Capacitor e Circuitos RC

Eduardo Parducci - 170272
Lucas Koiti Geminiani Tamanaha - 182579
Rodrigo Seiji Piubeli Hirao - 186837
Tanus Vaz Szabo - 187308

7 de Junho de 2017

Conteúdo

1 Parte I **3**

1.1 Gráfico] . . . 3

1.2 A constante de tempo . . . 3

1.3 Constante de tempo vs valor esperado . . . 4

2 Parte 2 **5**

2.1 Gráfico] . . . 5

2.2 A constante de tempo . . . 5

2.3 Constante de tempo vs valor esperado . . . 5

3 Parte III **6**

3.1 Gráfico] . . . 6

3.2 Constante dielétrica do papel . . . 6

3.3 Valores obtidos vs Valor esperado . . . 7

3.4 Capacitância ‘parasita‘ . . . 7

3.5 Hipótese para calcular capacitância . . . 8

4 Geral **8**

4.1 Efeitos da resistência interna . . . 8

4.2 Fontes de Erro . . . 8

1 Parte I

1.1 Gráfico

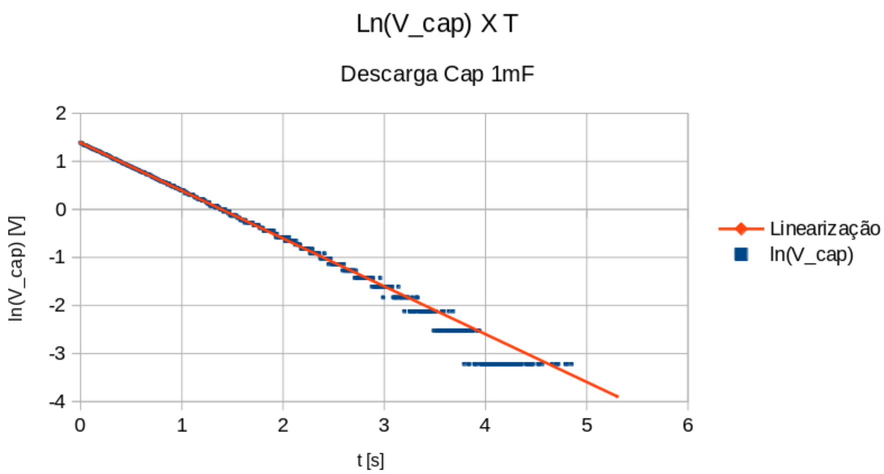

Figura 1: Gráfico de t por $ln(V_{cap})$

1.2 A constante de tempo

Ao observar os coeficientes do gráfico pode-se determinar a constante de tempo como sendo $-\frac{1}{A}$. Pois pela linearização da equação:

$$V_c = \epsilon \times exp(-\frac{1}{RC})$$

Obtemos:

$$ln(V_c) = ln(\epsilon) - \frac{t}{RC}$$

Dessa forma, obtem-se o valor de RC como $\frac{-1}{-1}$, sendo assim:

$$\tau = 1,00s$$

Para obter o seu erro deriva-se parcialmente a equação $\tau = -\frac{1}{A}$ em função de A, assim:

$$\Delta\tau^2 = (\frac{1}{A^4}) \times \Delta A^2 \Rightarrow \Delta\tau = \frac{\Delta A}{A^2}$$

Portanto, seu erro é:

$$\Delta\tau = 0,01s$$

Conclui-se que experimentalmente RC equivale a

$$RC = \tau = (1,00 \pm 0,01)s$$

1.3 Constante de tempo vs valor esperado

O valor teórico da constante de tempo é obtido através da Resistência e Capacitancia verificadas pelo multimetro. Dessa forma seus valores nominais são $R = (998 \pm 3)\Omega$ e $C = (0,966 \pm 0,003)mF$, os erros foram obtidos através do manual e a probabilidade retangular. Assim:

$$\tau = RC = 0,964s$$

E seu erro:

$$\Delta\tau = (\frac{\partial\tau}{\partial R})^2 \times \Delta R^2 + (\frac{\partial\tau}{\partial C})^2 \times \Delta C^2$$

Logo:

$$\Delta\tau = 0,04s$$

Portanto:

$$\tau = (0,96 \pm 0,04)s$$

O valor teórico comparado com o experimental acabam por coincidir dentro dos erros esperados.

$$\tau_{experimental} = (1,00 \pm 0,01)s$$

$$\tau_{teorico} = (0,96 \pm 0,04)s$$

2 Parte 2

2.1 Gráfico

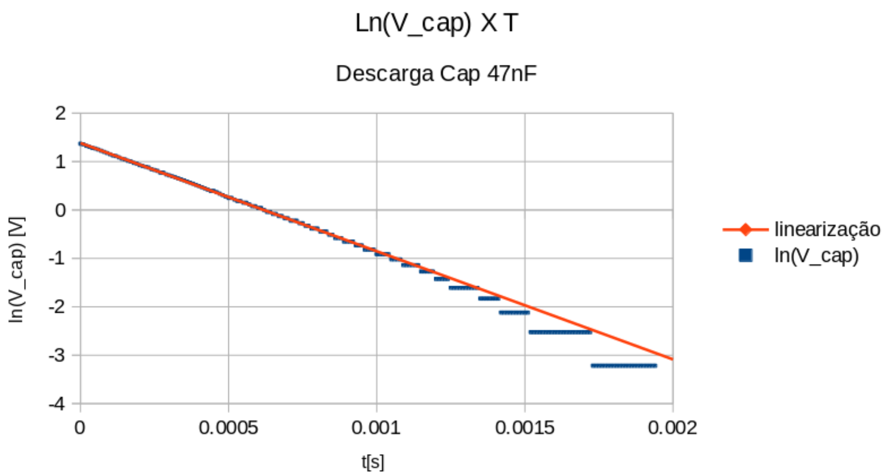

Figura 2: Gráfico de t por $ln(V_{cap})$

2.2 A constante de tempo

Similarmente ao que foi realizado na parte 1.2, pode-se determinar a constante de tempo e seu erro através das mesmas fórmulas já utilizadas. Assim:

$$\tau = -\frac{1}{A} = 4,476 \times 10^{-4} s = 447 \mu s$$

E seu erro:

$$\Delta\tau = 6 \times 10^{-6} s = 6 \mu s$$

Conclui-se que:

$$\tau = (448 \pm 6) \mu s$$

2.3 Constante de tempo vs valor esperado

Para a constante de tempo calculada através dos valores nominais ($R = (9,83 \pm 2) k\Omega$ e $C = (47,00 \pm 0,01) nF$) e seus erros, obtem-se:

$$\tau = RC = 0,00047 s = 470 \mu s$$

E seu erro:

$$\Delta\tau = (\frac{\partial\tau}{\partial R})^2 \times \Delta R^2 + (\frac{\partial\tau}{\partial C})^2 \times \Delta C^2$$

$$\Delta\tau = 0,000095s = 95\mu s$$

Portanto:

$$\tau = (470 \pm 90)\mu s$$

Concluiu-se, portanto, que os valores experimentais e teóricos concordam pois seus valores estão abrangidos nos erros esperados.

3 Parte III

3.1 Gráfico

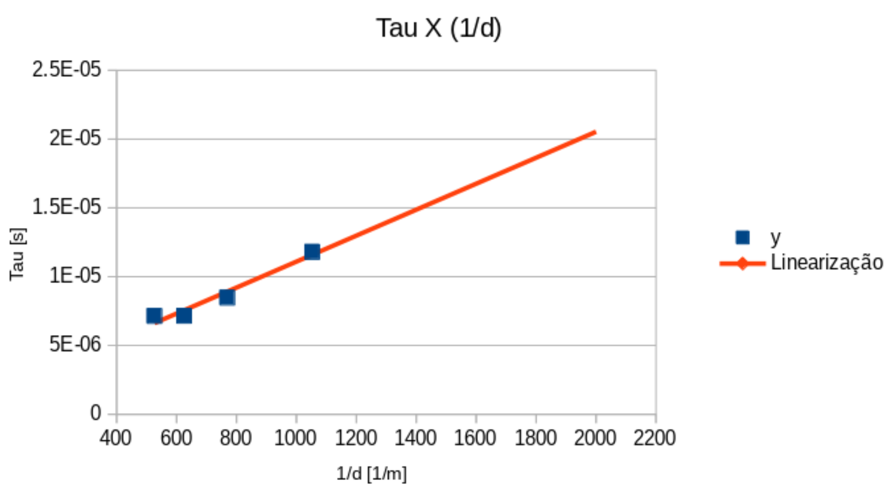

Figura 3: Gráfico de τ por $\frac{1}{d}$

3.2 Constante dielétrica do papel

Sabendo que a constante dielétrica depende apenas da geometria do material e da relação $\tau = RC$ podemos escrever a relação entre τ, a resistência do circuito e a geometria do capacitor da segunte forma:

$$\tau = \epsilon_0 RA \times \frac{1}{d} k$$

Onde k é a constande dielétrica a ser estudada.

De acordo com os dados obtidos no experimento, obtemos um valor de:

$$k_{teorico} = \frac{\tau d}{\epsilon_0 RA} = 7,04$$

$$\Delta k_{teorico} = \sqrt{(\frac{d}{R\epsilon_0 A})^2 \Delta\tau^2 + (\frac{\tau}{R\epsilon_0 A})^2 \Delta d^2 + (\frac{\tau d}{R^2\epsilon_0 A})^2 \Delta R^2 + (\frac{\tau d}{R\epsilon_0 A^2})^2 \Delta A^2} = 0.04$$

Logo:

$$k_{teorico} = 7,04 \pm 0,04$$

E praticamente pelo coeficiente angular:

$$a = 9,439 \times 10^{-9}$$

$$\Delta a = 3 \times 10^{-33}$$

Usando:

$$a = k\epsilon_0 RA \Rightarrow k = \frac{a}{\epsilon_0 RA}$$

$$\Delta a = \sqrt{(\frac{1}{\epsilon_0 RA})^2 \Delta a^2 + (\frac{a}{\epsilon_0 R^2 A})^2 \Delta R^2 + (\frac{a}{\epsilon_0 RA^2})^2 \Delta A^2}$$

Logo:

$$k = (6 \pm 1)$$

3.3 Valores obtidos vs Valor esperado

O valor da constante dielétrica do papel esperada estava entre 4 e 6, porém o encontrado teoriacamente foi $7,04 \pm 0,04$ o que não condiz, mas experimentalmente 6 ± 1 está dentro do esperado.

A constante dielétrica provavelmente se encontrou mais alta que o esperado pelo papel utilizado ser reciclado, por ter ar entre o papel e por ter sido desconsiderado a área do furo dos círculos de papel.

3.4 Capacitância 'parasita'

A partir do coeficiente linear do gráfico linearizado:

$$b = 1,657 \times 10^{-6}$$

$$\Delta b = 3 \times 10^{-7}$$

Podemos encontrar a Capacitância "parasita" C_p

$$C_p = \frac{b}{R}$$

$$\Delta C_p = \sqrt{(\frac{1}{R})^2 \Delta b^2 + (-\frac{b}{R^2})^2 \Delta R^2}$$

Logo:

$$C_p = 1,686 \times 10^{-10} F = 169pF$$
$$\Delta C_p = 4,59 \times 10^{-11} F = 46pF$$

O que se aproxima mas não abranje o alor esperado de 96pF (uma vez que o comprimento do cabo era de 1m).

3.5 Hipótese para calcular capacitância

Na analise dos dados obtidos em relação à capacitância pode-se notar que na hipotese utilizada para determinar seu valor, para quando a distancia é muito menor que o diametro, verifica-se que o calculo da constante dielétrica possui maior precisão. Dessa forma, obtem-se também um valor mais preciso para a capacitancia desejada. Assim, a hipótese utilizada mostra-se válida nesse caso.

4 Geral

4.1 Efeitos da resistência interna

Sabendo que existe uma resistência interna no gerador de ondas podemos calcular τ da seguinte forma:

$$\tau = (R + R_{int}) * C$$

Dessa forma observamos que, se $R >> R_{int}$, a interferência da resistência interna pode ser desprezada, como acontece nas partes 2 e 3 (onde $R = 10k\Omega$). Porém na parte 1 temos que $R_{int} \approx 0,2R$, ocasionando uma interferência significativa que pode ser observada no cálculo de $\tau_{teorico}$

4.2 Fontes de Erro

Bem como as fontes anteriormente citadas (resitências internas e capacitâncias parasitas) podemos ter uma variação das distâncias d do capacitor montado no laboratório, devido à variação de pressão ao fixar o papel entre as placas de alumínio, fator que não foi levado em consideração nos cálculos desse experimento.

Lista de Figuras

1 Gráfico de t por $ln(V_{cap})$ 3
2 Gráfico de t por $ln(V_{cap})$ 5
3 Gráfico de τ por $\frac{1}{d}$ 6

“A equipe declara que este relatório que está sendo entregue foi escrito por ela e que os resultados apresentados foram medidos por ela durante as aulas de F 329 no $1^{o} S/2017$. Declara ainda que o relatório contém um texto original que não foi submetido anteriormente em nenhuma disciplina dentro ou fora da Unicamp.”