

16ª Escola de Verão de Física da Faculdade de Ciências da
Universidade do Porto

Physical phone experiments I

03/09/2021

Grupo 5

António Alberto

Beatriz Reis

Eurídisse Fernando

José Marangarire

Monitoras: Cátia Rodrigues e Paula Quitério

Índice

- Motivação
- Sensores:
 - O que são?
- Giroscópios MEMS:
 - O que são?
 - Como funcionam?
 - Vantagens e aplicações no nosso dia a dia.
 - Experiência com a aplicação *Phyphox* sobre os giroscópios dos nossos telemóveis.
- Conclusões

Motivação

Os sensores são de extrema importância nos dias atuais para as nossas vidas. São largamente usados como meio de obter informações de processos físicos/químicos/biológicos em substituição à capacidade humana e em apoio ao monitoramento e ao controlo desses processos.

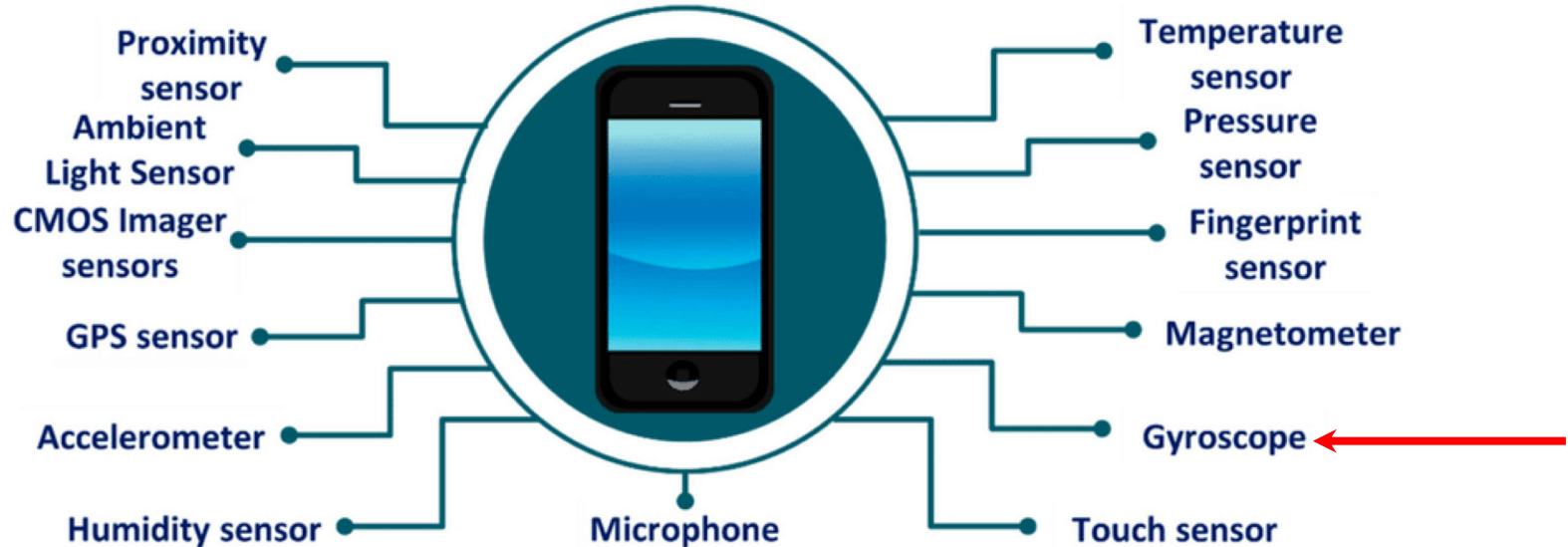
Aplicações:

- Indústria médica
- Indústria automóvel
- Aplicações industriais
- Aeroespacial e defesa
- Agricultura
- Eletrodomésticos
- Smartphone



Sensores

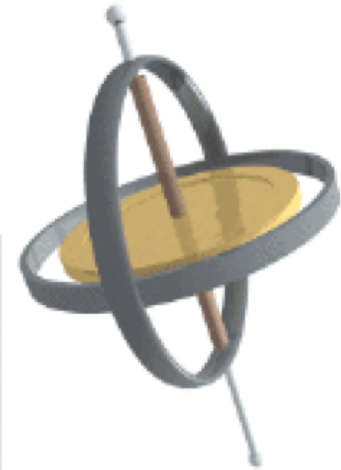
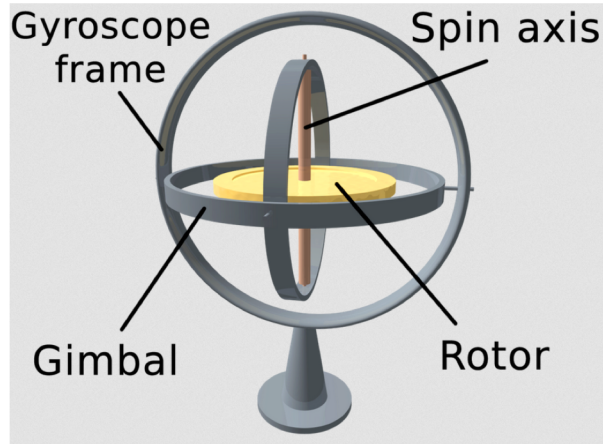
Um sensor é um dispositivo que deteta um estímulo externo e o converte num sinal. Os nossos telemóveis possuem diversos sensores, utilizados para diversas funções.



Giroscópios: O que são?

Nesta semana da Escola de Verão de Física trabalhamos com o Giroscópio. Mas o que é um giroscópio? Um giroscópio é um sensor que deteta e mede a velocidade angular. Este dispositivo funciona com base no princípio da conservação do momento angular ω .

$$\omega = \frac{d\theta}{dt}$$



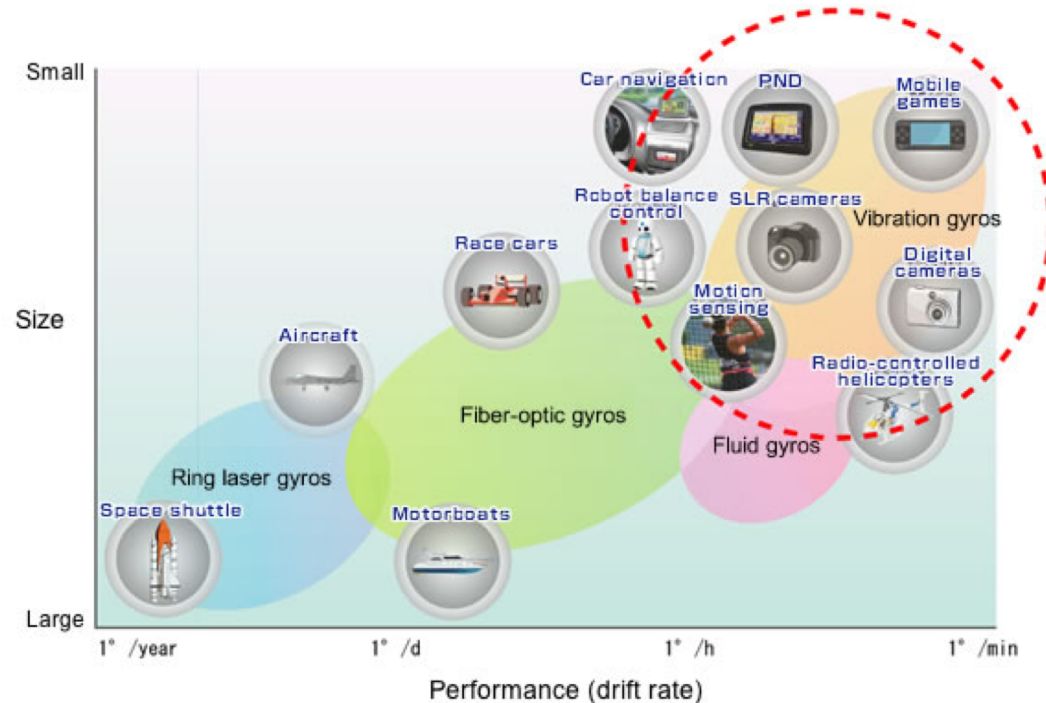
Giroscópio mecânico

Tipos de giroscópios

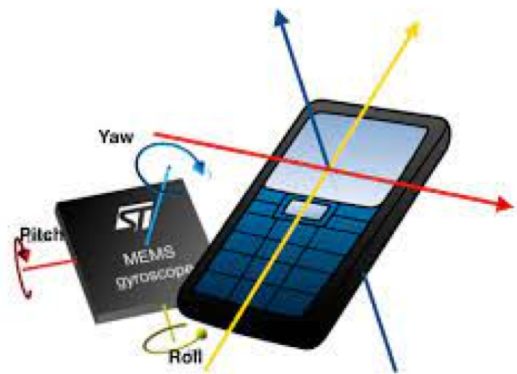
Há diferentes tipos de giroscópios:

- Giroscópios ring laser
- Giroscópios de fibra ótica
- Giroscópios MEMS
- Giroscópios mecânicos

Os giroscópios dos nossos telemóveis são Giroscópios MEMS (Sistemas microeletromecânicos)

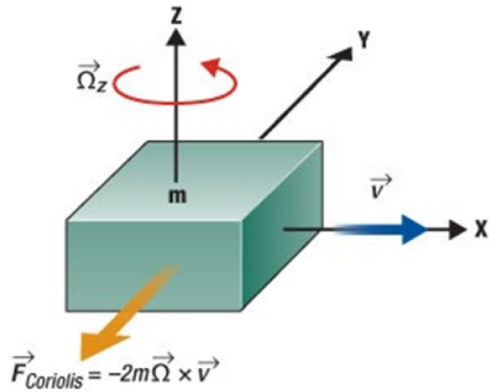


Giroscópio MEMS

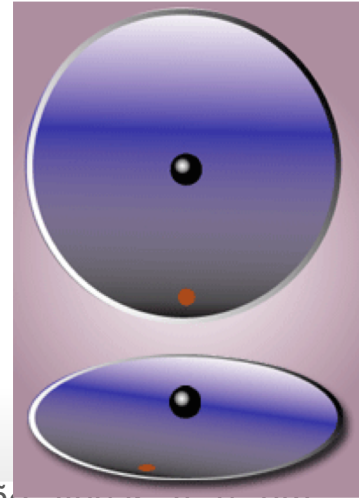
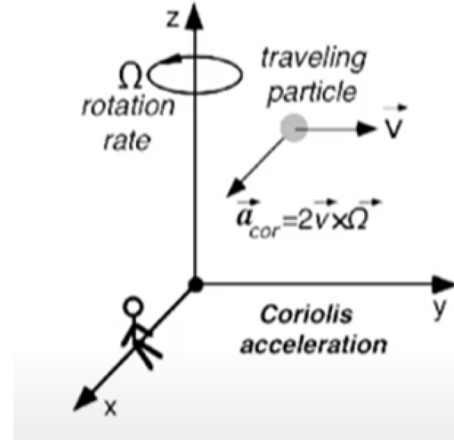


Princípio do giroscópio MEMS

Os giroscópio MEMS são sensores (entre 1 a 100 μm) amplamente usados em dispositivos eletrônicos. Eles usam um elemento vibratório para determinar a velocidade angular de um corpo giratório em qualquer uma das três direções, usando o **efeito Coriolis**.

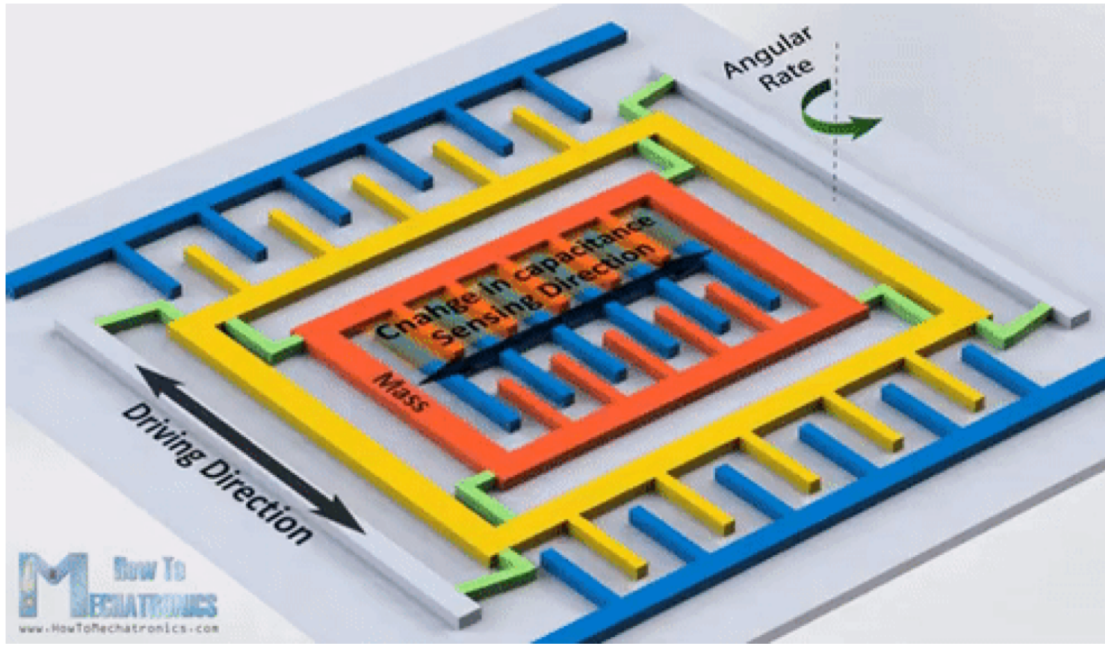


Efeito de Coriolis



Quando uma massa m se move na direção linear v e um movimento angular Ω é aplicado (seta vermelha), a massa experimenta uma “força” na direção da seta amarela, como resultado do efeito Coriolis. O deslocamento físico causado pelo efeito Coriolis é detetado e lido usando uma interface sensorial capacitiva.

Funcionamento de um giroscópio MEMS



De um modo muito simples, a microestrutura do giroscópio funciona desta forma:

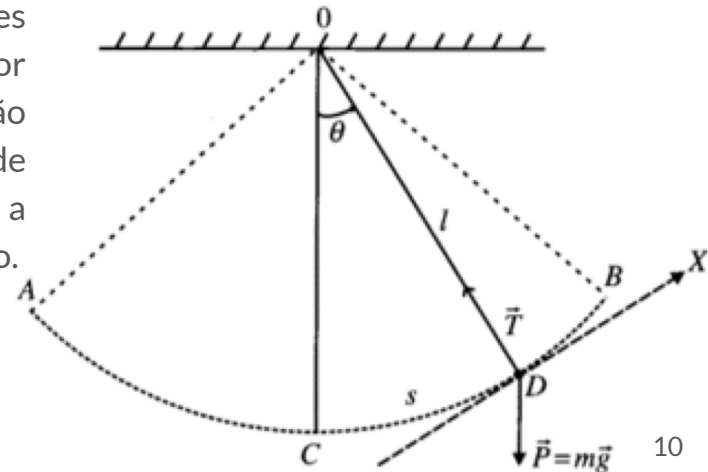
temos uma massa que está em constante movimento, ou a oscilar (a vermelho na imagem), e quando é aplicada uma taxa angular externa, uma parte flexível da massa vai-se mover, fazendo um deslocamento perpendicular.

Consequentemente, pelo efeito de Coriolis, este deslocamento reflete-se numa variação de capacidade medida entre as placas fixas e a massa que oscila, e esta variação vai corresponder à velocidade e aceleração angular.

Bases e objetivos da experiência


Nesta experiência, construímos um pêndulo simples com materiais que encontramos em casa, com o objetivo de verificar as leis do pêndulo e estudar o efeito do comprimento do fio, da massa e da amplitude sobre o período.

Mas como funciona um pêndulo? Resumidamente, um pêndulo simples é constituído por um corpo de massa m , suspenso de um ponto fixo por um fio de comprimento l , inextensível. Quando é afastado da posição de equilíbrio e liberto, o pêndulo fica a oscilar, em torno do ponto O de fixação do fio, apenas por ação da gravidade. O corpo está sujeito a duas forças aplicadas no seu centro de massa: o peso e a tensão do fio.



Montagem e aquisição dos dados

Nós fizemos com que o telemóvel funcionasse como um pêndulo, suspenso num fio. Metemo-lo a oscilar, e com a ajuda da app *phyphox*, na função de *pêndulo*, conseguimos obter os valores do período e da frequência da oscilação do pêndulo. Fomos alterando o comprimento do fio, a massa do pêndulo e o ângulo de oscilação, registando sempre os valores.



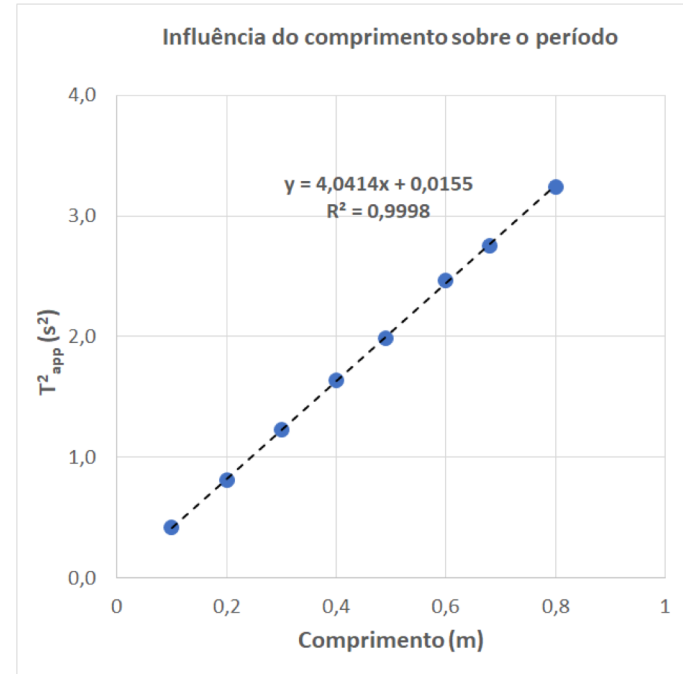
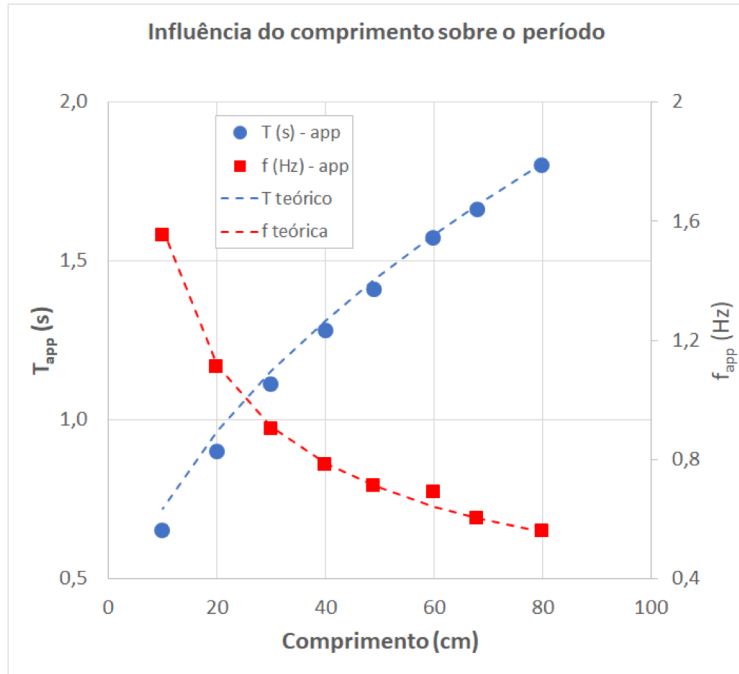
phyphox
physical phone experiments

Pendulum
Determine the gravity constant ($g=9.81\text{m/s}^2$) by usin...

Period **1.25 s**
Frequency **0.80 Hz**



Influência do comprimento sobre o período



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \Leftrightarrow T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g} \Leftrightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{g} L$$

Aceleração gravítica experimental

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \Leftrightarrow T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g} \Leftrightarrow \underbrace{T^2}_y = \underbrace{\left(\frac{4\pi^2}{g}\right)}_m \underbrace{L}_x$$

$$y = mx + b$$

$$\therefore k = \frac{4\pi^2}{g} \Rightarrow g = \frac{4\pi^2}{k}$$

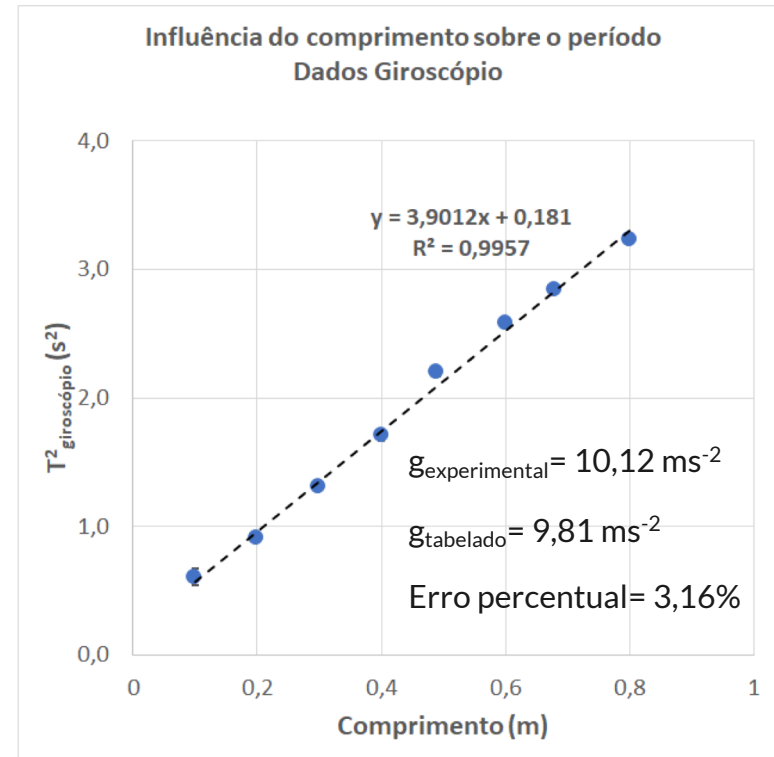
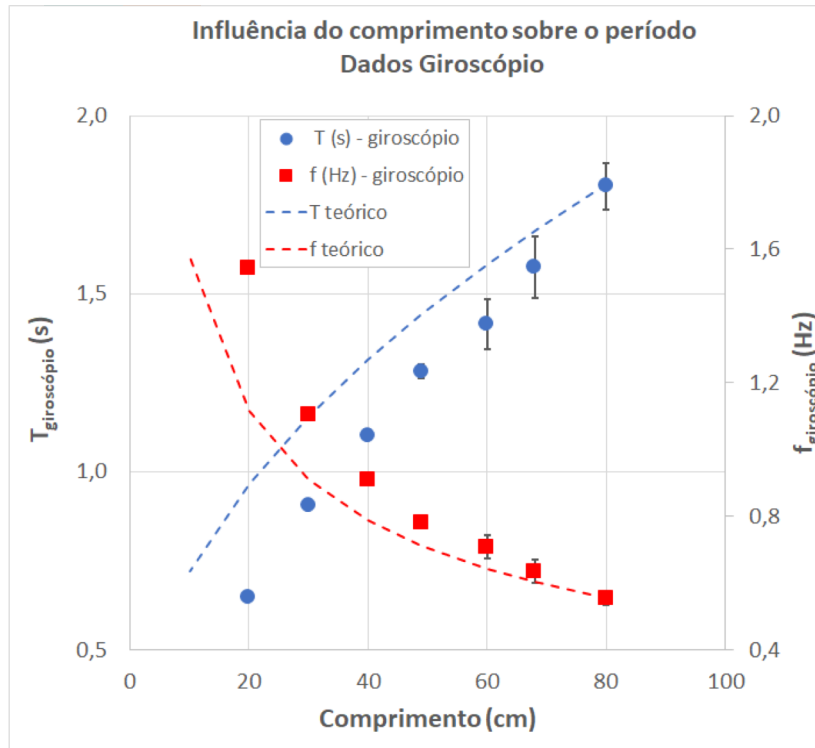
$$Er\% = \left| \frac{VT - VE}{VT} \right| \times 100$$

$$g_{\text{experimental}} = 9,77 \text{ ms}^{-2}$$

$$g_{\text{tabelado}} = 9,81 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{Erro percentual} = 0,41\%$$

Influência do comprimento sobre o período - Dados do giroscópio



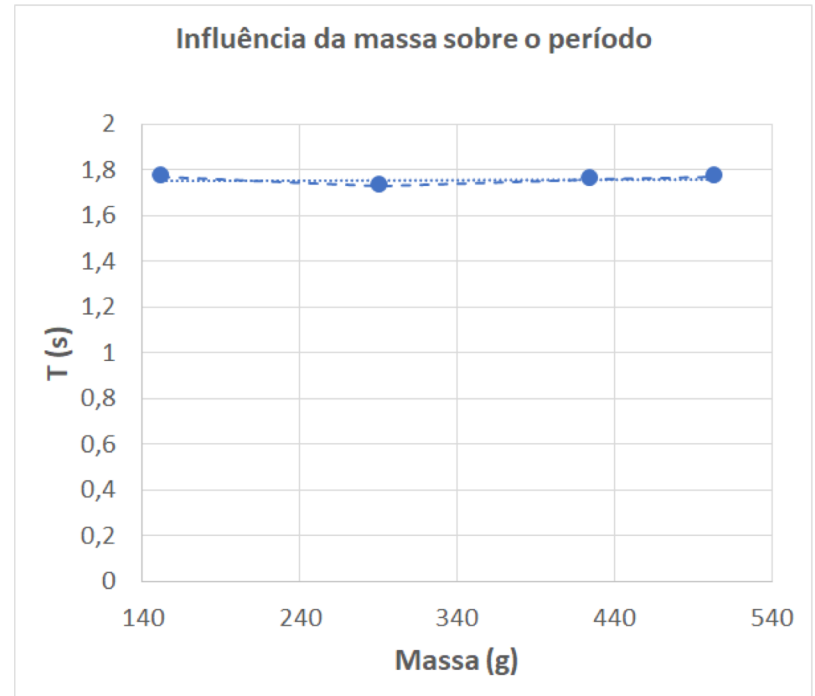
Influência da massa e do ângulo sobre o período

De acordo com os dados experimentais, conseguimos concluir que o período de oscilação do pêndulo é independente da massa do pêndulo.

Vimos também uma independência em relação ao ângulo de oscilação θ .

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

l (cm)	θ (°)	T (s) - app	f (Hz) - app
90	15	1.93	0.52
90	45	1.95	0.51



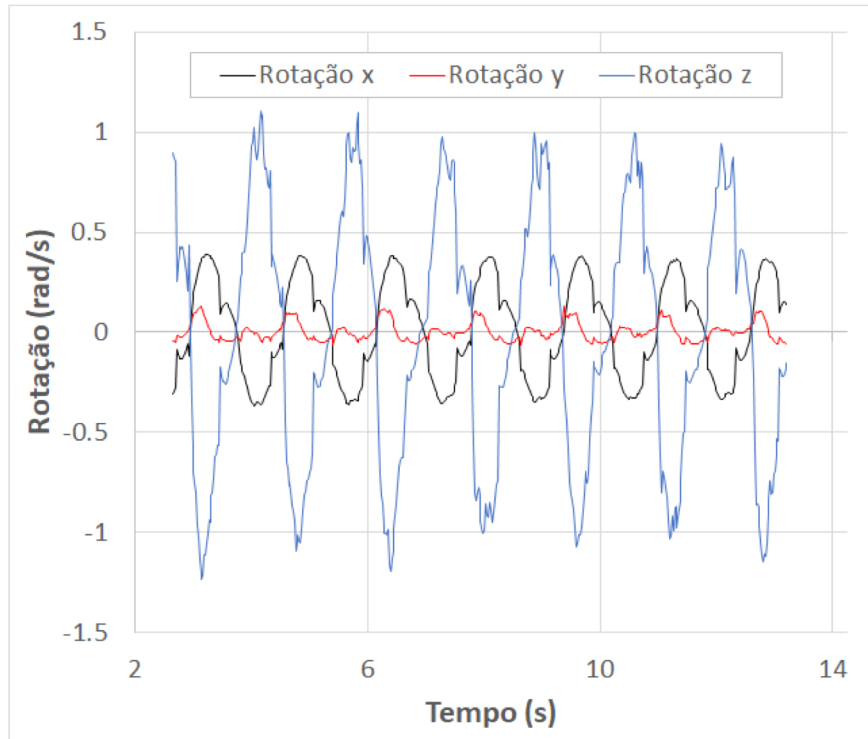
Conclusões

- Os giroscópios MEMS têm diversas aplicações no nosso cotidiano como a rotação dos ecrãs dos telemóveis e a utilização do GPS.
- Na experiência do pêndulo, verificámos que o período de oscilação do pêndulo não depende da massa nem do ângulo, mas apenas do comprimento do fio.
- O período tem uma tendência crescente com o comprimento do fio, ao contrário da frequência que tem uma tendência decrescente.
- A experiência foi concluída com sucesso, uma vez que os valores experimentais se aproximam dos valores teóricos (erro percentual=0,4%).



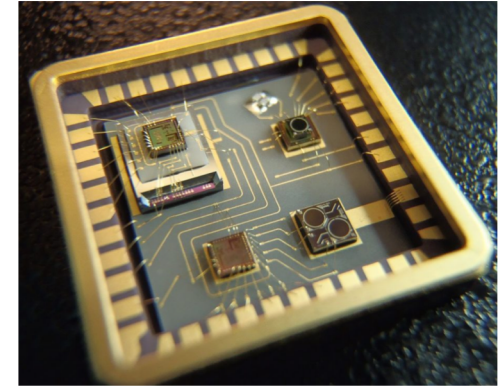
Obrigado pela vossa atenção

Dados do giroscópio

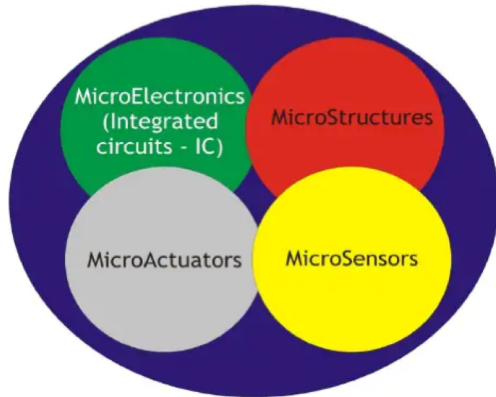


MEMS - Sistemas microeletromecânicos

De maneira geral, uma estrutura MEMS pode ser entendida como um sistema eletromecânico projetado em escala micrométrica uma vez que é constituída por peças móveis no seu interior - parte mecânica, e pela existência de um fluxo de corrente no sistema - parte elétrica.




Components of MEMS



Uma estrutura MEMS é formada por três partes fundamentais: o sensor (e/ou atuador), a interface analógica para a aquisição, transmissão e amplificação do sinal vindo do sensor, e a parte de controle digital e processamento numérico.

MEMS - Como funcionam?



Os dispositivos mecânicos de uma estrutura MEMS podem ser de dois tipos: microssensores e microatuadores.

Os microssensores trabalham da seguinte forma: recolhem informações do ambiente pela medição de fenômenos mecânicos, térmicos, químicos, ópticos e/ou magnéticos. Em seguida, os componentes microeletrônicos processam a informação recolhida pelos sensores. Após isto, direcionam as respostas dadas pelos micro-atuadores, podendo ser estas de posicionamento, bombeamento, regulação ou filtragem. Os dispositivos micro-atuadores incluem eixos, sulcos, engrenagens, motores e membranas, com dimensões microscópicas, com tamanho de apenas alguns micrómetros.

MEMS - Aplicações

Os MEMS têm diversas aplicações no nosso quotidiano que facilitam as nossas vidas e até nos protegem, tais como:

- Em carros equipados com **air-bags**, os MEMS funcionam como acelerómetros, medindo a aceleração do veículo através da oscilação de um pequeno dispositivo e enviam um impulso elétrico para um microprocessador. Na fração de segundo que antecede o acidente, ocorre uma queda na aceleração. Isso faz com que a frequência da oscilação caia e a resposta do microprocessador é ativar os air-bags.
- Na medicina, são utilizados em **equipamentos cirúrgicos** ou equipamentos que necessitem de muita precisão.
- Sensores nos smartphones e nos videojogos.
- Sensores de deteção de sismos.