

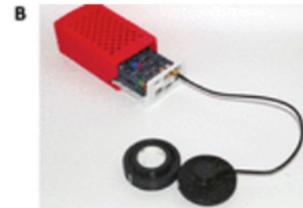


Preventivi INFN Roma Tor Vergata - 14 Luglio 2023

Resp. locale Davide Badoni - Resp. nazionale Valerio Bocci

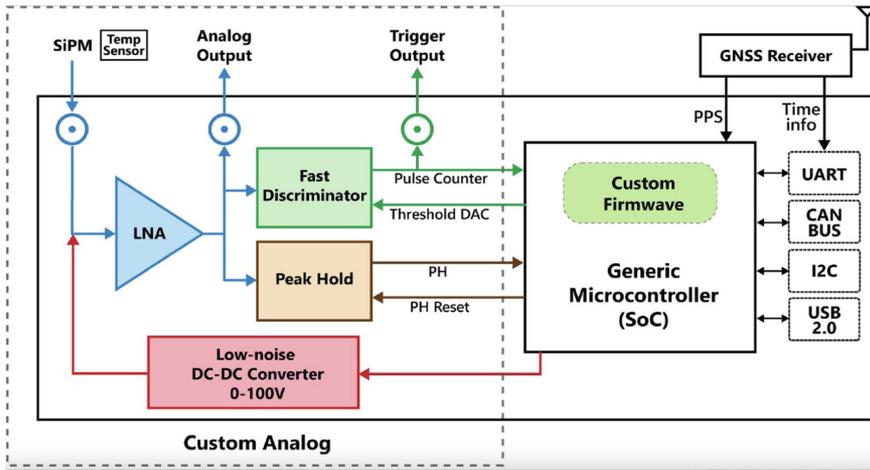
Partecipanti (Roma Tor Vergata, Roma1):

Roberto Ammendola, Davide Badoni, Valerio Bocci, Giacomo Chiodi, Marco Casolino, Francesco Iacoangeli, Laura Marcelli, Gianmaria Rebutini, Luigi Recchia, Matteo Salvato, Enzo Reali

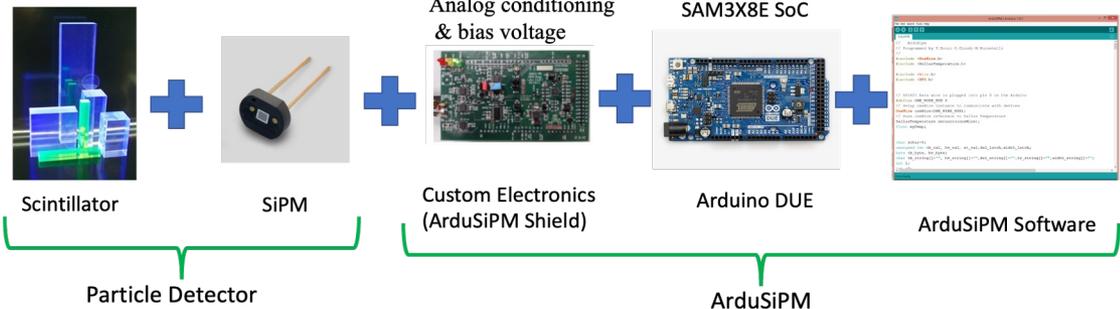


The ArduSiPM idea

Da alcuni anni, l'INFN di Roma ha sviluppato ArduSiPM, un dispositivo innovativo all-in-one che utilizza tecnologie avanzate per la precisa rilevazione dei fotoni. Questo dispositivo ha aperto nuove possibilità in vari ambiti scientifici grazie al suo costo ridotto, alta integrazione e dimensioni compatte, rendendolo adatto per dispositivi portatili e applicazioni spaziali. Attualmente, i dispositivi sono venduti in licenza tech transfer INFN per l'uso in varie applicazioni, e sono inoltre utilizzati nella rilevazione a scintillazione in test beam, nella didattica scolastica/universitaria ed in ambito della bio/chemiluminoscenza in chimica analitica.



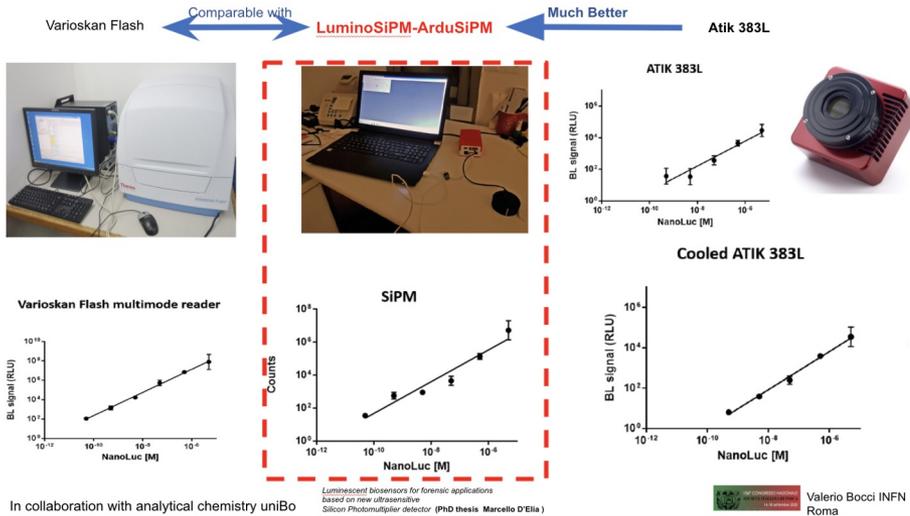
L'idea di base ed iniziale è minimizzare l'uso di componenti COTS (tipicamente analogici veloci) e sviluppare una grande parte dei dispositivi periferici all'interno del SoC, ottenendo così elettronica compatta senza sistema esterno di acquisizione dati.



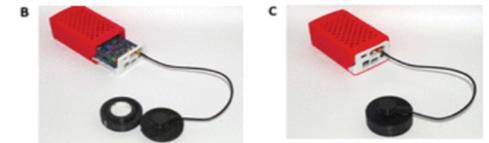
Valerio Bocci, Babar Ali, Davide Badoni, Marco Casolino, Giacomo Chiodi, Francesco Iacoangeli, Dario Kubler, Laura Marcelli, Gianmaria Rebusini, Enzo Reali, Luigi Recchia, Matteo Salvato.

ArduSiPM technology: Compact and light All-in-one detectors for space application, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, Volume 1053, 2023, 168333, ISSN 0168-9002, [doi:[10.1016/j.nima.2023.168333](https://doi.org/10.1016/j.nima.2023.168333)]

Impiego in diversi campi, che vanno dalla fisica delle particelle ad altri settori.



Chimica analitica che utilizza la chemiluminescenza e la bioluminescenza: Collaborazione con il gruppo di ricerca guidato dalla professoressa Micheli nella chimica analitica presso l'Università di Bologna che è un gruppo leader mondiale nel campo delle sonde bioluminescenti da utilizzare in strumentazione portatile.

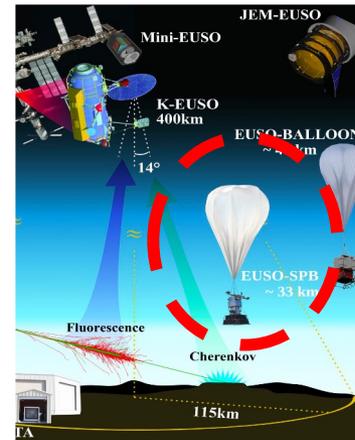


La scheda GEN2, con un fattore di forma Cubesat 1U e un peso di 42g per due canali, insieme al SoC (System-on-Chip) rad-tolerant della famiglia SAMV71, è pensata per garantire una affidabilità superiore nelle missioni spaziali



Cubesat LEO or MEO orbit

Euso SPB3



La più recente della famiglia è la scheda nano ArduSiPM GEN3, caratterizzata da dimensioni ancora più compatte e peso ridotto, rendendola adatta all'utilizzo nelle missioni dei picosatelliti



Verso GEN4

1 channel
ArduSiPM (TT 2014)

GEN1



2 x 100 mm x 50 mm

2x 55 cm²
100g/ch

1 channel
Half Cosmo
ArduSiPM (2021)

GEN2

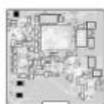


100 mm x 50 mm

50 cm²
21 g/ch

1 channel
Nano ArduSiPM
(2023)

GEN3



50 mm x 50 mm

25 cm²
10 g/ch

2 channel
LITE SPLD (2026)

GEN4



20 mm x 20 mm

4 cm²/ch
3 g/ch

La tecnologia dei rivelatori All-in-One ArduSiPM avrà numerose applicazioni in campi strategici dell'INFN come sistemi di lettura per sensori SiPM in cui i canali di lettura sono distribuiti spazialmente, ed in sistemi in cui i rivelatori compatti e leggeri sono essenziali, come applicazioni portatili e nello spazio.

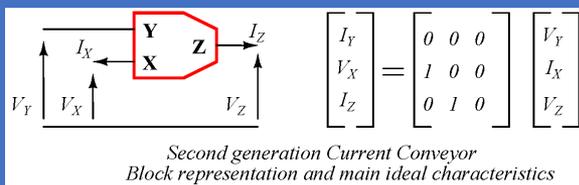
Una delle principali attività dell'unità di Tor Vergata sarà la progettazione e l'implementazione di un chip ASIC che includa tutte le funzionalità analogiche del sistema, insieme a funzionalità aggiuntive come il circuito PWM per generare la tensione di polarizzazione elevata, richiesta per il SiPM più un TDC a segmentazione.

Il chip ospiterà 2 canali indipendenti in un package delle dimensioni di 5mm x 5mm per ottimizzare lo spazio e contribuire significativamente alla riduzione complessiva della scheda GEN4 rispetto alla GEN3.

LITE – SLPD – il CHIP (1/2)

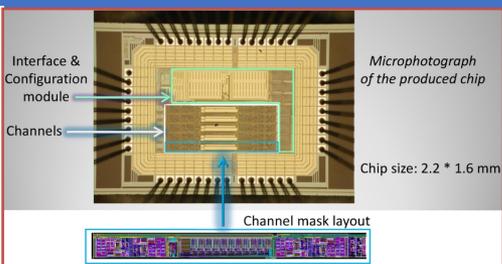
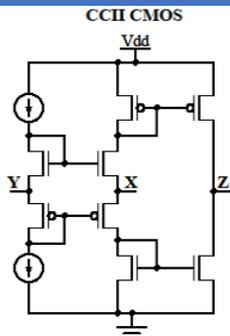
SEZIONE DI ROMA TOR VERGATA

L'idea è partire da un progetto di chip 'Front-End per MPPC' già sviluppato, che include tutte le funzionalità analogiche di GEN2 ed è ottimizzato in termini di dimensioni e numero di canali. Il chip iniziale era destinato alle applicazioni TOF e dovrà essere modificato (in modo significativo), pur mantenendo la tecnologia scelta per la convenienza economica e la conoscenza del design.



Front-End chip for MPPC in tecnologia standard CMOS 0.35 um:

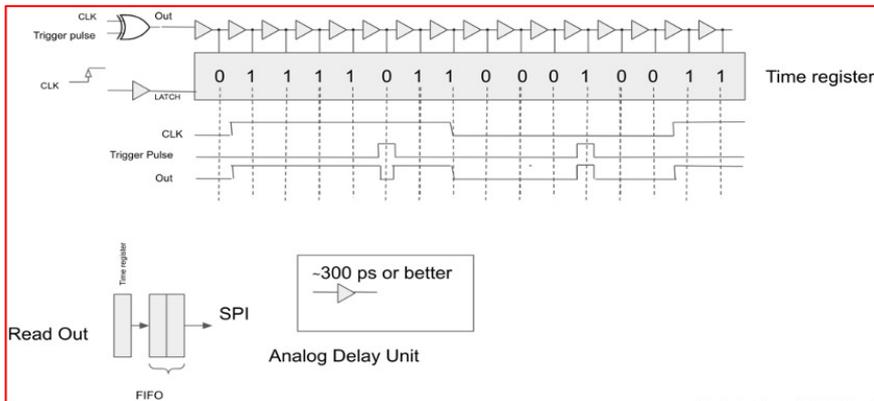
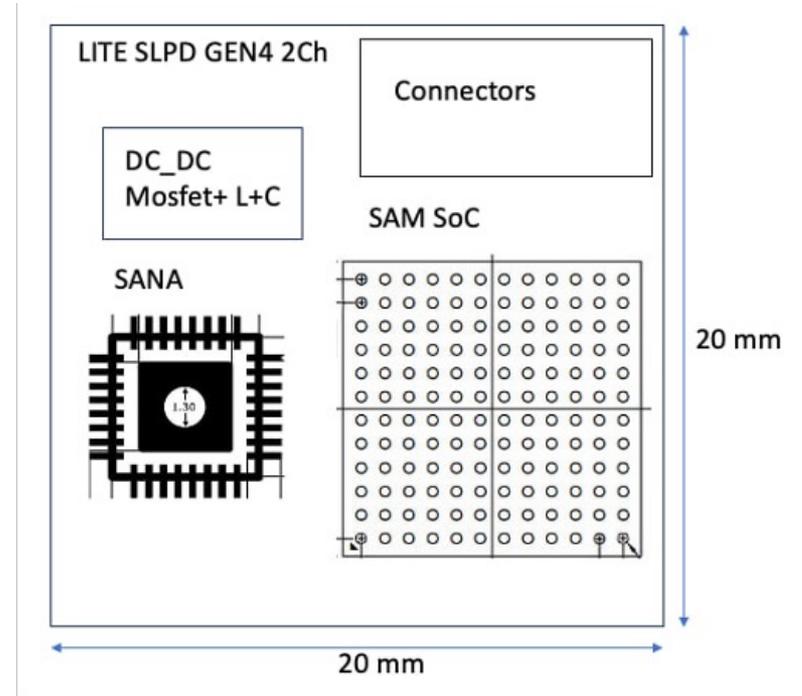
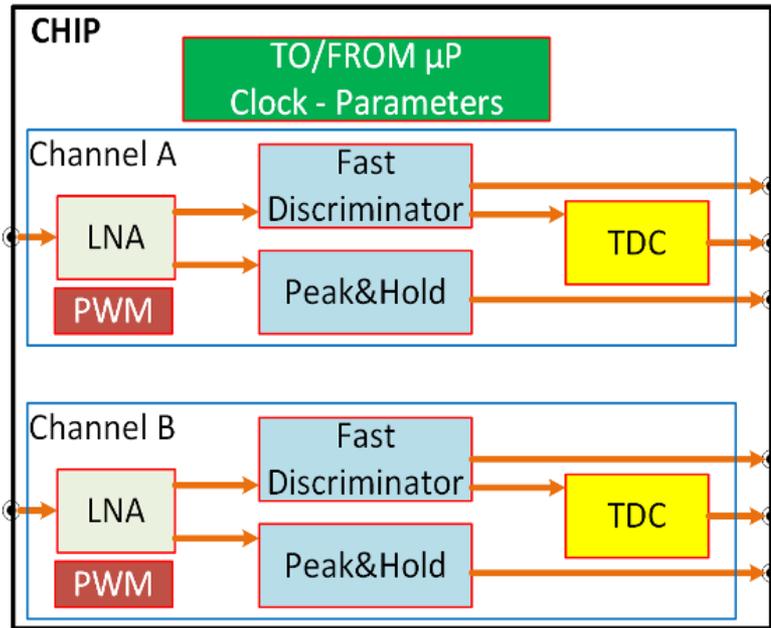
- Bassa impedenza di ingresso al fine di ridurre il tempo di ripristino il più possibile
- Tutti i segnali e le soglie sono processati nel dominio della corrente utilizzando comparatori di corrente veloci e una versione modificata dei Conveyors di Corrente di seconda generazione (CCII) basati su specchio di corrente come blocchi di costruzione per gli amplificatori.



FULL-CUSTOM

The pilot chip

LITE – SLPD – il CHIP (2/2)

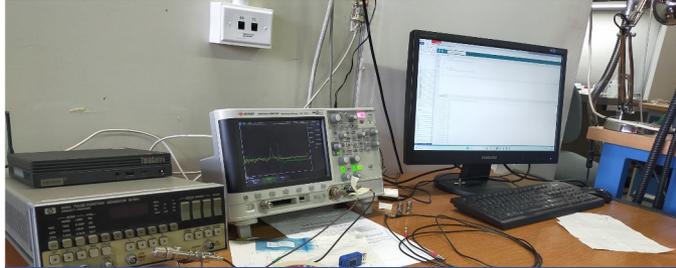


Una delle innovazioni e caratteristiche peculiari introdotte da questo chip è il TDC segmentato (Convertitore Tempo-Digitale segmentato), che consente un miglioramento della risoluzione temporale pari a una frazione del clock utilizzato.

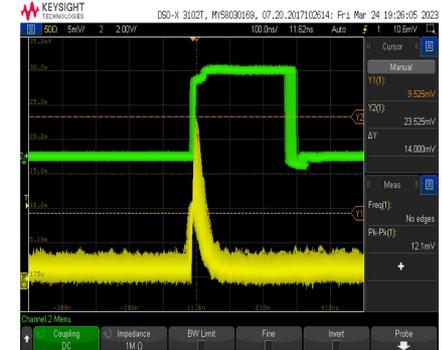
LITE – SLPD – Test Setup



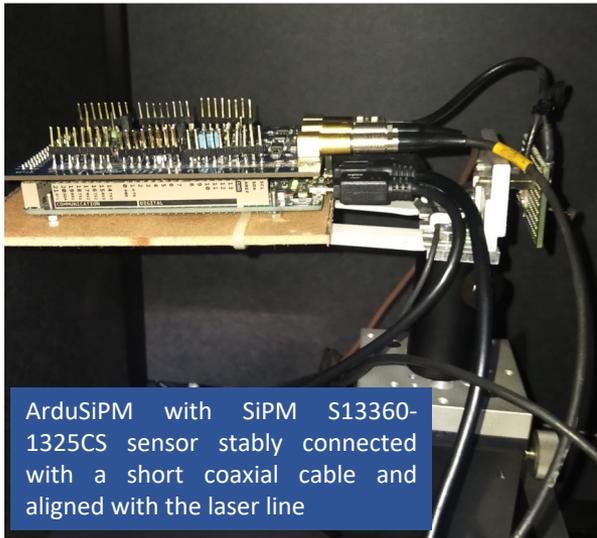
Black
Hardboard
Sliding Door
Enclosure



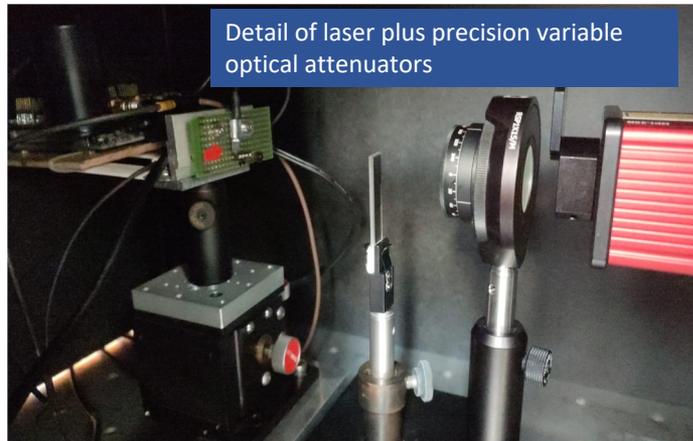
Workbench with dedicated PC,
signal generator, and oscilloscope



V_{peak} = 12 mV - The activation
threshold set at 100

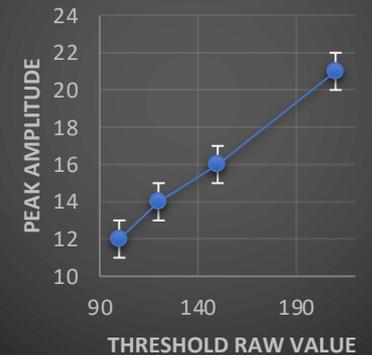


ArduSiPM with SiPM S13360-
1325CS sensor stably connected
with a short coaxial cable and
aligned with the laser line



Detail of laser plus precision variable
optical attenuators

Max threshold
vs. peak
amplitude



LITE – SLPD - Anagrafica

Ammendola	Roberto	Dipendente	Tecnologo	5	30%
Badoni	Davide	Dipendente	Tecnologo	5	60%
Casolino	Marco	Dipendente	Dirigente di Ricerca	2	20%
Marcelli	Laura	Dipendente	Ricercatore	2	20%
Reali	Enzo	Associato	Incarico di Collaborazione Tecnica	2	40%
Rebustini	Gianmaria	Dipendente	Assegno di Ricerca	2	30%
Salvato	Matteo	Associato	Scientifica Ricercatori/Professori università	5	20%

Ricercatori: 4 (0.9 FTE) - Tecnologi: 2 (0.9 FTE) - Tecnici: 1

LITE – SLPD - Richieste

CONSUMO
LICENZE
MISSIONI

Legenda

2024	
Schede prototipo GEN3	3.00
Consumabili elettronica, cavi, processori test, DPI	1.50
Board Test FESTOV	2.5
Licenze Software Calibre Chip	2.5
MISSIONI	3
Totale	12.5

2025	
Chip – Primo RUN	12.00
Consumabili elettronica, cavi, processori test, DPI	1.50
Board Test LITE-SLPD Chip	2.50
Licenze Software Calibre Chip	2.00
MISSIONI	3
Totale	21.00

2026	
Chip – Secondo RUN	12.00
Consumabili elettronica, cavi, processori test, DPI	1.50
Licenze Software Calibre Chip	2.00
MISSIONI	3
Totale	18.50

LITE – SLPD - Cronoprogramma

Periodo	Cronoprogramma	WP
Primo semestre 2024	Test nano ArduSiPM GEN3	WP_SPACE
	Studio fattibilità chip	WP_GEN4
	Test lumino ArduSiPM GEN2 su regimi bassa threshold	WP_BIO
	Sviluppo firmware nano ArduSiPM GEN3	WP_SPACE
Secondo semestre 2024	Integrazione GEN3 con sistema di volo su pallone	W_SPACE
	Lancio Pallone	WP_SPACE
	Analisi Dati Lancio	WP_SPACE
	Sviluppo firmware dedicato misure Bioluminescenza	WP_BIO
	Simulazione chip Completa	WP_GEN4
Primo Semestre 2025	Produzione prototipo chip	WP_GEN4
	Progettazione scheda test chip	WP_GEN4
	test SipM Cooled	WP_BIO
Secondo semestre 2025	Lancio Secondo Pallone	WP_SPACE
	Test Chip	WP_GEN4
	Progettazione GEN4	WP_GEN4
	Realizzazione reattore LumiArduSiPM GEN2	WP_BIO
primo semestre 2026	Produzione v2 CHIP	WP_GEN4
	Sviluppo APP LuminoArduSiPM	WP_BIO
	Preparazione Lancio GEN3 su Pilot1	WP_SPACE
Secondo semestre 2026	Lancio Pilot1	WP_SPACE
	Realizzazione board prototipo GEN4	WP_GEN4
	Analisi dati	WP_GEN4/WP_SPACE