

## Oscilações elípticas de pêndulo suspenso por fio

### DESCRIÇÃO DAS OSCILAÇÕES ELÍPTICAS DE UM PÊNDULO SUSPENSO POR FIO COMO SOBREPOSIÇÃO DE DOIS COMPONENTES MUTUAMENTE PERPENDICULARES.

- Registro das oscilações elípticas de um pêndulo suspenso por fio como dois componentes perpendiculares um ao outro para diferentes condições iniciais.
- Diferenciação dos casos especiais "oscilação sobre o bisetor", "oscilação perpendicular ao bisetor" e "oscilação circular".

UE1050121

06/15 MEC/UD

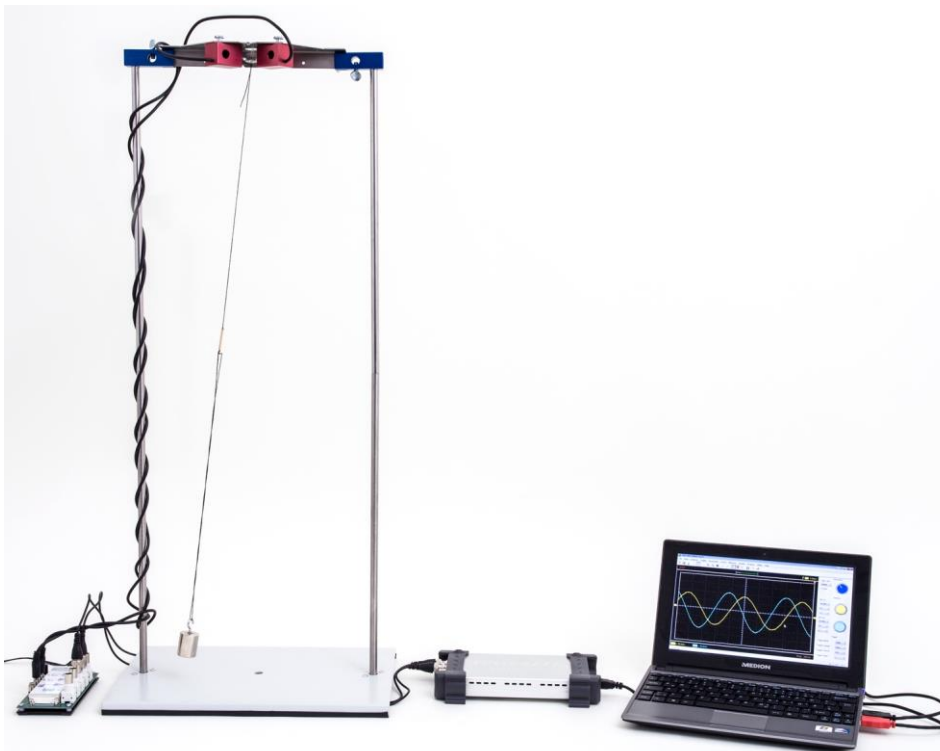


Fig. 1: Disposição da medição

### FUNDAMENTOS GERAIS

**Segundo a condição inicial, um pêndulo adequadamente suspenso por fio oscila, para pequenos desvios, de forma que o corpo do pêndulo descreve uma elipse. Se este movimento for decomposto em dois componentes perpendiculares um ao outro, então haverá uma diferença de fases entre os componentes.**

Na experiência, esta relação é demonstrada por medição das oscilações com dois sensores de força dinâmicos perpendiculares um em relação ao outro. O deslocamento das fases se torna imediatamente evidente com a representação das oscilações em um osciloscópio de dois canais.

Três casos especiais são esclarecedores:

- Se o pêndulo oscilar no bissetor entre os sensores de força, então o deslocamento de fases será de  $\varphi = 0^\circ$ .
- Para oscilações perpendiculares ao bissetor, valerá  $\varphi = 180^\circ$ .
- Se o corpo do pêndulo descrever trajetória circular, então será  $\varphi = 90^\circ$ .

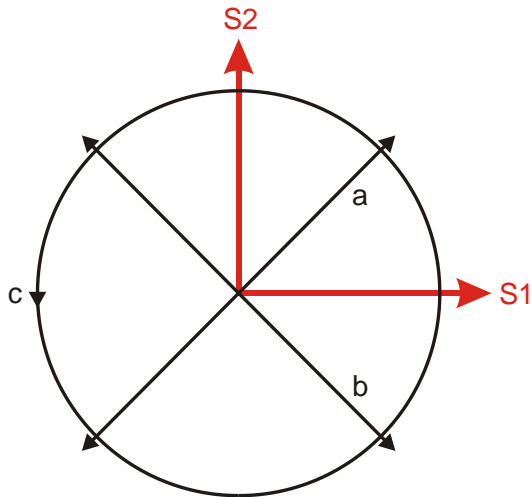


Fig. 2: Orientação dos sensores S1 e S2 e direções de oscilação analisadas do pêndulo suspenso.

## LISTA DE APARELHOS

1	Pacote SW Pêndulo de fio	1012854 (U61025)
1	Pacote SW de material de suporte	1012849 (U61022)
1	Pacote SW Sensores @230 V	1012850 (U61023-230)
ou		
1	Pacote SW Sensores (@115 V	1012851 (U61023-115)
1	Osciloscópio USB 2x50 MHz	1017264 (U112491)

## MONTAGEM

- Parafusar as varas de apoio com rosca exterior e interior nas roscas exteriores da placa base.
- Alongar ambas as varas de apoio através de varas com rosca exterior das varas de suporte.
- Montar em ambos os lados às mangas duplas no extremo superior e alinhar para o interior, de forma que as fendas estejam perpendiculares um em relação à outra.
- Pendurar as molas do grupo de montagem de molas nos encaixes da travessa (lado angulado).
- Pendurar o laço grande por sobre o encaixe do lado achatado.
- Puxar o fio através do olhal do grupo de montagem de molas (no centro do pequeno disco de metal).
- Enfiar a extremidade do fio através dos dois furos do ajuste de comprimento.

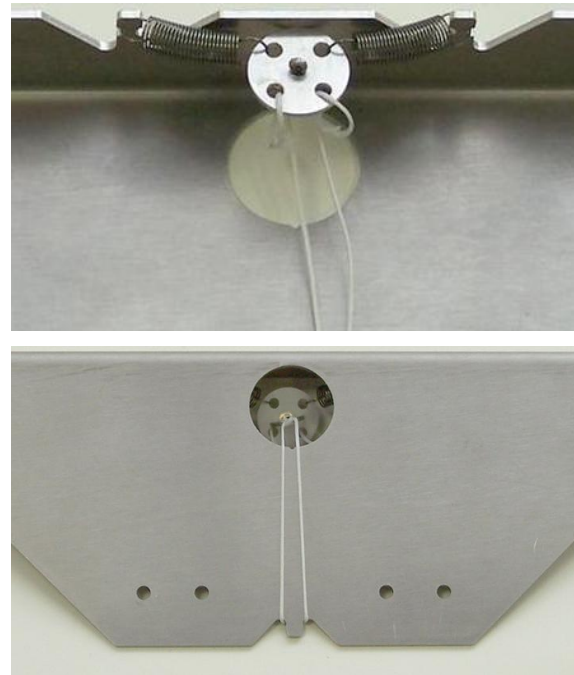


Fig. 3 Montagem do grupo de montagem de molas

- Esticar com cuidado a mola e o disco de vetor sobre o laço pequeno com o gancho do sensor de força.
- Fixar através do parafuso manual o sensor de força.
- Enganchar e fixar da mesma maneira o segundo sensor de força.

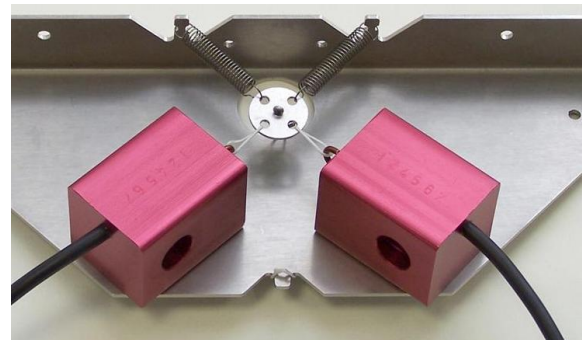


Fig. 4 Fixação dos sensores de força no grupo de montagem de molas

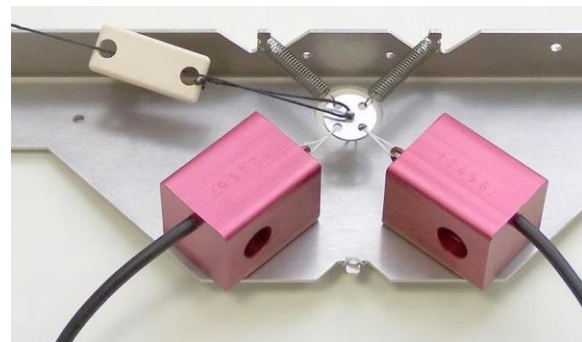


Fig. 5 Montagem do fio

- Engatar a travessa nas fendas das duas mangas duplas, fixar a massa no fio e emparelha-la no ajuste de comprimento a altura do pêndulo.

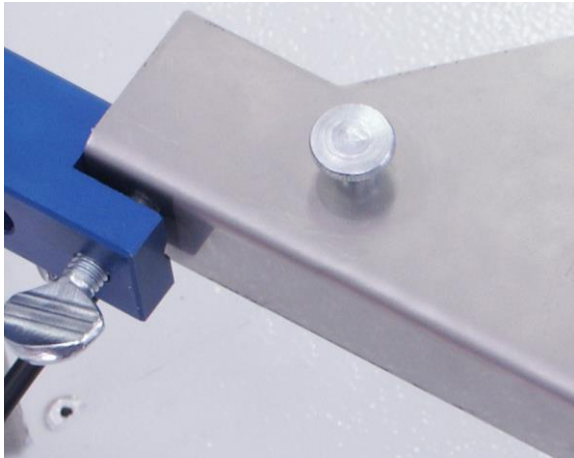


Fig. 6 Fixação da travessa na manga dupla

- Conectar os sensores de força nas entradas dos canais A e B do painel amplificador MEC.
- Conectar as saídas A e B da eletrônica operacional MEC com as entradas CH1 e CH2 do osciloscópio.

### EXECUÇÃO

- Ajustar, no osciloscópio, base de tempo Time / DIV para 1 s, deslocamento vertical para CH1 e CH2 em 50 mV DC e Trigger no "Mode Edge", "Sweep Normal", "Source CH1" e "Slope +".
- Deslocar levemente o pêndulo de fio e deixar oscilar sobre o bisetor entre os sensores de força (direção de oscilação a na Fig. 2). Observar e armazenar oscilograma.
- Deslocar levemente o pêndulo de fio e deixar oscilar perpendicularmente ao bisetor entre os sensores de força (direção de oscilação b na Fig. 2). Observar e armazenar o oscilograma.
- Deslocar levemente o pêndulo de fio e deixar oscilar em círculo (direção de oscilação c na Fig. 2). Observar e armazenar o oscilograma.

### EXEMPLO DE MEDIÇÃO E ANÁLISE

Se o pêndulo oscilar sobre o bisetor entre os dois sensores de força, os sensores de força sofrem carga simétrica (direção de oscilação a na Fig. 2, Fig. 5). Os sinais de ambos os sensores de força estão em fase, ou seja, o deslocamento de fases é  $\varphi = 0^\circ$  (Fig. 7).

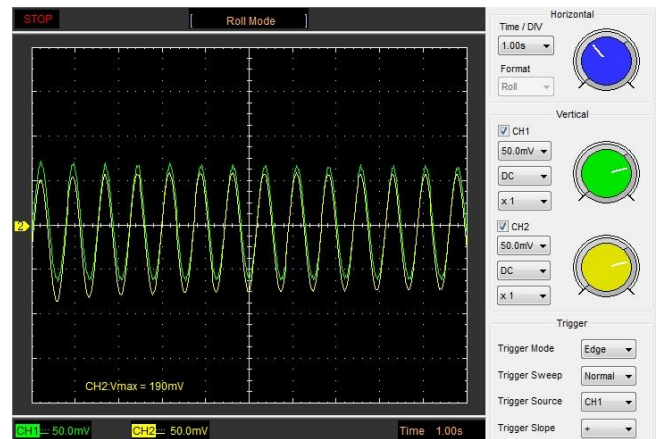


Fig. 7: Componentes de oscilação do pêndulo suspenso por fio em oscilação "sobre o bisetor"

Se o pêndulo oscilar perpendicularmente ao bisetor entre os dois sensores de força, os sensores de força sofrem carga assimétrica (direção de oscilação b na Fig. 2, Fig. 5). Os sinais de ambos os sensores de força estão em fases opostas, ou seja, o deslocamento de fases é  $\varphi = 180^\circ$  (Fig. 8).



Fig. 8: Componentes de oscilação do pêndulo suspenso por fio em oscilação "perpendicular ao bisetor"

A oscilação circular do pêndulo de fio representa uma oscilação sobre o bisetor e perpendicular a ele, com um deslocamento de fase de  $\varphi = 90^\circ$  (Fig. 9).



Fig. 9: Componentes de oscilação do pêndulo suspenso por fio em oscilações circulares

