

*14 Luglio 2020*

---

# Proposta di Strumentazione per i nuovi laboratori dedicati alla Criogenia e a Silici

Riccardo Travaglini  
(per conto del gruppo di  
lavoro)

Assemblea di Sezione  
Bologna, 2020

---



---

# Panoramica

---

- ❖ I passi per la formulazione della proposta
- ❖ Interesse e strumenti per il laboratorio di Criogenia
  - ❖ Criocooler (grazie a M.Garbini)
  - ❖ Linea di Azoto
- ❖ Interesse e strumenti per il laboratorio di Silici
- ❖ Attrezzature condivise
- ❖ Sommario dei costi preventivati



---

# La genesi della proposta

---

- ❖ Esigenza emersa durante l'assemblea di sezione a febbraio
- ❖ Presentazione del GdL al Consiglio di sezione del 6 marzo (mattina): partecipazione aperta a richiesta
- ❖ Riunione 6 marzo (pomeriggio) dedicato alla linea di azoto per la criogenia
- ❖ Mail e teleconf (piccoli gruppi)
- ❖ Presentazione al GdL il 17/6: proposta strumenti e costi
  - ❖ Valutazioni finanziarie e logistiche ancora in corso
- ❖ AdS oggi



---

# La proposta in breve

---

- ❖ Locali ancora da definirsi; la posizione ideale è il piano -1 di Berti-Pichat
  - ❖ Vicini all'uscita lato officina (per ricarica Azoto liquido)
  - ❖ Vicini alla camera pulita
  - ❖ Vicini tra loro
- ❖ Laboratorio per la criogenia ( ~ 90 k€ IVA compresa)
  - ❖ Due linee di test:
    - ❖ Cryocooler a cold finger per test da temp. ambiente fino a temp. dell'azoto liquido
    - ❖ Linea dedicata per test in azoto liquido
  - ❖ In fase di valutazione contributi di sezione / esperimenti / commissioni
  - ❖ Piano: acquisti entro il 2020
- ❖ Laboratorio per silici ( ~ 145 k€ IVA compresa)
  - ❖ Contributi in fase di valutazione
  - ❖ Piano: acquisti suddivisi in due anni 2020 e 2021



# Criogenia



---

# Manifestazioni di interesse in breve (Criogenia)

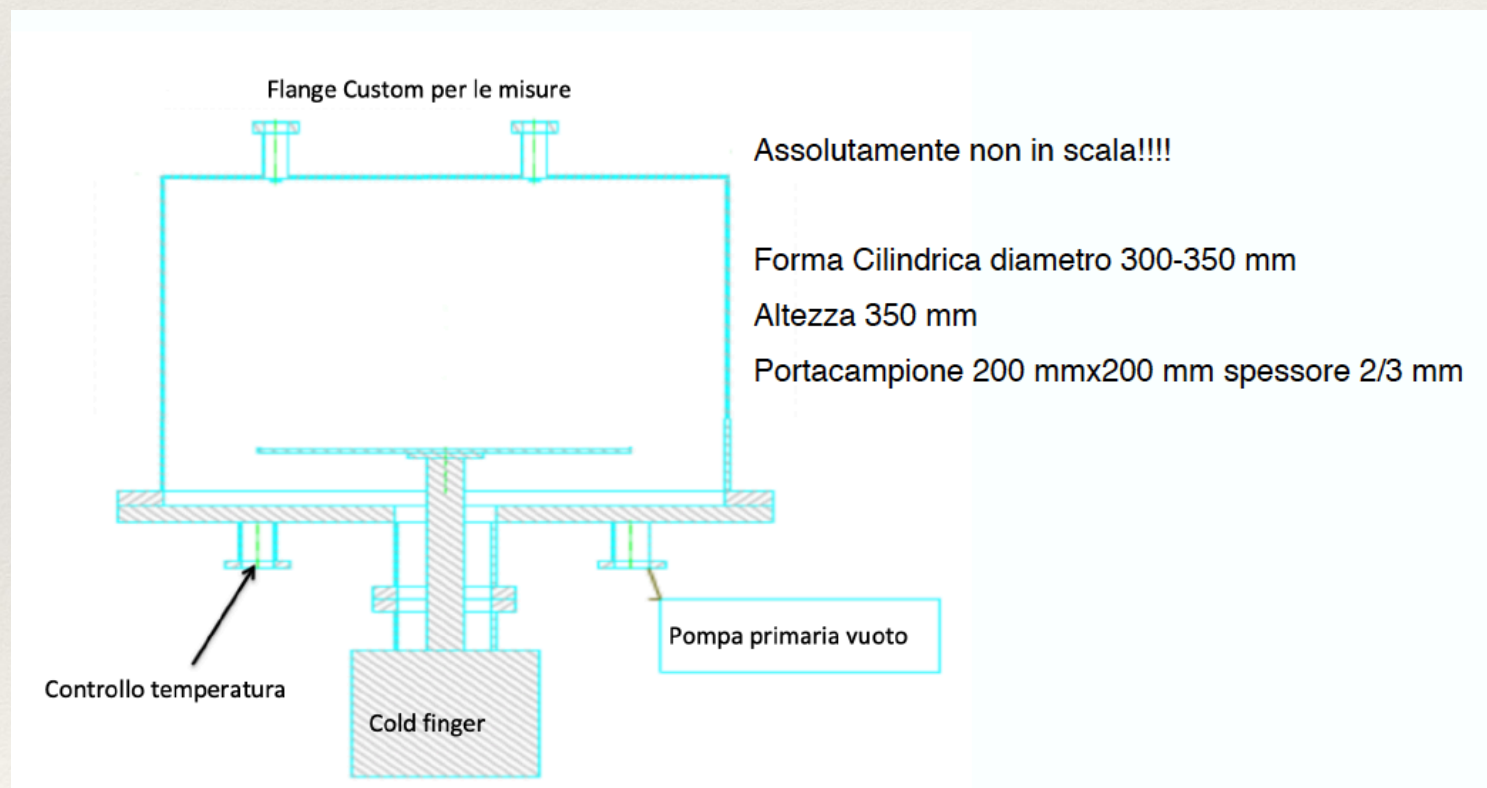
---

- ❖ CUPID: valutare le prestazioni dei termistori al germanio drogati utilizzati in accoppiamento ai cristalli bolometrici del rivelatore (interesse anche fino a 20 K)
- ❖ DARKSIDE 20k: test in azoto liquido (LN): schede elettroniche, componenti, "ageing" di fibre ottiche
- ❖ DUNE (Nu\_at\_Fnal):
  - ❖ Caratterizzazione SiPM (non solo in LN)
  - ❖ Imaging con SiPM (in LN) - PRIN 2017KC8WMB



# Cryocooler

- ❖ Proposta elaborata da M.Garbini (grazie!) partendo da una simile del 2017 per un bando Unibo per attrezzature
- ❖ Caratterizzare componenti, schede elettroniche, piccoli rivelatori (SiPM) in funzione della temperatura in modo **sistematico** e **meno invasivo** del bagno in LN
- ❖ Sistema chiuso con controllo temperatura, il campione è in contatto termico con la parte fredda la cui temperatura è regolata con un apposito controllore



- ❖ Cold finger dimensionato per raggiungere 40/45 K con camera a singola schermatura;
- ❖ la camera può essere cambiata in futuro (doppia schermatura per scendere a ~20K; incremento dimensioni)
- ❖ Numero di flange da decidere





# Cryocooler - preventivo di massima

Descrizione	Costo €
Cold Finger CTI 350 bistadio +compressore 8200+flexline	25000
Pompa primaria bi-stadio a secco 15 m3/h	4000
Controllore di temperatura Lake Shore 325	4000
Heater a Cartuccia + diodo + passante diodo	2000
Testa Misura vuoto e controllore	2000
Valvola on/off su pompa primaria e raccorderai	500
Camera da vuoto in AISI304 con flange	5000
Progettazione	1000
N.2 flange CF100 con connettori 25 pin	1000
TOTALE (IVA ESCLUSA)	44500

- ❖ 54.3 k€ con IVA
- ❖ Probabilmente meglio avere più flange (almeno altre 2)



# Criogenia - linea di azoto

- ❖ Un dewar di maggior capacità in pressione per stoccaggio LN (200 litri)
- ❖ Due dewar ~55 l ciascuno (uno da Cuore) per due linee di test indipendenti (Darkside e Nu@FNAL) più uno da 5 l (di Cuore) per test di piccoli sensori / schede
- ❖ Dewar in pressione ricaricato da autobotte (possibilmente al piano -1 di Berti-Pichat) - da valutare esattamente consumi
- ❖ Linea di trasferimento e lancia per riempire i dewar per i test

	Prezzo indicativo (€)	Quantità	Totale no IVA (€)	Totale + IVA (€)
Dewar in pressione	7000	1	7000	8540
Dewar 55 l + tappo	4000	1	4000	4880
Certificazione Dewar Cuore 120 (backup)	1800	1	1800	2196
Kit sicurezza criogenia (DPI, monitor ossigeno)	500	4	2000	2440
Messa in sicurezza Lab	10000	1	10000	12200
Linea trasferimento crio	1000	1	1000	1220
Lancia per trasferimento liquido criogenico	500	1	500	610
Bilance per dewar	400	2	800	976
<b>Totale</b>			<b>27100</b>	<b>33062</b>



Silici



# Manifestazioni di interesse in breve (Silici)

## ❖ ATLAS:

- ❖ valutare tecnologia al silicio come alternativa a fibre di quarzo+PMT per il luminometro di HL-LHC.
- ❖ Riprendere attività su tracciatori CMOS iniziate nell'ambito di progetti di gruppo V ora conclusi e orientate allo strato più esterno del tracciatore a pixel di ATLAS per HL-LHC, che hanno sofferto della mancanza di laboratori specifici locali.

## ❖ ALICE:

- ❖ test delle performance di timing di sensori in via di sviluppo per un rivelatore all-silicon (tecnologie basate sia su celle SPAD che LGAD) e studio dell'elettronica relativa.

## ❖ EIC

- ❖ Valutazione di SiPM come potenziali sensori per RICH

## ❖ R&D

- ❖ SiPM back-illuminated: caratterizzazione dei sensori e sviluppi di microelettronica



---

# Interesse strategico (Silici)

---

- ❖ Affiancare la camera pulita (ISO 7) inizialmente utilizzata dall'esperimento ATLAS per attività di Quality Control dei moduli del tracciatore a pixel in costruzione per HL-LHC
  - ❖ => pieno ritorno dell'investimento iniziale consentendo la creazione di sinergie tra gruppi impegnati in progetti diversi ma incentivati a condividere le competenze specifiche.
- ❖ Sinergie con l'attività di Microelettronica in via di riattivazione in sezione
- ❖ Saper caratterizzare wafers e ASIC può essere allettante per consorzi che partecipano a bandi per fondi esterni








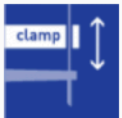



# Bonding machine

## TPT HB05 - manuale

Wedge bond	17-75 $\mu$
Ribbon max.	25x250 $\mu$
Ball & bump bond	17-75 $\mu$



 <b>17<math>\mu</math>m to 75<math>\mu</math>m Wire</b> gold, aluminum, silver & copper wire	 <b>One Bond Head</b> wedge, ball, bump & ribbon bonding	 <b>29kg</b> Light Weight weighs in total only 29kg
 <b>Compact Design</b> smooth and easy use	 <b>4" TFT</b> fast and easy control of all bonding parameters	 <b>Storage of 20 parameters</b> Easy setting recall for working on different applications
 <b>Deep &amp; Wide Bond Access</b> Ample workspace due to special bond head design	 <b>Motorized Wire Clamp</b> Precise tail length control ▶ Video	 <b>KIT</b> Extension Kits Pick & Place Kit, Pulltester, Video Targeting, Copper Ball Bonding

- ❖ Già previsto che una persona del servizio di elettronica andasse a Torino quando sarebbe arrivato un nuovo Asic (arrivato a Maggio) per fare esperienza di wire-bonding (tutto sospeso al momento)
- ❖ Con H10 (Zoom Stereo-Microscope Leica S9E 110x) + H21 Adjustable Height Heater Stage 100 x 100mm, 250°C + H69-2 (Bond Starter Kit for HB05 Wedge & Ball Bonder) + (H82-1 Shipping Crate for Bonder HB05)
- ❖ <https://www.tpt-wirebonder.com/hb05/>



# Probe Station



Form Factor - Cascade PM8  
(manuale)

## High Flexibility

- Re-configurable for DC, RF, mmW, FA, WLR and more
- Multiple accessories: Thermal chucks, motorized microscopes and positioners, dark box, and more
- 40 mm platen height adjustability
- Upgrade path to meet your future needs
- Fast transition between wafer and package test

- ❖ Offerta:
  - ❖ Probe Station PM8 con chuck da 200mm
  - ❖ Microscopio Stereo Zoom con illuminatore
  - ❖ 4 x manipolatori con attacco magnetico serie DPP210 completi di braccetti coax e punte
- ❖ Aggiornabile con:
  - ❖ Ponte e microscopio ad alta risoluzione
  - ❖ Braccetti e punte per misure triassiali
  - ❖ ThermoChuck da temperatura ambiente fino a 200/300 °C
  - ❖ Dark box per misure al buio
  - ❖ Tavolo antivibrante con gambe attive
  - ❖ Laser cutter per passivazioni o taglio di metal
- ❖ NO temperature negative



# Misure di Impedenza

Advanced Device Analyzer		
IV Measurement Features	Max. Output coverage	200 V / 1 A
	Min. Current Measurement Resolution	0.1 fA
	IV Spot/Sweep	DC/Pulse
	Max. SMU channels	Up to 10ch (Addition of Module)
	Connector Type	Active Guard Triaxial
Advanced Measurement Features	Capacitance Measurement (C-V, C-t, C-f, 1 kHz- 5 MHz)	YES
	Ultra fast pulsed/transient IV (from 100 ns, 200 MSa/s, 10 V)	YES
Software Features	Intuitive GUI	YES
	Powerful graph capabilities	YES
	Built-in database to store the measurement related data	YES
	Personal analyzer on your PC	YES



Keysight B1500 A

## Descrizione Prodotto

**B1500A** Semiconductor Device Analyzer Mainframe, Promotion Educational discount: 45% (valid until 30.09.2020)

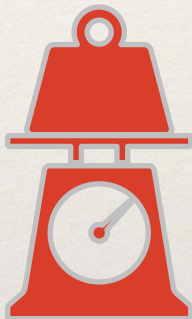
R-55A-001-3 KeysightCare Assured Warranty Extend to 3 years, Educational discount: 15%

PS-S20 Start up assistance daily, Educational discount: 15%

B1500A-030 3 m cable length (for mainframe bundled cables and package options) Educational discount: 15%

B1500A.A11 Add-on Package – Mid-Power Source Measurement Unit(B1511B), 1 ea, cables Educational discount : 15%

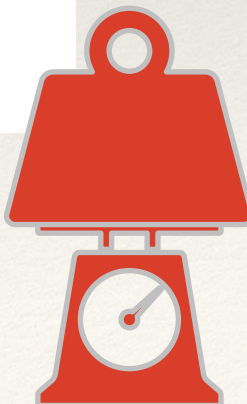
B1500A.A20 Add-on Package – Capacitance Measurement Unit (B1520A) 1 ea, cables Educational discount : 15%



E4990A Impedance Analyzer

- Five frequency options; 20 Hz to 10/20/30/50/120 MHz, upgradable
- $\pm 0.08\%$  (typical  $\pm 0.045\%$ ) basic impedance measurement accuracy
- 25 m $\Omega$  to 40 M $\Omega$  wide impedance measurement range (10% measurement accuracy range)
- Measurement parameters:  $|Z|$ ,  $|Y|$ ,  $\theta$ , R, X, G, B, L, C, D, Q, Complex Z, Complex Y, Vac, Iac, Vdc, Idc
- Built-in DC bias range: 0 V to  $\pm 40$  V, 0 A to  $\pm 100$  mA
- Enhanced measurement speed option (option 001. For 10M/20M/30M/50M options only)
- 4-channel & 4-trace on 10.4 inch color LCD with touch screen
- Data analysis function: Equivalent circuit analysis, limit line test

Modello fino a 20 MHz + external bias unit fino a 200 V



Alternative



# Camera Climatica



## Temperature

<b>Setting accuracy temperature</b>	up to 99.9 °C: 0.1 / from 100 °C: 0.5
<b>Temperature range</b>	without humidity: from -42°C up to +190°C
<b>Temperature range</b>	with humidity from +10°C up to +95°C
<b>Temperature distribution (spatial)</b>	+/- 0.5 up to 2K
<b>Temperature sensor</b>	2 Pt100 sensors DIN Class A in 4-wire-circuit for mutual monitoring, taking over functions in case of an error
<b>Display</b>	resolution of display for setpoint values 0.1°C up to 99.9°C, 0.5°C from 100°C and for actual values 0.1°C (LED)

- ❖ Esempio: Memmert CTC256
- ❖ Atlas BO ha Binder MKFT 115 (minor capienza ma fino a -70°C)
  - ❖ Sarà installata in camera pulita



# Source meter(s) per caratterizzazione IV

Model	Range	Programming Resolution	Source <sup>1</sup> Accuracy (1 Year) 23°C ±5°C ±(% rdg. + volts)	Default Measurement Resolution	Measurement <sup>2,3,4</sup> Accuracy (1 Year) 23°C ±5°C ±(% rdg. + volts)	Output Current Limit
2410	200.000 mV	5 µV	0.02% + 600 µV	1 µV	0.012% + 300 µV	100 mA
	2.00000 V	50 µV	0.02% + 600 µV	10 µV	0.012% + 300 µV	100 mA
	20.0000 V	500 µV	0.02% + 2.4 mV	100 µV	0.015% + 1 mV	100 mA
	1000.00 V	50 mV	0.02% + 100 mV	10 mV	0.015% + 50 mV	100 mA



Keithley 2410

MODEL	Keithley 26xxB Series High Speed System SMUs										Keithley 24xx Series High Speed System SMUs									
	2601B	2602B	2604B	2611B	2612B	2614B	2634B	2635B	2636B	2400	2401	2410	2420	2440	2450	2460	2461	2470		
Display	VFD, 2 line										VFD, 2 line		Touchscreen 5 in. (12.7 cm)							
Channels	1	2	2	1	2	2	2	1	2					1						
Digits	6 <sup>1/2</sup>												6 <sup>1/2</sup>							
Quadrants of Operation	4												4							
Max Output Power	200 W Pulse, 40 W DC	200 W Pulse, 40 W DC / Channel	200 W Pulse, 40 W DC / Channel	200 W Pulse, 30 W DC	200 W Pulse, 30 W DC / Channel	200 W Pulse, 30 W DC / Channel	200 W Pulse, 30 W DC / Channel	200 W Pulse, 30 W DC	200 W Pulse, 30 W DC / Channel	20 W	20 W	20 W	60 W	50 W	20 W	100 W	1000 W Pulse, 100 W DC	20 W		
SOURCE / MEASURE																				
I	min	±100 fA					±0.1 fA					±1 pA	±1 pA	±1 pA	±10 pA	±10 pA	±10 fA	±10 pA	±1 pA	±10 fA
	max	±10 A Pulse, ±3 A DC					±10 A Pulse, ±1.5 A DC					±1 A	±1 A	±1 A	±3 A	±5 A	±1 A	±7 A	±10 A Pulse, ±7 A DC	±1 A
V	min	±100 nV												±100 nV			±10 nV		±100 nV	
	max	±40 V					±200 nV					±200 nV	±20 nV	±1100 nV	±60 nV	±40 nV	±200 nV	±100 nV	±100 nV	±1100 nV
Basic Accuracy	I	0.020%												0.025%					0.020%	
	V	0.015%															0.012%			

Keithley 2450





# Riassunto proposta lab. Silici

	Modello	Prezzo indicativo (€)	Quantità	Totale no IVA (€)	Totale + IVA (€)
Source Meter up to 200 V	Keithley 2450	5.3	1	5.3	6.36
Source Meter up to 1 kV	Keithley 2410	6.7	1	6.7	8.2
Misure Impedenza	Keisight E4990A (Keisight B1500A)	27.2 (43)	1	27.2 (43)	33.18 (52.46)
Camera Climatica	Memmert CTC256	17	1	17	20.74
Probe Station	PM8 COAX PACKAGE FormFactor	39	1	39	47.58
Bonding Machine	TPT HB05	20.3	1	20.3	24.766
Armadio Silici	Sicco Big-Star	2	1	2	2.44
<b>Totale con E4990A (Totale con B1500A)</b>				<b>117.5 (133.3)</b>	<b>136.9 (156.2)</b>

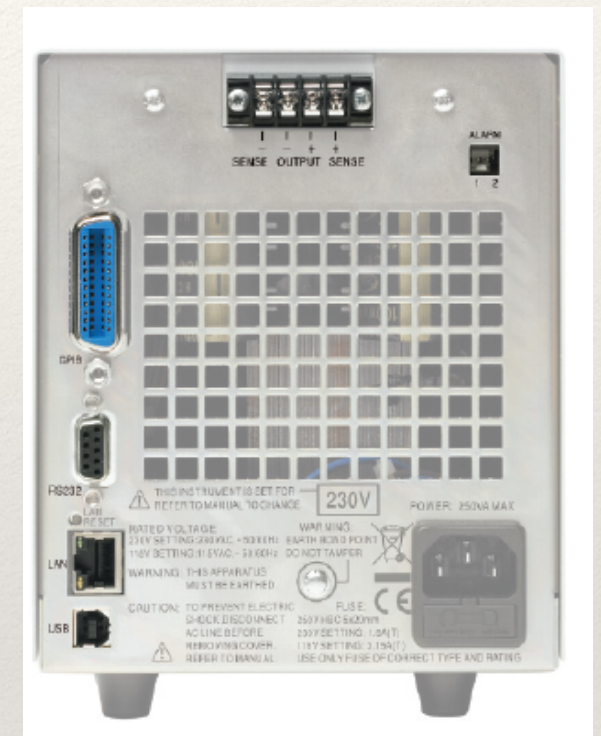
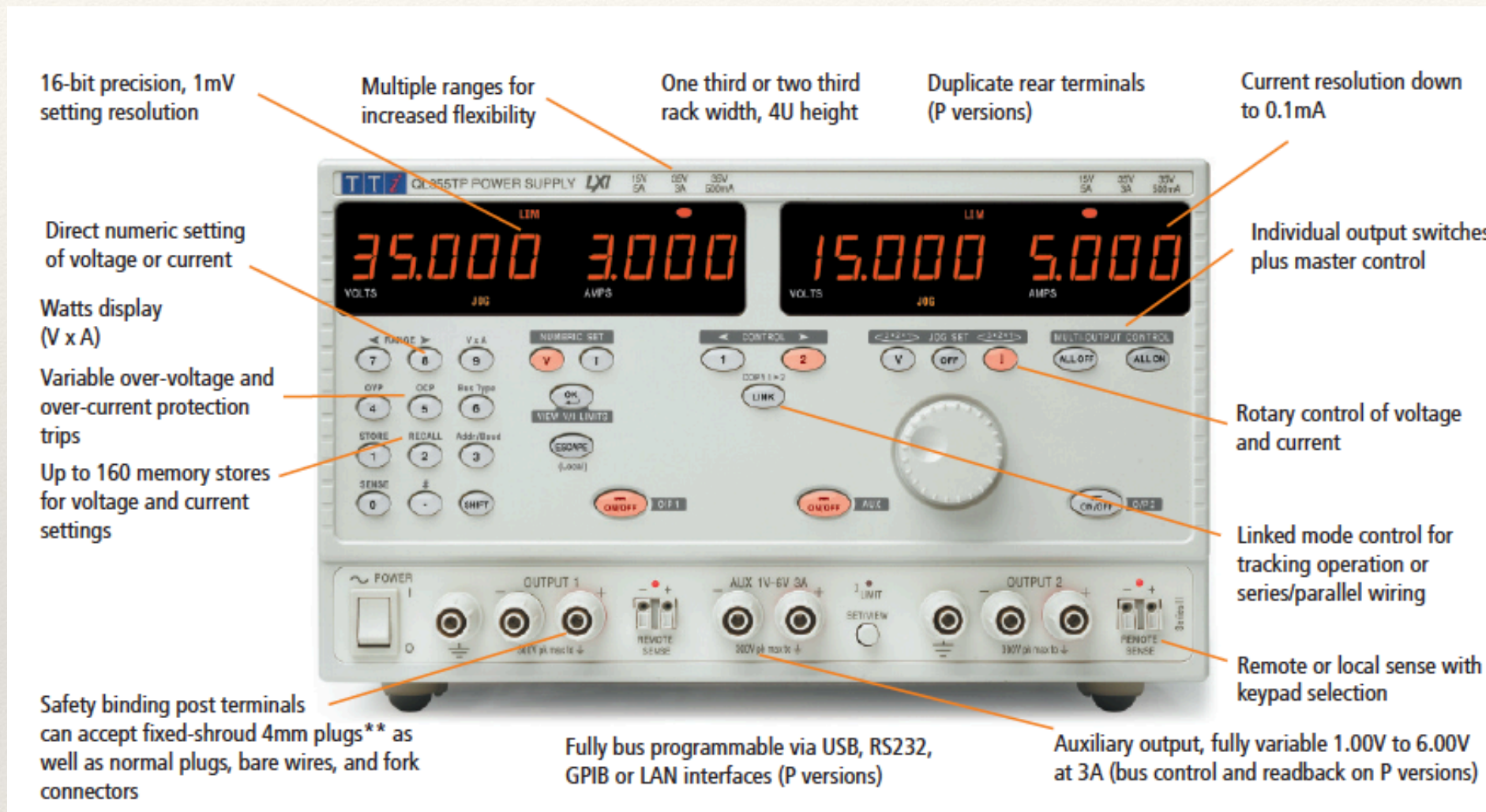


# Strumenti condivisi



# Alimentatori stabilizzati (1/2)

## Proposta per alimentazioni "digitali"



❖ Aim-TTi per segnali digitali

❖ Model QL355TP: 3 i/o (2 x 0-35V / 0-3A or 0-15V / 0-5A) 1-6V / 3A, 228W, interfaces: RS232 / USB / GPIB / LAN. (su RS)



# Alimentatori stabilizzati (2/2)

## Proposta per alimentazioni “SiPM-like”



Keysight E36106B 100 Volts 5 A con USB e LAN



Aim-TTi EX752M 75Volts 2A USB ,  
non ha la LAN; 2 uscite a 75 Volts



PLH250-P  
0 to 250V at 0 to 360mA

❖ Costi comparabili



# Riassunto attrezzature condivise

Oggetto	Prezzo indicativo (k€)	Quantità	Totale no IVA (k€)	Totale + IVA (k€)
Alimentatore 35 V 2 canali Aim-TTI QL355TP	0.82	2	1.64	2.00
Alimentatore 250 V Aim-TTI PLH250-P	0.57	2	1.14	1.39
Mobilio	1	1	1.00	1.22
Cassetiera + attrezzi	0.5	1	0.50	0.61
Lampade con lente	0.35	2	0.70	0.85
Racks per elettronica	1	2	2.00	2.44
<b>Totale</b>			<b>6.98</b>	<b>8.52</b>



# Riassunto Costi

	Prezzo netto k€	Prezzo totale + IVA (k€)	
Laboratorio Silici	117.50 (133.3)	143.35 (162.7)	
Cryocooler	44.50	54.29	} ~87 k€
Linea Azoto	27.10	33.06	
Attrezzature Condivise	6.98	8.52	
TOTALE	196.08 (211.9)	239.22 (258.5)	



Domande?