

MLEQ173C



*a Ciência além
das fórmulas*



Livro de Atividades Experimentais

Física Experimental - Mecânica - Conjunto ondas mecânicas com freqüencímetro digital II e transdutor eletromagnético - EQ173C

Rev.14



Física Experimental - Mecânica - Conjunto ondas mecânicas com frequencímetro digital II e transdutor eletromagnético - EQ173C

Índice Remissivo	3
Abertura	4
Atendimento ao cliente.	4
Também dos Direitos Autorais:	4
• "A publicação/divulgação da(s) fotografia(s) e/ou ilustração(ões) reproduzida(s) na presente obra dependerá da prévia e expressa autorização do(s) fotógrafo(s) e/ou ilustrador(es) como da concordância das pessoas retratadas, se for o caso."	4
Também das Patentes Industriais:	4
• Os produtos Cidepe contem uma ou mais patentes industriais, portanto são protegidos pela Lei das Patentes da Propriedade Industrial, sendo proibida sua cópia	4
Customer service.	4
Copyright:	4
• "The publication/release of the photographs and/or illustrations reproduced in this book depend on the prior and express authorization of the photographer and/or illustrator as the agreement of the people portrayed, if applicable."	4
Industrial patents.	4
• Cidepe's products contain industrial patents, therefore protected by the Patent Law of Industrial Property, being prohibited its copy.	4
Garantee / Garantia	5
Certificado de Garantia Internacional	5
As instruções identificadas no canto superior direito da página pelos números que se iniciam pelos algarismos "199..." são destinadas ao professor.	5
International Certificate of Guarantee	5
All of the basic instructions identifies by numbers beginning with "199 . . ." are meant for use by teachers.	5
PCN	5
Os produtos Cidepe são adequados aos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN	5
1992.060A_2	6
Conheça o conjunto para ondas mecânicas com frequencímetro digital II, transdutor eletromagnético e tensiômetro.	6
1992.060A_3	8
Montagens e acoplamento de fios e molas no conjunto ondas mecânicas.	8
• A identificação do sistema de acoplamento vertical para ondas mecânicas em molas e cordas.	8
• Como colocar o sistema de acoplamento vertical.	8
• A montagem para onda mecânica longitudinal em molas.	9
• A identificação do sistema conversor da direção do abalo para ondas mecânicas em cordas.	9
• Como colocar o sistema de acoplamento vertical para ondas mecânicas transversais em cordas.	10
• A colocação do fio (corda) para produzir ondas mecânicas transversais.	10
• A aplicação força de tração numa corda oscilante, usando massas conhecidas.	11
1992.060A_31	12
Montagens do conjunto ondas mecânicas com medidor de tensão.	12
• A montagem para ondas transversais com corda e dinamômetro, comprovando a lei de Taylor.	12
• A montagem para ondas longitudinais com dinamômetro.	13
1992.060A_4	15
Conheça o gerador de impulsos mecânicos com frequencímetro digital e transdutor eletromagnético.	15
• O sistema não amortecido, oscilações entretidas e o processo de entretenimento de oscilações.	15
• O gerador de impulsos mecânicos.	15
• O oscilador.	15
• O frequencímetro digital, integrante do gerador de impulsos mecânicos.	15
1072.032E_1	16
A onda estacionária na corda A, sem tensiômetro.	16
• Os pontos de oscilação máxima e os pontos de oscilação mínima na corda.	16
1072.032E_2	18
Comparando a onda estacionária na corda A e na corda B, sem tensiômetro.	18
• A determinação da densidade linear da corda.	18
• A contagem dos nós e ventres da envoltória.	19
• Comparando as velocidades de propagação da onda nas cordas A e B.	19
1072.032E_3	20

Física Experimental - Mecânica - Conjunto ondas mecânicas com frequencímetro digital II e transdutor eletromagnético - EQ173C

A onda estacionária na corda composta, sem tensiômetro.	20
• A amplitude da onda nas diferentes porções de uma corda vibrante composta.	20
• O comprimento de onda nas diferentes porções de uma corda vibrante composta.	21
1072.032E_4	22
A expressão de Taylor aplicada a uma corda vibrante, com tensiômetro.	22
• A equação de Taylor para a velocidade com que uma vibração se propaga a em uma corda.	22
1072.032E_5	24
A expressão de Taylor em cordas vibrantes de densidades lineares diferentes, com tensiômetro.	24
• A influência da tensão e da densidade linear na velocidade de propagação.	25
1072.032E_6	26
Onda estacionária numa mola helicoidal, sem tensiômetro.	26
• Os nós e os ventres da onda na mola.	26
• As zonas de rarefação e de compressão.	26
• O número de meio comprimentos de onda.	27
• O número de comprimentos de onda.	27
1072.032E_7	28
Ondas estacionárias em molas helicoidais, com tensiômetro.	28

Prezado professor,
Gratos pela escolha de um produto Cidepe.

Este equipamento é resultado de diversas pesquisas desenvolvidas pelo **Cidepe - Centro Industrial de Equipamentos de Ensino e Pesquisa**, visando a modernidade, a praticidade e a melhoria do ensino, mais do que nunca, necessárias nestes dias de mudanças contínuas.

O nosso maior objetivo é promovermos, através da utilização adequada dos nossos produtos, aulas de melhor qualidade e com melhores resultados.

Este livro deverá ajudá-lo a fazer a identificação de seus componentes, executar as principais montagens e compreender melhor o funcionamento do seu equipamento. Você encontrará aqui outras informações importantes para obter o máximo aproveitamento do seu equipamento.

Conheça nossa linha de produtos visitando nosso site.

Atendimento ao cliente.

No Brasil:

Telefone - (55)(51) 3477-4909

E-mail: cidepe@cidepe.com.br

E-mail: suportetecnico@cidepe.com.br

Site: www.cidepe.com.br

Os produtos Cidepe se encontram protegidos por Lei Federal, sendo proibida a reprodução dos manuais, total ou parcial, bem como a reprodução de apostilas a partir desta obra, de qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, inclusive através de digitalização, processos xerográficos, de fotocópia e de gravação, sem a permissão, por escrito, do autor. Todos os direitos reservados, conforme obras ISBN 852001159.1.2, ISBN 852800336.1, ISBN 852800339.6, ISBN 852800340.x, ISBN 852800341.8, ISBN 852800342.6, BN REG 117296, ISBN 852800343.4, ISBN 852800344.2, ..., ISBN 852800345.0, BN REG 117297, ISBN 85900159.2.0, etc.

Também dos Direitos Autorais:

Todos os Certificados de Registro ou Averbação, Fundação BIBLIOTECA NACIONAL, Ministério da Cultura, Escritório de Direitos Autorais emitidos para o(s) autor(es) também ressaltam:

- "A publicação/divulgação da(s) fotografia(s) e/ou ilustração(ões) reproduzida(s) na presente obra dependerá da prévia e expressa autorização do(s) fotógrafo(s) e/ou ilustrador(es) como da concordância das pessoas retratadas, se for o caso."

Também das Patentes Industriais:

- Os produtos Cidepe contêm uma ou mais patentes industriais, portanto são protegidos pela Lei das Patentes da Propriedade Industrial, sendo proibida sua cópia

Dear teacher,
Congratulations for choosing a Cidepe product.

This equipment is a result of several researches developed by Cidepe - Industrial Center of Teaching and Research Equipment, aiming modernity, convenience and improving education, more than ever necessary in these days of continuous changes.

Our major goal is to contribute, through the appropriate utilization of our products, better teaching practices and better results.

This manual will help you to identify components, to mount and assemble equipments, and better understand the operation of your equipment. You will find here other important information to obtain the maximum utilization of your equipment's features.

Discover our product line visiting our website.

Customer service.

Brazil:

Telephone (55)(51) 3477-4909

E-mail: cidepe@cidepe.com.br

E-mail: suportetecnico@cidepe.com.br

Web: www.cidepe.com.br

Cidepe products, including this copyrighted book, are protected by Federal Law, making it illegal to reproduce them, entirely or partially, by any method, be it electronic or mechanical, including xerox, photocopy, or any type of recording, without the written permission of the author. All rights reserved, according to copyright registration numbers: ISBN 852001159, ISBN 852800336.1, ISBN 852800339.6, ISBN 852800340.x, ISBN 852800341.8, ISBN 852800342.6, BN REG 117296, ISBN 852800343.4, ISBN 852800344.2, ..., ISBN 852800345.0, BN REG 117297, ISBN 85900159.2.0, etc. .

Copyright:

All registration certificates, NATIONAL LIBRARY Foundation, Ministry of Culture, Copyright Office issued to the author also emphasize:

- "The publication/release of the photographs and/or illustrations reproduced in this book depend on the prior and express authorization of the photographer and/or illustrator as the agreement of the people portrayed, if applicable."

Industrial patents.

- Cidepe's products contain industrial patents, therefore protected by the Patent Law of Industrial Property, being prohibited its copy.

Certificado de Garantia Internacional

Este equipamento é garantido pelo Cidepe - Centro Industrial de Ensino e Pesquisa por um período de dois anos, a partir da data de sua entrega.

Para que a garantia tenha validade é imprescindível que seja apresentada a sua nota fiscal de compra.

• **Estão excluídos desta garantia:**

- Defeitos decorrentes do descumprimento do manual de instruções do produto, de casos fortuitos ou de força maior, bem como aqueles causados por agentes da natureza e acidentes.

• **Esta garantia perderá sua validade se:**

- O defeito apresentado for ocasionado por uso indevido ou em desacordo com o manual de instruções do produto.
- O produto for violado, alterado ou consertado por pessoa não autorizada.
- A nota fiscal estiver adulterada, rasurado ou danificada.
- Os defeitos ou desempenho insatisfatório forem provocados pela utilização de material fora das especificações, ou pela utilização em rede elétrica imprópria ou sujeita a flutuações excessivas.

As instruções identificadas no canto superior direito da página pelos números que se iniciam pelos algarismos "199..." são destinadas ao professor.

International Certificate of Guarantee

This equipment is guaranteed by Cidepe: The Industrial Center of Equipment for Teaching and Research for the period of two years from the date of its delivery.

For the product to be covered by the guarantee, purchaser must be in possession of the proof of purchase receipt.

- After manufacturing defects caused by failure to comply with instructions in the manual, as in the accidental application of force, whether by acts of nature or accidents, are also not covered by this guarantee.

• **This guarantee is invalidated in the following cases:**

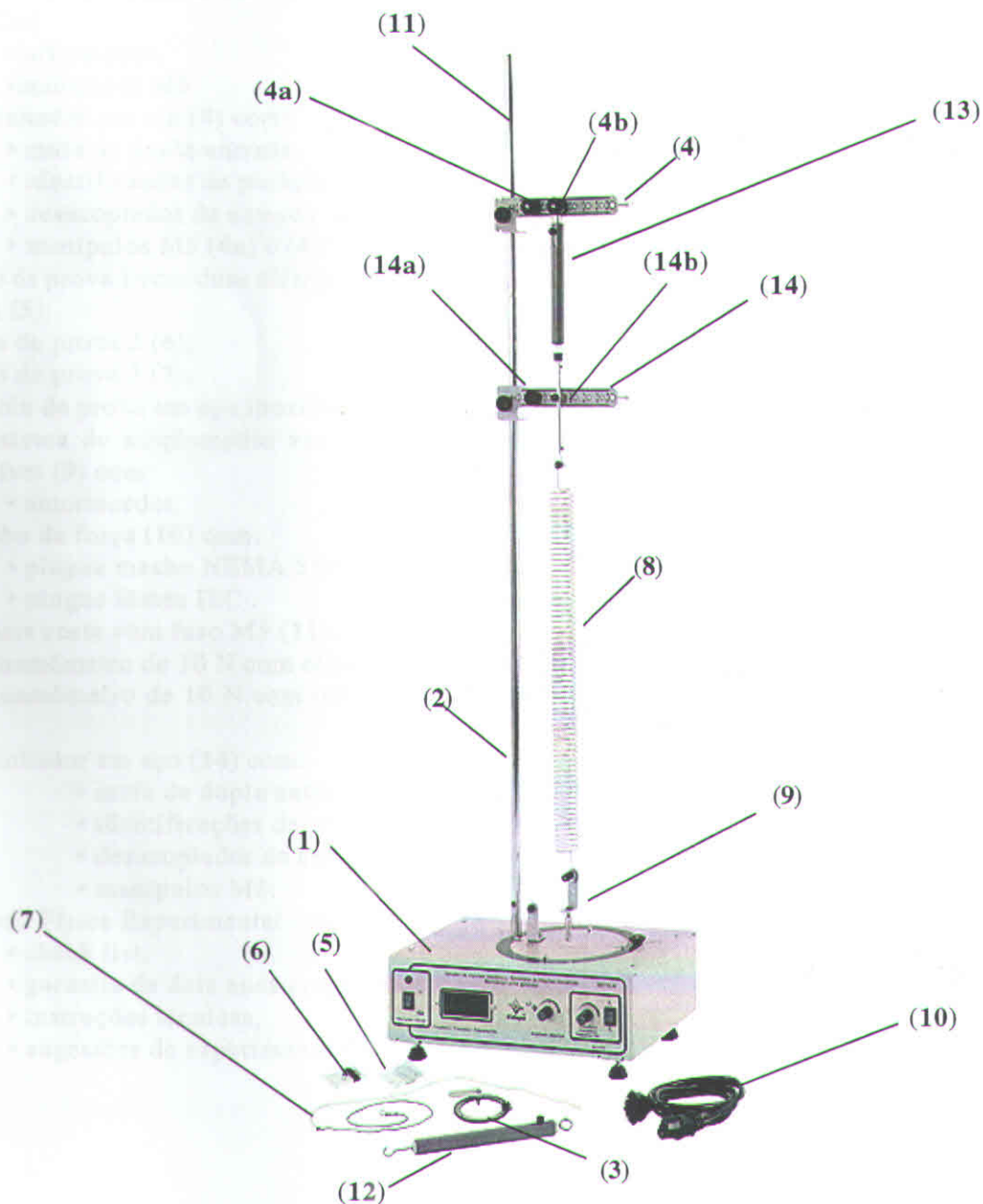
- The defect was caused by misuse, or handling prohibited by the accompanying manual.
- The product was dismantled, altered or repaired by a non-authorized person.
- The proof of purchase receipt is destroyed, torn or damaged.
- The defects or unsatisfactory performance of the product were created by uses beyond the specifications, or with inappropriate electric power supply subject to excessive fluctuations.

All of the basic instructions identified by numbers beginning with "199 . . ." are meant for use by teachers.

PCN

Os produtos Cidepe são adequados aos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN

Conheça o conjunto para ondas mecânicas com frequencímetro digital II, transdutor eletromagnético e tensiômetro.



Autor: Luiz Antonio Macedo Ramos

Composição do EQ173C.

01 transdutor eletromagnético de deslocamento vertical (1) com:

- plugue de entrada norma IEC,
- fusível,
- chave geral,

- frequencímetro digital de quatro dígitos,
- chave seletora de faixas de freqüências:
 - faixa 1: 3 a 100 Hz,
 - faixa 2: 100 a 1000 Hz,
- controle da amplitude do abalo,
- controle da freqüência do abalo,

- fusível,
 - LED de energização,
 - sapatas niveladoras;
- 01 haste longa com fixador métrico (2);
- 01 sistema conversor da direção do abalo, removível (3) com:
- anel de transmissão de acoplamento rápido (3a)
 - articulador,
 - manípulos M3
- 01 alinhador em aço (4) com:
- mufa de dupla entrada,
 - identificações de posições,
 - desacoplador de entrada lateral,
 - manípulos M5 (4a) e (4b),
- 01 fio de prova 1 com duas diferentes características físicas (5);
- 01 fio de prova 2 (6);
- 01 fio de prova 3 (7);
- 01 mola de prova em aço inoxidável (8);
- 01 sistema de acoplamento vertical ao transdutor removível (9) com:
- amortecedor.
- 01 cabo de força (10) com:
- plugue macho NEMA 5/15 NBR 6147,
 - plugue fêmea IEC .
- 01 haste curta com fuso M5 (11);
- 01 dinamômetro de 10 N com olhal (12);
- 01 dinamômetro de 10 N com olhal e prolongador (13);
- 01 alinhador em aço (14) com:
- mufa de dupla entrada.
 - identificações de posições.
 - desacoplador de entrada lateral.
 - manípulos M5.
- 01 livro Física Experimental com:
- check list,
 - garantia de dois anos (veja condições),
 - instruções técnicas,
 - sugestões de experimentos.

Montagens e acoplamento de fios e molas no conjunto ondas mecânicas.

- A identificação do sistema de acoplamento vertical para ondas mecânicas em molas e cordas.

A Figura 1 mostra:

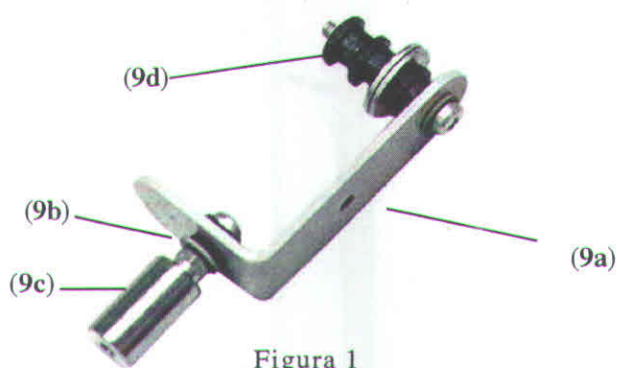


Figura 1

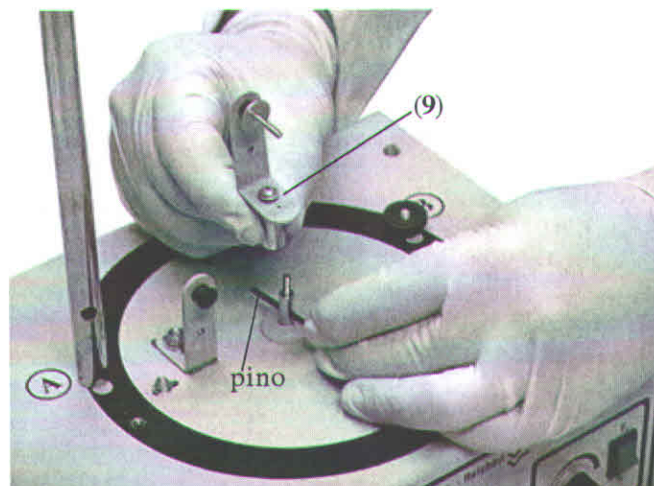


Figura 2

A Figura 3 mostra o sistema de acoplamento vertical (9) conectado ao gerador de abalos (1).

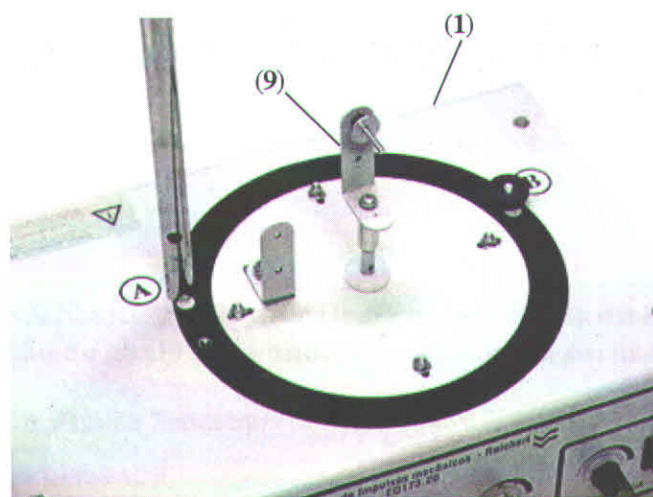


Figura 3

• o sistema de acoplamento vertical ao transdutor removível (9) com:

- suporte L em aço (9a).
- amortecedor (9b).
- acoplador M3 (9c).
- manípulos M3 fêmeas (9d).

- Como colocar o sistema de acoplamento vertical.

• Parafuse o sistema de acoplamento vertical ao transdutor removível (9) na ponteira do transdutor eletromagnético.

• Introduza uma chave em L ou um pino com 2,5 mm de diâmetro na ponteira do transdutor a fim de evitar que ele gire - Figura 2.

• **A montagem para onda mecânica longitudinal em molas.**

Monte o conjunto para ondas mecânicas longitudinais sobre o gerador de impulsos mecânicos conforme mostrado na **Figura 4**.

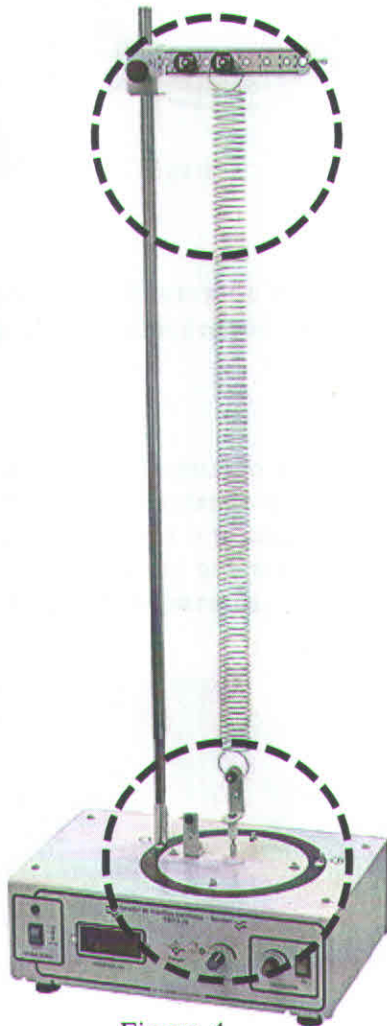


Figura 4

Execute esta montagem da seguinte forma:

- Prenda uma extremidade da mola de prova (8) ao conjunto em L para fixação da mola (9) mantendo-a levemente esticada - **Figura 5**.

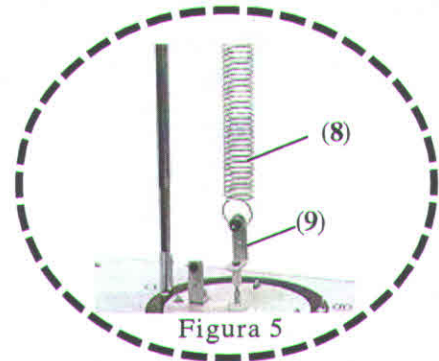


Figura 5

- Estenda a mola de prova (8) verticalmente e prenda sua extremidade livre entre os discos (4a).

Mantenha o alinhador com mufa (4) a aproximadamente 140 mm da extremidade da haste - **Figura 6**.

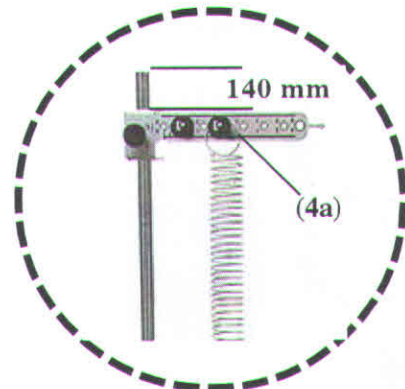


Figura 6

• **A identificação do sistema conversor da direção do abalo para ondas mecânicas em cordas.**

A **Figura 7** mostra:

- sistema conversor da direção do abalo, removível (3) com:
 - anel de transmissão de acoplamento rápido (3a)
 - articulador (3b),
 - manípulos M3 (3c).

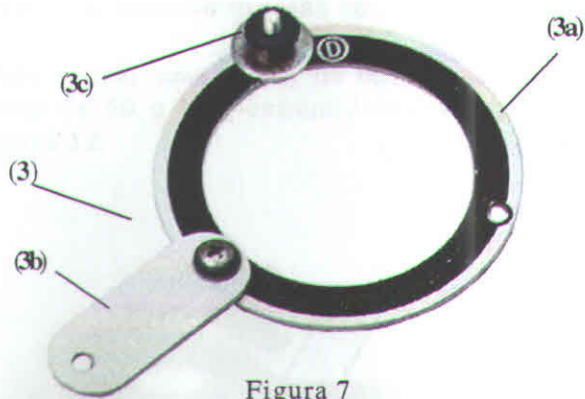


Figura 7

• Como colocar o sistema de acoplamento vertical para ondas mecânicas transversais em cordas.

Acople o anel de transmissão (3) ao conjunto de fixação da mola (9), mantendo o anel entre os dois discos metálicos. Aperte o primeiro manípulo e em seguida o outro, evitando que o anel se solte com a vibração- Figura 8 e Figura 8a.

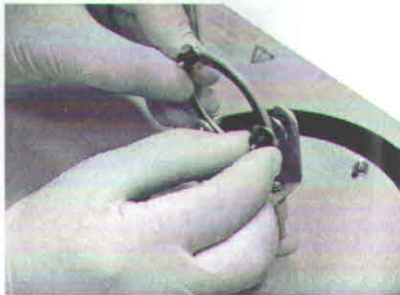


Figura 8

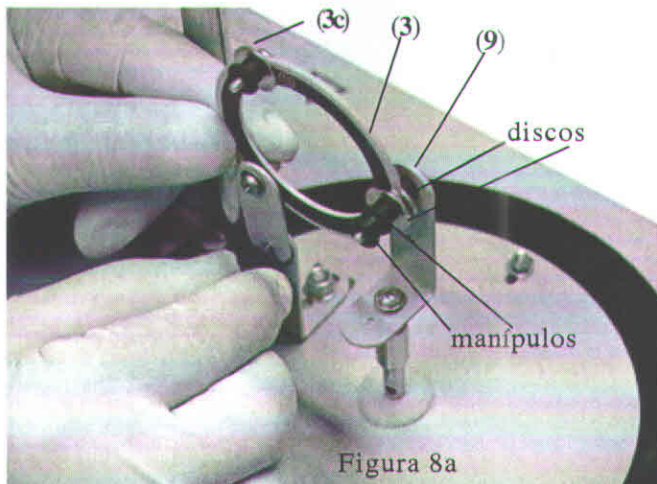


Figura 8a

A Figura 9 mostra o conjunto gerador de abalos montado para ser utilizado com os fios vibrantes.

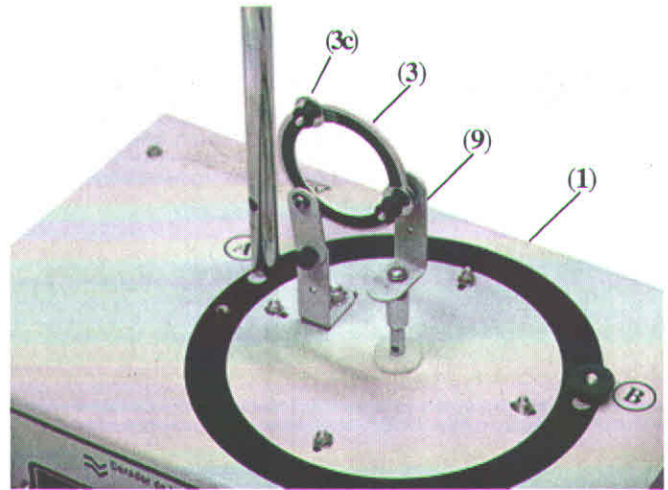


Figura 9

• A colocação do fio (corda) para produzir ondas mecânicas transversais.

Passa uma extremidade da corda de prova 1 selecionado por trás da arruela do parafuso do anel de transmissão de abalos (3).

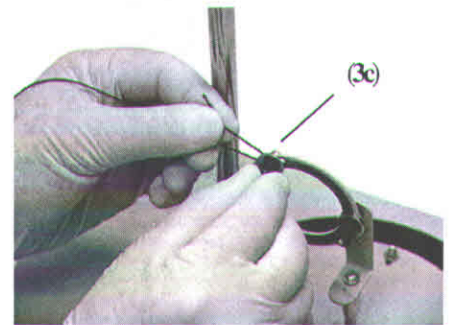


Figura 10

Aperte o manípulo (3c) prendendo a corda - Figura 10.

Estenda a corda verticalmente acompanhando a haste longa (2) até o alinhador com mufa (4). Passe a corda entre os discos (4a) em seguida entre os discos (4b) deixando a extremidade da corda pendente - Figura 11.

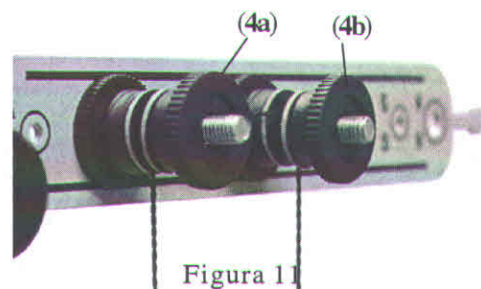


Figura 11

- A aplicação força de tração numa corda oscilante, usando massas conhecidas.

Para aplicar uma tração de 0,5 N suspenda uma massa de 50 g pela extremidade livre da corda - Figura 12.

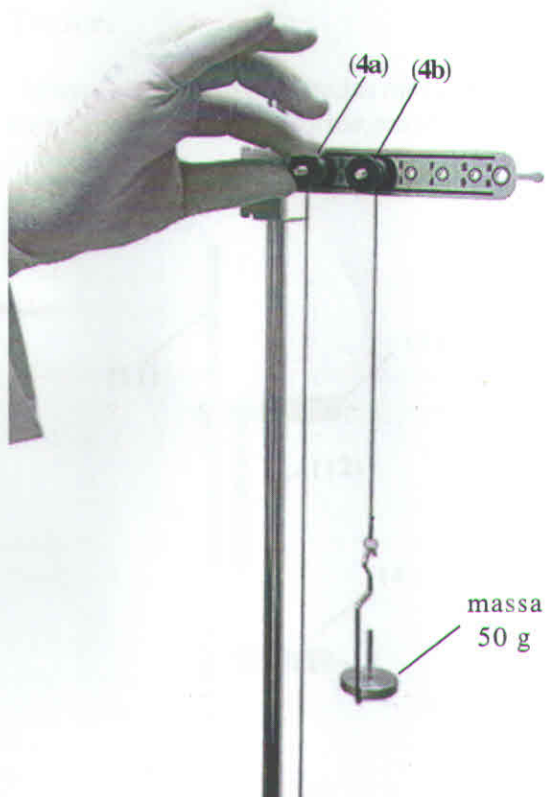


Figura 12

Após ter tracionado a corda da forma desejada, fixe-o apertando a porca moldada (4b).

A Figura 13 mostra a montagem final do conjunto para ondas transversais na corda.

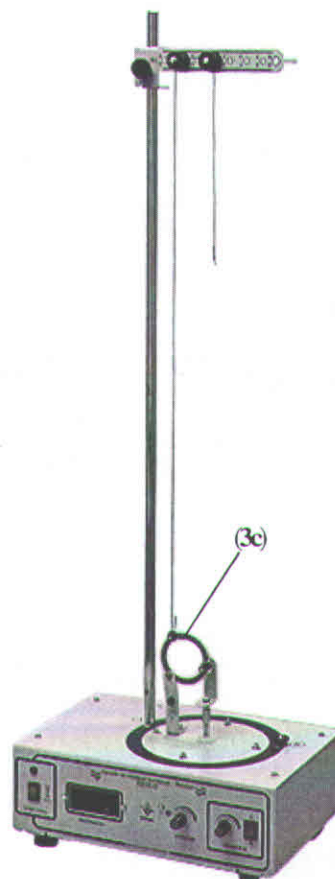


Figura 13

⁽¹⁾ A equação de Taylor $v = (F/\delta_L)^{1/2}$ estabelece a relação entre a velocidade de propagação de uma onda em uma corda (v) com a força de tração (F) sobre ela exercida e sua densidade linear (δ_L).

Montagens do conjunto ondas mecânicas com medidor de tensão.

• A montagem para ondas transversais com corda e dinamômetro, comprovando a lei de Taylor.

Monte o conjunto para ondas mecânicas transversais com dinamômetro conforme mostrado na **Figura 1**.

Execute esta montagem da conforme detalhado:

Parafuse a haste curta (300 mm) (11) na extremidade da haste longa (800 mm) (2).

Fixe o alinhador com mufa (4) na haste curta (11).

Coloque o olhal do dinamômetro (12) entre as arruelas (4a) e fixe-o - **Figura 2**.

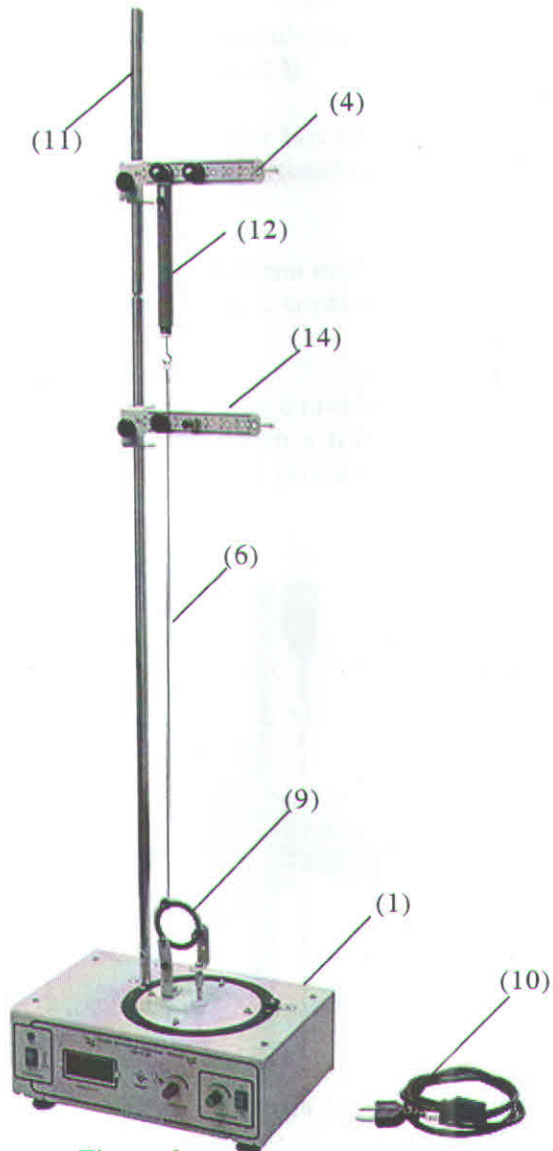


Figura 1

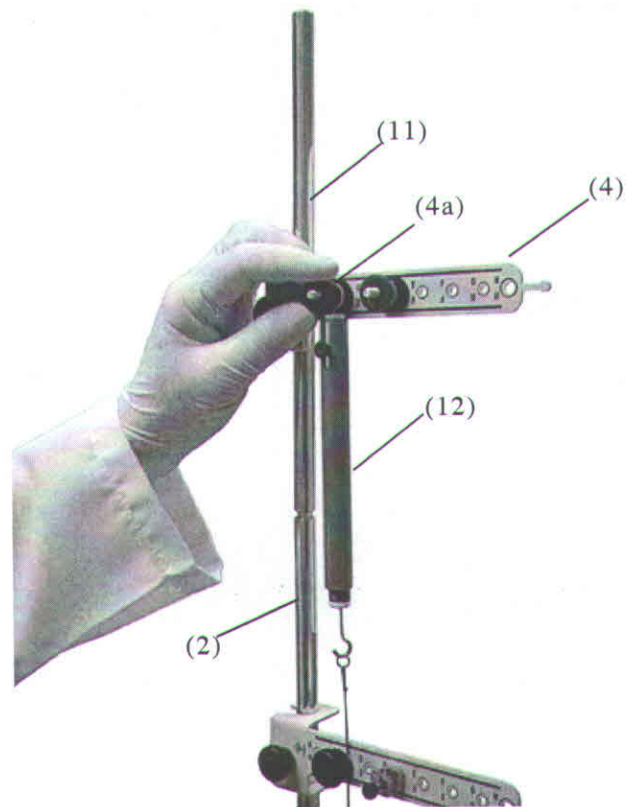


Figura 2

Passa uma extremidade da corda de prova 1 selecionado por trás do disco do parafuso do anel de transmissão de abalos (3). Aperte o manípulo prendendo a corda - **Figura 3**.

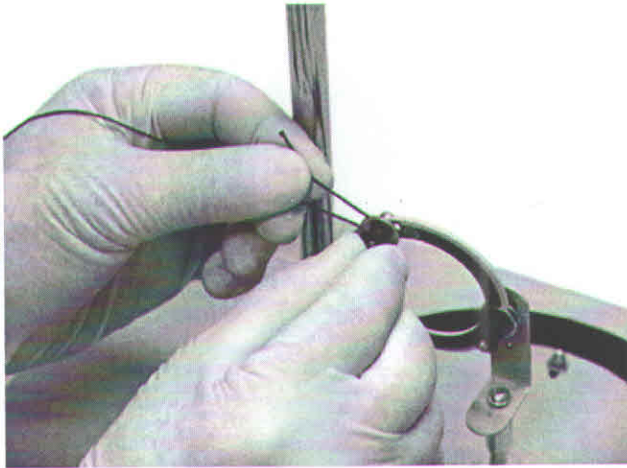


Figura 3

Engate a outra extremidade da corda de prova ao gancho do dinamômetro (12).

Estenda a corda de prova fazendo-o passar por trás do disco do manípulo de retenção (14a) do alinhador com mufa (14).

Movimente o alinhador com mufa (14) para cima ou para baixo até tracionar a corda de prova da forma desejada.

Prenda a corda apertando o manípulo (4a) deixando registrada no dinamômetro a tração (tensão) a que está submetido a corda de prova - Figura 4.

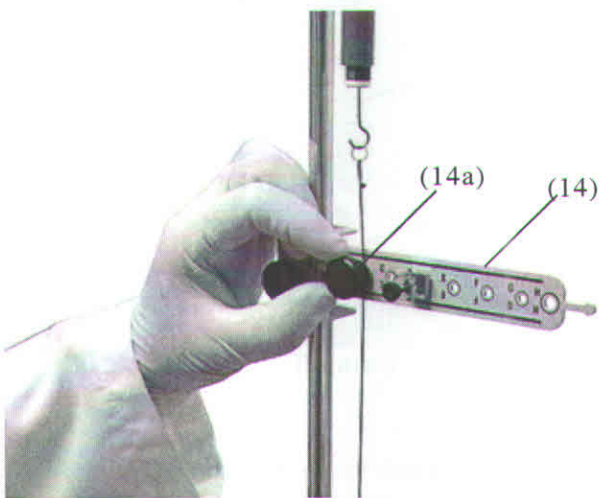


Figura 4

Este procedimento visa desacoplar o dinamômetro do sistema oscilante, impedindo que ele vibre junto com a corda de prova.

• **A montagem para ondas longitudinais com dinamômetro.**

Monte o conjunto conforme a Figura 5.

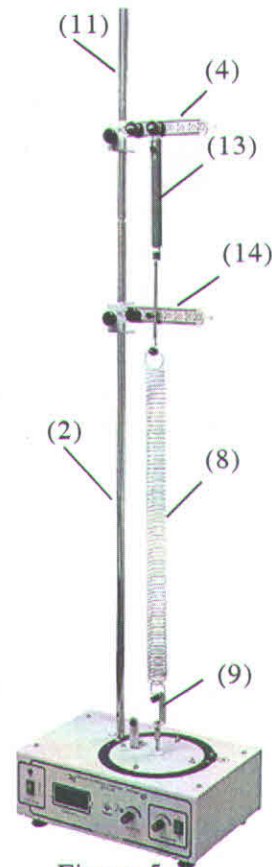


Figura 5

• Parafuse a haste curta (300 mm) (11) na extremidade da haste longa (800 mm) (2).

• Fixe o alinhador com mufa (4) na haste curta (11).

• Fixe o olhal do dinamômetro (13) com o manípulo (4a), conforme a Figura 6.

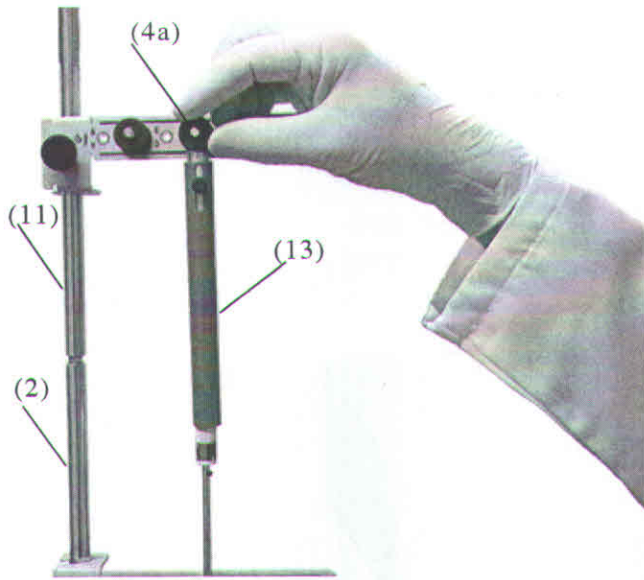


Figura 6

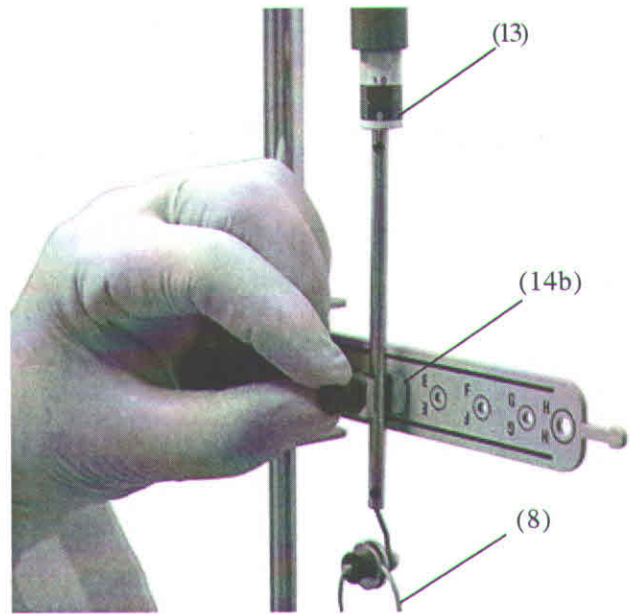


Figura 8

- Prenda uma extremidade da mola (8) ao dinamômetro (13).
- Passe a extensão do dinamômetro pelo fixador do dinamômetro (14b).

Prenda a outra extremidade da mola (8) ao sistema de acoplamento vertical ao transdutor (9) - **Figura 7**.

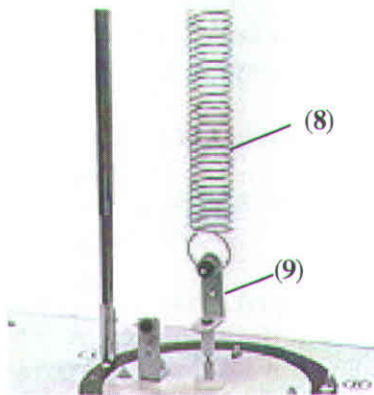
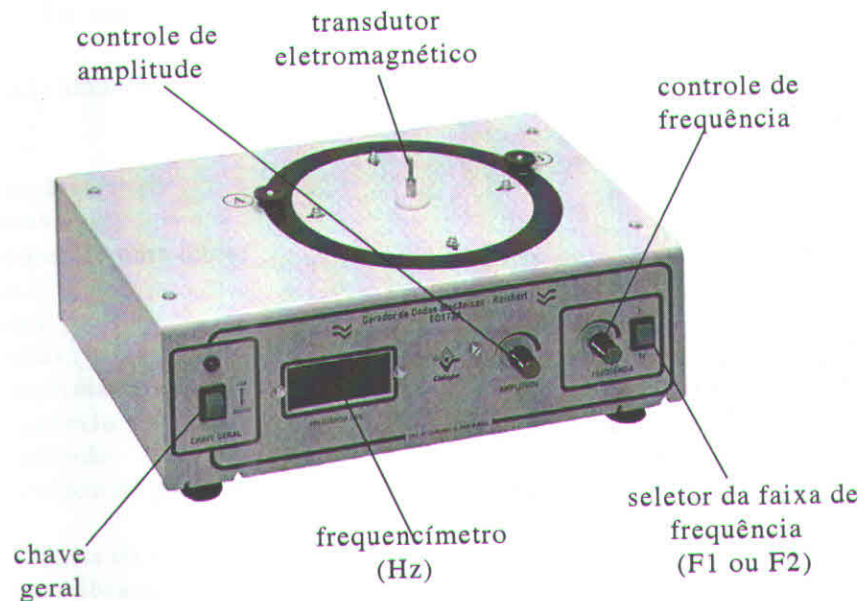


Figura 7

Movimente o alinhador com mufa (14) para cima ou para baixo até tracionar a mola da forma desejada.

Prenda a mola apertando o fixador do dinamômetro (4b). Anote o valor a tração (tensão) que a mola está submetida - **Figura 8**.

Conheça o gerador de impulsos mecânicos com freqüencímetro digital e transdutor eletromagnético.



Composição do EQ173.20.

- 01 gerador de impulsos mecânicos Reichert com:
 - transdutor eletromagnético;
 - chave geral;
 - fusível de segurança;
 - freqüencímetro digital com
 - ajuste de freqüências em duas faixas F1 e F2,
 - ajuste da amplitude
- 01 cabo de força com:
 - plugue macho NEMA 5/15 NBR 6147,
 - plugue fêmea IEC .

Embora possua forças de amortecimento, o **gerador de impulsos mecânicos** estará submetido à ação de uma força de reposição senoidal, aplicada por um excitador de natureza eletrônica.

• O sistema não amortecido, oscilações entretidas e o processo de entretenimento de oscilações.

Neste sistema, o excitador fornecerá energia ao ressoador a todo instante, de tal modo que a energia fornecida seja igual à energia dissipada, assim sendo,

você pode considerá-lo como **sistema não amortecido**, as oscilações **entretidas** e o processo de **entretenimento de oscilações**.

• O gerador de impulsos mecânicos.

O gerador de impulsos mecânicos é formado por um oscilador com seu respectivo amplificador.

• O oscilador.

O oscilador gera freqüências variáveis, permite a variação em duas faixas:

- F1 de 3 a 100 Hz
- F2 de 3 a 1000 Hz

• O freqüencímetro digital, integrante do gerador de impulsos mecânicos.

Mede diretamente a freqüência na faixa selecionada.

Alimentação: 127 / 220 VAC, 50/60 Hz. **Potência do oscilador:** até 2 Wrms. **Temperatura de operação:** 0 a 50 °C.

A onda estacionária na corda A, sem tensiômetro.

1. Habilidades e competências.

• Ao término desta atividade o aluno deverá ter competência para:

- reconhecer e/ou descrever:
 - onda transversal;
 - os elementos de uma onda:
 - nós,
 - vales,
 - cristas,
 - comprimento de onda,
 - frequência,
 - amplitude.
- calcular a velocidade de propagação de uma onda numa corda;
- verificar a influência da tensão na formação de ondas nas cordas vibrantes;
- identificar e/ou descrever:
 - reflexão de ondas em cordas;
 - interferência de ondas em cordas;

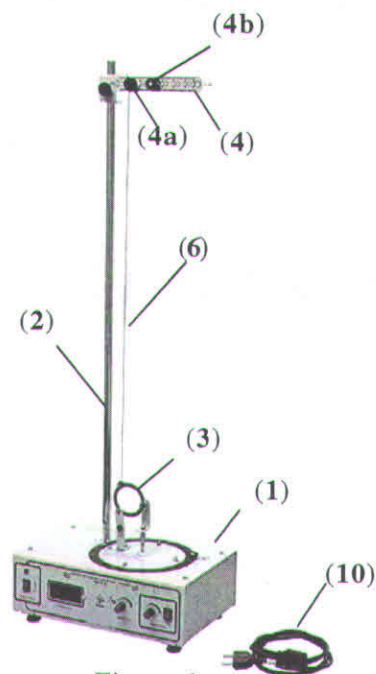


Figura 1

2. Material necessário.

- 01 transdutor eletromagnético de deslocamento vertical (1)
- 01 haste longa com fixador métrico (2);
- 01 sistema conversor da direção do abalo (3) com anel de transmissão (3a);
- 01 alinhador em aço (4) com manípulos M5 (4a) e (4b);
- 01 (corda) fio de prova 2 (6);
- 01 cabo de força (10).

☆ 01 escala milimetrada retrátil.

O item assinalado por ☆ não acompanha o conjunto.

3. Montagem.

Faça a montagem da **Figura 1**.

Caso necessário veja instrução 1992.060A_3.

4. Andamento das atividades.

Aplique uma tensão conforme a instrução de montagem.

4.1. Ligue o **gerador de abalos** e ajuste uma frequência dentro da faixa **F1** até a observação sobre a corda de algum ponto em repouso enquanto as outras partes da corda ficam vibrando.

Aumente gradualmente a **amplitude** até que a onda na corda se torne visível.

• **Os pontos de oscilação máxima e os pontos de oscilação mínima na corda.**

4.2. Identifique os pontos de oscilação **máxima** na corda e os pontos de oscilação **mínima** na corda.

O ponto de oscilação mínima é denominado **nó da onda** numa corda e o ponto de oscilação máxima é denominado de **ventre da onda** numa corda.

4.3. Nas extremidades da corda formam-se nós ou ventres?

• É razoável que aconteça desta forma? Justifique a sua resposta?

4.4. Conte o número de nós formados em toda a extensão da corda.

4.5. Conte e o número de ventres formados em toda a extensão da corda.

A distância entre dois nós ou cristas (ventres) representa um meio comprimento de onda.

Quantos meios comprimentos de onda se formaram ao longo da corda?

Determine o comprimento de onda λ .

4.6. A expressão fundamental do movimento ondulatório é

$$v = \lambda f$$

Calcule a velocidade de propagação da onda numa corda tracionada deste experimento.

Comparando a onda estacionária na corda A e na corda B, sem tensiômetro.

1. Habilidades e competências.

• Ao término desta atividade o aluno deverá ter competência para:

- reconhecer e/ou descrever:
 - onda mecânica transversal numa corda vibrante;
 - elementos de uma onda:
 - nós,
 - vales,
 - cristas,
 - comprimento de onda,
 - frequência da onda,
 - amplitude da onda.
- identificar e/ou descrever reflexão e interferência de ondas numa corda;
- calcular a velocidade de propagação de uma onda numa corda;
- verificar como:
 - a força de tração influi na formação de ondas nas cordas vibrantes;
 - a densidade linear influi na formação de ondas nas cordas vibrantes;

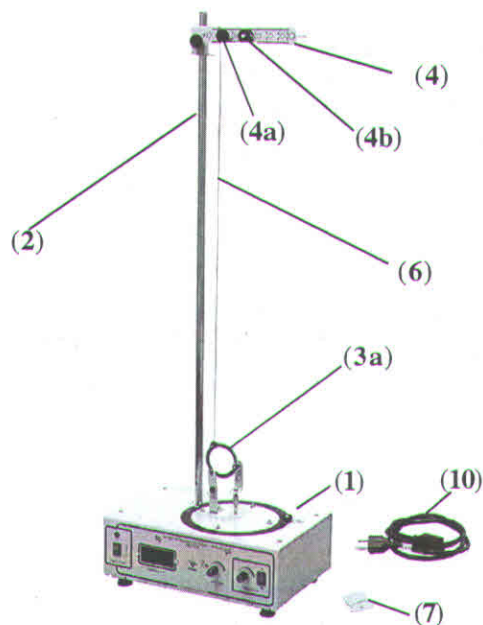


Figura 1

Caso necessário veja a instrução 1992.060A_3.

2. Material necessário.

- 01 transdutor eletromagnético (1);
- 01 haste longa com fixador métrico (2);
- 01 sistema conversor da direção do abalo, removível (3) com anel de transmissão (3a);
- 01 alinhador em aço (4) com: dois manípulos M5 (4a) e (4b);
- 01 (corda) fio de prova 2 (6);
- 01 (corda) fio de prova 3 (7);
- 01 sistema de acoplamento vertical ao transdutor (9);
- 01 cabo de força (10).
- ☆ 01 escala milimetrada retrátil;
- ☆ 01 balança de precisão.

Os itens assinalados por ☆ não acompanham o conjunto.

3. Montagem.

Faça a montagem da Figura 1, posicionando o seletor de frequências na faixa F1

4. Andamento das atividades.

• A determinação da densidade linear da corda.

4.1. Meça a massa m de cada uma das cordas.

$$m_1 = \text{-----} \text{ (kg)}$$

$$m_2 = \text{-----} \text{ (kg)}$$

4.2. Meça o comprimento L de cada uma das cordas.

$$L_1 = \text{-----} \text{ (m)}$$

$$L_2 = \text{-----} \text{ (m)}$$

4.3. Determine o valor da densidade linear δ de cada uma das cordas pela expressão: $\delta = m/L$

$$\delta_1 = \text{-----} \text{ (kg/m)}$$

$$\delta_2 = \text{_____} \text{ (kg/m)}$$

4.4. Aplique uma tensão na corda 1 conforme a instrução 1992.060A_3.

4.5. Posicione o controle da amplitude na posição A.

- Ligue o gerador de abalos.
- ajuste uma frequência para o melhor efeito visual.

Vá aumentando gradualmente a amplitude até que a onda na corda 1 se torne visível.

• **A contagem dos nós e ventres da envoltória.**

4.5. Conte o número de nós e ventres formados em toda a extensão da corda.

4.6. Determine o comprimento de onda na corda.

$$\lambda = \text{_____} \text{ m}$$

4.7. Anote a frequência de vibração que a corda está sendo submetida.

$$f = \text{_____} \text{ Hz}$$

• **Comparando as velocidades de propagação da onda nas cordas A e B.**

4.8. Usando a expressão $v = \lambda f$, calcule a velocidade de propagação da onda na corda tensionada A.

4.9. Refaça a atividade, agora utilizando a corda B.

$$\lambda = \text{_____} \text{ m}$$

$$f = \text{_____} \text{ Hz}$$

Calcule a velocidade de propagação da onda na corda 2.

4.10. Compare os resultados obtidos e verifique como a densidade linear influi na formação de ondas nas cordas vibrantes.

- Justifique a sua resposta.

A onda estacionária na corda composta, sem tensiômetro.

1. Habilidades e competências.

• Ao término desta atividade o aluno deverá ter competência para:

- comparar:
 - amplitude da onda nas diferentes porções de uma corda vibrante composta;
 - comprimento de onda nas diferentes porções de uma corda vibrante composta;
- verificar como a densidade linear influe na formação de ondas em uma corda vibrante composta.

2. Material necessário.

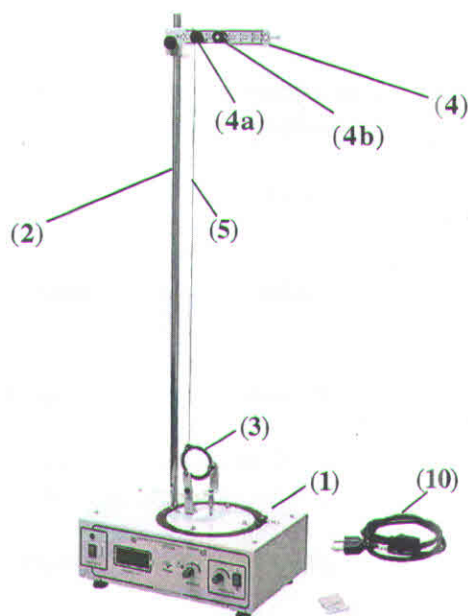


Figura 1

- 01 transdutor eletromagnético (1);
- 01 haste longa com fixador métrico (2);
- 01 sistema conversor de direção do abalo (3) com anel de transmissão (3a);
- 01 alinhador em aço (4) com dois manípulos M5 (4a) e (4b);
- 01 (corda) fio de prova 1(5) com duas diferentes

características físicas;

01 cabo de força (10).

☆ 01 escala milimetrada retrátil;

☆ 01 balança de precisão.

Os itens assinalados por ☆ não acompanham o conjunto.

3. Montagem.

Faça a montagem da **Figura 1** conforme as Instruções **1992.060A_3**.

4. Andamento das atividades.

4.1. Com a extremidade da corda de maior densidade presa ao anel de transmissão (3) e a extremidade da corda de menor densidade ao parafuso (4a).

O corpo de prova submetido a uma tensão conforme a instrução de montagem.

- Posicione o controle da amplitude em A.
- Ligue o gerador de abalos.
- Ajuste uma frequência para o melhor efeito visual.

Aumente gradualmente a **amplitude** até que a onda na corda se torne visível.

4.2. Observe que ocorrem nós e ventres (região compreendida entre dois nós) tanto na parte espessa como na parte fina da corda.

• A amplitude da onda nas diferentes porções de uma corda vibrante composta.

4.3. Compare a amplitude do(s) ventre(s) formado(s) em cada uma das porções da corda.

Em qual delas a amplitude é maior ?

Justifique o observado.

• **O comprimento de onda nas diferentes porções de uma corda vibrante composta.**

4.4. Compare o comprimento de onda formado em cada uma das porções da corda.

Em qual delas o comprimento de onda é maior?

Justifique o observado.

4.5. Retire a corda composta e inverta sua posição, prendendo agora a extremidade de menor densidade linear ao anel de transmissão.

4.6. Compare a amplitude do(s) ventre(s) formado(s) em cada uma das porções da corda.

Em qual delas a amplitude é maior ?

Justifique o observado.

4.7. Compare o comprimento de onda formado em cada uma das porções da corda.

Em qual delas o comprimento de onda é maior?

Justifique o observado.

4.8. Compare os resultados obtidos.

Como a densidade linear da corda influi na formação de ondas na corda composta?

Justifique a sua resposta.

A expressão de Taylor aplicada a uma corda vibrante, com tensiômetro.

1. Habilidades e competências.

• Ao término desta atividade o aluno deverá ter competência para:

- calcular a velocidade de propagação da onda na corda por meio da expressão de Taylor;
- verificar como:
 - a força de tração influi na formação de ondas numa corda vibrante;
 - a densidade linear influi na formação de ondas numa corda vibrante.

2. Material necessário.

- 01 transdutor eletromagnético (1);
- 01 haste longa com fixador métrico (2);
- 01 sistema conversor da direção do abalo (3) com anel de transmissão (3a);
- 01 alinhador em aço (4) com dois manípulos M5 (4a) e (4b);
- 01 (corda) fio de prova 2 (6);
- 01 sistema de acoplamento vertical ao transdutor (9);
- 01 cabo de força (10).
- 01 haste curta com fuso M5 (11);
- 01 dinamômetro de 10 N com olhal (12);
- 01 alinhador com mufa em aço (14) com manípulo de retenção M5 (14a) e trava do dinamômetro (14b).

★ 01 escala milimetrada retrátil.

Os itens assinalados por ★ não acompanham o conjunto.

3. Fundamentação teórica.

• **A equação de Taylor para a velocidade com que uma vibração se propaga a em uma corda.**

A velocidade com que uma vibração se propaga a em uma corda é dada pela equação de Taylor:

$$v = (F/\delta)^{0,5}$$

Verifica-se que velocidade de propagação da vibração na corda:

- será maior quanto maior for a força de tração (tensão) F aplicada à corda.
- será menor quanto maior for a densidade linear δ do material que constitui a corda.

4. Montagem.

Execute a montagem da **Figura 1**.

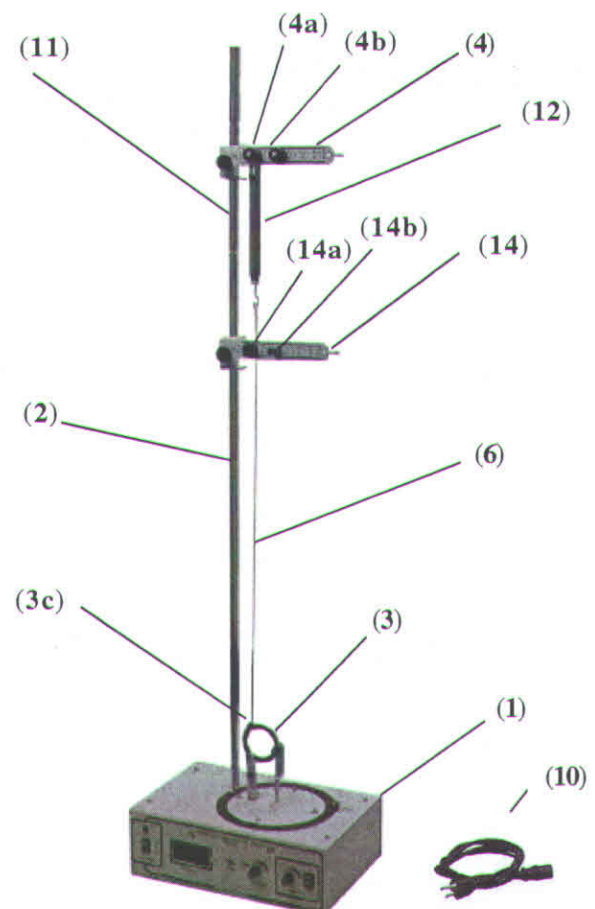


Figura 1

Caso necessário veja instrução 1992.060A_3.

- Aplique uma força de tração na corda em torno de 1 N.

Registre o valor da força de tração F que a corda foi submetida.

$$F = \text{_____} \text{ N}$$

- Prenda a corda (fio) apertando o manípulo (14a).

Este procedimento desacopla o dinamômetro do sistema oscilante, impedindo que ele vibre junto com o corpo de prova.

4. Andamento das atividades.

- 4.1. Determine a massa m da corda.

$$m = \text{_____} \text{ (kg)}$$

- 4.2. Meça o comprimento L da corda (trecho entre os pontos (14a) e (3c)).

$$L = \text{_____} \text{ (m)}$$

- 4.3. Calcule o valor da densidade linear δ da corda.

$$\delta = m/L = \text{_____} \text{ (kg/m)}$$

- 4.4. Conhecendo a densidade linear da corda e a força de tração:

- empregue a equação de Taylor e determine a velocidade de propagação da onda:

$$v = (F/\delta)^{0.5}.$$

- 4.5. Compare, para os dois métodos, a velocidade de propagação da onda na corda. Comente o seu resultado.

- 4.6. Aumente a tração na corda e conte novamente os elementos da onda:

Número de nós:

Número de meios comprimento de ondas :

Número de comprimentos e onda :

- 4.7. Existe alguma relação entre a força de tração na corda e o número de comprimentos de onda formados?

- 4.8. Observe a amplitude das oscilações.

Aumente a **amplitude** da onda.

Verifique a validade da afirmação:

" A energia transportada por uma onda está associada à sua amplitude."

A expressão de Taylor em cordas vibrantes de densidades lineares diferentes, com tensiômetro.

1. Habilidades e competências.

• Ao término desta atividade o aluno deverá ter competência para:

- calcular a velocidade de propagação de uma onda em um fio por meio da expressão de Taylor;
- verificar como a tensão influe na formação de ondas nas cordas vibrantes;
- verificar como a tensão e a densidade linear de uma corda influem na formação de ondas nas cordas vibrantes.

2. Material necessário.

- 01 transdutor eletromagnético (1);
- 01 haste longa com fixador métrico (2);
- 01 sistema conversor da direção do abalo (3) com:
 - anel de transmissão (3a);
- 01 alinhador em aço (4) com:
 - 02 manípulos M5 (4a) e (4b);
- 01 fio de prova 2 (6);
- 01 fio de prova 3 (7);
- 01 sistema de acoplamento vertical ao transdutor (9);
- 01 cabo de força (10).
- 01 haste curta com fuso M5 (11);
- 01 dinamômetro de 10 N com olhal (12);
- 01 alinhador com:
 - mufa em aço (14);
 - manípulo de retenção M5 (14a);
 - trava do dinamômetro (14b).
- ☆ 01 escala milimetrada retrátil;
- ☆ 01 balança de precisão.

Os itens assinalados por ☆ não acompanham o conjunto.

3. Montagem.

Faça a montagem da **Figura 1**.

Caso necessário reveja a instrução 1992.060A_31.

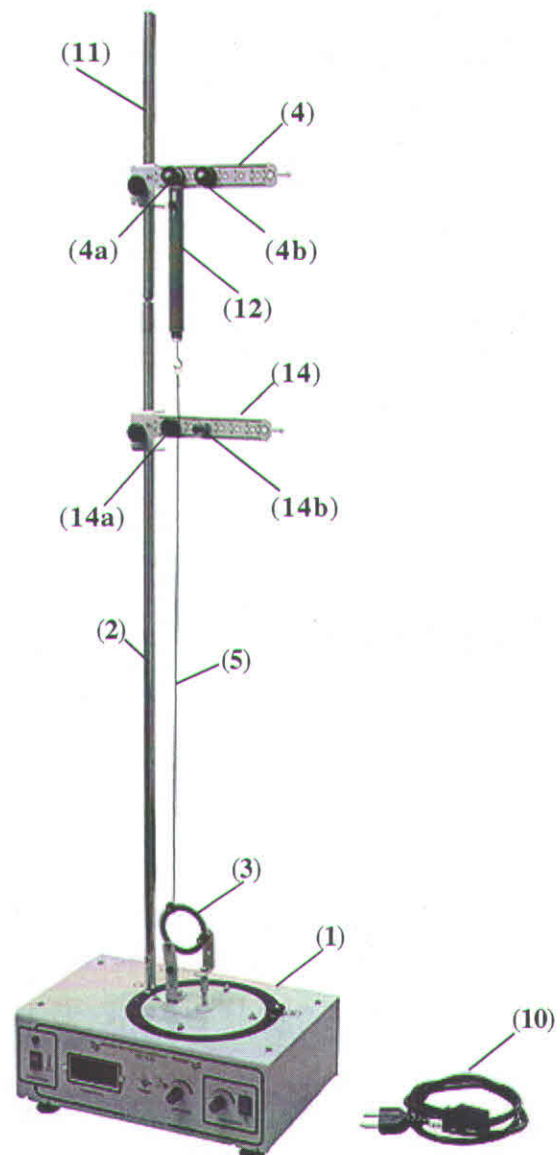


Figura 1

- Posicione o seletor de frequências na faixa F1.

4. Fundamentação teórica.

A velocidade com que uma vibração se propaga a em

uma corda é dada pela fórmula de Taylor:

$$v = (F/\delta)^{0,5}$$

• A influência da tensão e da densidade linear na velocidade de propagação.

Verifica-se que velocidade de propagação:

- será maior quanto maior for a força de tração (tensão) **F** aplicada à corda.
- será menor quanto maior for a densidade linear **δ** do material que constitui a corda.

5. Andamento das atividades.

5.1. Meça a massa **m** de cada um dos fios.

$$m_1 = \text{_____} \text{ (kg)}$$

$$m_2 = \text{_____} \text{ (kg)}$$

5.2. Meça o comprimento **L** de cada um dos fios.

$$L_1 = \text{_____} \text{ (m)}$$

$$L_2 = \text{_____} \text{ (m)}$$

5.3. Determine o valor da densidade linear **δ** de cada um dos fios pela seguinte expressão:

$$\delta = m/L$$

$$\delta_1 = \text{_____} \text{ (kg/m)}$$

$$\delta_2 = \text{_____} \text{ (kg/m)}$$

5.4. Coloque no gerador de abalos a corda 1, juntamente com o dinamômetro.

Posicione o controle da amplitude em **A**.

Ligue o gerador de abalos e ajuste a frequência para o melhor efeito visual.

4.4. Meça a força (**F**) de tração na corda:

$$F = \text{_____} \text{ N}$$

Determine a velocidade de propagação da onda na corda por meio da expressão da lei de Taylor.

4.5. Compare, para os dois métodos, a velocidade de propagação da onda na corda. Comente o seu resultado.

4.6. Aumente a tração na corda e conte novamente os elementos da onda:

4.7. Existe alguma relação entre a força de tração na corda e o número de comprimentos de onda formados?

4.8. Refaça as atividades para a corda 2 .

Calcule a velocidade de propagação da onda na corda 2, por meio da equação de Taylor

4.10. Compare os resultados obtidos e verifique como a densidade linear da corda influi na formação de ondas nas cordas (fios) vibrantes.

Justifique a sua resposta.

Onda estacionária numa mola helicoidal, sem tensiômetro.

1. Habilidades e competências.

• Ao término desta atividade o aluno deverá ter competência para:

- identificar e/ou descrever:
 - onda mecânica longitudinal em molas;
 - elementos de uma onda:
 - nós,
 - ventres,
 - comprimento de onda,
 - frequência da onda,
 - amplitude da onda.
- verificar como a força de tração influi na formação de ondas longitudinais em molas vibrantes.

2. Material necessário:

- 01 transdutor eletromagnético (1);
- 01 haste longa com fixador métrico (2);
- 01 alinhador em aço (4) com dois manípulos M5 (4a) e (4b);
- 01 mola de prova em aço inoxidável (8);
- 01 sistema de acoplamento vertical ao transdutor (9);
- 01 cabo de força (10).

3. Montagem.

Faça a montagem da **Figura 1** conforme as Instruções **1992.060A_3**.

4. Andamento das atividades.

Com o corpo de prova submetido a uma tensão conforme a instrução de montagem.

- Posicione o controle da amplitude em A.
- Ligue o gerador de abalos.

Observe que, para determinadas frequências se formam regiões em que os elos da mola ficam mais próximos, quase imóveis (nós) e pontos em que os elos ficam mais afastados (ventres).

- Ajuste uma frequência para o melhor efeito visual.

• Os nós e os ventres da onda na mola.

4.2. Identifique os pontos de oscilação máxima e os de oscilação mínima. O ponto de oscilação máxima é denominado **ventre** da onda na mola e o ponto de oscilação mínima é denominado **nó** da onda na mola.

• As zonas de rarefação e de compressão.

É comum se dizer que a onda gerada sofre "compressão" nos pontos relativos aos nós da onda enquanto que nos ventres da onda apresenta "rarefação".

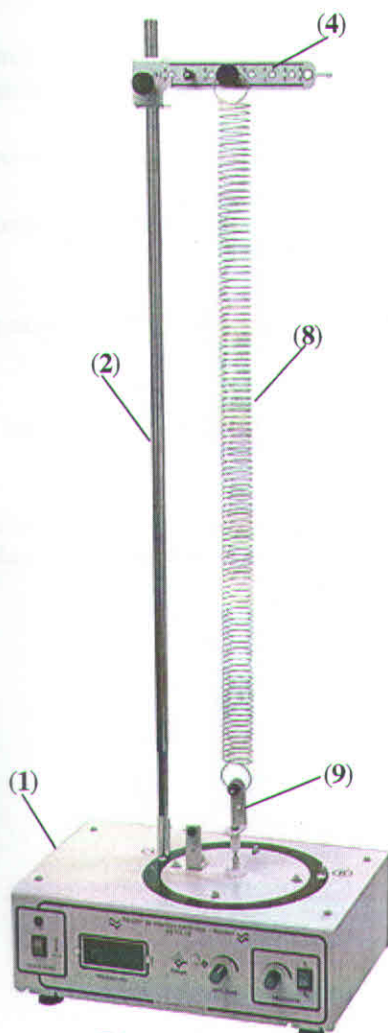


Figura 1

Conte o número de nós formados em toda a extensão da mola.

Conte e o número de ventres formados em toda a extensão da mola.

• **O número de meio comprimentos de onda.**

4.3. Sabendo que cada ventre da onda na mola (distância compreendida entre dois nós consecutivos) representa um meio comprimento de onda na mola, determine quantos **meio comprimento de onda** se formaram ao longo da extensão da mola?

• **O número de comprimentos de onda.**

4.4. Quantos **comprimento de onda** se formam ao longo da mola?

4.5. Aumente a tração na mola subindo levemente sua extremidade superior.

Determine os seguintes elementos da onda obtida.

Número de nós.

Número de meios comprimento de ondas.

Número de comprimentos de onda.

Verifique que existe uma tração mínima a ser aplicada à mola para que seja visível a formação de nós e ventres.

Ondas estacionárias em molas helicoidais, com tensiômetro.

1. Habilidades e competências.

• Ao término desta atividade o aluno deverá ter competência para:

- identificar e/ou descrever uma onda longitudinal;
- identificar e/ou descrever em uma mola os elementos de uma onda: nós, ventres, comprimento de onda, frequência e amplitude ;
- verificar como a força de tração influi na formação de ondas longitudinais em molas vibrantes;

2. Material necessário.

- 01 transdutor eletromagnético (1);
- 01 haste longa com fixador métrico (2);
- 01 alinhador em aço (4) com dois manípulos M5 (4a) e (4b);
- 01 mola de prova em aço inoxidável (8);
- 01 sistema de acoplamento vertical ao transdutor (9);
- 01 cabo de força (10).
- 01 haste curta com fuso M5 (11);
- 01 dinamômetro de 10 N com olhal e prolongador (13);
- 01 alinhador com mufa em aço (14) com manípulo de retenção M5 (14a) e trava do dinamômetro (14b).

3. Montagem.

Execute a montagem da Figura 1 conforme as Instruções básicas 1992.060A_31.

- Posicione o controle da amplitude em A.
- Inicialmente selecione a faixa de frequências F1.

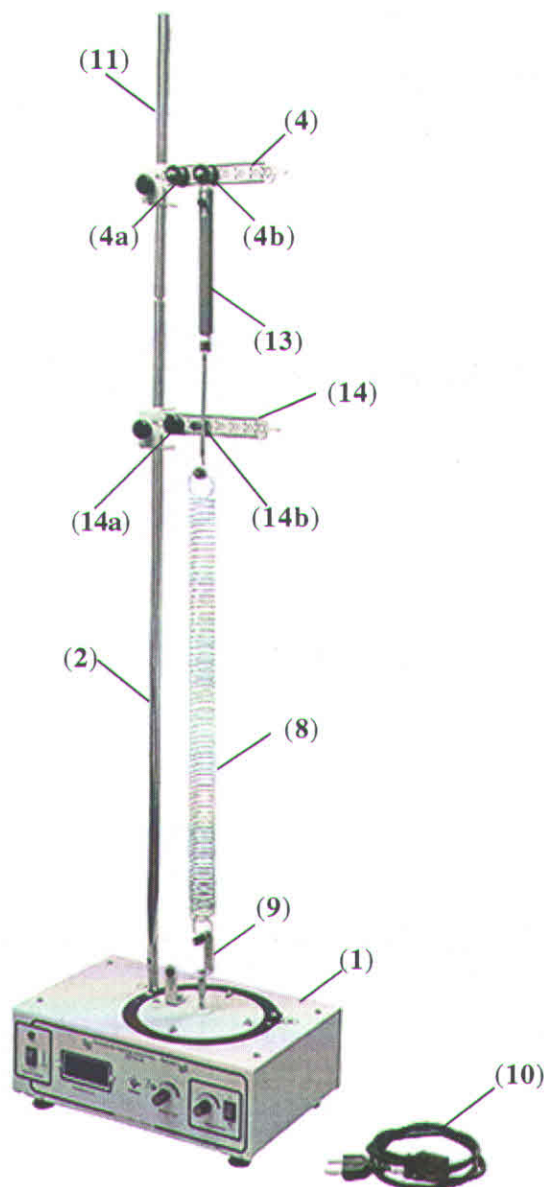


Figura 1

4. Andamento das atividades.

4.1. Aplique uma tração em torno de 1 N.

Verifique que existe uma tração mínima a ser aplicada à mola para que seja visível a formação de nós e ventres.

• Trave o dinamômetro (caso necessário, reveja as instruções básicas)

• Ligue o gerador de abalos

Observe que, para determinadas frequências se formam regiões em que os elos da mola ficam mais próximos, quase imóveis (nós) e pontos em que os elos ficam mais afastados (ventres).

4.2. Varie a amplitude no controle do gerador de abalos de forma tornar mais visível a formação de ondas.

É comum se dizer que a onda gerada sofre "compressão" nos pontos relativos aos nós enquanto que nos ventres apresenta "rarefação".

4.3. Identifique os pontos de oscilação máxima e os de oscilação mínima. Os pontos de oscilação máxima são denominados **ventres** e os de oscilação mínima são denominados **nós**.

Conte o número de nós formados em toda a extensão da mola.

Conte e o número de ventres formados em toda a extensão da mola.

4.4. Sabendo que cada ventre representa um meio comprimento de onda, determine quantos **meio comprimento de onda** se formaram ao longo da extensão da mola.

4.5. Quantos **comprimento de onda** se formaram ao longo da mola?

4.6. Aumente a tração na mola fazendo subir sua extremidade superior e determine os elementos da onda obtida.

Número de nós :

Número de meios comprimento de ondas :

Número de comprimentos de onda :

4.7. Comparando o número de comprimentos de onda formados em molas tracionadas por forças diferentes, o que é possível concluir? Comente.