

Il sistema di sospensione degli specchi
per l'isolamento dal rumore sismico
in VIRGO

(F. Frasconi - I.N.F.N. Pisa)

21 Giugno, 2011



L'interferometro VIRGO

La "mission" del nostro esperimento

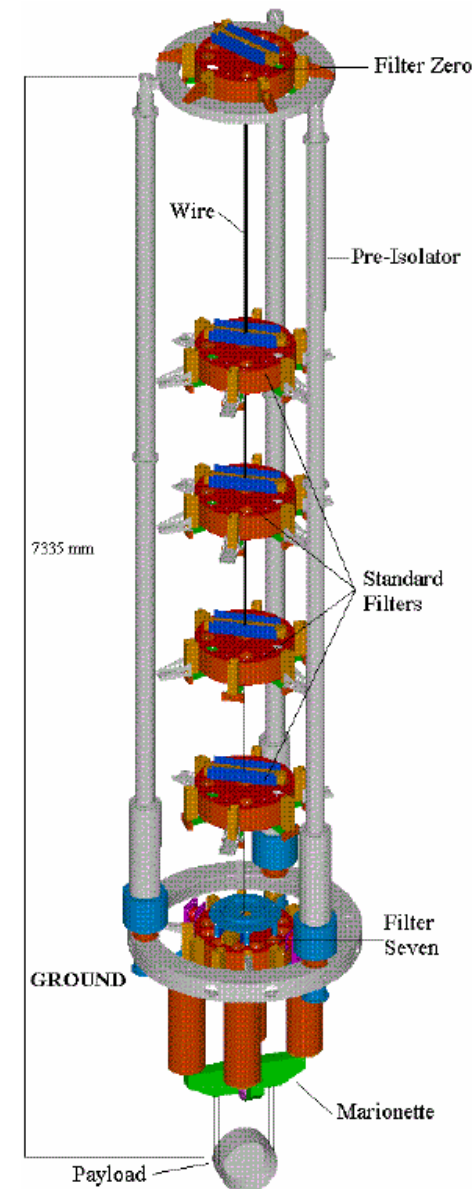
- VIRGO e' un interferometro di Michelson con due cavita' Fabry-Perot lunghe 3 km ciascuna concepito per rivelare Onde Gravitazionali sulla Terra con una banda di rivelazione che va da alcuni Hz fino ad alcuni kHz (5-10000 Hz).

VIRGO Perché abbiamo bisogno di un sistema di sospensione degli specchi ?

- Il sistema di sospensione di VIRGO è stato concepito per ridurre la trasmissione del **rumore sismico** e dei **disturbi locali** al livello dello specchio:
 - l'attività sismica del sito di EGO è filtrata (a partire dalla frequenza di alcuni Hz) per mezzo del nostro sistema ibrido (passivo/attivo) chiamato **Superattenuatore**

Isolamento degli specchi

- Il **Superattenuatore (SA)** e' il sistema adottato per isolare le componenti ottiche dall'attivita' sismica (disturbi locali) che si trasmette attraverso ogni struttura meccanica ancorata a terra. Il problema e' stato risolto sfruttando la capacita' intrinseca di filtraggio posseduta da ciascun **pendolo**
- Per questo motivo la struttura meccanica studiata e realizzata per sospendere ciascuno specchio dell'interferometro e' basata sul principio di funzionamento di un **pendolo multi-stadio**. Composto da:
 - Pendolo Invertito (IP)
 - 6 Filtri Sismici (SF)
 - Payload o Ultimo Stadio (specchio)

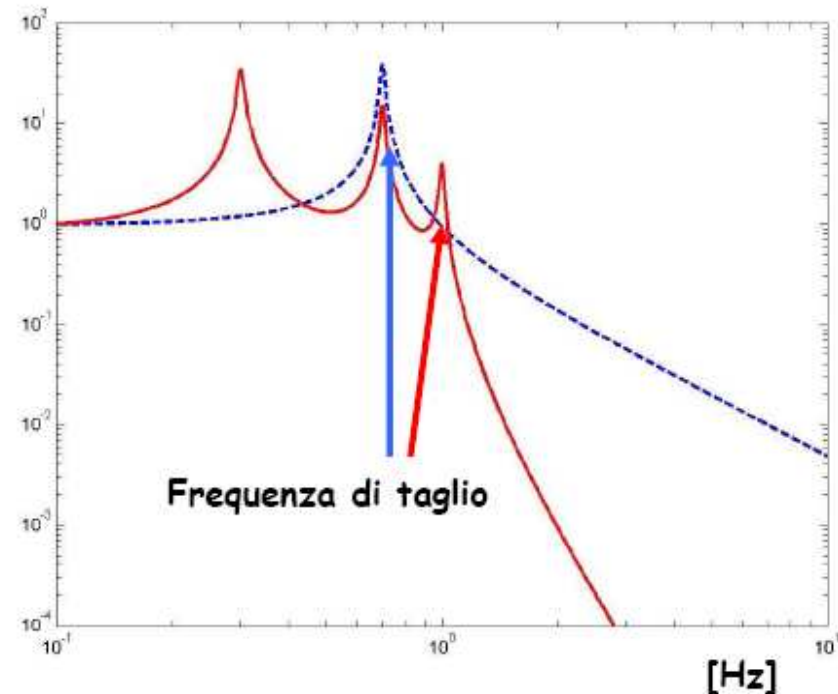
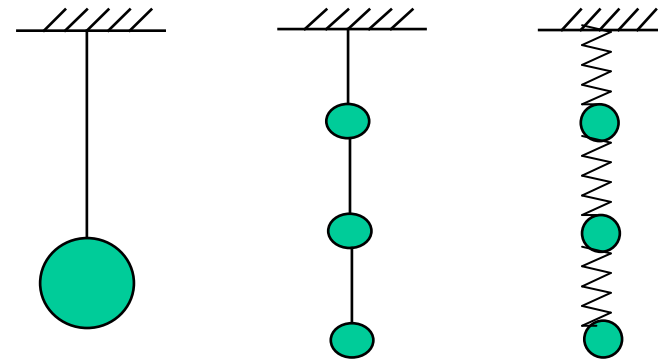


Il pendolo semplice

- Ciascuna massa attaccata ad un filo di lunghezza qualsiasi e soggetta all'attrazione gravitazionale e' un **pendolo semplice**. La caratteristica principale che ci permette di distinguere un pendolo da un altro e' la **frequenza propria** (f) o **periodo di oscillazione** ($T= 1/f$) data dalla relazione:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

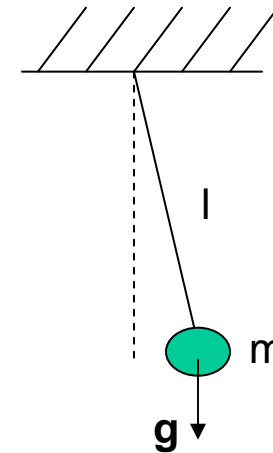
dove l e' la lunghezza del filo a cui la massa e' sospesa e g l'accelerazione di gravita' che vale 9.81 m/s^2



Il pendolo semplice (cont.)

- Dalla equazione riportata si vede che la **frequenza propria** non dipende dalla massa sospesa (**m**) ma unicamente dalla lunghezza del filo (**l**).

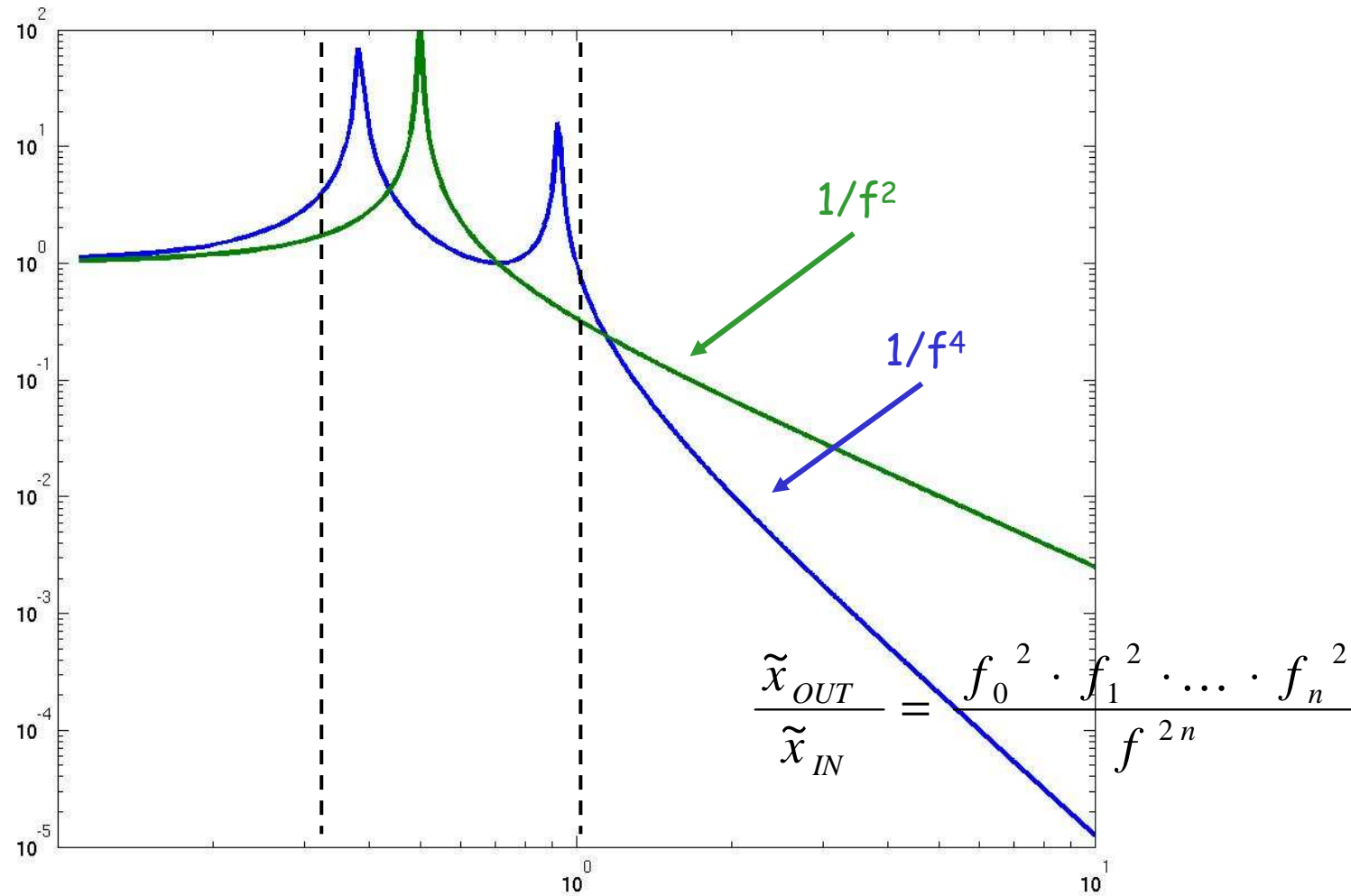
$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$



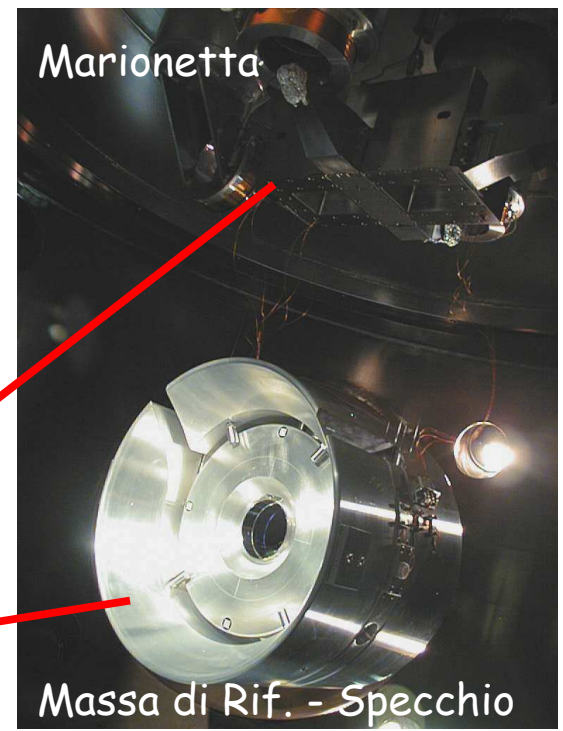
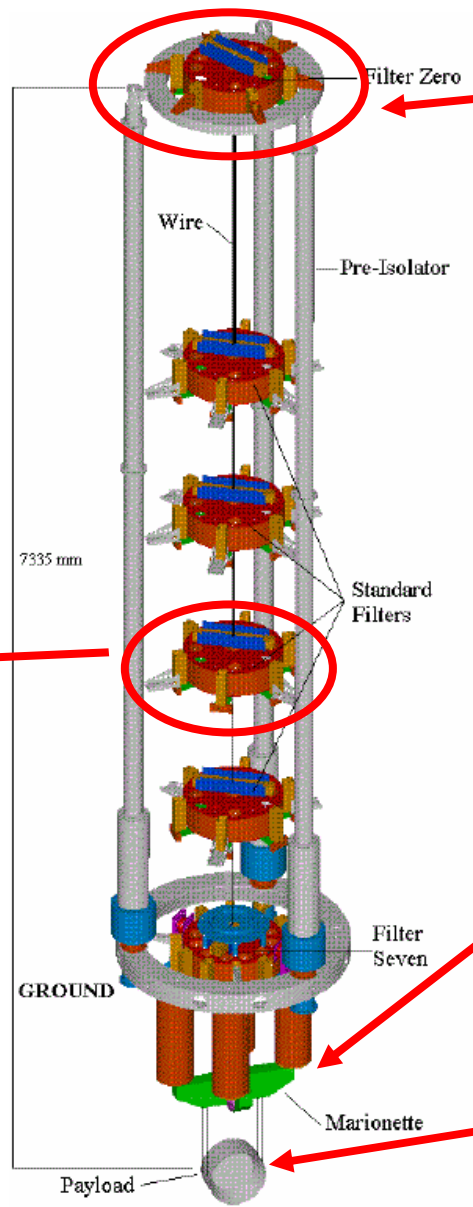
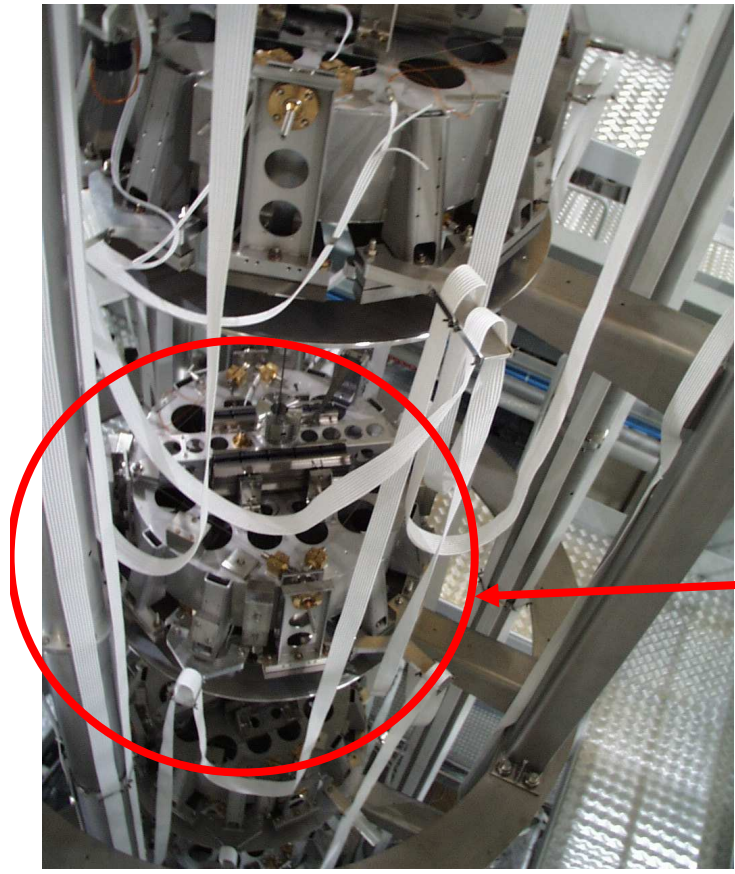
- Il pendolo semplice è in grado di **filtrare** solo quei rumori (f_R - disturbi) la cui frequenza è maggiore della frequenza propria

$$f_R > f$$

Il Pendolo multi-stadio



VIRGO La Catena del SA



Filtri sismici

June 21, 2011

Il Pendolo Invertito (IP)

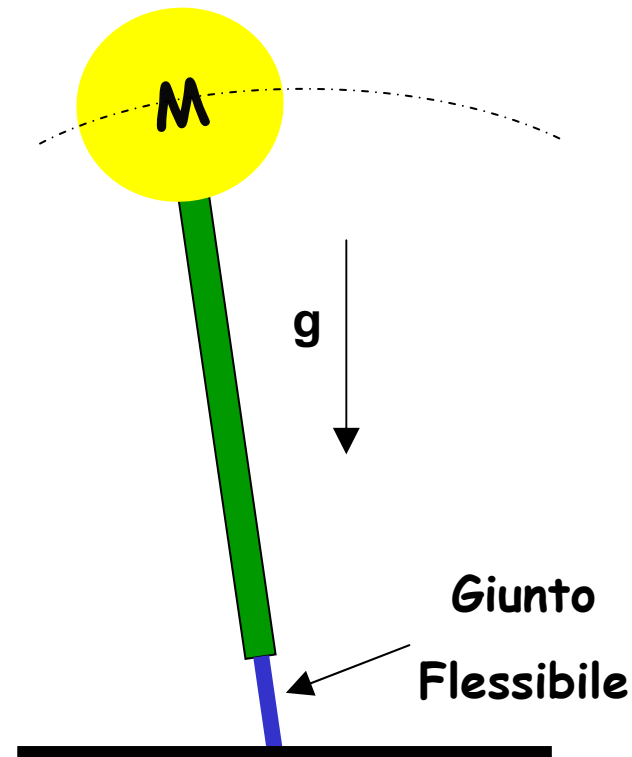
- Per il Superattenuatore di VIRGO e' stata studiata e sviluppata una struttura a 3 gambe basata sul principio di funzionamento di un **Pendolo Invertito (IP)**.
- A differenza del pendolo semplice il **Pendolo Invertito** ha il fulcro delle sue oscillazioni vicino al terreno, mentre la massa sospesa si trova ad una certa distanza (determinata dalla lunghezza della gamba stessa) da terra.
- Il vantaggio di questo tipo di pendolo e' rappresentato dal fatto che puo' essere regolato in modo che abbia una **frequenza propria di oscillazione molto bassa** con dimensioni della struttura contenute.

Il Pendolo Invertito (IP)

- La **frequenza propria** di un Pendolo Invertito (f_{IP}) puo' essere calcolata a partire dall'equazione:

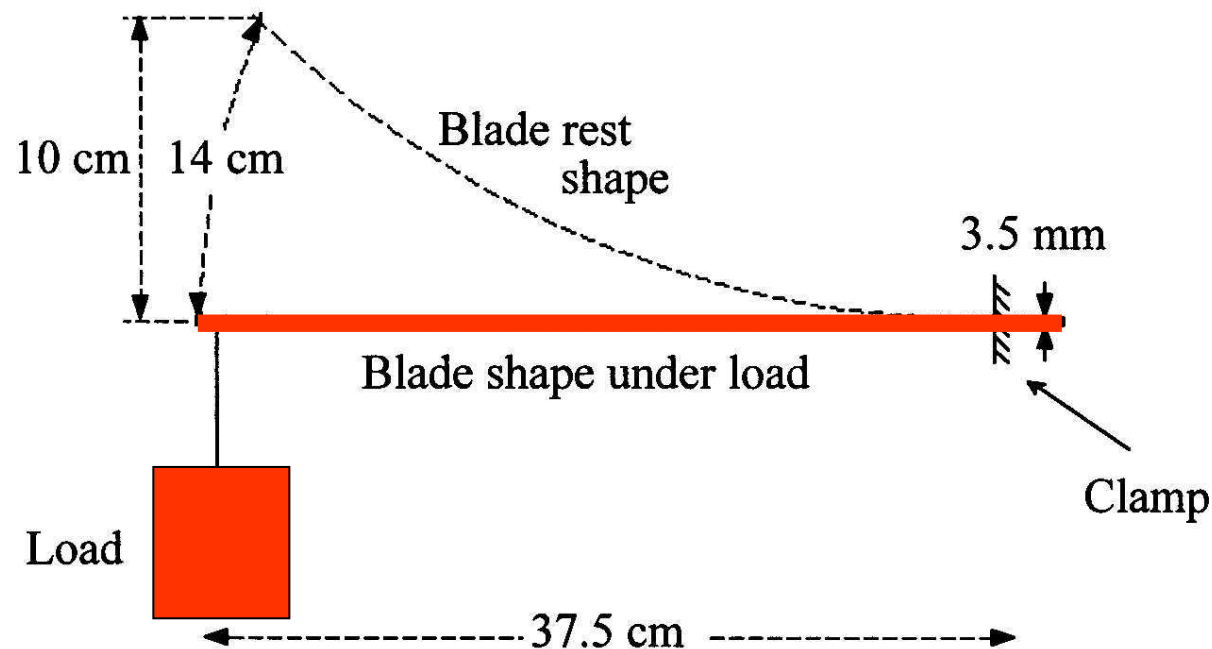
$$f_{IP} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\left(\frac{k}{M} - \frac{g}{l} \right)}$$

dove k e' l'elasticita' del giunto flessibile, M la massa sospesa, l la lunghezza della gamba e g la accelerazione di gravita'.



Le molle triangolari a Lama

- Le **molle triangolari** a lama sono gli elementi elastici usati in VIRGO per applicare la caratteristica intrinseca dei pendoli/oscillatori di filtrare tutti quei rumori/ disturbi al di sopra di una certa frequenza anche in **direzione verticale**.



... dateci un **pendolo/oscillatore** e vi
filtreremo il rumore