

# Stime indicative sul Rumore Termico

Il teorema di Fluttuazione Dissipazione e l'Equipartizione dell'Energia

Dicono che la densità spettrale di rumore termico per un grado di libertà:

$$S_{YY}(\omega) = 4 k_B T \operatorname{Re} \{ Y(\omega) \}$$

**Y** : **Fst ammettenza meccanica del sistema**

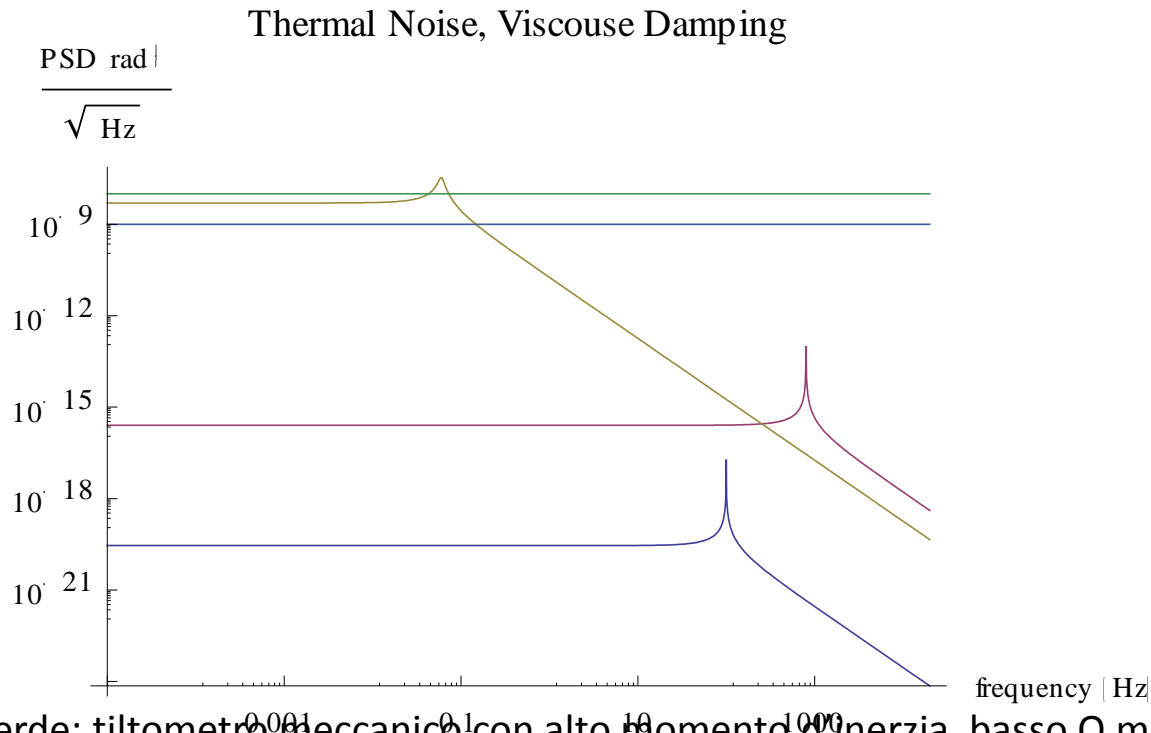
<http://www-f1.ijs.si/~ramsak/km1/kubo.pdf>

R Kubo 1966 *Rep. Prog. Phys.* **29** 255

[doi:10.1088/0034-4885/29/1/306](https://doi.org/10.1088/0034-4885/29/1/306)

# Damping Viscoso

$$f_0 : \cdot II \circ ^2 \text{teta} + \text{gamma} I \circ \text{teta} + k \text{teta}; \quad ( \text{damping viscoso} )$$

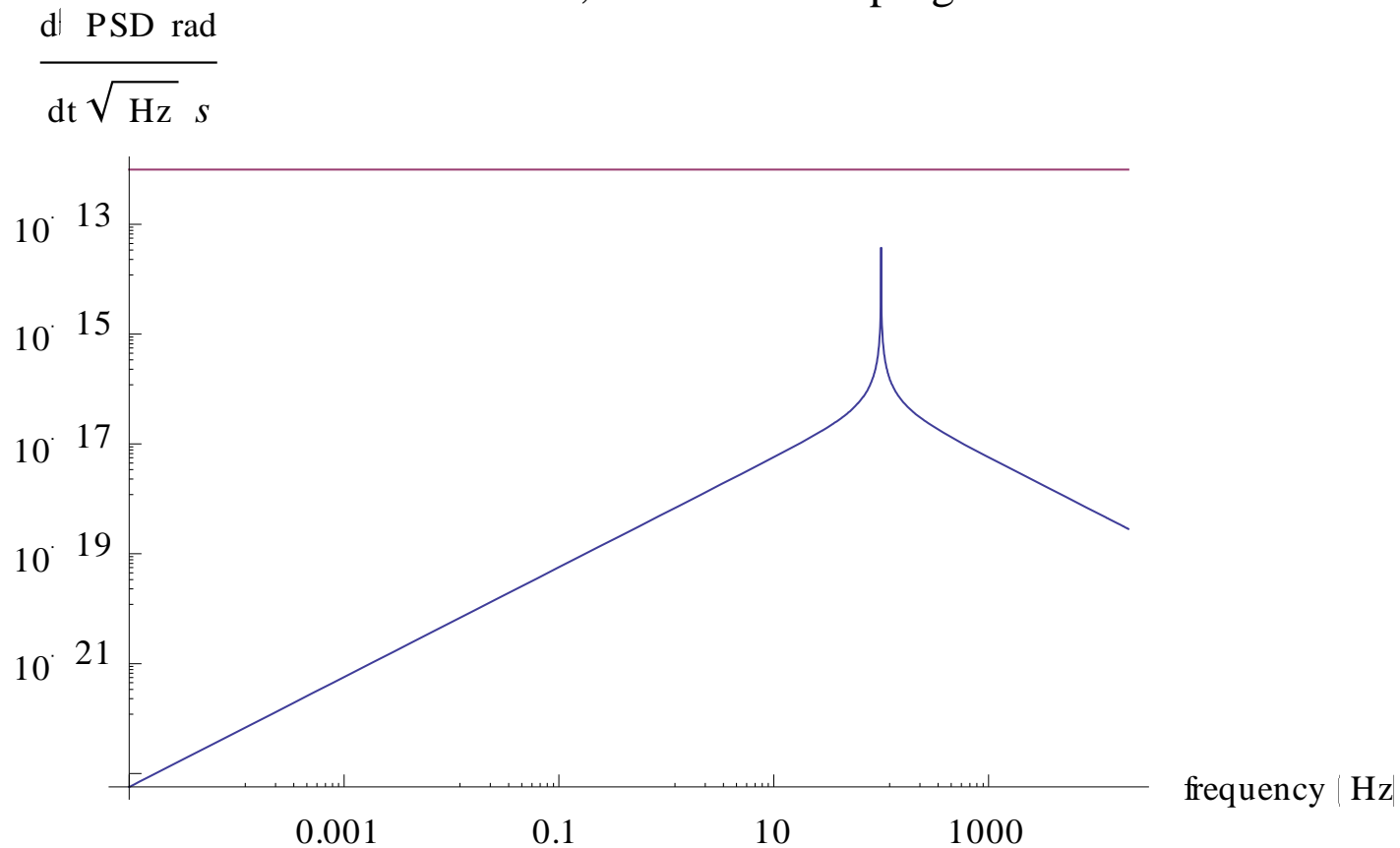


Curva verde: tiltometro meccanico con alto momento d'inerzia, basso Q meccanico e frequenza propria di 60mHz

Curva rossa: piccolo oscillatore rigido con alta frequeza propria e basso momento di inerzia (simile a HRG)

Curva blu: struttura rigida con frequenza propria Sui 100Hz, Q medio bassi e alto momento di inerzia (4 porta specchi di 10kg l'uno distanti 6 metri tra di loro)

## Thermal Noise, Viscouse Damping



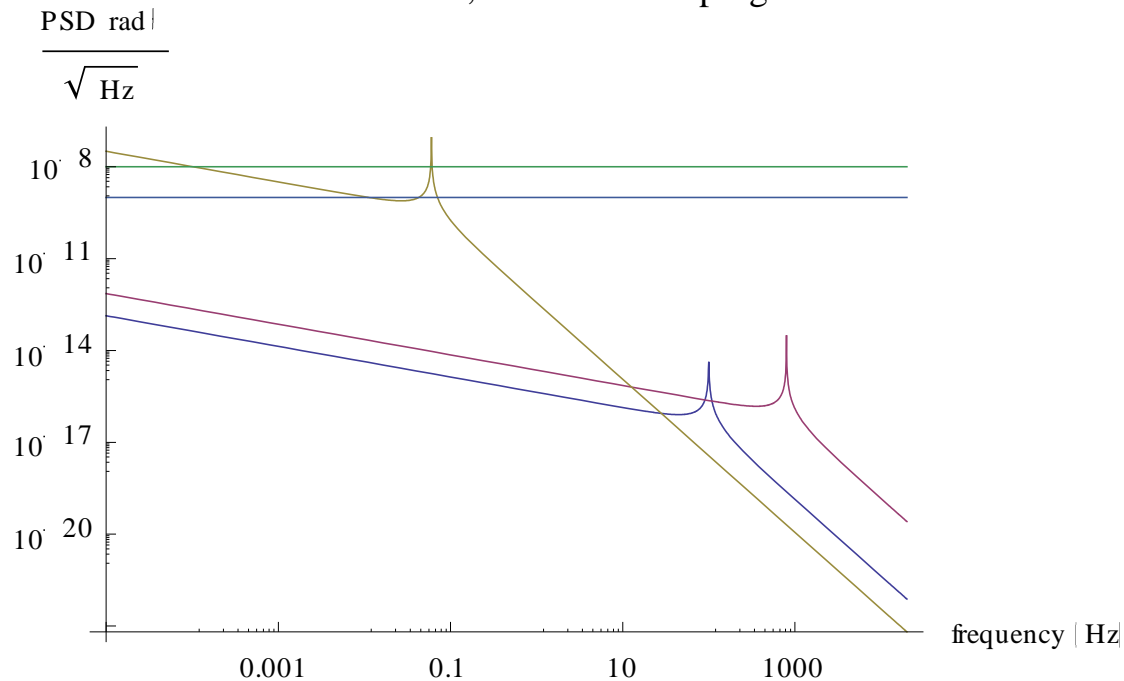
Curva rossa: limite nella misura della velocità angolare richiesto da G-GranSasso

Curva blu, come nell'esempio precedente, ma mostrato in velocità angolare e non spostamento

# Damping strutturale

$f_{0sd} = \sqrt{\frac{II \omega^2 \text{teta}}{k(1 + I \phi) \text{teta}}}$ ; (damping strutturale)

Thermal Noise, Viscouse Damping

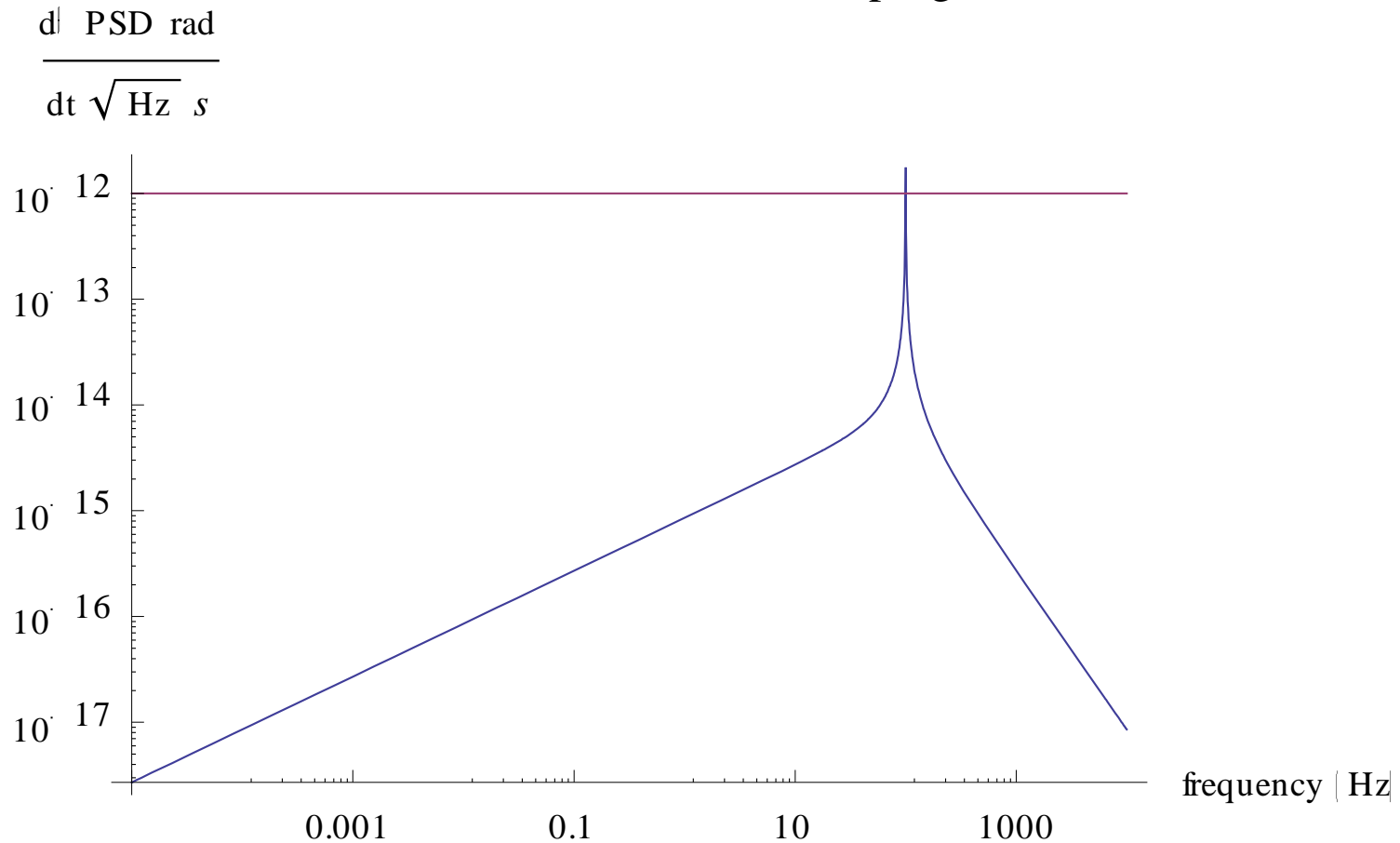


Curva verde: tiltometro meccanico con alto momento d'inerzia, basso Q meccanico e frequenza propria di 60mHz

Curva rossa: piccolo oscillatore rigido con alta frequenza propria e basso momento di inerzia (simile a HRG)

Curva blu: struttura rigida con frequenza propria Sui 100Hz, Q medio bassi e alto momento di inerzia (4 porta specchi di 10kg l'uno distanti 6 metri tra di loro)

# Thermal Noise, Viscouse Damping



Curva rossa: limite nella misura della velocità angolare richiesto da G-GranSasso  
Curva blu, come nell'esempio precedente, ma mostrato in velocità angolare e non spostamento

# Conclusioni

- Il rumore termico non sembra essere limitante ai livelli di sensibilità richiesta
- Queste stime sono rozze comunque alti momenti di inerzia e  $Q$  meccanici buoni rimangono necessarie