

(9.f)

**AGENZIA SPAZIALE ITALIANA**  
Via di Villa Patrizi, 13 - 00161 ROMA  
Tel . 06-8567424 Fax 06-8567267  
E-MAIL: area\_ricerca@asirom.rm.asi.it

RISERVATO ALL'ASI

**RICHIESTA DI FINANZIAMENTO PER PROGETTO DI RICERCA (1\*)**

RICERCA FONDAMENTALE '97

TITOLO PROGETTO:  
Rivelatori a conteggio di fotoni per immagini in raggi X ed UV con risoluzione energetica intrinseca basati su giunzioni superconduttrici ad effetto tunnel

CAMPO DI RICERCA (5\*) Scienze dell'Universo

RESPONSABILE SCIENTIFICO E COORDINATORE Bonelli Giuseppe

Istituzione o Unita' di Ricerca Istituto Fisica Cosmica e Tecnologie Relative - CNR Città' Milano

Sottoprogetti coordinati	
Responsabile di sottoprogetto	Istituzione o Unita' di Ricerca
Bonelli Giuseppe	Istituto Fisica Cosmica
Lacquaniti Vincenzo	Istituto Elettrotecnico Nazionale "Galileo Ferraris"

Collaborazioni internazionali (4\*) :

Personale dedicato all' intero progetto per l' anno di riferimento		Finanziamento dell' intero progetto per l' anno di riferimento	
PERSONALE	TOTALE MESI	INVESTIMENTO	
Ricercatori	11	Ricercatori	37
Tecnici	3	Tecnici	10
		FUNZIONAMENTO	119 ML
		TOTALE	327 ML

## UNITA' CHE COLLABORANO ALLA RICERCA (6\*) (17\*)

RESPONSABILE SCIENTIFICO DEL PROGETTO O SOTTOPROGETTO

Giuseppe Bonelli

TITOLO PROGETTO

Rivelatori a conteggio di fotoni per immagini in raggi X ed UV con risoluzione energetica intrinseca basati su giunzioni superconduttrici ad effetto tunnel

Per ricerca coordinata indicare:

TITOLO SOTTOPROG.

Rivelatori a conteggio di fotoni per immagini in raggi X ed UV con risoluzione energetica intrinseca basati su giunzioni superconduttrici ad effetto tunnel

ISTITUZIONE o (3\*)

Unita' di Ricerca

Istituto Di Fisica Cosmica e Tecnologie Relative - CNR

DIRETTORE ISTITUZ.

o Unita' di Ricerca

Tanzi Enrico G.

Sigla Istituzione

IFCTR-CNR

INDIRIZZO COMPLETO DELL' Istituzione o Unita' di Ricerca:

Via - Num

Via Bassini 15

TEL

02 23699331

Citta' / CAP

20133 Milano

FAX

02 2666017

E-MAIL

bonelli@ifctr.mi.cnr.it

DENOMINAZIONE UFFICIALE DELL'ENTE (2\*):

Consiglio Nazionale delle Ricerche

SIGLA ENTE (10\*)

CNR

cod. fisc. ENTE

80054330586

RETTORE O PRESIDENTE

Lucio Bianco

INDIRIZZO COMPLETO DELL'ENTE:

Via - Num

P.za Aldo Moro 7

TEL

06 499331

Città/CAP

00185 Roma

FAX

06 4957241

Domande di finanziamento all'ASI

SI'



NO



Finanziamento del Responsabile Scientifico	
INVESTIMENTO	138 ML
FUNZIONAMENTO	119 ML
TOTALE	230 ML

PERSONALE		TOTALE MESI	
Ricercatori	5	Ricercatori	19
Tecnici	2	Tecnici	8

IL DIRETTORE

Dr. Enrico G. Tanzi

Ricercatore

Firma Respons. Scientif. del Progetto o  
sottoprogetto

(Specificare statuto o incarico)

Firma Respons. Amministrativo del Progetto o  
sottoprogetto

(Specificare statuto o incarico)

## UNITA' CHE COLLABORANO ALLA RICERCA (6\*) (17\*)

( un foglio per ogni Unita' di Ricerca)

## RESPONSABILE SCIENTIFICO DEL PROGETTO O SOTTOPROGETTO

Vincenzo LACQUANITI

## TITOLO PROGETTO

Rivelatori a conteggio di fotoni per immagini in raggi X ed UV con risoluzione energetica intrinseca basati su giunzioni superconduttrici ad effetto tunnel

Per ricerca coordinata indicare:

## TITOLO SOTTOPROG.

Rivelatori a conteggio di fotoni per immagini in raggi X ed UV con risoluzione energetica intrinseca basati su giunzioni superconduttrici ad effetto tunnel

ISTITUZIONE o (3\*)  
Unita' di Ricerca

Istituto Elettrotecnico Nazionale "Galileo Ferraris"

DIRETTORE ISTITUZ.  
o Unita' di Ricerca

Dott. P.A. Mastroeni

Sigla Istituzione

IEN

## INDIRIZZO COMPLETO DELL' Istituzione o Unita' di Ricerca:

Via - Num Corso M. D'Azeglio 42

TEL 011-39191

Citta' / CAP 10125 Torino

FAX 011-346384

E-MAIL lacquani@ien.it

## DENOMINAZIONE UFFICIALE DELL'ENTE (2\*):

Istituto Elettrotecnico Nazionale "Galileo Ferraris"

SIGLA ENTE (10\*) IEN

cod. fisc. ENTE

01090320019

## RETTORE O PRESIDENTE Prof. Sigfrido Leschiutta

## INDIRIZZO COMPLETO DELL'ENTE:

Via - Num Corso M. D'Azeglio 42

TEL 011-39191

Citta'/CAP 10125 Torini

FAX 011-346384

Domande di finanziamento all'ASI

SI' ☒NO ☐

Finanziamento del Responsabile Scientifico	
INVESTIMENTO	70
FUNZIONAMENTO	27
TOTALE	97

PERSONALE		TOTALE MESI	
Ricercatori	6	Ricercatori	18
Tecnici	1	Tecnici	2

Vincenzo Lacquaniti

Firma Respons. Scientif. del Progetto o  
sottoprogetto

(Specificare statuto o incarico)

RICERCATORE

Il Direttore generale  
P.A. MastroeniFirma Respons. Amministrativo del Progetto o  
sottoprogetto (dott. P. A. Mastroeni)

(Specificare statuto o incarico)

## MOTIVAZIONI ED OBIETTIVI SCIENTIFICI

L'obiettivo principale di questo programma di ricerca è la realizzazione di un prototipo di rivelatore basato su tecnologia a superconduttore costituito da una matrice di giunzioni STJ. Questa classe di rivelatori si presta ad essere utilizzata sia in future missioni spaziali per Astronomia X e UV, sia per misure in ottico da terra al fuoco di un telescopio.

I rivelatori basati su giunzioni superconduttrici ad effetto tunnel (STJ, Superconducting Tunneling Junction) rappresentano sotto molti aspetti la naturale evoluzione dei rivelatori basati su tecnologia a semi-conduttore. Una giunzione superconduttrice ad effetto tunnel è una struttura a tre strati superconduttore/isolante/superconduttore in cui le coppie di Cooper e le quasiparticelle presenti negli strati di superconduttore possono attraversare per effetto tunnel la barriera di isolante. Se la giunzione viene mantenuta ad una temperatura molto minore della temperatura critica caratteristica del superconduttore utilizzato, l'equilibrio tra le popolazioni di coppie di Cooper e di quasiparticelle può essere facilmente alterato da un fotone incidente sulla giunzione, in quanto l'energia depositata genera un eccesso di quasiparticelle; applicando alla giunzione una tensione di bias ed un campo magnetico di intensità e direzione opportuna, è possibile misurare la corrente dovuta al flusso delle sole quasiparticelle. Il numero di quasiparticelle generato risulta essere direttamente proporzionale alla quantità di energia depositata.

Sebbene i meccanismi fisici siano diversi, questa situazione è analoga a quella di un normale semiconduttore: così come in un semiconduttore il numero di coppie elettrone-lacuna generato è direttamente proporzionale all'energia depositata dall'assorbimento di un fotone, così lo sono le quasiparticelle in un superconduttore. La differenza fondamentale, da cui l'interesse per questo tipo di rivelatore, è che nel caso di un superconduttore, l'energia necessaria a generare una quasiparticella è circa 1000 volte più bassa di quella necessaria a generare un elettrone di conduzione in un semiconduttore e quindi la risoluzione energetica intrinseca, legata alle fluttuazioni statistiche del numero di cariche generate, è molto migliore.

Da un punto di vista astronomico, le prerogative di un rivelatore STJ sono le seguenti:

- **risoluzione spettrale intrinseca:** come già sottolineato i rivelatori STJ possiedono una risoluzione energetica intrinseca. Ciò è particolarmente interessante a bassa energia, dove, attualmente, l'unico modo per avere risoluzione spettrale è quello di ricorrere all'uso di filtri o di elementi dispersivi. Sebbene il potere risolutivo ottenibile in questa regione spettrale (risoluzione teorica del Nb: 20 nm a 350 nm) non sia paragonabile a quello ottenibile mediante l'uso di dispersori, i rivelatori STJ sono senza dubbio potenzialmente molto utili nel campo della spettroscopia a bassa risoluzione di oggetti deboli. Ad alta energia la risoluzione spettrale teorica è circa un fattore 30 migliore di quella ottenibile con un normale rivelatore al Si. È già stata dimostrata (Verhoeve et al. NIM A 370 (1996) 78-80, Verhoeve et al. Phys.Rev.B (1996) 53 809-817) sperimentalmente una risoluzione di 53 eV a 6 KeV (Verhoeve et al. Proc. SPIE 2283, 172, 1994).
- **larghissima risposta spettrale:** i rivelatori STJ sono sensibili in tutta la banda dal sub-millimetrico all'X. A bassa energia il taglio avviene allorché la carica generata dall'assorbimento di un fotone diventa paragonabile a quella generata dall'interazione con i fotoni provenienti dal fondo termico dell'ambiente circostante al rivelatore; tipicamente ciò avviene per lunghezze d'onda superiori a qualche micron. Ad alta energia il taglio è invece fissato dagli spessori dei materiali utilizzati: sino a qualche centinaio di eV è infatti possibile assorbire direttamente nella giunzione i fotoni incidenti (efficienza del 66% a 1 KeV in giunzioni da 0.2  $\mu\text{m}$  di Nb), mentre per energie superiori i fotoni incidenti vengono rivelati tramite l'assorbimento in un opportuno substrato ove generano fononi in grado di rompere le quasiparticelle nel superconduttore. A questo riguardo giova ricordare che, a differenza di quanto capita nei rivelatori a semiconduttore, nel caso di rivelatori superconduttori i fononi generati dall'interazione con i fotoni incidenti non rappresentano un meccanismo di perdita in quanto contribuiscono, almeno in parte, alla creazione di quasiparticelle nel superconduttore: ottimizzando il materiale utilizzato come substrato è possibile privilegiare la creazione di fononi con energia superiore all'energia di legame delle coppie di Cooper. Giunzioni STJ sono già state utilizzate con successo per rivelare le righe K del ferro a 5.89 e 6.49 KeV. (Verhoeve et al. Phys.Rev.B (1996) 53 809-817).

- **ottima risposta temporale:** il processo di generazione di carica in una giunzione superconduttrice avviene su tempi scala dell'ordine dei nanosecondi; il tempo di confinamento della carica generata dipende dai dettagli particolare superconduttore utilizzato, ma è dell'ordine dei microsecondi. Ed è quindi possibile realizzare rivelatori STJ che operino in regime di conteggio di fotoni (con misura del tempo d'arrivo) con tassi di conteggio fino a circa 100 kHz.
- **ottima efficienza quantica:** l'efficienza quantica di un rivelatore STJ è determinata, nella regione dell'ottico e dell'UV, dalle perdite per riflessione in corrispondenza della superficie del substrato e della transizione tra substrato e superconduttore. Sotto i 600nm ci si aspetta un'efficienza netta dell'ordine del 55%, mentre tale efficienza sale fino a circa il 70% nel lontano UV. Quest'ultimo dato è di particolare interesse se si pensa che i fotocatodi normalmente utilizzati nei rivelatori per quest'intervallo spettrale hanno un'efficienza quantica che difficilmente supera il 20%.
- **possibilità di realizzare matrici:** è possibile realizzare matrici bidimensionali di giunzioni STJ in modo da poter costruire rivelatori sensibili alla posizione.

## DESCRIZIONE TECNICA E STATO DI AVANZAMENTO DEL PROGETTO

Progetto nuovo

## CONSISTENZA DEL GRUPPO DI RICERCA PROPONENTE (8\*)

Istituto Fisica Cosmica

Responsabile Scientifico Sottoprogetto (9\*)

Bonelli Giuseppe

Cognome e Nome	Ente (10*)	Qualifica (7*)	Funzioni (11*)	Tempo (12*)	Progetti ASI (15*)
Bonelli Giuseppe	CNR	Ric.	R&D + Coord.	6	2
Bergamini Paolo	CNR	Ric.	R&D	2	2
Zannoni Mario	UNI	Dott.	R&D	8	2
→ Tanzi Enrico G.	CNR	Dir. Ric.	R&D	1	4
Santambrogio Roberto	CNR	Ass. Tec.	elettronica	4	1
Santambrogio Emilio	CNR	Op. Tec.	meccanica	4	0
Uslenghi Michela	CORI	Ric.	R&D	2	2

274    29  
          4  
          I       II       III  
 luv 57  
 Mthw 75  
 Fw  
 Mij 15  
 ———  
 147



## CONSISTENZA DEL GRUPPO DI RICERCA PROPONENTE (8\*)

Istituto Galileo Ferraris

Responsabile Scientifico Sottoprogetto (9\*)

Vincenzo LACQUANITI

Cognome e Nome	Ente (10*)	Qualifica (7*)	Funzioni (11*)	Tempo (12*)	Progetti ASI (15*)
Vincenzo Lacquaniti	IPU	Ricercatore	Tecnologia	3	3
Sabino Maggi	IPU	Ricercatore	Tecnologia	3	3
Eugenio Monticone	IPU	Ricercatore	Tecnologia	2	3
Raffaella Steni	IPU	Ricercatore	Tecnologia	4	3
Maria Luisa Rastello	IPU	Ricercatore	Misure	2	2
Mauro Rajteri	IPU	Borsista	Misure	2	2
Danilo Serazio	IPU	Tecnico	Supporto tecnico	2	0



## ATTREZZATURE E SERVIZI DISPONIBILI (8\*)

Istituto Fisica Cosmica

Responsabile Scientifico Sottoprogetto (9\*)

Bonelli Giuseppe

L'Istituto dispone delle seguenti attrezzature:

- Laboratorio di fotonica, dotato di banco ottico, componenti ottici di base, sorgenti UV e fotometri calibrati.
- Laboratorio di elettronica, dotato di strumentazione di base e di catene di amplificazione, discriminazione, temporizzazione e analisi dei segnali.
- Prototipo di laboratorio completo di contatore di fotoni ottimizzato per il dominio UV.

L'Istituto dispone inoltre delle seguenti risorse di calcolo:

- 16 workstation Sun (sistema operativo SunOS 4.1.3, con oltre 6 Gb di disco, unità DAT 4mm, unità Exabyte 8 mm, unità CD-ROM e stampanti laser PostScript) dedicate al supporto generale delle attività dell'Istituto per analisi di dati astronomici
- 2 Alphastation 255/233 e 1 Alphastation 200/100 (sistema operativo Digital Unix OSF/1 3.2) con ca 14 Gb di disco, unità nastro 1600/6250 bpi, unità DAT 4 mm e lettori CD-ROM, fornito da ASI e dedicato al progetto SAX (sviluppo software e analisi dei dati di volo). Su una delle 255/233 (poseidon) risiede la installazione del software di uso comune per SAX, inoltre svolge funzioni di WWW server (<http://sax.ifctr.mi.cnr.it>)

Tali sistemi costituiscono il dominio Internet ifctr.mi.cnr.it e sono gestiti in maniera coordinata. Sui sistemi citati sono installati i principali packages di impiego astronomico (e.g. MIDAS, SAOimage, IDL, IRAF, STSDAS) e programmi di utilità generale.

I sistemi citati sono tutti connessi su rete locale Ethernet tra di loro e con due workstation HP9000 dedicate al CAD/CAE, una stampante a colori e numerosi Personal Computer IBM-compatibili e Macintosh.

## ATTREZZATURE E SERVIZI DISPONIBILI (8\*)

Istituto Galileo Ferraris

Responsabile Scientifico Sottoprogetto (9\*)

Vincenzo Lacquaniti
---------------------

1. Camera pulita di classe 100 dotata di: cappe chimiche, spinner per la deposizione del photoresist (Sulzer Electro Technique), mask-aligner per l'esposizione delle maschere (Karl Suss MJB 3), microscopio Leitz ( $\times 1000$ ) dotato di telecamera ed interfaccia per l'acquisizione delle immagini.
2. Camere grigie (classe 100000) in cui sono posti i successivi impianti.
3. Sistema di deposizione per sputtering rf-magnetron (Leybold Z400), dotato di catodi di Nb, Al, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
4. Evaporatore a sorgente termica (Leybold)
5. Sistema di attacco chimico dei film in plasma reattivo (reactive-ion etching) (Leybold)
6. Profilometro per misure di rugosità e spessori di film sottili (Tencor P-10)
7. Sistema di misura comprensivo di criostato per He liquido, banco ottico con sorgente laser nel visibile e strumentazione elettronica.

## ATTIVITA' DA AFFIDARE ALL'INDUSTRIA (8\*)

Responsabile Scientifico Sottoprogetto (9\*)

--

Nessuna per il 97

SVILUPPO TEMPORALE, PIANO DI GESTIONE DELLA RICERCA  
e  
SVILUPPO FINANZIARIO FINO AL COMPLETAMENTO DEL  
PROGETTO

Lo sviluppo temporale e il piano di gestione sono illustrati nella time-line a pagina VIII-2.  
Lo sviluppo finanziario è previsto su un arco di tre anni ed è contenuto nella tabella a pagina XIV.

Sviluppo temporale STJ		responsabilità	
<b>Fase 1: definizione parametri tecnologici</b> - definizione maschere per litografia - realizzazione campionature di giunzioni - caratterizzazione a 4K delle giunzioni	IEN/IFCTR IEN		mese01
	IEN/IFCTR		mese02
	IEN/IFCTR		mese03
<b>Fase 2: realizzazione rivelatore basato su singola giunzione</b> - finalizzazione maschere e materiali - acquisto criostato 300 mK - progetto e realizzazione elettronica - integrazione meccanica/elettrica ottica nel criostato - misura a 300 mK dei parametri elettrici caratteristici - realizzazione nuova campionatura di giunzioni ottimizzate - caratterizzazione giunzioni a 300 mK in ottico-UV-X - spettroscopia a larga banda al fuoco di un telescopio	IEN/IFCTR IFCTR		mese04
	IFCTR		mese05
	IFCTR		mese06
	IFCTR		mese07
	IFCTR		mese08
	IFCTR		mese09
<b>Fase 3: realizzazione rivelatore a matrice</b> - definizione maschere per litografia - realizzazione matrice 4x4 - realizzazione elettronica lettura matrice - integrazione matrice nel criostato - caratterizzazione matrice - misure al fuoco di un telescopio	IFCTR/IEN		mese10
	IFCTR		mese11
	IFCTR		mese12
	IFCTR		mese13
	IFCTR		mese14
	IFCTR		mese15
	IEN/IFCTR IEN		mese16
	IEN		mese17
	IEN		mese18
	IEN		mese19
	IEN		mese20
	IEN		mese21
	IEN		mese22
	IEN		mese23
	IEN		mese24
	IEN		mese25
	IEN		mese26
	IEN		mese27
	IEN		mese28
	IEN		mese29
	IEN		mese30
	IEN		mese31
	IEN		mese32
	IEN		mese33
	IEN		mese34
	IEN		mese35
	IEN		mese36

## RESOCONTO ATTIVITA' SCIENTIFICA NEL BIENNIO PRECEDENTE

**Progetto catena elettronica:** è stata progettata una catena elettronica a basso rumore di lettura degli STJ. Tale catena è basata su dei preamplificatori di carica AMPTEK A250 a bassissimo rumore. Questi componenti consentono di raggiungere un rumore di lettura di circa 130 elettroni RMS (con una capacità di carico inferiore a 1 pF). Il segnale in uscita dal preamplificatore viene amplificato e formato da tre amplificatori a basso rumore AMPTEK A275 in cascata. Il segnale così ottenuto viene poi acquisito da un analizzatore multicanale. La componentistica AMPTEK è stata scelta sia per le sue caratteristiche di bassissimo rumore, sia perché qualificata per usi spaziali. Abbiamo effettuato dei test di rumore in laboratorio su una versione preliminare del preamplificatore di carica (il segnale del preamplificatore viene amplificato e formato da una catena NIM standard) trovando un rumore RMS equivalente a 190 elettroni (con una capacità di carico di 2 pF). Tale risultato conferma le ottime specifiche del preamplificatore e dimostra come questa versione preliminare sia vicina, nelle prestazioni, a quella definitiva.

**Bilancio termico criostato:** è stato calcolato il bilancio termico del sistema. Si è valutato l'ingresso termico dei contatti elettrici della giunzione singola (del bias e del segnale), della fibra ottica necessaria a illuminare il dispositivo e il calore dissipato per effetto Joule dalla corrente di subgap tipica per una giunzione da 20x20  $\mu\text{m}$ . Si è anche tenuto conto del successivo impiego di una matrice di giunzioni da 16 pixels. Il calore iniettato dal sistema a singola fibra è di 10.5  $\mu\text{W}$ , dalla matrice 4x4 168  $\mu\text{W}$ . Abbiamo selezionato tra la disponibilità di mercato un criostato ad elio 3 (Oxford HELIOX AST-VL) che permette di mantenere una temperatura inferiore a 0.4 K (con una precisione di 0.003K nell'intervallo 0.28-1.2K) per più di 3.5 ore con un carico di 100  $\mu\text{W}$  e una temperatura inferiore a 0.45 K per lo stesso tempo con un carico termico doppio. Il tempo di rigenerazione dell'elio 3 è di circa 20 minuti. Tale sistema, oltre ad essere decisamente meno costoso di uno a diluizione, è anche molto più maneggevole e adatto alla fase di sviluppo del rivelatore. Il modello selezionato è infatti progettato per essere inserito in un dewar standard da trasporto per elio 4, eliminando così la necessità di un criostato supplementare. Il portacampioni è accessibile tramite due ingressi in linea di vista da 6 mm di diametro entro cui cablare le fibre ottiche.

**Disegno preliminare delle maschere delle giunzioni:** è in corso la realizzazione delle maschere fotolitografiche per la deposizione di un primo batch di giunzioni di test. Verranno depositate giunzioni con lato da 20 a 100  $\mu\text{m}$  a geometria quadrata per studiare la risposta del rivelatore in funzione delle dimensioni fisiche. Verranno depositati inoltre delle aree tunnel per studiare la capacità specifica delle giunzioni e la qualità dell'anodizzazione.

## ELENCO PUBBLICAZIONI NEL TRIENNIO PRECEDENTE (8\*)

( Autori, titolo, riferimento bibliografico)

Istituto Fisica Cosmica

Responsabile Scientifico Sottoprogetto (9\*)

Giuseppe Bonelli

M. Alderighi, R. Baruzzi, F. d'Ovidio, E. Gummati, G.R. Sechi,  
*Performance Evaluation and Robustness Analysis of a Neural Network for Signal Processing*  
to appear in "Proc. of the 13th IASTED Intl. Symp. on Applied Informatics, Innsbruck, February 21-23, 1995.

R. Baruzzi, S. D'Angelo, F. d'Ovidio, E. Gummati, G.R. Sechi, A Software  
*Environment for Studying Photon Counting Applications in Astrophysics*  
to appear in "Proc. of the 13th IASTED Intl. Symp. on Applied Informatics", Innsbruck, February 21-23, 1995.

R. Baruzzi, S. D'Angelo, F. d'Ovidio, E. Gummati, G.R. Sechi,  
*Using Software Models to Analyse a Hardware Neural Network*  
to appear in "Proc. of the 13th IASTED Intl. Symp. on Applied Informatics", Innsbruck, February 21-23, 1995.

P. Achdjian, C. Baroncelli, S. D'Angelo, M. Dapri, G.R. Sechi  
*A Hardware Prototype of a Neuron for Signal Processing*  
to appear in "Proc. of the 13th IASTED Intl. Symp. on Applied Informatics", Innsbruck, February 21-23, 1995.

Alderighi, M., Crosetto, D., d'Ovidio, F., Gummati, E. and Sechi, G.R.,  
*A Feedback Neural Network for Signal Processing and Event Recognition*  
to appear in "Proc. of the 1st Intl. Conf. on Algorithms and Architectures for Parallel Processing", Brisbane, April 19-22, 1995.

Alderighi, M., Crosetto, D., D'Angelo, S. and Sechi, G.R.  
*Implementing Photon Event Recognition Algorithms on a 3D-Flow System*  
to appear in "Proc. of the 1st Intl. Conf. on Algorithms and Architectures for Parallel Processing", Brisbane, April 19-22, 1995.

D'Angelo, S., Quadrini, E., Sechi, G.R. and Tanzi, E.G.  
*A Dedicated Digital Unit for Event Recognition and Centroiding in Photon Counting Intensified CCDs*  
to appear in "Proc. of the 7th EUROMICRO Workshop on Real Time Systems", Odense, June 14-16 (1995).

R. Baruzzi, S. D'Angelo, G.R. Sechi, E.G. Tanzi,  
*A High Performance Computational System for Event Processing in Photon Counting Intensified CCDs*  
to appear in "Proc. of the 1st Intl. Conf. on Algorithms and Architectures for Parallel Processing", Brisbane, April 19-22, 1995.

D'Angelo, S., Quadrini, E., Sechi, G.R. and Tanzi, E.G.,  
*A Dedicated Digital Unit for Event Recognition and Centroiding in Photon Counting Intensified CCDs*  
to appear in "Proc. of the 7th EUROMICRO Workshop on Real Time Systems", Odense, June 14-16 (1995).



P. Achdijan, M. Alderighi, S. D'Angelo, G.R. Sechi, E.G. Tanzi, M. Uslenghi,  
*Neural Network Based Event identification in a Photon Counting Intensified CCD: Performance Evaluation'*

Proc. 2<sup>nd</sup> Intl. Conf. on Massively Parallel Computing Systems, Ischia, Italy, May 6 -- 9, 1996, IEEE Computer Society Press, p. 137 (1996)

M. Alderighi, S. D'Angelo, G.R. Sechi, F.M. D'Ovidio, E.L. Gummati, E.G. Tanzi,  
*Design of an Enhanced Performance Neuron for Event Identification in Photon Counting Intensified CCDs'*  
Proc. 1996 IEEE Intl. Workshop on Emergent technologies for Instrumentation and Measurement", Como, Italy, June 10 -- 11, 1996, p.26 (1996).

E.G. Tanzi, A.A. Boyarchuk, M. Grewing, N.V. Steshenko,  
*The Spectrum--UV Mission: An International Ultraviolet Observatory*  
Experimental Astronomy , in press (1997).

P. Bergamini, G. Bonelli, S. D'Angelo, G. Sechi, E.G. Tanzi, M. Uslenghi, S. Latorre, L. Poletto, G. Tondello  
*Performance evaluation of a photon counting intensified CCD*  
to be published in SPIE--3114 (1997).

ELENCO PUBBLICAZIONI NEL TRIENNIO PRECEDENTE (8\*)  
 ( Autori, titolo, riferimento bibliografico)  
 Istituto Galileo Ferraris

Responsabile Scientifico Sottoprogetto (9\*)

Vincenzo Lacquaniti

D Andreone, L Brunetti, V Lacquaniti, S Maggi, F Rosso, R Steni, *Development of a Nb/Al-AlOx/Nb SIS mixer at 100 GHz*, Proceedings of the 2th European Conference on Applied Superconductivity (1995) 1689-1692

V Lacquaniti, S Maggi, E Monticone, G Picotto, R Steni, *STM and AFM analysis of stacked Nb/Al-AlOx/Nb Josephson junctions*, Proceedings of the 2th European Conference on Applied Superconductivity (1995) 1451-1454

S. Maggi, *Rf-induced steps in a pulse driven Josephson junction*, Proceedings of the 2th European Conference on Applied Superconductivity (1995) 1243-1246

Lacquaniti, E. Monticone, R. Steni, *Superconducting transition edge bolometer for microwave power measurements*, Proceedings of 7th IMEKO TC-4 Symposium (1995) 38-42

V. Lacquaniti, D. Andreone, S. Maggi, E. Monticone, *Development of single and vertically stacked Josephson junctions for electrical precision measurement*, Proceedings of 7th IMEKO TC-4 Symposium (1995) 400-404

V. Lacquaniti, S.Maggi, E.Monticone, R.Steni, *Thickness dependence of electrical and structural properties of Nb thin films*, Phys. Stat. Sol. (a) 151 (1995) 335-344

V.Lacquaniti, S.Maggi, E.Monticone, R.Steni, *Properties of rf sputtered Nb/Al-AlOx/Nb Josephson SNAP junctions*, IEEE Trans. Appl. Superconduct. 6 (1996) 24-31.

D. Andreone, V. Lacquaniti, S. Maggi, E. Monticone, R. Steni, *Magnetic Field Behavior of Vertical Stacks of Josephson Junctions with Large Idle Regions*, to appear on IEEE Transactions on Appl. Supercond.

V. Lacquaniti, S. Maggi, E. Monticone, and R. Steni, *Analysis of the Interfaces of Stacked Josephson Junctions by Atomic Force Microscopy*, to appear on IEEE Transactions on Appl. Supercond.

S. Maggi and V. Lacquaniti, *Analysis of Magnetic Field Patterns of Single Josephson Tunnel Junctions with Large Idle Regions*, to appear on Journal of Low Temperature Physics.

S. Maggi, *Enhanced Phase Locking in a Josephson Junction Driven by Current Pulses*, to appear on Journal of Low Temperature Physics.

V. Lacquaniti, S. Maggi, E. Monticone, R. Steni and A. Vaccari, *Magnetic field dependence of the critical current of single and stacked Josephson junctions with large idle regions*, to appear on Il Nuovo Cimento.

D. Andreone, L. Brunetti, V. Lacquaniti, S. Maggi, E. Monticone, and R. Steni, *Superconductive thin film devices for microwave applications*, to appear on Il Nuovo Cimento.

S. Maggi, *Step width enhancement in a pulse-driven Josephson junction*, Journ. of Appl. Phys., 79 (1996) 7860-3

V. Lacquaniti, S. Maggi, R. Steni, *Area reduction process for Nb/Al-AlOx/Nb Josephson junctions for SIS mixer applications*, Proceedings of 30th ESLAB Symposium on Submillimetre and Far-Infrared Space Instrumentation (1996) 223-226.

G.Sironi, G.Boella, M.Gervasi, A.Vaccari, D.Andreone, V.Lacquaniti, S.Maggi, R.Steni, U.Pisani, G.P.Bava, E.Bava, G.Bonelli, V.Natale, G.Tofani, *Development of SIS junctions for astrophysical observations*, Proceedings of 30th ESLAB Symposium on Submillimetre and Far-Infrared Space Instrumentation, (1996) 219-222.

V. Lacquaniti, E. Monticone and G.B. Picotto, *Structural and surface properties of sputtered Nb films for multilayer devices*, to appear on Surface Science.

**DESCRIZIONE DEL PRODOTTO DEL PROGETTO (8\*) (16\*)**

Dovrà contenere la descrizione sintetica degli obiettivi e dei risultati attesi

**Istituto Fisica Cosmica**

Responsabile Scientifico Sottoprogetto (9\*)

Bonelli Giuseppe

Questo progetto porterà allo sviluppo e alla realizzazione di due prototipi di rivelatori basati su tecnologia a superconduttore.

Il primo prototipo sarà costituito da una singola giunzione STJ montata in un criostato a 400 mK e permetterà sia misure di laboratorio che al fuoco di un telescopio.

Il secondo prototipo sarà analogo al primo, ma la singola giunzione verrà sostituita da una matrice 4x4 e permetterà di valutare la risoluzione spaziale ottenibile con questo tipo di rivelatori.

Gli obiettivi intermedi sono riassumibili come segue:

1. Produzione di una campionatura di giunzioni superconduttrici in Nb al fine di ottimizzarne sia il processo tecnologico di fabbricazione sia i parametri geometrici.
2. Realizzazione, a partire da un criostato disponibile commercialmente, del sistema di refrigerazione necessario per mantenere le giunzioni alla temperatura operativa di 300 mK.
3. Realizzazione del front-end di elettronica analogica (preamplificatore di carica, amplificatore-formatore, convertitore analogico-digitale) e assemblaggio, basato su moduli NIM standard, della catena di trattamento e acquisizione del segnale.
4. Caratterizzazione a 300 mK sia in ottico-UV sia in raggi X (mediante sorgenti radioattive) delle giunzioni.

**DESCRIZIONE DEL PRODOTTO DEL PROGETTO (8\*) (16\*)**

Dovrà contenere la descrizione sintetica degli obiettivi e dei risultati attesi

**Istituto Galileo Ferraris**

Responsabile Scientifico Sottoprogetto (9\*)

Vincenzo Lacquaniti

Il Galileo Ferraris svilupperà la tecnologia completa dei rivelatori a giunzione Josephson Nb/Al/AlOx/Al/Nb nonché la caratterizzazione di base di questi dispositivi.

Pertanto il prodotto fondamentale del gruppo operante presso lo IENGF consisterà nei diversi prototipi di rivelatore fino al dispositivo finale.

Durante i tre anni del progetto verranno quindi realizzati partendo dalla tecnologia del multilayer e dalle tecniche già sviluppate per la geometrizzazione in questo laboratorio, tre diversi dispositivi.

Il primo consisterà in giunzioni Josephson ottenute con deposizione su substrati di vetro e silicio utilizzando geometrie appositamente progettate con aree delle giunzioni tra  $10 \times 10$  e  $50 \times 50 \mu\text{m}^2$  e elettrodi di collegamento, wiring, di  $5-10 \mu\text{m}$ .

Poiché una delle caratteristiche essenziali della giunzione è il valore della corrente di subgap che determina la risoluzione in energia del rivelatore, e deve essere il più basso possibile, si valuterà il valore ottenuto su questi substrati e con il processo di deposizione standard.

Il secondo prototipo consisterà in campioni in cui sia il substrato che la tecnologia di deposizione saranno ottimizzati, ad esempio usando zaffiro e sputtering d.c., al fine di pervenire a superfici del film base di niobo le più rifinite e prive di stress possibile, essendo questi requisiti essenziali per minimizzare la corrente di subgap.

Infine il dispositivo finale, che dovrà essere utilizzato come rivelatore per i raggi x e gli u.v., sarà ottenuto con la tecnologia di deposizione precedentemente messa a punto applicata su geometrie delle giunzioni calcolate per avere un andamento della corrente critica in funzione del campo magnetico applicato ottimale, cioè con lobi secondari tendenti a zero. Infatti questa è una altra condizione importante per questi dispositivi.

## PREVISIONE DI SPESA PER L'ANNO 1997 (8\*)

Istituto Fisica Cosmica

Responsabile Scientifico Sottoprogetto (9\*)

Giuseppe Bonelli

		Importo (ML)
<b>Investimento (13*)</b> (Allegare offerte ove possibile)		
Criostato a $^3\text{He}$ (offerta Oxford Instruments)		100
Sistema acquisizione dati		10
Moduli NIM		20
Pompa rotativa		5
Pompa a membrana		3
<b>Tot. INV.</b>		<u>138</u>
<b>Funzionamento</b> (Allegare elenco motivato e costi singoli)		
<b>MATERIALI E SERVIZI:</b>		
Fax, telefono, fotocopie, posta, pubblicazioni:		5 ML
He liquido e dewar da trasporto:		10 ML
Componenti elettronici Amptek (vedi offerta):		10 ML
Componentistica da vuoto:		25 ML
Sorgente Fe55		2 ML
Componenti ottici (fibre ecc.)		5 ML -
		57
COLLABORAZIONI		
SPESE DI CALCOLO		
CONTRATTI INDUSTRIALI		
<b>MISSIONI:</b>		
Partecipazione 1 congresso internazionale per presentazione risultati:		5 ML
Missioni a ESA/ESTEC per instaurazione collaborazione:		10 ML
Missioni a PSI/Zurigo per instaurazione collaborazione:		10 ML
Missioni IEN/Torino		10 ML
		35
<b>Tot. FUNZ.</b>		92

TOTALE

230

## PREVISIONE DI SPESA PER L'ANNO 1997 (8\*)

Istituto Galileo Ferraris

Responsabile Scientifico Sottoprogetto (9\*)

Vincenzo LACQUANITI

Importo (ML)	
<b>Investimento (13*)</b>	
Alimentatore impianto sputtering in continua	50
Sistema di misura parametri giunzioni Josephson	15
Schermatura dewar	5
<b>Tot. INV.</b>	<u>70</u>
<b>Funzionamento</b>	
MATERIALI E SERVIZI _____	22 _____
materiale per fotolitografia, maschere, elio liquido	
COLLABORAZIONI _____	_____
SPESE DI CALCOLO _____	_____
CONTRATTI INDUSTRIALI _____	_____
MISSIONI _____	5 _____
<b>Tot. FUNZ.</b>	<u>27</u>

TOTALE

97

**RENDICONTO SCHEMATICO DEI FONDI GIA' ASSEGNATI AL  
PROGETTO FINO ALLA DATA DI PRESENTAZIONE (8\*)**  
(Voci generali per Investimento e Funzionamento)

Responsabile Scientifico Sottoprogetto (9\*)

Giuseppe Bonelli

Progetto nuovo



**FINANZIAMENTI ASI**  
**Quadro economico relativo all'intero programma**  
**(in ML)**

ANNO	I ANNO	II ANNO	III ANNO	IV ANNO	V ANNO
<u>INVESTIMENTO</u>					
	208	150	100		
<u>FUNZIONAMENTO</u>					
Materiali e servizi	79	150	100		
Collaborazioni					
Spese di calcolo					
Contratti industriali			200		
Missioni	40	50	50		
TOTALE	119	200	350		
<u>TOTALE</u>	327	350	450		

## TRADUZIONE IN INGLESE DELLE MOTIVAZIONI ED OBIETTIVI SCIENTIFICI

(fino a 5 pagine)

The main objective of this research project is the realisation of a prototype detector based on an array of superconducting junctions. This ~~class~~ <sup>high</sup> of detectors can be employed either in X and UV astronomy space mission or in ground based optical observations. <sup>flow x-ray up to 100 keV</sup>

Detectors based on Superconducting Tunneling Junctions (STJ) represent the natural step forward from detectors based on semiconductor technology.

A superconducting tunnelling junction is a three layers structure, superconductor / dielectric / superconductor, where the Cooper pairs and the quasiparticles can tunnel through the dielectric. If the junction is kept below its characteristic critical temperature, the statistical equilibrium between the Cooper pairs and the quasiparticles can be easily modified by a photon impinging on the junction because the deposited energy produce a quasiparticles excess; by applying a suitable voltage bias and a magnetic field of proper amplitude and direction it is possible to measure the electrical current due solely to the quasiparticles.

In an STJ the amount of quasiparticles excess generated by an interacting photon is directly proportional to its energy as well as in a semiconductor device the number of electron / hole pairs relates to the energy deposited by the radiation. The advantage of STJ on semiconductor detection relays on the fact that in a superconductor the energy required to produce a quasiparticle is about 1000 times lower than the energy required to produce a electron / hole pair in a semiconductor and therefore the intrinsic resolution, i.e. the statistical fluctuations of the number of charge carrier generated, is far better.

From an astronomical point of view, a detector based on STJ technology excels in the following areas:

- **Intrinsic spectral resolution:** STJ detectors have intrinsic wavelength resolution. This is particularly interesting in the visible-UV spectral range where spectral resolution is so far obtained by mean of either filters or dispersive elements placed in front of the detector. Although the spectral resolution attainable by STJ detectors in this spectral range is not comparable with that achievable employing dispersive elements (at 350 nm the theoretical resolution is 20 nm for Nb junctions), these devices promise unprecedented performances in the field of low resolution spectroscopy of faint sources. In the high energy range, the theoretical spectral resolution is about a factor 30 better than that attainable with a conventional Si detector. A resolution of 53 eV at 6 KeV has been proved (Verhoeve et al., NIM A 370 (1996) 78-80, Verhoeve et al., Phys. Rev. B (1996) 53 809-817).
- **Broad spectral response:** STJ detectors are sensible to radiation spanning from sub-mm to X-rays. The low energy cut-off is set by the charge generated by an incident photon being comparable to that generated by a photon coming from the thermal background surrounding the detector; typically this happens for wavelength longer than a few micron. The high energy cut-off is set by the thickness of either the superconducting layers or the substrate: for energies lower than a few hundreds of eV an incident photon can be stopped within the junction (QE=66% @ 1 KeV in 0.2  $\mu$ m Nb junctions), whereas for higher energies a photon can be detected through the phonons generated in a suitable substrate and capable to generate quasiparticles in the superconductor. It is worth mentioning that, contrary to what happens in a semiconductor, the phonons generated by the absorption of a photon are not a loss mechanism, because they can have an energy sufficient to break Cooper pairs. STJ detectors has been already used to resolve the Fe K lines at 5.89 and 6.49 KeV ( Verhoeve et al. Phys. Rev. B 1996, 53 809-817).
- **High time resolution:** In a STJ the generation of charge takes place on time scales of nanoseconds and its confinement time depends on the specifics of the device, but is of the order of microseconds. Hence STJ detectors could be operated as time-tagged photon counters at event rates of order 100 kHz.

- **Very high quantum efficiency:** the quantum efficiency of the STJ detector at optical and UV wavelengths is determined by the reflection losses occurring at the substrate and superconductor/substrate surfaces: by choosing suitable materials, such as for example niobium, tantalum or hafnium which have extremely favourable optical properties, it is possible to obtain a net efficiency in excess of 55% at all wavelengths below 600 nm, reaching higher than 70% at the shortest far-UV wavelengths. This anticipated high far-UV sensitivity is of particular interest for UV space astronomy since all far-ultraviolet detectors up until now make use of photocathodes which seldom achieve quantum efficiencies higher than about 20%.
- **Imaging capabilities:** it is possible to build a detector based on an array of STJ's, allowing the construction of an imaging camera.

## FONDI DI FINANZIAMENTO NON ASI (8\*)

( CNR, MPI 40% 60% , Progetti Speciali, Contratti di altri Enti) (14\*)

Istituto Fisica Cosmica

Responsabile Scientifico Sottoprogetto (9\*)

Giuseppe Bonelli
------------------

Nessuno
---------

I firmatari assicurano che tutte le informazioni fornite nell'intera domanda corrispondono a verità

Fatto a :

Milano

il: 24.6.97

IL DIRETTORE

Dr. Enrico G. Tanzi

Ricercatore



Firma Responsabile Scientifico

( Specificare statuto o incarico)



Firma Responsabile Amministrativo

( Specificare statuto o incarico)

## FONDI DI FINANZIAMENTO NON ASI (8\*)

( CNR, MPI 40% 60% , Progetti Speciali, Contratti di altri Enti) (14\*)  
(Un foglio per ogni Unità di Ricerca)

Responsabile Scientifico Sottoprogetto (9\*)

Vincenzo LACQUANTI

Il progetto non ha ricevuto altri finanziamenti.

I firmatari assicurano che tutte le informazioni fornite nell'intera domanda corrispondono a verità

Fatto a : Torino

il: 25-6-1997

*Vincenzo Lacquanti*

Firma Responsabile Scientifico

( Specificare statuto o incarico)

Il Direttore generale

*P. A. Mastroeni*

Firma Responsabile Amministrativo  
( dott. P. A. Mastroeni )

( Specificare statuto o incarico)

Research Instruments

CNR - IFCTR  
Via Bassini, 15  
20133 Milano

Oxford Instruments  
Scientific Research Division  
Old Station Way, Eynsham  
Witney, Oxon, OX8 1TL, England  
Telephone: (0865) 882855  
Fax: (0865) 881567

Your Ref: Inq. Dr. Mario Zannoni of 15.11.1996  
Our Ref: I96.136a/96.0654

Quotation No: Q96.215  
Date: 15.11.1996

## QUOTATION

ITEM	DESCRIPTION	£PRICE
1	<p><b>HE3VLINS</b> Heliox 2VL <math>^3\text{He}</math> insert with sample in vacuum to fit in a storage vessel with 50 mm diameter neck:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 mm diameter insert</li> <li>• 40 mm diameter sample space</li> <li>• Base temperature <math>\leq 0.3</math> K for 50 hr (no applied heat load)</li> <li>• Base temperature <math>\leq 0.4</math> K for <math>&gt; 3.5</math> hr (100 <math>\mu\text{W}</math> heat load)</li> <li>• <math>^3\text{He}</math> gas</li> <li>• Sorption pump for IVC</li> <li>• Temperature sensors</li> <li>• Automatic regeneration time <math>\approx 25</math> min</li> <li>• 24-way flat loom of constantan wires to the connector at the 1 K pot</li> </ul>	13,678
2	<p><b>ITCHE311</b> temperature controller for Heliox 2VL providing:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control of sorb temperature</li> <li>• Fine control of sample temperature from 0.3 - 1.2 K</li> <li>• Control of sample temperature up to 300K</li> <li>• Digital read-out of sample temperature with 1 mK resolution up to 9.999 K and 10 mK resolution up to 80 K</li> <li>• Sorb auto needle valve</li> <li>• SCI extra sensor channel interface card</li> <li>• HCB heater control board</li> <li>• Connecting leads</li> <li>• Control algorithm for sorb auto needle valve</li> <li>• ObjectBench control software (LabVIEW<sup>®</sup> drivers available)</li> </ul>	3,946

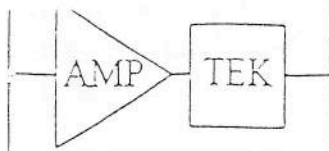
3	HELIOXMAG integral super-compact magnets for Heliox 2VL:	4,124
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 T magnet with 8 mm sample space</li> <li>OR</li> <li>• 4 T magnet with 17 mm sample space</li> <li>OR</li> <li>• 2 T magnet with 26 mm sample space</li> <li>• All magnets include current leads and protection circuit</li> <li>• All magnets have &lt;0.15% homogeneity over a 5 mm dsv</li> <li>• Magnets operate at <math>\approx 50</math> A</li> </ul>	
4	PS120-3 Magnet power supply comprising: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 120 A output current (unipolar)</li> <li>• <math>\pm 3</math> V output voltage</li> <li>• Integral digital sweep</li> <li>• RS232 interface</li> <li>• Switch heater control</li> <li>• Digital display of field or current as required</li> <li>• Auto rundown facility</li> <li>• Instrument case and 6 m current leads</li> </ul>	4,360
	<b>OPTIONS</b>	
5	SHM sample holder for high field magnet	527
6	ETW24 Extra for twisted pair wiring on std 24-way connector	160
7	4S1 4 x Lakeshore S1 co-ax cables wired to 1 K pot with extra length to reach HE3 pot (in addition to standard 24 way connector)	1,446
8	GF3 gas flow pump: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oil free</li> <li>• Diaphragm type</li> </ul>	490

All prices are ex-works, unpacked and exclude delivery and VAT.

Selling Conditions:	
Terms of payment:	100% bank transfer on receipt of goods
Validity of quotation:	60 days
Estimated delivery:	4 months from receipt of order
Method of despatch:	Road or air courier door to door
Jobsite installation:	By Italian personnel, included
Packing, handling, freight, insurance:	At cost, estimated £600

Signed  
*Antonio Catalfamo*  
 Antonio Catalfamo  
 Sales Engineer





# AMPTEK INC.

6 De Angelo Drive, Bedford, MA 01730-2204 U.S.A.

Tel: +1 (617) 275-2242 Fax: +1 (617) 275-3470

e-mail: sales@amptek.com WWW: http://www.amptek.com

## FAX TRANSMISSION

DATE: December 11, 1996  
ATTN: Paolo Bergamini  
COMPANY: National Council for Research, Institute for Cosmic Physics  
and Related Technology, Via E. Bassini n. 15 20133 Milano  
ITALY  
FAX NO: 011 39 2 2666017  
FROM: Ms. Niki Pantazis  
# OF PAGES (INCLUDING COVER) 1

## QUOTATION

QUANTITY	DESCRIPTION	UNIT PRICE
Two	A111 Charge Sensitive Preamp & Discr.	US\$375 EACH
One	PC21 Test Board	US\$50 EACH
Two	A250 Charge Sensitive Preamp. (Each unit comes with 2 FETs at no extra charge)	US\$420 EACH
One	PC250 Test Board	US\$60 EACH
Two	A275 Pulse Amplifier	US\$420 EACH
One	PC275 Test Board	US\$95 EACH

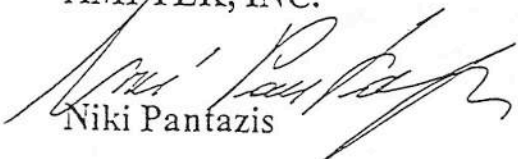
Availability: From stock

Shipping charges: via DHL CIF MILANO ITALY US\$50

- Any Import Duties and VATs will be your responsibility.

Payment terms: We extend your Institution payment terms of NET 30 DAYS. Via wire transfer in US Dollars or draft payable through the United States Banking System. Also, VISA, MASTER CARD and AMERICAN EXPRESS are accepted.

AMPTEK, INC.

  
Niki Pantazis

THIS QUOTATION IS VALID FOR 60 DAYS.