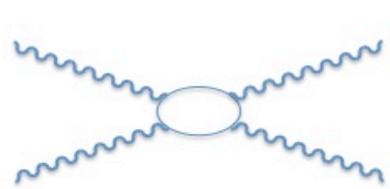


# VMB@CERN - Sezioni: FE, PI, LNL



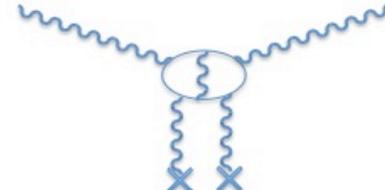
a) Leptonic e<sup>+</sup>e<sup>-</sup> LbL scattering



b) Leptonic e<sup>+</sup>e<sup>-</sup> vacuum birefringence



c) Leptonic e<sup>+</sup>e<sup>-</sup> vacuum birefringence with second order radiative corrections.



e) Birefringence due to virtual spin zero bosons (e.g. axions)

Diffusione luce-luce e birifrangenza magnetica del vuoto. Si ha:  $\Delta n = 4 \times 10^{-24} B^2$  (B in tesla).

Diagramma vale anche per MCPs.

Correzione radiativa 1.45%

Contributo da particelle ipotetiche neutre che si accoppiano a 2 fotoni (axion-like particles)

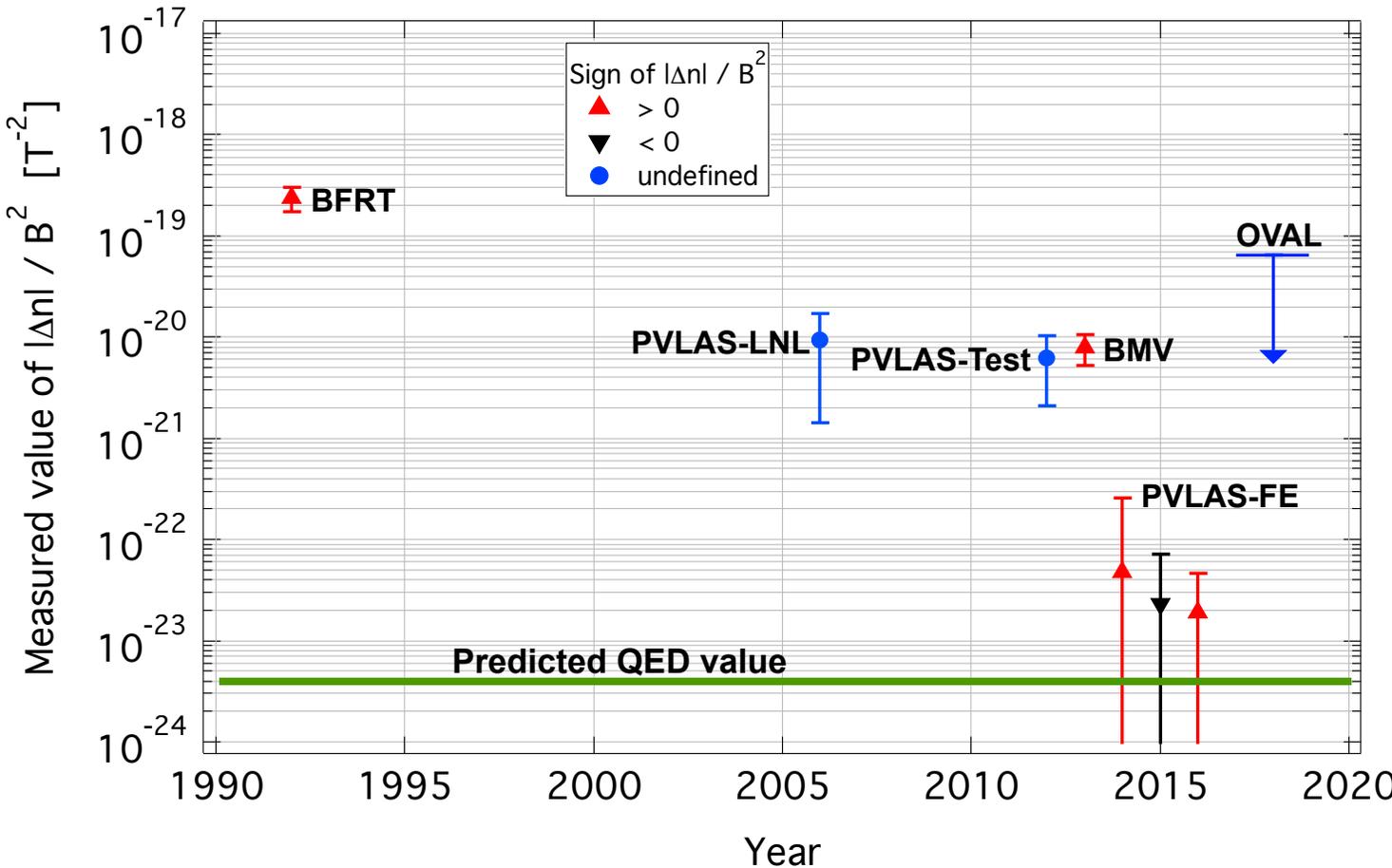
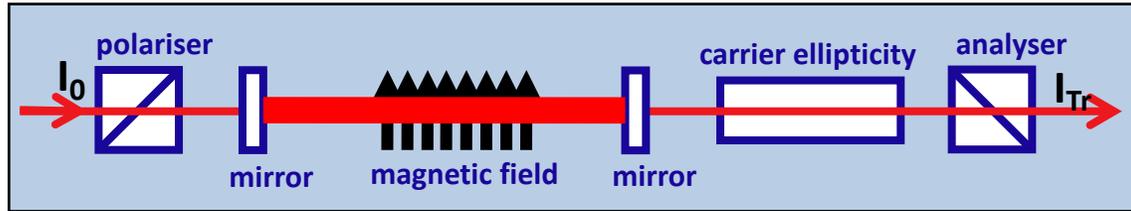
**La velocità della luce dipende dai campi**

$$\mathcal{L}_{\text{EK}} = \frac{1}{2\mu_0} \left( \frac{E^2}{c^2} - B^2 \right) + \frac{A_e}{\mu_0} \left[ 1 \left( \frac{E^2}{c^2} - B^2 \right)^2 + 7 \left( \frac{\vec{E}}{c} \cdot \vec{B} \right)^2 \right] + \dots$$

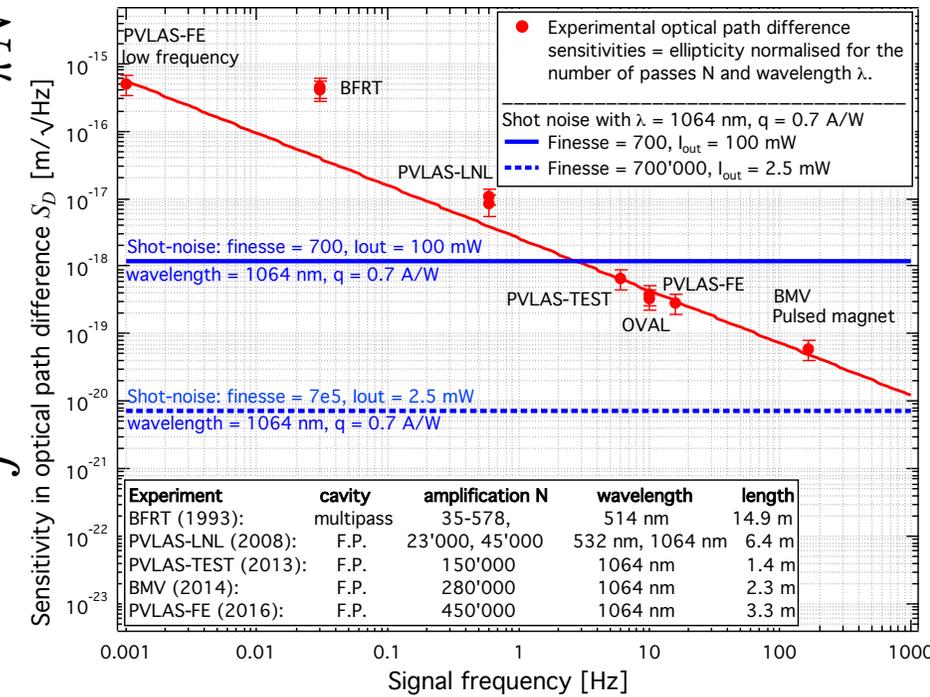
$$A_e = \frac{2}{45\mu_0} \frac{\alpha^2 \hbar^3}{m_e^4 c^5} = 1.32 \times 10^{-24} \text{ T}^{-2}$$

$$\Delta n = 3A_e B_{\text{ext}}^2$$

# Risultato di PVLAS a Ferrara



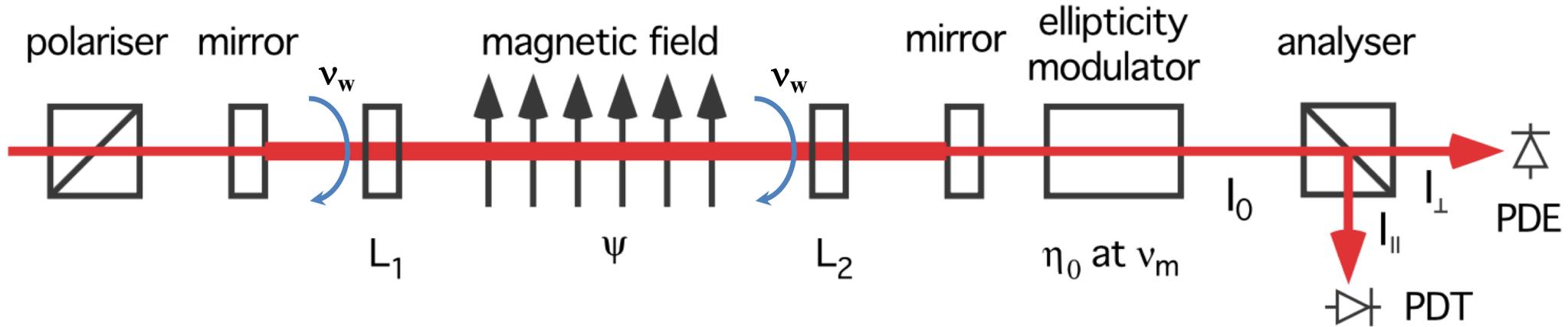
$$D_n = \int \Delta n_B dL = \Psi_n \frac{\lambda}{\pi N}$$



- Magneti permanenti hanno permesso il debugging
- Rumore termico degli specchi limita la sensibilità
- Rumore cammino ottico:  $\Delta D = 4 \times 10^{-19} \text{ m}/\sqrt{\text{Hz}}$

# VMBCERN

Polarimetro a lamine rotanti (sia ellitticità che rotazioni)



EPJC 76 (2016) 294

- Con 1 magnete di LHC da 9 T si dovrebbe riuscire a raggiungere SNR = 1 in circa 1 giorno.

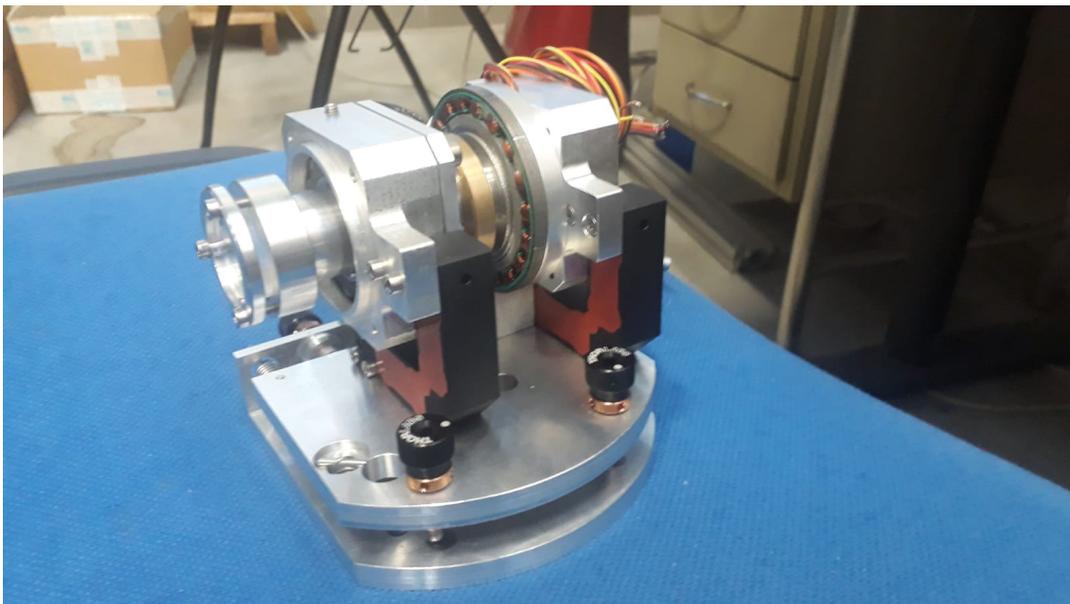
- Processo di approvazione presso il CERN in corso (SPSC)

$$I(t) = I_{\text{out}} \left\{ \eta(t)^2 + 2\eta(t)N \left[ \psi_0 \sin 4\phi(t) + \alpha_1(t) \sin 2\phi(t) + \alpha_2(t) \sin(2\phi(t) + 2\Delta\phi) \right] \right\}$$

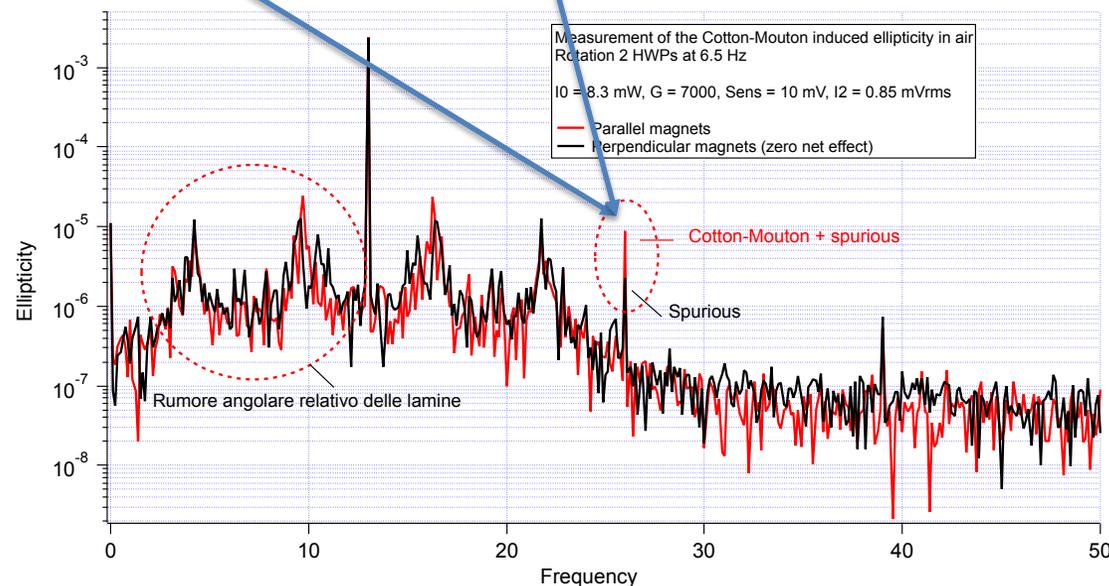
↓ **Segnale**
↘ **Segnali spuri**

# Lavori fine 2020 - inizio 2021

$$I(t) = I_{\text{out}} \left\{ \eta(t)^2 + 2\eta(t)N \left[ \psi_0 \sin 4\phi(t) + \alpha_1(t) \sin 2\phi(t) + \alpha_2(t) \sin(2\phi(t) + 2\Delta\phi) \right] \right\}$$



Rotatori con 4 gradi di libertà controllabili via piezo (Siena)

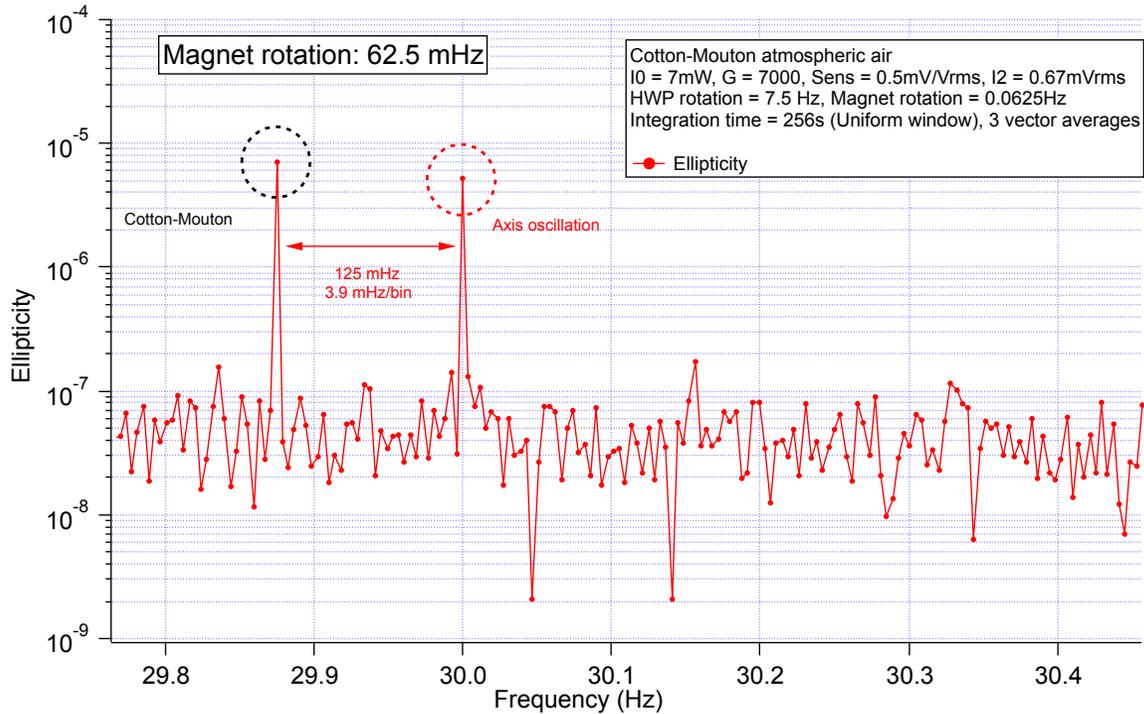


- Studio dei sistematici di ellitticità con lamine in rotazione senza cavità:
  - 'Wedge' della lamina accoppiato all'oscillazione dell'asse
  - Rumore angolare relativo fra le lamine rotanti

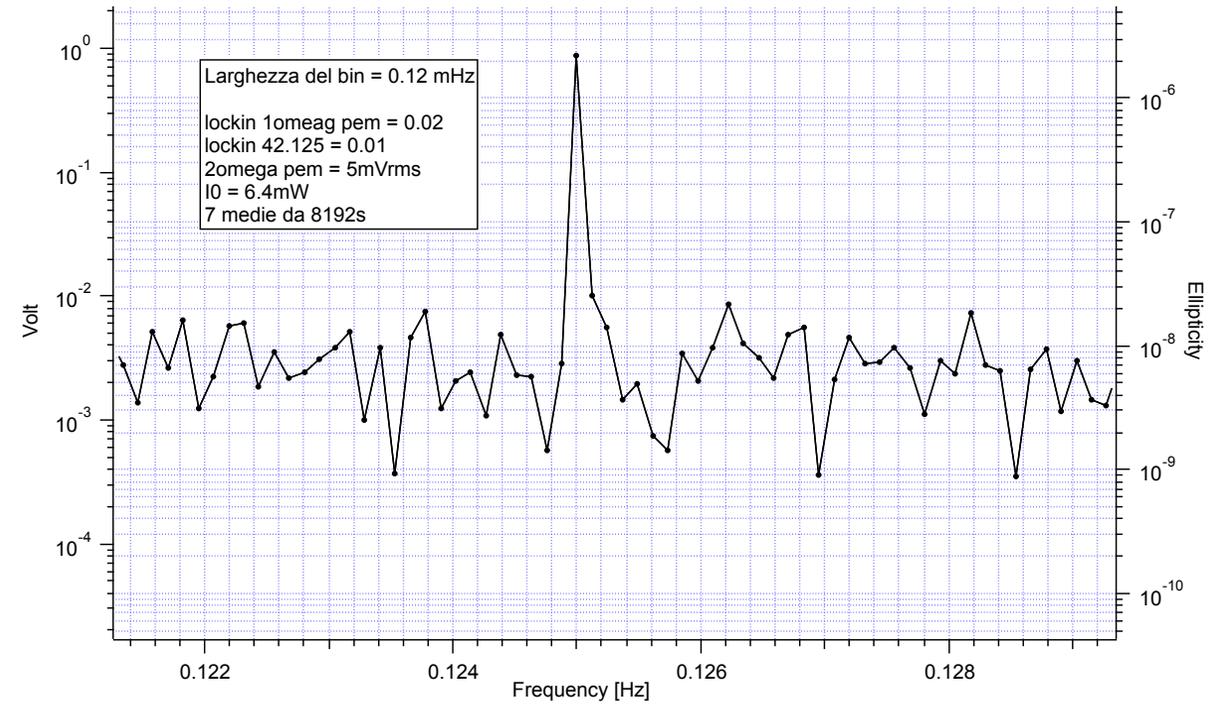
# Lavori fine 2020 - inizio 2021 contd.

- Soluzione per lo spurio: modulare lentamente il campo magnetico. La frequenza del segnale di birifrangenza si separa dallo spurio. Entrambi rimangono lontani dalle basse frequenze.
- Qual e' la minima modulazione di un magnete LHC? Qual e' la larghezza di riga dello spurio?
- Implementare un laser verde per controllare il picco spurio

Modulazione (rotazione) di un magnete



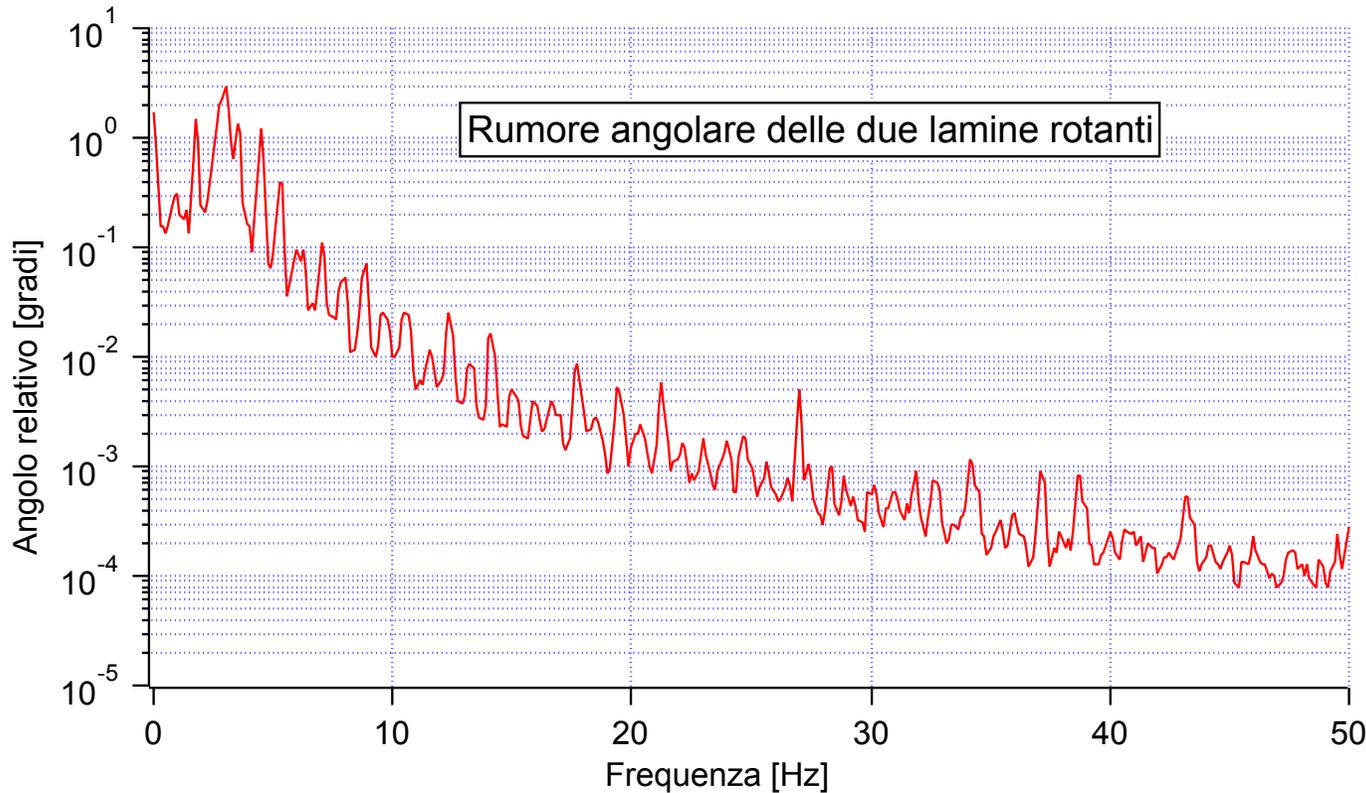
Larghezza picco spurio: < 0.12 mHz con SNR  $\approx$  300



Magnete LHC dovrebbe essere modulabile  $\geq$  5 mHz

# Lavori fine 2020 - inizio 2021 contd.

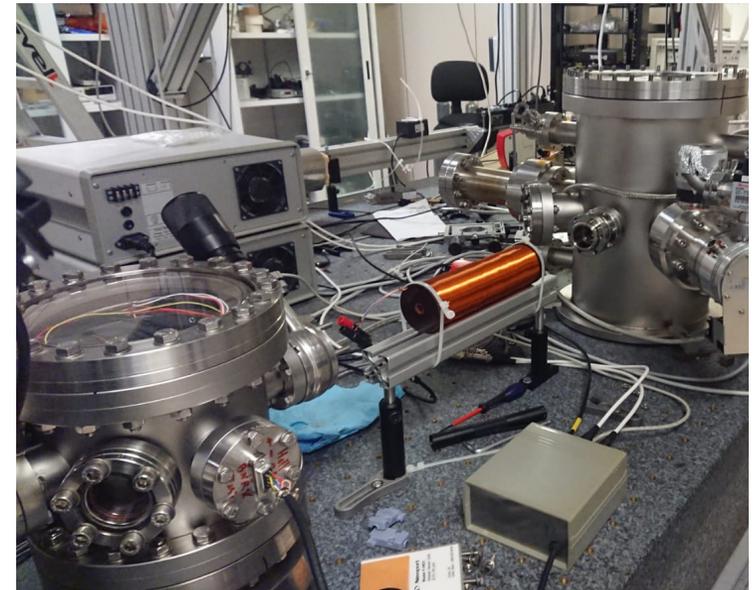
- Rumore angolare fra le lamine limita l'estinzione media e quindi la sensibilità
- Soluzioni al rumore angolare fra le due lamine rotanti:
  - Acquistati due motori stepper con foro
  - Implementare feedback sulla polarizzazione con un rotatore Faraday



Step minimo  $\approx 7$  mgradi con rotazione 5 Hz. Fase di prova a Ferrara



Rotatore Faraday in prova. In fase di implementazione in vuoto



# Lavori 2022

Individuati due importanti sistematici dovuti alla rotazione delle due lamine mezz'onda. Trovato come mitigarli.

Nel 2021 abbiamo chiesto alla commissione 2 un'estensione dell'esperimento pilota per il 2022

Nel periodo fine 2021 – 2022

- Montaggio in vuoto della bobina Faraday
- Progettazione e realizzazione meccanica nuovi rotatori
- Messa in sincronizzazione dei due motori stepper
- Montaggio laser duplicato (532nm) per il controllo dello spurio
- Montaggio cavità a bassa finesse
- Riprendere contatti con il CERN per la preparazione di un CDR

# Numeri 2022

Ferrara:	M. Andreotti	15%	(viola la regola CSNII ? : 20% minimo)
	G. Di Domenico	40%	
	G. Zavattini	60%	Resp. Naz. (OK per regole CSNII)
	G. Messineo	0%	(100% UE-Fellini)
LNL:	R. Pengo	40%	
	G. Ruoso	40%	
Pisa (Siena):	F. Della Valle	100%	
	C. Marinelli	40%	
	E. Mariotti	45%	

9 Ricercatori - 4.8 FTE: 53% per persona (OK per regola CSN2)

Nessuna richiesta per il servizio elettronico o per il servizio di meccanica

## Richieste finanziarie per Pisa

**Missioni** a Ferrara, LNL + CERN: 12 keuro + 6 keuro