

Determinação da constante de tempo de um circuito RC

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Curitiba

Departamento Acadêmico de Física

Física Experimental – Eletricidade

Prof. Ricardo Canute Kamikawachi

Objetivo: Determinar experimentalmente a constante de tempo de um circuito RC.

Conteúdos: Ajuste numérico sobre dois ou mais conjuntos de dados, associação das incertezas e derivadas e integrais numéricas.

1. Procedimento

Inicialmente na fonte de tensão coloque o cursor de limitação de corrente em meio curso e certifique-se que o cursor de tensão está em zero. Não ligue a fonte de tensão antes da verificação do professor. Para obter a curva $V \times t$ monte o circuito conforme a figura 1. Na qual os voltímetros estão em paralelo com o resistor e o capacitor.

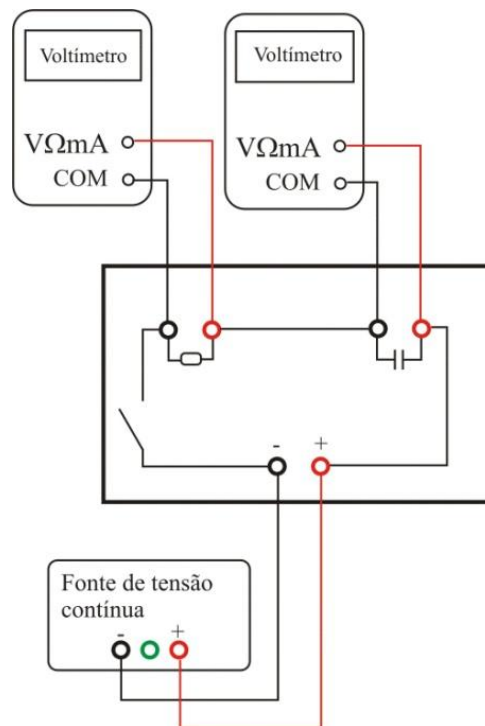


Figura 1. Configuração do circuito utilizado para a obtenção da curva $V \times t$ do circuito RC

Nos voltímetros selecione a escala de 20 V para realizar as medidas. Ajuste a fonte de tensão para 15 V e certifique-se que o cronômetro está marcando zero. Inicialmente mantenha a chave do circuito aberta para que o processo de carga do capacitor não se inicie. Ao fechar a chave do circuito inicialize o cronômetro para monitorar a variação da diferença de potencial no resistor e no capacitor. Anote o valor da ddp no resistor e no capacitor a cada 10 segundos nos primeiros 2 minutos do processo. Entre 2 minutos e 4 minutos colete os dados a cada 20 segundos, entre 4 minutos e 6 minutos colete os dados em intervalos de 30 segundos e nos 4 minutos finais do processo colete os dados a cada 60 segundos.

2. Análise de dados

No SCIDAVIS insira os dados de tempo na coluna 1 (coluna x), as incertezas do tempo na coluna 2 (xErr), os dados de tensão no resistor na coluna 3 (y) suas incertezas na coluna 4 (yErr), na coluna 5 (y) insira os dados da tensão no capacitor e na coluna 6 (yErr) as incertezas dessas medidas. Crie a coluna 7 para inserir as incertezas do tempo associadas ao segundo conjunto de dados, copie os dados da coluna 2 para esta coluna e defina essa coluna como incerteza de x. Gere o gráfico selecionando todos os dados da tabela. Note que o conjunto de dados da tensão no capacitor não apresenta as incertezas, para associar as incertezas a este conjunto de dados selecione a opção “format > plot...”. Em seguida selecione a coluna correspondente as incertezas de y (table1: 1(x),3(y),6(yErr)), note que estas incertezas estão associadas aos dados da coluna 3. Para associá-las aos dados da coluna 5 selecione a opção “Plot associations...”, figura 2.

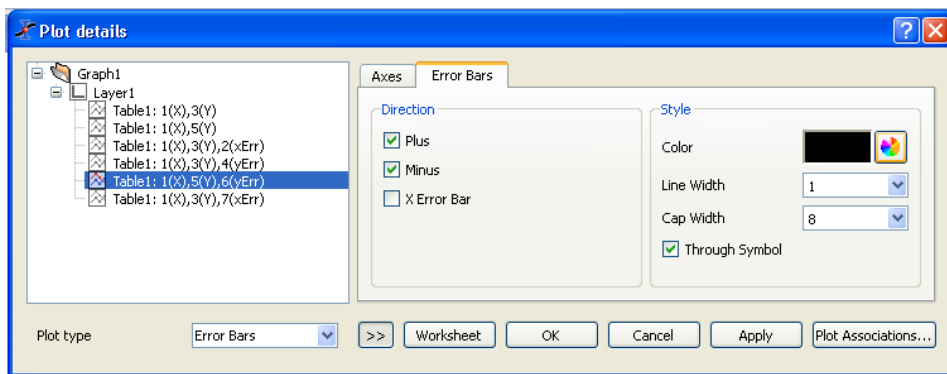


Figura 2. Janela de edição das associações dos dados

Ao selecionar a opção “Plot Associations” a janela mostrada na figura 3 será aberta.

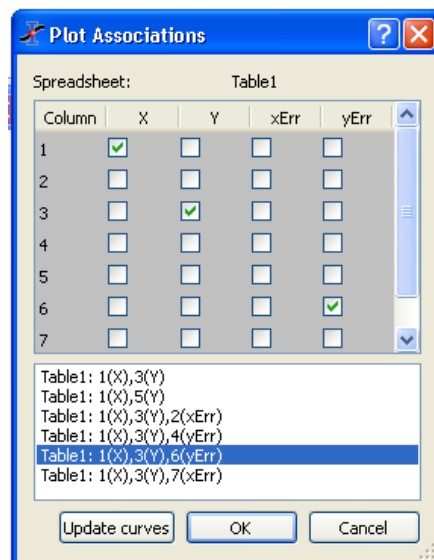


Figura 3. Janela de associação de incertezas

Mude a coluna y de 3 para 5 (check box) e atualize os dados (Update curves) faça o mesmo procedimento para os dados da coluna Table1: 1(x),3(y),7(xErr). Você pode mudar a cor das barras de incertezas na janela “Plot details” selecionando a opção “style > color”, como mostra a figura 2.

Para realizar o ajuste sobre cada um dos conjuntos de dados, abra a janela do assistente de ajuste (atalho “ctrl+y”) escreva a função a ser ajustada, para os dados do resistor a equação é:

$$V = V_0 e^{-x/T} \quad (1)$$

Desta forma defina como parâmetros V_0 e T , como mostra a figura 2.

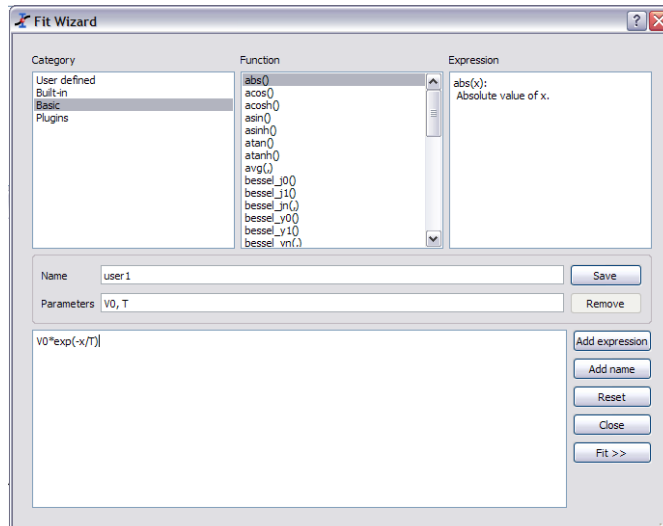


Figura 4. Definindo os parâmetros de ajuste e a equação de ajuste

Em seguida escolha a opção “Fit” e na opção “curve” escolha a coluna que contém os dados (Table1_3). Na opção “Y Error Source” selecione “Associated” como mostra a figura 5.

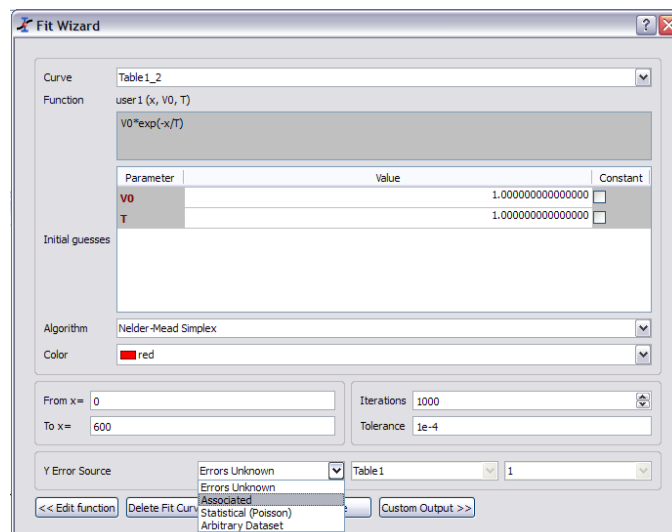


Figura 5. Definindo a fonte de erros

Repita o procedimento para os dados da tensão no capacitor. Para estes dados a função a ser ajustada é da forma:

$$V = V_0(1 - e^{-x/T}) \quad (2)$$

Portanto a sintaxe da equação (2) fica da seguinte forma:

$$V_0 * (1 - \exp(-x/T)) \quad (3)$$

Agora transfira as incertezas do eixo x para o eixo y e determine a constante de propagação.

Os resultados desta análise mostram a variação da diferença de potencial no capacitor e no resistor em função do tempo. É possível verificar a variação da corrente no circuito em função do tempo, para isso devemos inicialmente calcular a carga armazenada no capacitor em cada instante de tempo. Crie uma nova coluna na tabela (coluna 8) e multiplique os dados da tensão no capacitor pelo valor da capacitância 2200 μF . A curva de corrente pode ser obtida a partir da derivada sobre o conjunto de dados ou sobre o ajuste numérico. Para isso selecione a janela do gráfico e selecione a seguinte sequência de comandos no menu analysis>differentiate, figura 6 (a), em seguida será aberta uma janela para a escolha dos dados para o cálculo da derivada, figura 6(b), você poderá escolher os dados medidos ou o ajuste numérico.

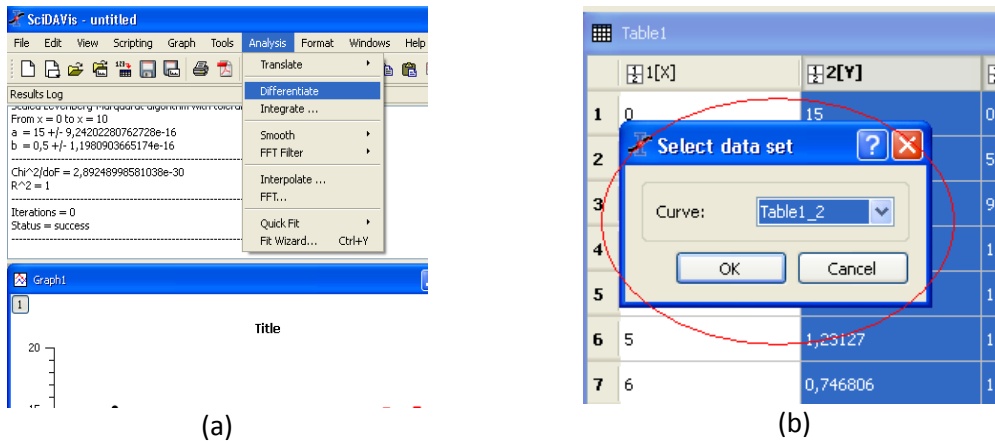


Figura 6. Sequência de comandos para o cálculo da derivada (a) e janela para a seleção do conjunto de dados

Após confirmar os dados um gráfico com a derivada será gerado, este gráfico mostra a variação da corrente em função do tempo.

Ainda é possível calcular a quantidade de carga armazenada no capacitor em um determinado intervalo de tempo calculando a integral da corrente dentro deste intervalo de tempo. Para isso selecione a janela do gráfico gerado a partir da derivada (do conjunto de dados do capacitor) e siga a sequência de comandos a partir do menu analysis>integrate. A janela mostrada na figura 7 será aberta e você poderá definir o conjunto de dados, o tipo de interpolação e os limites de integração. O resultado da integral é mostrado na janela Results Log como área, figura 7 (b).

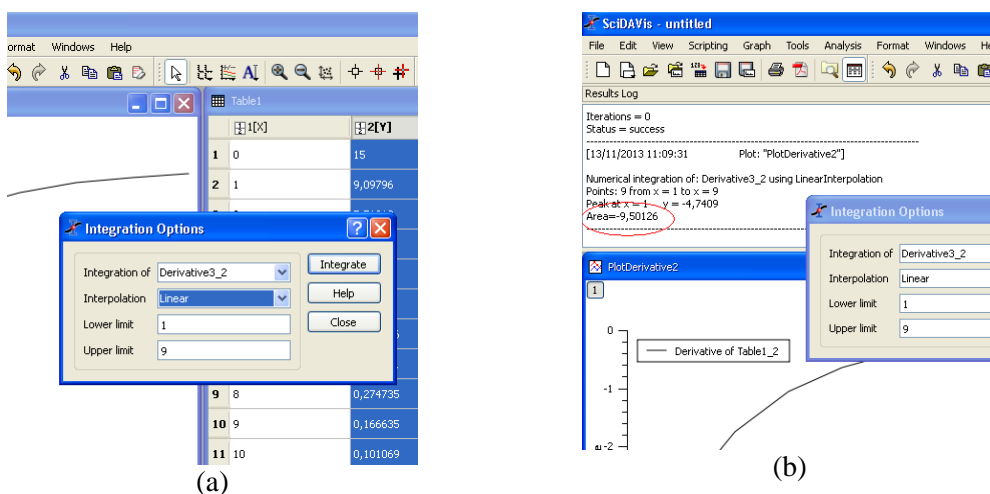


Figura 7. Janela para definição dos parâmetros de integração (a) e os resultados da integração (b)

Exercícios

1. Repita a análise de dados para o seguinte conjunto de dados obtidos no processo de descarga do capacitor.

Tabela II. Medidas da capacitância em função da distância

Tempo (s)	$V_C(V)$	$V_R(V)$
0	15,00	0,00
10	13,34	1,66
20	11,86	3,15
30	10,54	4,46
40	9,37	5,63
50	8,33	6,67
60	7,41	7,59
70	6,58	8,42
80	5,85	9,15
90	5,20	9,80
100	4,63	10,37
120	3,66	11,34
140	2,89	12,11
160	2,28	12,72
180	1,80	13,20
200	1,43	13,57
220	1,13	13,87
240	0,89	14,11
270	0,63	14,37
300	0,44	14,56
330	0,31	14,69
360	0,22	14,78
420	0,11	14,89
480	0,05	14,95
530	0,03	14,97
590	0,01	14,99