



LOCK ACQUISITION DELLE CAVITÀ RISONANTI DELL'ESPERIMENTO ADVANCED VIRGO

✉ DIEGO.BERSANETTI@GE.INFN.IT

IFAE 2016 – GENOVA (IT) – 30 MARZO – 1 APRILE, 2016



Per maggiori informazioni:

VIR-0406A-15: "Updated strategy for locking the arm cavities, possibly with the Guided Lock algorithm"



Rivelazione Interferometrica di Onde Gravitazionali

• **Metrica relativistica** dello spazio-tempo

$$ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu$$

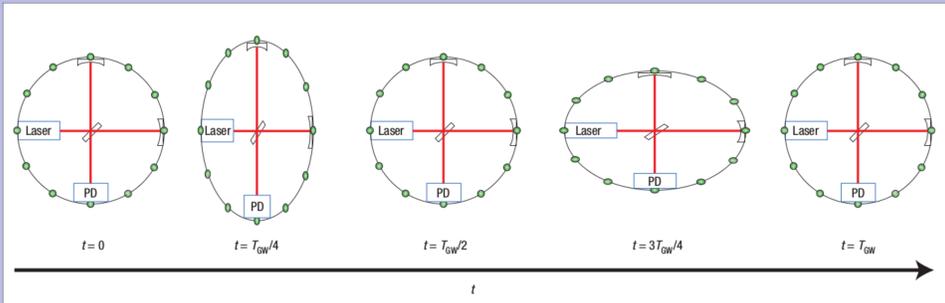
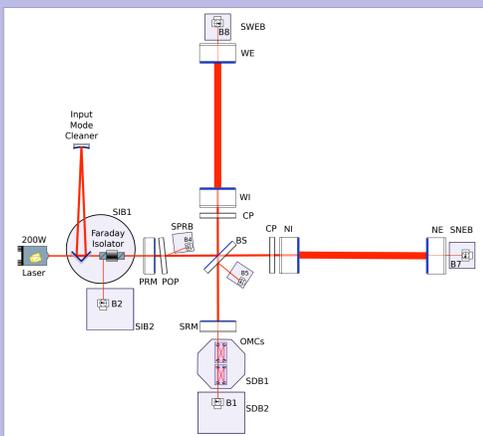
• Perturbazioni come **onde gravitazionali**

$$\left(\nabla^2 - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2}\right) h_{\mu\nu} = 0$$

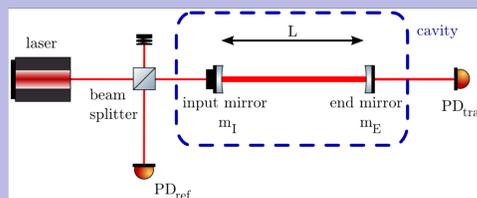
• Effetto misurabile: la **differenza di lunghezza** dei bracci di un interferometro

• Ampiezza prevista $h \approx 10^{-21}$, per cui:

$$\Delta L \approx \frac{1}{2} h L \approx 10^{-18} \text{ m}$$



Cavità Risonanti di Fabry-Pérot



• **Finesse:**

$$\mathcal{F} \approx \frac{\pi \sqrt{r_I r'_E}}{1 - r_I r'_E}$$

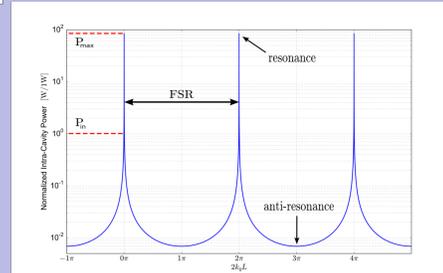
• Necessarie **strategie di controllo** per mantenere la posizione degli specchi fissata

• Condizioni operative **stringenti**: lo stato di risonanza va raggiunto e mantenuto per il corretto funzionamento

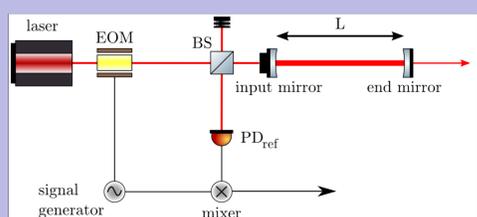
• Aumentano la **trasduzione da lunghezza del braccio a fase del laser**

• Lunghezza **efficace** del braccio:

$$L' = L \cdot \frac{2\mathcal{F}}{\pi}$$



Schema di Lock Pound-Drever-Hall



con la giusta fase

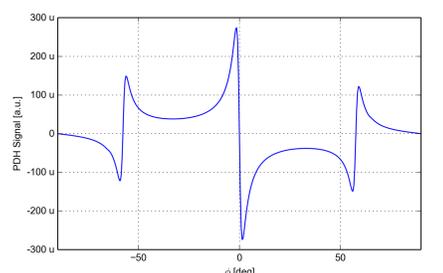
• **Segnale di errore bipolare**, e **proporzionale alla lunghezza della cavità** in prossimità della risonanza

• **Metodologia**: usare la fase del laser per tenere fermi gli specchi

• **Modulazione elettro-ottica** del laser

• Comparsa di **bande laterali** rispetto alla frequenza portante del laser

• Demodulazione e **selezione del termine**



L'Algoritmo Guided Lock

Teoria

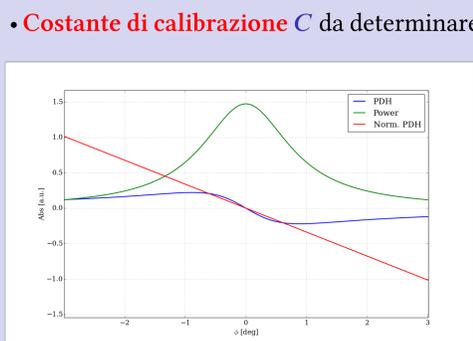
• Segnale di errore proporzionale alla lunghezza

• **Derivata del segnale di errore proporzionale alla velocità** della cavità

$$v_{\text{meas}} = C \left(\frac{\partial S_{\text{PDH}}}{\partial t S_{\text{DC}}} \right)$$

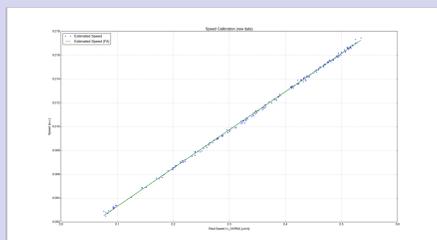
• **Segnale di errore normalizzato** con la potenza intra-cavità P : **zona di linearità massimizzata**

• Ipotesi valida solo **vicino alla risonanza**

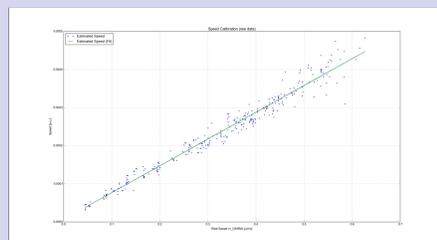


Calibrazione

• Segnale in **riflessione**:



• Segnale in **trasmissione**:



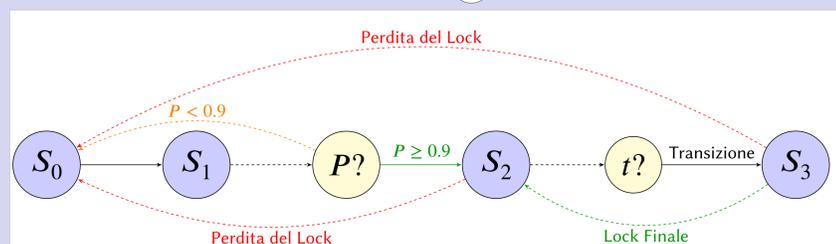
Algoritmo

• S_0 : **Stima** della velocità

• S_2 : un controllore PID acquisisce il **lock**

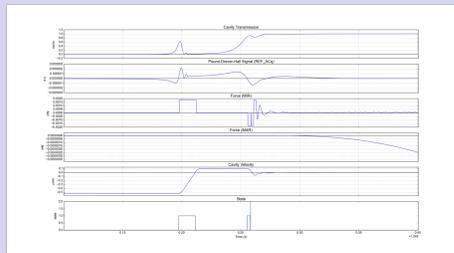
• S_1 : **Impulso** che rallenta la cavità

• S_3 : **Transizione** del segnale di errore

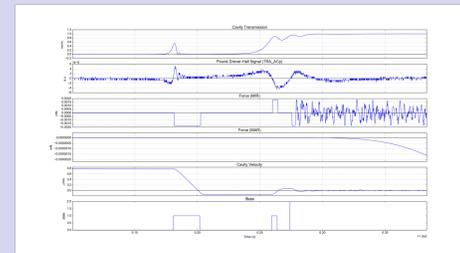


Simulazioni

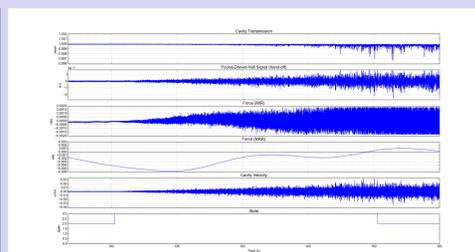
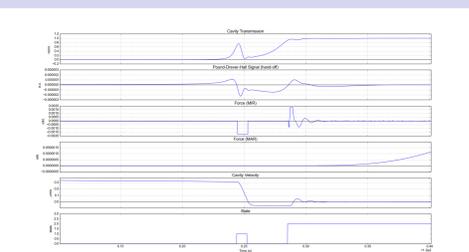
• Segnale in **riflessione**:



• Segnale in **trasmissione**:



• **Transizione del segnale di errore: riflessione \Rightarrow trasmissione**



Strategia

	Nord	non allineata	allineata & senza lock	lock REF (B5)	lock TRA (B7)
Ovest					
non allineata					
allineata & senza lock		1	I		
lock REF (B1p or B4)		2			
lock TRA (B8)		3	4	5	F