

18.º Escola de Verão de Física

Giroscópio Ótico

Gabriela de Alencar

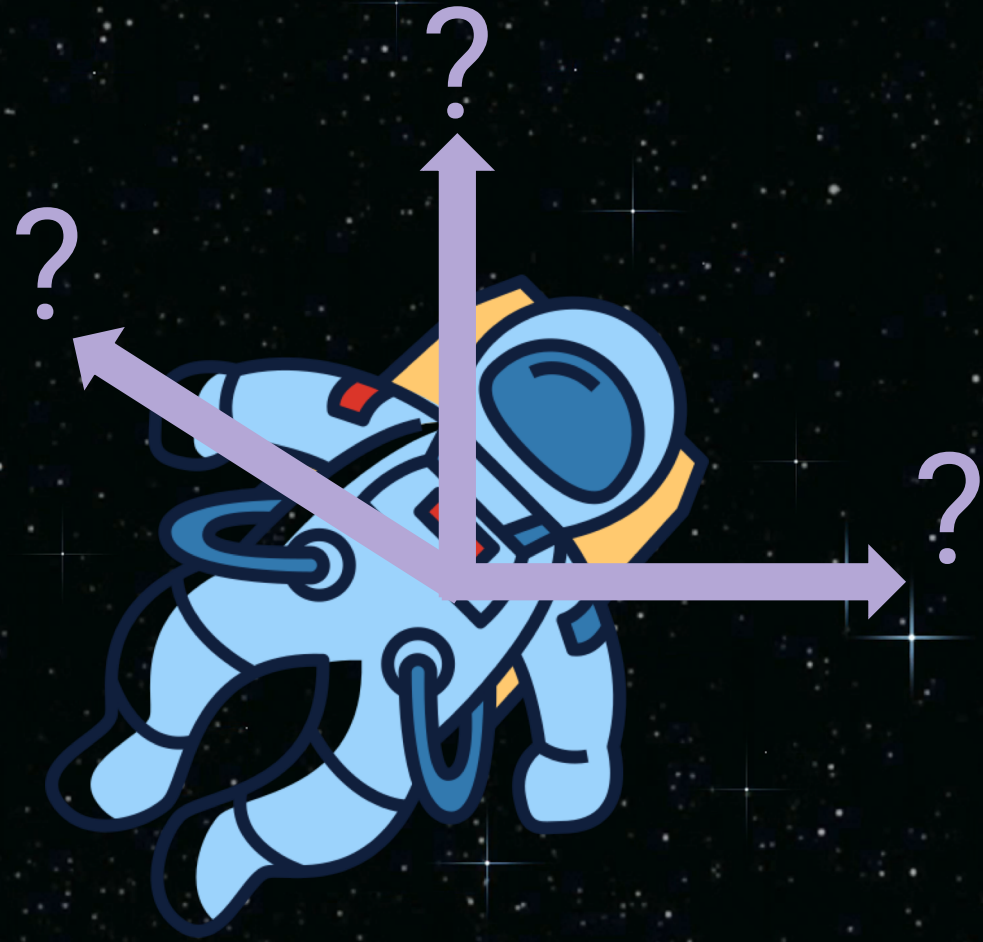
Gonçalo Chaves

Ricardo Martins

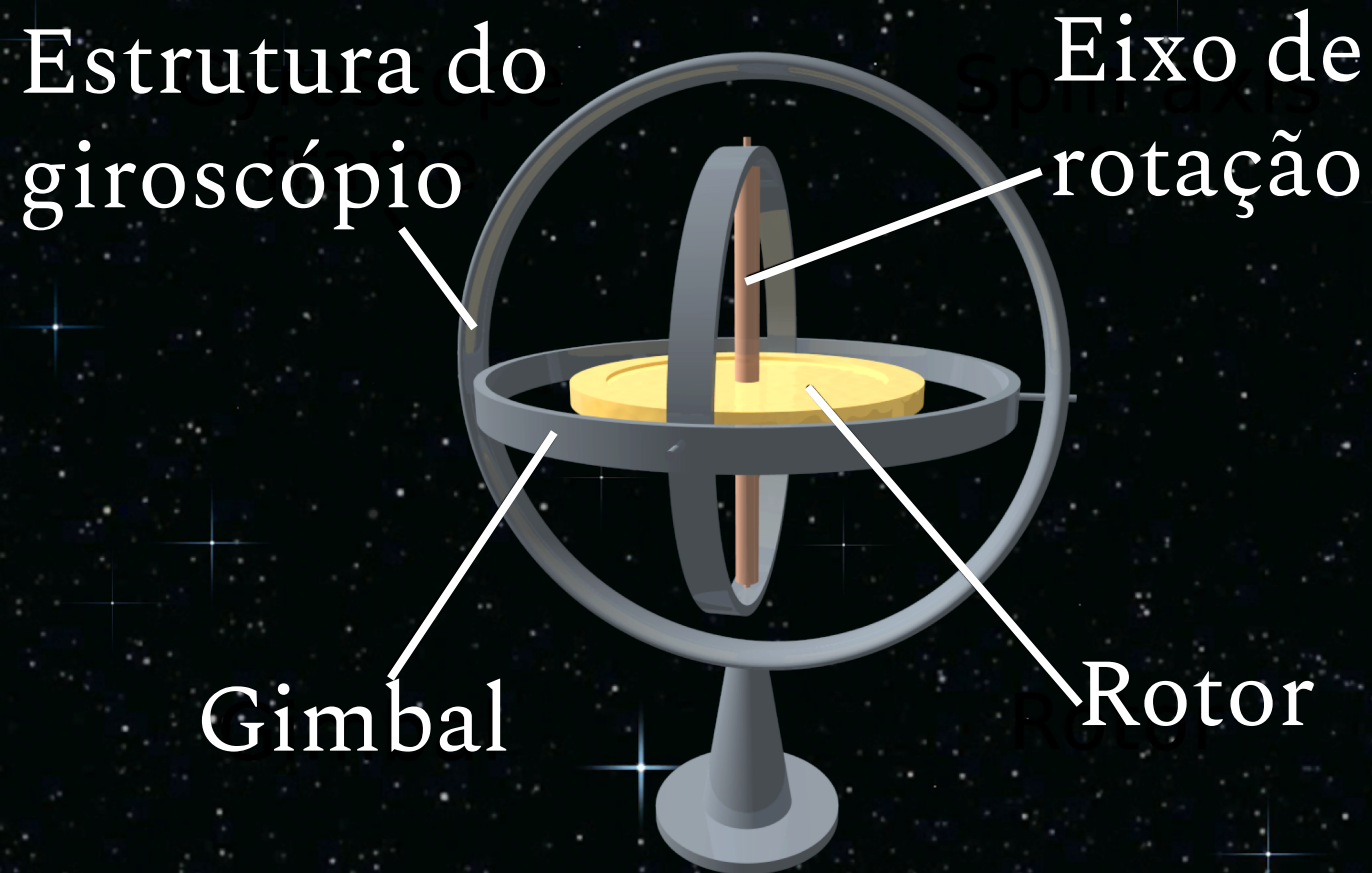
Sebastião de Campos Alves

Problema

Como nos podemos
direcionar no espaço?



Giroscópio Mecânico



Giroscópio Ótico

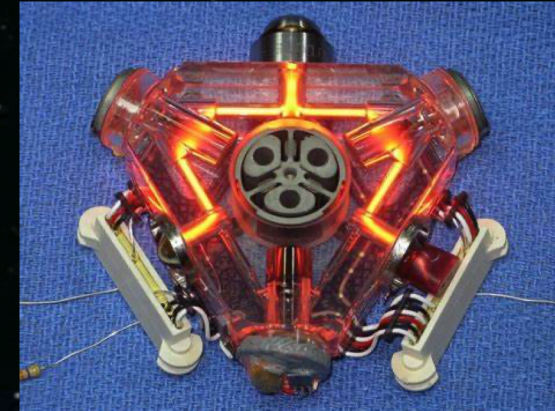
Vantagens:

- Leve
- Compacto
- Sem Partes Móveis
- Imunidade Eletromagnética

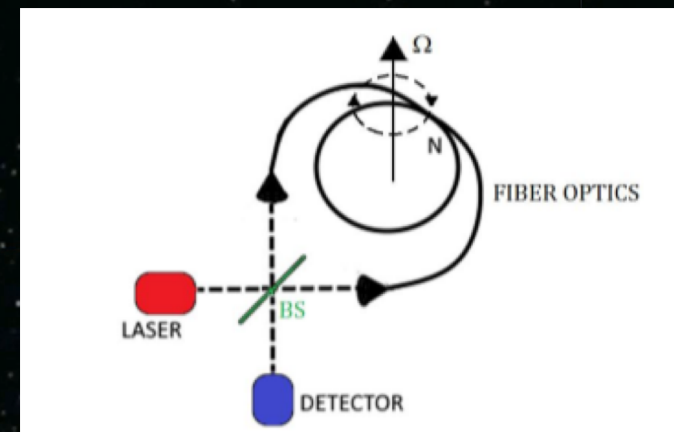
Micro-Electro-Mechanical-System (MEMS)



Ring-laser gyro (RLG)



Fiberoptic gyro (FOG)

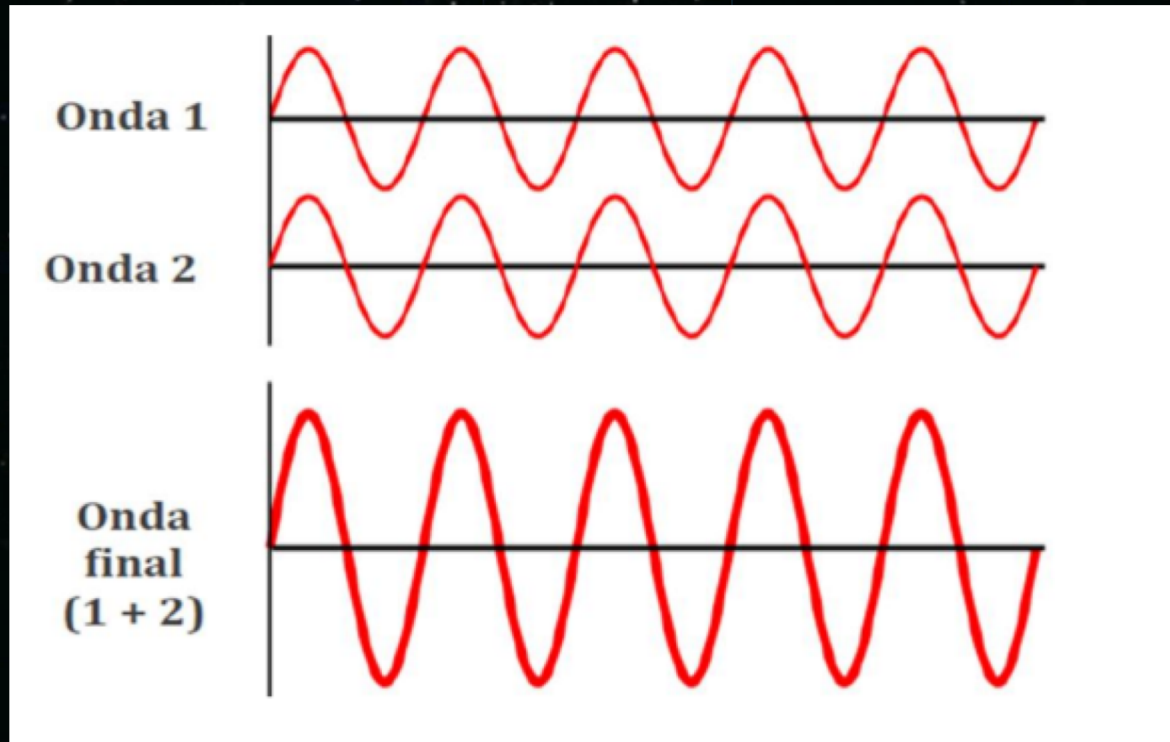


Mas, como é que funciona?

- Interferência de Ondas
- Efeito Sagnac

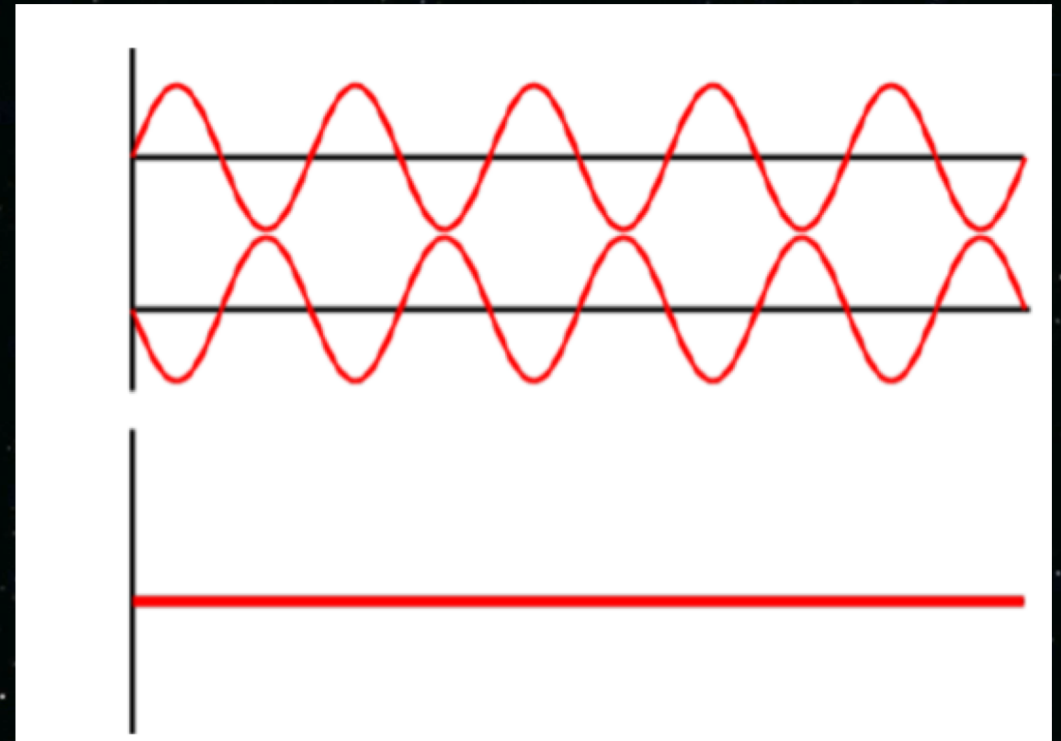
Interferência de Ondas

Interferência construtiva



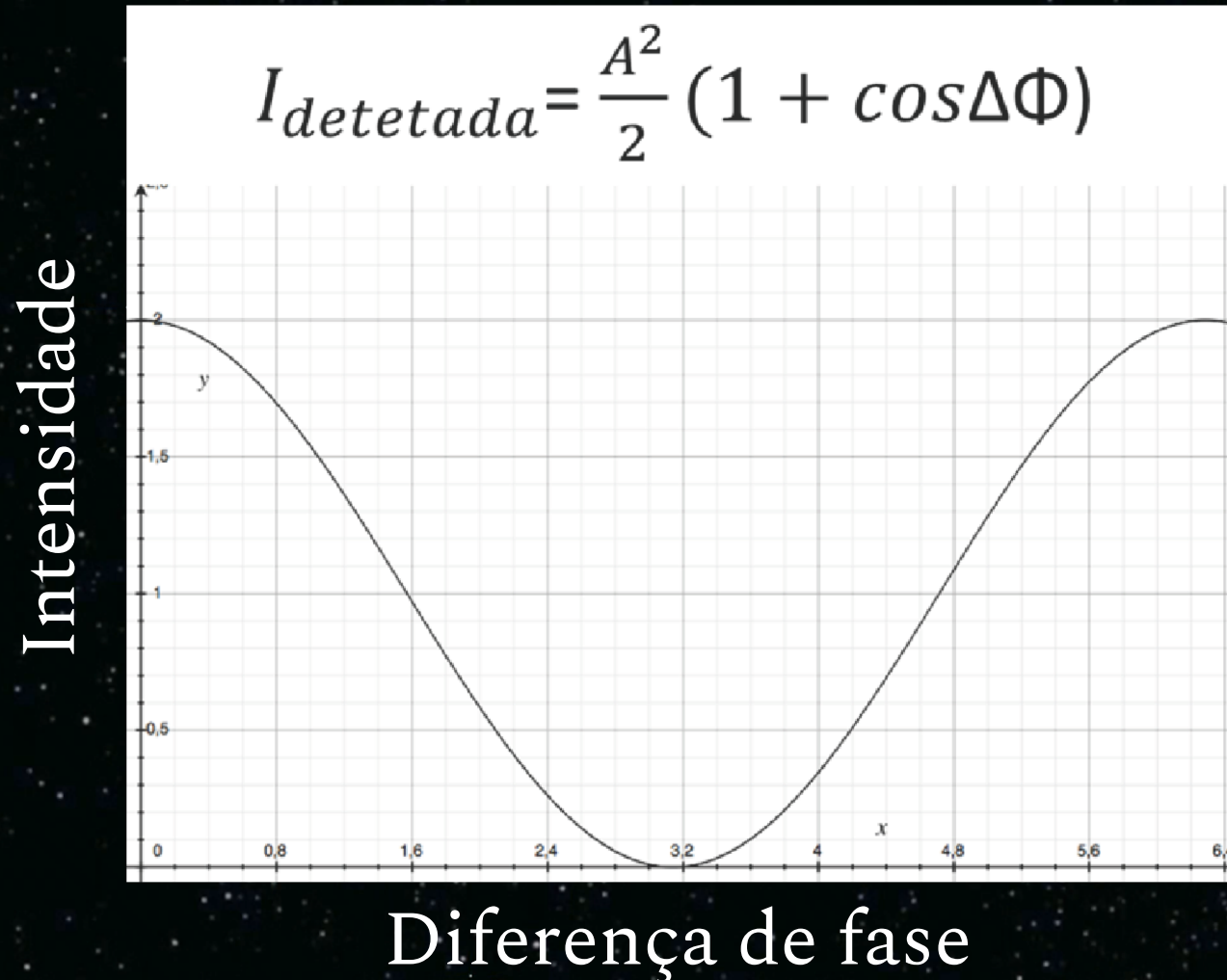
$$\Delta\phi=0$$

Interferência destrutiva



$$\Delta\phi=\pi$$

Interferência de Ondas



Intensidade da onda resultante depende da diferença de fase entre as ondas ($\Delta\Phi$)

Efeito Sagnac

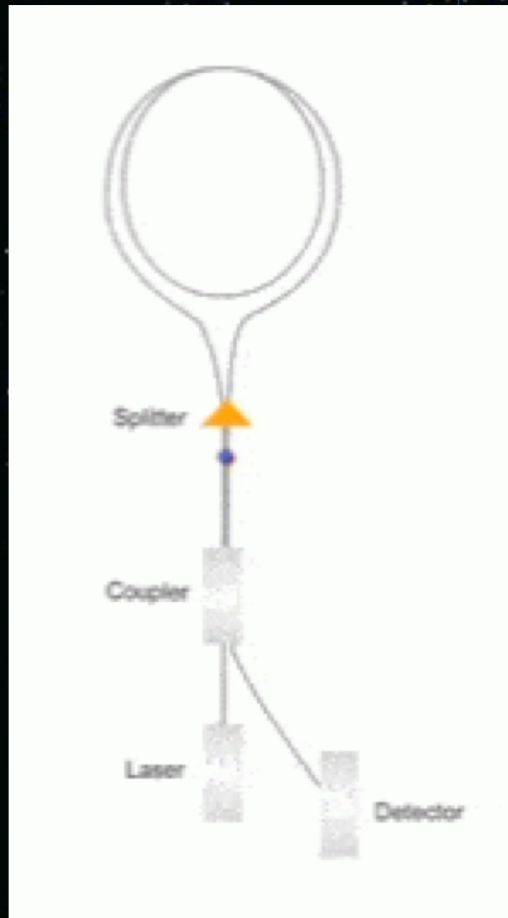
Parado



$$\Delta\phi=0$$



Interferência
construtiva



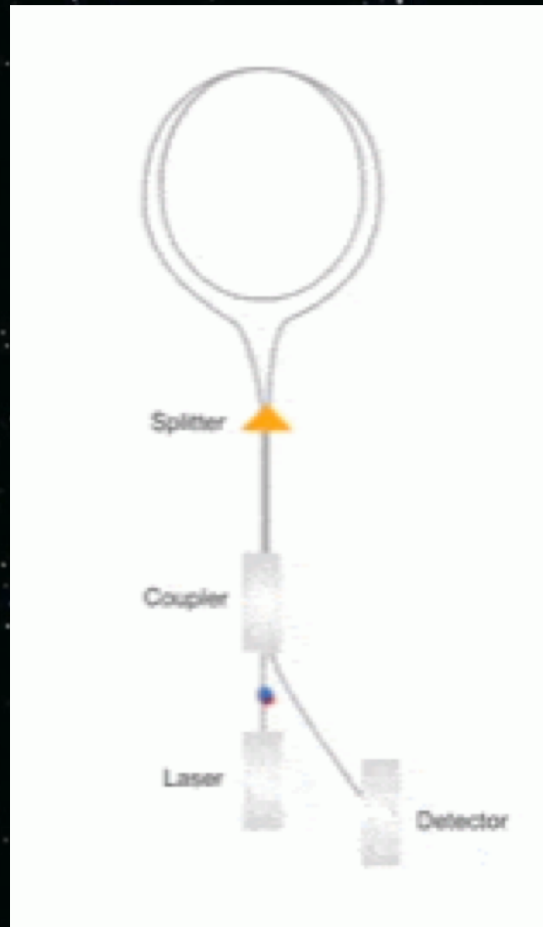
Em movimento



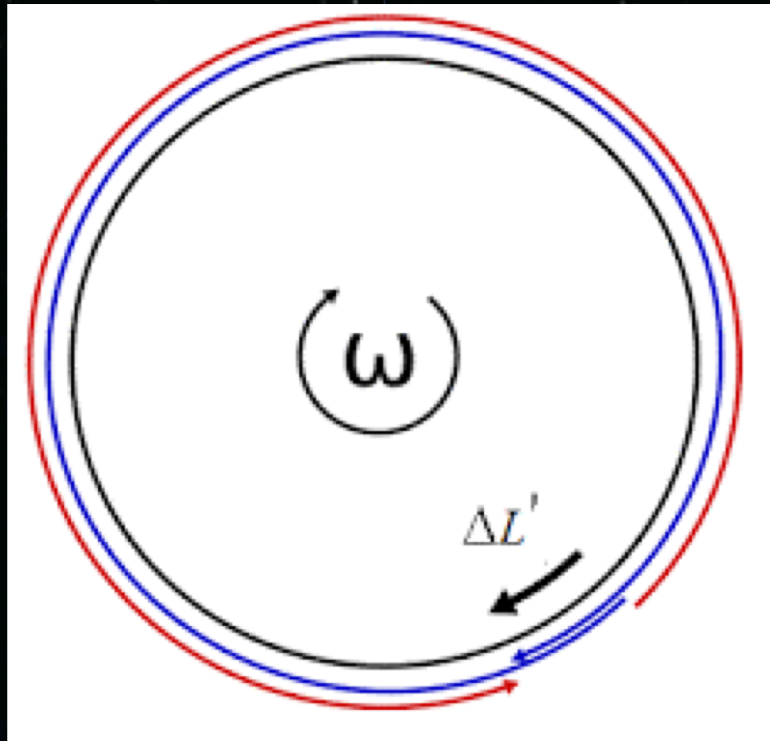
$$\Delta\phi \neq 0$$



Alteração da
intensidade da onda
resultante



Efeito Sagnac



$$\Delta L = L_2 - L_1 = \Delta t \cdot c$$

$$L_2 = c \cdot t_2 = 2\pi R + \omega R t_2$$

$$L_1 = c \cdot t_1 = 2\pi R - \omega R t_1$$

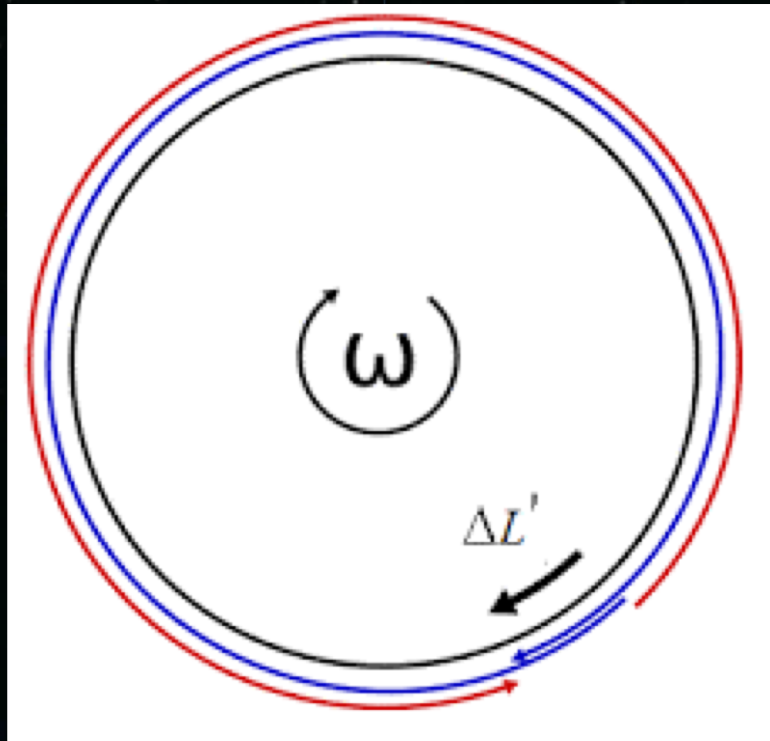
$$\left\{ \begin{array}{l} t_2 = \frac{2\pi R}{c - \omega R} \\ t_1 = \frac{2\pi R}{c + \omega R} \end{array} \right.$$

$$\Delta\Phi = \frac{8\pi n A N}{\lambda_0 c} \omega$$

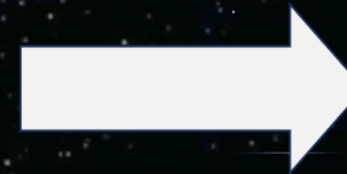
$$\Delta t = \frac{4\pi r^2 \omega}{c^2}$$



Efeito Sagnac



$$\Delta\Phi = \underbrace{\frac{8\pi nAN}{\lambda_0 c}}_{\beta} \omega$$



$$\Delta\Phi = \beta\omega$$

$$\beta = \frac{8\pi nAN}{\lambda_0 c}$$



Constante de proporcionalidade

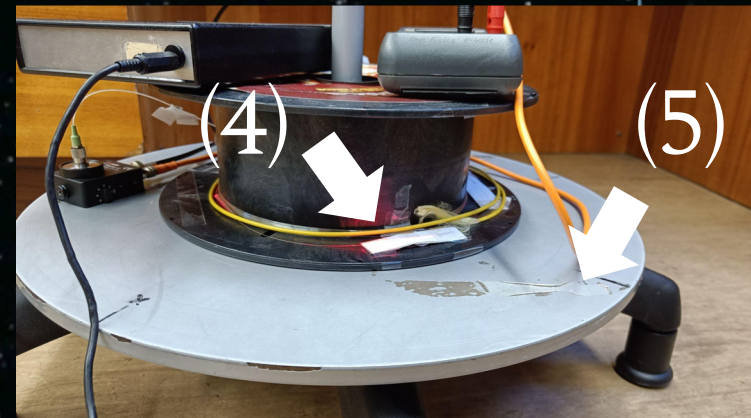
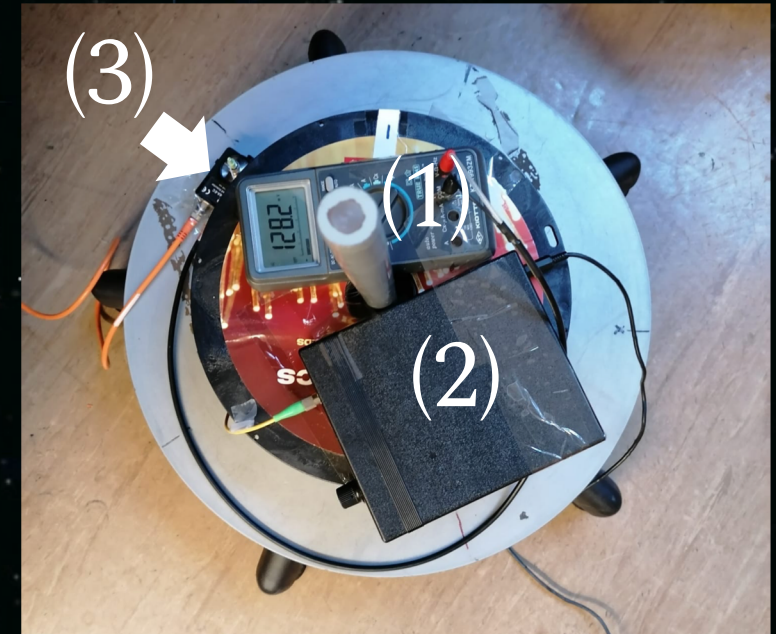
- n - índice de refração
- N - nº de voltas da fibra
- A - área do giroscópio
- λ_0 - comprimento de onda
- c - velocidade da luz

Montagem Experimental

Câmara



- 1 - Voltímetro
- 2 - Fonte laser
- 3 - Fotodetector
- 4 - Bobina de fibra óptica
- 5 - Disco Giratório



Procedimento Experimental

Controlo de Traj... X

◇ massa A

Diagrama ◇ massa A

massa A (t, ω)

ω ($^{\circ}/s$)

$\times 10^2$

t (s)

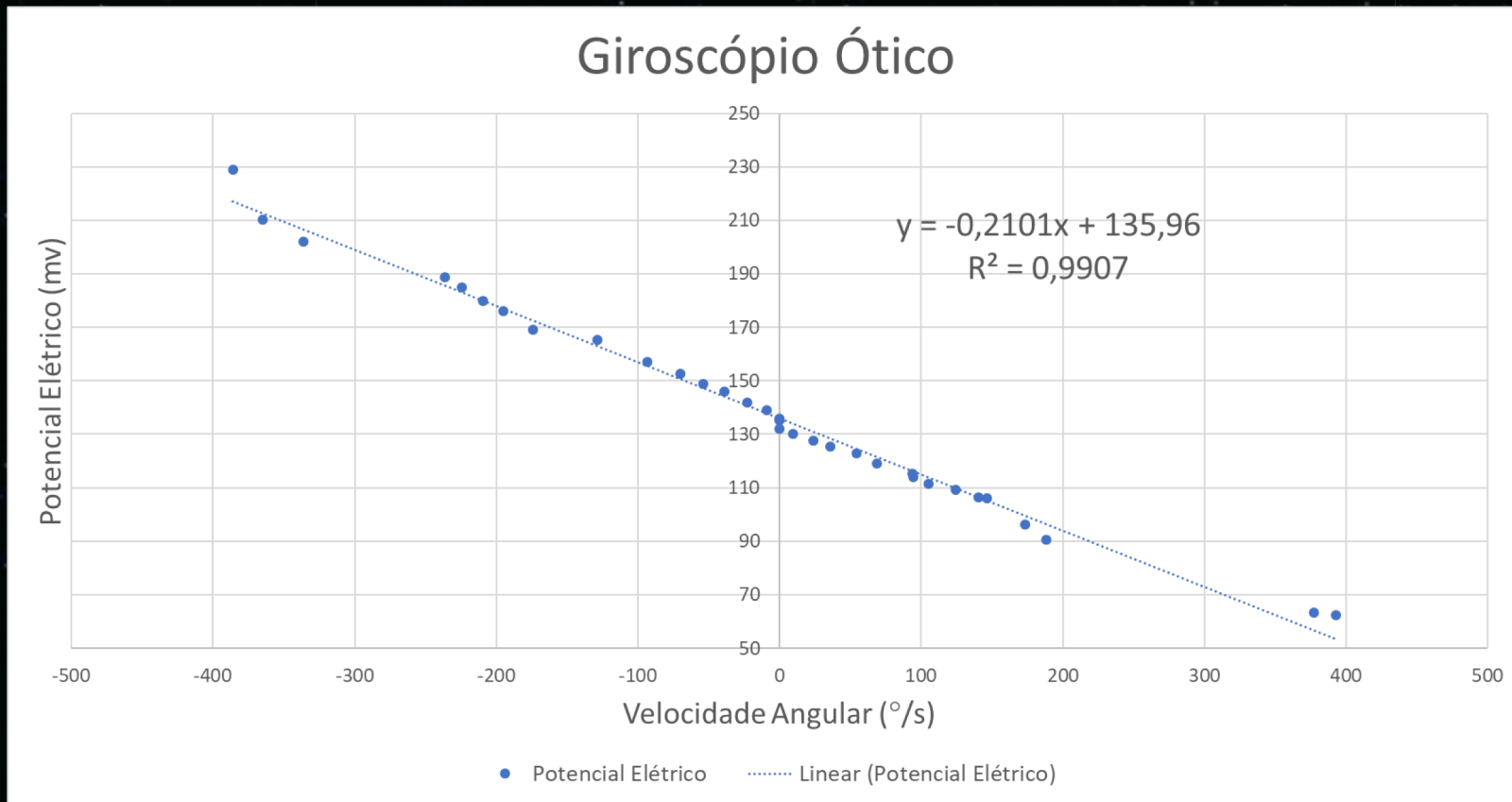
Dados ◇ massa A Gaps

t (s)	x (m)	y (m)	ω ($^{\circ}/s$)
11,007	-229,9	-220,1	
11,057	-251,5	-195,4	-116,9
11,107	-269,9	-169,0	-116,0
11,157	-285,4	-140,7	-115,8
11,207	-298,3	-111,4	-116,3
11,257	-308,6	-80,44	-116,6
11,307	-315,0	-48,79	-116,3
11,357	-318,7	-16,53	-114,5
11,407	-318,2	14,76	-112,5
11,457	-314,3	45,79	-112,8
11,507	-307,7	76,37	

x=291,2 m y=-54,64 m

massa A selecionado (definir massa na barra de ferramentas, shift + clique para marcar as posições)

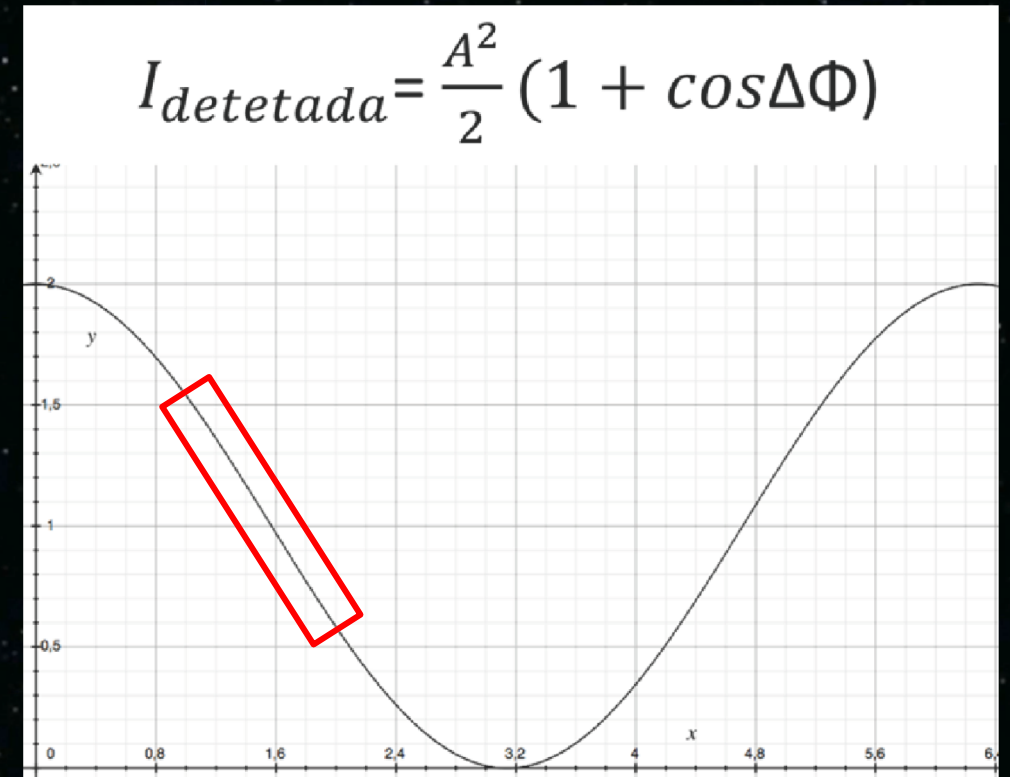
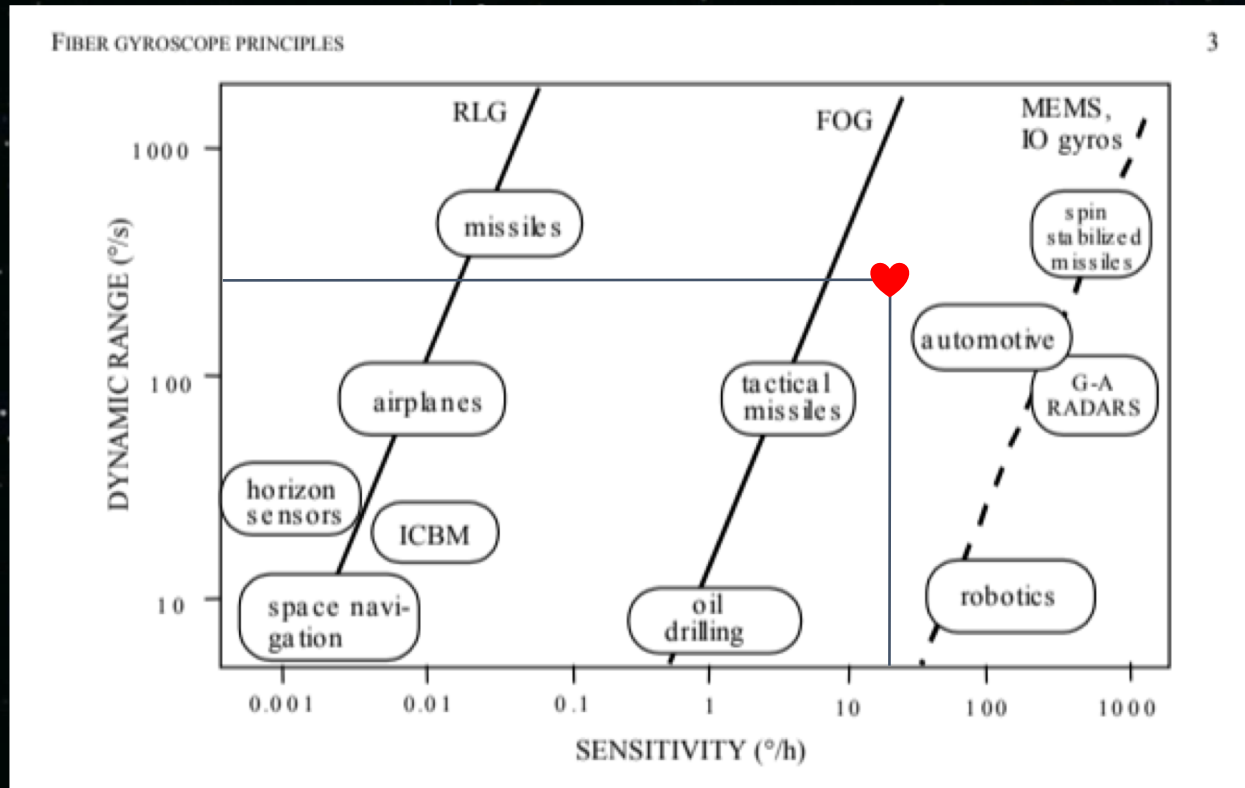
Dados Experimentais



Gama dinâmica:
 $400^{\circ}/s$

Resolução:
 $26,3^{\circ}/h$

Comparação



Como podemos melhorar os resultados?

- Aumentar a área do giroscópio;

$$\Delta\Phi = \frac{8\pi nAN}{\lambda_0 c} \omega$$

- Aumentar o número de espiras;

$$\Delta\Phi = \beta\omega$$

- Automatizar o processo de maneira a diminuir eventuais erros ou interferências.

Conclusão

- Através de um giroscópio ótico podemos determinar a velocidade angular instantânea assim como o ângulo entre a nossa trajetória e o destino pretendido, funcionando como excelente objeto de navegação.
- O giroscópio ótico funciona com base no efeito Sagnac e Interferência de ondas;
- Com este projeto conseguimos construir e caracterizar com sucesso um giroscópio ótico.

Xau :)

Obrigado pela vossa atenção!

