

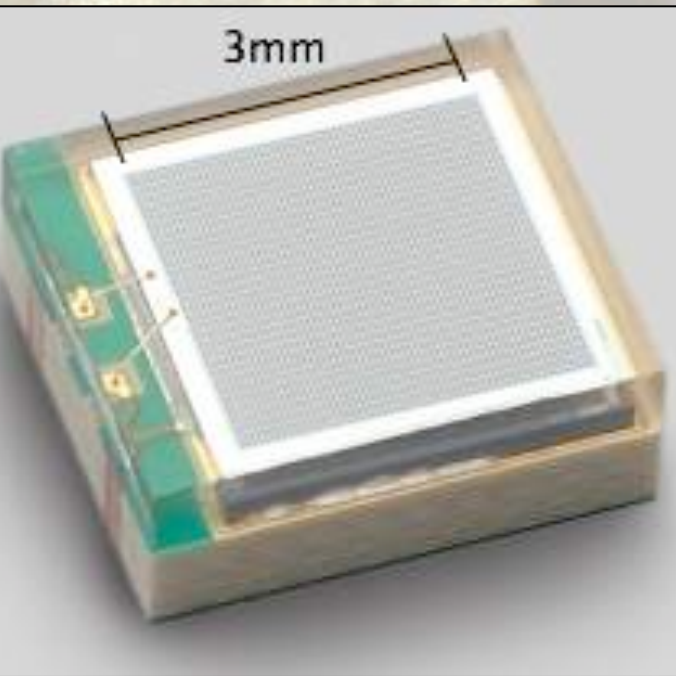


Misure mediante raggi cosmici della risoluzione temporale di SiPM

Francesca Carnesecchi
Dipartimento di Fisica e Astronomia
Università degli Studi e INFN, Bologna
Centro Fermi, Roma

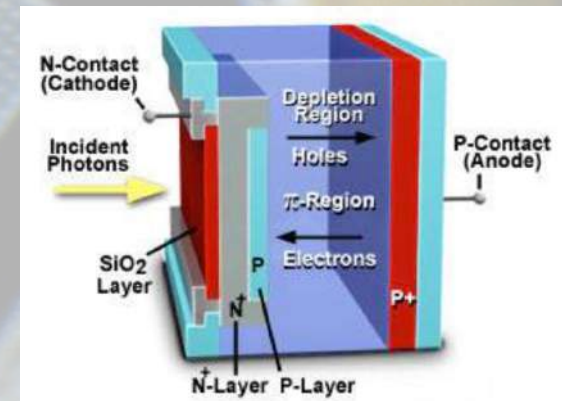
Obiettivo:

Studio della risoluzione temporale di SiPM



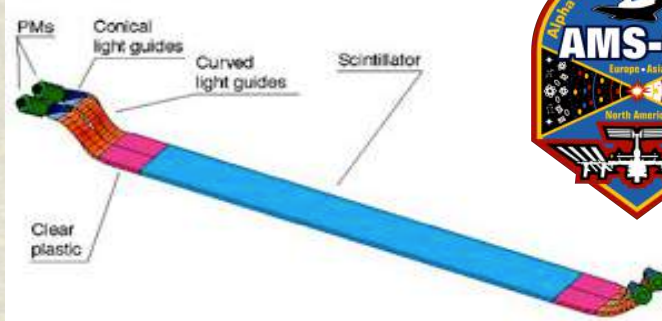
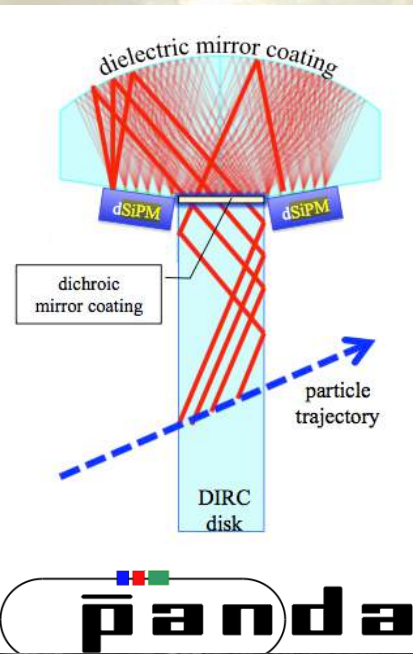
Perché utilizzare SiPM?

- Range spettrale (λ): 320-900 nm
- Guadagno: $1.25 \cdot 10^6$
- Tensione di lavoro consigliata (V): 67.6 ± 10.0
- PDE $\sim 30\%$
- Basso after pulse
- Basso crosstalk
- Bassa sensibilità a B
- Compattezza

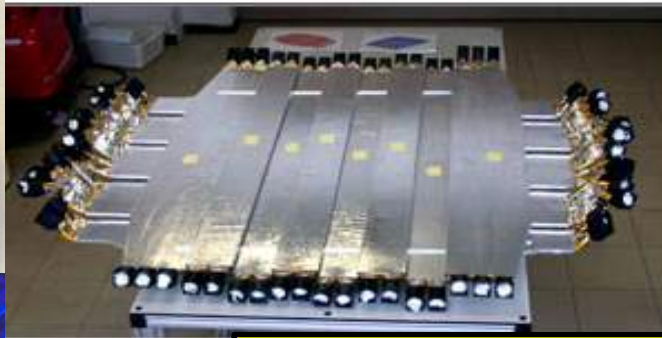


Perché questa misura?

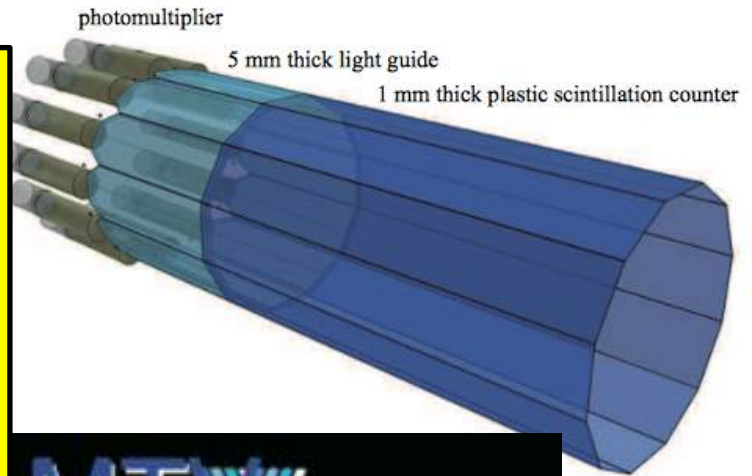
Alcune possibili applicazioni



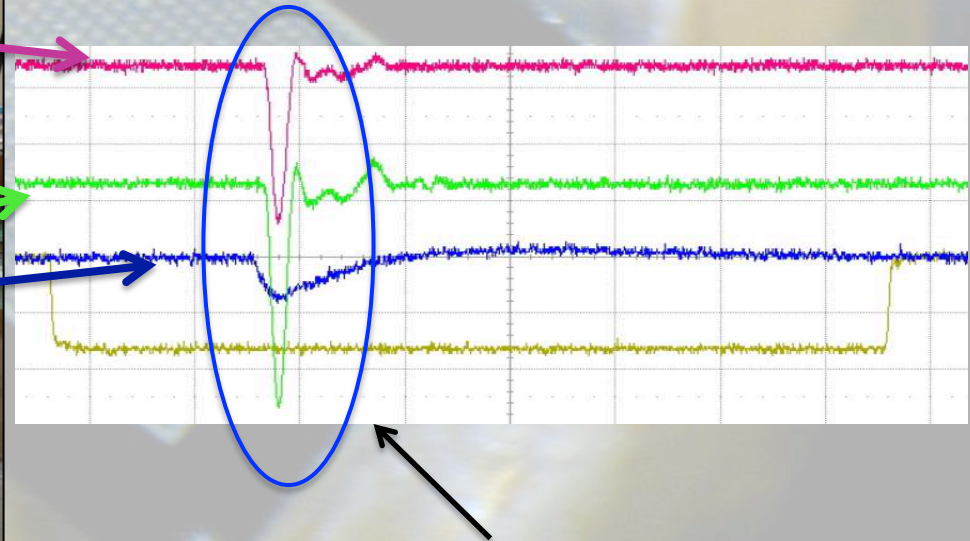
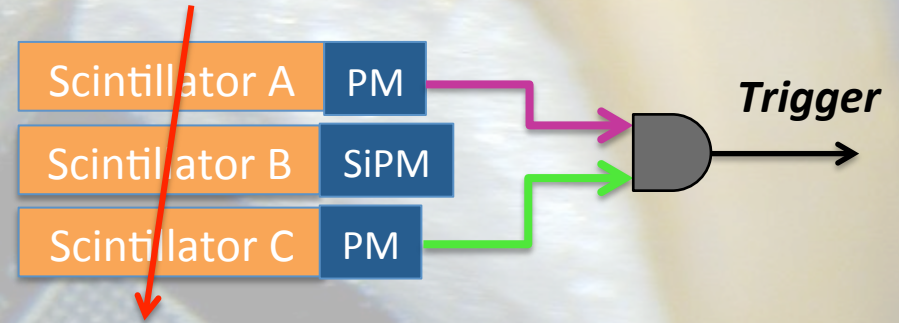
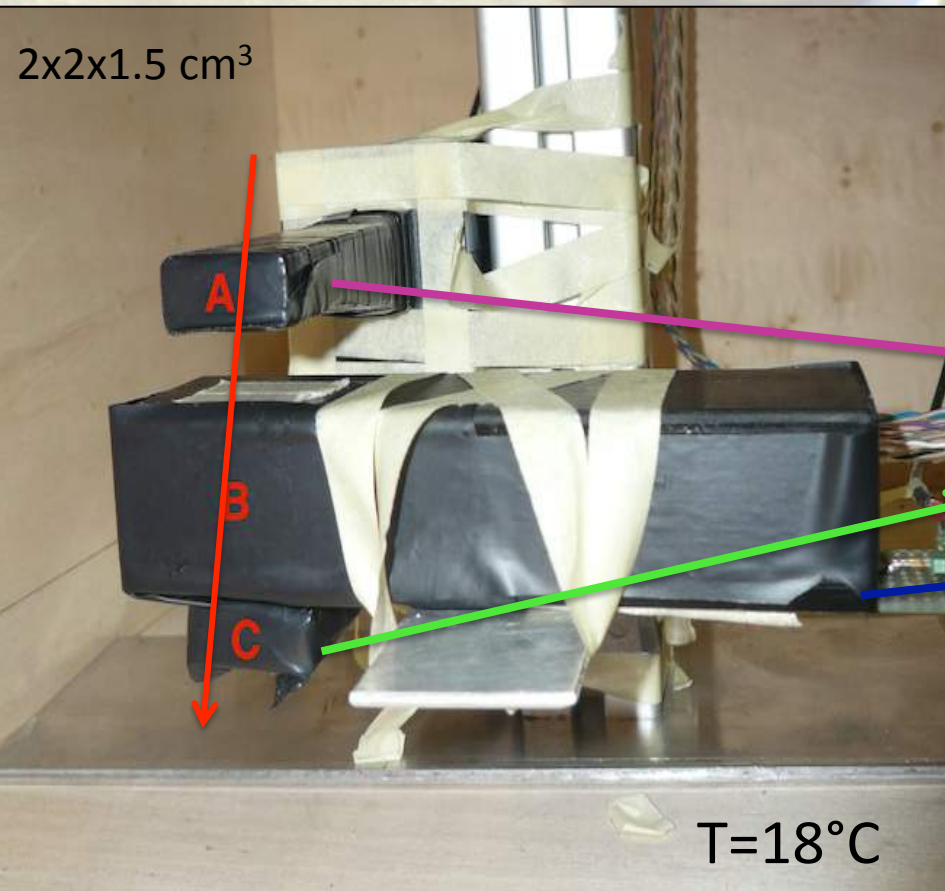
Design di un contatore del ToF.



TOF
Calorimetria
DIRC(RICH)
Trigger
PET



Misura della risoluzione temporale mediante un telescopio per RC

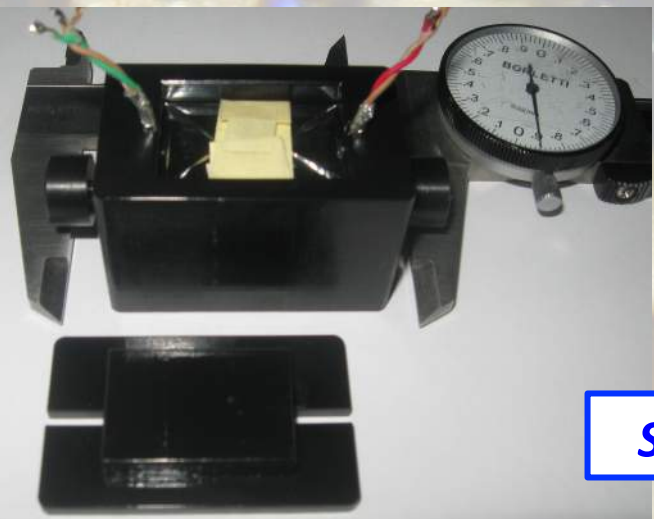
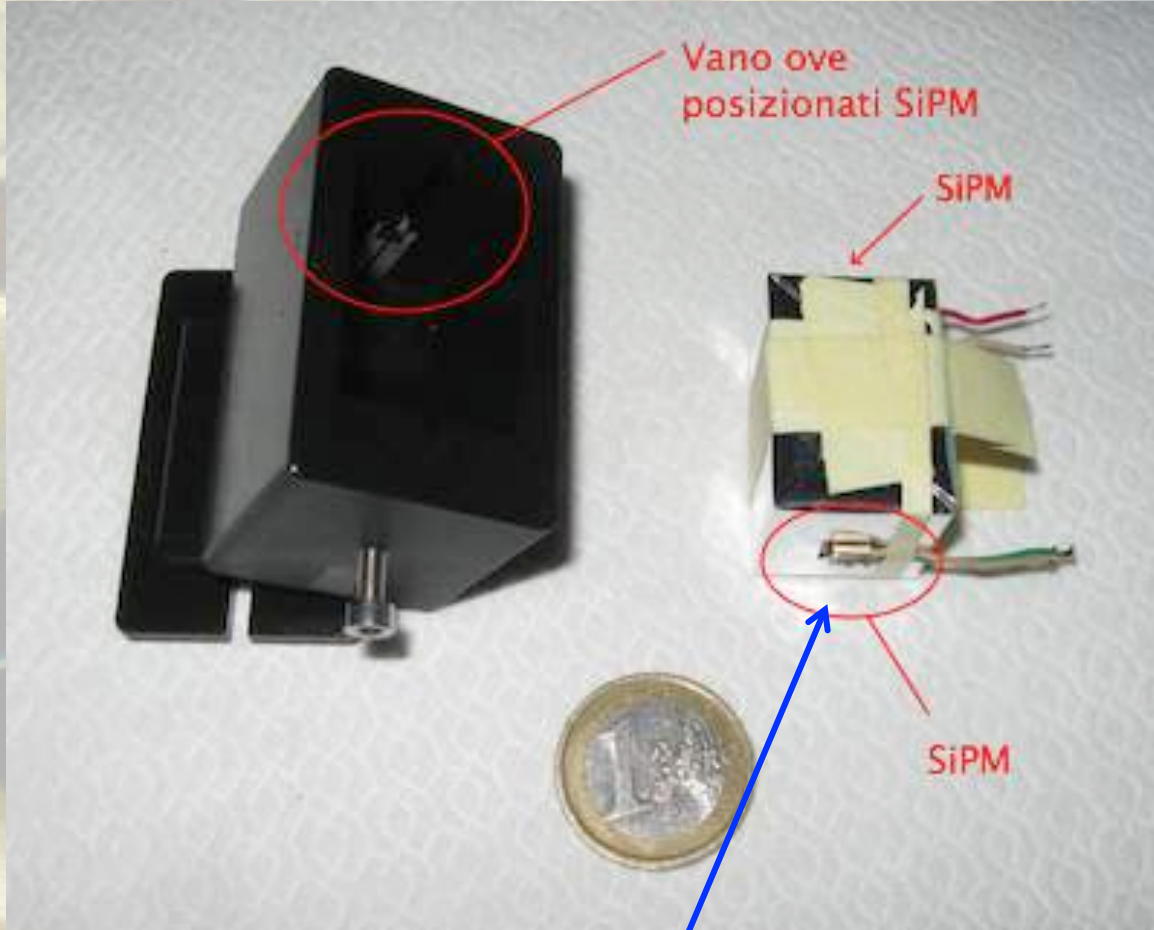
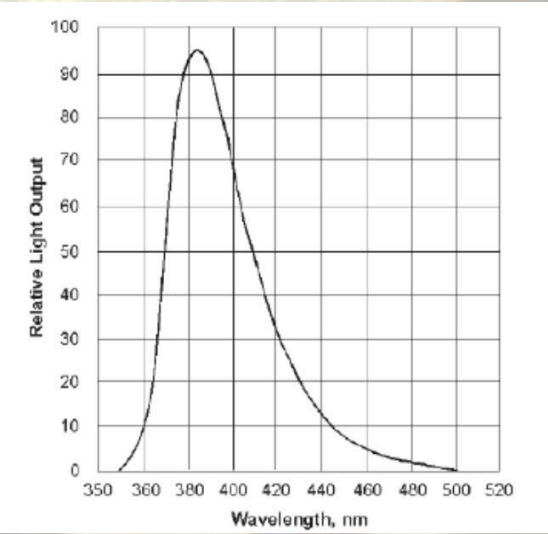


Misura della differenza di tempo di arrivo dei segnali

SiPM a contatto diretto con lo scintillatore

Scintillatori plastici BC-420 (2x2x3 cm³) a basso autoassorbimento

BC-420 Light output



SiPM a contatto diretto con aggiunta di grasso ottico

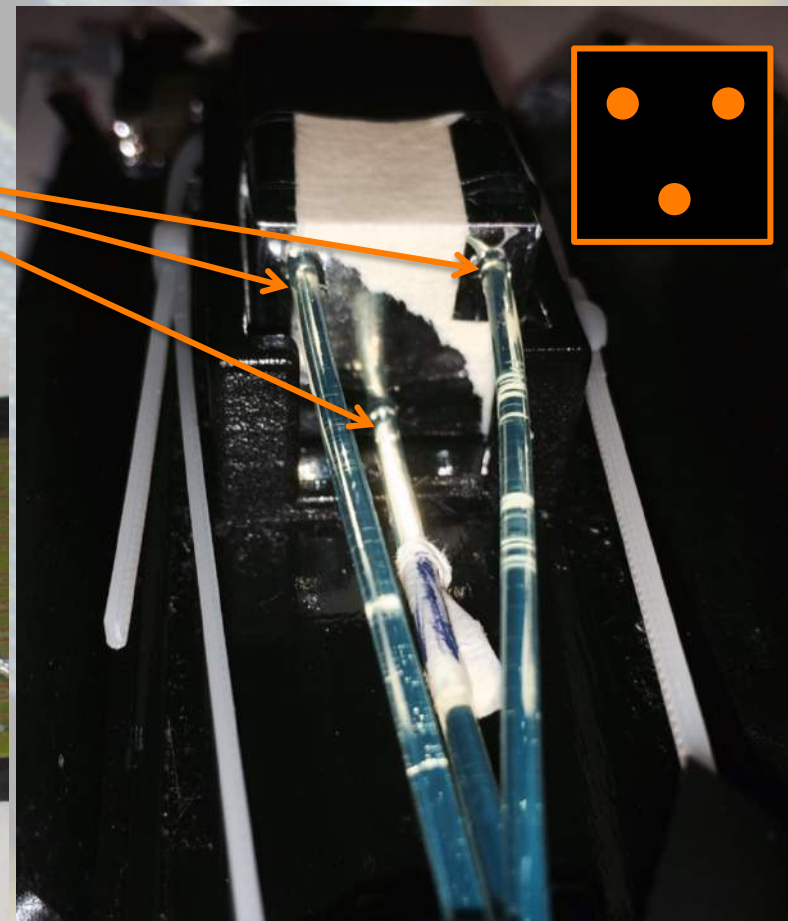
SiPM accoppiato allo scintillatore tramite fibre

Fibre plastiche WLS BCF-92 da 2 mm di diametro

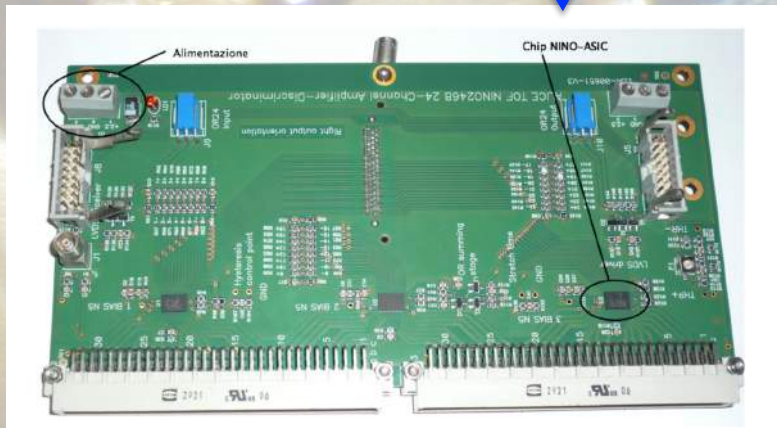
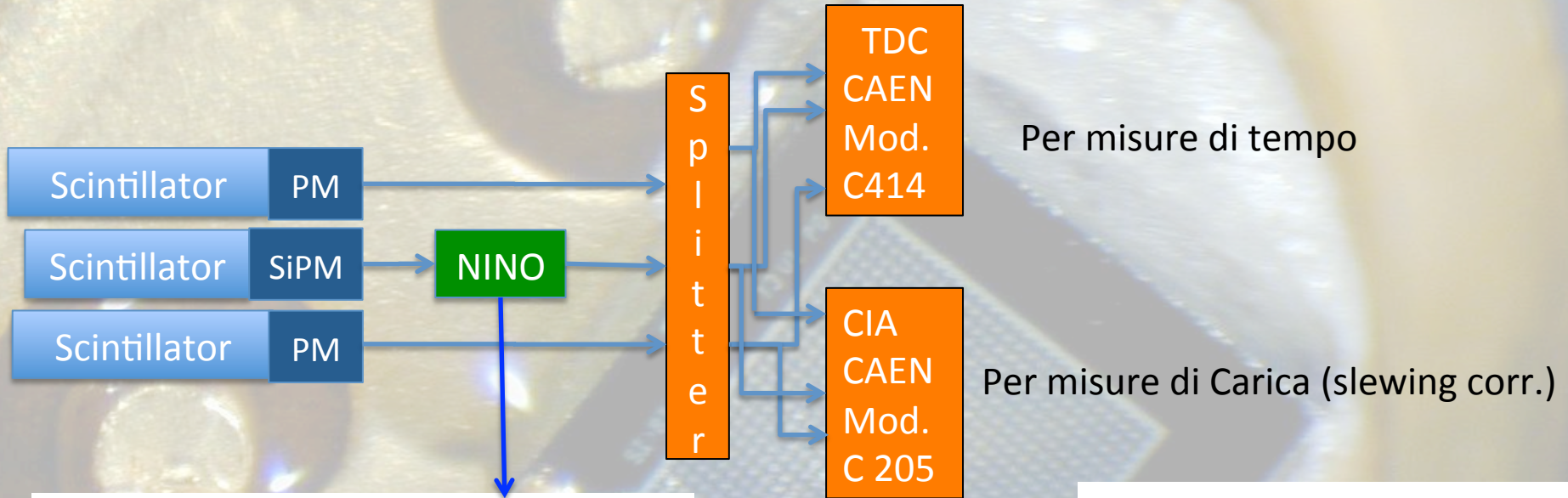
*Studio delle prestazioni con Fibre di
diversa lunghezza:*

- 10.2 cm
- 35 cm

Fori di ingresso
delle fibre nello
scintillatore

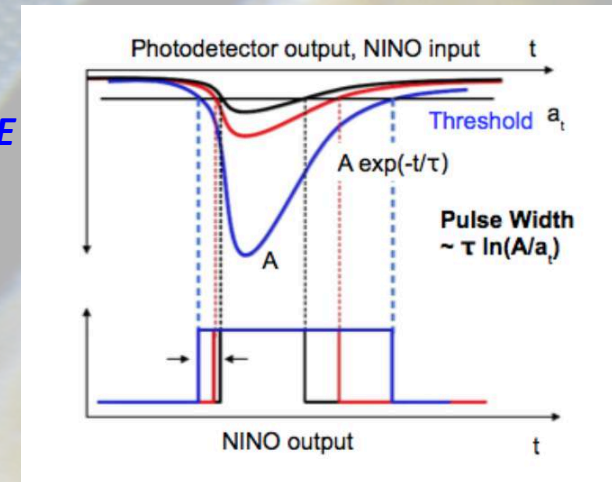


Elettronica di front end e read out: NINO ASIC & moduli CAMAC



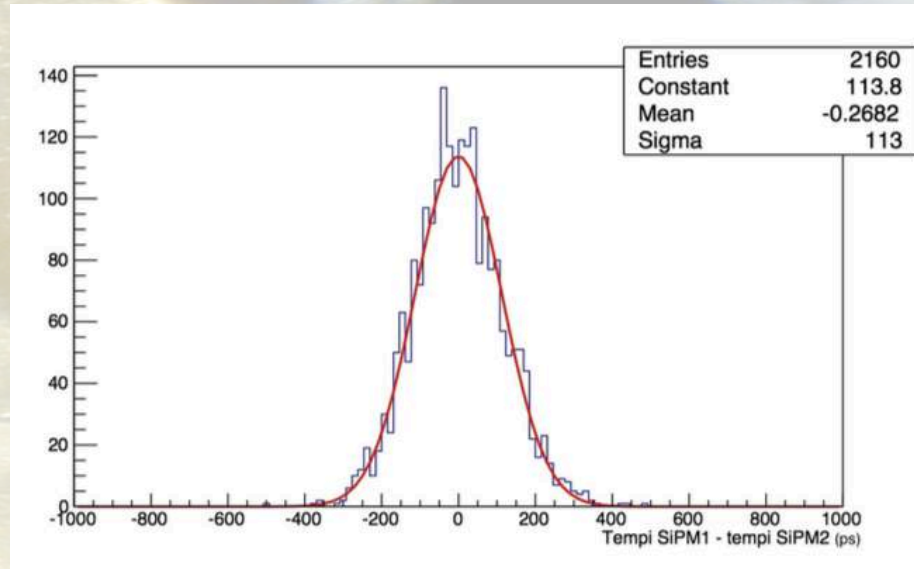
Usato per il TOF di ALICE

- **Ultrafast**
- **Basso Consumo**
- **V=2.5 V**
- **Soglia= 180 mV**



Analisi dati

- Tagli sulla carica raccolta e sui tempi dei PM per selezionare i raggi cosmici rispetto al fondo.
- E' stata calcolata la σ della differenza tra i tempi misurati dai due SiPM e corretta per effetto della carica.



Accoppiamento diretto: $\sigma_{SiPM_{contatto}} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}}$

Accoppiamento con fibre: $\sigma_{SiPM_{fibra}} = \sqrt{\sigma^2 - \sigma_{SiPM_{contatto}}^2}$

Risultati preliminari

Scintillatore Senza fibra	Accoppiamento	σ_{SiPM} (ps)
	Diretto	84 \pm2

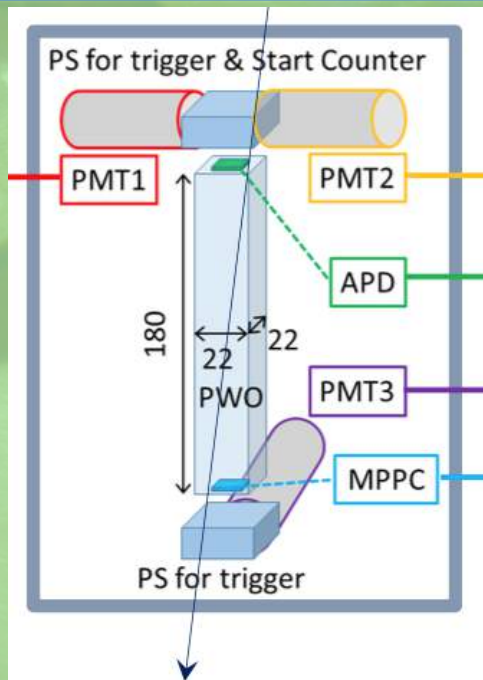
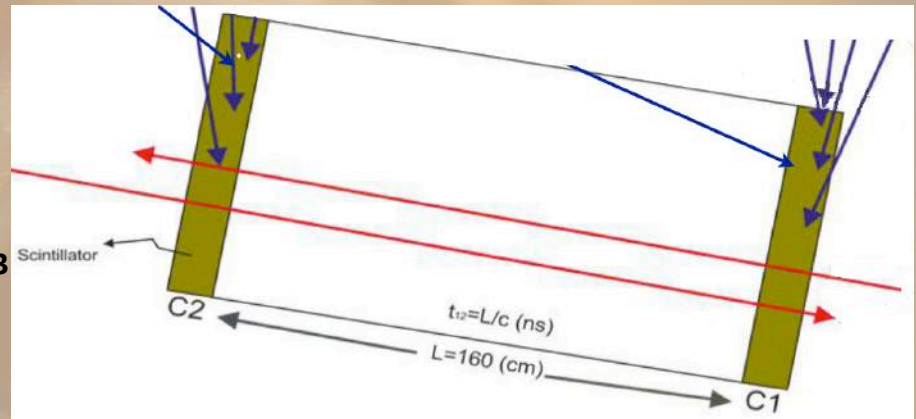
Scintillatore con fibra	Accoppiamento	σ_{SiPM} (ps)
	Fibre 10 cm	125 \pm 2
	Fibre 35 cm	139 \pm2

***Tensione di alimentazione dei SiPM di 0.5 V sopra il nominale**

Stato dell'arte

M. Iori et al., *SiPM application for a detector for UHE neutrinos tested at Sphinx Station*, 33th ICRC, 2013

Scintillatore organico (plastico) 20x20x1.4 cm³
 $\sigma = 500$ ps



K. Tarunaga et al., *Evaluation of MPPC photon sensors for the PHOS upgrade in ALICE at CERN*, ATHIC 2014

Scintillatore inorganico (cristallo) 22x22x180 cm³
 $\sigma = 500$ ps

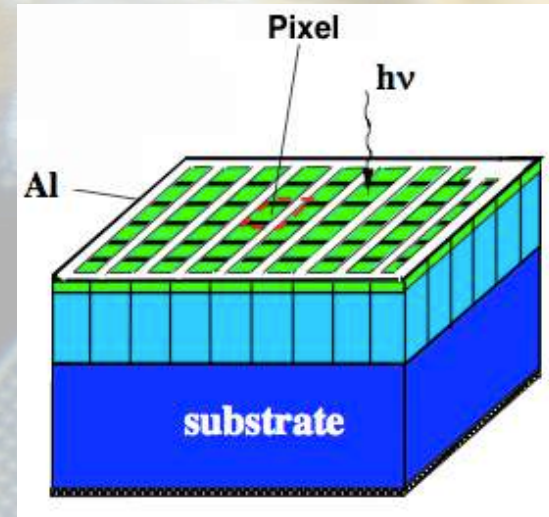
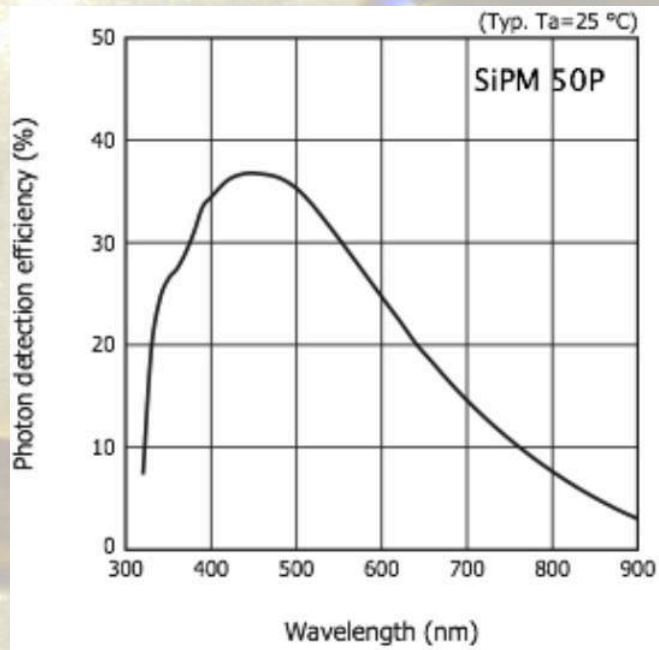
Conclusioni

- Installato un telescopio di raggi cosmici per lo studio della risoluzione temporale di SiPM
- Studiati accoppiamenti tra SiPM e scintillatore plastico sia a contatto che tramite fibre WLS
- Raggiunte risoluzioni temporali tramite fibre di **125 ps**
- Raggiunte risoluzioni temporali di **84 ps**
- I risultati ottenuti mediante misure con raggi cosmici mostrano, per quanto ci è dato sapere, una novità

A close-up photograph of a square microchip mounted on a circular, gold-colored substrate. The chip is dark with a grid of small, light-colored square features. A thin wire is bonded to the left side of the chip. The substrate has four circular indentations around the chip. The text 'BACKUP SLIDES' is overlaid in blue, bold, italicized font in the center of the image.

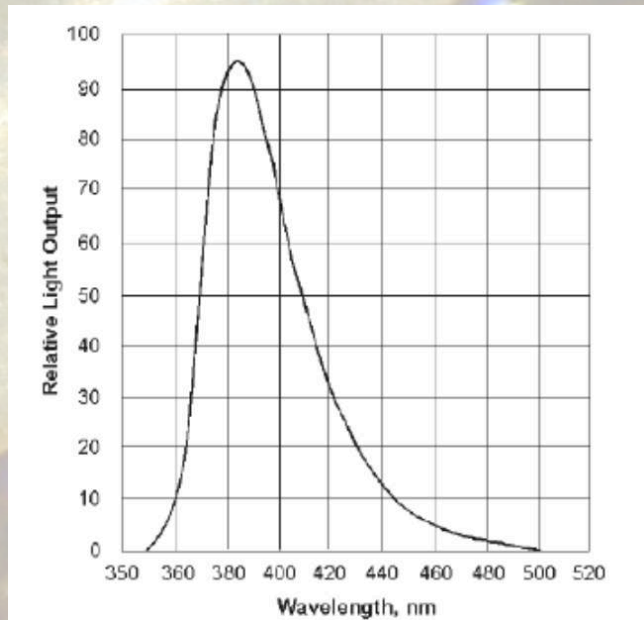
BACKUP SLIDES

SiPM S12572-050P Hamamatsu



Parametri	S12572-050P
Area effettiva	3x3 mm
Dimensione pixel	50x50 μm
Numero pixel	3600
Fill factor	62 %
Range spettrale (λ)	320-900 nm
Guadagno	$1.25 \cdot 10^6$
Risoluzione temporale (FWHM per singolo fotone)	250 ps
Tensione di lavoro consigliata (V)	67.6 ± 10.0

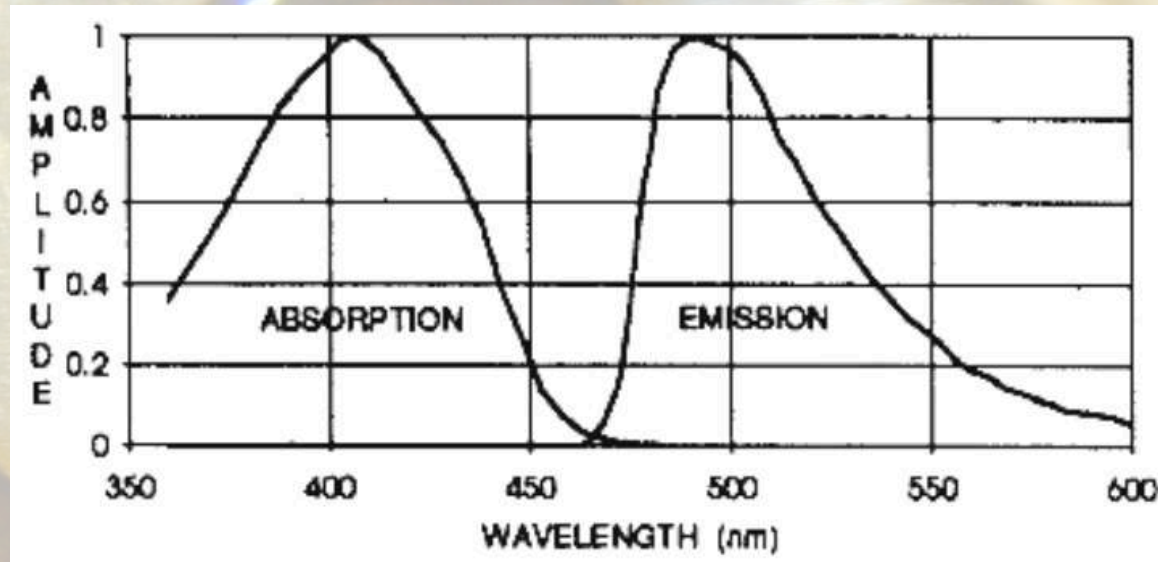
Scintillatori plastici BC-420



Gli scintillatori plastici utilizzati BC-420 (2x2x3 cm) sono stati realizzati per misure di tempo ultra fast e sono scintillatori a basso autoassorbimento.

Parametri	Valori
Base	Polyvinyltoluene
Lunghezza d'onda di massima emissione (nm)	391
Indice di rifrazione	1.58
Lunghezza di attenuazione (cm)	110
Frazione atomi, H/C	~ 1.1
Costante di tempo (ns)	1.5

Fibre plastica WLS BCF-92



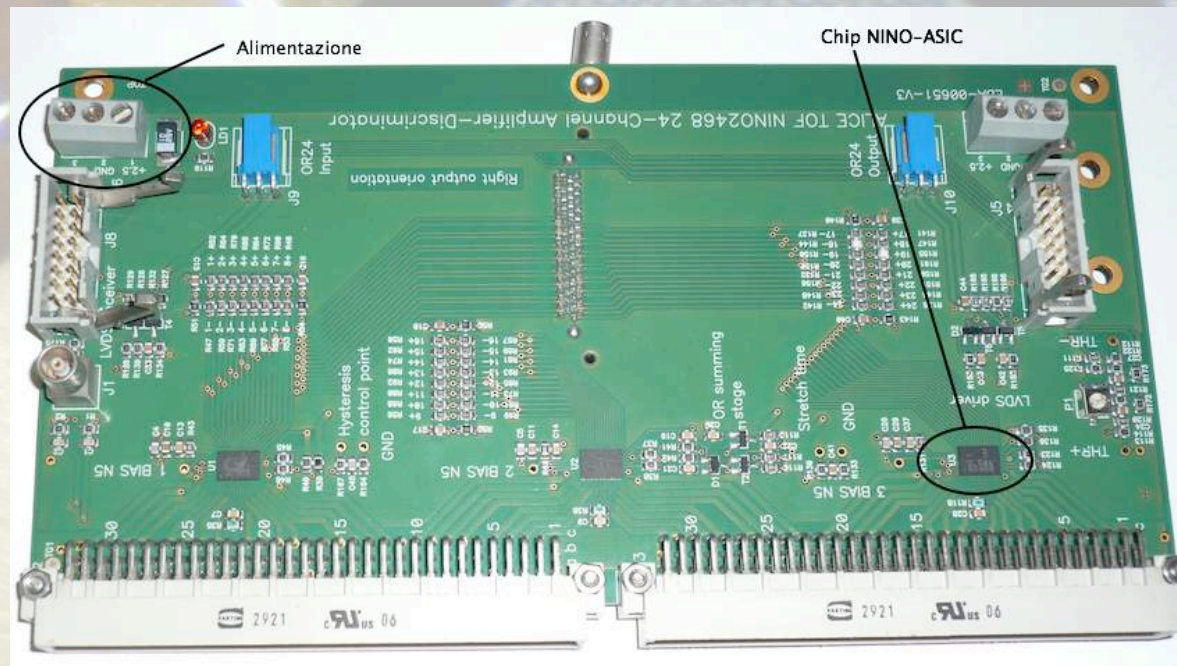
Parametri	Valori
Colore di emissione	verde
Picco di emissione (nm)	492
Tempo di decadimento (ns)	2.7
Materiale del core	polistirene
Indice di rifrazione del core	1.60
Materiale cladding	acrilico
Indice di rifrazione del cladding	1.49
No. di atomi di H per cc (core)	$4.82 \cdot 10^{22}$
No. di atomi di C per cc (core)	$4.85 \cdot 10^{22}$
No. di elettroni per cc (core)	$3.4 \cdot 10^{23}$

Le fibre plastiche WLS BCF-92 utilizzate hanno la caratteristica di spostare velocemente la lunghezza d'onda dal blu al verde.

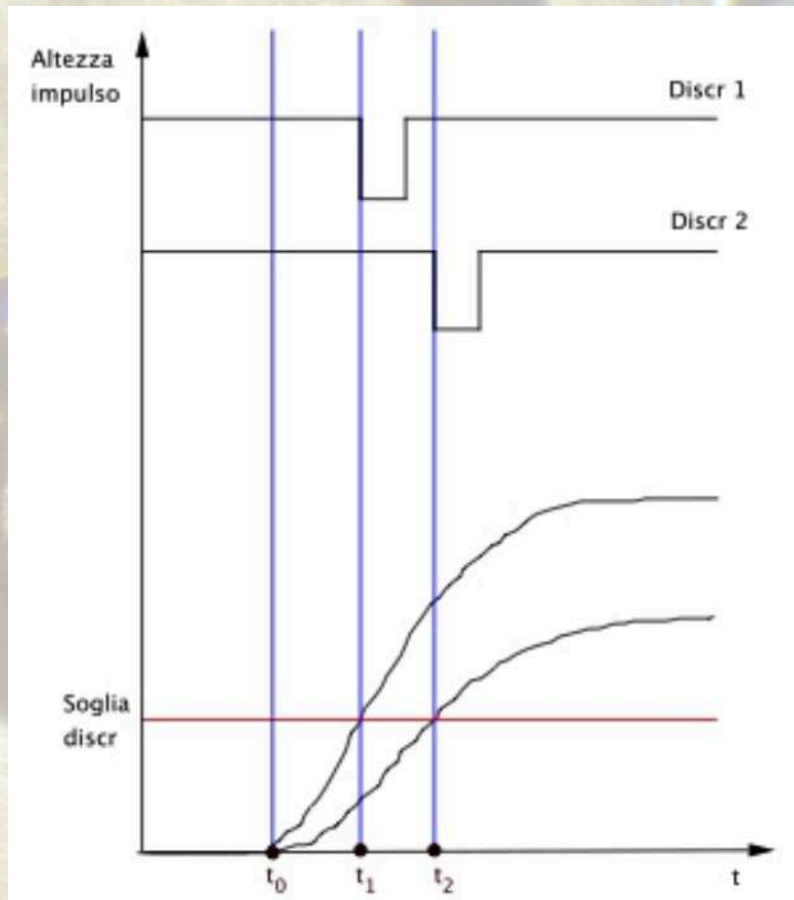
NINO

Amplificatore/discriminatore ultra veloce a basso potere dissipativo:

- Tecnologia IBM 0.25 μ m Si CMOS
- 8 canali / chip (chip: 2x4mm²)
- Input e stage successivi differenziali
- Dispositivo a bassa potenza dissipata (circa 40mW/chip)
- Jitter temporale intrinseco: 15-20 ps
- Alimentazione +2.5 V
- Output LVDS



Time Slewling



La correzione per time slewing è necessaria ed è dovuta alla trasformazione del segnale da analogico a digitale.