

# Determinação da permissividade elétrica do papelão

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Curitiba

Departamento Acadêmico de Física

Física Experimental – Eletricidade

Prof. Ricardo Canute Kamikawachi

**Objetivo:** Determinar experimentalmente a permissividade elétrica do papelão a partir da curva  $C \times d$  em capacitor de placas paralelas.

**Conteúdos:** Ajuste de funções não previamente definidas no SCIDAVIS.

## 1. Procedimento

Para a realização da experiência será utilizado um capacitor de placas paralelas e circulares no qual a distância entre as placas pode ser alterada com separação máxima igual a 10 cm, figura 1. Também será utilizado um multímetro da marca Minipa modelo ET 2040 com a função capacitômetro e escalas de 2nF, 20nF 2 $\mu$ F 200 $\mu$ F. Os capacitores serão conectados aos multímetros através de dois cabos banana-banana. Como meio dielétrico separando as placas do capacitor serão utilizadas placas de papelão de mesmo diâmetro das placas do capacitor.

Inicialmente certifique-se que o capacitor está descarregado conectando as duas placas através de um cabo banana-banana ou coloque as placas em contato. Meça o diâmetro da placa cinco vezes e calcule a sua área  $A$ , leve em consideração as incertezas nas medidas do diâmetro da placa. Verifique se no multímetro a função capacitômetro está selecionada e se os cabos banana-banana estão conectados corretamente. Para o multímetro da marca Minipa modelo ET 2040 a escala a ser utilizada é a de 2 nF cuja precisão é de 2,5% + 20D e os cabos devem estar ligados na conexão  $C_x$ .

Meça a capacitância e a distância (em mm utilizando o nônio do equipamento) entre as placas do capacitor com uma folha de papelão inserida no capacitor. Em seguida insira uma segunda folha e meça novamente a capacitância e a distância. Faça essas medidas até que todas as folhas de papelão estejam inseridas no capacitor. Repita este procedimento cinco vezes.

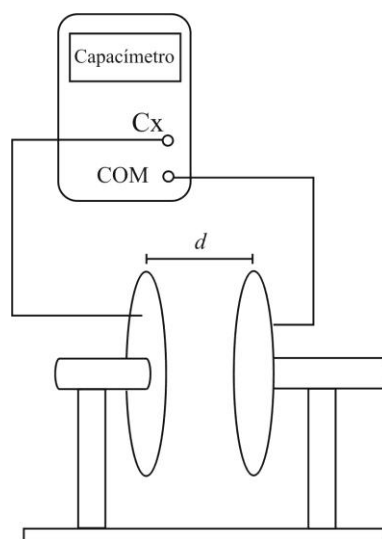


Figura 1. Montagem experimental utilizada para determinar a permissividade elétrica com um capacitor de placas paralelas

## 2. Análise de dados

No SciDAvis crie uma tabela com 5 colunas e 10 linhas e insira os dados de distância, utilize cada linha para inserir um valor de distância diferente e cada coluna para inserir uma das séries de medidas. Adote também esse procedimento para os dados de capacitância. Para determinar o valor médio da capacitância e da distância entre as placas e o desvio padrão selecione os dados em cada tabela e clique em “statistics on rolls”. Calcule a incerteza combinada (aleatória + instrumental) de forma semelhante aquela realizada na última aula.

Em uma nova tabela insira os dados de distância média entre as placas na coluna 1 (coluna x) e os dados de capacitância média na coluna 2 (y). Crie mais duas colunas, na coluna 3 insira as incertezas das medidas de distância entre as placas e na coluna 4 insira as incertezas nas medidas da capacitância. As incertezas das medidas são a combinação das incertezas instrumentais e aleatórias.

Gere o gráfico e para fazer o ajuste de uma função que não está previamente definida escolha a opção no menu: (Analysis > Fit wizard). A janela mostrada na figura 2 irá abrir. Nesta janela você encontrará uma série de funções pré-definidas e terá a opção de definir uma função para ser ajustada. A função a ser ajustada terá a forma:

$$y = \frac{a}{x} + b \quad (1)$$

Onde o significado físico do parâmetro de ajuste  $a$  é o produto entre a permissividade e a área da placa do capacitor  $A$ , e  $b$  é a capacitância residual do sistema (note que mesmo que o capacitor seja desconectado dos cabos o capacitímetro indica uma leitura diferente de zero). Para definir esta equação mantenha os parâmetros  $a$  e  $b$  e escreva “a/x+b” na caixa em branco, como indicado na figura 2.

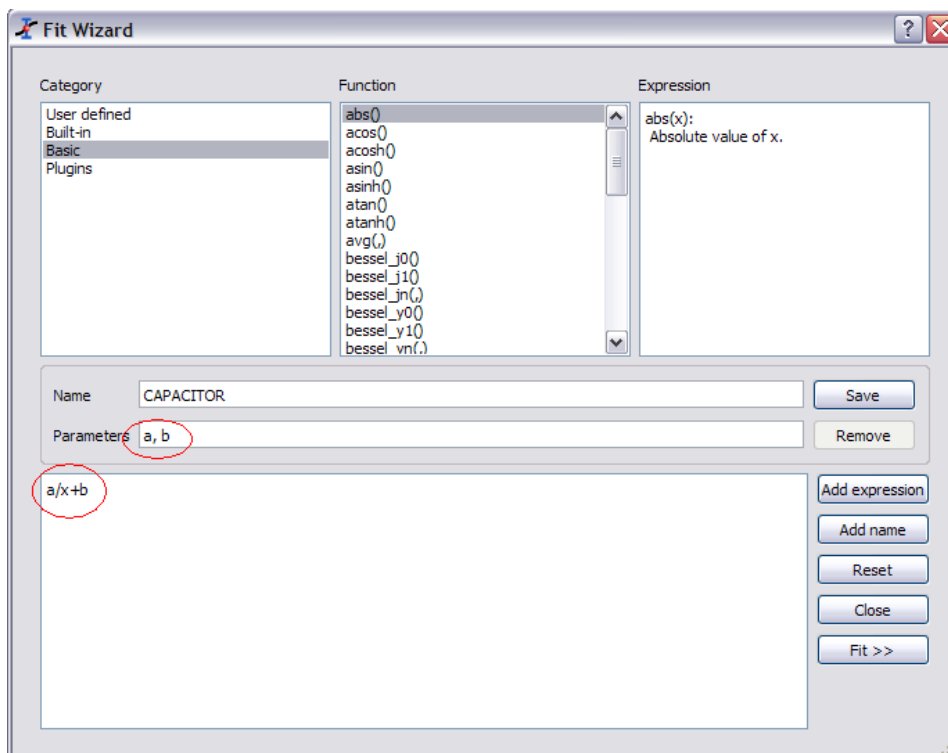


Figura 2. Janela do assistente de ajuste

Em seguida selecione o botão “Fit” e a janela mostrada na figura 3 será aberta. Nesta janela são definidos os parâmetros iniciais para o ajuste, os parâmetros constantes, o intervalo do ajuste entre outras opções. Como parâmetro inicial para b você pode inserir o valor da leitura feita no multímetro. Na aba “Algorithm” mude de “Scaled Levenberg-Marquardt” para “Nelder-Mead Simplex”. Na opção para a definição da fonte de incertezas (Y Error Source) escolha com fonte de erros a opção “Associated”. Após definidos esses parâmetros selecione “Fit” para ajustar o modelo.

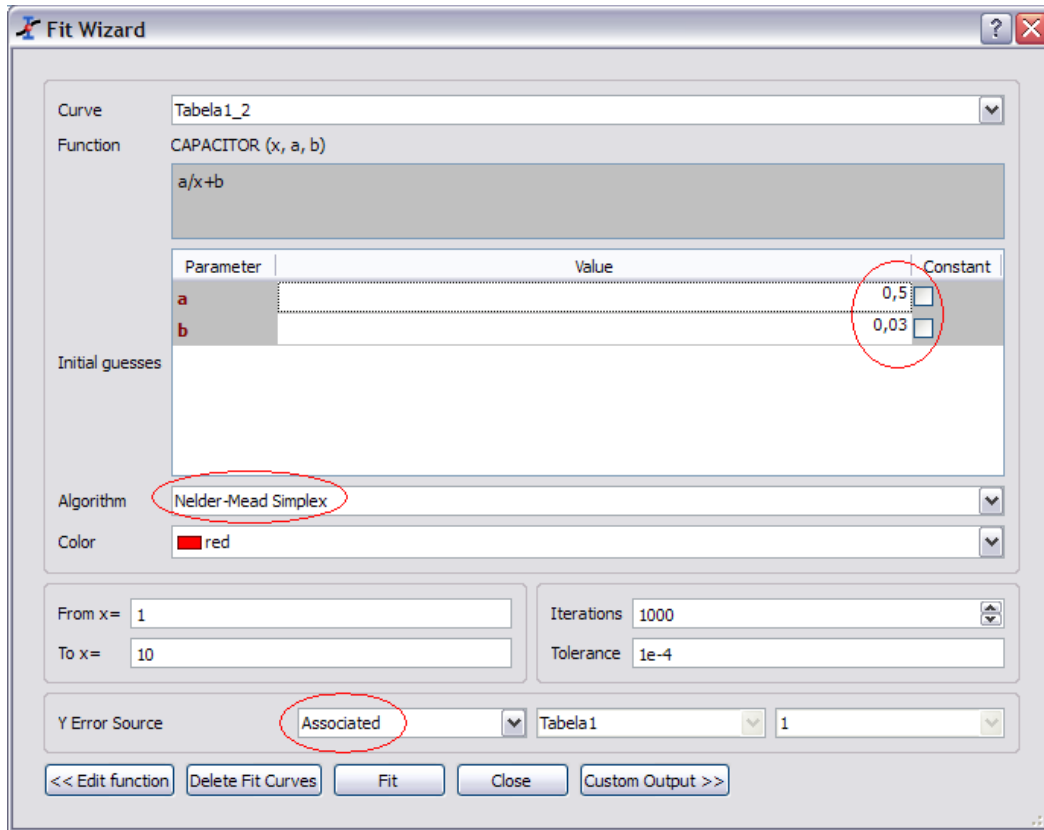


Figura 3. Janela de definição dos parâmetros de ajuste

Faça a transferência de incertezas do eixo x para o eixo y e refaça o ajuste da equação 1. Com os resultados do ajuste determine o valor da permissividade elétrica do papelão dividindo o parâmetro de ajuste  $a$  pela área da placa do capacitor realizando a propagação das incertezas.

## Exercícios

1. Considerando a experiência do capacitor de placas paralelas a tabela II mostra os resultados das medidas da capacitância em função da distância, calcule a incerteza total, que é o resultado da transferência da incerteza do eixo  $x$  para o eixo  $y$  somada com a incerteza de  $y$ , sabendo que a função ajustada é  $y = a/x + b$  onde  $a = (0,495 \pm 0,045) \text{ nFmm}$  e  $b = (0,039 \pm 0,045) \text{ nF}$ . Mostre os cálculos detalhadamente.

Tabela II. Medidas da capacitância em função da distância

Capacitância (nF)	Distância (mm)
$0,534 \pm 0,033$	$1,0 \pm 0,1$
$0,287 \pm 0,027$	$2,0 \pm 0,1$
$0,205 \pm 0,025$	$3,0 \pm 0,1$
$0,163 \pm 0,024$	$4,0 \pm 0,1$
$0,138 \pm 0,023$	$5,0 \pm 0,1$
$0,122 \pm 0,023$	$6,0 \pm 0,1$
$0,110 \pm 0,023$	$7,0 \pm 0,1$
$0,101 \pm 0,022$	$8,0 \pm 0,1$
$0,095 \pm 0,022$	$9,0 \pm 0,1$
$0,089 \pm 0,022$	$10,0 \pm 0,1$

2. Utilizando os dados da tabela II refaça o procedimento de análise de dados e obtenha a permissividade elétrica do material.