

# RareNoise

Il progetto a finanziamento europeo si è concluso il 30.06.2013

Ringrazio la sezione per il costante supporto e in particolare i servizi di direzione e amministrazione che hanno sempre saputo affrontare le particolarità e difficoltà gestionali di questo progetto, anche con una sana dose di ironia.

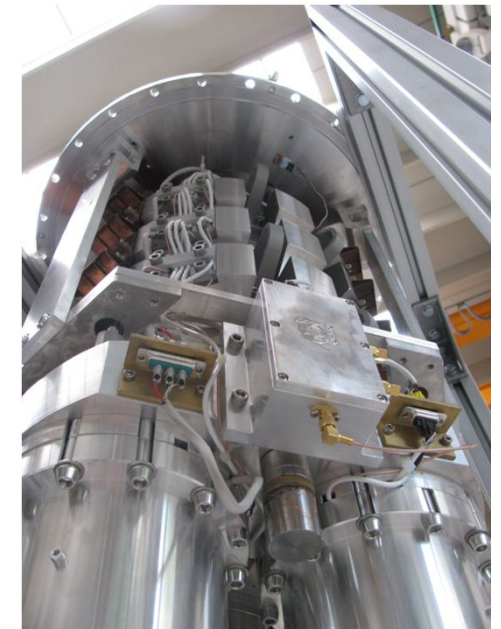
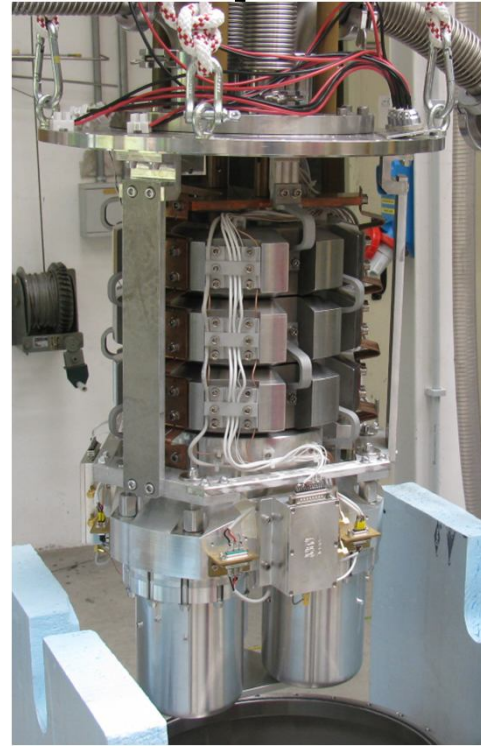
Risultato principale:

- Il lavoro sperimentale ha evidenziato un effetto più significativo del previsto direttamente sull'energia di un oscillatore in stati stazionari di nonequilibrio termodinamico
- Abbiamo sviluppato un modello numerico 1 dimensionale dell'esperimento: anche qui si evidenzia lo stesso fenomeno
- Abbiamo sviluppato un ragionamento teorico che spiega l'effetto in termini di correlazione tra modi 'normali'

Per il 2014-2015:

si vuole sottoporre a specifica verifica sperimentale la spiegazione teorica

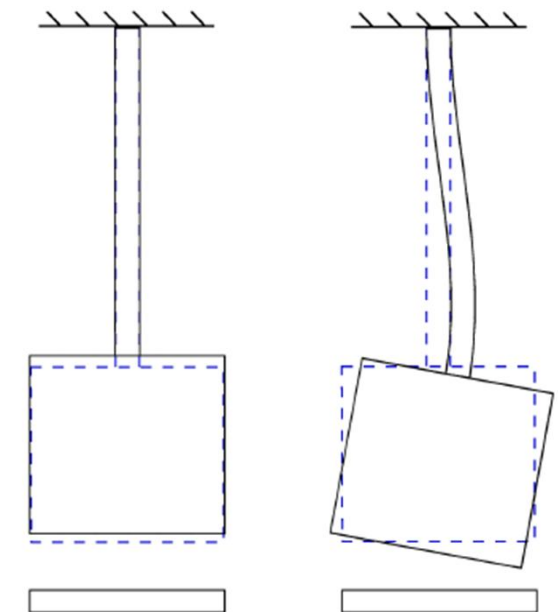
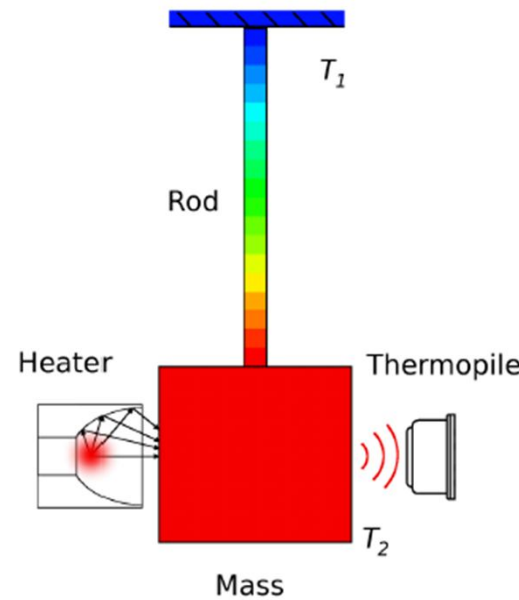
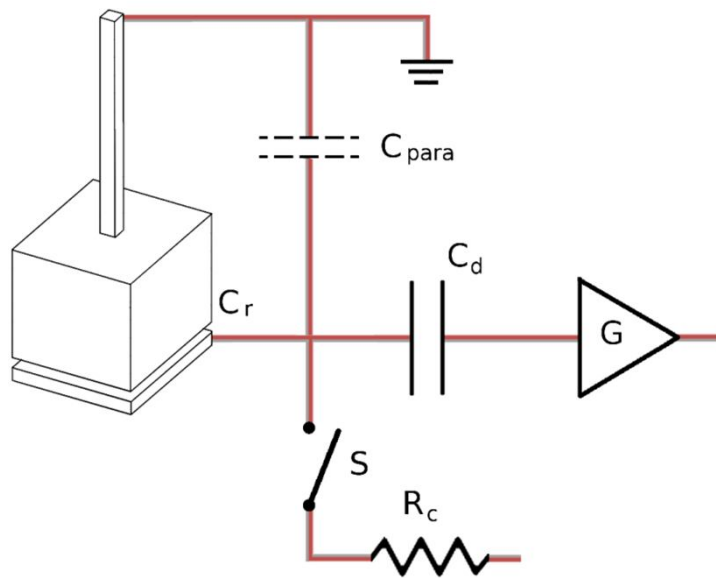
# Room T experiment



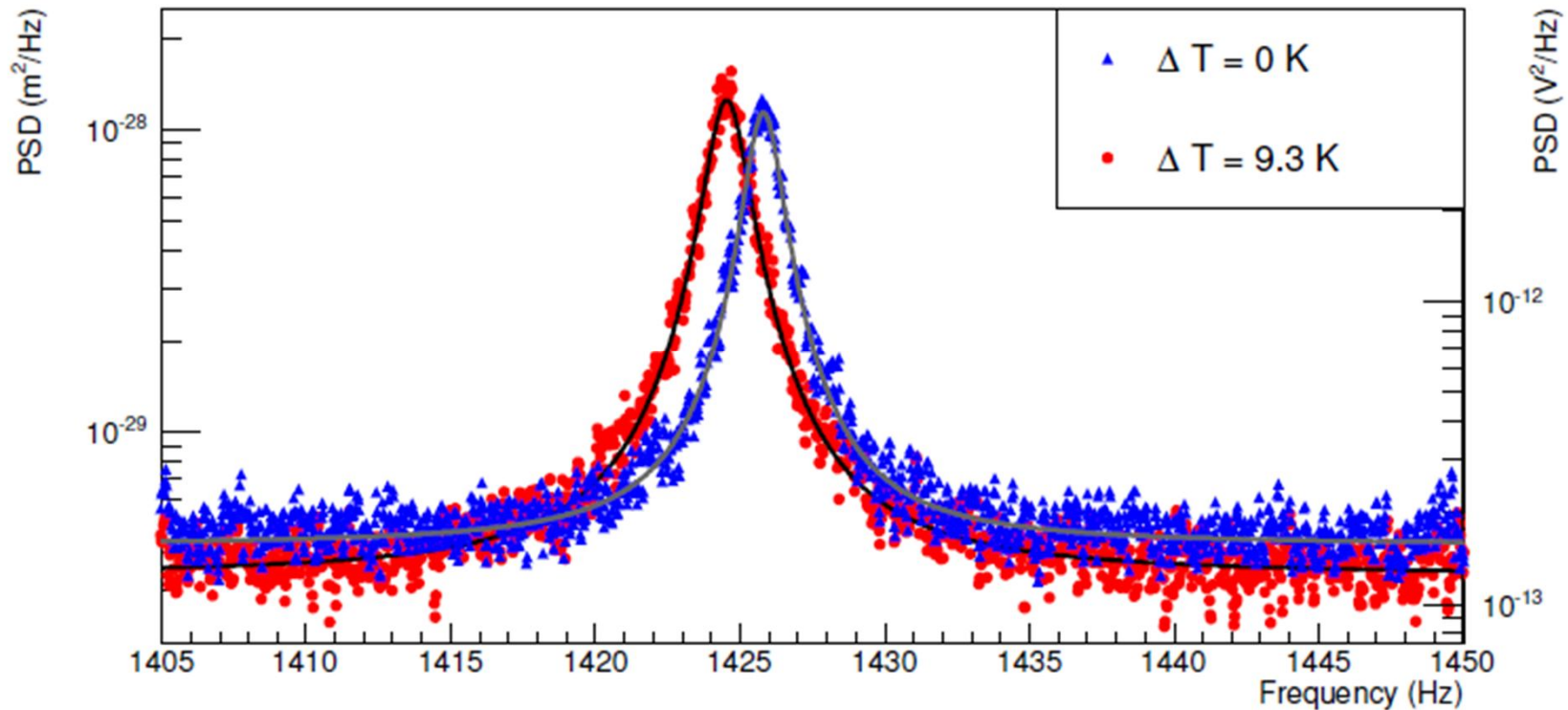
a)

b)

c)



# Oscillator fluctuations

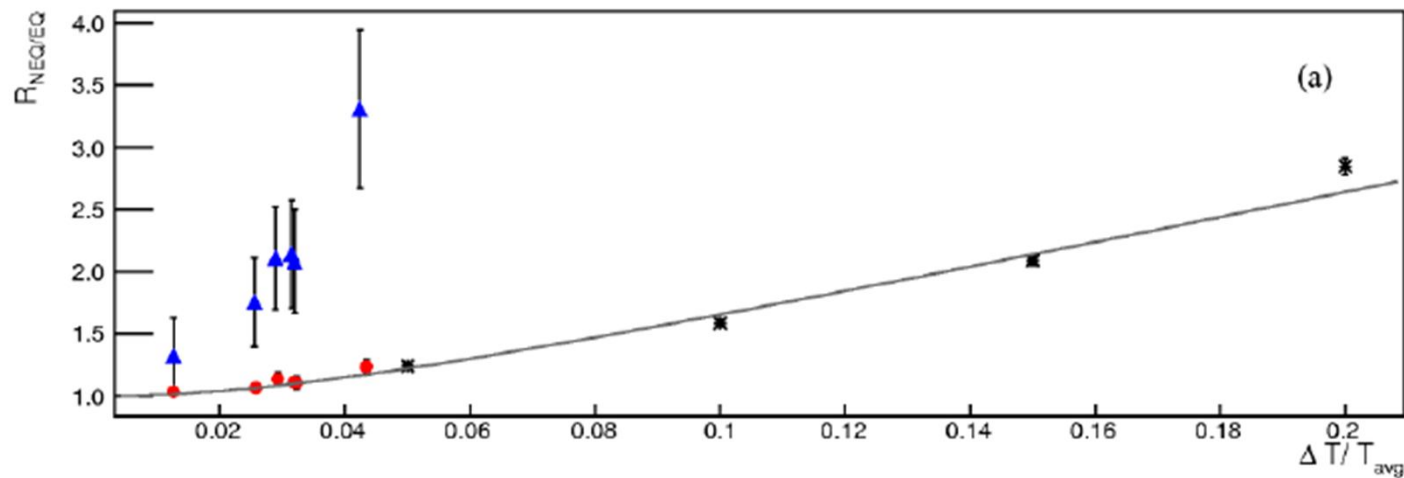


$$\langle x_l(t)^2 \rangle = \frac{k_B T}{m_l \omega_l^2} \longrightarrow \text{Effective Temperature (=noise temperature)}$$

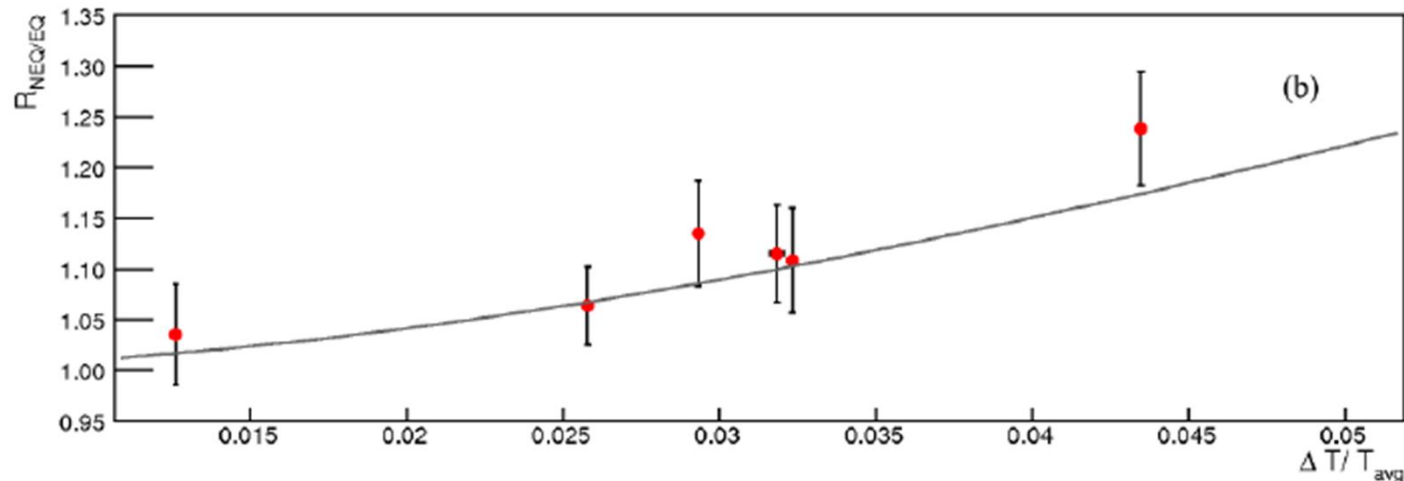
Equilibrium:  $T_{eff} = [319 \pm 5(stat.) \pm 18(syst.)] \text{ K}$

NESS:  $T_{eff} = [402 \pm 6(stat.) \pm 18(syst.)] \text{ K}$

# Effective temperature ratio: NonEquilibrium Steady State / Equilibrium



Evidenza sperimentale diretta della non validità dell'equipartizione dell'energia in stati di nonequilibrio. E già con  $\Delta T/T = 5\%$



Spiegazione in termini di correlazione tra modi 'normali' dovuta al flusso di calore

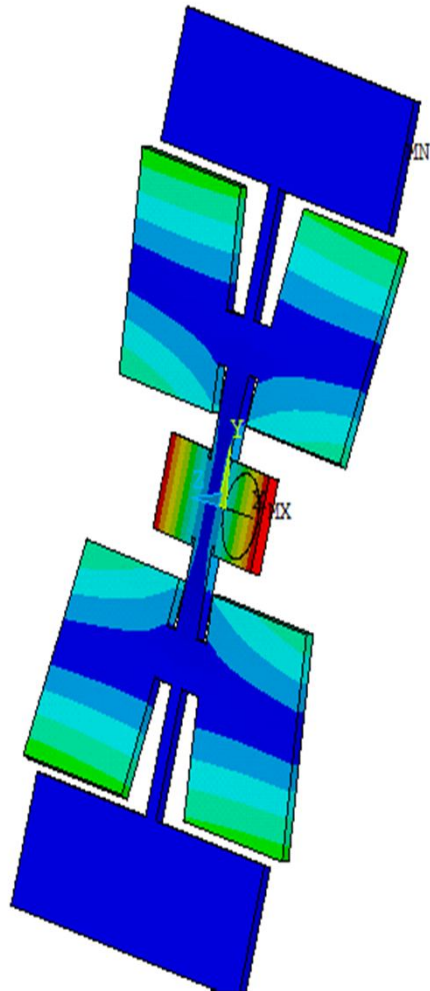
- ▲ transverse mode (experim)
- longitudinal mode (experim)
- × longitudinal mode (numerical)
- fit of numerics with theoretical model

# Quad Paddle Oscillator design - QPO

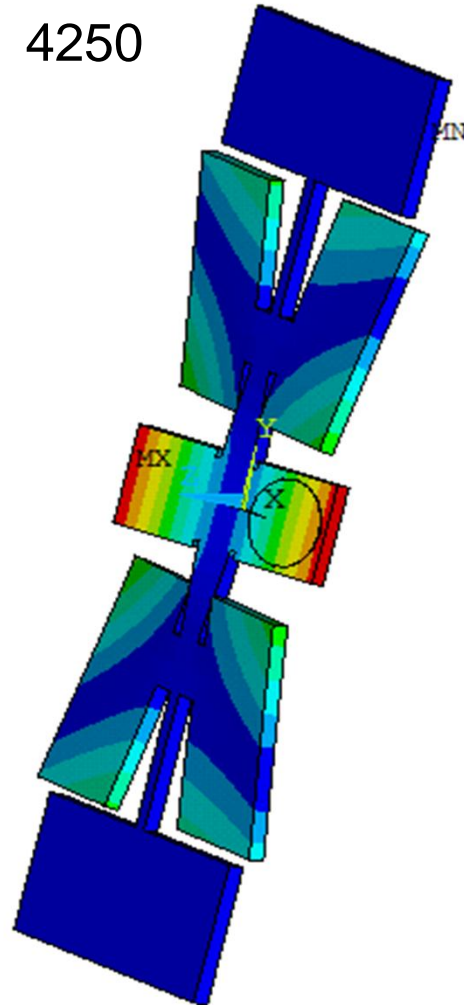


In a double DPO high values of  $Q$  are obtained in a dual-leg design. The movement of the wings will be detected by capacitive coupling with 4 electrodes. New design.

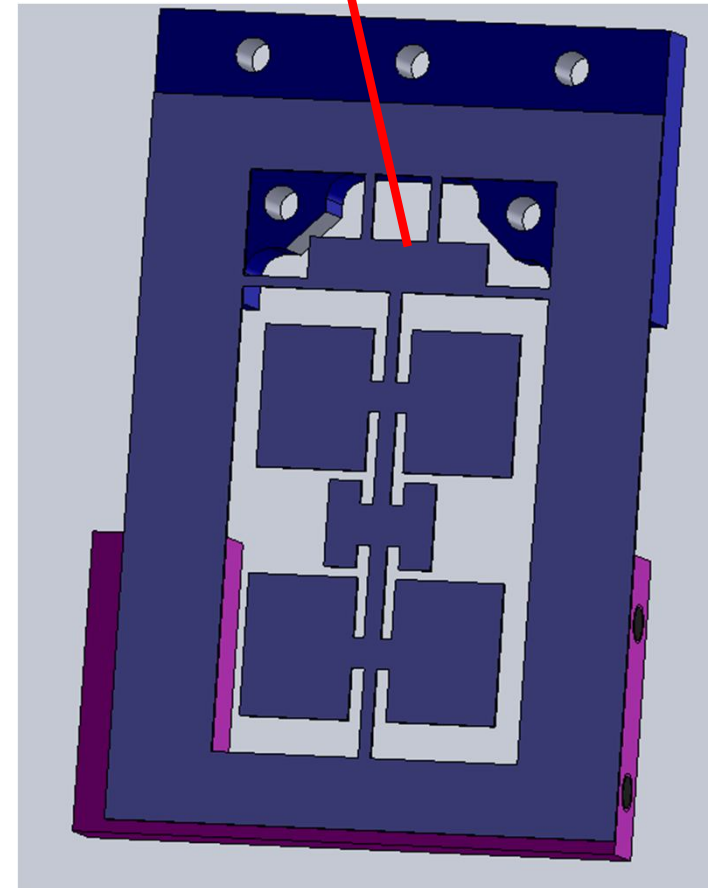
AS1 3800 Hz



AS2  
4250



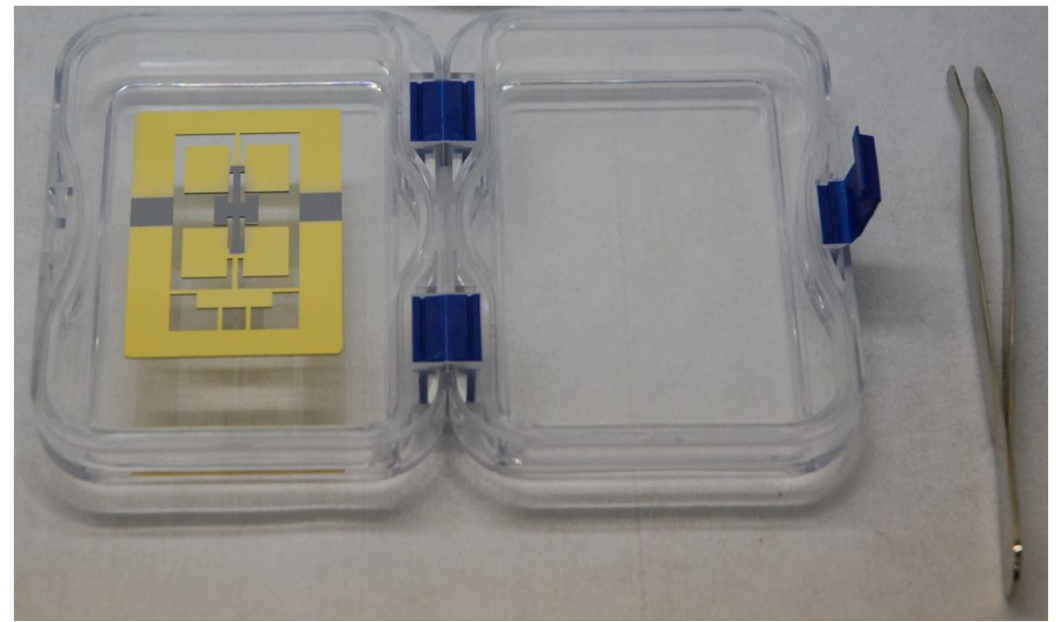
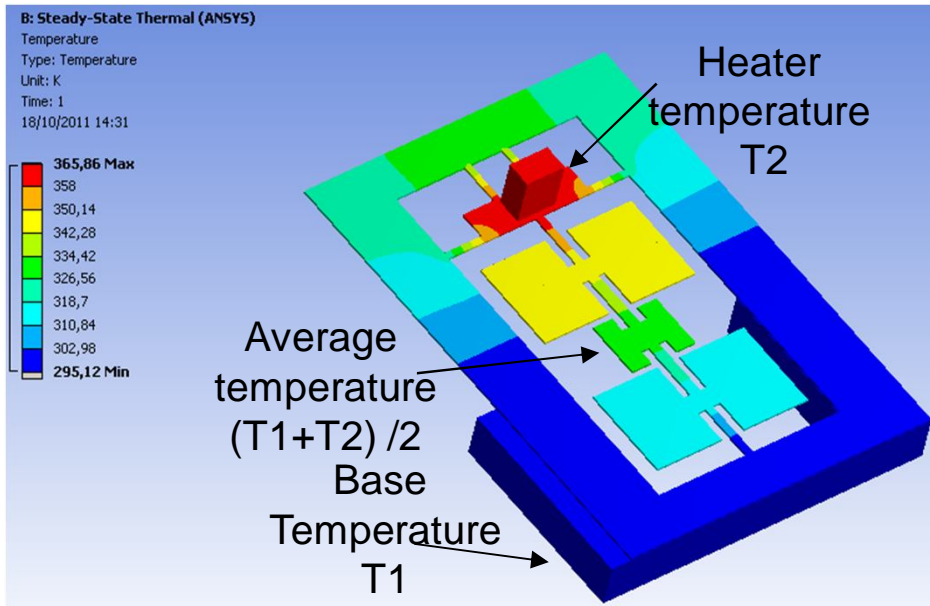
In the AS modes, this part of the support does not oscillate and can be equipped by an electrical heater and a thermometer





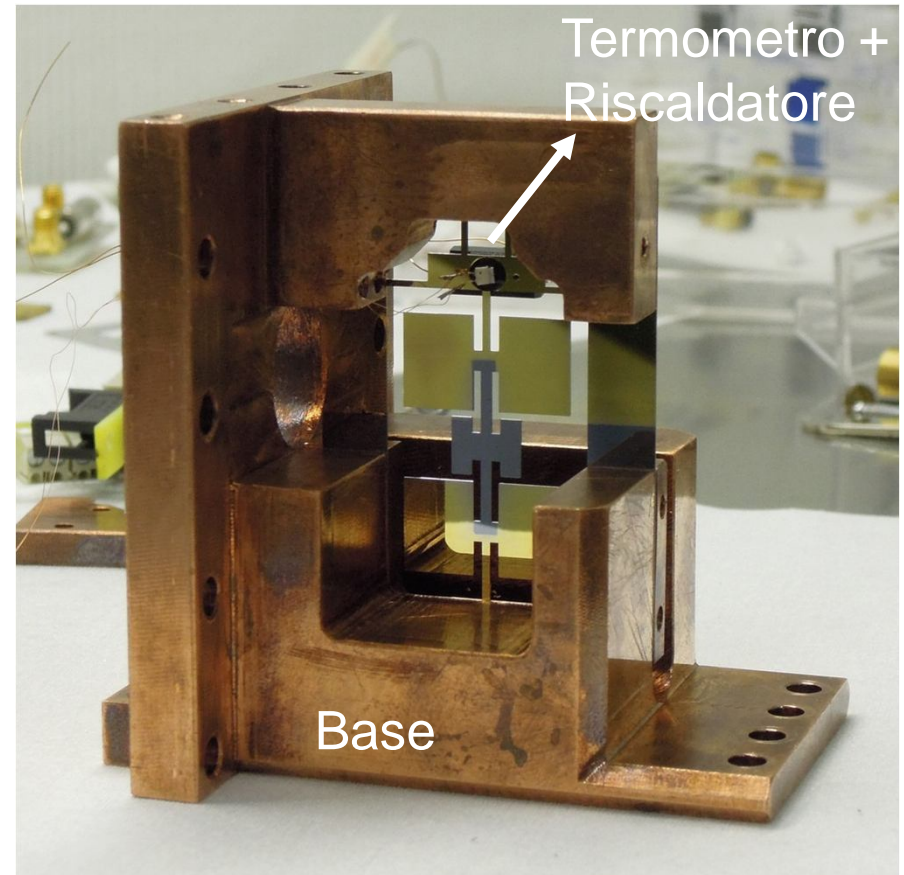
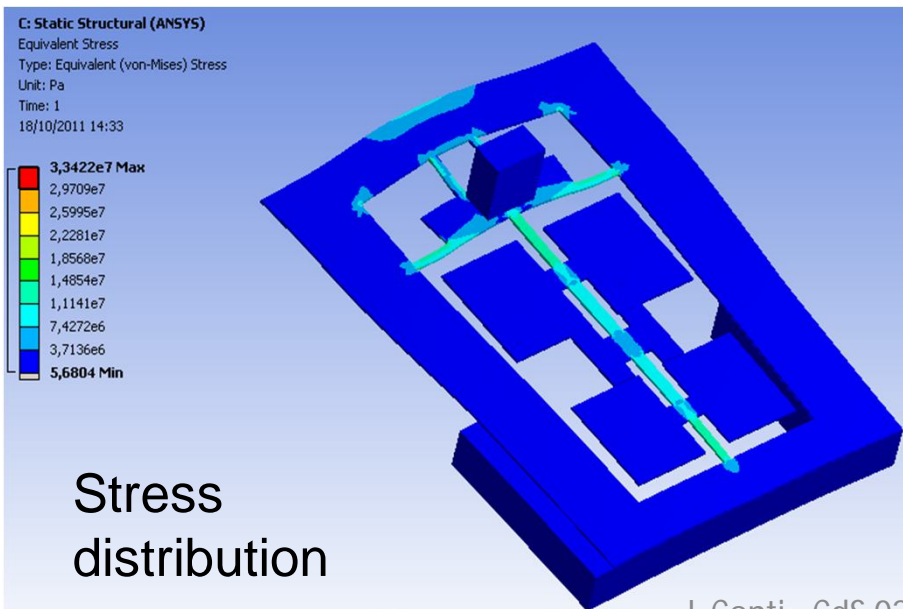
# Temperature distribution

Gradient =  $(T2-T1)$   
**70 K/W**



Max stress 33 MPa/W

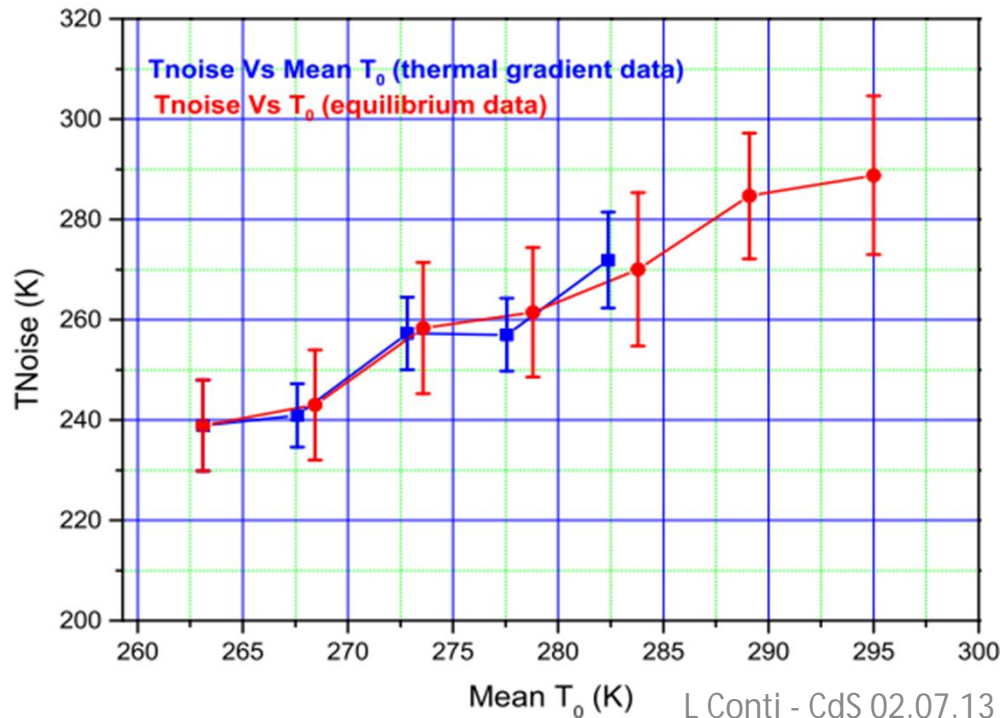
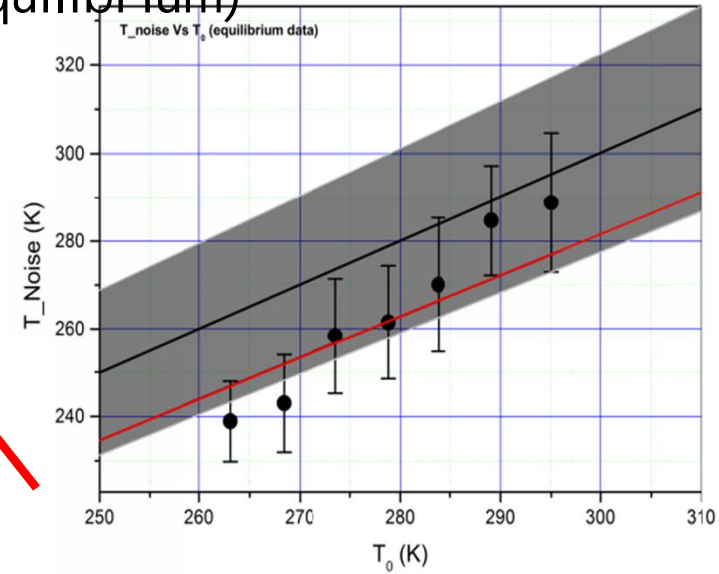
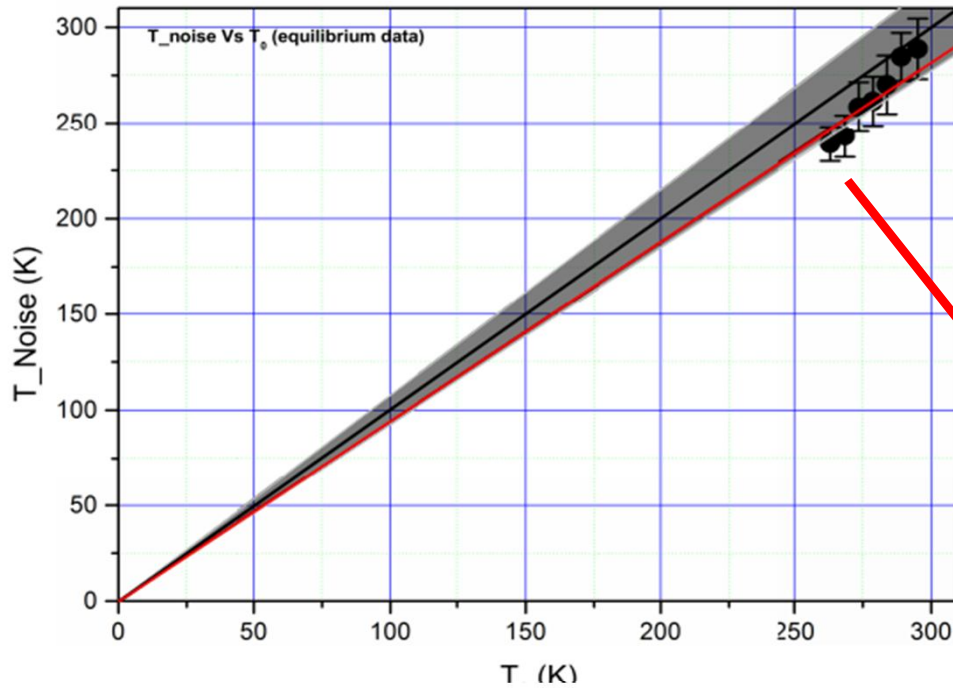
Fracture stress average 200 Mpa (min 80 MPa)



# Preliminary measurements - QPO



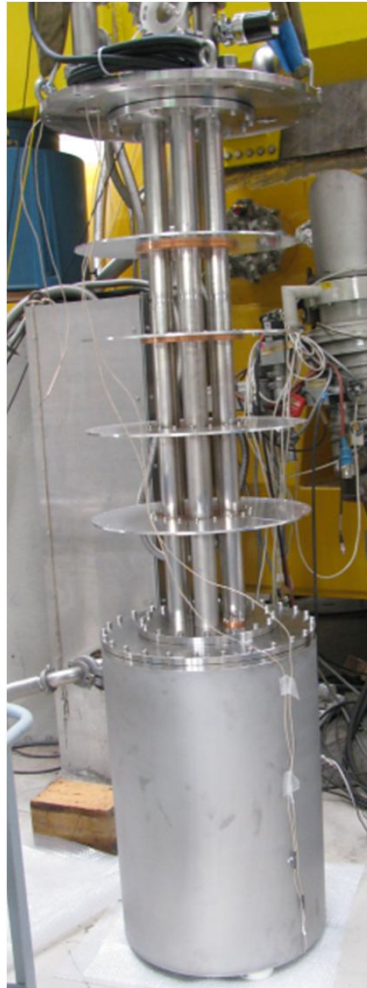
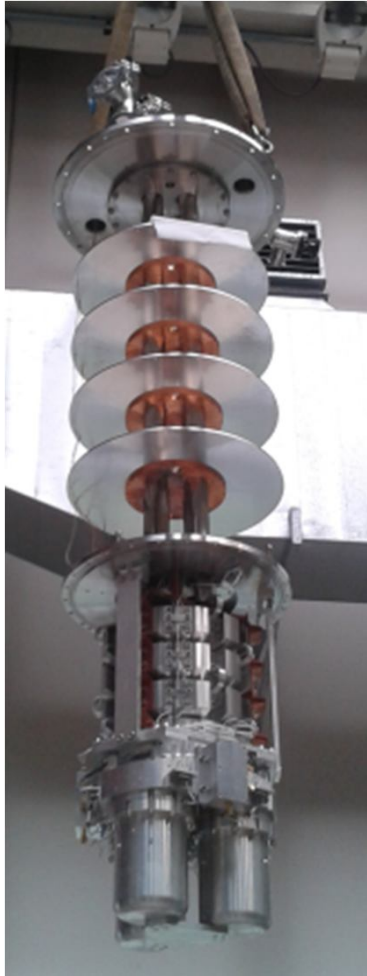
Thermal noise calibration  
(equilibrium)



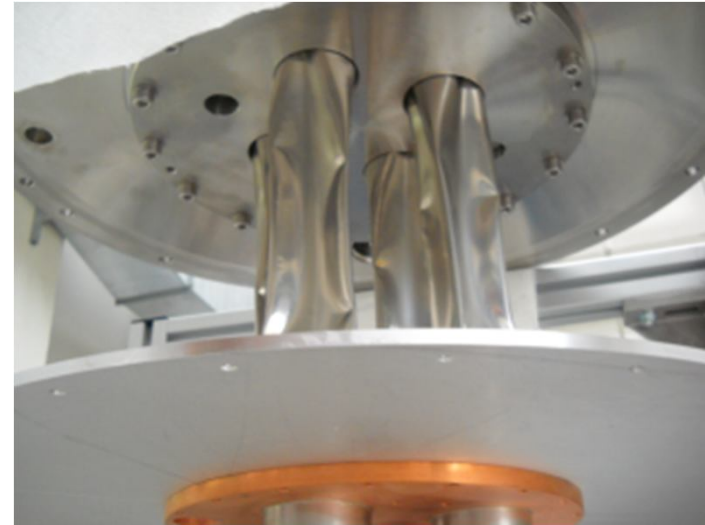
- Nonequilibrium measurements up to 50 K thermal gradient (0.4 W)
- Base temperature 265 K
- No additional vibrational noise on the torsional mode, compared with the data at the average temperature



# Problema con setup criogenico @LNL



... dopo raffreddamento all'elio:



Implosione dei tubi del collo del dewar

Ora realizzato nuovo collo dewar; in fase di test  
Postposta la presa dati criogenica



# Attività per il 2014

Studio della dipendenza del termine di disequilibrio dalla frequenza dell'oscillatore:

- misure dello stesso modo su oscillatori diversi per un fattore di scala
- misure di modi di ordine successivo sullo stesso oscillatore

Per il 2014 si prevede di realizzare e mettere a punto oscillatori flessurali in silicio e in alluminio; la campagna di presa dati in disequilibrio dovrebbe essere fatta nel 2015.

Questa attività è collegata anche a una richiesta di finanziamento Prin, recentemente sottomessa per la fase 2 (linea d'intervento A, PRIN starting - giovani ricercatori; PI è Matteo Pierno, dip Fisica - Univ Pd)

# Preventivi 2014

Si chiede l'apertura di una sigla 'RareNoise' sulla sezione di Pd a cui far afferire tutti gli FTE:

Anagrafica: 20% Bonaldi – ricercatore senior CNR-FBK Trento  
60% Conti – ricercatrice INFN-Pd - responsabile  
60% Lazzaro – ass di ricerca INFN-Pd  
40% Rondoni – prof ordinario Politecnico Torino  
20% Zendri - primo ricercatore INFN-Pd

Richiesta finanziaria 2014:

Missioni: 4k€ = 1k€ riunioni di collaborazione +  
1k€ allestimento setup sperimentale a LNL e Tn +  
2k€ contatti scientifici (D Evans a Canberra , D Searles a Brisbane - Australia)

Consumo: 9k€ = 1k€ materiale di laboratorio +  
2k€ componenti elettronica, cavi, connettori +  
6k€ lavorazioni meccaniche e lucidature

Richieste servizi: 1mu officina meccanica  
1mu officina elettronica