

Calibrazione di CaloCube

Calo Cube Meeting
Gruppo Pavia

Firenze 12 Novembre 2015

Perchè calibrazione?

Un punto cruciale per ottenere una elevata risoluzione da un calorimetro e' la calibrazione e il monitoraggio.

La calibrazione deve:

- 1) Equalizzare i segnali tra I vari canali**
- 2) Definire il fattore di conversione tra segnale elettronico ed energia**
- 3) Monitorare nel tempo la stabilità di questi parametri in presenza di variazioni di temperatura (periodiche), invecchiamento del materiale e danno da irraggiamento**

Calibrazione di fisica

Di solito ci sono uno o più segnali di fisica che permettono di avere un riferimento assoluto: decadimenti monocromatici

- $Z_0 \rightarrow e^+e^-$ (LHC)

- $\pi_0 \rightarrow \gamma\gamma$

o spigoli di decadimenti continui

- $\mu \rightarrow e\nu\nu$

**Nei raggi cosmici non ci sono righe!
Spettro featureless**

In aggiunta (alternativa) si possono usare mip che rilasciano una quantità nota di energia (quasi) indipendente dall'energia della particella.

Taglio geomagnetico

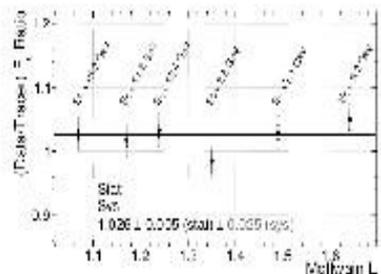
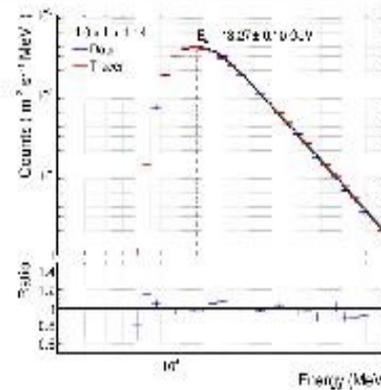
**Un satellite in orbita
puo' pero' sfruttare il
taglio geomagnetico
Nello spettro dei carichi
dovuto al campo
magnetico terrestre.**

**Questo e' fatto per il
calorimetro di Fermi.**

**Probabilmente puo'
Essere usato anche per
Calocube**

IN-FLIGHT ENERGY SCALE CALIBRATION

EXPLOITING THE $e^- + e^+$ GEOMAGNETIC RIGIDITY CUTOFF



- ▶ The value for the cutoff rigidity can be predicted using a particle tracing code
 - ▶ Using code written by Smart & Shea (Final Report, Grant NAG5-8009, 2000)
 - ▶ Cross checks on the fidelity of the geomagnetic field model have been performed using rigidity measurements from other satellites such as SAMPEX and HEAO-3
- ▶ Comparison of predicted and measured values provides an opportunity to perform an in-flight verification
- ▶ By using different McIlwain L intervals we obtain several calibration points from 6 to 13 GeV
 - ▶ The energy scale is known within 5% (in this energy range)

Details in: *Astropart. Phys.*, 35, 346 (2012)

Calibrazione con MIP

Una sorgente di rilascio di energia nota sono le MIP. Questo e' fatto di routine nei test beam (e in diversi esperimenti agli acceleratori) con i μ .

Pero' nei raggi cosmici non ci sono μ (in orbita bassa quelli prodotti nell'atmosfera? Da studiare)

Altrimenti si possono usare p non interagenti. Meno puliti e la perdita' di energia varia significativamente con l'energia.

L'energia persa e' proporzionale al cammino.

Il valor medio e' costante in tutti i cubetti? Da studiare

Calibrazione sotto fascio

I punti 1) (equalizzazione) e 2) (valore assoluto dell'energia) possono essere misurati prima della presa dati con un test beam di energia nota.

Proceduta comune per moduli per calorimetri su acceleratori.

E.g. NOMAD testo' 875 moduli lead glass con elettroni 10 GeV sotto fascio prima dell'esperimento.

Difficile da farlo per 8000 di CaloCube.

Essendo piccoli, un contenimento molto limitato rende difficile sia il punto 1 che il 2.

Calibrazione hardware

Sono adeguati gli approcci precedenti a una calibrazione per CaloCube?

Dipende dall'esperimento, alcuni sono disponibili solo in bassa orbita.

Dipende anche dal danno di radiazione atteso.

Andrebbe coperto una parte significativa del range dinamico.

Piu' importante dipende dalla risoluzione richiesta.

Per la parte adronica le risoluzioni sono modeste 30%(?)

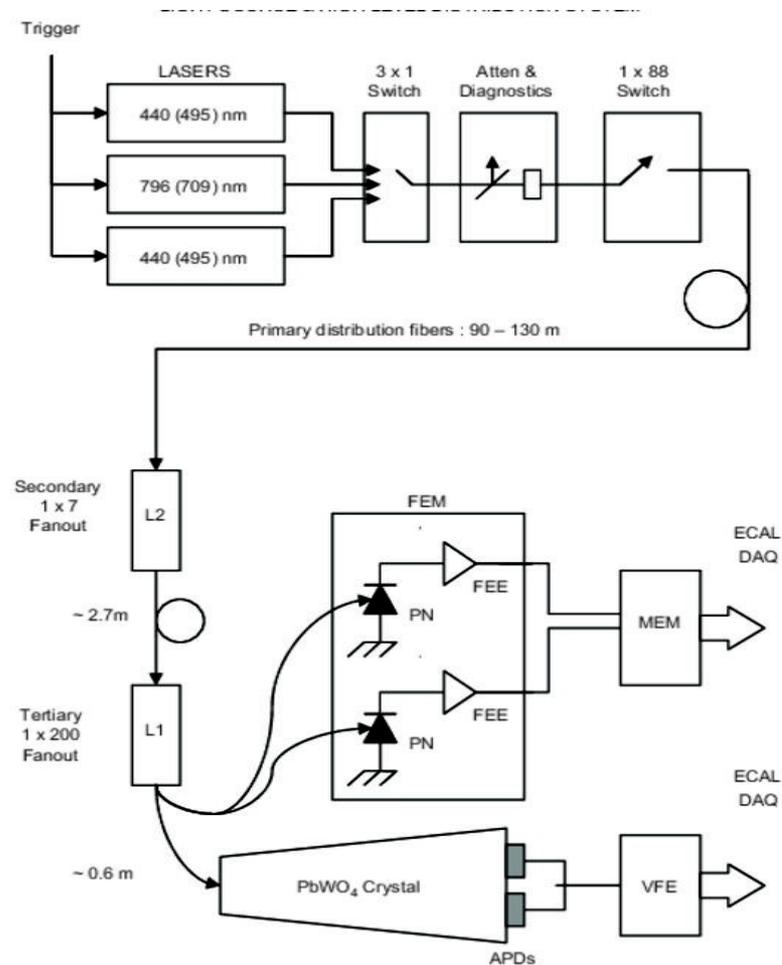
Mentre per la parte em che risoluzione serve?

Il termine costante deve essere $<1\%$?

Migliorare il termine dovuto alla calibrazione puo' richiedere molto impegno, investimento e peso.

Sistema CMS ECAL Laser

Un esempio e' il sistema di calibrazione di ECAL di CMS basato su un laser monitorato da diodi



g. 1. Schematic of the laser monitoring system: laser pulses generated at the source (above) are distributed to individual calorimeter elements via one of : primary fibers. The pulses are then distributed on the detector via a two-level fan-out system, injecting the light into groups of typically 200 crystals (ottom) and in parallel into associated pairs of reference PN photodiodes.

Sistema Nomad ECAL LED

Un esempio e' il sistema di calibrazione di ECAL di Nomad basato su una coppia di LED per cristallo.

Sorgenti radioattive
Segnale basso.

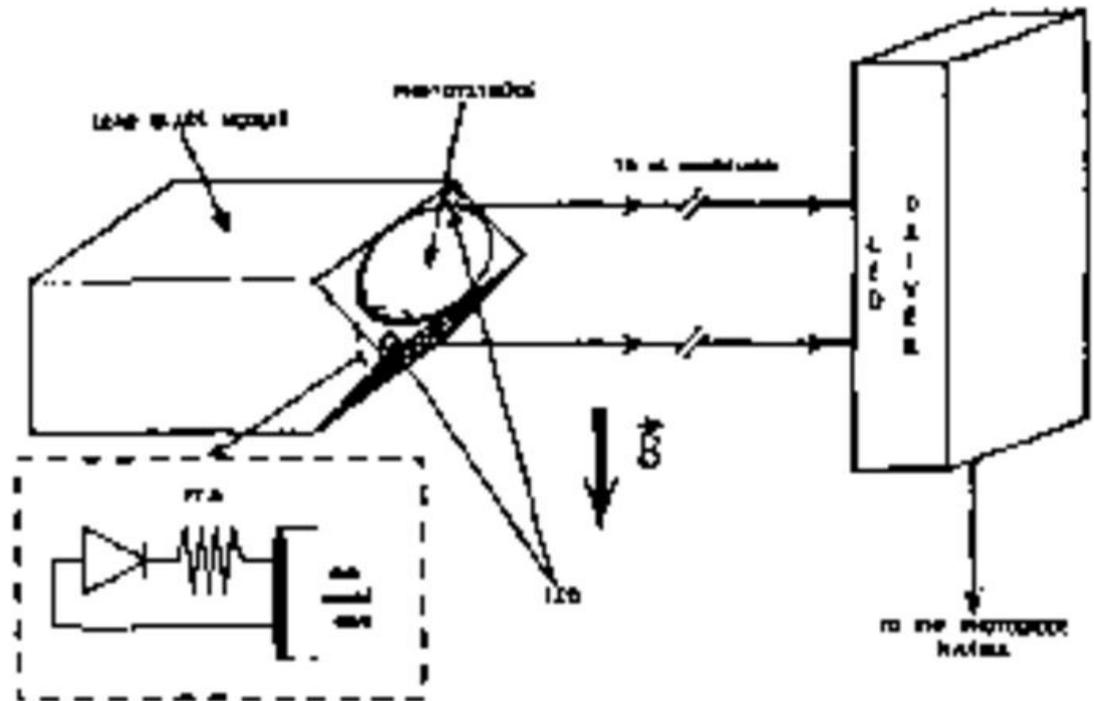


Fig. 2 Sketch of an individual lead glass block. The positions of the up and down LEDs are also indicated

Calibrazione a Pavia

Vanno studiate quanto e con quale frequenza si aspetta un cambiamento di segnale: drift termici e danno radiazione.

A Pavia abbiamo acquistato materiale ottico per un prototipo di sistema di calibrazione a LED (grazie Ing. R Rossella primo tecnologo direttore servizio elettronico, Ing. optoelettronico)

Abbiamo alcuni sistemi di laser con commutatori attivi e passivi che possiamo cominciare a testare (chiederemo lo sblocco sj in corso d'anno) per ulteriori acquisti.

Esperienza di calibrazione laser in MEG (per timing).

Irradiation Facilities

➤ 250 kW TRIGA Mk II Research Reactor

➤ X ray industrial generator

- 250 kV, 12 mA dose rate 15.6 Gy/min
- 350 kV, 6 mA dose rate 17.5 Gy/min



➤ Gamma source of ^{60}Co (0.26 kGy/h)

➤ Radiochemistry Laboratory (Class 2)



➤ Cyclotron IBA Cyclone 18/9

- 18 MeV protons ($I_{\text{max}} = 80 \mu\text{A}$)
- 9 MeV deuterons ($I_{\text{max}} = 40 \mu\text{A}$)



TRIGA Mark II Nuclear Research Reactor

TRIGA (Training, Research, Isotopes production, General Atomics)

- ❖ **250-kW** light-water **Thermal Reactor**, with an annular graphite reflector, cooled by natural convection
- ❖ offers many positions of irradiation (facilities) with "**in-core**" neutrons flux from **10^{12} to $10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$**
- ❖ **6 "out-core"** irradiation facilities with typical neutron flux from **10^6 to $10^{10} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$**
- ❖ **Fuel:** 20% enriched Uranium
- ❖ **Moderator/Cooling:** light water
- ❖ **Reflector:** graphite
- ❖ **3 control rods**
- ❖ **Irradiation:** 400 hours/year

