

RareNoise

Attività svolta nel 2014:

- Sviluppo oscillatori flessurali in Alluminio
- Sviluppo oscillatori flessurali in Silicio
- Presa dati e analisi dati dei run con oscillatori in alluminio
- Enucleazione di una proposta di ricerca sul nonequilibrio e CMB

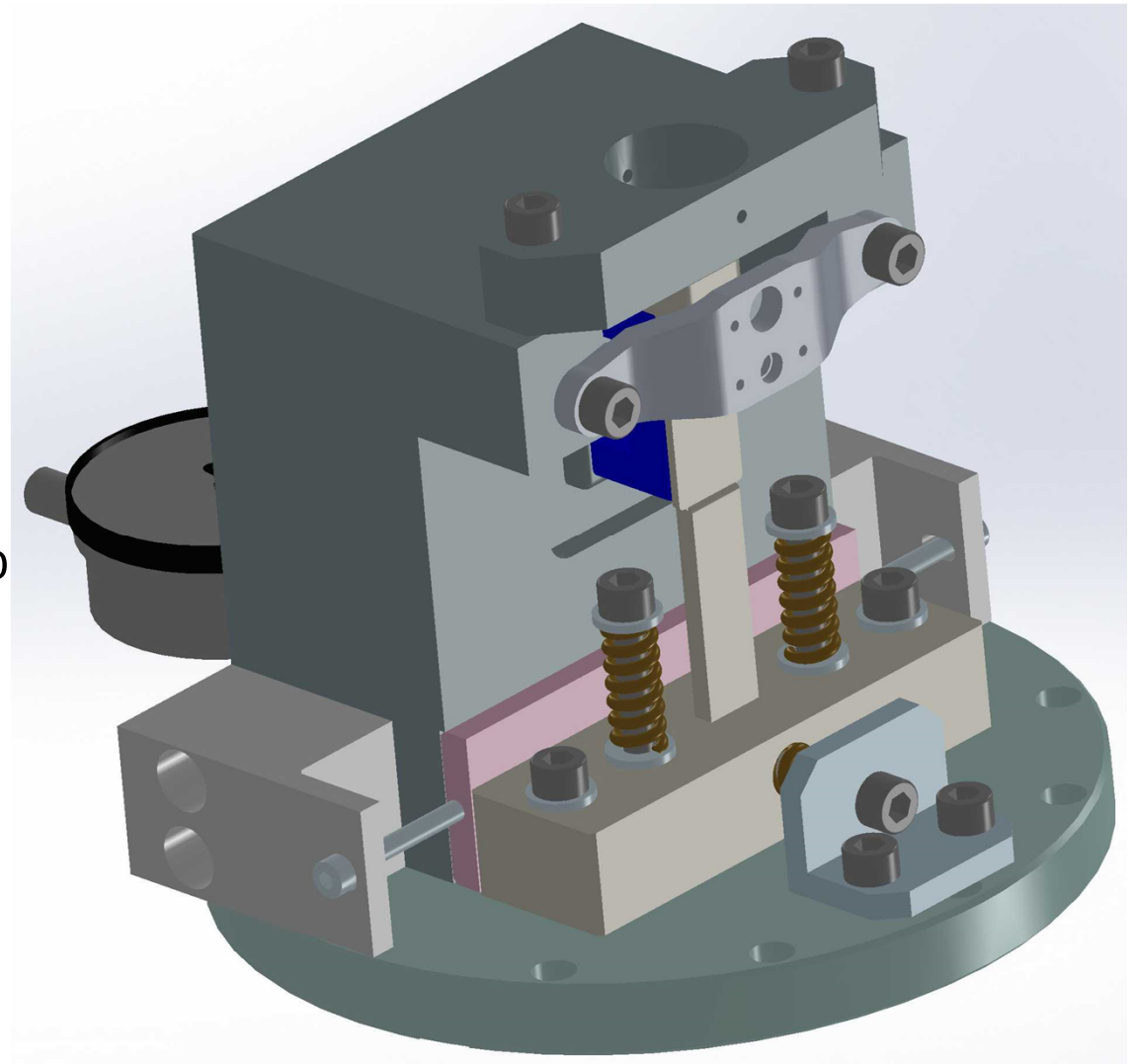
Sviluppo oscillatore flessurale in Al /1

Progettato oscillatore flessurale in alluminio

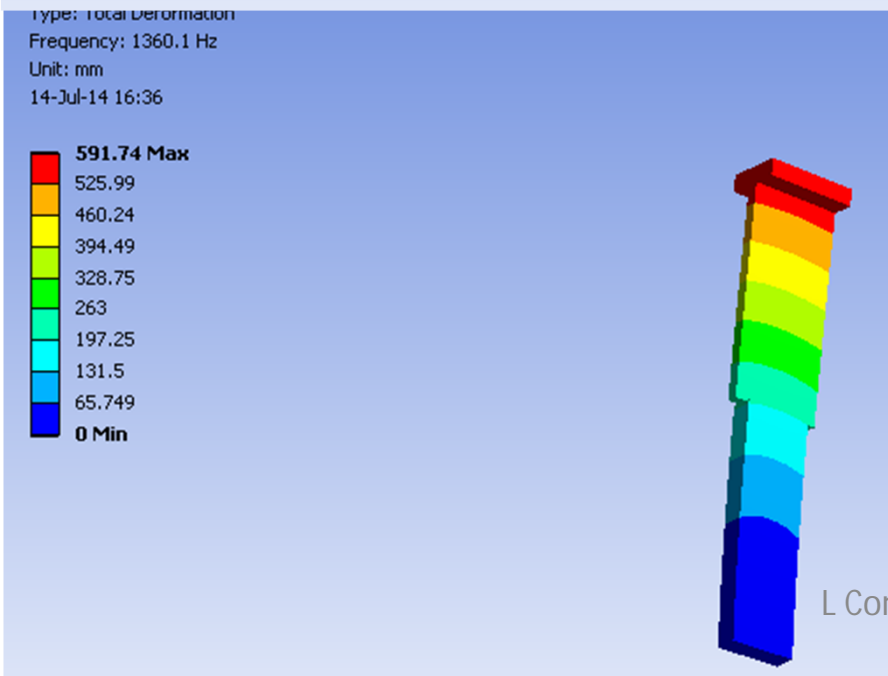
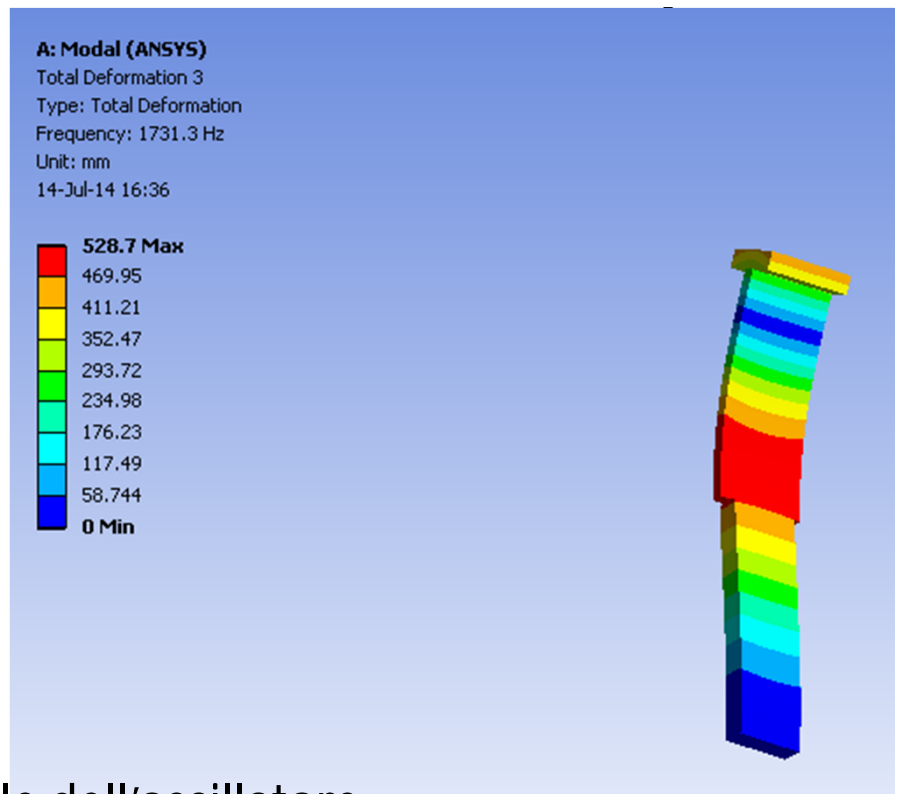
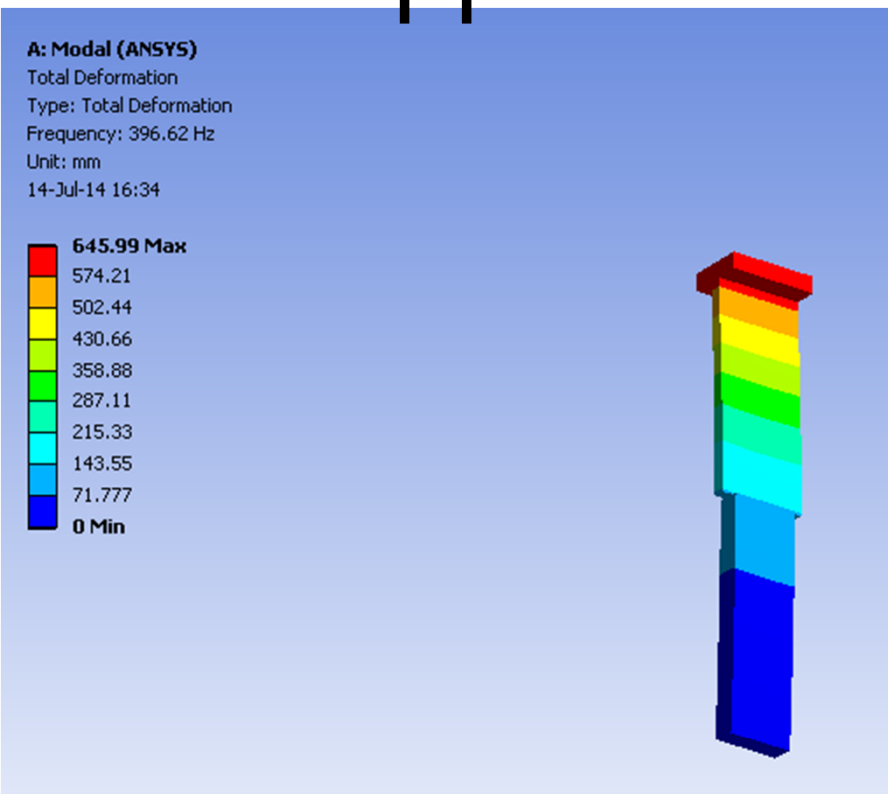
Readout capacitivo

Possibilità di instaurazione gradiente termico

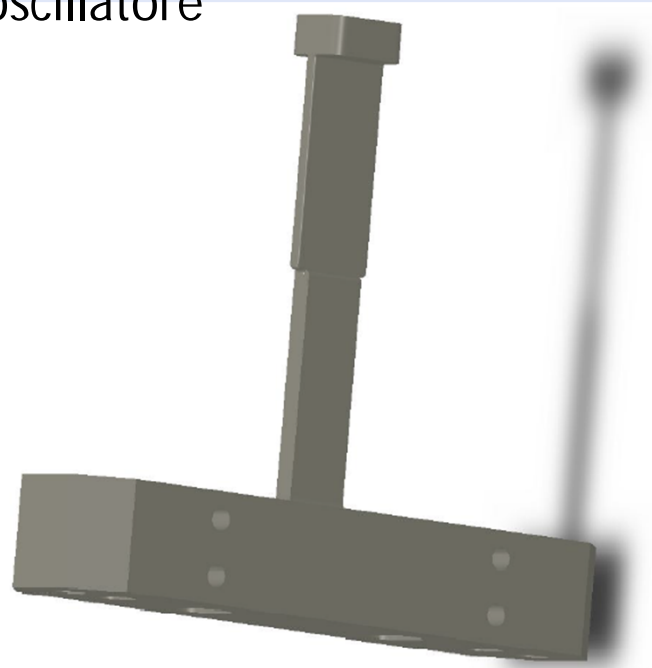
Attualmente in lavorazione
presso l'off meccanica infn-pd



Sviluppo oscillatore flessurale in Al /2



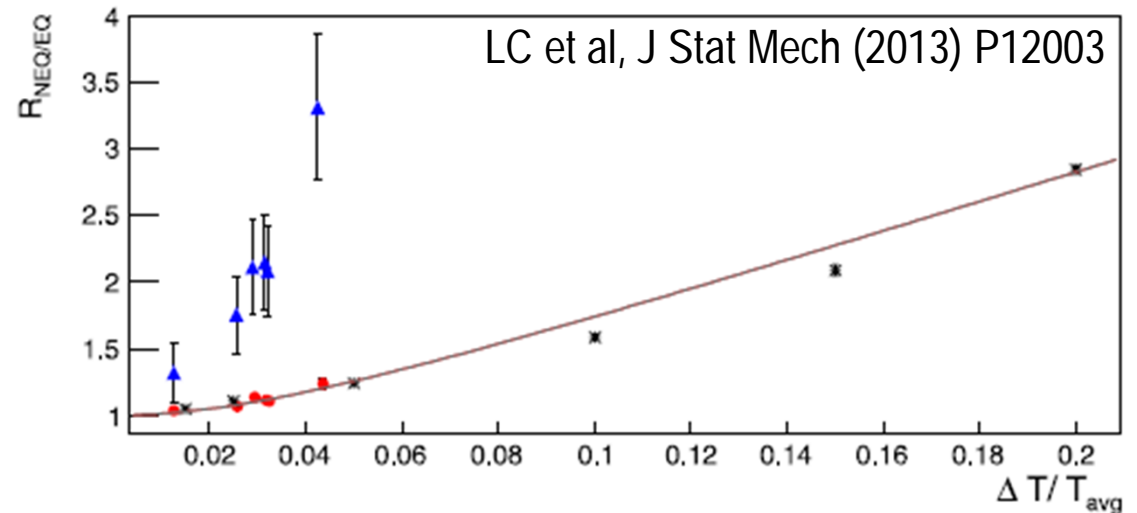
analisi modale dell'oscillatore



Sviluppo oscillatore flessurale in Al /3

Differenza rispetto all'oscillatore longitudinale già studiato:

1) focus su modo flessurale, invece che longitudinale. Sul modo flessurale di bassa freq trovato sperimentalmente effetto maggiore



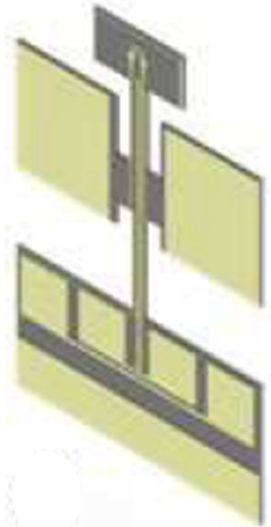
2) eliminato problema della espansione termica nella calibrazione

3) possibilità di misurare ordini superiori del modo flessurale (almeno i primi 2) per test del modello teorico

per il 2015 è prevista la campagna di misure in disequilibrio attorno a temperatura ambiente, per testare il modello teorico da noi sviluppato

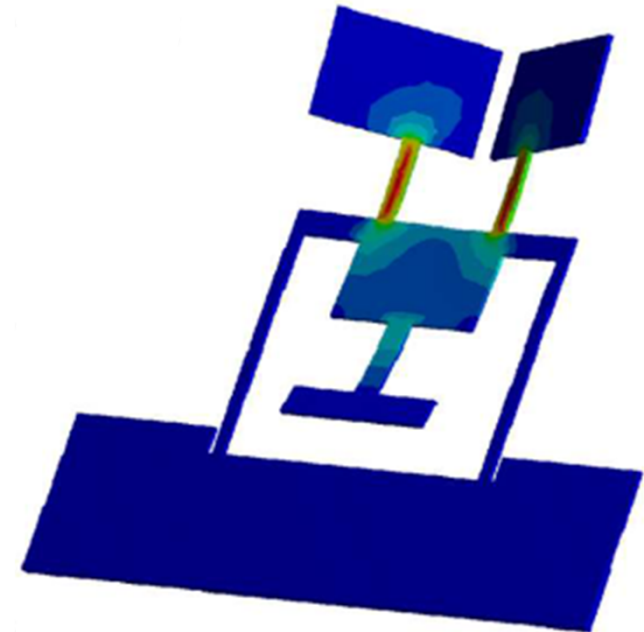
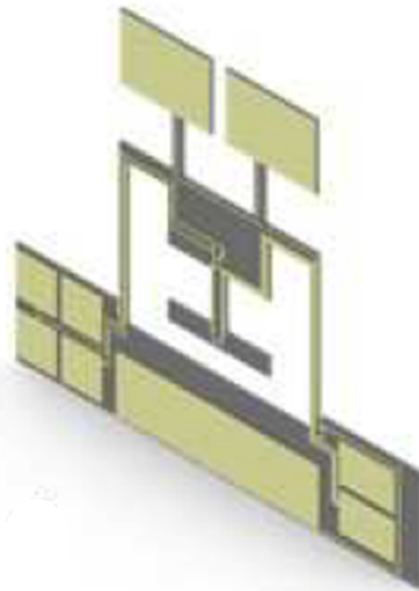
Sviluppo oscillatore flessurale in Silicio /1

RN Si torsional oscillator



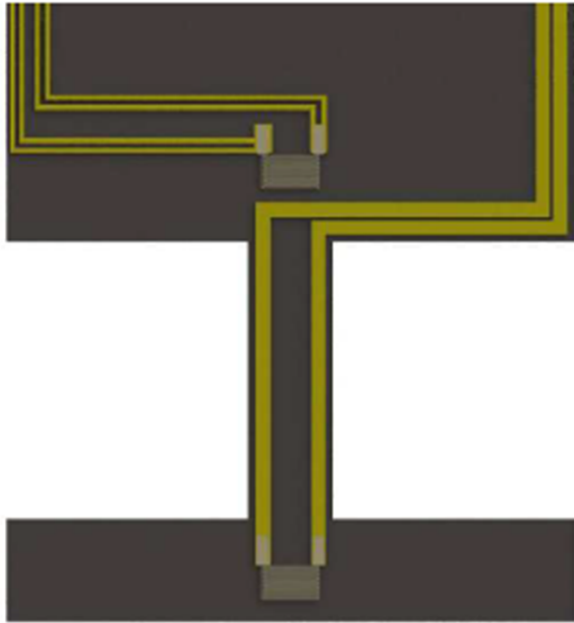
Nuovo design:

RN Si flexural oscillator



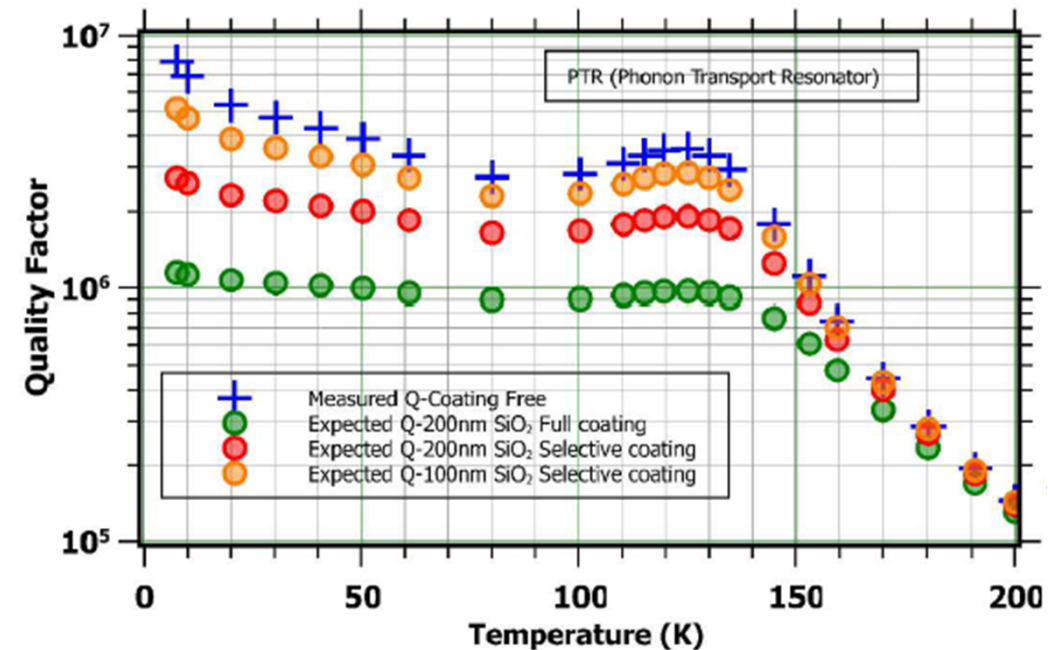
Sviluppo oscillatore flessurale in Silicio /2

controlled heat flux is applied by
integrated heaters/thermometers



problema della dissipazione introdotta dallo strato
di film isolante in SiO_2

- misurato oscillatore senza coating
- ora in produzione oscillatore con coating



per il 2015 previste misure in disequilibrio

Analsi dati /1

Terminata analisi statistica del 'rumore termico' degli oscillatori longitudinali in disequilibrio:

la statistica della posizione dell'oscillatore rimane gaussiana anche in disequilibrio ma con varianza che dipende non solo dalla T (come in equilibrio) ma anche dal flusso di calore.

Questo risultato rappresenta il raggiungimento dell'obiettivo principale del progetto RareNoise.

Paper submitted to Phys Rev E

-> in evidenza C Lazzaro

Ora allo studio la correlazione tra modi normali, possibile in disequilibrio.

Analisi dati /2

Tra fine 2013 e inizio 2014: nuova presa dati con oscillatori longitudinali in alluminio.

Maggiore statistica rispetto al risultato 2013.

Analisi dati in corso, dovrebbe essere completata entro l'autunno.

Publicazioni 2014

Statistical distribution of bonding distances in a unidimensional solid

R Belousov, P De Gregorio, L Rondoni, L Conti

Physica A 412 (2014) 19-31

Selective coating deposition on high-Q single-crystal silicon resonators for the investigation of thermal noise statistical properties,

E. Serra, M. Bonaldi, A. Borrielli, L. Conti, G. Pandraud, P.M. Sarro

Procedia Engineering Elsevier, in press

Thermal noise of mechanical oscillators in steady-states with a heat flux

L Conti, C Lazzaro, G Karapetyan, M Bonaldi, M Pegoraro, RK Thakur, P De Gregorio, L Rondoni

submitted to Phys Rev E

Fluctuation-Dissipation and Fluctuation Relations: From Equilibrium to Nonequilibrium and back

P Adamo, R Belousov, L Rondoni

A. Vulpiani et al. (eds.), *Large Deviations in Physics*, Lecture Notes in Physics 885, Springer (2014)

Focus on some nonequilibrium issues

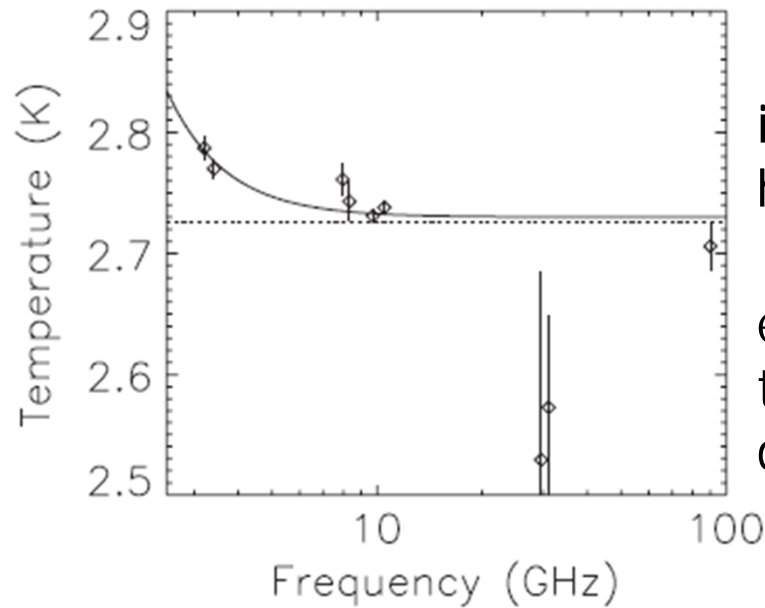
M Colangeli, L Rondoni, A Verderosa

Chaos Solit Fract 64 (2014) 2-15

Possibile sviluppo su CMB

Spiegazione alternativa dei risultati di ARCADE 2
basata su effetti di nonequilibrio

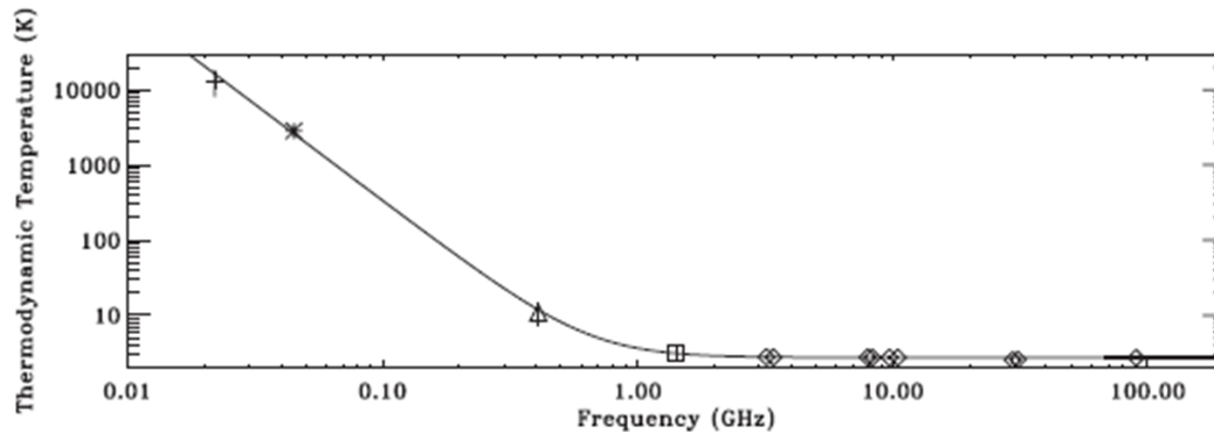
Risultati di ARCADE 2



in agreement with the FIRAS measurement at higher frequencies

excess radiation over the CMB at 3 GHz:
the excess is more than five standard deviations above the FIRAS value

Figure 4. Thermodynamic temperature as a function of frequency. The solid line is the best fit to the ARCADE 2 data with a constant CMB temperature plus a synchrotron like component with an assumed -2.6 index. The vertical lines are $\pm 1\sigma$. Additional covariance was used in the calculation but is not shown here. The dotted line is the FIRAS CMB temperature.



comparing the ARCADE 2 data to a similar analysis using independent radio surveys

Fixsen et al, ApJ 734 (2011) 5
Seiffert et al, ApJ 734 (2011) 6

Possibile sviluppo su CMB

Spiegazione alternativa dei risultati di ARCADE 2
basata su effetti di nonequilibrio

Proposta per What's next 2014
Future directions :

CMB in a non-equilibrium Universe

Conti L, Zendri J P

INFN Padova

Baiesi M, Baldovin F

Univ. and INFN Padova

Rondoni L

Politecnico Torino and INFN Padova

Burigana C, Trombetti T

INAF - ISASF Bologna

Nostra idea:

the Universe at the decoupling era might have not been in global thermodynamic equilibrium, even if local equilibrium

→ non-equilibrium effects might play a role

and

possibly explain the temperature excess of the CMB in the low frequency range

(in analogy to our models).

Possibile sviluppo su CMB

Spiegazione alternativa dei risultati di ARCADE 2
basata su effetti di nonequilibrio

In nonequilibrium systems the concept of global temperature is not always well-defined:

- in our mechanical oscillators, the temperature defined by the kinetic energy decouples from the absolute temperature and becomes dependent on the oscillator frequency.
- similar results with numerical models of oscillator chains

Nostra idea:

the Universe at the decoupling era might have not been in global thermodynamic equilibrium, even if local equilibrium

→ non-equilibrium effects might play a role

and

possibly explain the temperature excess of the CMB in the low frequency range

← (in analogy to our models).

Possibile sviluppo su CMB

Spiegazione alternativa dei risultati di ARCADE 2
basata su effetti di nonequilibrio

Proposta per What's next 2014
Future directions :

CMB in a non-equilibrium Universe

Conti L, Zendri J P

INFN Padova

Baiesi M, Baldovin F

Univ. and INFN Padova

Rondoni L

Politecnico Torino and INFN Padova

Burigana C, Trombetti T

INAF - ISASF Bologna

Nostra idea:

the Universe at the decoupling era might have not been in global thermodynamic equilibrium, even if local equilibrium
→ non-equilibrium effects might play a role

and

possibly explain the temperature excess of the CMB in the low frequency range
(in analogy to our models).

Note that present CMB modelling relies on the hypothesis of (global) thermodynamic equilibrium.

Hence we propose to study what the effects could be on the CMB by relaxing the equilibrium hypothesis.

Dopo RareNoise

Nel 2014-15 si cercherà di capire se l'ipotesi di lavoro per spiegare i dati di ARCADE2 con effetti di disequilibrio sia ragionevole.

A tal fine prosegue la collaborazione instaurata con i meccanico-statistici del dipartimento, in particolare Baldovin e Baiesi.

Si cercherà di intensificare la collaborazione con Burigana e Trombetti- INAF Bologna, per la modellizzazione della CMB.

Se l'ipotesi risulterà sensata, si potrebbe pensare a una richiesta di finanziamento europeo. I tempi sono già stretti e abbiamo sicuramente un problema di manpower, solo in parte risolto dall'ingresso di una dottoranda di Torino.

Preventivi 2015

Si continua come nel 2014 con la sigla aperta (sulle dotazioni) solo a Padova.

| Ricercatori | | | | | |
|---------------------------|---------------------|------------|----------------------|-------------|-----|
| | Contratto | Qualifica | Aff. | % | |
| 1 | Bonaldi Michele | Associato | Primo Ricercatore | CSN II | 20 |
| 2 | Conti Livia | Dipendente | Ricercatore | CSN II | 60 |
| 3 | Rondoni Lamberto | Associato | Prof. Ordinario | CSN II | 100 |
| 4 | Verderosa Antonella | Associato | Dottoranda in Fisica | CSN II | 100 |
| 5 | Zendri Jean Pierre | Dipendente | Primo Ricercatore | CSN II | 20 |
| Numero Totale Ricercatori | | | 5 | FTE: 3.0 | |

Richiesta finanziaria 2014:

Missioni: 6k€ = 1k€ riunioni di collaborazione +
1k€ allestimento setup sperimentale a LNL e Tn +
4k€ contatti scientifici

Consumo: 2k€ = minuterie meccanica e elettronica, metabolismo

ARCADE 2

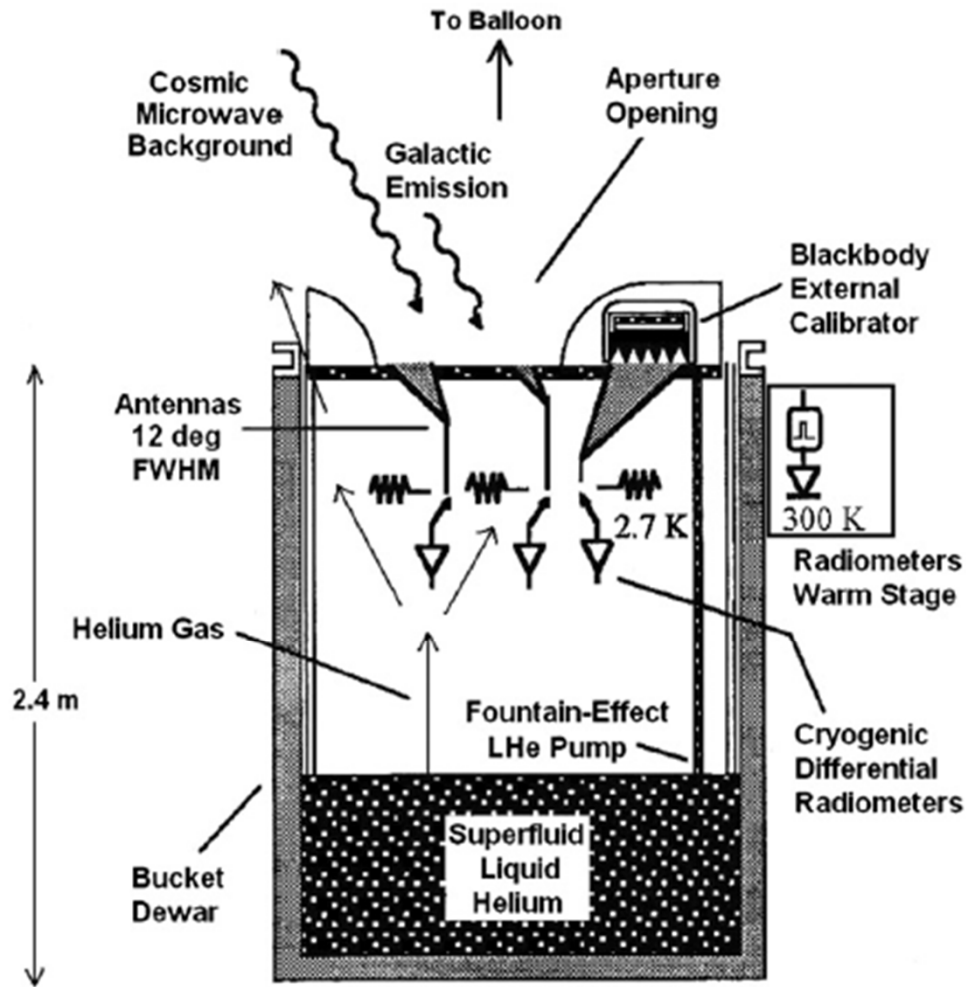


Figure 1. ARCADE 2 instrument schematic, components not to scale. Cryogenic radiometers compare the sky to an external blackbody calibrator. The antennas and external calibrator are maintained near 2.7 K at the mouth of an open bucket dewar; there are no windows or other warm objects between the antenna and the sky. Cold temperatures are maintained at the top of the dewar via boil-off helium gas and tanks filled with liquid helium fed by superfluid pumps in the bath. For observing the sky, everything shown is suspended below a high altitude balloon.



Figure 2. Photograph of the carousel being lowered on top of the aperture plate by two of the authors, showing the porthole for sky viewing and the external calibrator. The carousel turns atop the aperture plate to expose groups of horns to the sky or to the external calibrator. The external calibrator is a blackbody emitter consisting of 298 cones of Steelcast absorber cast onto aluminum cores, and the radiometric side is visible in the photograph. Horn antennas in the core are visible hanging down from the aperture plate.