



F. Gatti - CdS - 6 jun 2015

outline

- Ho-163 production and purification
- Metal Target, Separation and Implantation
- Detector Development
- Cryogenic set-up
- Microwave Multiplexing

Ho-163 Production

Stato

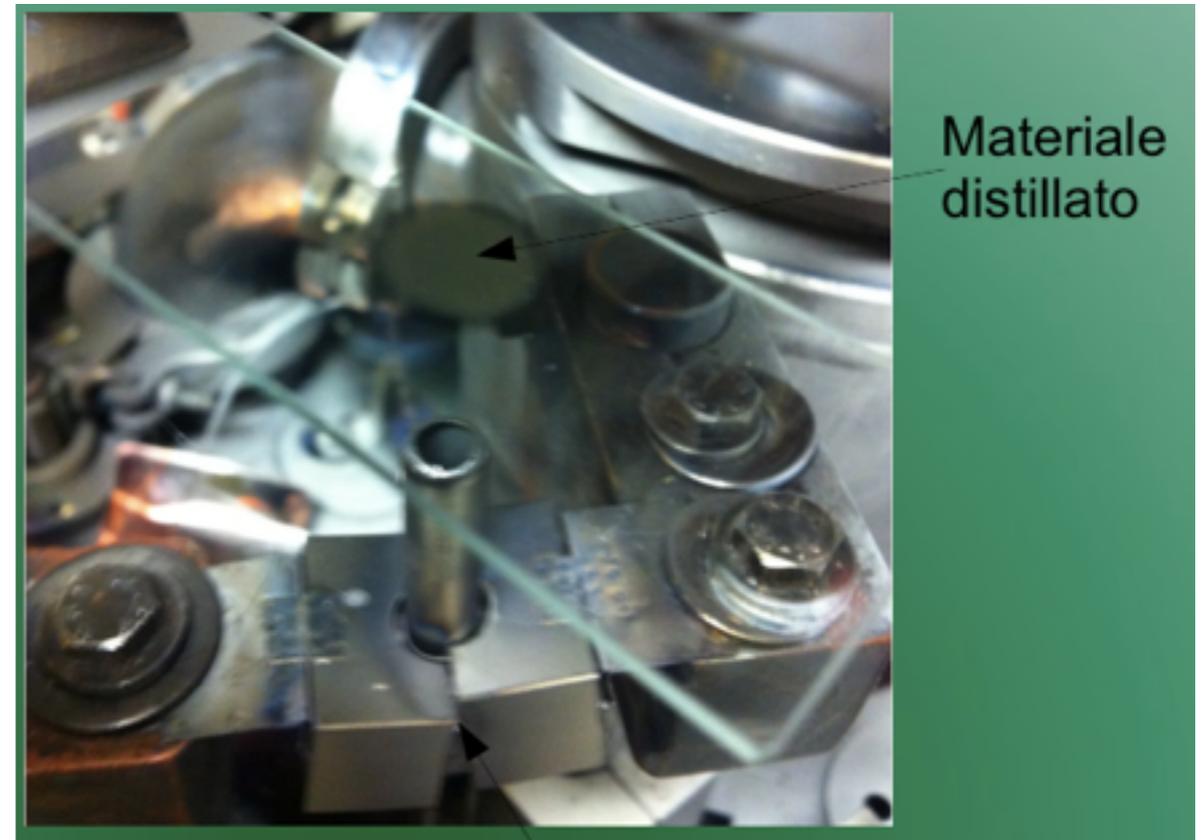
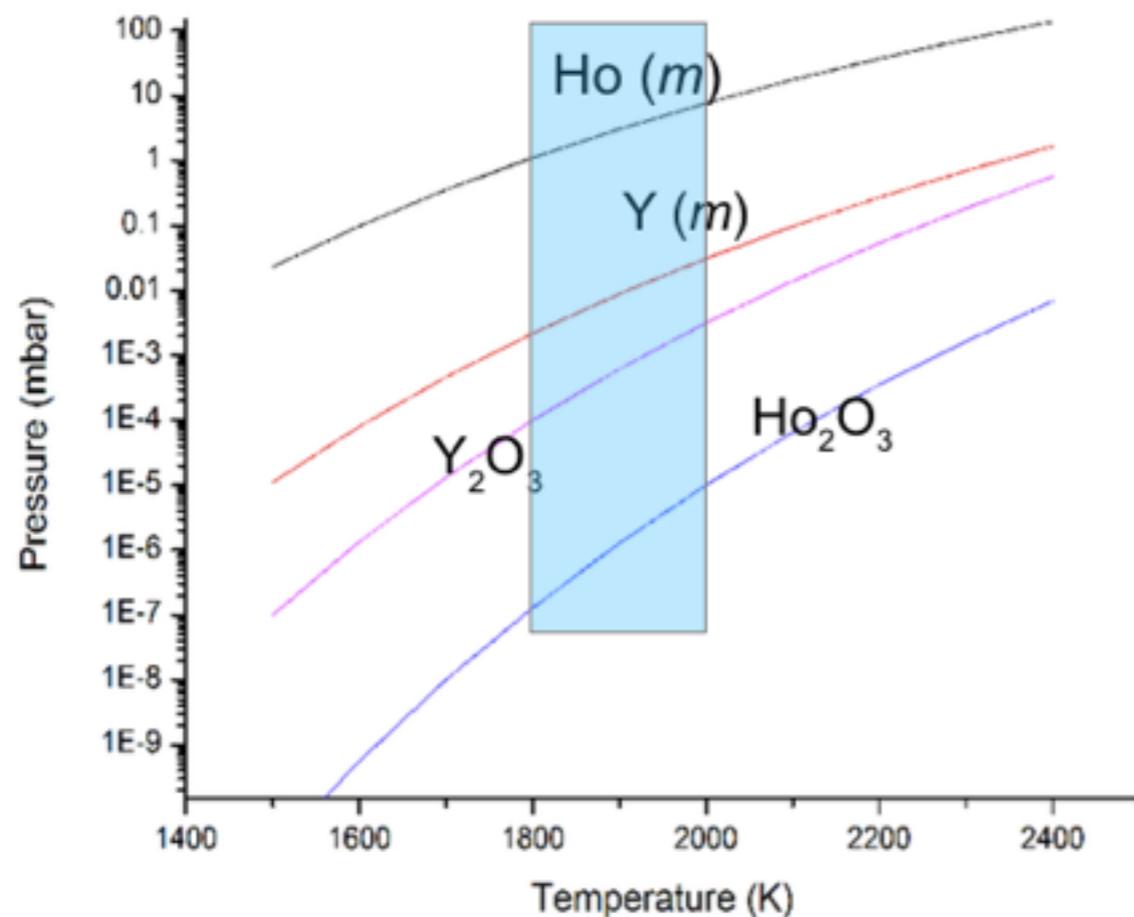
- Prima del progetto sono stati fatti 2 produzioni presso il reattore del CFNUL Lisbona e Presso ILL.
- Si era mostrata la produzione dell'Ho-163 tramite ICPMS ma con elevati fondi di isotopi a media e lunga vita.
- Instaurata una collaborazione con PSI per la purificazione (pre) e post-attivazione (Gruppo del Dr. Maria D. Shumann) esperti in estrazione di isotopi da fuel di reattori.
- Collaborazione con ILL (Dr. Ulli Koster) per l'attivazione neutroni
- Il primo campione, prodotto con pre e post purificazione al PSI risalente ad un irraggiamento a ILL iniziato prima del progetto e' in delivery (attività residua di Ho-166m: 6.3KBq, attesi 10MBq di Ho-163(?))
- Il secondo campione e' stato stato purificato al PSI, ora a ILL.
- Le abbondanze isotopiche e le impurezze sono monitorate grazie al gruppo di chimica del LNGS con misure ICPMS e assorbimento atomico.

Prossime attività

- Studio dei dati per definire la sezione d'urto di produzione e di burning del Ho-163
- Aumentare l'abbondanza isotopica del Er-162 dal 30% al 40-50% del prodotto primario.
- Verifica sperimentale su un set di prototipi di rivelatori.

Metal target di Ho

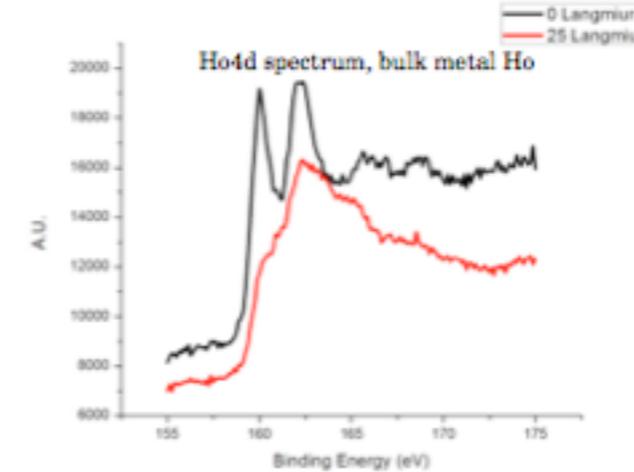
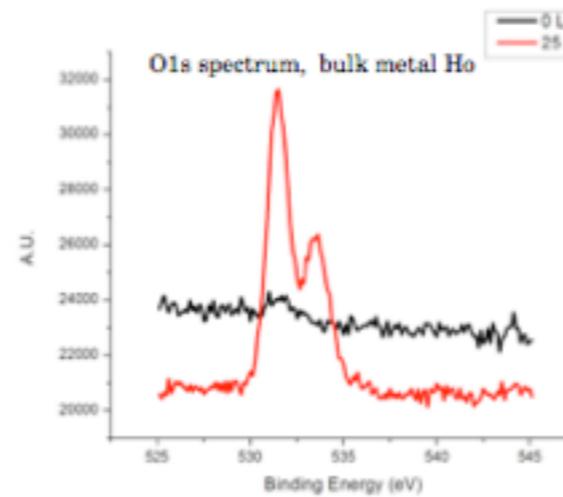
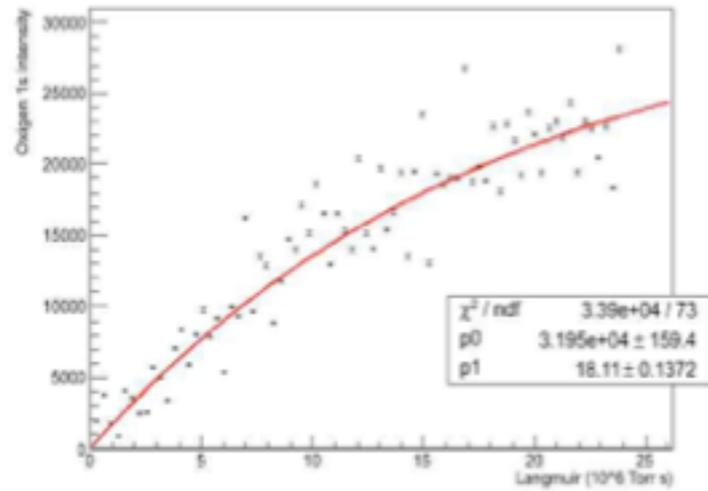
- Er-162 viene acquistato come ossido e trattato come tale o come cloruro
- E' necessario passare alla forma metallica per non avere nel rivelatore composti chimici differenti che possono fare produrre differenti valori di Q da shift chimico.
- Realizzato un processo di riduzione a metallo e distillazione



Chemical analysis

Distillation must be done in high vacuum system otherwise the holmium vapor oxidize before condensing to the target. In order to measure the oxidation rate of a fresh holmium metal film we have monitored the growth of the oxide on metal surface in XPS UHV system.

Holmium surface oxidation in oxygen partial pressure of 10^{-9} Torr

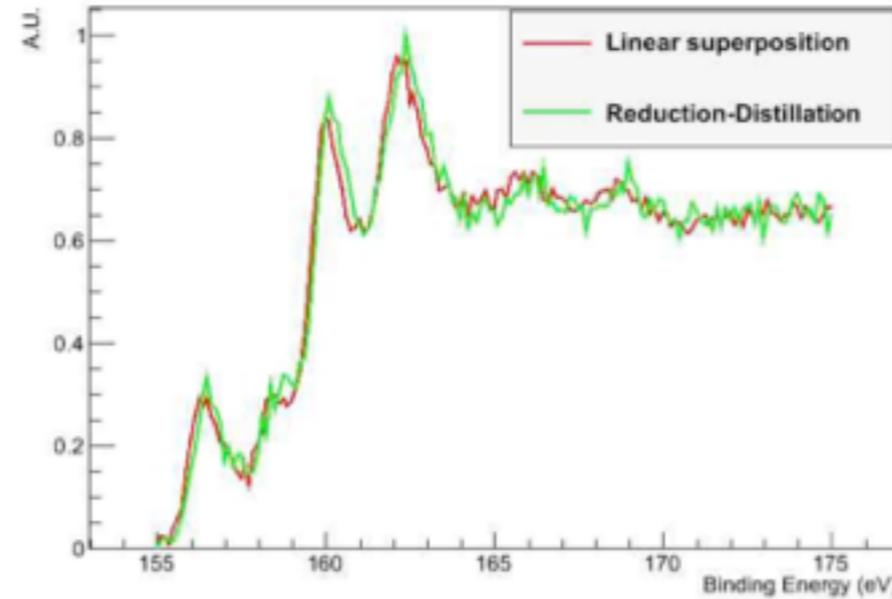
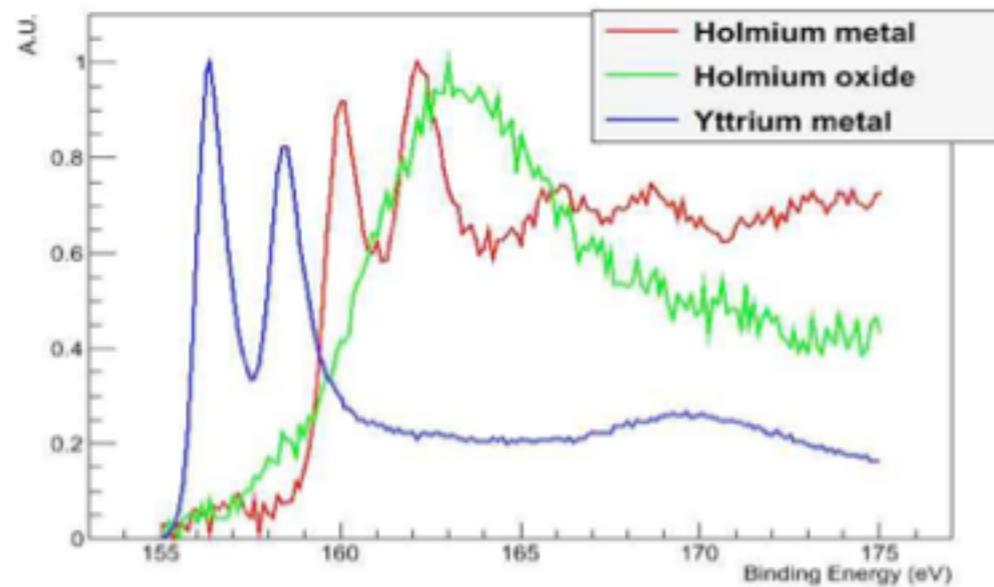


Data Analysis

Reference spectra of:

- pure bulk yttrium metal
- pure bulk holmium metal
- pure powder holmium oxide

XPS Analysis of a holmium film produced with the reduction-distillation method. The spectrum is fitted with superimposition of the 3 reference spectra $y=ax_1+bx_2+cx_3$, where x_1 is Ho metal bulk, x_2 is Y metal bulk and x_3 is Ho_2O_3 .

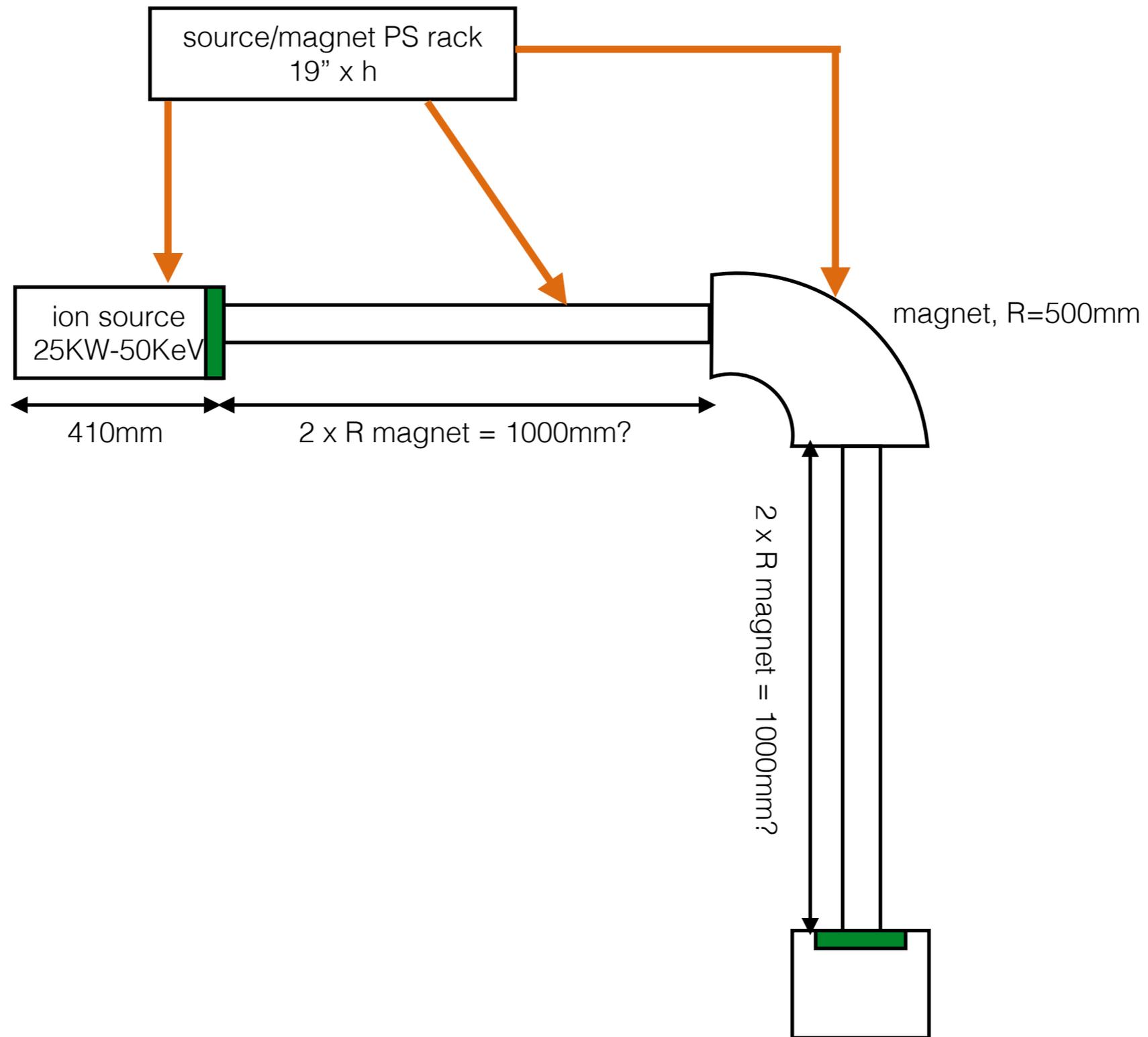


Metal target di Ho

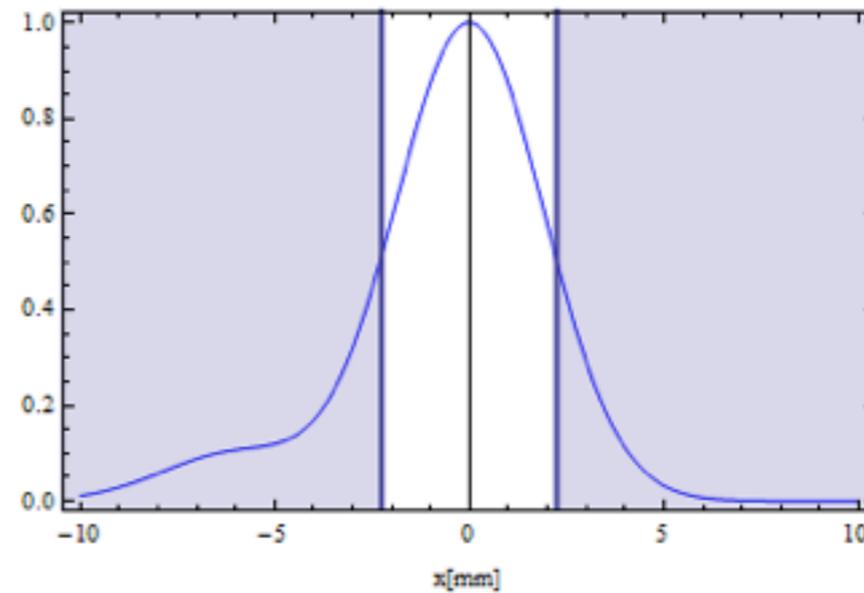
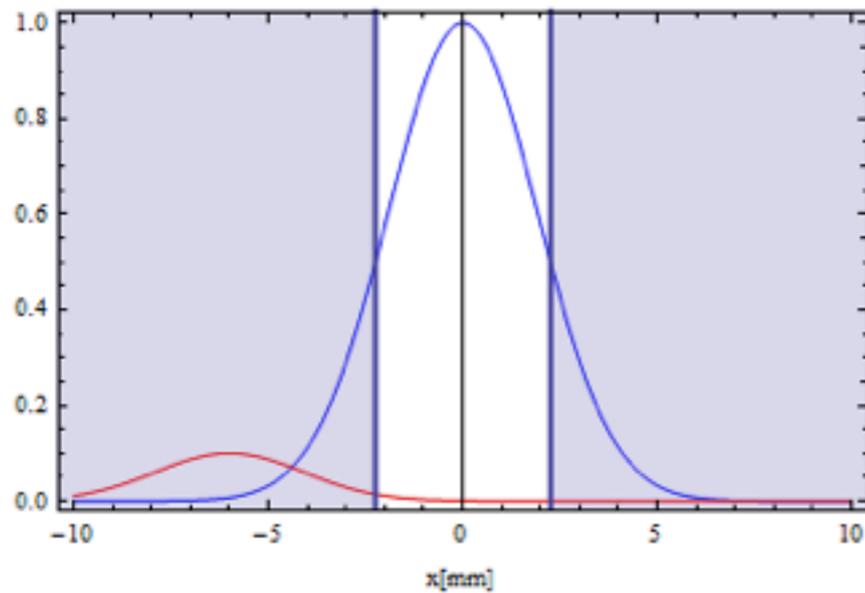
- Le produzioni attuali mostrano un buona efficienza di produzione di Ho-metallo che sta tra il 40 e l'80% (misure XPS a Genova dei campioni prodotti)
- Necessari ulteriori miglioramenti per stabilizzare lo yield a $> 80\%$
- Reintegrata camera HV con forno alta temperatura (ci stiamo adoperando per lo spazio Lab per l'installazione)



Layout impiantatore (provvisorio)

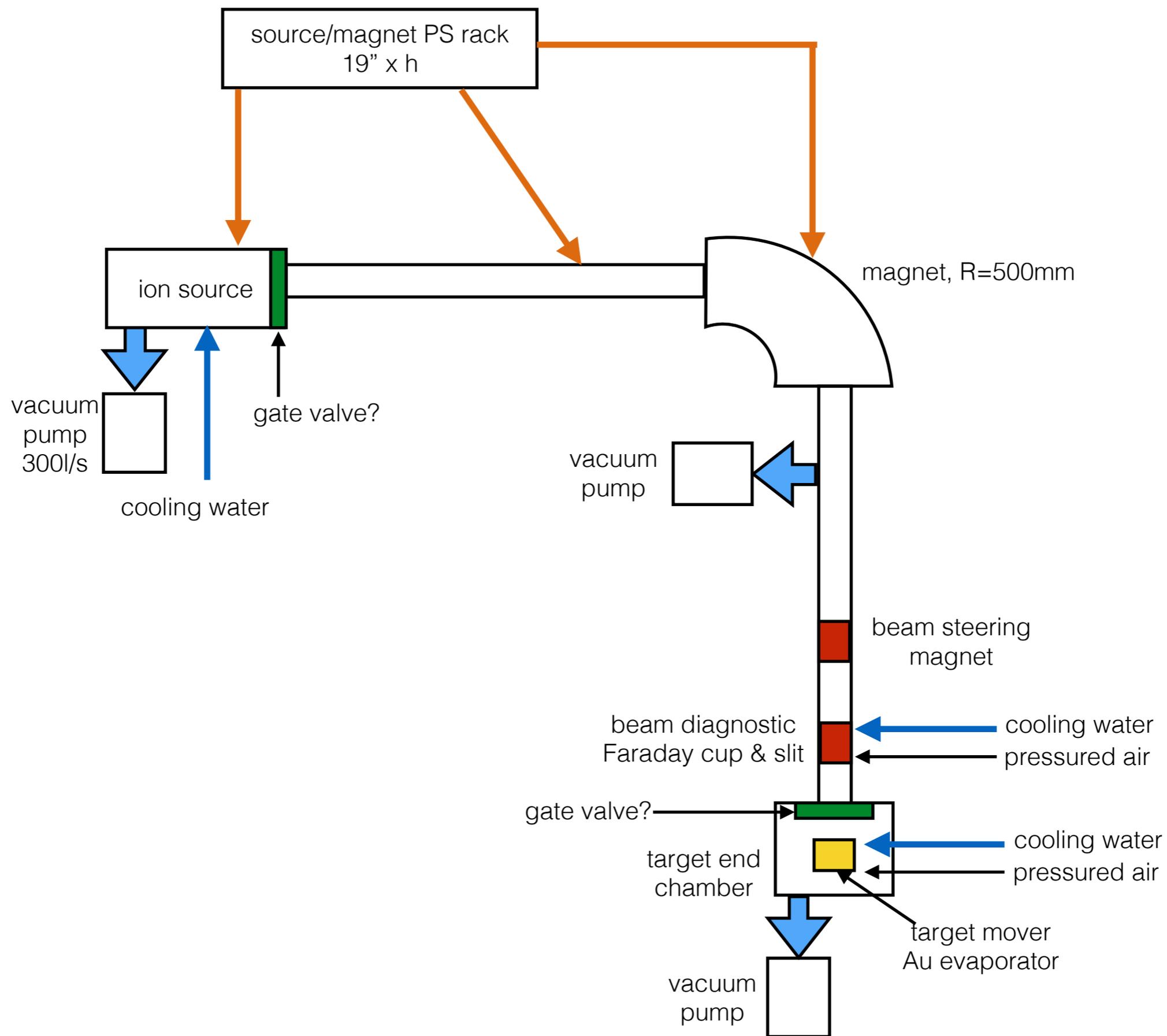


Layout impiantatore (provvisorio)

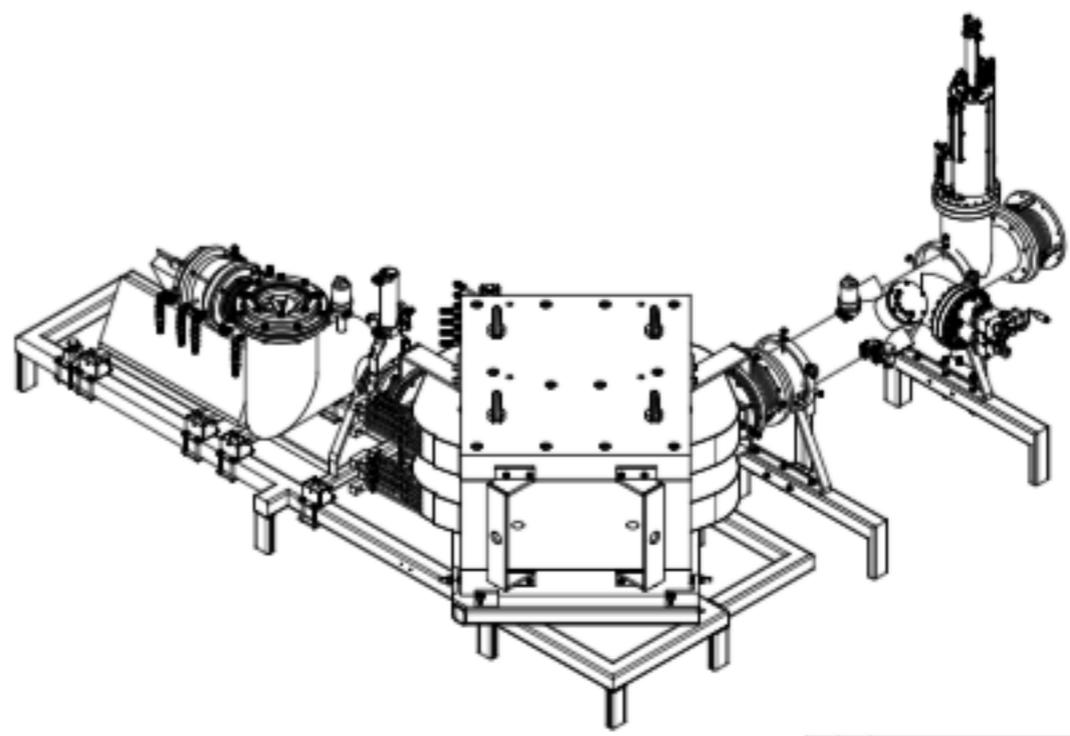
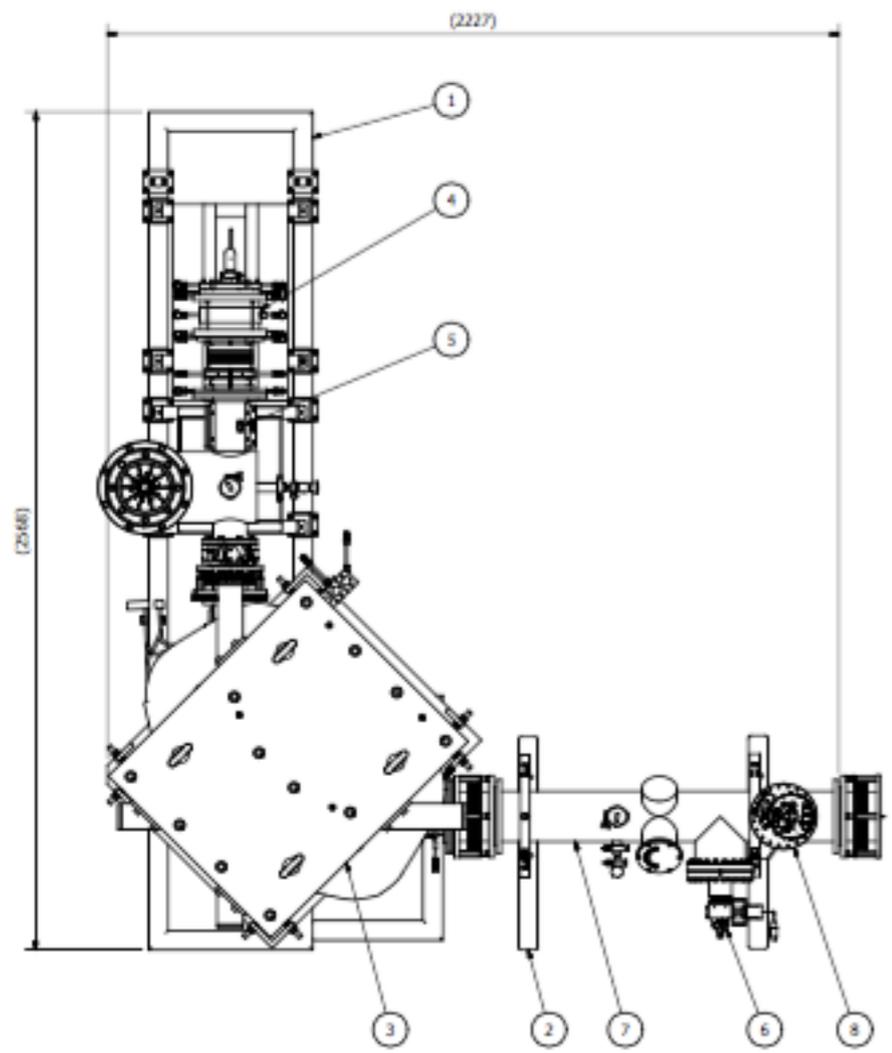
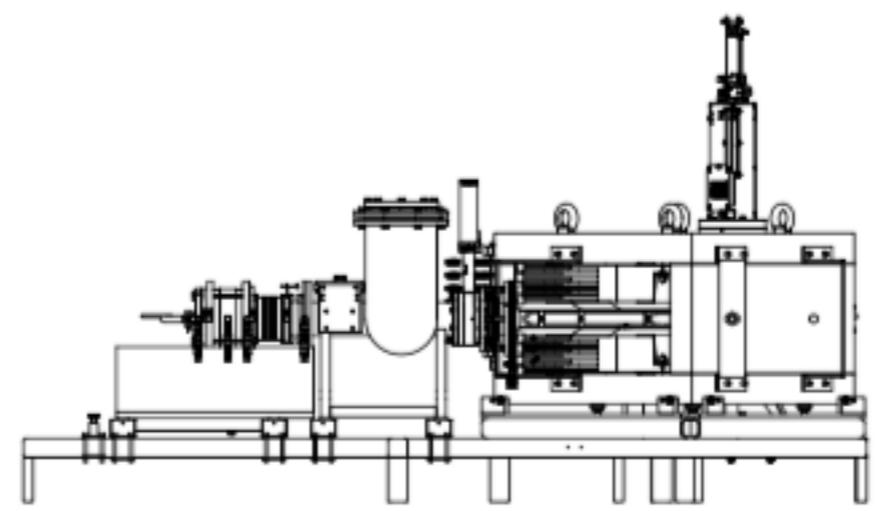
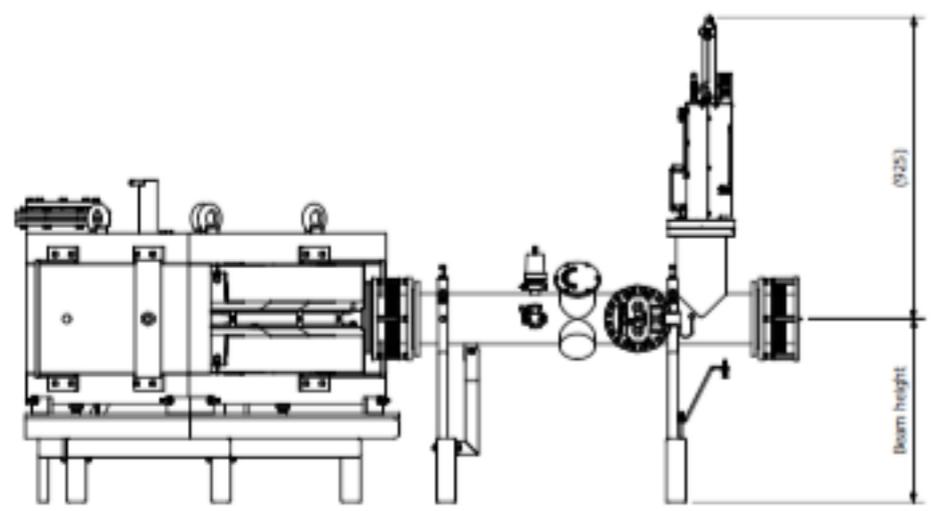


- Necessaria separazione elevata per masse 163 ± 2
- masse a 1 AMU isotopi stabili o bassissima vita
- Lo schema studiato può esserci fornito negli elementi principali da PHYSICON e DANFISIK
- 2 settimane fa abbiamo ricevuto la prima proposta completa di ogni parte da DANFISIK
- Siamo pronti a partire con la gara di acquisto
- Il sistema è upgradabile

Layout impiantatore (provvisorio)



REV	REVISION COMMENT	DATE	APPROVED
1	Released		



8	1	Faraday Cup 568			
7	1	Vacuum chamber			
6	1	Water cooled air 563 with air motor			
5	1	Stator Magnet type DP 452			
4	1	Ion Source Assy.			
3	1	Analyzing Dipole Magnet			
2	1	Chamber support			
1	1	Ion Source and Magnet support			
DANFYSIK www.danfysik.com 4640 Risskovvej 26 DK-2605 Brøndby, Denmark Phone: +45 4451 1000			PRODUCT NO. 502496-001	MATERIAL 1.2343.14	FIG. 1.2343.14
The document contains information which are the property of DANFYSIK A/S, Denmark. It is submitted to you in confidence and it will not be disclosed or transmitted in any form or used for manufacturing without DANFYSIK's authorization in writing.			PROJECT NO. 502496-001	PART NO. 1.2343.14	1 of 1

Detector Fabrication

- Cross-fabrication NIST-Boulder Genova
- Ricevuti primi rivelatori dummy per testare i processi su due laboratori
- Questo perche' l'impiantazione e' una attività specifica e dedicata al progetto e il rivelatore può essere sottoposto all'impiantazione solo prima di terminare la costruzione dell'assorbitore, e della sospensione meccanica
- Di seguito la sequenza semplificata del processo discussa con NIST e in corso di verifica.

NIST-BOULDER



■ Si ■ SiO₂ ■ Si_xN_y ■ Mo ■ Cu ■ Cu ■ Bi ■ Au ■ Ho

completed Mo/Cu TES on Si/SiO₂/SiN

process flow

NIST-BOULDER/Genova



Si
 SiO₂
 Si_xN_y
 Mo
 Cu
 Cu
 Bi
 Au
 Ho

evaporate first bismuth layer (2-4 μm)

NIST-BOULDER

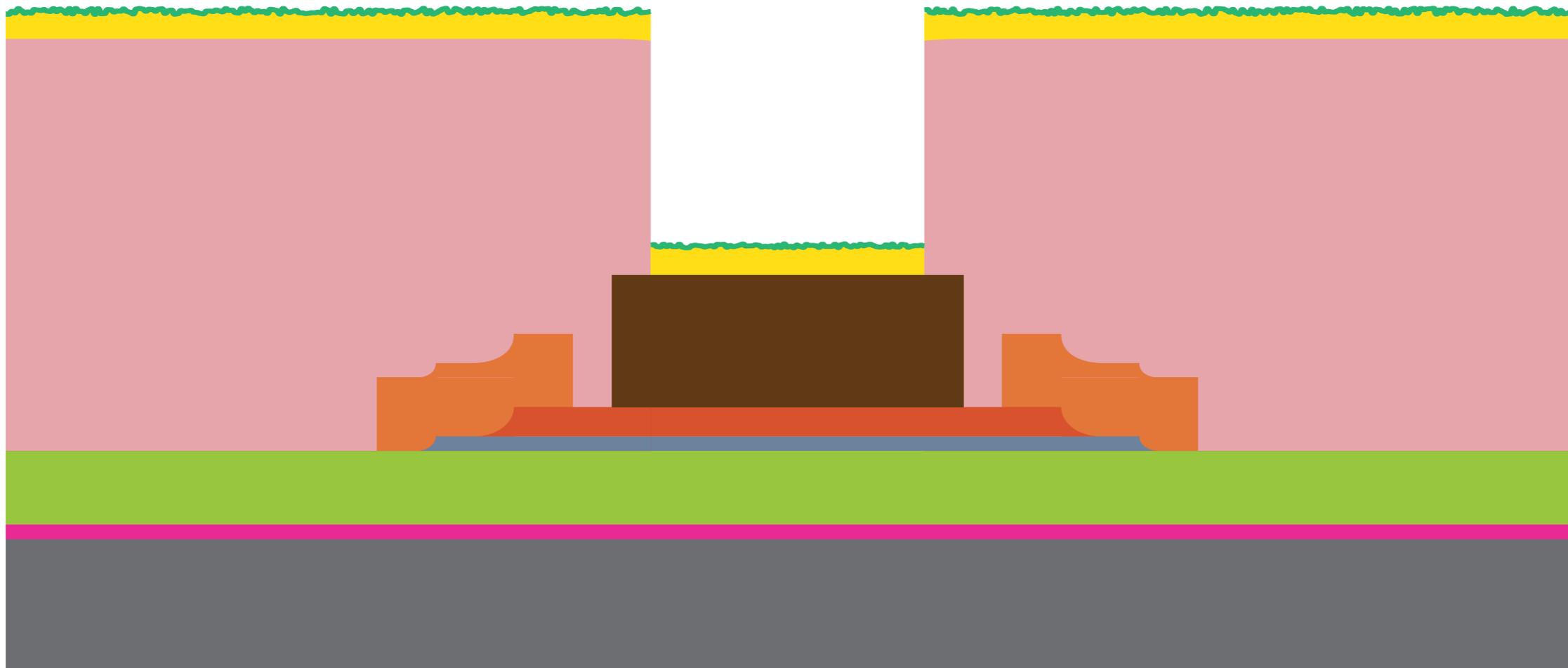


■ Si ■ SiO₂ ■ Si_xN_y ■ Mo ■ Cu ■ Cu ■ Bi ■ Au ■ Ho

evaporate first gold layer (0.1-0.2 μm), do not finish liftoff, ship

process flow

Genova



Si
 SiO₂
 Si_xN_y
 Mo
 Cu
 Cu
 Bi
 Au
 Ho

implant ¹⁶³Ho

process flow

Genova



cap Ho with thin Au (0.1-0.2 μm)

Genova



Si
 SiO₂
 Si_xN_y
 Mo
 Cu
 Cu
 Bi
 Au
 Ho

liftoff Au:Ho:Au layer

process flow

Genova

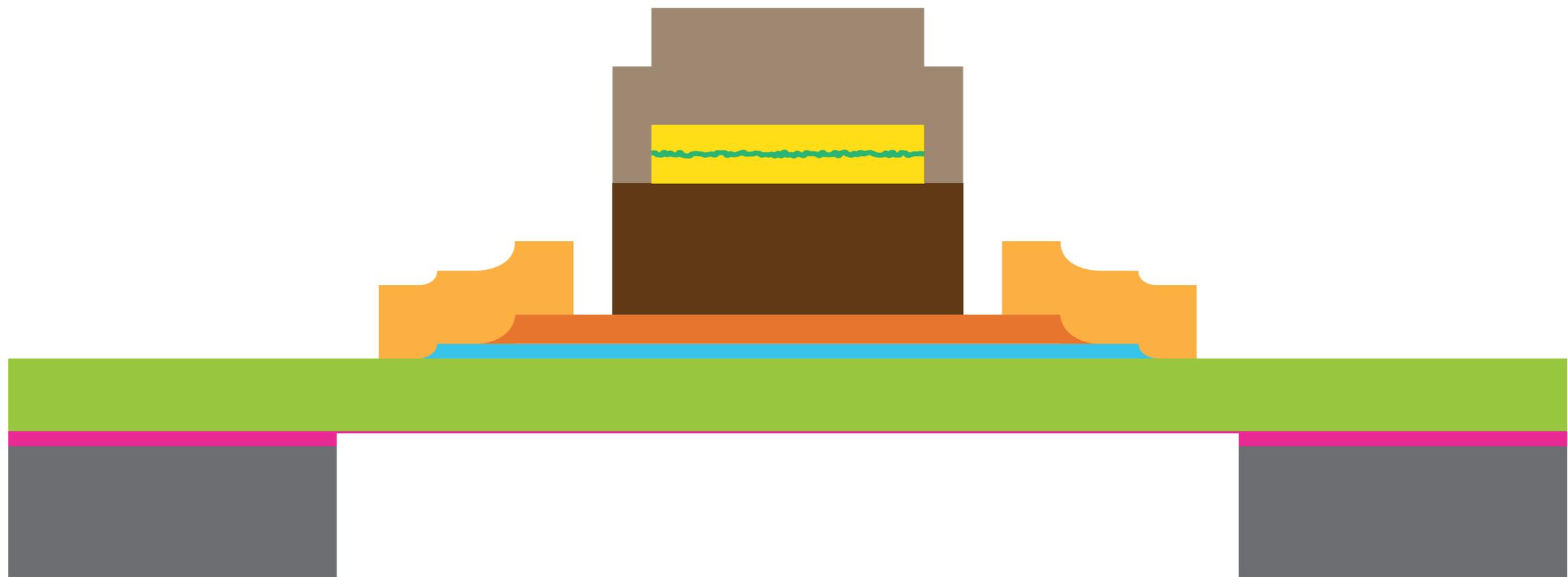


Si
 SiO₂
 Si_xN_y
 Mo
 Cu
 Cu
 Bi
 Au
 Ho

second Bi absorber layer (2-4 μm)
 Bi fully encapsulates Au:Ho

process flow

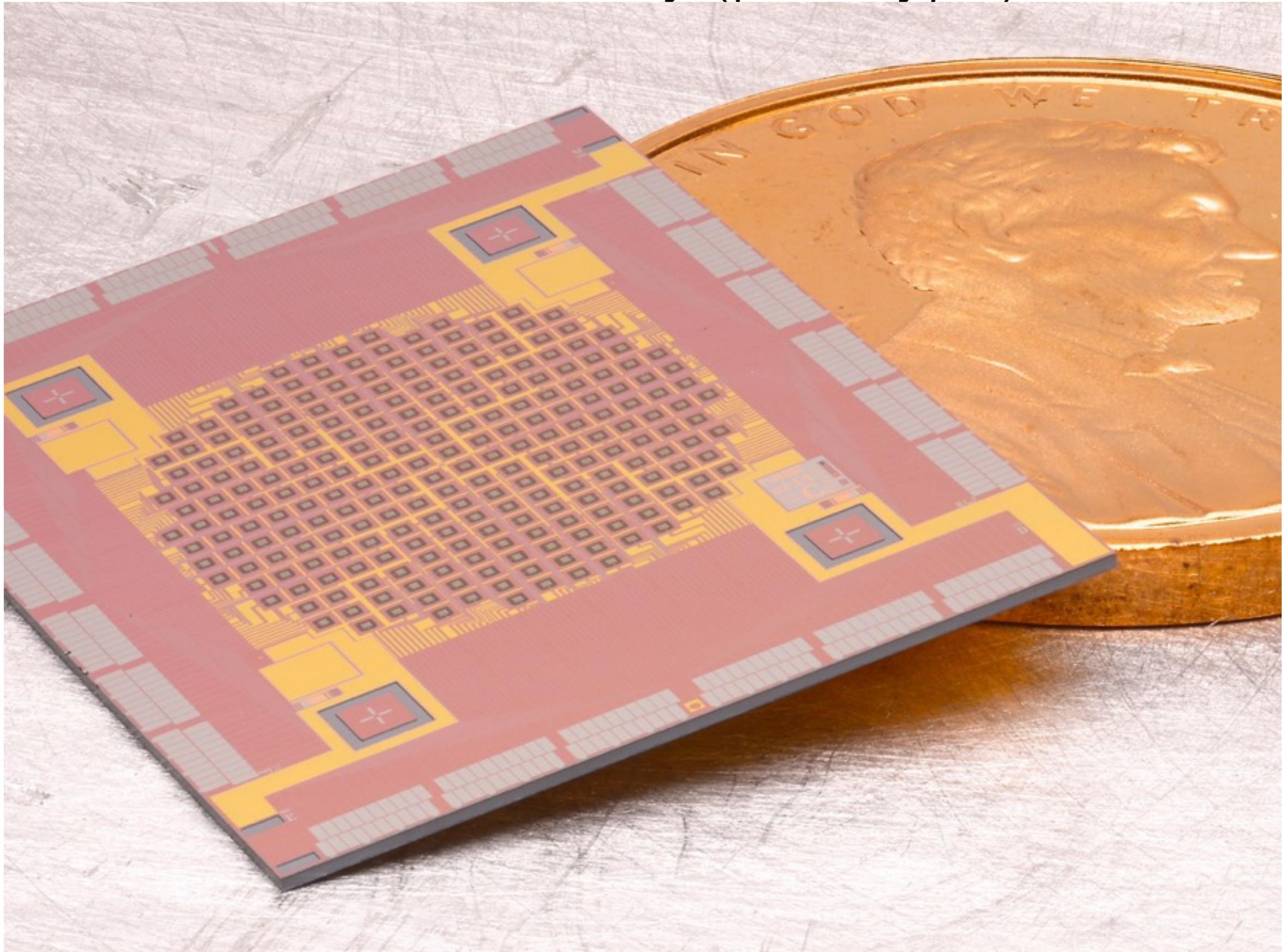
Genova



Si
 SiO₂
 Si_xN_y
 Mo
 Cu
 Cu
 Bi
 Au
 Ho

second Bi absorber layer (2-4 μm)
 Bi fully encapsulates Au:Ho

HOLMES Array (prototype)



Cryostat @ MiB

Milano B.

Specifiche garantite

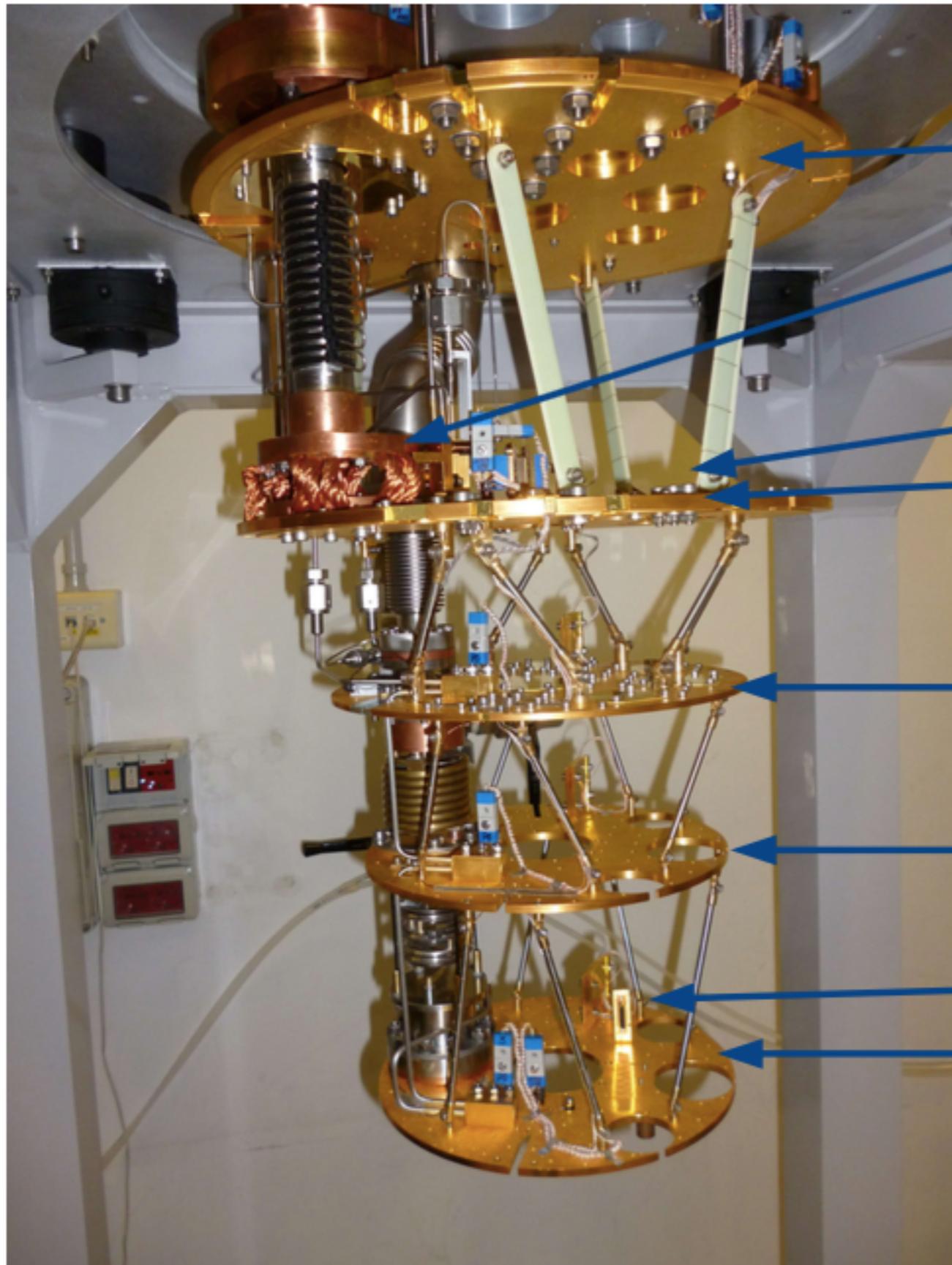
- Temperatura di base 10 mK
- Potenza di raffreddamento a 100 mK \rightarrow 200 μ W
[in assenza di nostro cablaggio]
- Raffreddamento anche in presenza schermo cryoperm ancorato piatto Still

Sistema costituito da:

1. Criostato con PT415
2. Rack contenente il gas handling e il controllo remoto (valvole pneumatiche)
3. Rack delle pompe
 - pompe di circolazione: Adixine forepump e turbo
 - compressore
4. Compressore del PT [CP100]
5. Dewar con trappola ad azoto



Cryostat @ MiB



PT1 plate

PT2 head

PT2 plate

Still plate

100mK plate

Cablaggio (24)

MC plate

4 porte in totale da
300K al piatto della
MC
→ porta top loading
per cavi coassiali

Spazio sul piatto a
4K per ospitare gli
HEMT

Cryostat @ MiB

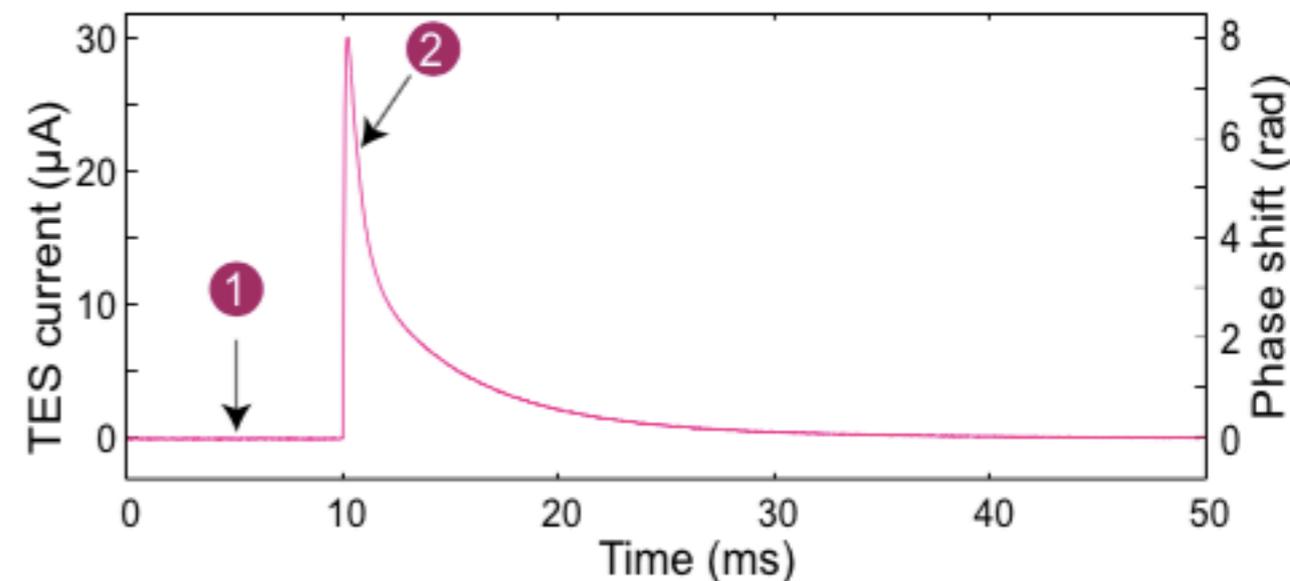
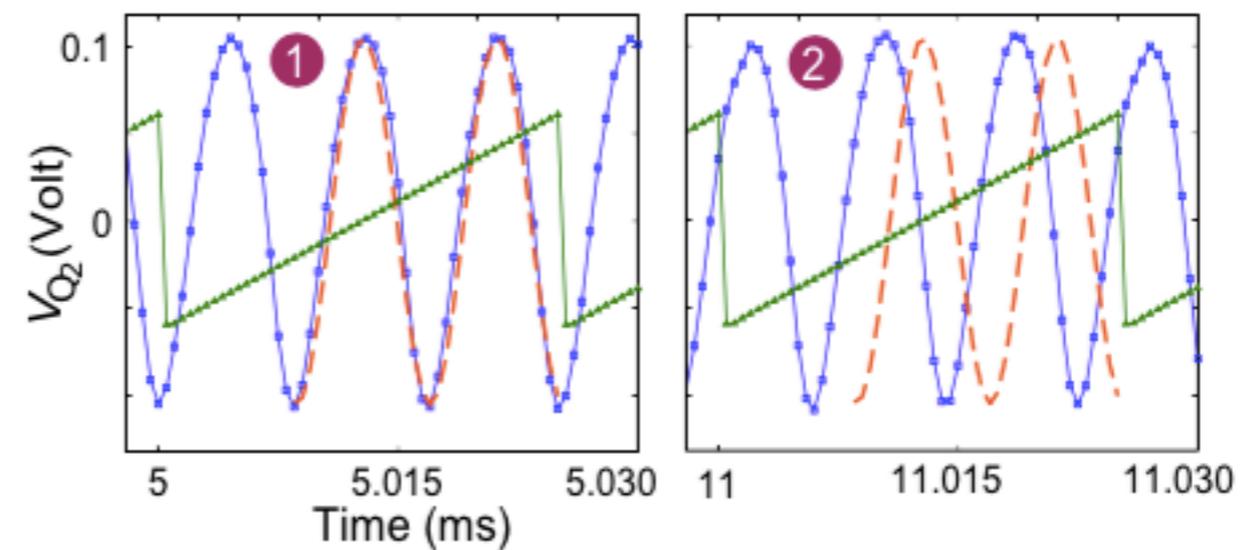
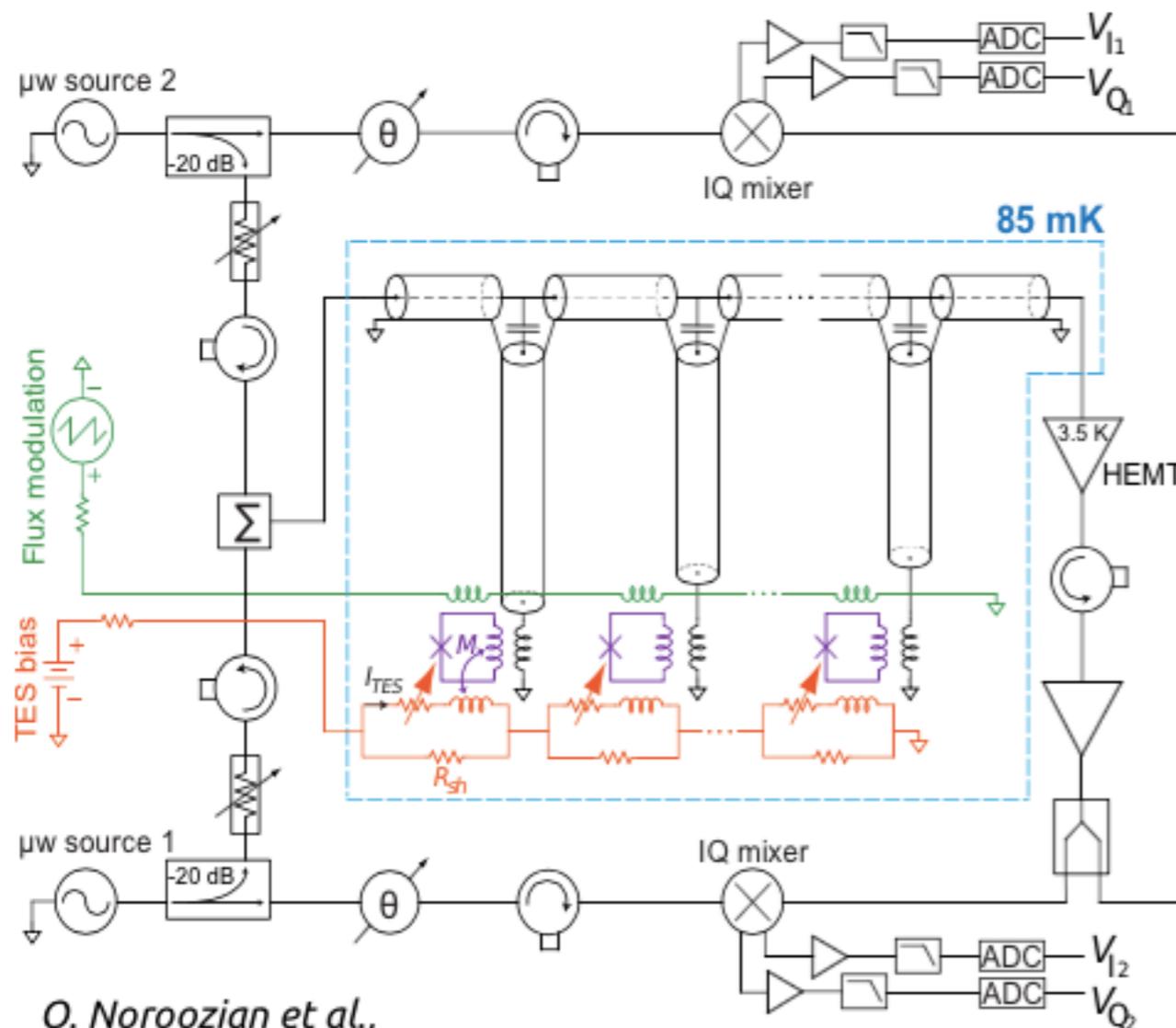
First commissioning

- Base temperature ~ 10 mK
 - 6.6 mK con compressore spento
 - 6.56 mK con compressore acceso
- 20 mK Cooling power
 - 5 μ W @ 15.68 mK
- 60 mK Cooling power
 - 84.6 μ W @ 56.46 mK
- 200 mW Cooling power
 - 85.86 mK
- 120 mK Cooling power
 - **300 μ W @ 101.6 mK**

Microwave Multiplexing

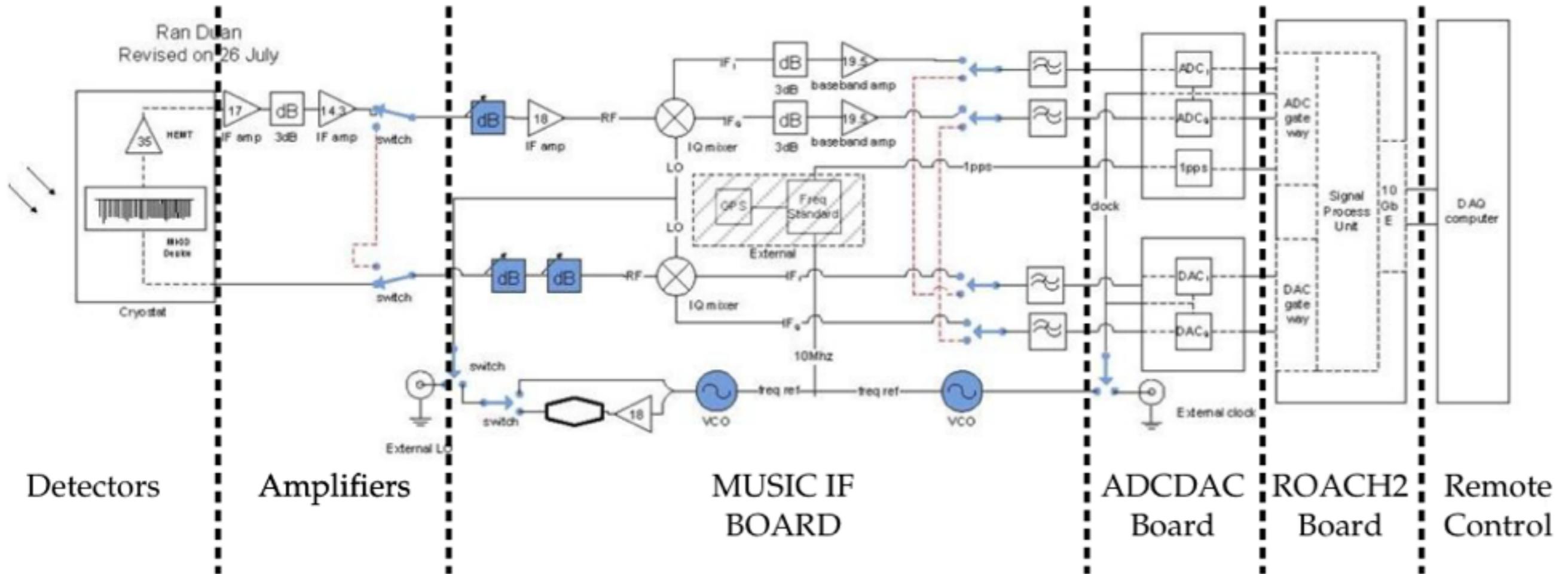
- Necessarie elevata molteplicità di lettura in FDM e larga banda per canale
- Questo necessita di muoversi su un approccio FDM mai realizzato finora in cui RF SQUID operano al GHz

Milano B.



O. Noroozian et al.,
Appl. Phys. Lett. 103, 202602 (2013),
 arXiv:1310.7287v1 [physics.ins-det]

Microwave Multiplexing Milano B.



S. McHugh, et al.,

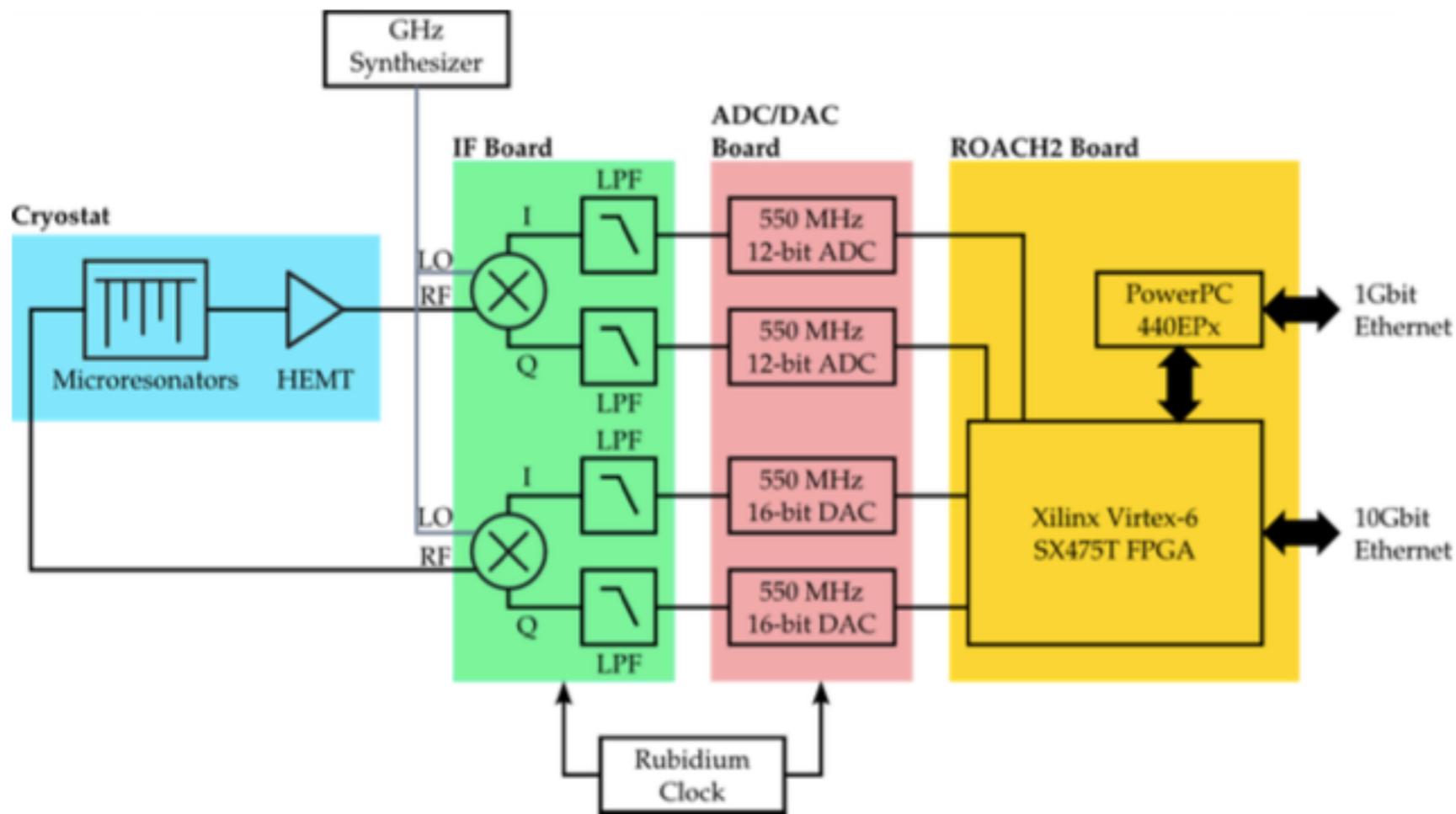
Rev. Sci. Instrum. 83, 044702 (2012)

- **ROACH2 rev. 2:** Virtex-6 SX475T FPGA, PowerPC 440EPx;
- **MIKID ADC/DAC:**
 - Two channels of A/D conversion, 550MSPS, 12-bits;
 - Two channels of D/A conversion, 1000MSPS, 16-bits;
- **MUSIC IF:** Intermediate frequency board, it provides:
 - Local oscillator generation (LO);
 - Clock generation;
 - Quadrature frequency upmixing (500 MHz → 5 GHz) and downmixing (5 GHz → 500 MHz);
 - Settable attenuation in the 2 to 6 GHz range;

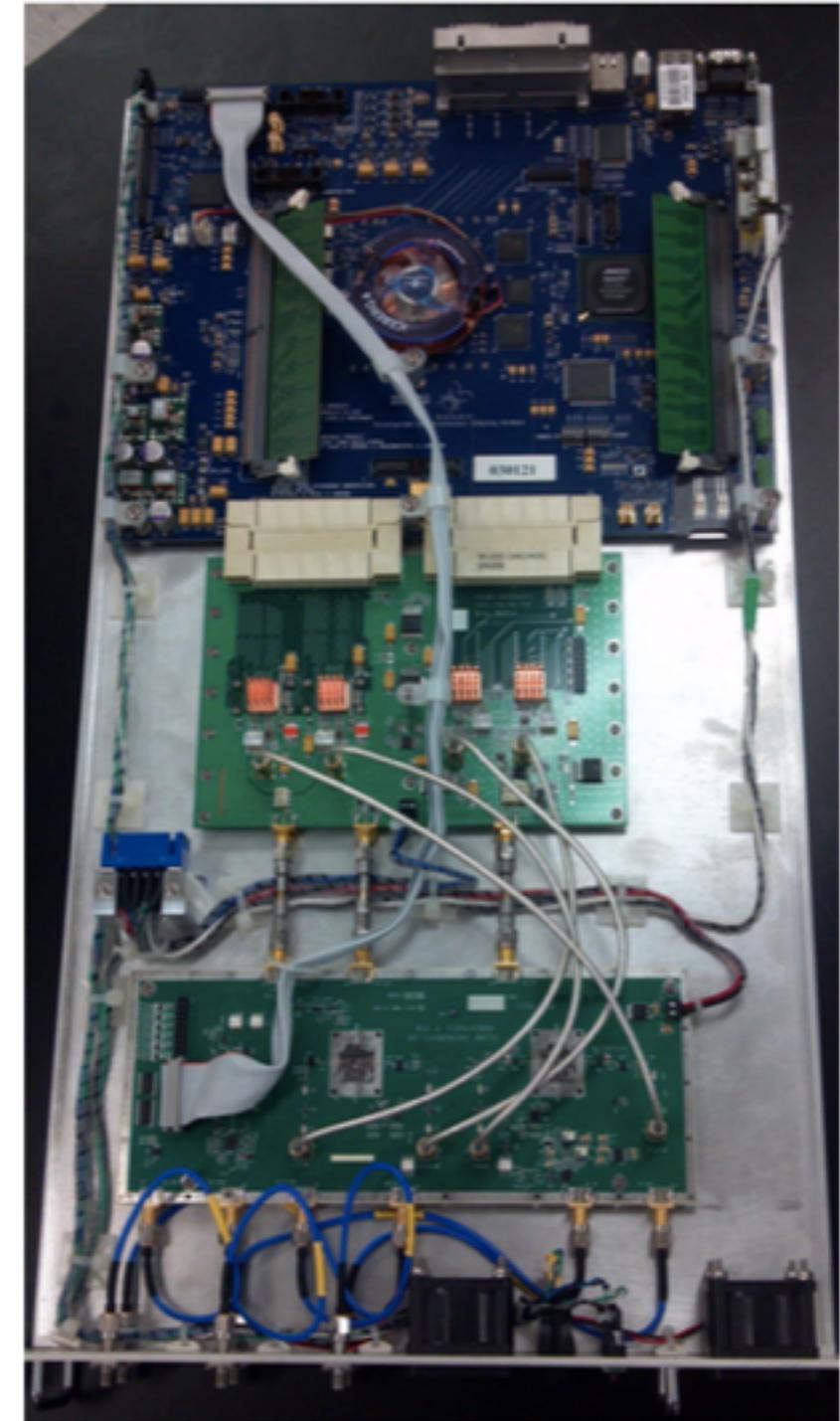
External instruments:

- Rb clock generation;
- Flux ramp Source;
- Microwave Synthesizer (optional)

Microwave Multiplexing

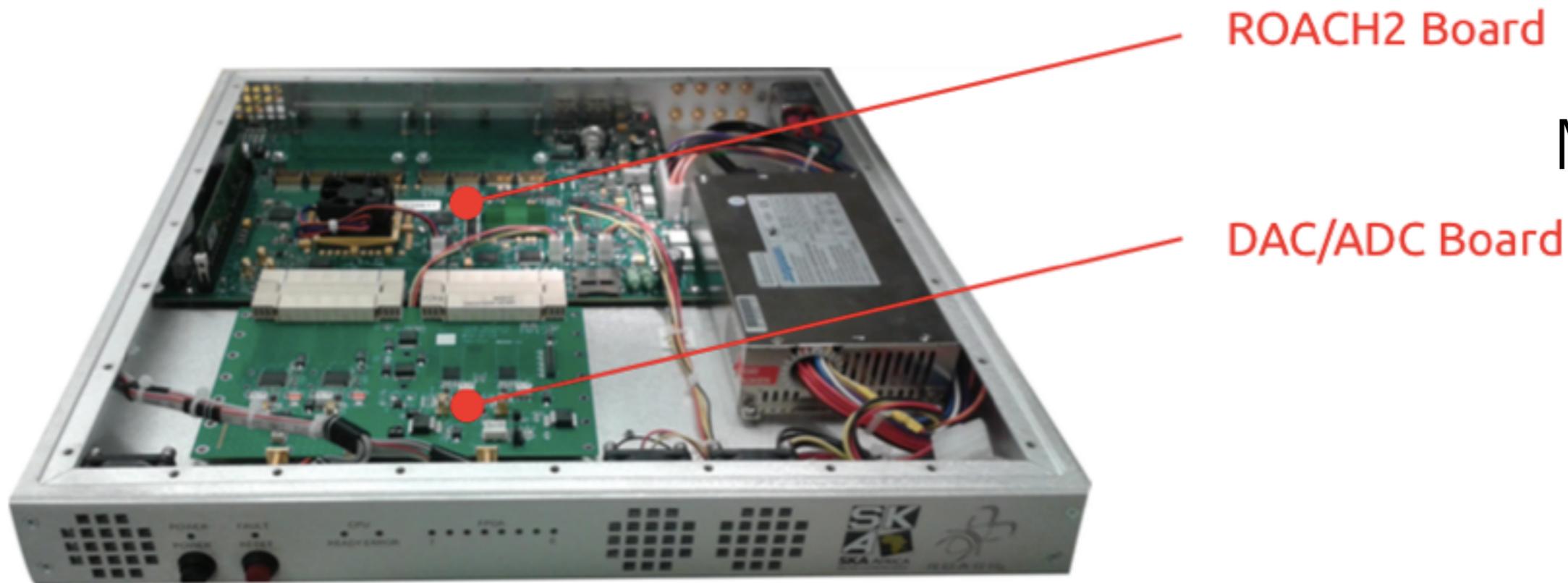


Milano B.



ARCON Setup based on ROACH1

Microwave Multiplexing



Simple firmware developed (led blinking)

Conclusione

- Nel primo anno di HOLMES sono stati definiti i processi produttivi di isotopo, target Ho(m) e rivelatore, messe in atto le collaborazioni privilegiate con ILL, PSI, NIST, per irraggiamento, purificazione e rivelatore/elettronica
- Acquisti apparati per il processamento chimico dell'ossido di Ho, pr la produzione dei rivelatori, per la criogenia e l'elettronica.
- Definito il progetto del separatore/impiantatore, acquisto in corso.
- Il programma e' slittato per la complessità tecnica/burocratica, ma **e' necessario avere disponibili gli spazi per realizzare i rivelatori con Ho-163 impiantato a settembre.**

Anagrafica

Anagrafica LSPE

	Holmes	Holmes2
Gatti F	10	
De Gerone M		20
Biasotti M		20
Corsini D		20
Pizzigoni		20
Orlando A	100	
Ceriale V	100	
totali FTE	2.1	0.8

Impegni servizi

EXP	JANUARY	FEBRUARY	MARCH	APRIL	MAY	JUNE	JULY	SEPTEMBER	OCTOBER	NOVEMBER	DECEMBER
HOLMES	Disegno. Mec.: Vacuum & Microcalorimeter, test support + integration					5 mu (Contratto HOLMES al disegno)					
	Off.Mec. Vacuum & Bolometer test support + integration @ LNF					3 mu					