

Test del preamplificatore di GIANO

M. González¹, I. Mochi², V. Biliotti²

Arcetri Technical ReportN° 3/2007

1. Telescopio Nazionale Galileo - INAF
2. Osservatorio di Arcetri - INAF

Febbraio 2007

Indice

1.INTRODUZIONE.....	3
2.SCHEDA DI TEST.....	3
3.MISURE.....	3
Misura del rumore equivalente all'ingresso del amplificatore.....	4
Misura delle temperature di funzionamento a regime.....	7
4.CONCLUSIONI.....	8
REFERENZE.....	9
APENDICE A: SCHEMATICO FRANCOBOLLO.....	10
APENDICE B: SCHEMATICO SCHEDA DI TEST.....	11

1.INTRODUZIONE

Il preamplificatore del rivelatore di GIANO e' stato progettato come un "francobollo", cioè come una piccola scheda con un connettore da inserire nella scheda fredda accanto al sensore. In questo modo diventa abbastanza semplice cambiare il preamplificatore in caso di guasto, o provare diverse configurazioni mettendo francobolli con un settaggio diverso per trovare il modo ottimale di funzionamento.

Lo scopo di questo test era fare un'analisi di rumore del preamplificatore in funzione della temperatura di funzionamento del chip amplificatore. Come obiettivo secondario si cercava di capire quale era la distanza ottimale tra il dito freddo ed il francobollo per farlo lavorare ad una certa temperatura.

2.SCHEDA DI TEST

Per fare queste prove è stata progettata una scheda di test dove montare i francobolli e con un oscillatore per fornire di un segnale da amplificare. Quest'oscillatore genera un'onda quadra di frequenza 500 Hz circa ed ampiezza (picco-picco) tra 5V e 12V. Questo segnale poi si fa passare da un partitore resistivo che attenua di un fattore 100000 (in modo di scartare il rumore generato dal proprio oscillatore), e finalmente arriva ai 3 francobolli, che sono stati configurati per avere un guadagno di circa 470.

Durante la prova abbiamo misurato la temperatura nei chip usando una PT100 sopra ognuno degli amplificatori.

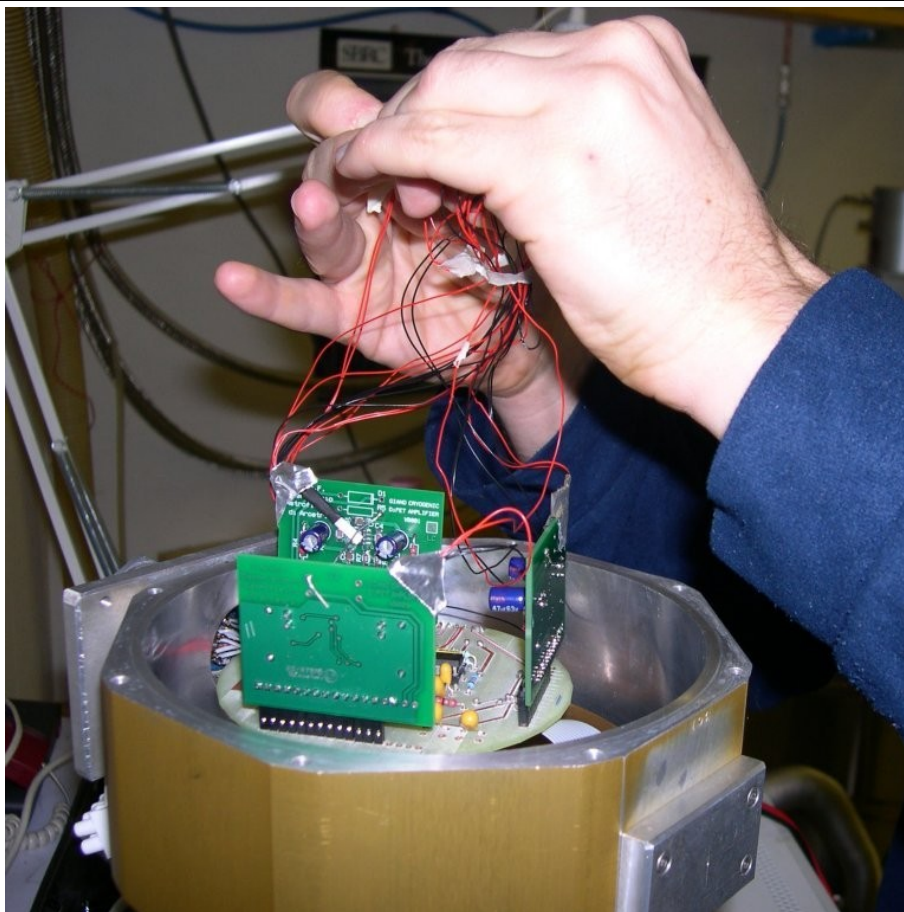


foto 1: I francobolli sono stati già montati. Iacopo attacca i sensori di temperatura sui chip degli amplificatori.

3.MISURE

Misura del rumore equivalente all'ingresso del amplificatore

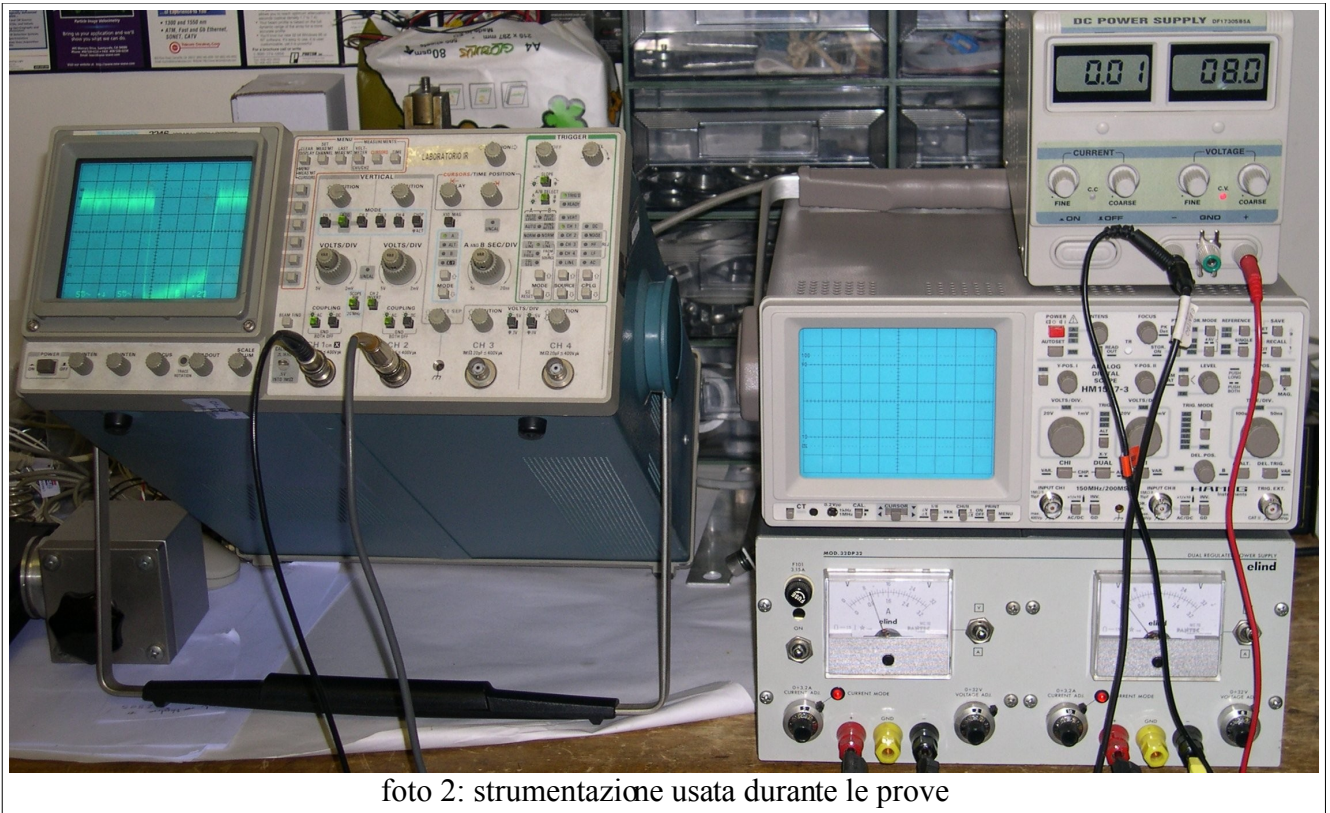


foto 2: strumentazione usata durante le prove

Nella foto 2 si vede la strumentazione usata durante le prove. Sull'oscilloscopio a sinistra si vede la forma d'onda che esce da uno dei francobolli. Dovrebbe essere una onda quadra, ma a temperatura ambiente si verificava una lieve distorsione che scompariva quando si facevano raffreddare i francobolli con l'azoto liquido. Il valore del rumore si otteneva misurando sull'oscilloscopio l'ampiezza picco-picco del rumore durante uno dei semiperiodi di quest'onda quadra. La temperatura si misurava usando l'apposito strumento della Lakeshore (Lakeshore TemperatureMonitor 221).

I grafici mostrati in seguito rappresentano la misura del rumore picco-picco in funzione della temperatura all'uscita dei 3 francobolli durante le diverse prove fatte. Sono stati provati 6 francobolli (due set di prove, ognuna con 3 francobolli diversi).

Sono mostrati i risultati di ogni canale della scheda di test separatamente. Questo perché, per come è stata progettata la scheda, a seconda della posizione del francobollo si verifica una variazione sistematica del rumore. Ad esempio il francobollo che si installa sul canale 2 risulta sempre più rumoroso degli altri.

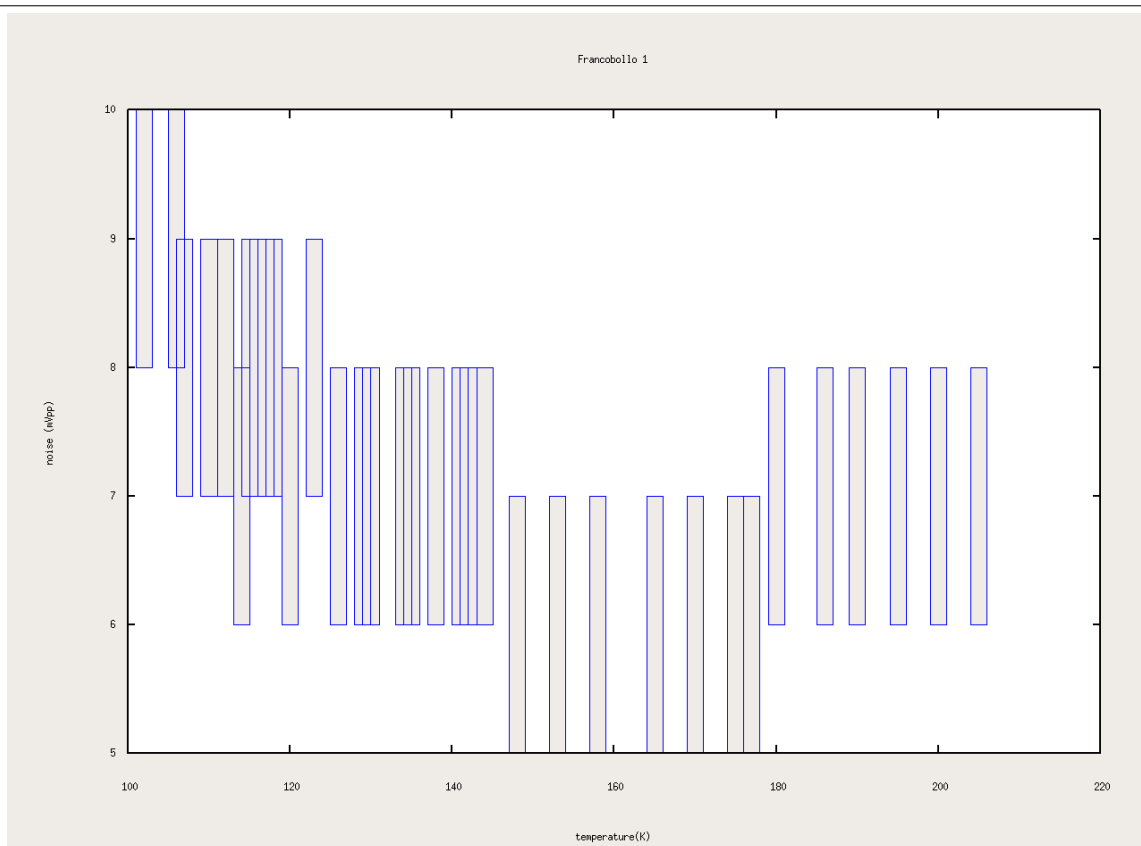


fig.1: posizione francobollo 1

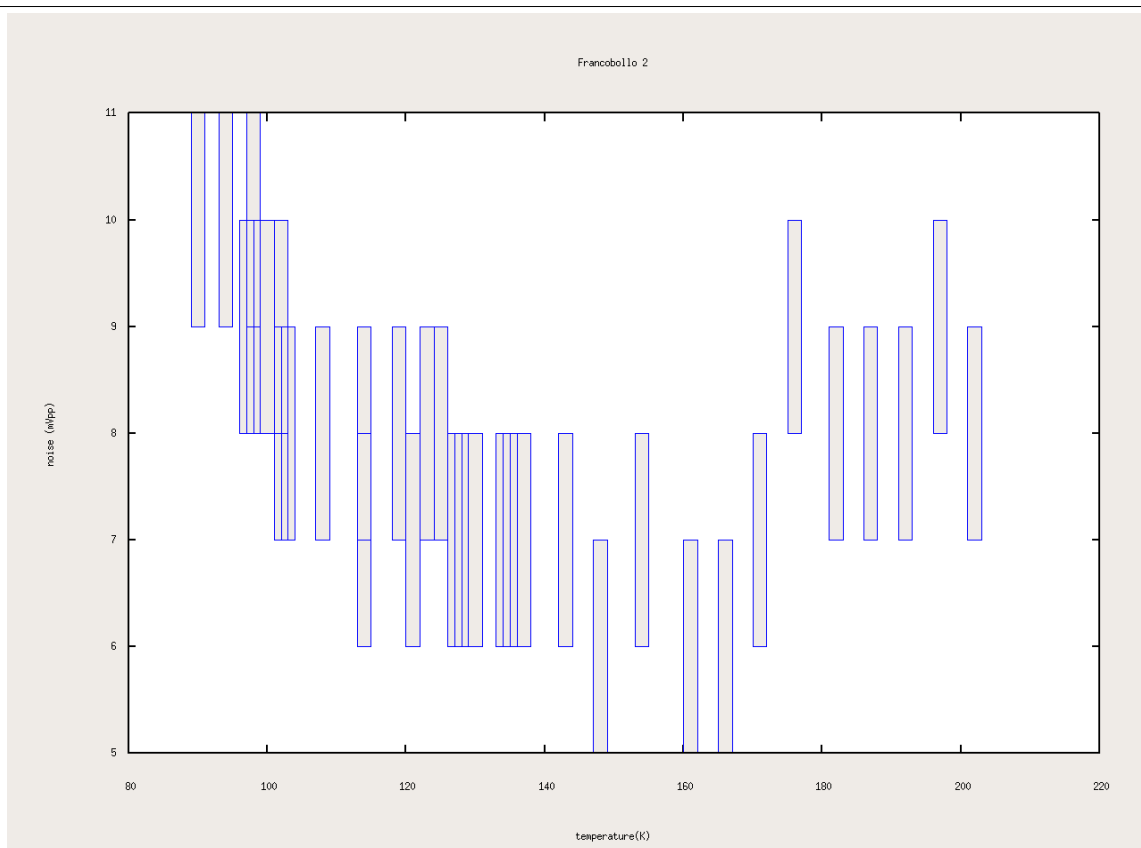


fig.2: posizione francobollo 2

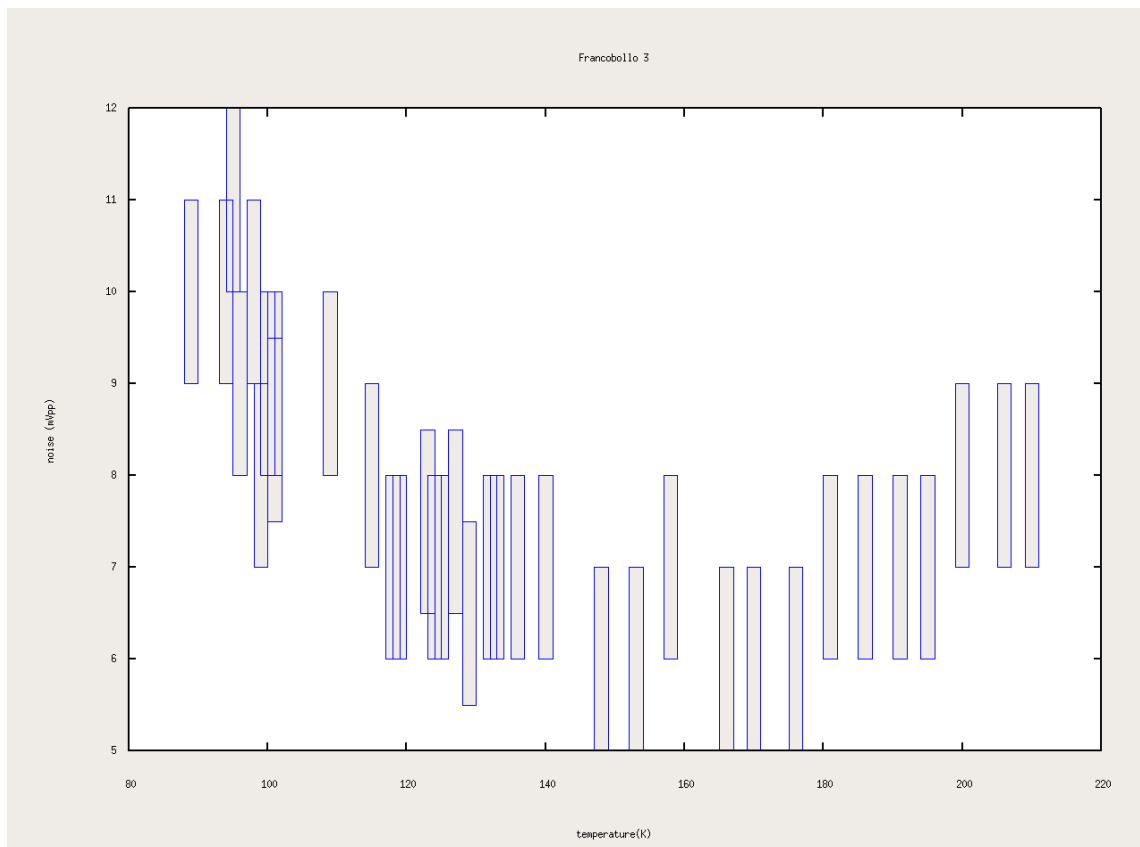


fig.3: posizione francobollo 3

Siccome il fattore di amplificazione è 470 circa, 10 mV_{p-p} in uscita corrispondono a 21 μV_{p-p} o a 3.2 μV_{RMS}¹ di rumore equivalente all'ingresso. Un elettrone misurato dal rivelatore risulta come minimo 3.5 μV, quindi anche se fossero 10 mV_{p-p} in uscita saremmo ancora sotto 1 e⁻ di rumore RMS.

¹ per un segnale “white noise”, il valore picco-picco è legato al valore RMS soltanto in un modo statistico. Si può dimostrare che il valore p-p si trova sotto il valore 6.6 x RMS il 99.9% del tempo (referenze 1, 2, 3). Quindi il rumore gaussiano p-p si converte a valore RMS dividendo per 6.6:

$$21\mu\text{V}_{\text{p-p}} / 6.6 = 3.2\mu\text{V}_{\text{RMS}}$$

Misura delle temperature di funzionamento a regime

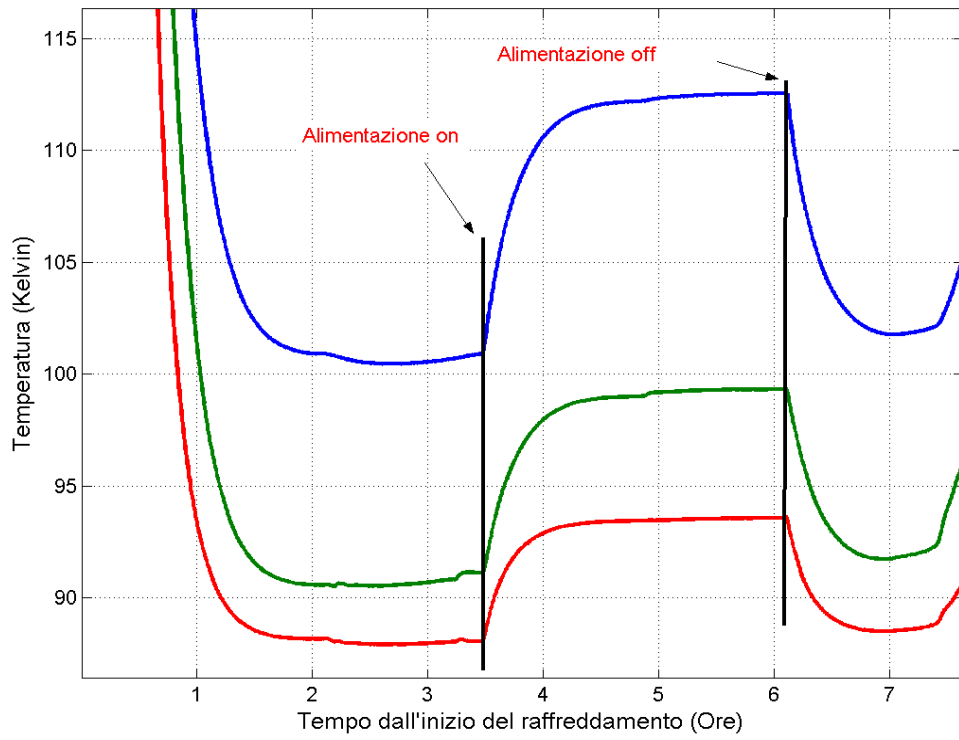


fig.4. ciclo accensione/spengimento

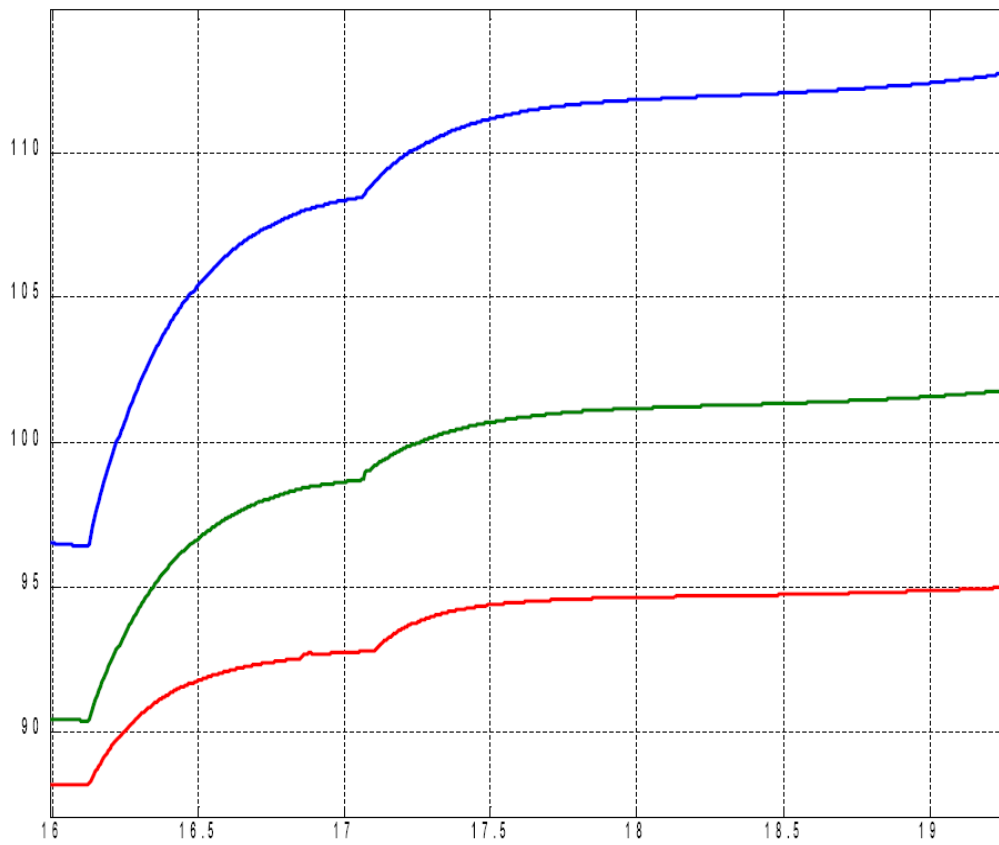


fig.5. amplificatore caricato

Nella figura 4 si vede un ciclo di accensione-spegnimento del sistema senza caricare l'uscita del amplificatore. la temperatura minima a regime è 94°K circa e la massima si avvicina ai 113°K . La pressione al interno del dewar era dell'ordine dei $5e^{-4}$ mbar.

Nella figura 5 si misura come cambia la temperatura a regime quando si carica l'uscita dell'amplificatore (con una resistenza da $1\text{k}\Omega$ in parallelo a un condensatore di 15pF). Si vede un aumento tra 2°K e 4°K a partire delle ore 17. Anche in questa prova la pressione era relativamente alta, dell'ordine di 10^{-3} mbar, quindi la conduzione termica dell'aria faceva raffreddare le schede di più rapidamente.

4.CONCLUSIONI

Delle prove fatte si vede che l'intervallo di rumore minimo corrisponde a una temperatura tra i 145°K e 175°K , un po' sopra quello che ci aspettavamo dopo le prime prove il mese scorso. Il limite del sistema è che la temperatura di funzionamento a regime non sembra di andare sopra i 120°K (anche per il francobollo più lontano dal dito freddo, a una distanza di 5 cm. circa). Dobbiamo fare caso però al fatto che la pressione al interno del dewar era relativamente alta, quindi la conduzione termica dell'area era superiore a quella che ci si aspetta per GIANO. Se riuscissimo a lavorare a regime sopra i 125°K saremmo abbastanza vicini al minimo ($7\text{ mV}_{\text{p-p}}$ invece che $6\text{ mV}_{\text{p-p}}$, ancora sub-electron). Se non si riesce a raggiungere questa temperatura forse sarebbe il caso di riscaldare l'amplificatore (che, tra l'altro è stato già previsto) in modo di ottimizzare le sue prestazioni.

REFERENZE

1. Analysis and Measurement of Intrinsic Noise in Op-Amp Circuits.

http://www.analogzone.com/avt_0904.pdf

2. Peak-to-Peak Resolution Versus Effective Resolution.

Application Note AN-615. ANALOG DEVICES.

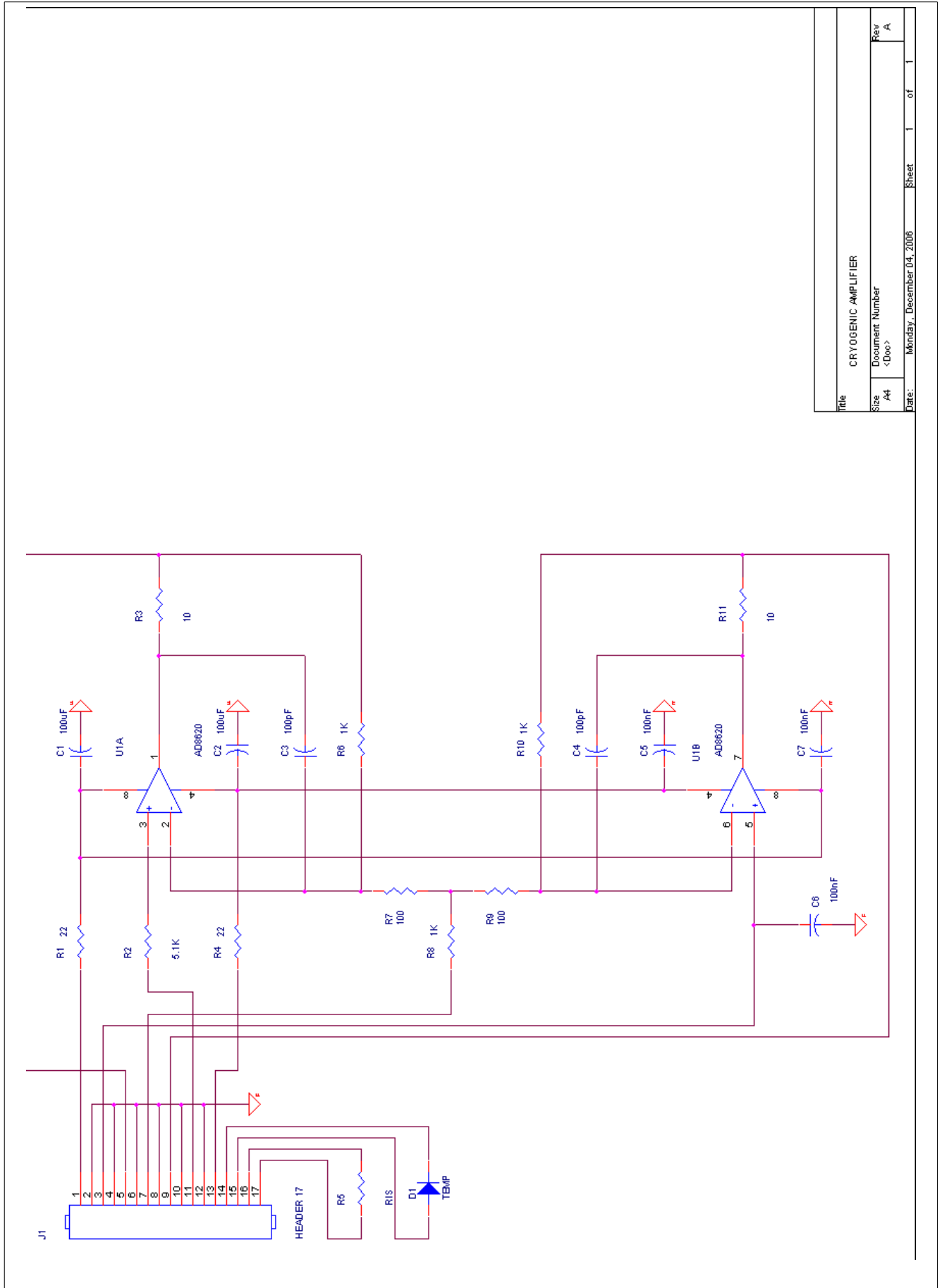
http://www.analog.com/UploadedFiles/Application_Notes/483455032911909735055330198351486AN-615_0.pdf

3. The Good, the Bad, and the Ugly Aspects of ADC Input Noise –Is No Noise Good Noise?

MT-004. ANALOG DEVICES

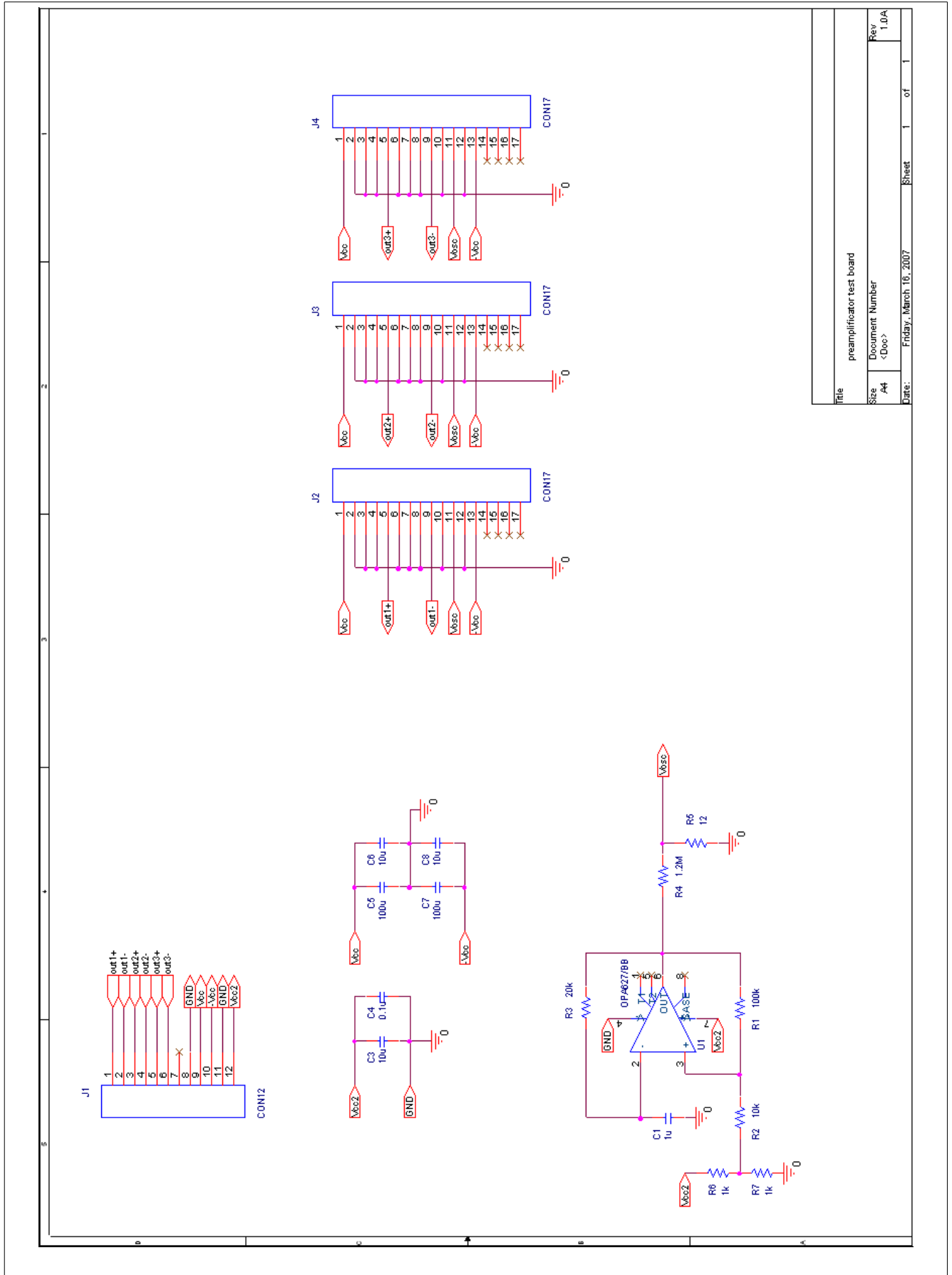
<http://www.analog.com/en/content/0,2886,760%255F%255F91251,00.html>

APENDICE A: SCHEMATICO FRANCOBOLLO



Title		CRYOGENIC AMPLIFIER	
Size	A4	Document Number	<Doc>
Rev	A	Date:	Monday, December 04, 2006
Sheet		1	of 1

APENDICE B: SCHEMATICOSCHEDA DI TEST



Title		preamplifier test board	
Size	A4	Document Number	<Doc>
Rev	1.0A	Date:	Friday, March 18, 2007
		Sheet	1 of 1