avuto esito abbastanza soddisfacente, elencate nei punti da a) a d), con l'idea di realizzare l'elettrodo della camera a scintilla con un filo unico ripiegato a greca, appoggiato su un piano isolante, con contatti di massa ai due estremi di ogni tratto rettilineo e fissato in posizione da due guance di spugna di plastica che lo premono contro il piano di appoggio in corrispondenza dei tratti piegati. Si ha un solo ricevitore, posto ad un'estremità del filo al quale arriva in serie tutta l'informazione. Precisamente per ogni scintilla si avranno tre impulsi, due generati ai contatti di massa del tratto di filo in cui è scoccata la scintilla, l'altro, in mezzo a questi, generato dalla scintilla. Le coordinate della scintilla sono date: l'una dal tempo di arrivo del gruppo dei tre impulsi, l'altra dalla differenza in tempo di arrivo dell'impulso della scintilla e di uno dei contatti di massa.

Ringrazio il Prof. G. P. Occhialini per i suoi continui incoraggiamenti ed il Prof. M. Merlin che, ospitandomi nell'Istituto di Fisica di Bari, mi ha reso possibile di completare questa ricerca.

Ringrazio il laureando A. Zecca per l'aiuto datomi nello svolgimento delle esperienze.

RISULTATI PRELIMINARI SUL FLUSSO DI NEUTRONI SECONDARI PRODOTTI NELLE INTERAZIONI DEI RAGGI COSMICI NELL'ATMOSFERA.

G. Boella, G. Degli Antoni, C. Dilworth, E. Rocca, L. Scarsi.
Istituto di Scienze Fisiche dell'Università - Milano
I. N. F. N. - Sezione di Milano.

INTRODUZIONE.

E' in corso una serie di misure in pallone sul flusso di neutroni nell'atmosfera, con lo scopo di determinarne sia l'intensità assoluta sia lo spettro di energia, ai fini di stimare il contributo del decadimento dei neutroni di albedo alla formazione delle fasce di Van Allen. Il rivelatore impiegato si basa su una coppia di contatori per neutroni termici costituiti da scintillatori a boro-plastico accoppiati a fotomoltiplicatori. Nei voli precedenti I e II⁽¹⁾, uno dei due scintillatori conteneva boro naturale e l'altro boro arricchito al 92% in B₁₀. Nel volo III qui descritto, la forma degli scintillatori è stata modificata migliorando di un fattore due l'efficienza del contatore arricchito, e lo scintillatore a boro naturale è stato sostituito con uno con boro al 96% in B₁₁ per aumentare il rapporto di conteggio dei due canali in presenza di un flusso misto di neutroni e AL = tre particelle.

Neutroni ad energie superiori alla termica, sono rivelati moderandoli con uno schermo di paraffina posto attorno allo scintillatore. Sia nei voli precedenti che in questo sono stati impiegati moderatori emisferici di 6 cm di raggio.

Lo studio dello spettro di energia alle varie altezze sarà proseguito con voli ripe

tutti variando lo spessore del moderatore. Per controllare la costanza del flusso di raggi cosmici nei voli successivi, anche in questo periodo di sole quieto, è stato aggiunto alla strumentazione un contatore Geiger.

TARATURA DELLO STRUMENTO.

La risposta del complesso moderatore-scintillatore a neutroni di diverse energie è sensibilmente uniforme da energie termiche fino a circa 10 MeV, con un massimo nella regione dei 500 KeV⁽¹⁾. Tre valori per l'efficienza assoluta sono stati ottenuti con tarature a neutroni termici derivati dalla sorgente Pu-alfa-Be del C. E. S. N. E. F. del Politecnico di Milano, a 30 KeV della sorgente Sb-gamma-Be dell'Istituto Tecnico Canizzaro di Rho e allo spettro della sorgente Ra-alfa-Be del C. I. S. E. (o).

Il fattore medio di conversione dal conteggio neutroni/minuto al flusso in neutroni/cm² sec, per il contatore al 92% in B₁₀, per i dati rilevati durante il volo (v. fig. 1 cur_v a b) risulta di 2×10^{-2} min/cm² sec.

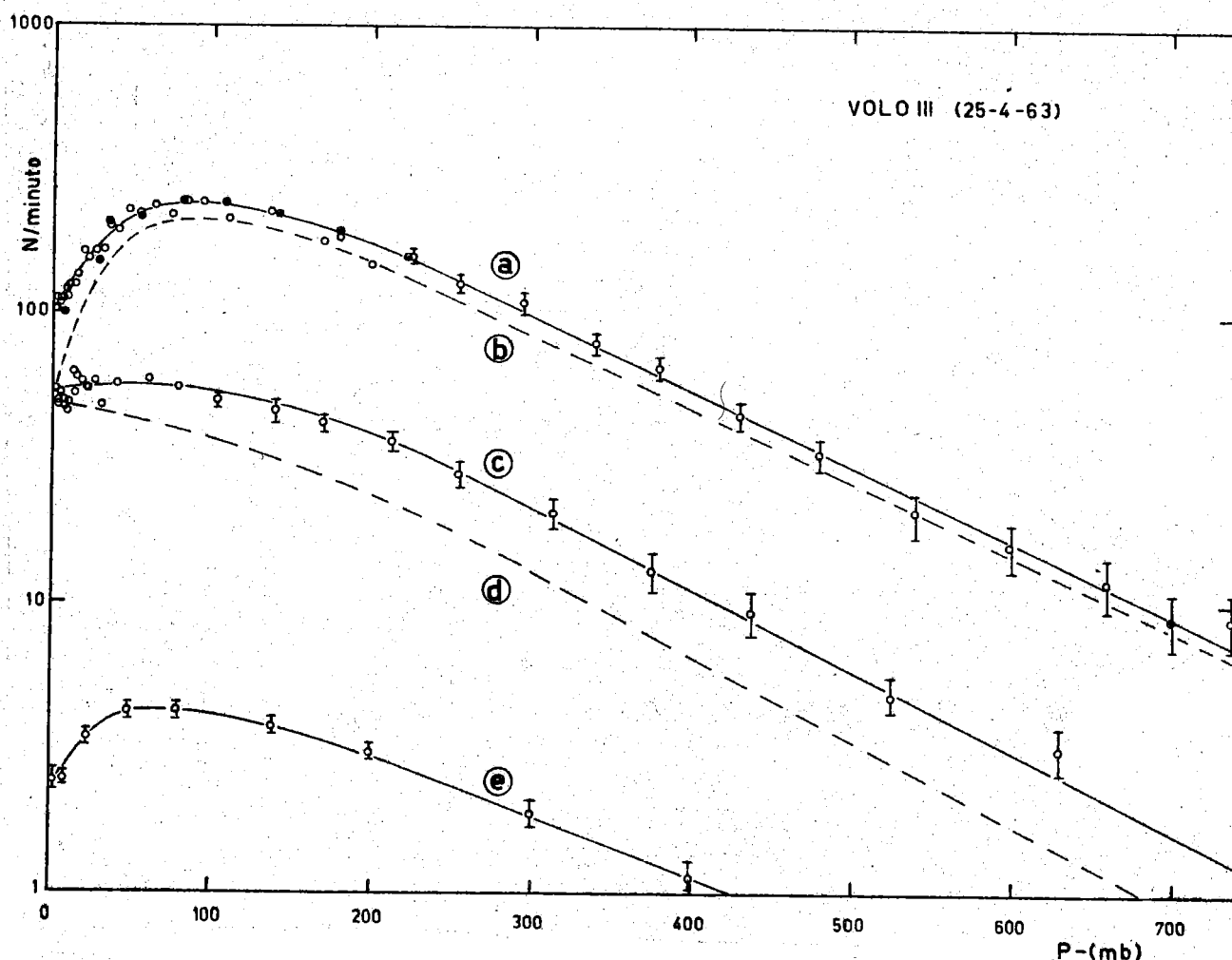


FIG. 1 - Conteggio al minuto, in funzione della pressione (mb), per il volo III.

- (a) Conteggio canale scintillatore con boro al 92% in B₁₀ - (IA6)
- (b) Conteggio dovuto a neutroni in IA6
- (c) Conteggio canale scintillatore con Boro al 96% in B₁₁ (IP6)
- (d) Conteggio dovuto a componente non neutronica in IA6 e IP6
- (e) Conteggio contatore di Geiger (scala moltiplicata per 1/10)

(o) - Ringraziamo i professori A. Bernasconi, G. Germagnoli, S. Terrani per le facilitazioni accordate durante le calibrazioni.

RISULTATI DEL VOLO III.

In questo volo, primo della serie prevista ad alta quota, è stato possibile raggiungere i 38 Km di altezza (equivalente a 3.6 gr/cm^2 di atmosfera residua), con un pallone a scoppio, lanciato da Milano Linate il 25 aprile 1963. Questo ha permesso di ridurre al minimo l'estrapolazione ai limiti dell'atmosfera.

I risultati sono dati in fig. 1 e confrontato con quelli dei voli I e II⁽¹⁾ in fig. 2. Il calcolo del conteggio dovuto a neutroni per il canale associato allo scintillatore con Boro arricchito in B_{10} (curva b di fig. 1), si basa sul confronto delle curve (a) e (c), per sottrarre il conteggio dovuto al fondo non neutronico (curva d). La natura diversa delle particelle contate dal Geiger (curva e) e contatore a Boro Plastico, è mostrata dal diverso andamento del

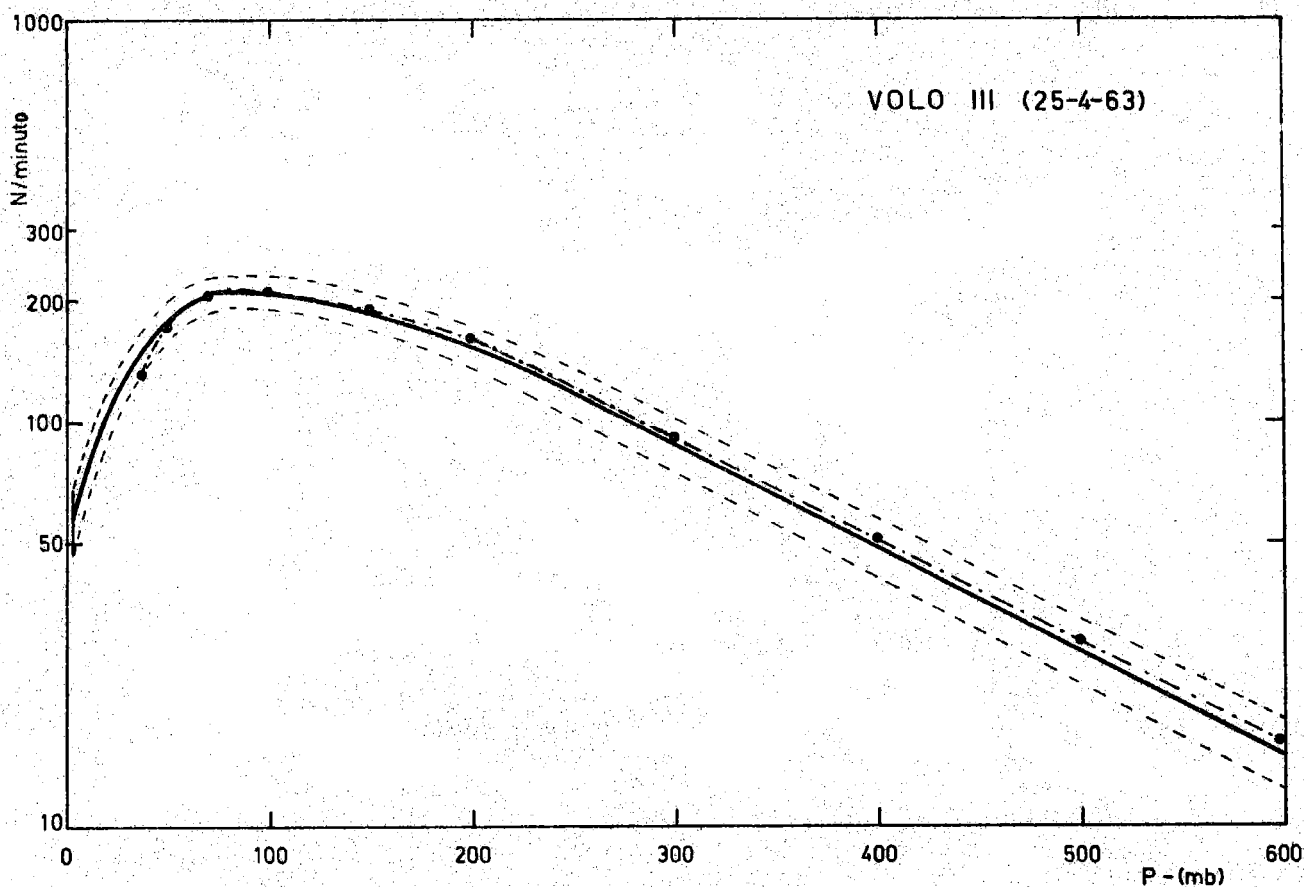


FIG. 2

Curva (b) di fig. 1 - Limiti per errore statistico della curva (b).
Conteggio per neutroni nei voli I e II, normalizzati a (b) attorno a 100 mb.

conteggio in funzione dell'altezza. Lo scintillatore a Boro Plastico, insensibile a particelle di carica unitaria al minimo di ionizzazione, registra primari pesanti, prodotti di interazione nel materiale circostante e interazioni provocate nello scintillatore stesso. Esiste un contributo alla curva (b) dovuto a neutroni prodotti localmente in interazioni con il materiale dell'apparecchiatura; questo contributo è stimato essere del 5%⁽¹⁾ attorno ai 100 mb. Basandosi su questa stima, il confronto tra le curve (b) e (d) permette di concludere che la frazione di neutroni prodotta localmente non supera il 20% anche alla massima altezza raggiunta durante il volo. Nella fig. 2, la curva di conteggio per neutroni dei voli I e II è stata normalizzata su quella del volo III, sull'intervallo corrispondente al massimo conteggio. La differenza in valore assoluto del flusso derivato nei due casi è di circa il 15%, attribuibile in par

te alla maggiore incertezza nella calibrazione precedente. La forma della curva si ripete nei due casi, nei limiti dell'errore statistico.

CONCLUSIONI.

L'analisi dei dati è stata solo parzialmente completata e i valori seguenti vanno considerati come preliminari:

- Profondità nell'atmosfera in corrispondenza del conteggio massimi per neutroni: $(90 \pm 10) \text{ gr/cm}^2$
- Cammino medio di attenuazione nell'atmosfera tra 200 e 600 gr/cm^2 : $(175 \pm 10) \text{ gr/cm}^2$.

Viene confermata la differenza, già notata⁽¹⁾, fra la posizione del massimo determinata sperimentalmente e quella assunta da Hess et al⁽²⁾; questa discrepanza rende questionabile la validità della forma dello spettro di energia da essi proposta, rendendo incerta la deduzione del flusso assoluto di neutroni basato su di esso.

Tuttavia pur supponendo valido codesto spettro, i valori di flusso assoluto risultano in netto disaccordo, sia con quello sperimentalmente di Hess et al⁽³⁾ a 200 gr/cm^2 ($3/\text{cm}^2 \text{ sec}$ invece di $(7 \pm 1)/\text{cm}^2 \text{ sec}$) sia con quello predetto al massimo di conteggio ($4.2/\text{cm}^2 \text{ sec}$ invece di $14/\text{cm}^2 \text{ sec}$). D'altra parte il flusso ai limiti dell'atmosfera, dedotto dai risultati del volo sulla base dello spettro di Hess et al, risulta $1/\text{cm}^2 \text{ sec}$, vicino al valore da essi suggerito. Questa concordanza tuttavia non può essere ritenuta significativa, fino a che non sia determinato sperimentalmente lo spettro di energia a queste quote.

Ringraziamo il prof. G. Occhialini per la sua guida e il costante interessamento; gli Ufficiali e Sottufficiali della Stazione Meteorologica dell'Aeroporto di Milano-Linate per le facilitazioni e aiuto accordatoci per il lancio dei palloni; il gruppo di Radioamatori che hanno seguito il volo e registrato i dati telemetrati; i tecnici del gruppo Raggi Cosmici per la loro essenziale collaborazione. Siamo infine grati al Consiglio Nazionale delle Ricerche per l'aiuto finanziario accordatoci.

BIBLIOGRAFIA.

- (1) - G. Boella, G. Degli Antoni, C. Dilworth, G. Giannelli, E. Rocca, L. Scarsi, D. Shapiro - Congresso della S. I. F., Bologna 1962, Rendiconti in corso di pubblicazione e Il Nuovo Cimento, in corso di stampa.
- (2) - W. H. Hess, E. H. Canfield, R. E. Lingenfelter, J. Geophys. Research, 66, 665 (1961).
- (3) - W. H. Hess, H. W. Patterson, R. Wallace, E. L. Chupp, Phys. Rev. 116, 445 (1959).

RISPOSTA AD ELETTRONI DI 450 - 1450 MeV, DI UNA CAMERA A SCINTILLA PROGETTATA PER LA RIVELAZIONE DI ELETTRONI PRIMARI NEI RAGGI COSMICI.

B. Agrinier, Y. Koechlin, B. Parlier.

Service d'Electronique Physique - Centre d'Etudes Nucleaires de Saclay.

G. Boella, G. Degli Antoni, C. Dilworth, L. Scarsi, G. Sironi

Istituto di Scienze Fisiche dell'Università - Milano.

I. N. F. N. - Sezione di Milano.

INTRODUZIONE.

La rivelazione della componente elettronica nella radiazione cosmica primaria pone, per la progettazione dell'apparecchiatura, tre problemi principali:

- 1) Flusso previsto molto basso (dell'ordine di $10^{-3} \text{ cm}^{-2} \text{ sterad}^{-1} \text{ sec}^{-1}$ a latitudini moderate), in presenza di un fondo di protoni e particelle alfa cento volte maggiore in intensità alla stessa rigidità magnetica.
- 2) Presenza di un flusso, incidente sull'atmosfera, di elettroni di natura secondaria ("albedo rientrante") con energie fino a quella corrispondente al taglio geomagnetico.
- 3) Presenza di una componente elettronica secondaria prodotta nella atmosfera, rapidamente crescente in intensità con lo spessore presente al di sopra del rivelatore.

Il primo punto richiede un lungo tempo effettivo di conteggio (almeno un'ora, per una superficie efficace di raccolta dell'ordine di $50 \text{ cm}^2 \text{ sterad}$), e una efficiente discriminazione fra elettroni e componente nucleonica. Il secondo pone la necessità della misura dell'energia degli elettroni individuati. Il terzo problema è risolvibile inviando il rivelatore sufficientemente alto nell'atmosfera (al di sopra di 37 Km); come conseguenza si ha una limitazione nel peso e potenza utilizzabili (per voli con pallone, peso non superiore a 100 Kg).

Come strumento base per una esperienza in pallone è stata scelta una camera a scintilla a setti di piombo, comandata da un telescopio di due scintillatori plastici e con registrazione fotografica degli eventi su due viste stereoscopiche.

La superficie efficace dello strumento è di $60 \text{ cm}^2 \text{ sterad}$; il tempo morto è di un secondo, fissato dal tempo di avanzamento del film. Particelle con carica maggiore di uno sono discriminate dallo scintillatore superiore ed eliminate per anticoincidenza. La discriminazione fra protoni ed elettroni avviene attraverso l'analisi delle loro interazioni nei setti di piombo. La misura dell'energia degli elettroni è effettuata dall'analisi dello sviluppo degli sciami nelle successive lunghezze di radiazione.

Il campo di momenti interessati va da qualche centinaio di MeV/c alla decina di GeV/c, a seconda della latitudine geomagnetica a cui l'esperienza viene effettuata.

DESCRIZIONE DELL'APPARECCHIATURA.

In fig. 1 è dato lo schema a blocchi dell'insieme di comando e di registrazione dei dati, in parte su film e in parte telemetrati direttamente, per l'esperienza in alta quota⁽¹⁾.

La camera contiene nove setti di superficie utile $10 \times 10 \text{ cm}^2$, distanziati di 10 mm; la prima e l'ultima coppia di setti sono di duralluminio di 4 mm di spessore; i cinque setti centrali, di una lega al 96% in piombo (3% antimonio + 3% stagno) di 5 mm di spessore su uno strato di 2 mm di duralluminio. La miscela di riempimento è costituita da neon con 0,4% di argon, a 800 mm di Hg di pressione. L'alta tensione normale di funzionamento è di 5,5

KV ed alimenta in parallelo setti alternati. Il tempo di memoria della camera è limitato a un microsecondo dall'applicazione di un campo chiarificatore.

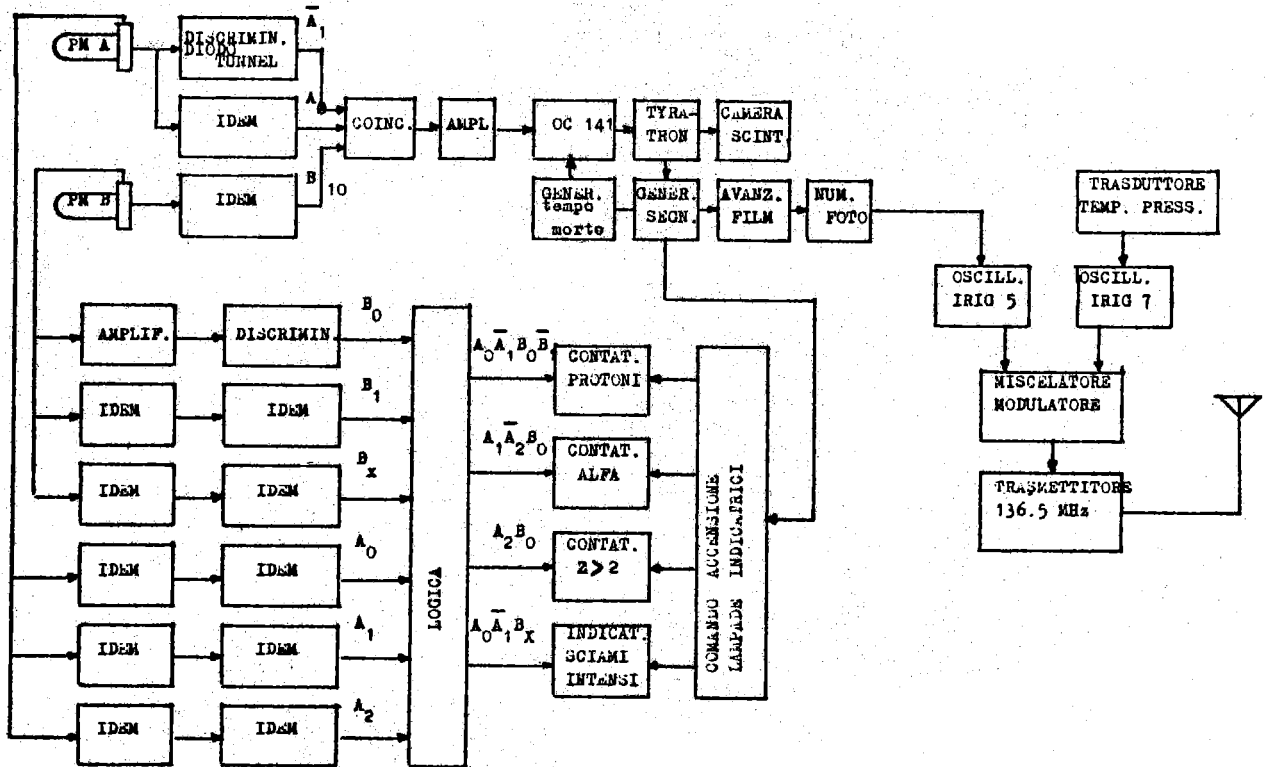


FIG. 1

Schema a blocchi del sistema di comando e registrazione dati del rivelatore di elettroni per l'esperienza in alta quota.

A - scintillatore plastico $10 \times 10 \times 1 \text{ cm}^3$, al di sopra della camera a scintilla.

B - scintillatore plastico $10 \times 10 \times 3 \text{ cm}^3$, al di sotto della camera a scintilla.

A_0, A_1, A_2 - livelli del discriminatore associato ad A in corrispondenza rispettivamente a: una, due, tre particelle monocariche al minimo di ionizzazione.

Significato analogo per i coefficienti B.

TARATURA A "SATURNO".

La camera a scintilla è stata esposta, al protosincrotrone di Saclay, ad un fascio di pioni negativi analizzato in momento nell'intervallo 450 - 1450 MeV/c, utilizzabile al nostro scopo. Il fascio contiene una piccola proporzione di muoni ed elettroni in percentuali prossimamente identiche. A seconda del momento separato, la percentuale di elettroni presenti nel fascio varia come indicato in Tabella I.

Tabella I

Momento (MeV/c)	570	725	970	1200	1450
% elettroni	8	4,5	2	0,7	0,3

In fig. 2 è dato lo schema a blocchi della disposizione adottata per l'esperienza di taratura.

Una prima serie di fotogrammi è stata ottenuta ai momenti 970 e 1200 MeV/c, comandando la camera con la coincidenza tra gli scintillatori S_1 ed S_2 , variando il livello di

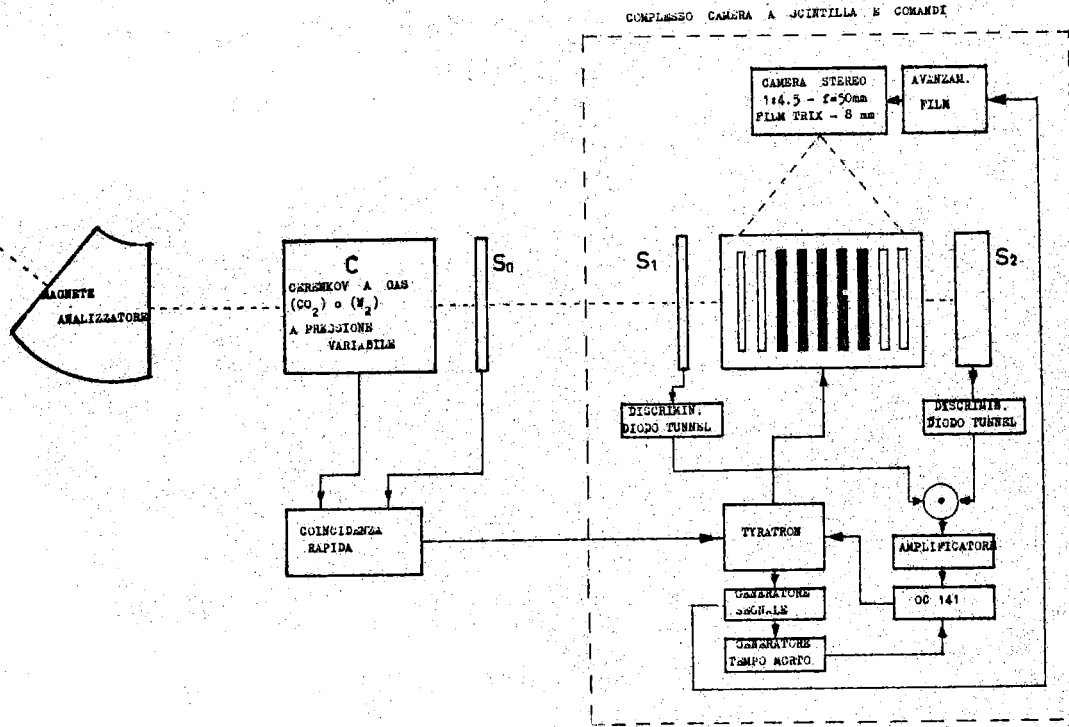


FIG. 2

Schema a blocchi della disposizione adottata per l'esperienza a "Saturno".

soglia del discriminatore associato ad S_2 come indicato in Tabella II.

Tabella II

Momento (MeV/c)	Soglia discriminatore scintillatore S_2 (Volts)	Nº. dei fotogrammi
1200	0	300 A
1200	1.5 - 2.0	290 B
970	2.0 - 3.9	500 C

Lo scopo di questa parte dell'esperienza era di determinare l'efficienza globale di rivelazione del sistema (camera a scintilla più sistema ottico e pellicola fotografica), sia per scintille singole nei vari "gap" che per interazioni nei setti.

Per la seconda serie è stata impiegata la coincidenza esterna fra Cerenkov C e scintillatore S_0 , selezionando elettroni di momento analizzato compreso tra 450 e 1450 MeV/c, come indicato in Tabella III.

Tabella III

Momento (MeV/c)	450	570	725	970	1100	1200	1400	1450
N. di Fotogrammi	360	520	535	735	315	335	127	140

RISULTATI SPERIMENTALI.

a) Efficienza di registrazione delle scintille.

L'analisi delle tracce prodotte da particelle singole attraversanti la camera senza interazione permette di valutare l'efficienza individuale dei singoli gaps (v. fig. 3). L'ef

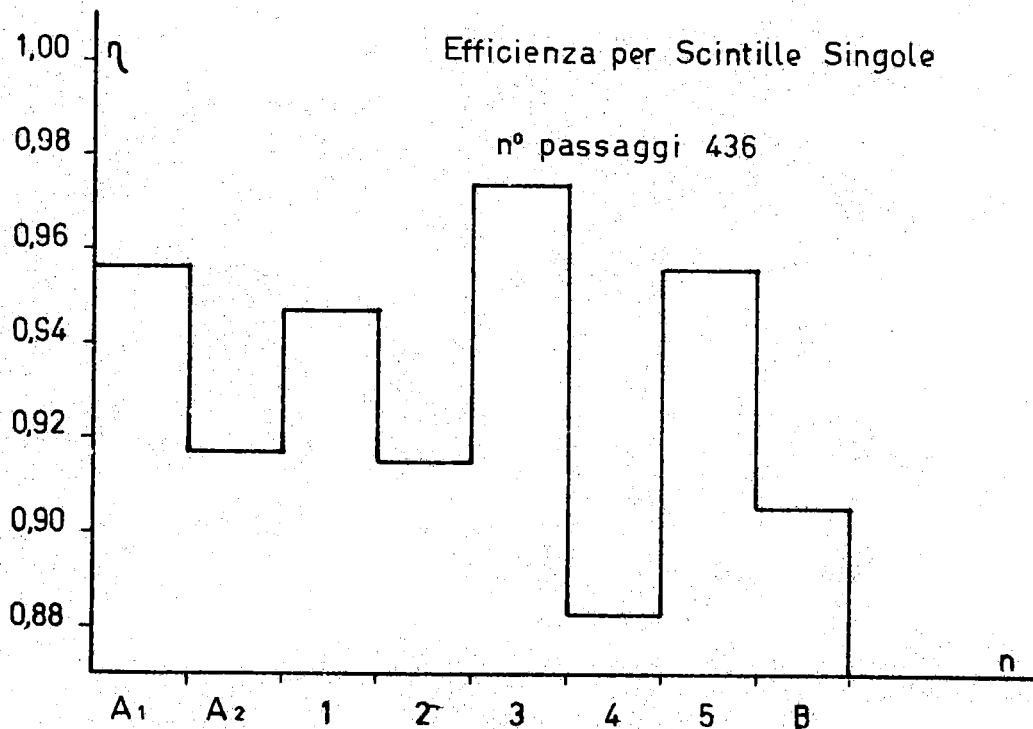


FIG. 3

Efficienza per la registrazione di scintille singole nella camera a scintilla, in funzione dei singoli gaps.

Efficienza media risulta del 93% senza deriva apprezzabile per la serie di 5000 operazioni della camera a scintilla durante la taratura; è stato notato però un fenomeno di invecchiamento della miscela di riempimento con il passaggio dell'efficienza media dal 98% al 93% tra miscela fresca e dopo circa 30.000 operazioni. La distribuzione di fig. 3 mostra inoltre una definita differenza sistematica nell'efficienza tra i gaps pari e quelli dispari, dello stesso tipo di quella notata da Cronin⁽²⁾; l'effetto è probabilmente dovuto ad una differenza sistematica nella distanza tra i setti piuttosto che al tipo di alimentazione della camera.

b) Interazioni nucleari e sciame da elettrone.

Usando i fotogrammi corrispondenti alla linea A di tabella I, è stato misurato il cammino di interazioni in piombo per le particelle del fascio a 1200 MeV/c; una interazione è definita in questo caso o da un aumento nel numero delle tracce visibili in almeno due gaps successivi o da uno scattering maggiore di 10°. Uno solo degli eventi, su un totale di 34, presentava le caratteristiche tipiche di uno sciame puramente elettromagnetico.

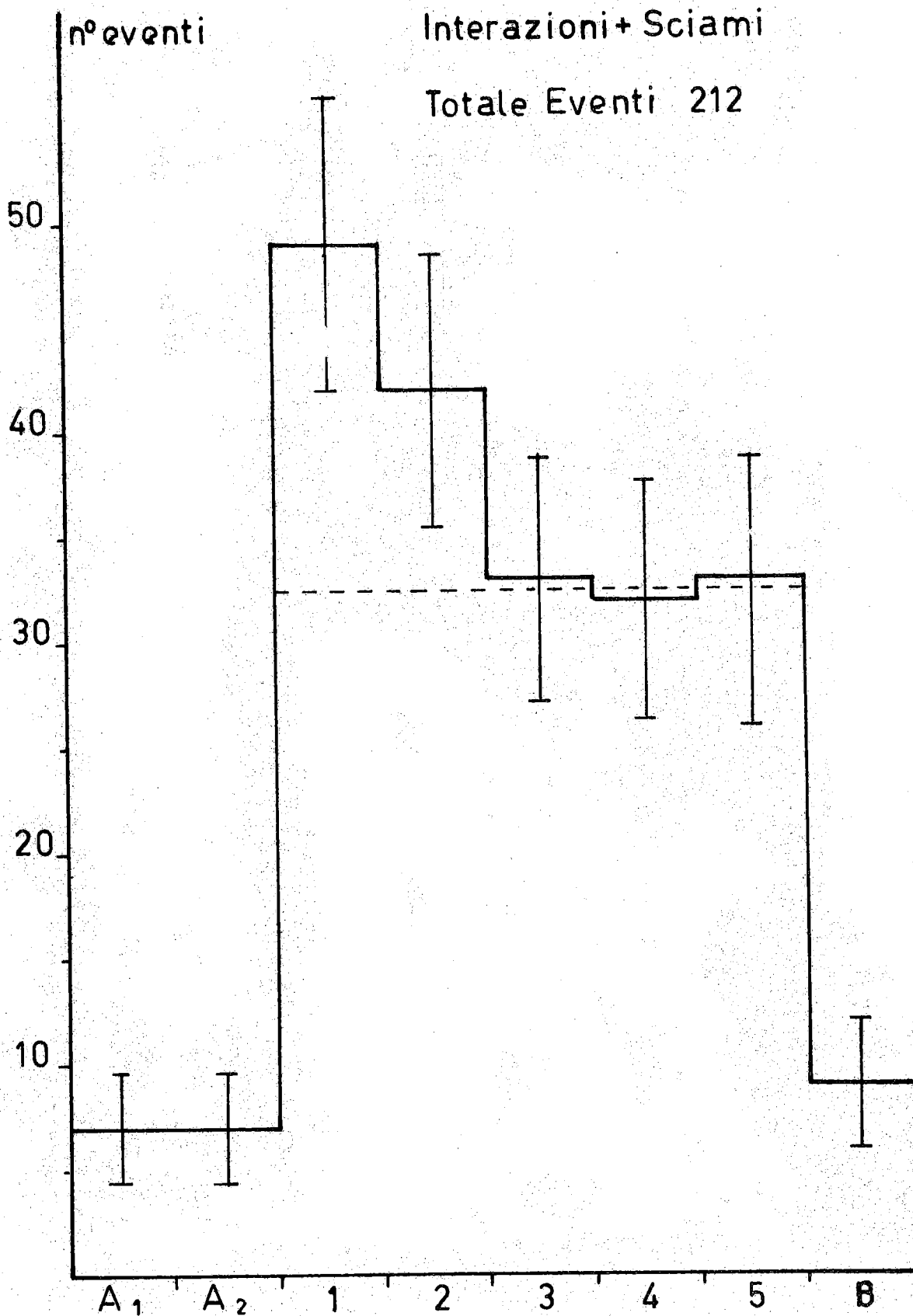


FIG. 4

Distribuzione degli eventi con moltiplicazione di tracce in funzione del setto in cui ha inizio la moltiplicazione. A₁, A₂ e B denotano gaps seguenti setti di duralluminio, 1 il gap seguente il primo setto di Pb, 2 il secondo e così via.

Risulta: $\lambda_{\text{int. PB}} = (174 \pm 30) \text{ gr/cm}^2$, da confrontarsi con i valori $\lambda_{\text{PB}} = 160 - 200 \text{ gr/cm}^2$ noti da esperienze con camere di Wilson.

Valori più elevati del livello di soglia per il discriminatore S_2 , come indicato nelle linee B e C della Tabella II, servono a ridurre il numero di fotogrammi con tracce singole.

Impiegando il complesso di eventi della tabella II contenenti moltiplicazione di particelle, è stata stimata la percentuale di elettroni presente nel fascio, con due procedimenti. Il primo è basato sulla differenza tra la lunghezza di interazione nucleare in piombo ($\sim 170 \text{ gr/cm}^2$) e la lunghezza di radiazione per elettroni (6 gr/cm^2). La fig. 4 mostra l'eccesso di eventi iniziati nei primi due setti di piombo della camera: attribuendo questo eccesso a sciame provocati da elettroni; si arriva ad un rapporto elettroni/pioni nel fascio di (0.02 ± 0.007) , da confrontare con il valore 0.014 derivato dalla composizione nota del fascio ai due momenti usati.

Il secondo procedimento utilizza semplicemente la differenza visuale di struttura tra una interazione nucleare ed uno sciame elettronico, differenza che comincia ad essere marcata a partire da momenti di circa 1000 MeV/c . Gli eventi identificati come dovuti ad elettroni, corrispondono sistematicamente a moltiplicazione di tracce iniziantesi nel primo o secondo setto di piombo. Il valore del rapporto elettroni/pioni ottenuto, (0.03 ± 0.01) , è leggermente superiore al precedente.

c) Determinazione dell'energia degli elettroni attraverso l'analisi degli sciame.

Utilizzando i fotogrammi di Tabella III è stata condotta un'analisi degli sciame, ai vari valori di energia, considerando sia il numero medio di scintille per gap in funzione delle successive lunghezze di radiazione, sia il numero totale di scintille per sciame in corrispondenza a cinque lunghezze di radiazione. I risultati della distribuzione di scintille per gap, sono dati, per alcuni valori di energia, in fig. 5, mentre il numero totale di scintille per sciame è dato, in funzione dell'energia, in fig. 6. In ambedue le figure sono dati anche i

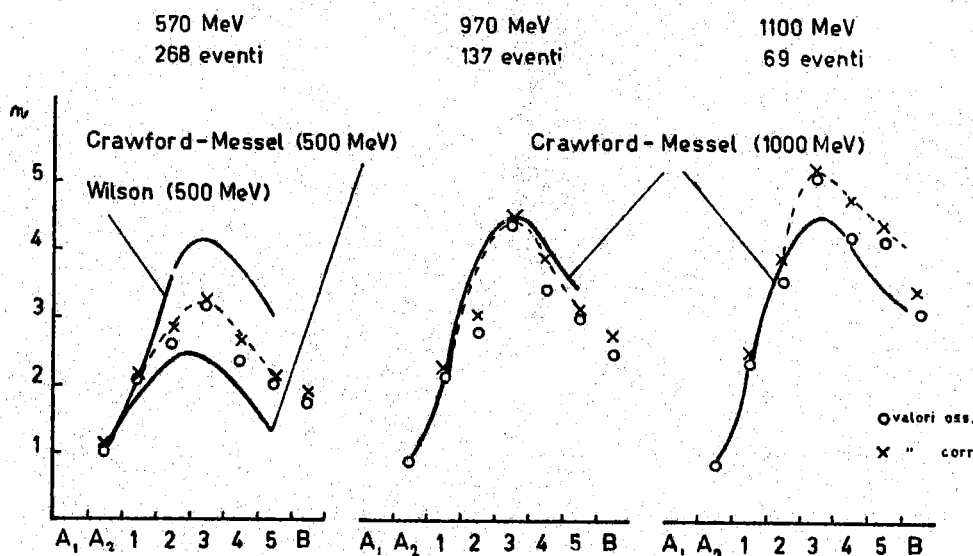


FIG. 5

Numero di scintille per gap in funzione dei gap successivi per sciame iniziati nel primo setto di piombo.

valori corretti per l'efficienza della camera e, a titolo di confronto, la distribuzione del numero di elettroni con energia superiore a 8 e 10 MeV presenti negli sciame, calcolati da Wil

son⁽³⁾ e Crawford e Messel⁽⁴⁾.

CONCLUSIONI.

Lo strumento si è dimostrato idoneo allo svolgimento dell'esperienza nella condizioni fisiche previste per particelle incidenti con momento fino a 1,5 GeV/c. I risultati di

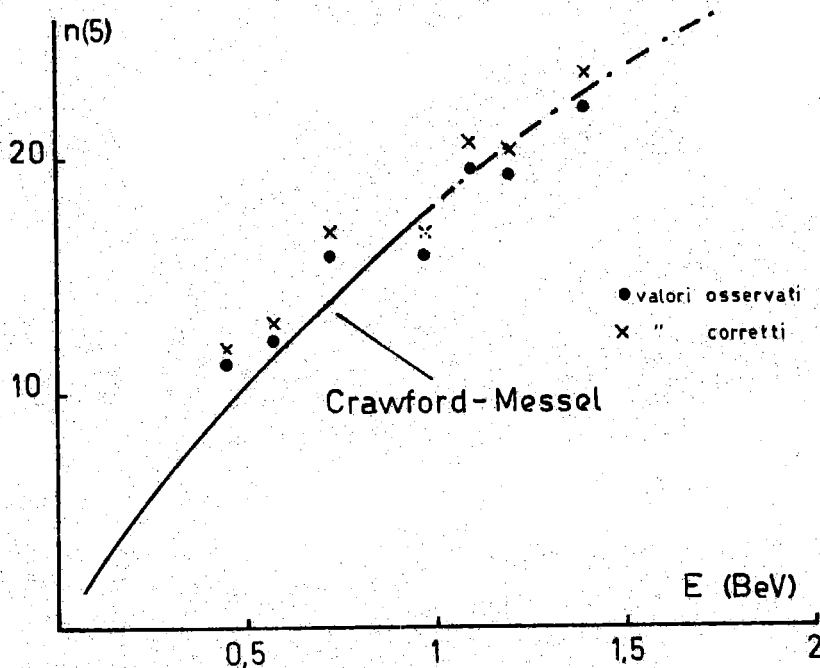


FIG. 6

Numero totale di scintille per sciame (gaps 1-5) per sciame iniziati nel primo setto di piombo, in funzione dell'energia dell'elettrone.

analisi di fotogrammi con particelle di momento superiore permetteranno di estendere le tarature a tutta la zona utile.

Desideriamo ringraziare sentitamente i proff. J. Labeyrie e G. Occhialini per la loro guida nell'impostazione e svolgimento di questo lavoro, il prof. G. Giannelli che ha partecipato attivamente alla progettazione del sistema di comando dell'apparato, la Prof. ssa M. Lovati Panetti per la rielaborazione e la discussione dei risultati dell'esposizione, il Dr. Crozon del College de France, per aver messo a nostra disposizione il fascio, i fisici e ingegneri di Saturno per la loro preziosa assistenza, il gruppo di tecnici di Milano e Saclay che con la loro collaborazione hanno reso possibile la realizzazione dell'esperienza. Il gruppo di Milano ringrazia il Consiglio Nazionale delle Ricerche per l'appoggio finanziario concesso per questa esperienza.

BIBLIOGRAFIA.

- (1) - B. Agrimier, Y. Koechlim, B. Parlier, G. Boella, G. Degli Antoni, C. Dilworth, L. Scarsi, G. Sironi.
L'Onde Electrique - XLIII - 317 (1963).

- (2) - J. W. Cronin, E. Engels, M. Pyka, R. Roth, Rev. Sci. Inst. 33, 946 (1962).
 (3) - R. R. Wilson, Phys. Rev. 86, 261 (1952).
 (4) - D. F. Crawford, H. Messel, Phys. Rev. 128, 2352 (1962).

SEMPLICE STAZIONE D'ASCOLTO PER SATELLITI ARTIFICIALI.

G. Boella, G. Degli Antoni
 Istituto di Fisica dell'Università - Milano
 I. N. F. N. - Sezione di Milano.

G. Quaranta
 Istituto di Fisica dell'Università - Milano.

INTRODUZIONE.

La trasmissione dei dati da satelliti artificiali per ricerche può essere continua (trasmissione in tempo reale) oppure può essere comandata da una stazione di terra in corrispondenza ad un vicino passaggio. In quest'ultimo caso il satellite richiede l'accumulo dei dati in dispositivi di memoria (nastri magnetici, tamburi, memorie a ferrite, ecc.). La trasmissione in tempo reale è particolarmente utile nel caso si desideri una certa continuità e immediatezza nella conoscenza della situazione fisica osservata dal satellite. Questo è il caso ad esempio di osservazioni di fenomeni connessi con l'attività solare nel caso in cui si desideri utilizzare l'informazione di eventi rari quali i flares per determinare la loro correlazione con il flusso dei raggi cosmici in quota. Nel nostro caso l'ascolto del satellite SR (solar radiation) servirà come allarme per il lancio di un contatore per neutroni⁽¹⁾. Inoltre l'uso della trasmissione continua permette a svariati laboratori indipendenti, la registrazione ed analisi dei dati. Questo può portare a diverse utilizzazioni dei dati trasmessi.

E' con queste premesse che il Naval Research Laboratory utilizza per la trasmissione dei dati dai satelliti SR quella continua fornendo inoltre a vari laboratori le necessarie informazioni per la loro utilizzazione. In particolare un satellite della serie SR sarà lanciato prossimamente.

Con l'intenzione di seguire questo esperimento abbiamo iniziato l'allestimento di una semplice stazione d'ascolto. In questa nota ne daremo una breve descrizione assieme alle caratteristiche essenziali del satellite.

IL SATELLITE SR DEL N. R. L.

I satelliti della serie SR⁽²⁾ trasmettono con continuità dati sul flusso d'energia in diverse regioni dello spettro X. Il satellite a cui ci riferiamo è di costruzione semplice, pesa 30 Kg, ha un diametro di 60 cm ed ha i rivelatori, camere di ionizzazione, disposti radialmente sull'equatore dello sferoide.

La scansione del cielo è ottenuta con un movimento di rotazione attorno ad un asse perpendicolare al piano equatoriale. La velocità angolare è di un giro al secondo. Celle fotoelettriche d'aspetto forniscono l'orientazione rispetto al sole. Batterie solari ricaricano gli accumulatori che alimentano il tutto.

Le informazioni (correnti delle camere di ionizzazione, temperature, aspetto,

calibrazioni, tensioni di alimentazione) controllano cinque oscillatori di sottoportante centrate nei canali IRIG⁽³⁾ che vanno dal 4° al 7°. Il trasmettitore fornisce una potenza di 100 mW, è modulato d'ampiezza e trasmette nella banda 136 - 137 Mc/sec. L'antenna è una turnstile posta nel piano equatoriale.

LA STAZIONE D'ASCOLTO.

La ricezione dei segnali telemetrici trasmessi dal satellite artificiale sarà fatta da una stazione d'ascolto per la banda fra 136 e 137 Mc/sec disposta in una villetta sul culmine di Monte Mariano in provincia di Parma.

Le attrezzature (v. fig. 1) sono attualmente installate presso l'Istituto di Fisica dell'Università in attesa del completamento degli impianti a Monte Mariano ed a scopo addestrativo.

Queste attrezzature esemplificano quello che si può considerare il minimo necessario per svolgere attività di ascolto e utilizzazione dei dati di un satellite.

Gli apparecchi sono rispettivamente:

L'antenna
 un convertitore
 un ricevitore per comunicazioni
 un sistema di filtri e discriminatori per canali IRIG
 un registratore a nastro magnetico
 un registratore a carta pluricanale
 un ricevitore per segnali W. W. V.

L'antenna in corso di installazione è una Yagi 6 + 6 elementi ed è mostrata con la parte terminale del traliccio della fig. 2; è mossa a motore secondo una montatura altazimutale. L'operatore comanda i motori con interruttori e segue i movimenti su due Selsyn.

I segnali d'antenna vengono amplificati e rivelati dal complesso convertitore-ricevitore di comunicazioni. I segnali di bassa frequenza vengono inviati o ad un registratore a nastro magnetico o direttamente ad un sistema di filtri che separa le sottoportanti che possono così comandare dei discriminatori la cui uscita è registrata su carta.

La separazione delle sottoportanti e la demodulazione possono anche essere effettuate utilizzando la registrazione su nastro. Ciò può essere vantaggioso perchè permette di modificare le condizioni di funzionamento del complesso filtri-discriminatori senza rischio di perdita di dati.

Sia nel caso della registrazione diretta su carta che su nastro magnetico vengono introdotti dei segnali temporali che utilizzano quelli orari delle stazioni W. W. V.

ALTRE APPLICAZIONI DELLA STAZIONE D'ASCOLTO.

Le apparecchiature della stazione d'ascolto sono state usate nella versione descritta non solo per ascoltare satelliti a scopo addestrativo ma anche per ricevere segnali telemetrici da apparecchiature per lo studio dei neutroni con palloni⁽¹⁾. Ciò è stato possibile poichè è stata scelta in quell'esperimento lo stesso tipo di telemetria utilizzata dal satellite descritto. La fig. 3 mostra un esempio di tracciato ottenuto da una registrazione durante un volo. La potenza del trasmettitore si aggirava sui 100 mW e la distanza dalla stazione di ascolto della sonda era sui 100 Km.

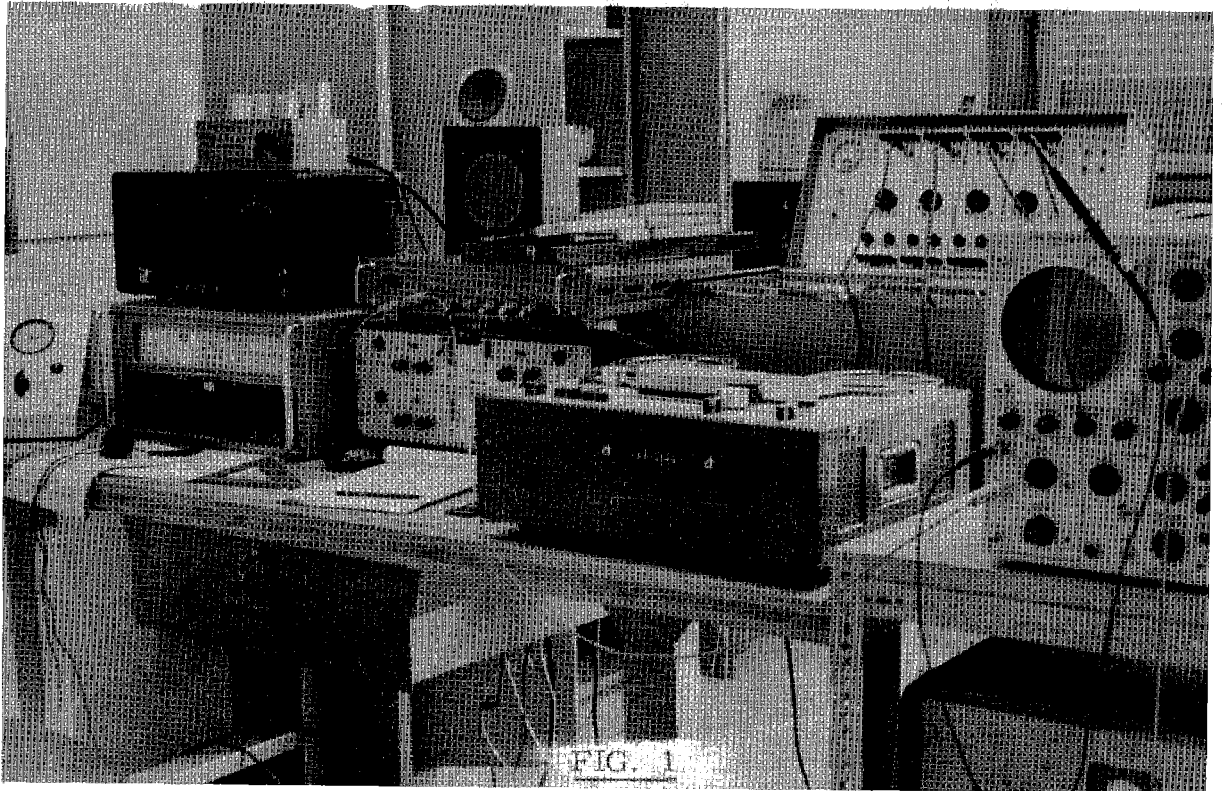


FIG. 1

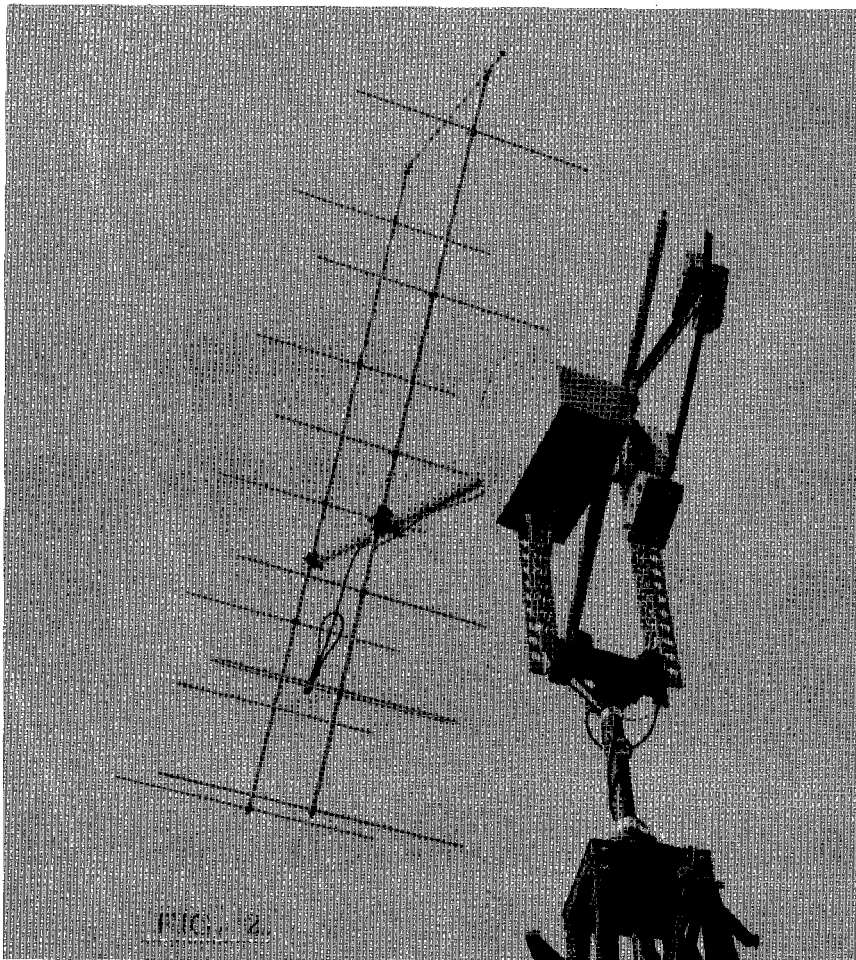


FIG. 2

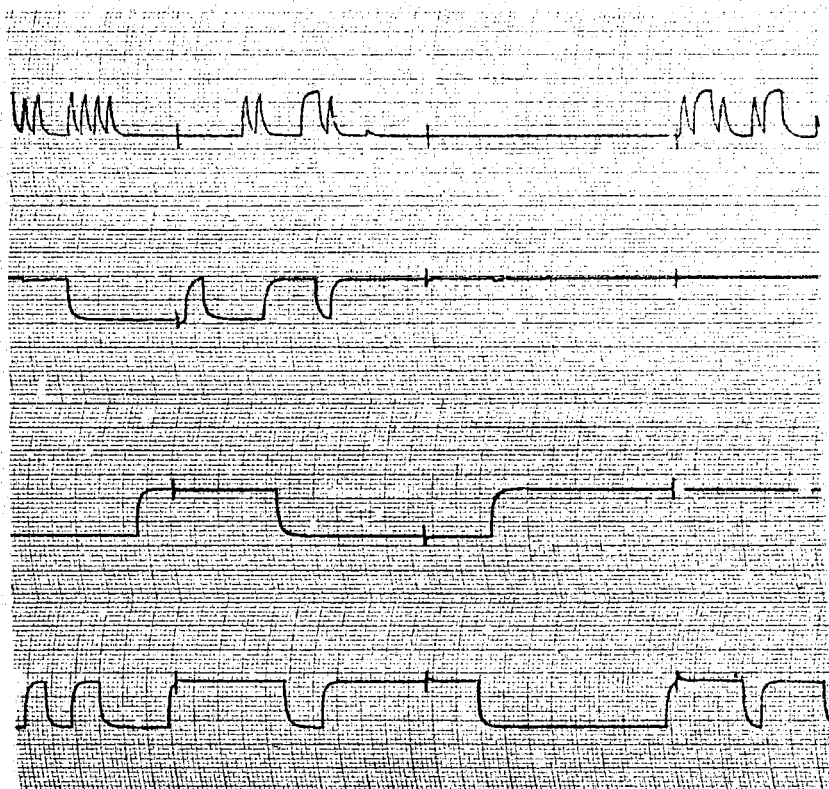


FIG. 3

Ringraziamo il prof. G. Occhialini per il costante incoraggiamento ed i suggerimenti sul progetto d'installazione della stazione; il Naval Research Laboratory per l'assistenza e la possibilità di usufruire dei dati trasmessi dai satelliti SR; il Consiglio Nazionale delle Ricerche per l'aiuto finanziario; il Sig. Ressa della società I. E. per la sua attiva collaborazione; e attraverso l'ing. Strocchi del reparto Telecomunicazioni della SNAM, quest'ultima per la concessione della villetta a Monte Mariano.

Siamo profondamente grati ai colleghi e tecnici del laboratorio per l'aiuto e la costruzione sia nel progetto che nella costruzione.

BIBLIOGRAFIA.

- (1) G. Boella, G. Degli Antoni, C. Dilworth, G. Giannelli, E. Rocca, L. Scarsi, D. Shapiro, Congresso della S. I. F., Bologna 1962 - Rendiconti in corso di pubblicazione e il Nuovo Cimento in corso di pubblicazione.
- (2) T. A. Chubb, H. Friedman, R. W. Kreplin, W. A. Nichols, A. E. Unzicker, M. J. Votaw, Comunicazione privata.
- (3) H. B. Riblet, Radio Telemetry, "Advances in Electronics and Electron Physics" vol. 11 (1959).

INTERCALIBRAZIONE DEI RIVELATORI EUROPEI DI NEUTRONI E STUDIO DELLE PROPRIETA' DELLA COMPONENTE NUCLEONICA DEI RAGGI COSMICI(x).

F. Bachelet, P. Balata, N. Iucci.
Istituto di Fisica dell'Università - Roma

(Presentato da P. Balata e N. Iucci)

1. INTERCALIBRAZIONE DEI RIVELATORI EUROPEI DELLA NUCLEONICA DEI RAGGI COSMICI.

Fin dai primordi dello studio dei raggi cosmici l'effetto di latitudine dei secondari, dovuto all'azione del campo geomagnetico sulla radiazione primaria, è stato oggetto di studio e fonte preziosa di informazione non solo sulla presenza di particelle cariche fra i primari, ma anche sul loro spettro di energia.

Anche nello studio delle variazioni temporali dei raggi cosmici è possibile usare il campo geomagnetico come spettrografo. E l'installazione di una vasta rete mondiale di stazioni per la registrazione continua e simultanea dell'intensità delle componenti secondarie nucleonica e muonica, decisa in occasione dell'Anno Geofisico Internazionale 1957-58, si proponeva appunto, oltre la sorveglianza e l'individuazione nel tempo delle perturbazioni connesse coll'attività solare, anche lo studio delle variazioni primarie basate sull'effetto di latitudine delle variazioni secondarie.

I dati che finora si sono usati per tale studio sono le ampiezze percentuali delle variazioni, le uniche confrontabili per diverse stazioni, mentre non lo sono, in assenza di una intercalibrazione dei rivelatori, le intensità e le variazioni assolute, a causa delle diversità nella geometria e nell'elettronica che si verificano anche per i rivelatori del tipo standard proposto per l'A. G. I e tuttora in funzione.

Studi quantitativi per le variazioni a breve termine sono stati tentati sulla base del confronto delle variazioni percentuali; un calcolo corretto, per risalire alle variazioni dello spettro primario presuppone peraltro⁽¹⁾ una conoscenza indipendente dell'effetto di latitudine misurato nella stessa fase del ciclo solare, e in zone in cui sia correttamente calcolabile il taglio di rigidità magnetica. Ora le misure tradizionali dell'effetto di latitudine effettuate con un unico rivelatore a bordo di una nave (a) sono necessariamente saltuarie nel ciclo solare, (b) sono limitate alle zone compatibili con possibili rotte, e (c) per la loro durata esigono correzioni per le perturbazioni a breve termine; ciascuna di queste tre circostanze limita fortemente la validità del loro uso.

Le registrazioni di stazioni con rivelatori diversi ma che siano stati intercalibrati potrebbero invece fornire automaticamente punti dell'effetto di latitudine, misurato si multaneamente ai vari tagli di rigidità, e delle sue variazioni evento per evento. Una volta completata opportunamente la rete di stazioni si potrebbe avere, accanto alla preziosa continuità temporale, una discreta continuità di punti rispetto alla variabile soglia di rigidità.

Il gruppo Raggi Cosmici dell'Istituto di Fisica di Roma si è proposto il problema dell'intercalibrazione dei rivelatori della componente nucleonica. Questi infatti sono, fra tutti, quelli che forniscono effetti più ampi per le variazioni e garanzie più sicure di stabilità di funzionamento nel tempo, e costituiscono quindi, nell'ambito delle misure sui secondari, la fonte più importante di informazioni sulle variazioni sia a breve che a lungo termine.

L'esperienza consiste nel montare un rivelatore di neutroni del tipo standard dell'A. G. I. (Pila di Simpson), cioè un rivelatore analogo a quelli attualmente in funzione nel la maggior parte delle stazioni, su un camion attrezzato come laboratorio viaggiante, e re-

(x) - Lavoro finanziato dal NATO Research Grant Programme.

gistrare nelle varie stazioni l'intensità della nucleonica contemporaneamente al rivelatore locale, per un tempo sufficiente per ottenere un rapporto di conteggi con errore statistico dell'ordine dell'1‰.^(x) E' stata scelta un'unità di 4 contatori, che fornisce a Roma (soglia di rigidità 6,35 GV) un conteggio di 700 botti all'ora, cosicchè per ogni stazione con soglia uguale o minore sono sufficienti 7 giorni di misura per ottenere la statistica voluta.

Per l'estate 1963 è previsto un primo viaggio per l'intercalibrazione dei rivelatori di 9 stazioni europee, site al livello del mare o in prossimità, nella fascia di longitudine dei meridiani di Greenwich e dell'Europa centrale. Le stazioni, con le rispettive soglie di rigidità in GV, sono: Roma (6,35), München (3,99), Lindau (2,90), Nera (2,70), Kiel (2,2), Londra (2,64), Leeds (2,27), Uppsala (1,27), Bergen (0,96). Le stazioni di montagna non raggiungibili con strada carrozzabile sono state per ora escluse per non smontare il rivelatore dal camion e garantire quindi la perfetta invariabilità della geometria dell'apparecchio.

Nel corso della preparazione dell'esperienza di intercalibrazione si sono progettati altri due tipi di misure da condursi approfittando del largo intervallo di latitudini coperto nel viaggio e dalla densità relativamente alta di stazioni esistenti nella zona visitata. Ambedue le misure si propongono il raggiungimento di una migliore conoscenza delle proprietà della componente nucleonica quale registrata dai rivelatori standard di neutroni.

2. MISURE DELLA LUNGHEZZA DI ATTENUAZIONE ATMOSFERICA DELLA COMPONENTE NUCLEONICA.

Le variazioni dell'intensità I di una componente secondaria dovute alle variazioni temporali della pressione barometrica locale x costituiscono un effetto spurio nello studio delle variazioni primarie. Per la correzione di questo effetto, cioè per la riduzione delle intensità registrate nel tempo a un unico livello standard di pressione è necessario conoscere il coefficiente di assorbimento atmosferico $\mu = - (1/I)(dI/dx)$ o la lunghezza di attenuazione $\lambda = (1/\mu)$, relativi alla componente stessa nelle vicinanze del suolo.

Misure indirette di tali parametri si possono in via di principio ottenere mediante il metodo della correlazione statistica fra intensità registrata in una data stazione e pressione barometrica locale in condizioni ideali di intensità primaria costante. Nell'attuale fase decrescente del ciclo di attività solare (il minimo sarà raggiunto nel 1964-65) ci stiamo approssimando a tale situazione ideale e ogni stazione si prepara ad eseguire tale analisi statistica sui propri dati. Il metodo ha però sempre l'inconveniente della non completa assenza di variazioni primarie anche durante il minimo del ciclo solare, delle difficili correzioni da apportare durante il massimo e, per molte stazioni, della ristrettezza dell'intervallo delle variazioni barometriche (per Roma lo scarto massimo raramente raggiunto è di 40 mb per i valori giornalieri). I risultati ottenuti finora con tale metodo presentano un intervallo d'incertezza elevato e variabile da stazione a stazione e da periodo a periodo.

A complemento di tale metodo è molto opportuno eseguire esperienze dirette sulla lunghezza di attenuazione atmosferica mediante la misura dell'effetto di altitudine. Tale effetto per la componente nucleonica è stato già in passato misurato attraverso gran parte dell'atmosfera mediante palloni e aerei. Peraltro le profondità atmosferiche maggiori di 700 g/cm² (quote minori di 3500 m) che interessano le proprietà della nucleonica quale registrata dalla maggior parte delle stazioni continue, sono quelle per cui l'effetto è meno ben conosciuto. Misure di Pomerantz⁽²⁾ danno in questo intervallo misure con un errore statistico medio del 5% finora non abbassato che per qualche punto isolato, mentre l'errore re-

(x) - Sarebbe inutile restringere più oltre tale limite in quanto esso è l'ordine di grandezza del minimo intervallo di incertezza dovuto alla correzione per effetto barometrico (coefficiente $\sim 1\%/mb$, precisione delle letture di pressione $\sim 0,1 \pm 0,2$ mb) indipendentemente dalla statistica ottenuta nelle singole stazioni nell'intervallo di tempo che si voglia scegliere come base per l'analisi spettrale applicando i risultati dell'intercalibrazione.

siduo per imperfetta correzione delle variazioni temporali è difficilmente valutabile. Tali misure peraltro danno una certa indicazione che anche a queste profondità la lunghezza atmosferica di attenuazione diminuisca al crescere della latitudine, in accordo con analoga indicazione tratta dal confronto del rapporto di intensità Polo/Equatore al livello del mare (1.7) e a 3400 m (2.5). Una più precisa determinazione di tale risultato sarebbe interessante per la sua connessione con la variazione dello spettro secondario col taglio di rigidità primaria.

E' quindi particolarmente importante ripetere le stesse misure nelle condizioni che diano le migliori garanzie di una buona precisione statistica e di una buona correzione per le variazioni temporali. Il primo requisito è soddisfatto da misure di durata ad una stessa quota, più facilmente realizzabili con un rivelatore portatile montato su camion che su un aereo; il secondo è soddisfatto se le misure a quote elevate vengono eseguite in prossimità di una stazione di registrazione continua, cosicchè non si debba tener conto di apprezzabili diversità nel taglio di rigidità nell'apportare le correzioni per variazioni temporali.

Nel corso dell'esperienza di intercalibrazione verranno pertanto eseguite misure di lunghezza di attenuazione atmosferica in prossimità delle stazioni di Roma, München, Bergen e Leeds (tagli di rigidità da 6.35 a 0.96 GV).

Per ciascuna misura è previsto un periodo di conteggio che limiti il contributo statistico all'errore sulla lunghezza di attenuazione all'1,5-2‰, il contributo all'errore dovuto alle misure di pressione nelle condizioni più favorevoli (sito delle misure in quota sufficientemente prossimo alla stazione fissa) sarà del 3‰.

3 - MISURE DI MOLTEPLICITA'.

Il rivelatore standard della componente nucleonica dell'A. G. I. (pila di Simpson, (v. fig. 1) è in sostanza un produttore locale di neutroni. Esso è sensibile a protoni e neutroni capaci di produrre in piombo stelle di evaporazione: i neutroni secondari di tali stelle

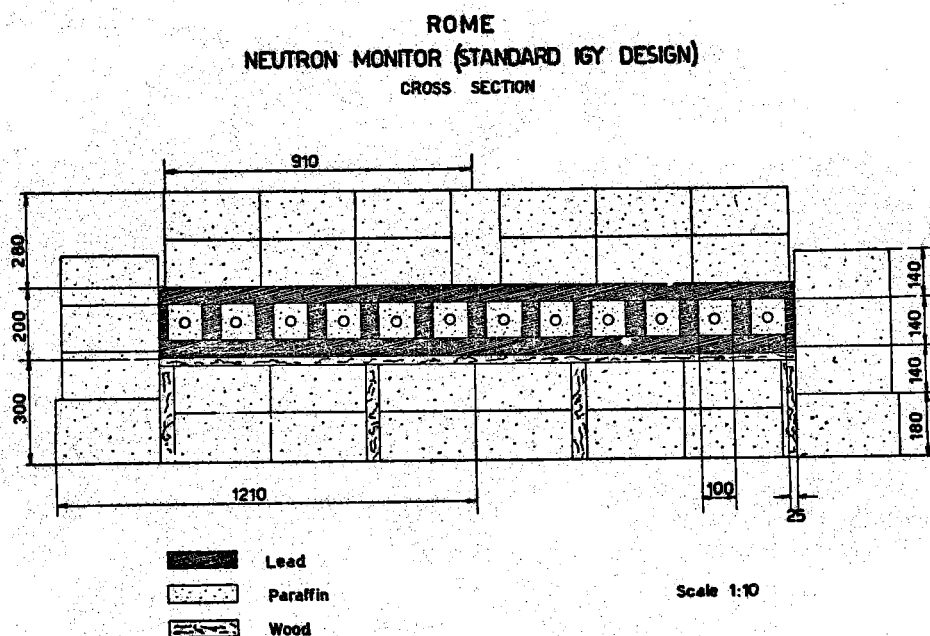


FIG. 1

Il rivelatore di neutroni installato dal 1957 nella stazione SVIRCO presso L'Istituto di Fisica dell'Università di Roma secondo lo schema standard dell'A. G. I.

vengono rallentati in paraffina fino alle energie termiche così da dar luogo nel boro dei contatori proporzionali al BF_3 alla reazione (n, α) e al conteggio registrato. La paraffina che circonda il pimbo ha la funzione di riflettere verso l'interno i neutroni emessi verso l'esterno e inoltre di schermare quei neutroni secondari di stelle prodotte nell'atmosfera e nelle masse vicine al rivelatore, la cui intensità risentirebbe troppo della presenza di nubi o degli spostamenti di masse condensate circostanti.

Poichè il numero medio dei neutroni prodotti in una stella in piombo dalla nucleonica al livello del mare è dell'ordine di 10, e il tempo di rilassamento dei neutroni in paraffina è dell'ordine di 200 μs , c'è una probabilità non nulla, funzione della disposizione geometrica di piombo, paraffina e contatori, e del tempo morto dell'elettronica, che il rivelatore registri più d'uno dei neutroni secondari di una stessa stella. In tal caso gli eventi registrati non sono tutti indipendenti, con la conseguenza che per esempio l'errore statistico su un conteggio N non potrà calcolarsi assumendo una distribuzione poissoniana, cioè come \sqrt{N} .

La conoscenza della distribuzione della molteplicità effettiva k (cioè al numero a_k di casi in cui viene registrato un numero k di impulsi dovuti alla stessa stella in piombo) permette la corretta valutazione dell'errore statistico per ogni rivelatore. Inoltre se per lo stesso rivelatore e con tempo morto costante e sufficientemente piccolo, si misura, al variare della latitudine e dell'altezza, la distribuzione di tale molteplicità effettiva, che in tali condizioni dipende soltanto dalla molteplicità dei rami delle stelle, si ha una ulteriore informazione sullo spettro energetico della nucleonica secondaria, a completamento di quella ricavabile dalle lunghezze di attenuazione.

In vista dell'esperienza di intercalibrazione il gruppo di Roma ha progettato e preparato, in due esemplari, un registratore automatico di molteplicità. Il primo esemplare sarà applicato al rivelatore mobile (tempo morto $\sim 10 \mu\text{s}$) durante le misure di intercalibrazione e di attenuazione; il secondo sarà contemporaneamente applicato, ove possibile, al rivelatore fisso locale.

Lo schema dell'apparecchio è riportato in figura 2. I conteggi dei numeratori forniscono i numeri

$$N_i = \sum_{k=i}^{\infty} a_k$$

per $i = 1, 2, 3, 4, 6, 8$ e per tutti i gruppi di k impulsi che vengono registrati entro lo stesso intervallo di tempo di 1 millisecondo. Sarà ovviamente

$$\begin{aligned} a_1 &= N_1 - N_2 & a_4 + a_5 &= N_4 - N_6 \\ a_2 &= N_2 - N_3 & a_5 + a_6 &= N_6 - N_8 \\ a_3 &= N_3 - N_4 & \sum_{k=6}^{\infty} a_k &= N_8 \end{aligned}$$

mentre il conteggio totale N nello stesso intervallo di tempo degli N_i è ovviamente per definizione $N = \sum k a_k$.

Dato l'andamento, fortemente decrescente al crescere di k , delle probabilità

$$\frac{a_k}{\sum_{k=1}^{\infty} a_k}$$

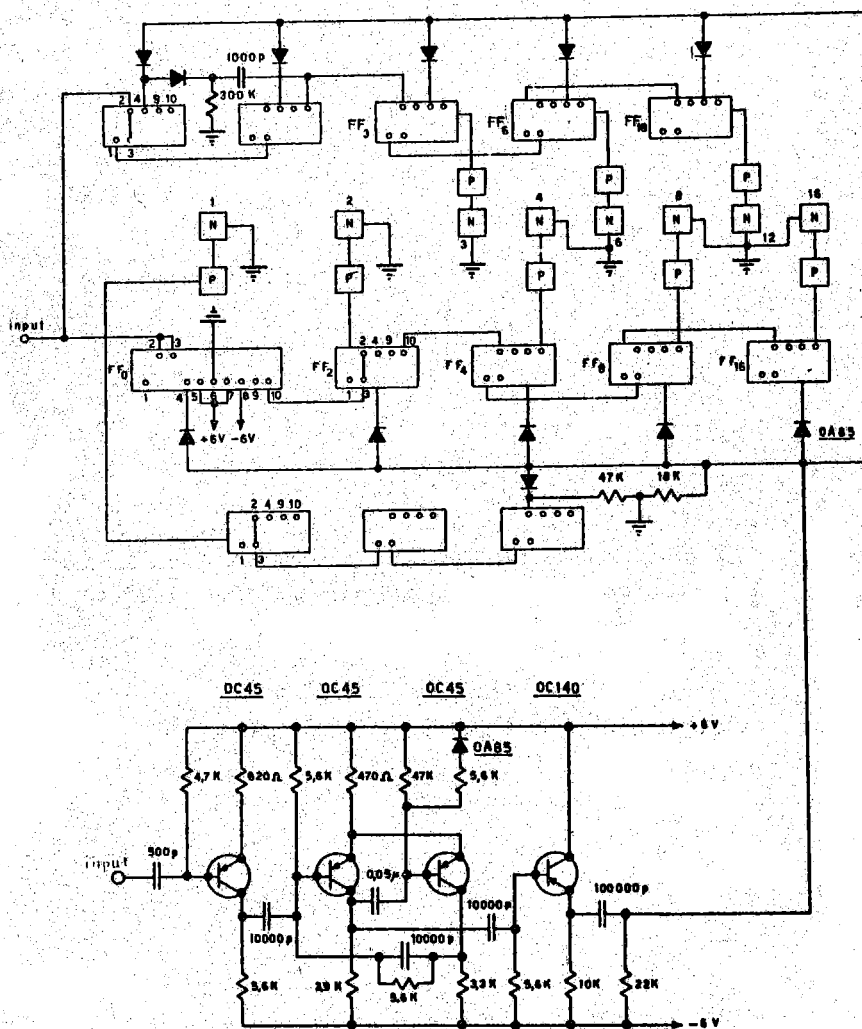
tali dati sono sufficienti sia per conoscere l'andamento della distribuzione della molteplicità, sia per valutare l'errore statistico. Supponendo poissoniana la distribuzione degli errori delle frequenze a_k (eventi indipendenti) per ogni molteplicità k sarà

$$\sigma_N = \left[\sum_{k=1}^{\infty} (k \sigma_{a_k})^2 \right]^{\frac{1}{2}} = \left[\sum_{k=1}^{\infty} k^2 a_k \right]^{\frac{1}{2}}$$

e il suo rapporto all'errore $\sigma_p = \sqrt{N}$, calcolato nell'ipotesi della distribuzione poissoniana del conteggio N , sarà

$$\frac{\sigma_N}{\sigma_p} = \frac{\sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} k^2 a_k}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} k a_k}}$$

CIRCUITO DI MOLTEPLICITÀ



FF -SCALA BINARIA PHILIPS B8920000
 P -CIRCUITO DI POTENZA
 N -NUMERATORE TELEFONICO

FIG. 2

Schema del misuratore automatico di molteplicità. All'input si invia l'impulso dei contatori all'uscita del discriminatore.

La molteplicità media sarà

$$\bar{k} = \frac{\sum_{k=1}^{\infty} k a_k}{\sum_{k=1}^{\infty} a_k} = \frac{N}{N_1}$$

I risultati delle misure eseguite a Roma sul rivelatore fisso della stazione SVIRCO e sul rivelatore mobile sono riportati in Tabella I.

Tali risultati preliminari, basati su una statistica ancora incompleta rispetto al programma, sono già sufficienti per stabilire che la distribuzione della molteplicità è sensibilmente diversa per i due rivelatori. Il maggior contributo a tale effetto è dovuto alla differenza dei tempi morti τ ($\tau_{\text{mobile}} \sim 10 \mu\text{s}$, $\tau_{\text{fisso}} \sim 25 \mu\text{s}$). Verrà successivamente studiata a questo proposito anche l'influenza dell'efficienza dei contatori, della disposizione geometrica di piombo e paraffina, e degli effetti di bordo che dipendono dal numero totale di contatori e del loro raggruppamento in più sezioni in parallelo.

Per quanto riguarda l'errore statistico del rivelatore fisso è in corso un calcolo indipendente del rapporto σ_N/σ_p basato sull'analisi della deviazione standard dal rapporto B-A/B, differenza relativa fra le intensità N_B e N_A delle due sezioni del rivelatore stesso su lunghi periodi di tempo.

Tabella I

Misure di molteplicità

1) Rivelatore fisso della stazione SVIRCO (una sezione, 6 contatori in parallelo, tempo morto $\sim 25 \mu\text{s}$)

Conteggi N_i (~ 88 ore)	Frequenze normalizzate $a_i = a_i/a_1$	
$N_1 = 643.742$	$a_1 = 1$	
$N_2 = 68.706$	$a_2 = (1.067 \pm 0.005) \times 10^{-1}$	$\bar{K} = 1.14$
$N_3 = 11.612$	$a_3 = (1.804 \pm 0.018) \times 10^{-2}$	
$N_4 = 3.699$	$a_4 + a_5 = (5.75 \pm 0.09) \times 10^{-3}$	
$N_6 = 297$	$a_6 + a_7 = (4.61 \pm 0.27) \times 10^{-4}$	$\sigma_N/\sigma_p = 1.15$
$N_8 = 111$	$\sum_{k=8}^{\infty} a_k = (1.72 \pm 0.17) \times 10^{-4}$	

2) Rivelatore mobile a Roma (2 sezioni, ciascuna di 2 contatori in parallelo, tempo morto $\sim 10 \mu\text{s}$)

Conteggi N_i (~ 38 ore)	Frequenze normalizzate $a_i = a_i/a_1$	
$N_1 = 232.088$	$a_1 = 1$	
$N_2 = 34.347$	$a_2 = (1.333 \pm 0.008) \times 10^{-1}$	$\bar{K} = 1.20$
$N_3 = 7.991$	$a_3 = (2.75 \pm 0.04) \times 10^{-2}$	
$N_4 = 2.564$	$a_4 + a_5 = (1.08 \pm 0.03) \times 10^{-2}$	
$N_6 = 428$	$a_6 + a_7 = (1.43 \pm 0.08) \times 10^{-3}$	$\sigma_N/\sigma_p = 1.22$
$N_7 = 145$	$\sum_{k=8}^{\infty} a_k = (7.3 \pm 0.6) \times 10^{-4}$	

BIBLIOGRAFIA.

- (1) - v. p. es. F. Bachelet, P. Balata e N. Iucci, N. Cim. 27, 425 (1963)
- (2) - M. A. Pomerantz, V. R. Potnis and S. P. Agarwal, N. Cim. 16, 469 (1960).

PROGETTO DI UNA STAZIONE SPERIMENTALE SOTTO IL MONTE BIANCO.

C. Castagnoli, A. De Marco, A. Masani

Con il traforo del Monte Bianco si sono aperte alcune favorevoli prospettive alla ricerca sui Raggi Cosmici ed anche in altri campi (radioattività, geofisica, biofisica ecc).

Il Gruppo Raggi Cosmici dell'Istituto di Fisica Sperimentale dell'Università di Torino sta facendo uno sforzo per costruire in detta galleria un laboratorio che permetta di eseguire i vari tipi di ricerca, anche ospitando altri gruppi.

Questo sforzo è reso possibile dalla cortese collaborazione della Società del Monte Bianco e dei suoi tecnici.

Le ricerche che attualmente sono state prese in considerazione possono essere così suddivise:

- 1) Ricerche sulla radiazione cosmica
 - a) Come problematica astrofisica
 - b) Come problematica di fisica delle particelle elementari
- 2) Ricerche su problemi di basso conteggio
 - a) esperienze di biofisica in ambedue a basso livello di radiazione
 - b) esperienze di radioattività (doppio decay, fissioni spontanee ecc).

Diamo ora qualche indicazione delle esperienze in corso o in progetto limitando ci al primo gruppo di ricerche.

- a1) Misura dell'intensità di mesoni μ fino alla profondità di ~ 6.000 m. di H_2O equivalente.

Lo scopo principale è di vedere se esiste un ginocchio nella curva intensità profondità per energie 10^{10} eV collegato con l'origine extra galattica dei raggi cosmici. La misura della curva intensità-energia offre difficoltà perchè non sono ancora ben note sia le misure di densità nella roccia sovrastante sia la perdita di energia dei mesoni.

Si può affermare che vi sono buone possibilità di lavorare vicino al ginocchio di $10^{14} - 10^{15}$ eV osservato dal gruppo MIT con sciami estesi.

Si misura anche la distribuzione angolare dei μ mediante una camera a scintilla.

- a2) Costruzione di una stanza fissa per il rilevamento delle variazioni di intensità dei RC nel tempo.

Sono in corso dei calcoli per vedere la profondità più opportuna relativamente al costo della stazione medesima. Questo tipo di stazione sotterranea è stata anche suggerita dall'apposito comitato dell'IGY.

Il costo è di \sim milione/ m^2 di rivelatore.

- a3) Possibile rivelazione di Neutrini cercando l'esistenza di una radiazione penetrante con velocità diretta dal basso verso l'alto.

Come è noto non si conosce affatto il flusso dei neutrini che arrivano sulla terra. Si sta lavorando in collaborazione con un gruppo di astrofisici, guidato dal Prof. Masani, per valutare le possibili intensità sia dei ν_μ che dei ν_e .

- b1) Spettrografo magnetico a emulsioni nucleari.

Con questo strumento si spera di poter dare gli spettri dei μ sotto roccia senza spesa eccessiva, utilizzando un magnete permanente. Si pensa di dare nello stesso tempo anche una misura dell'eccesso positivo.

b2) Studio delle perdite di energia dei μ con energia > 1.000 GeV;

Anche permetterà di dare un contributo alla conoscenza delle proprietà delle mesoni μ .

b3) Curva di decoerenza degli sciami di μ

Poichè il 60% dell'energia in un urto p-p è presa dall'iperone (Peters) si può vedere che è possibile collegare questi sciami con lo spettro di carica Z dei primari.

b4) Interazione dei μ di alta energia studiate mediante sandwich di pellicole da raggi x ed emulsioni nucleari.

Si spera di rivelare così le cascate di alta energia con bassi costi di esperienza.

b5) Si intende investigare la mollissima riprendendo i lavori di Ageno e Mieswitch.

Questa misura si collega anche allo studio della radioattività ambiente che bisogna conoscere per realizzare le esperienze del gruppo 2) che qui non descriviamo.

STATO ATTUALE DEL PROGETTO.

Si potrà accedere alla galleria entro la fine di Giugno. La temperatura è di $24^{\circ} + 30^{\circ}\text{C}$. L'umidità attuale è di 100% migliorabile però quando si incomincerà l'aerazione. Il laboratorio potrà essere sistemato alla progressiva 5400 sovrastato da uno spessore di 1830 metri di granito (v. fig. 1) in una delle stanze stagne adibite al soccorso autostradale. Le esperienze che potranno entrare per prime in conteggio sono le a1) a3) b3).

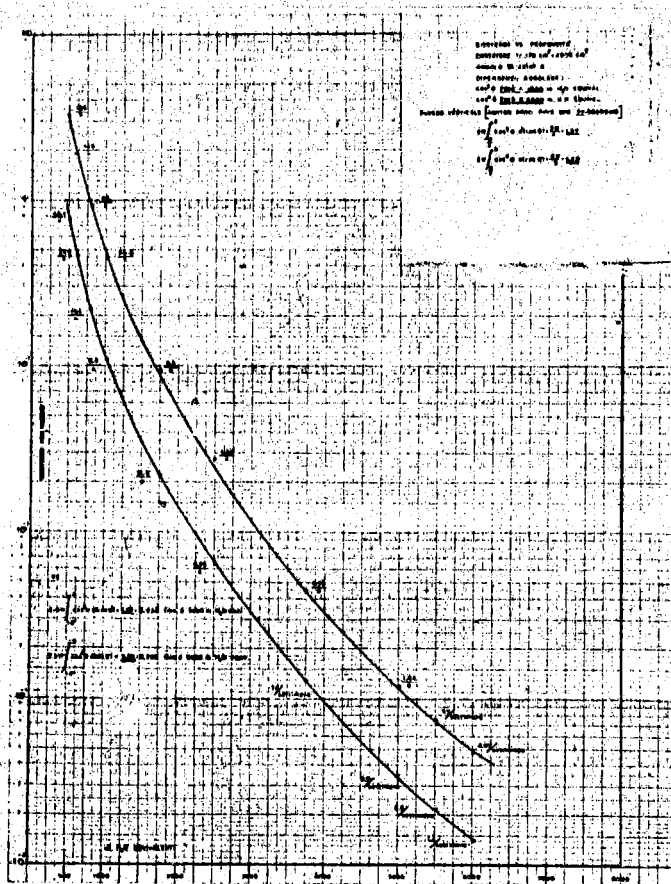


FIG. 1

Per la b1) è già in costruzione il magnete permanente da 7500 gauss. Il dispositivo sperimentale per a1) e a3) è mostrato nella sua attuale geometria in fig. 2. Esso consta di due oscilloscopi plastici $70 \times 70 \text{ cm}^2$ posti a 3 m di distanza e guardati da 2PM tipo 58 AVP da 5". Fra due scintillatori che sono posti in coincidenza vi è una camera da $1 \times 1 \text{ m}^2$.

Si misurano così l'intensità della componente con le coincidenze e la distribuzione angolare con la camera a scintilla. I dati vengono registrati in due modi: 1) fotografando sull'oscilloscopio gli impulsi di ciascun contatore, su comando di coincidenza. Tale fotografia permette 2) di avere l'altezza degli impulsi b) il ritardo di essi, c) di garantirci da eventuali disturbi 3) stampando su carta i dati relativi al ritardo, alla frequenza e all'altezza degli impulsi. La necessità di tale duplice registrazione è collegata alla scarsità di eventi che ci attendiamo alle grandi profondità (v. fig. 3) si impone così una severa garanzia dai disturbi e una sicurezza di funzionamento notevole. Altre protezioni dai disturbi si studieranno in

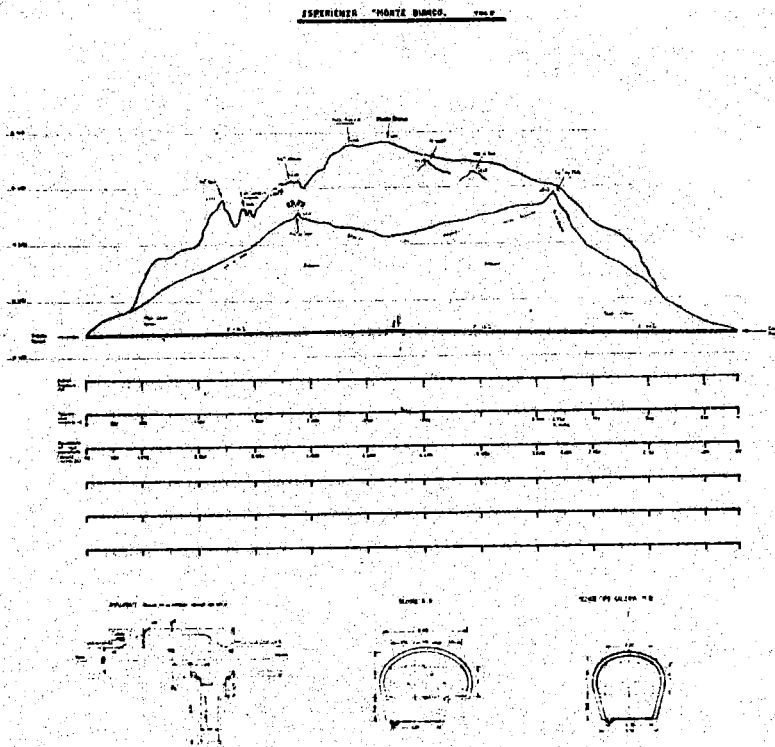


FIG. 3

loco, con antenne e disaccoppiamento della rete.

Si arriverà alla stazione fissa dopo aver contato a varie profondità con un telescopio montato su un camion FIAT GIS già opportunamente attrezzato.

Sono in messa a punto due altri scintillatori, che serviranno sia ad aumentare la statistica, sia a realizzare l'esperienza b3.

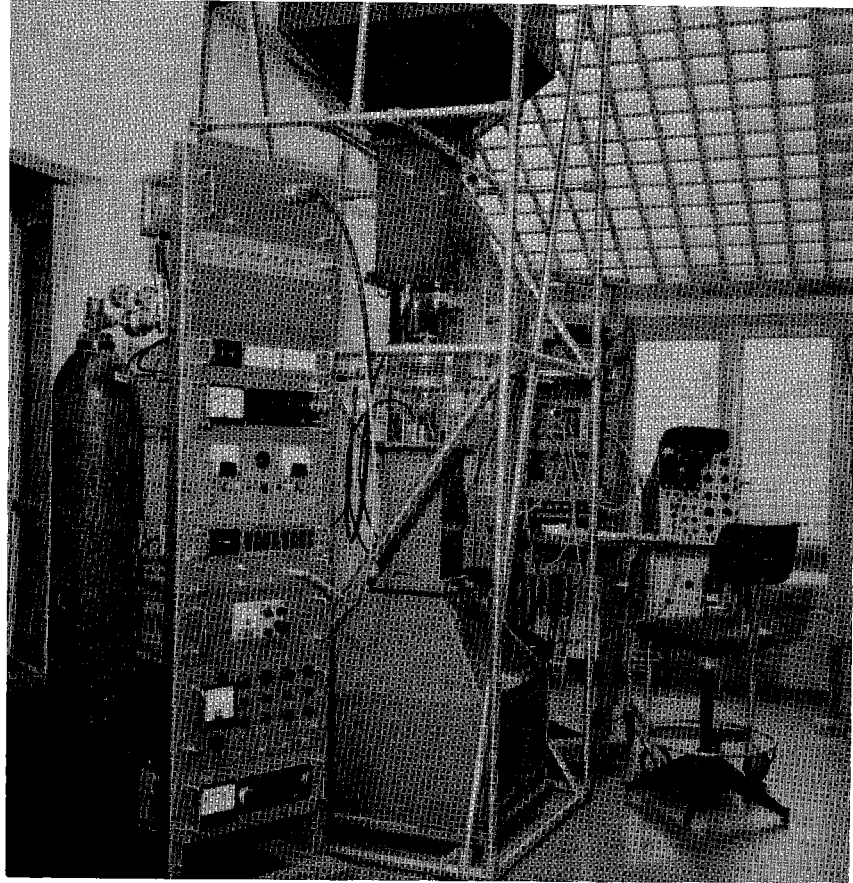


FIG. 2

EFFETTO DIURNO NELLA FASCIA INTERNA DI VAN ALLEN.

L. Mancino, G. Pizzella
Istituto di Fisica - Università di Roma

F. Molina
Istituto di Geofisica - Università di Roma

Abbiamo analizzato delle misure fatte con un contatore di Geiger a bordo del satellite Explorer VII. Le misure si estendono dal 13 Ottobre 1959 al 31 Dicembre 1960. Sono state eseguite ad una altezza compresa fra 600 e 1100 km in una zona sovrastante il Sud Africa (stazione di Johannesburg) e pertanto concernente la regione inferiore della fascia interna di Van Allen.

Il contatore è sensibile a protoni ed elettroni con energia maggiore rispettivamente di 18 e 1.2 MeV. Lo scopo della nostra analisi è stato quello di mettere in evidenza un possibile effetto diurno della intensità misurata dal contatore.

Il problema è quindi costituito nell'eliminare la dipendenza spaziale e temporale a lungo range della intensità misurata. Cioè, considerando la funzione: Intensità (L, B, tempo universale, tempo locale), abbiamo eliminato l'effetto dei primi 3 parametri. (L e B sono le coordinate geomagnetiche di McIlwain).

E' risultata una effettiva dipendenza dell'intensità dal tempo locale. Questa dipendenza può essere rozzamente rappresentata da una funzione sinusoidale di periodo pari a 24 ore con massimo valore intorno alle ore 6 e minimo intorno alle 18. La differenza fra massimo e minimo è di circa il 15% dell'intensità media.

Un controllo dell'attendibilità di questo risultato è stato fatto suddividendo tutti i dati disponibili in due gruppi per ognuno dei tre parametri eliminati, e verificando se l'effetto permane per ogni sottogruppo.

Medie di $\ln \left(\frac{\text{Intensità}}{\text{Intensità media}} \right)$

Numero totale di dati = 1380

	ore 0-12	ore 12-24
B \leq 0.217 gauss	+ 0.066 \pm .011	- 0.045 \pm .011
B > 0.217 gauss	+ 0.045 \pm .014	- 0.039 \pm .013
L \leq 1.4 raggi terrestri	+ 0.075 \pm .014	- 0.058 \pm .014
L > 1.4 raggi terrestri	+ 0.038 \pm .012	- 0.029 \pm .010
Tempo universale \leq 31 maggio 1960	+ 0.021 \pm .011	- 0.022 \pm .011
Tempo universale > 31 maggio 1960	+ 0.097 \pm .015	- 0.057 \pm .012

Un effetto di questo tipo è generato dall'interazione terra-sole, ed è probabilmente dovuto alla distorsione del campo magnetico terrestre prodotta dal vento solare.

MISURATORE DI PLASMA SOLARE.

F. Melchiorri, G. Pizzella,
Istituto di Fisica - Università di Roma

R. Habel e T. Letardi
Laboratori Nazionali di Frascati del C. N. E. N.

Abbiamo investigato se è possibile utilizzare dei cristalli semiconduttori di CdS per fare misure di plasma solare.

Una batteria di 100 volts alle estremità di un cristallo (dimensioni del CdS circa $3 \times 3 \times 3 \text{ mm}^3$) provoca una corrente che varia abbastanza linearmente col flusso di energia incidente sul cristallo (elettroni, protoni, luce, ecc..).

Questo rivelatore deve pertanto essere usato in connessione con uno strumento che selezioni il tipo di radiazione incidente.

Un deflettore elettrostatico sferico si presta bene perchè copre senza difficoltà il range di energia da misurare (intorno ad 1 KeV) ed impedisce alla radiazione elettromagnetica di raggiungere il cristallo.

Abbiamo realizzato un deflettore che focalizza elettroni o protoni compresi in un angolo solido di circa 0.2 steradiani ed in una banda di energia larga circa il 10% dell'energia media.

Il flusso di protoni nel plasma solare è diretto lungo la direzione terra-sole ed è di $\sim 3 \times 10^8$ protoni/cm² sec con ~ 1 KeV d'energia.

Riteniamo che l'angolo solido di 0.2 ster permetta di accettare tutti i protoni. La risoluzione nell'energia riduce a circa 1/10 il flusso di protoni che raggiunge il cristallo.

Quindi il flusso di energia incidente sul cristallo è di

$$\frac{1}{10} 3 \times 10^8 \cdot 1.6 \cdot 10^{-9} \frac{\text{erg}}{\text{cm}^2 \text{ sec}} = .05 \frac{\text{erg}}{\text{cm}^2 \text{ sec}}$$

Il minimo flusso misurabile col CdS è

$$\sim 5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{erg}}{\text{cm}^2 \text{ sec}}$$

che corrisponde ad una corrente di fondo di 10^{10} A. Nel caso dei protoni incidenti circolerà nel cristallo una corrente di $\sim 10^{-8}$ A.

Sotto queste condizioni la misura della componente protonica del plasma solare appare dunque fattibile, purchè sia possibile tenere il satellite orientato verso il sole per circa 1 secondo, tempo di rilassamento del cristallo di CdS.

Il vantaggio di questo dispositivo nei confronti di una comune tazza di Faraday con area di 1 cm^2 sta nel fatto che le correnti da misurare diventano circa 2000 volte maggiori. Questo semplifica enormemente i circuiti elettronici e rende la misura estremamente più attendibile.

RICERCA SULL'ORIGINE DELLA COMPONENTE FOTONICA A BASSA ENERGIA IN ATMOSFERA.

D. Brini, U. Ciriegi, F. Fuligni, A. Gandolfi, F. M. Gomide^(x)
Gruppo di Bologna del Comitato Ricerche Spaziali del C. N. R.

E' stata recentemente trovata in atmosfera, in vari esperimenti, una componente assai intensa costituita da fotoni in bassissima energia (al di sotto del MeV fino a qualche decina di KeV). Le opinioni circa l'origine di questa radiazione sono piuttosto contrastanti: alcuni sostengono un'origine elettromagnetica, dovuta cioè a degradazione energetica degli sciami in cascata, altri un'origine nucleare causata dalle interazioni della componente nucleonica con i nuclei di aria in processi simili, se non addirittura uguali, a quelli responsabili della produzione di neutroni (in sostanza decadimento di livelli eccitati).

In una esperienza, che consideriamo preliminare ad altre sulla misura di flussi primari di fotoni a bassa energia, cerchiamo di stabilire l'origine di questa radiazione eseguendo per essa un rilevamento dell'effetto latitudine, a terra, basandoci sul fatto che se il gamma in questione sono di origine nucleare essi devono mostrare un effetto latitudine molto marcato, dello stesso ordine di quello dei neutroni, mentre nel caso di origine elettromagnetica si dovrebbe avere una debole variazione con la latitudine, del tipo di quella della componente mesonica.

Per avere poi ulteriori indicazioni sulle caratteristiche della nostra radiazione si eseguiranno misure in quota mediante lanci di palloni. L'intervallo di energia preso in considerazione è 20-200 KeV. Il dispositivo è costituito da due phoswich uguali, dei quali uno schermato con Pb, costituiti da un cilindro di 32 mm di diametro di CsI(Tl) circondato da due mm di plastico.

Con uno spessore di ~ 1 cm per lo scintillatore inorganico si può ottenere una efficienza mai inferiore al 50% su tutto l'intervallo di energia investigato.

Riguardo alla statistica ci basiamo sui risultati di Vette (J. of Geoph. Res. : 5, 1731 (1962) che danno $17,3 \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ al picco della curva di transizione. Poichè il nostro fattore geometrico è $5,5 \text{ cm}^2$, supponendo isotropia si hanno circa 45 eventi per sec considerando un'efficienza (pessimistica) globale del 50%. Alla massima altezza il conteggio dovrebbe ridursi di un fattore 3. Nel rivelatore schermato con Pb ci aspettiamo un conteggio tre volte inferiore.

Una delle difficoltà maggiori incontrate nel mettere a punto l'apparecchiatura è quella di estrarre i 20 KeV dal fondo del fotomoltiplicatore con lo CsI(Tl). Infatti tale energia corrisponde ottimisticamente a 10 fotoelettroni, che cadono nella zona del fondo del fototubo. Questo problema è stato in linea di massima risolto elaborando un filtro lineare che separa gli impulsi "lenti" dai "veloci". Tale apparato è stato inizialmente costruito per distinguere gli impulsi provenienti dal plastico (tempo di decadimento 4 ns) da quelli provenienti dallo CsI(Tl).

Usando in uscita all'anodo del fotomoltiplicatore una costante tempo opportuna si hanno per i segnali originati dal plastico e dallo CsI(Tl) rispettivamente due funzioni $V_p(t)$ e $V_{CsI}(t)$ di forma differente, rappresentate da due diversi vettori dello spazio di Hilbert. Si va quindi a determinare l'operatore che sia a) lineare; b) esegua l'operazione

$$\begin{aligned} \alpha V_p &= 0 \\ \alpha V_{CsI} &= f \end{aligned}$$

in cui f è un vettore non nullo.

(x) Proveniente dal Dipartimento di Fisica - Istituto Tecnologico dell'Aeronautica, Sao José dos Campos, Brasile.

L'operatore più semplice è risultato quello costituito dalla differenza della derivata prima e dell'integrale delle funzioni, entrambe con costanti tempo uguali a quella di decadimento del plastico. Poichè gli impulsi di fondo del fototubo presentano dei tempi non dissimili da quelli provenienti dal nostro scintillatore organico si è pensato di usare tale filtro per la eliminazione di questi segnali e i risultati preliminari sembrano positivi.

PROGETTO PER RICERCHE SU GAMMA PRIMARI DIREZIONALI DI ALTA ENERGIA.

D. Brini, U. Ciriegi, F. Fuligni, A. Gandolfi, F. M. Gomide^(x).
Gruppo di Bologna del Comitato Ricerche Spaziali del C. N. R.

Già nel 1958 P. Morrison ha sottolineato che esistono possibilità reali per la gamma astronomia, purchè si disponga di apparecchiature sufficientemente direzionali.

Il campo di ricerca è particolarmente interessante per le notevoli implicazioni di carattere cosmologico che eventuali dati sperimentali possono comportare.

Gli esperimenti finora compiuti non hanno purtroppo dato concreti dati significativi a causa specialmente dei limitati poteri direzionali dei dispositivi usati sia in satelliti che in palloni: è stato solo possibile fissare dei limiti superiori dei flussi direzionali di gamma di alta energia per alcune possibili sorgenti, che vanno da 10^{-2} a circa 10^{-3} γ/cm^2 sec.

A nostra conoscenza, attualmente sono in via di esecuzione o preparazione, oltre al nostro, altri 6 o 7 esperimenti (con palloni e satelliti) che dovrebbero permettere almeno di abbassare i limiti superiori di cui sopra.

Come è noto, le maggiori difficoltà in questo tipo di esperimenti (specialmente se effettuati su palloni) sono dovute al fondo di γ generati nell'atmosfera e localmente ed al fatto di poter disporre di rivelatori di aree notevoli conservando buoni poteri direzionali. Tenendo conto del fatto che il fondo è praticamente omnidirezionale, si può pensare di diminuire il contributo percentuale su un eventuale flusso direzionale, diminuendo l'angolo solido di rivelazione: ma, effettuando ciò con metodi convenzionali, si arriverebbe a dimensioni dell'apparato proibitive ed alla necessità di un puntamento, della zona prescelta del cielo, effettuato con notevole accuratezza (di non facile realizzazione pratica).

Ora il nostro progetto è basato sull'idea di un rivelatore a scintillazione digitalizzato (la cui descrizione dettagliata sarà pubblicata fra breve) che permette la localizzazione della particella provocante la scintillazione. Sommarariamente questo rivelatore digitalizzato è costituito da un sandwich di N piani scintillatori, ciascuno dei quali costituito da n materiali scintillatori differenti (differenti dal punto di vista del tempo di decadimento) e ciascuno dei quali è visto da un fotomoltiplicatore. Con una combinazione opportuna di tali piani è possibile, con N fotomoltiplicatori, suddividere l'area S del sandwich in n^N areole, ciascuna delle quali viene individuata da una particolare combinazione delle uscite degli N fotomoltiplicatori.

Il rivelatore attualmente in prova e che pensiamo di impiegare nell'esperimento ha $n=2$, $N=6$, $S=400 \text{ cm}^2$, per cui le areole sono $2^N=64$ ciascuna di area di circa 7 cm^2 .

(x) - Proveniente dal Dipartimento di Fisica - Istituto Tecnologico dell'Aeronautica, Sao José dos Campos, Brasile.

Schematicamente il dispositivo è mostrato in figura 1. Pb è una lastra di Pb, di spessore di circa 0,2 lunghezze di radiazione, in cui il γ converte in una coppia e_- , e_+ . D1 e D2 sono due rivelatori digitalizzati in coincidenza che permettono la definizione della direzione d'arrivo del γ (definizione limitata principalmente dallo scattering degli elettroni sia nel Pb che nel rivelatore stesso).

C è un contatore Cerenkov ed S un altro scintillatore. D1, D2, C ed S sono in coincidenza (le casuali così diventano trascurabili rispetto ai conteggi veri aspettati). A è un plastico in anticoincidenza con la coincidenza quadrupla che elimina la primaria carica. La lunghezza totale è inferiore al metro ed il peso dell'apparecchiatura completa si aggira sui 50-70 Kg. I calcoli della sensibilità del dispositivo ci mostrano che è possibile, con questo dispositivo, avere un limite inferiore di circa $10^{-5} \gamma/\text{cm}^2 \text{ sec}$ per gamma da 100 MeV, per una durata del volo di circa 10 ore, ad una altezza di circa $5 \text{ gr}/\text{cm}^2$ di atmosfera residua a cui è previsto un fondo atmosferico di circa $2 \cdot 10^{-2} \gamma/\text{cm}^2 \text{ sec sterad}$. Per il volo è previsto l'impiego dei palloni da 50.000 m^3 attualmente in fase sperimentale da parte dei colleghi francesi. Per la telemetria sono sufficienti 32 bits per evento. La sorgente che probabilmente sarà puntata è la Crab-Nebula.

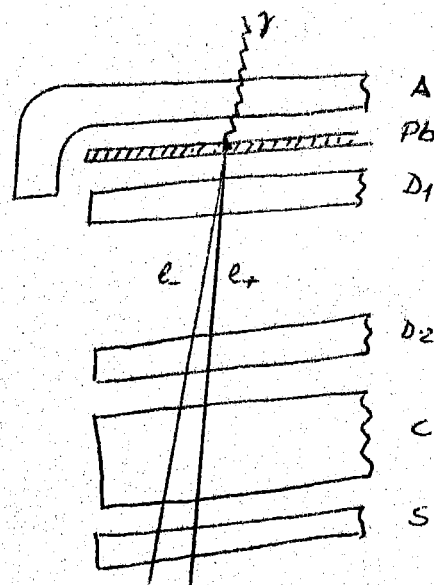


FIG. 1

STUDIO DELLE VARIAZIONI DI UNA SERIE TEMPORALE MEDIANTE L'INTERPRETAZIONE DEL SUO AUTOCORRELOGRAMMA.

M. Galli, F. Palmonari, P. Randi.

Allo scopo di applicarne i risultati allo studio delle variazioni dei raggi cosmici si è studiato la maniera di interpretare l'autocorrelogramma di una serie temporale. Si sono trovati tra l'altro i seguenti risultati.

- 1) Se con opportuno filtro numerico si può separare nettamente dall'autocorrelogramma una frequenza o una banda di frequenze, questa rappresenta l'autocorrelogramma di quella parte della serie che è costituita da quella frequenza o da quella banda di frequenze.
- 2) Dall'ampiezza iniziale di una oscillazione di data frequenza contenuta nell'autocorrelogramma si può ricavare il valor medio quadratico dell'ampiezza di quella frequenza contenuta nella serie.
- 3) Se in una serie l'ampiezza di una oscillazione di data frequenza appare modulata, il suo autocorrelogramma è dato da una oscillazione della stessa frequenza la cui funzione modulante è l'autocorrelogramma della funzione modulante della oscillazione contenuta nella serie.

VARIAZIONI DIURNE E SEMIDIURNE TRANSITORIE E STAZIONARIE DEI RAGGI COSMICI. (Relazione su ricerche in corso).

M. Galli, F. Palmonari, P. Randi.

Sono stati analizzati, col metodo dell'autocorrelazione i dati sulla componente totale dei raggi cosmici sotto 450 g/cm^2 ricavati a Bologna con contatori a scintillazione durante il periodo 1° marzo - 31 marzo 1962.

Si sono ottenuti i seguenti risultati.

- 1) L'ampiezza media quadratica della variazione diurna risulta dello 0,9% notevolmente inferiore ai valori generalmente ammessi.
- 2) E' presente una oscillazione diurna a carattere non persistente del periodo di 23 ore e 30 ± 5 minuti con ampiezza quadratica media dello 1,8%.
- 3) Se esiste una variazione diurna stazionaria (cioè avente ogni giorno con la stessa ampiezza e fase), alla sua ampiezza si può assegnare come limite superiore 0,9%.
- 4) E' presente in maniera inequivocabile un'onda semidiurna con ampiezza dello 0,7% del tutto comparabile con la eventuale oscillazione diurna stazionaria.

MISURATORE TRANSISTORIZZATO DI CORRENTI FINO A $10^{-14} \sim 10^{-15} \text{ A}$.

F. Lepri.

Si tratta di misurare correnti da 10^{-11} a $10^{-14} \sim 10^{-15} \text{ A}$ con un dispositivo elettronico da sistemare su un satellite: pertanto consumo $< 10 \text{ mW}$, peso $< 100 \text{ gr}$, ingombro $< 500 \text{ cm}^3$. Dato il vasto campo di misura, il dispositivo dovrà essere digitalizzato. Tempo di misura $\sim 10 \text{ sec}$.

Il metodo adottato è il seguente:

La corrente da misurare carica un elettrodo di raccolta che viene periodicamente (ogni 10 sec.) messo in contatto con gli anodi di due diodi semiconduttori ad altissimo isolamento ($> 10^{11} \Omega$) posti in serie e polarizzati all'interdizione. La capacità di detti diodi è di circa 75 pF ciascuno e decresce nella misura del 20% circa per volt applicato.

Si ha in tal modo ogni 10 sec. un salto della tensione applicata ai diodi con ritorno esponenziale al valore di regime; la costante di tempo del ritorno è portata a circa 1 secondo mediante una resistenza. Il valore del salto di tensione è proporzionale alla carica raccolta nel 10 sec e quindi alla corrente in arrivo. Al salto di tensione corrisponde una variazione della capacità secondo l'eq.: $\Delta C/C \approx 0,2 \Delta V$.

Il diodo di cui sopra costituisce la capacità di accordo di un oscillatore, la cui frequenza varia quindi secondo l'eq. $\Delta f/f \approx 0,1 \Delta V$.

Per $C = 150 \text{ pF}$, $I = 10^{-15} \text{ A}$, $T = 10 \text{ sec}$, si ha $\Delta V = 7 \cdot 10^{-5} \text{ V}$, $\Delta f/f \approx 7 \cdot 10^{-6}$ con una frequenza di $5 \cdot 10^5$ si hanno un Δf di circa 3,5 cicli al secondo in corrispondenza del trasferimento della carica. Per una corrente di 10^{-11} si avrà un salto di tensione di 0,7 V ($\Delta f \approx 35 \text{ Kc}$).

L'oscillatore ha particolari caratteristiche di stabilità di ampiezza e bassa tensione oscillante ai capi delle capacità di accordo.

Si misura Δf e non f per ridurre l'errore dovuto alle derive termiche: infatti il coefficiente di temperatura della frequenza è di circa $10^{-3}/^{\circ}\text{C}$, mentre come abbiamo visto, la variazione da misurare è dell'ordine di 10^{-5} , per cui occorrerebbe una stabilizzazione di temperatura di 10^{-2}°C ; nel nostro caso basterà invece che la deriva di temperatura si mantenga $< 10^{-3}^{\circ}\text{C}/\text{sec}$, condizione assai più facile da realizzarsi (più che sufficiente una costante di tempo termica di $5 \cdot 10^4$ sec, cioè di 15 ore circa per Δt giornaliera di 50°

Anche la resistenza inversa del diodo varia fortemente con la temperatura (dimezza ogni 10° circa) per cui si può ridurre di circa un fattore 10 per 30° di sopraelevazione. Quest'effetto provoca una diminuzione della cost. di tempo di scarica con un errore nella misura di I che si può valutare inferiore al 5% a 50°C .

I diodi esistenti in commercio per uso di capacità variabile hanno tutti resistenze inverse di circa $10^8 \Omega$ (3 ord. di grandezza meno del necessario). Si è dovuto ricorrere alla giunzione emettitore-base di un transistor planare, che presenta resistenze inverse dell'ordine di $5 \cdot 10^{11} \Omega$ a 20° .

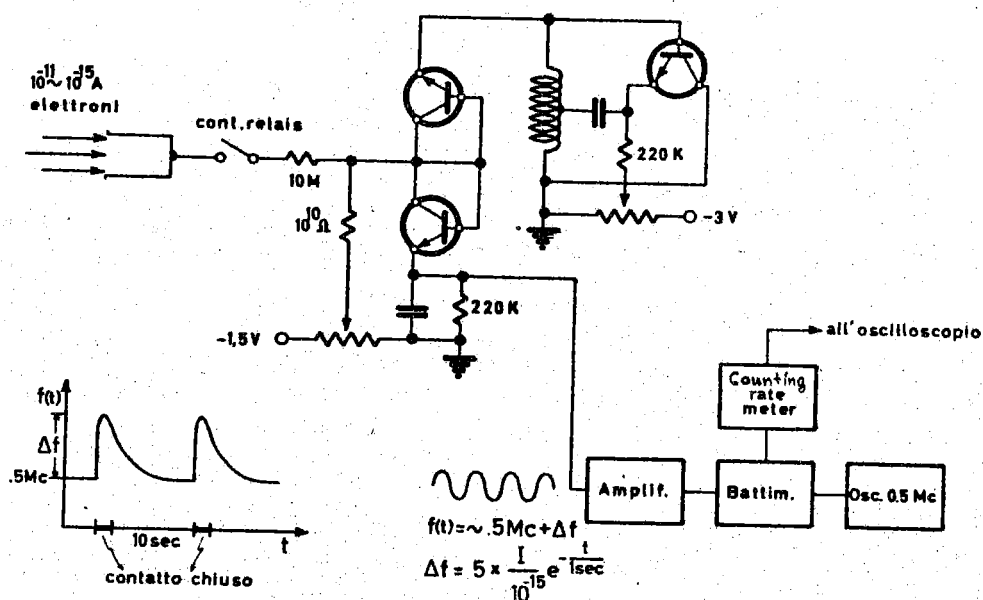


FIG. 1

In figura è rappresentato il circuito, più uno schema a blocchi del dispositivo sperimentale adottato per ricavarne le caratteristiche principali: il segnale, dopo amplificazione, viene fatto battere con un oscillatore fisso accordato a qualche decina di cicli in meno; il battimento va ad un counting rate meter che fornisce una tensione continua proporzionale alla differenza di frequenza. Sull'oscilloscopio si osserva il salto di tensione con ritorno esponenziale corrispondente al trasferimento della carica. La minima corrente che abbiamo potuto ottenere e misurare con una certa precisione è stata 10^{-14} A ; il segnale corrispondente è assai stabile ed il fondo è certamente inferiore a 10^{-15} A .

Il consumo dell'oscillatore è dell'ordine del microwatt, escludendo naturalmente eventuali stadi di amplificazione che si rendessero necessari per entrare nel sistema di trasmissione dei dati.

INDICE DEGLI AUTORI

AGRINIER B.	8
BACHELET F.	18
BALATA P.	18
BOELLA G.	4- 8-15
BRINI D.	29-30
CASTAGNOLI C.	24
CIRIEGI U.	29-30
DEGLI ANTONI G.	4- 8-15
DE MARCO A.	24
DILWORTH C.	4- 8
FULIGNI F.	29-30
GALLI M.	31-32
GANDOLFI A.	29-30
GIANNELLI G.	1
GOMIDE F. M.	29-30
HABEL R.	28
IUCCI N.	18
LEPRI F.	32
LETARDI T.	28
KOECHLIN Y.	8
MANCINO L.	27
MASANI A.	24
MELCHIORRI F.	28
MOLINA F.	27
PALMONARI F.	31-32
PARLIER B.	8
PIZZELLA G.	27-28
QUARANTA G.	15
RANDI P.	31-32
ROCCA E.	4
SCARSI L.	4- 8
SIRONI G.	8