

Peventivi 2025: Attività di Milano Statale

Massimo Lazzaroni
(on behalf of Milano-Statale group)

2024-06-21

Attività

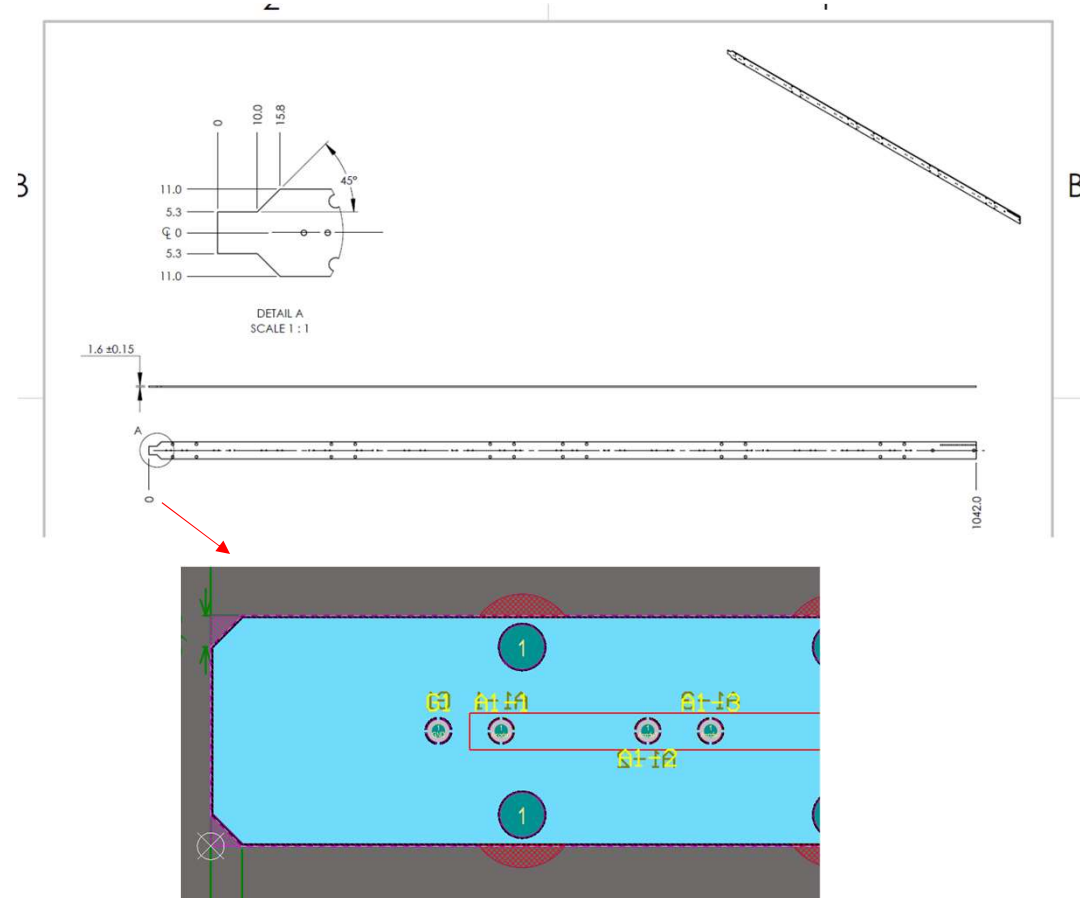
- Produzione di massa Signal Routing Board di FD1-HD
- DC-Dc converter (PoF)
- Test su componenti a temperature criogenica
- CACTUS VD

Signal Routing Board per FD-HD 1 di 2

- Necessarie modifiche.
- Primo tentativo con soluzione artigianale. Siamo rimasti in attesa del via libera (dopo check)
- Prima della produzione di massa si ritiene utile fare un ulteriore giro di prototipazione (per evitare sorprese!).
- Richiesta fondi per questa spesa nei preventivi 2024.

4 kE

- Produzione di massa nel 2024



Signal Routing Board per FD1-HD – 2 di 2

Dopo consolidamento delle modifiche (i riscontri attesi della slide precedente) è stata fatto l'ordine di un lotto «di prova»:

- 4 left
- 4 right

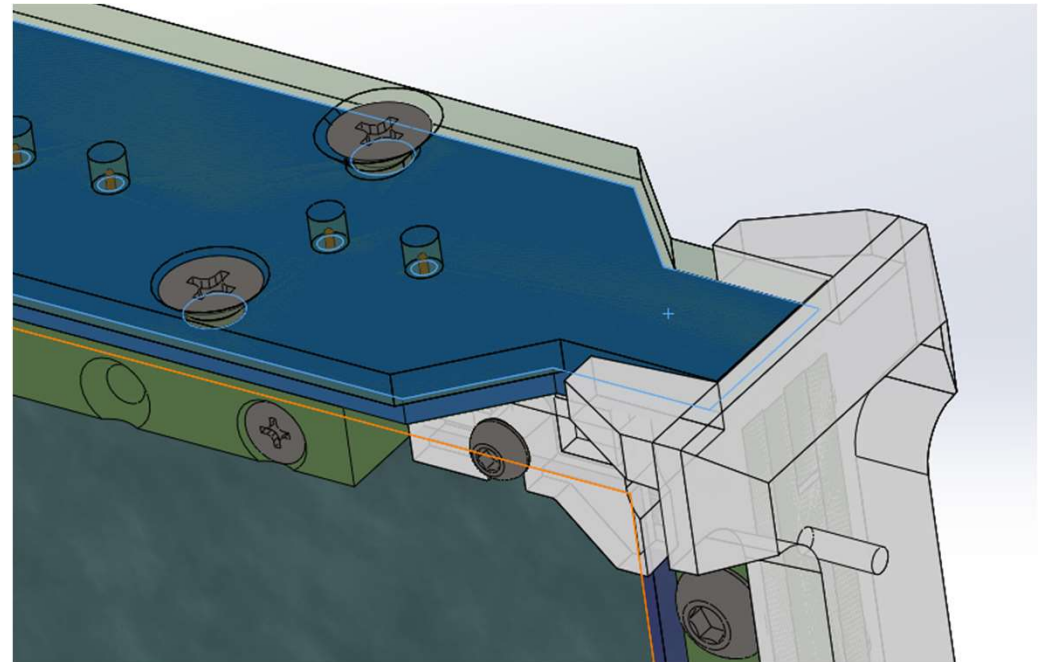
Una volta consegnate saranno inviate a David Warner per verificare la nuova shape.

Ottobre/novembre 2024 (green light da David Warner per produzione di massa) → potrebbe essere un problema per noi fare ordini a fine anno!

3000 left + 3000 right + spares

Problemi con i preventivi che salgono con il tempo con una certa disinvoltura!!!

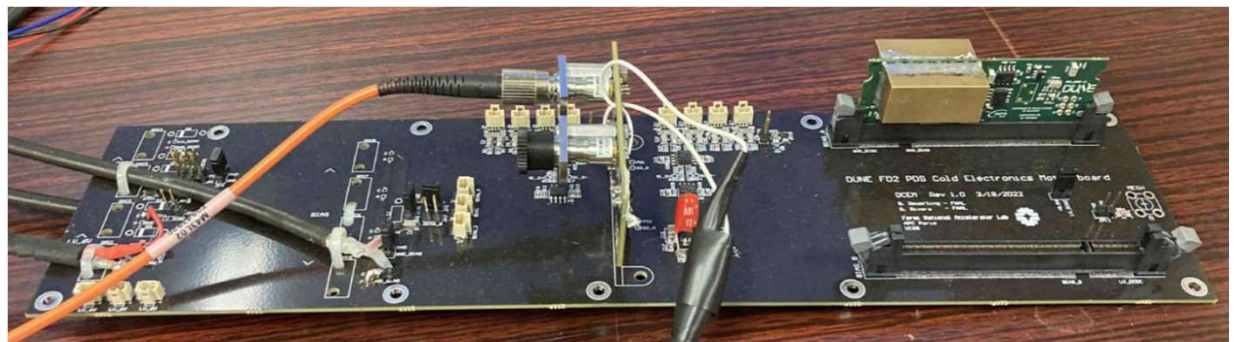
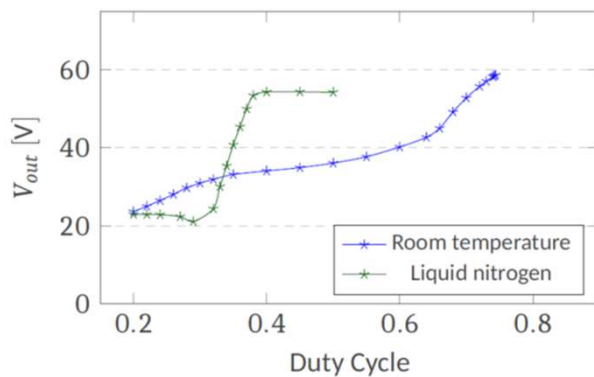
Per il momento nessuna richiesta fondi (già disponibili su 2024)



DC-DC Converter (Pof)

- Continua la ricerca sul DC-DC converter
- Realizzate le schedine «Link ottico»
- Funzionamento verificato (migliorabile ?)
- Prossimi passi: integrazione dei circuiti del link ottico sulla scheda.

Richiesti fondi (modesta) per avanzamento ricerca



Attività di test su componenti

FD2-PDS Longevity qualification and Stability test Workshop

Wednesday 7 Jun 2023, 08:00 → 16:00 US/Central
 Flavio Cavanna (Fermilab)

Registration: FD2-PDS Workshop - Longevity and Stability qualifications (40) [Register](#)

Participants:
 Ajib Paudel
Alan Prosser
Alexander Kish
Ariel Cohen
Biswaranjan Behera
Claudio Gotti
Dante Totani
David Caratelli
David Christian
David Martinez Caicedo
David Warner
Diana Leon

08:50 → 09:00 Session 1 - PD Electronics Individual Component Longevity - Stress- Stability qualification Tests (10m)

09:00 → 09:35 SoF-LaserDiode Longevity&Stress test @PAB/FNAL (35m)
 Speakers: Alan Prosser (Fermilab), Alexander Kish (Fermilab), Jaime Dawson (APC CNRS/IN2P3)
[ColdTestLongTerm...](#) [LaserDiodesTestPre...](#)

09:35 → 09:45 Rate of saturating BEAM events (for SoF/LaserDiode high pulse stress test) (10m)
 Speaker: Fra...
[saturatio...](#)

09:45 → 10:15 Capacitor r...
 Speaker: Ma...

Typical Degradation Mechanisms

Board Warpage [1]

CAPACITOR BODY AND ELECTRODES
 TERMINATION
 SOLDER FILLET
 CRACK INITIATION
 SUBSTRATE
 FORCE

HV Capacitor
 HV Capacitor are less likely to short due to cracks

- Lower coefficient of thermal expansion
- Thinner geometrics are desirable

Most cracks happen close to the contacts resulting in capacitance change and noise

Cracks that cross both electrodes can short the capacitor

If warping happens while the component is active it can short it as it decreases its dielectric strength

- <https://indico.fnal.gov/event/60034/contributions/268380/attachments/167818/224211/CapacitorsWorkshop.pdf>

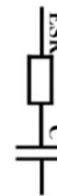
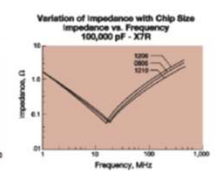
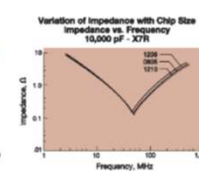
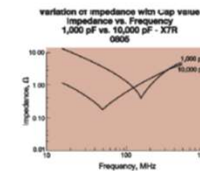
Typical Degradation Mechanisms

Type 2 capacitors

- Extreme increase of ESR capacitors can lead to failure due to heating caused by current or voltage spikes
- Current spikes with a duration of less than 1 μ s might cause rather significant increase in the temperature of small elements due to adiabatic conditions of heating, at which all energy generated in the element goes to increase its temperature proportional to the square of the current amplitude [7].

Capacitance and ESR measurements at 300 K, 77 K and 4 K normalized to 100 nF at 300 K

Capacitor type	Measured capacitance (100 nF at 300 K)		F \ T	Measured ESR		
	77 K	4 K		300 K	77 K	4 K
X7R ceramic	21.3 nF	3.4 nF	1 kHz	76 Ω	574 Ω	5.6 M Ω
			10 kHz	1.5 Ω	64 Ω	400 k Ω
			100 kHz	0.3 Ω	7.6 Ω	62 k Ω
NPO ceramic (NPO-COG-COR)	100.2 nF	99.7 nF	1 kHz	2.1 Ω	2 Ω	3 Ω
			10 kHz	0.3 Ω	0.4 Ω	0.1 Ω
			100 kHz	0.2 Ω	0.02 Ω	0.05 Ω



Goal

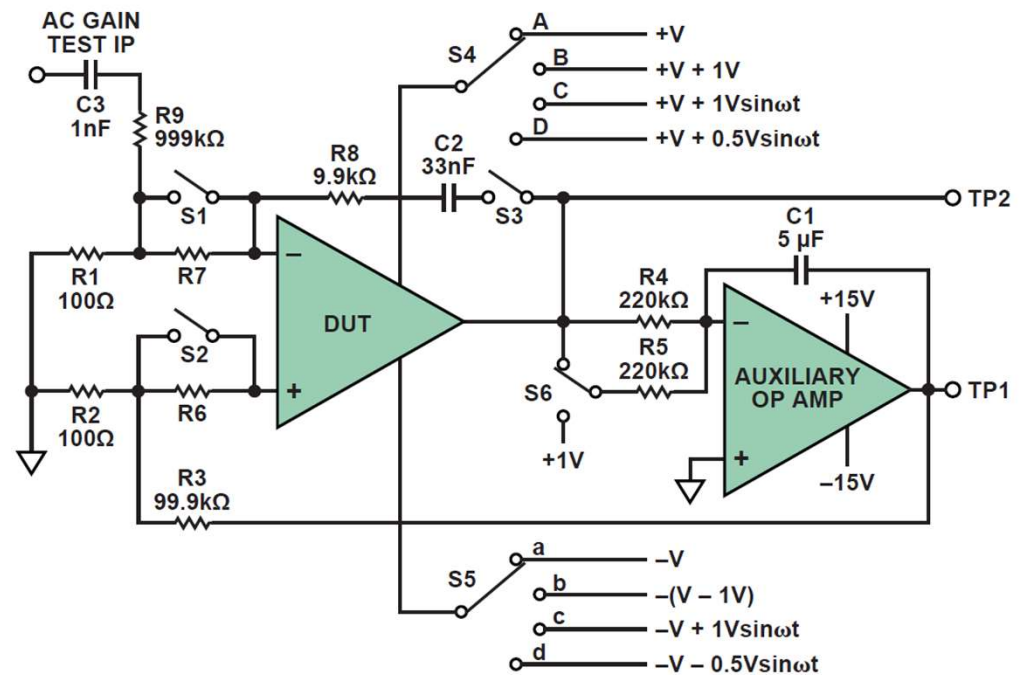
- Caratterizzazione dei differenti component, attivi e passive, su un ampio range di temperature (da temeratura criogenica sino a temperatura ambiente).
- Allo scopo di identificare un ampio set di componenti da poter essere utilizzati per la realizzazine di power converters in grado di lavorare a temperature criogeniche.

È stata approntata una lista di dispositivi non ancora caratterizzati in modo soddisfacente in letteratura:

- OpAmps (alcuni già acquistati e testati, altri solo acquistati)
- Transistor
- Induttori
- Condensatori

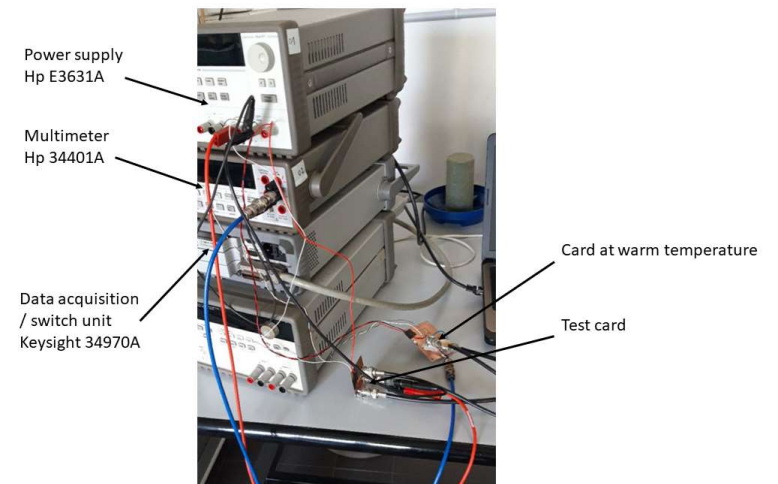
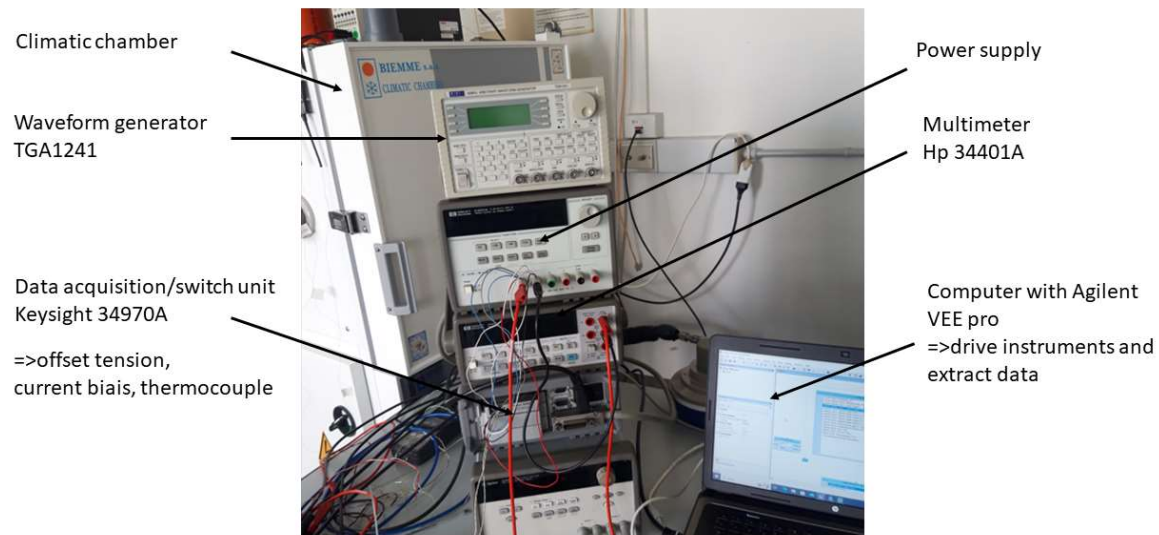
Revised characterization circuit

- OpAmp characterization for cyogenics:
 - Input offset voltage;**
 - Bias current**
 - PSRR**
 - Quiescent current**
- General circuit for all Op Amp parameters extraction
- OpAmps as DUT:
 - MCP6291
 - MCP6N11
 - LMV321
 - TLC271
 - AD8293

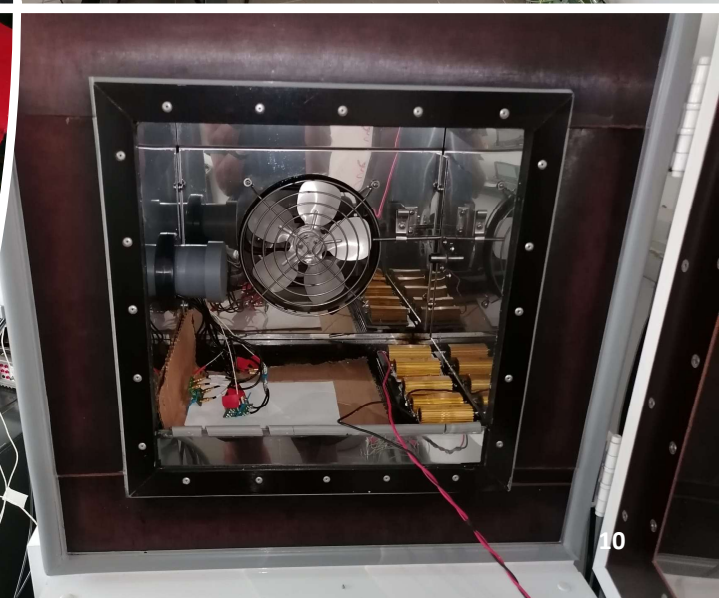
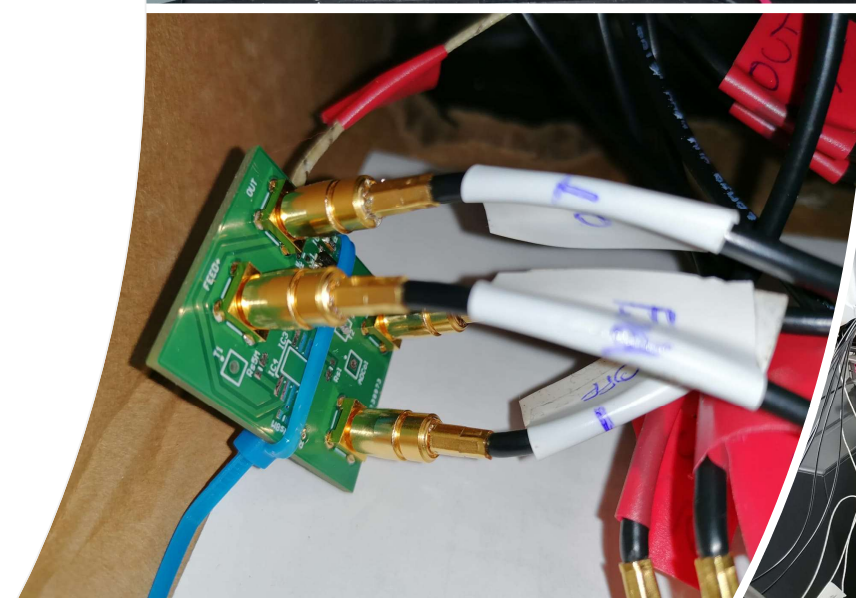
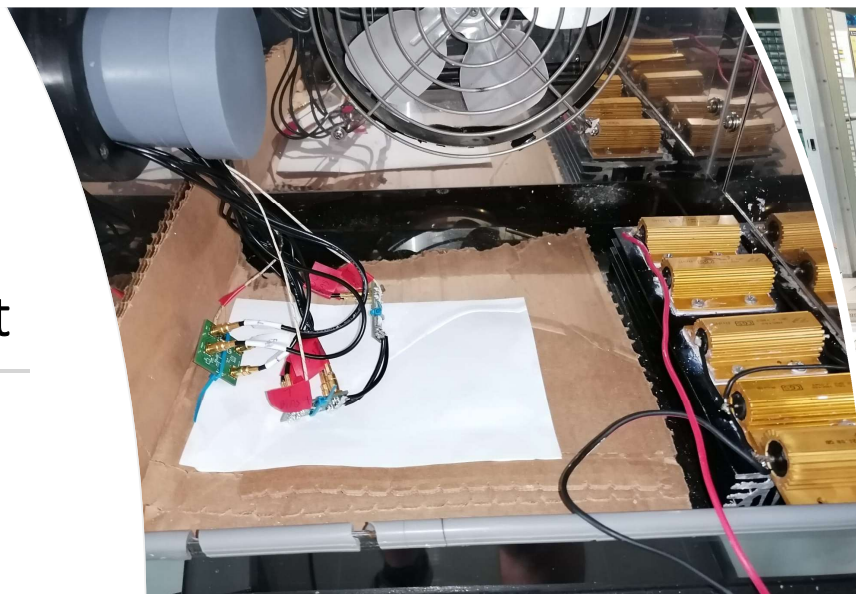


Characterization testbed

- Auxiliary Op Amp at room temperature
- DUT in climate chamber with LN₂ injection

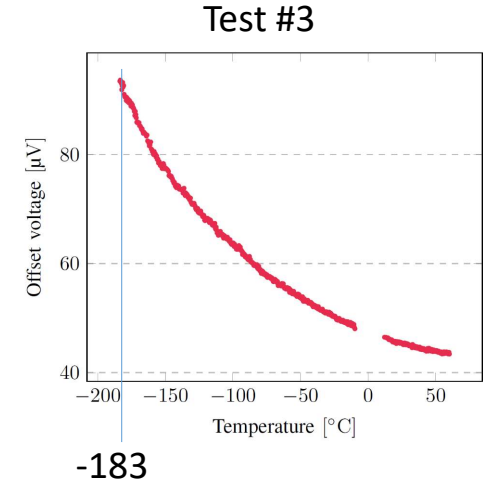
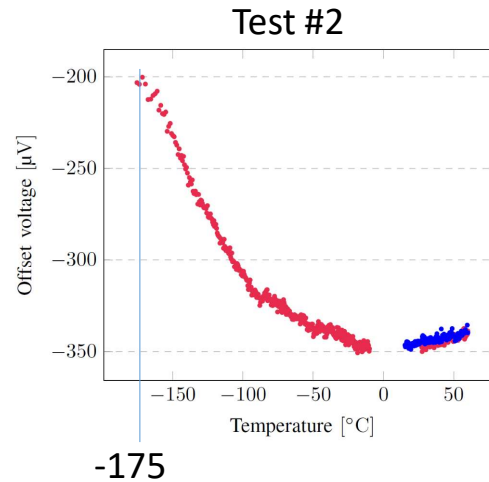
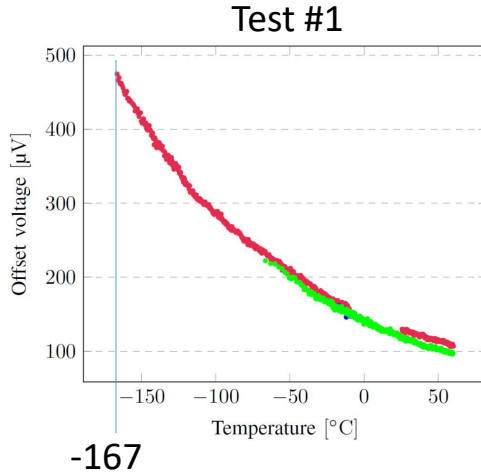


Alcune fasi del test



Primi risultati – Già presentati

Un esempio - Offset voltage per **OPAMP LMV321** in climatic chamber cooled with liquid N₂



temperature coefficient of input offset voltage consistent with the average one given in the datasheet

- Different behaviors and values changing the circuit: which one is good?
- Good repeatability with the same circuit and sample
- The minimum temperature is not always the same

Primi risultati – Già presentati

Grafici test OpAmp n.1 LMV321

Grafici test OpAmp n.2 LMV321

Grafici test OpAmp n.3 LMV321

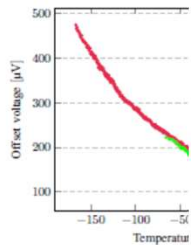


Fig. 1: Offset Voltage OpAmp LMV321 n.1, from -167 °C to 60.8 °C.

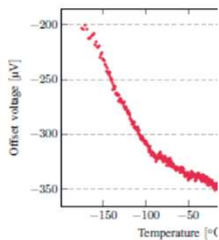


Fig. 1: Offset Voltage OpAmp LMV321 n.2, from -167 °C to 60.1 °C.

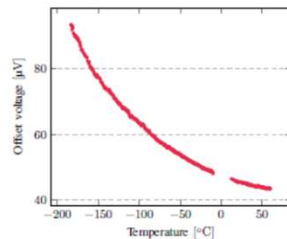


Fig. 1: Offset Voltage OpAmp LMV321 n.3, from -183.6 °C to 60.1 °C.

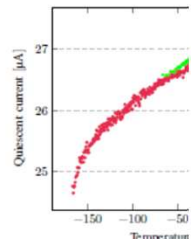


Fig. 2: Quiescent current with Vout LMV321 n.1, from -167 °C to 60.1 °C.

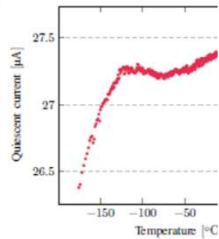


Fig. 2: Quiescent current with Vout equal to 0 V, OpAmp LMV321 n.2, from -167 °C to 60.1 °C.

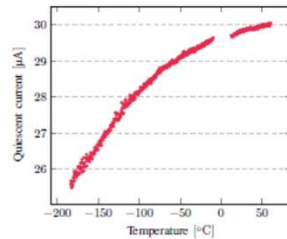


Fig. 2: Quiescent current with Vout equal to 0 V, OpAmp LMV321 n.3, from -183.6 °C to 60.1 °C.

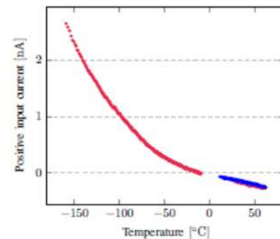


Fig. 3: Positive input current OpAmp LMV321 n.3, from -159.3 °C to 61.5 °C.

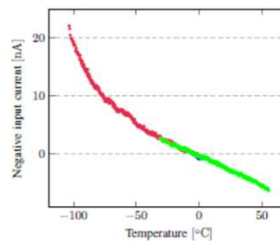


Fig. 4: Negative input current OpAmp LMV321 n.3, from -103.5 °C to 55.3 °C.

- Test OP AMP LMV 321
- 3 esemplari
- Offset Voltage
- Quiescent current with Vout equal to 0 V.
- Positive input current
- Negative input current
- Range Temperature misurate: -184 °C - 60 °C.

Sviluppi futuri

- Warm test board with Auxiliary OpAmp at 300 K → Fatto (2024)
- Cold test board in climate chamber with LMV321 → Test iniziati (2024 – 2025)

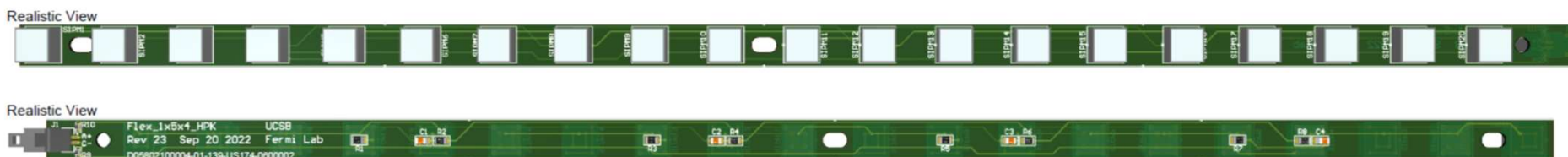
Issues:

- É emersa la necessità di rivisitare il PCB usato per i test (richieste per 2024 - fatto)
- Per avere risultati significativi dal punto di vista statistico è necessario parallelizzare i test → PCB in grado di alloggiare molti campioni per test simulatnei → in fase di realizzazione (2024)
- High-rate multiplexer per data acquisition → Richiesta di finanziamento 2024 → Acquisto fatto: sistema in funzione

Richiesta fondi per continuazione attività di caratterizzazione componenti (prevalentemente su 2025 spese di materiale di consumo: PCB e componenti)

CACTU VD

- The expected production for FD2-VD is 107520 SiPM mounted in flexi of 20 SiPM each (the device to be tested is the board denoted as “flexes”, not the single SiPM)

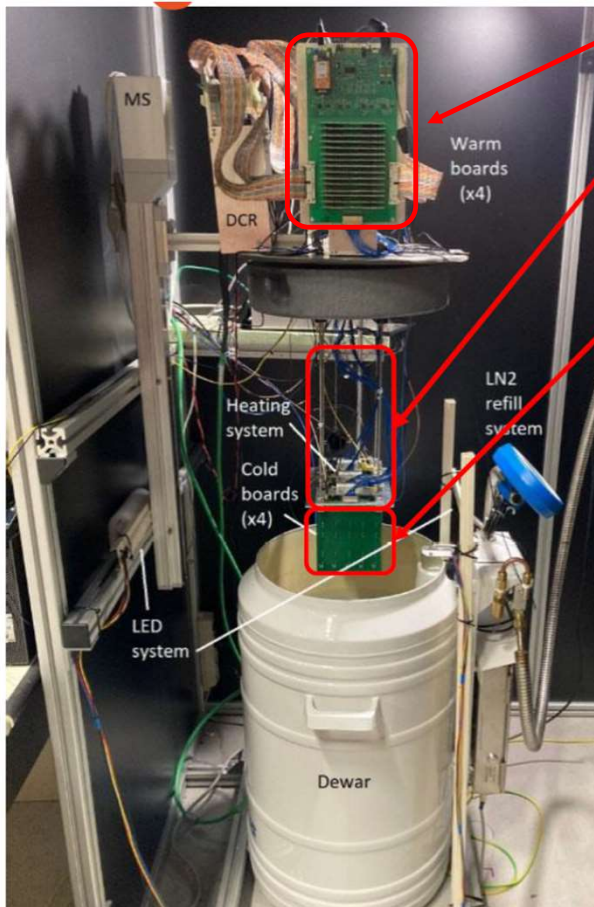


- That is 5376 flexes plus approximately 5% of spares (269 flexes)
- Therefore, it is reasonable to think of a number close to 5800 flex
- We rounded up generously because in our opinion there are always preliminary tests on pre-series to be done and some waste to predict worst case
- HD situation (for a comparison): to get an idea of the present situation, and to be able to make a comparison, the FD1-HD situation is as follows: 288000 SIPMs are installed in boards of 6 SiPM each, for a total of 48000 "SIPM boards". Also in this case, approximately 5% of spares must be added to these values (total of 300000 SiPMs to be tested for HD)

Quanti CACUTS VD?

- For the VD, 2 CACTUS VC could be the best choice
 - we are over 3000 flexes per station to test (yet another rounding up)
- It is important to provide 2 stations even if the work could be probably carried out by a single facility
- A malfunction could block the tests for a long time without a second facility (possible delay)
- **Pros @2 facility:**
 - greater testing speed
 - greater resilience in the presence of failures
- **Cons @2 facility:**
 - higher costs
 - two sites are needed

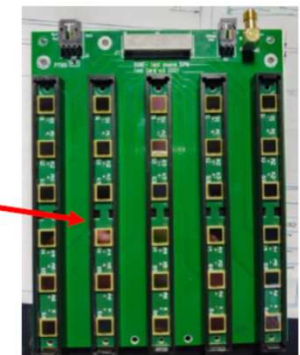
Progettazione - 1



Ferrara ha verificato e le schede dovrebbero essere riutilizzate con semplici modifiche al valore di alcuni resistor (variazione di BoM)

La parte di sostegno dell'elettronica che va a lavorare a freddo deve essere sicuramente rivista completamente.

Le schede che attualmente alloggianno le SiPM board per HD sono da riprogettare e produrre



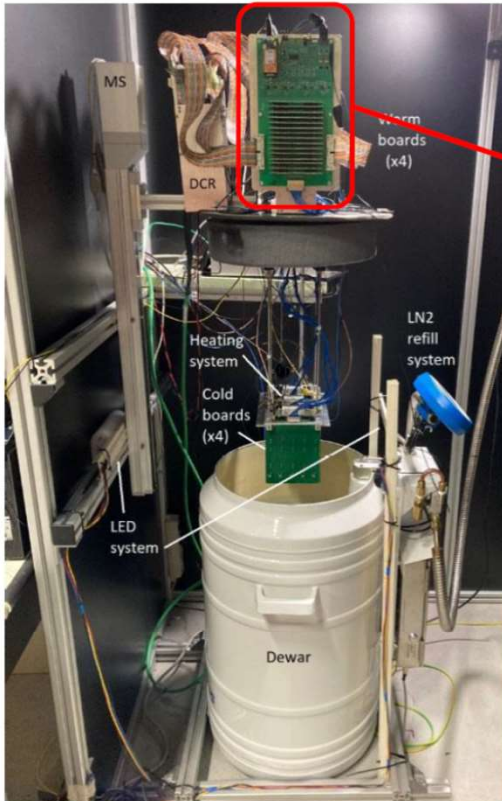
Actual version

Licenze Altium ???
→ Da lunedì (forse) si riparte con 13 licenze

Progettazione - 2

CACTUS → 20 schede SiPM per ogni run

CACTUS VD → 30 Schede Flexes per ogni run (proposta, da valutare)



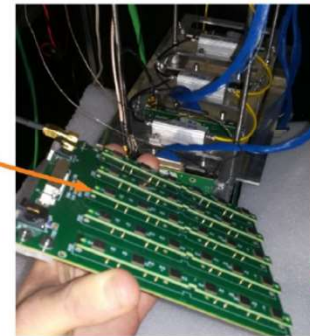
Cactus electronic

Motherboards + front-end cards:

- 4 motherboards;
- 15 front-end cards/motherboard;
- 120 independent channels;
- Current measure/digitalization;
- Signals acquisition;
- Supply power.

Cold boards:

- 4 boards;
- 5 arrays/board;
- 120 SiPM;
- Temperature monitor;
- Bias voltage.



Motherboards & cold cards



Presentation of Marco Guaresi

Progettazione - 3

Molte parti possono rimanere invariate (solo costo)

Purtroppo non si prevede di poter utilizzare le parti attualmente installate nei CACTUS perché la progettazione e costruzione di CACTUS inizierà prima della dismissione degli attuali CACTUS (forse per il secondo esemplare, se previsto)



Software



Il Software, realizzato in LabView, sarà riutilizzabile in larga parte.

Sono da prevedere ore/uomo per adattarlo alla nuova situazione.

Licenze Labview ???

Tempistiche della fase di test (a grandi linee)

- Calcoli basati sulla esperienza maturate a Milano Bicocca
 - 2 cicli di misura al giorno (mattina e pomeriggio) – 20 SiPM boards
 - I tes attuali sono probabilmente più time consuming perchè è possibile accedere al singolo SiPM → Ciò non è possibile sulle Flex
 - Tuttavia, proprio perchè il singolo SiPM non è accessibile, stiamo valutando una procedura di test per verificare (semi-manuale o automatica) per verificare che il singolo SiPM stia lavorando propriamente (ongoing → pevisione costi difficile “a forfait”)
 - Da un semplice e rudimentale calcolo abbiamo stimato circa 130 giorni per completare i test
 - Considerando gli arrotondaenti fatti (test da rifare ... capita, spare parts, test preliminari etc...) arriviamo a considerare 150 giorni (su una singola stazione o su due?)
 - Se decidiamo di farne due allora la ripartizione non sarà comunque uguale in quanto il secondo esemplare sarà pronto in un secondo momento
 - I numeri dicono che forse il second esemplare non è strettamente necessario → cosa accade in presenza di un guasto (tempi per individuare il guasto, ordinare il pezzo...)
 - Nei preventivi non è presente nessuna richiesta di manodopera aggiuntiva (2025 + Bicocca).
-
- Richiesta fondi 2025

Richieste 2025: Missioni (in kE)

1 USA x 2 persone 5k 1 CERN x 2 persone 4k 1 Valencia x 2 persone 3k	12
TURNI al CERN per presa dati protoDUNE: N 2 turni x 2 persone x 5 giorni (presentazione di Francesco)	4
TURNI Test Power Over Fiber al CERN N 2 turni x 2 persone x 3 giorni (anche SJ)	3
Conferenze	5
In caso di attivazione dei turni di presa dati in presenza per l'esperimento ICARUS, si richiede la copertura per la permanenza al laboratorio per il periodo di turno. Si richiede di coprire due settimane per una persona, considerando che al momento – all'anno - si fanno 3 turni per persona da remoto, per un totale di 12 giorni/anno. Attività portata avanti da Andrea Zani (da discutere con Andrea)	4 SJ
Partecipazione Meeting DUNE Italia 2025 (2 persone)	1
Missioni Italia per test (da Milano a Parma e viceversa)	2
	27 (+ 4 SJ)

Richieste 2025: Apparati e altri cons.(in kE)

PoF (produzione versione 4 con integrazione link ottico e nuovo connettore)	6
Materiale di consumo	2
Azoto per test Criogenici al LASA	3
CACTUS VD	38
Totale	49

Anticipata richiesta di spazi ai direttori INFN e Dipartimento

Richieste 2025: Inventario (in kE)

Attrezzatura per l'approntamento di un laboratorio per la verifica dell'affidabilità delle schede elettroniche (temperatura criogenica, stress, vibrazioni, stress meccanici dovuti alla bassa temperatura e/o cicli termici, etc...).	4
Waveform generator - 33622A	10
Totale	14

Preventivi 2025 Milano Totali

Missioni	27 (+ 4 SJ)
Apparati	49
Altri consum. (PoF, Azoto, materiale di consumo)	11
Inventario	14
Totale	101 (+ 4 SJ)

Il gruppo

Mauro Citterio, Paolo Cova, Nicola Delmonte, Danilo Santoro, Marco Bassani, Massimo Lazzaroni, Stefano Riboldi, Andrea Zani, Davide D'Angelo, Valeria Trabattoni

3,4 FTE

Conclusioni

Milano chiede quindi finanziamenti su:

- Missioni
- Apparati (CACTUS)
- Consumabili (DC-DC PoF, test componenti)
- Inventariabili

Grazie per l'attenzione