



Universidade Eduardo Mondlane

Faculdade de Ciências

Departamento de Física

FÍSICA - I: (*Cursos de Licenciatura em Engenharia Mecânica, Eléctrica, Electrónica, Química, Ambiente, Civil e Informática*)

Aula Laboratorial N°02

..... Método de nónio para a medição de grandezas físicas

1 Objectivos

- I) Identificar as partes que compõem o paquímetro e o micrómetro;
- II) Medir diâmetros de fios metálicos e de esferas usando paquímetro e micrómetro;
- III) Determinar área de secção transversal e de volume de esferas.

2 Resumo teórico

Em muitas medições usando-se instrumentos com escalas graduadas é importante que se determine a fracção da menor divisão com vista a se melhorar a precisão da medida. Essa fracção, é determinada com auxílio de uma escala móvel denominada Nónio¹ ou Vernier².

Existem vários instrumentos de medição com escalas móveis, porém, para o nosso estudo consideraremos dois, isto é, o **paquímetro** e o **micrómetro**.

2.1 Paquímetro

O paquímetro é um instrumento muito utilizado para a medição de diâmetros (interno e externo) e as profundidades de peças. O paquímetro apresenta-se como se ilustra na Fig.1

¹Nome em homenagem ao matemático português Pedro Nunes (1502 - 1578), mentor da ideia de escala auxiliar móvel para facilitar a leitura de fracções da menor divisão

²Em homenagem ao geômetra e fabricante de instrumentos científicos francês Pierre Vernier (1580 - 1637), inventor do paquímetro com base nas ideias de Pedro Nunes

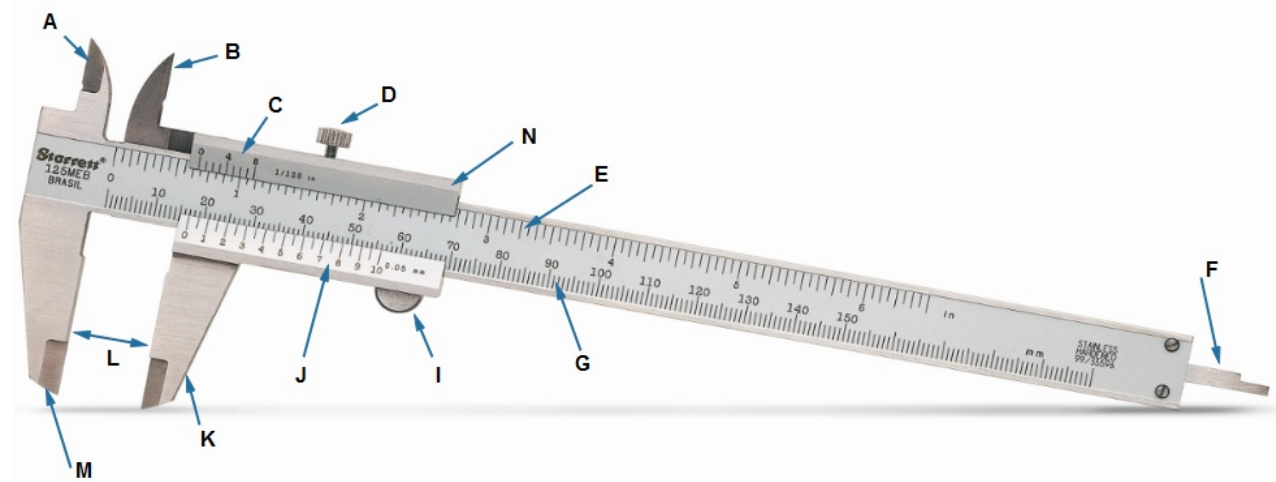


Figura 1: Paquímetro [Adaptado em <<https://www.starrett.com.br/produtos.asp?cat=1&linha=23&subdiv=149>> Acesso em 02/03/2019]

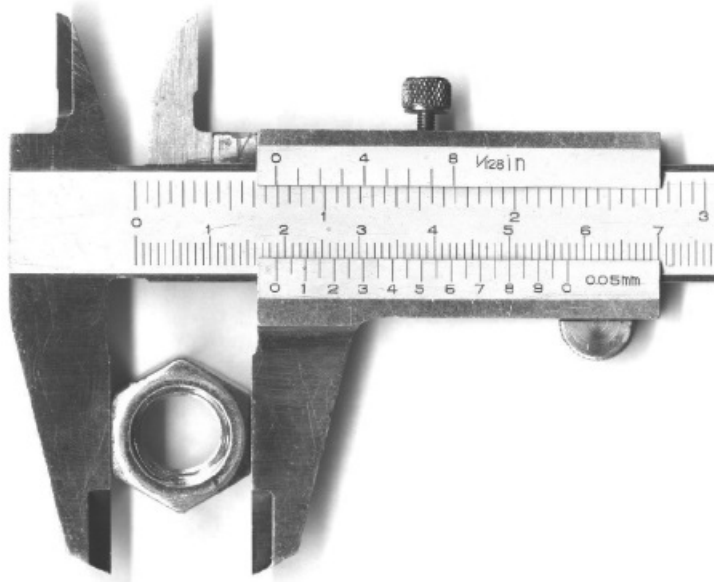
Legenda

- A - **Orelha fixa:** compõe uma das faces para medição interna;
- B - **Orelha móvel:** serve para ajustar-se à parte interna da peça a ser medida;
- C - **Nônio (ou Vernier) em polegadas:** serve para determinar as frações de polegada de uma determinada medição. Para este paquímetro e na maior parte dos paquímetros, a fração de medição é de $1/128''$.
- D - **Parafuso de fixação:** Serve para prender o cursor após a ajustagem do paquímetro à dimensão a ser medida de modo que não haja movimentação acidental do cursor durante a leitura da medida;
- E - **Cursor:** suporta o bico móvel, a orelha móvel, o impulsor e o parafuso de fixação e é nele onde estão impressas as escalas do Nônio quer em milímetros quer em polegadas.
- F - **Régua principal:** Escala básica em polegadas
- G - **Haste de profundidade:** serve para medir profundidades de orifícios nas peças;
- H - **Régua principal:** Escala básica em milímetros (podem também encontrar em centímetros)
- I - **Impulsor:** serve para movimentar o cursor, ajustando deste modo o paquímetro à dimensão da peça a ser medida.
- J - **Nônio (ou Vernier) em milímetros:** serve para determinar as frações de milímetro de uma determinada medição.
- K - **Bico móvel:** serve para ajustar-se à dimensão da peça a ser medida;
- L - **Faces para medição externa:** servem para a medição de diâmetros externos e espessuras de peças.
- M - **Bico fixo:** compõe uma das faces para medição externa.

2.1.1 Medição com paquímetro

Para se fazer a medição com o paquímetro, primeiro deve-se verificar a localização do traço 0 (zero) do nônio e registrar-se a medida indicada na régua principal (correspondente ao traço da escala básica antes do traço do zero do nônio). Em seguida, procura-se o traço do nônio que coincide com um traço da régua principal e registra-se esse valor do nônio. Por fim, a medida final é a soma do valor lido na escala básica adicionado pelo valor lido no nônio, como se ilustra no exemplo 1.

Exemplo 1. Medição do diâmetro externo de uma porca.



- Repare que o zero (0) do nónio está depois da medida 18mm da escala básica.
- Cada traço do nónio equivale a: $\frac{1}{20}mm = 0.05mm$
- O traço do nónio que coincide com um traço da escala básica é o décimo sexto traço, i.e., 16. Assim, no nónio tem $16 \times 0.05mm = 0.80mm$
- Finalmente, a medida da peça registada pelo paquímetro da Fig.2 é: $d = 18mm + 0.80mm = 18.80 \pm 0.05mm$

Figura 2: Exemplo de medição com o paquímetro

2.2 Micrómetro

Micrómetro é um instrumento de medição que permite efectuar medidas de até milésimos de milímetros. Assim, a sua utilização é necessária quando a exatidão requerida for superior à obtida com o paquímetro.

O micrómetro é basicamente constituído por uma bainha na qual se encontra a escala rectilínea (também chamada de escala básica) e um parafuso micrométrico com uma escala circular. Geralmente, o passo do parafuso é de $0.5mm$. A escala rectilínea apresenta na parte de cima traços para a leitura de valores inteiros e, na parte de baixo, traços para a leitura de metades de milímetros ou vice-versa. A medida da escala circular consegue-se identificando-se a magnitude do traço que está alinhado com a linha central da escala rectilínea.

A Fig.3 ilustra a forma geométrica de um micrómetro e os seus constituintes básicos.

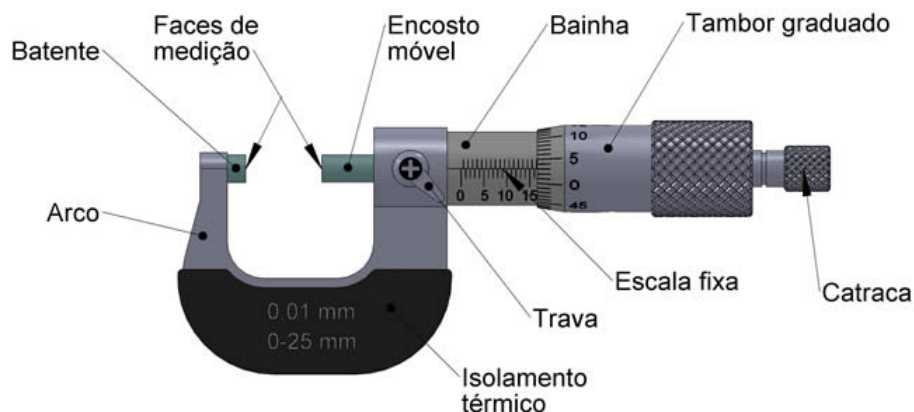


Figura 3: Partes de um micrómetro[<<https://industria hoje.com.br/o-que-e-um-micrometro>> Acesso em 02/03/2019]

2.2.1 Medição com o micrómetro

A medição com o micrómetro parte com a colocação da peça e/ou objecto a medir entre as faces de medição (também chamadas de faces entre a bigorna e a ponta móvel). Em seguida, com auxílio de Catraca, gira-se a o Tambor até que as faces encostem suavemente a peça a medir. Identifica-se o traço da escala rectilínea visível antes da borda do Tambor e regista-se o seu valor. Finalmente, identifica-se o traço da escala circular que está alinhado com a linha da escala rectilínea e regista-se o seu valor que depois é adicionado ao valor da escala rectilínea. No exemplo 2 mostra-se como se tira a medida com um micrómetro

Exemplo 2. Medida registrada por micrómetro.

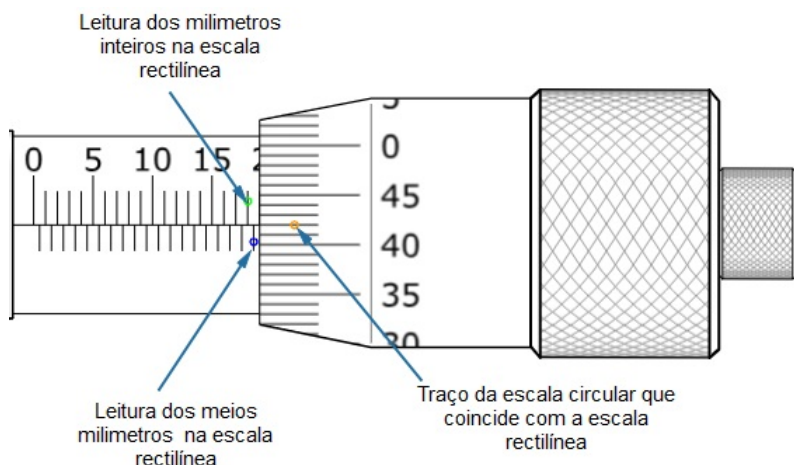


Figura 4: Exemplo de medição com o micrómetro

- Repare que o ultimo traço dos valores inteiros da escala rectilínea antes do Tambor é o décimo oitavo, i.é. 18.00mm .
- Ainda na escala rectilínea é visível o traço das metades do milímetros, i.é., tem-se 0.5mm ;
- Cada volta do Tambor faz 0.5mm e, dado que a escala circular tem 50 traços, então cada traço corresponde a $\frac{0.5\text{mm}}{50} = 0.01\text{mm}$. Assim, para este exemplo, a medida da escala é: $42 \times 0.01\text{mm} = 0.42\text{mm}$;
- Finalmente, a medida registrada pelo micrómetro da Fig.4 é: $d = 18.00\text{mm} + 0.5\text{mm} + 0.42\text{mm} = 18.92 \pm 0.01^a\text{mm}$

^a0.01 mm é a incerteza do aparelho e corresponde à precisão do mesmo

3 Material

- Paquímetro;
- Micrómetro;
- 2 cilindros de diâmetros diferentes;
- 2 esferas de diâmetros diferentes;

4 Procedimento experimental

4.1 Determinação de áreas de esferas - Uso de paquímetro e micrómetro

I- Medir dez vezes o diâmetro da esfera 1 com paquímetro (d_1) e com o micrómetro (d_2) e preencher a tabela.

Tabela 1:

#	d_1 (mm)	d_2 (mm)	Δd_1 (mm)	Δd_2 (mm)	$A_1(\text{mm}^2)$	$A_2(\text{mm}^2)$	$\Delta A_1(\text{mm}^2)$	$\Delta A_2(\text{mm}^2)$
01								
02								
...								
10								
Média								

II- Calcular a área da secção transversal da esfera com a fórmula $A = \pi \frac{d^2}{4}$

III- Determinar os erros cometidos na experiência

IV- Apresentar os dados na forma $\xi = \bar{\xi} \pm \Delta \xi$

V- Comparar os resultados das medições da área com o páquimitro e com micrómetro.

VI- Repetir todos os itens com outra esfera de diâmetro diferente.

VII- Quais dos dois instrumentos tem maior precisão? Explique com base na precisão e nos cálculos efetuados.

4.2 Determinação de diâmetros (interno e externo) e alturas de tubos cilíndricos - Uso de paquímetro

- I- Meça oito vezes com o paquímetro os diâmetros (interno e externo) e a altura de cada tubo cilíndrico e registre as medidas numa tabela similar à Tabela 1.
- II- Determine o valor médio e a incerteza total para cada dimensão.
- III- Calcule os volumes dos cilindros com as respectivas incertezas.
- IV- O que se esperaria se a determinação das dimensões tivesse sido feita com uma régua convencional?
- V- Tire conclusões

5 Perguntas de controle

- I- De que depende a precisão do paquímetro e do micrómetro?
- II- Em que caso se utilizam esses instrumentos?
- III- Como se medem a profundidade e o diâmetro interno das peças com o paquímetro?