

AL 2.2. CONSTRUÇÃO DE UM RELÓGIO LOGARÍTMICO

Autora: Fernanda Neri
Revisão Científica: Mário Rui Pereira

TI-Nspire™

Palavras-chave:

Corrente elétrica; diferença de potencial; Resistência; Condensador; Circuitos elétricos, Constante de tempo.

Ficheiros associados:

Relógio logarítmico_atividade_professor; relógio logarítmico_atividade_aluno e relógio.tns

1. Objetivo Geral

Determinar a curva de descarga de um condensador num circuito RC, reconhecer que este processo pode servir para medir o tempo, e obter o valor da capacidade do condensador.

2. Metas Específicas

1. Realizar a experiência a partir de um protocolo, montando os circuitos adequados.
2. Determinar a resistência de um multímetro no modo de voltímetro.
3. Medir a tensão nos terminais do condensador em função do tempo.
4. Elaborar e interpretar o gráfico do logaritmo neperiano da tensão, correspondente à descarga do condensador, em função do tempo, e determinar a capacidade do condensador a partir da reta de ajuste aos pontos experimentais.
5. Determinar os tempos decorridos até que a diferença de potencial decresça para metade e para um quarto do valor inicial.
6. Justificar que a descarga de um condensador funciona como um relógio logarítmico, reconhecendo-a como um processo de medição do tempo.

3. Comentários

Nesta experiência convém conhecer o intervalo de tempo adequado para fazer as medições que é aproximadamente $5x\tau_c$. τ_c é designada constante de tempo e é dada por RC.

Se por exemplo τ_c for igual a 100 s significa que ao fim de 100 s o condensador terá apenas 37% da sua carga inicial e a corrente elétrica será 37% do valor inicial pelo que se devem fazer medições com intervalos de tempo curtos.

O documento “relógio.tns” é um documento com resultados de uma atividade experimental efetuada.

4. Material

Unidade portátil TI-Nspire e ou Software TI-Nspire

Lab Cradle

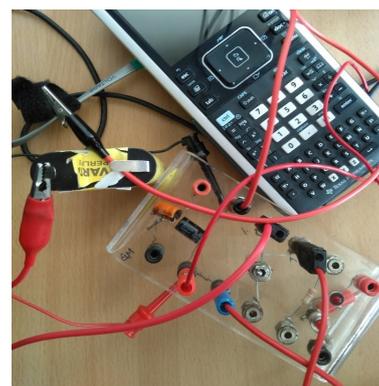
Sensor de tensão

Condensador

Pilha

Resistência

Fios com extremidades em banana e/ou crocodilo



Interruptor



Este trabalho é licenciado sob a Licença Internacional Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0.

Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

5. Procedimento

Coloque a unidade portátil no Lab Cradle

Ligue o sensor de tensão a um dos canais analógicos do Lab Cradle

Abra a aplicação Vernier DataQuest 

Determinação da força eletromotriz da pilha

- Meça em circuito aberto, a tensão nos terminais da pilha. Registe o valor. (E):

Determinação da resistência interna do voltímetro (sensor de tensão)

- Monte o circuito elétrico ligando em série a pilha, a resistência cujo valor é conhecido pelo código de cores, interruptor e o voltímetro (sensor de tensão). *Figura 3*
- Ligue o circuito e registe o valor indicado pelo sensor.
- Calcule a resistência interna do voltímetro.

Para carregar o condensador

- Monte o circuito com o condensador ligado à pilha de acordo com o esquema *Figura 4*
- Feche o circuito com a pilha ligando ao ponto 2.

Nota: Este tempo de carga é muito pequeno!

Para definir a duração aproximada de recolha de dados faça 5 vezes o valor do produto do valor da resistência pelo valor da capacidade do condensador. (Neste caso foi usada uma resistência de 10 k Ω e um condensador de 1000 μ F), por isso foi definido uma duração máxima de recolha de dados de 60 s.

Prima  para registar os valores das tensões. Quando a tensão estabilizar significa que o condensador está carregado.

Descarga do condensador

Comute o interruptor para o ponto 1 *Figura 4*

Inicie o registo de dados acionando a seta verde. 



Figura 2

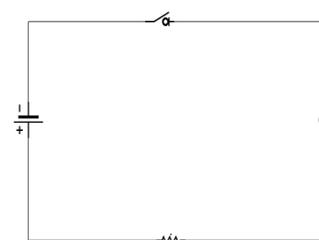


Figura 3

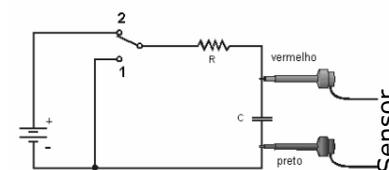


Figura 4

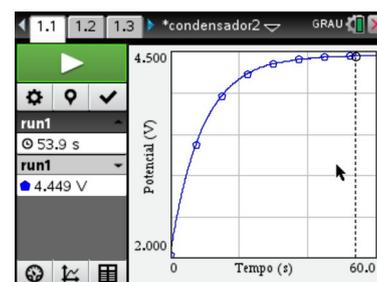


Figura 5

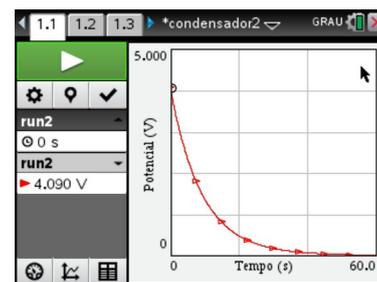


Figura 6



6. Resultados e Cálculos

Tensão nos terminais da Pilha(ϵ): 4,471 V

Resistência exterior 10 k Ω \pm 5%

Capacidade do condensador 1000 μ F

Tensão lida no voltímetro (sensor de tensão) $U_{\text{voltímetro}} = 3.468\text{V}$

Cálculo da resistência interna do voltímetro

$$U_{\text{gerador}} = U_{\text{voltímetro}} + U_{\text{resistência}} \Leftrightarrow \epsilon - rI = U_{\text{voltímetro}} + U_{\text{resistência}}$$

A resistência interna da pilha r , por ser muito pequena comparada com a resistência exterior é desprezável

$$\epsilon = U_{\text{vol}} + U_{\text{res}} \text{ então } U_{\text{res}} = R \quad \epsilon = (R_{\text{vol}} + R) \times I \Leftrightarrow (R_{\text{vol}} + R) \times \frac{U_{\text{vol}}}{R_{\text{vol}}}$$

$$R_{\text{vol}} = \frac{U_{\text{vol}}}{\epsilon - U_{\text{vol}}} R$$

$$R_{\text{vol}} = \frac{3,468}{4,471 - 3,468} \times 10000$$

$$R_{\text{vol}} = 34576,3 \Omega$$

Cálculo da constante de tempo

$$\text{Considerando } \tau = R_{\text{vol}} \times C \text{ temos } \tau = 34 \text{ s}$$

Transfira os dados para a página Listas e Folha de Cálculo. (Figura 7)

[menu] [7]: Enviar para [1] Listas e Folhas de Cálculo

Crie uma 3ª coluna com o $\ln U$ (Figura 8)

Abra uma nova página de Dados e Estatística e faça o gráfico de $\ln U = f(t)$ para o respetivo ensaio

Faça a regressão do conjunto de dados obtidos(Figura 9).

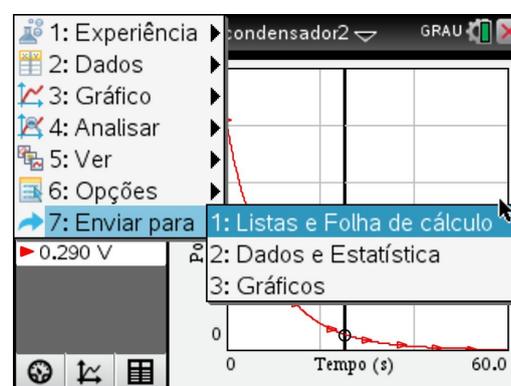


Figura 7

	C	D	E	F
	run2.t...	run2.p...	lnu	=ln('run2.p
1	0.	4.09011	1.40857	
2	0.1	4.03959	1.39614	
3	0.2	3.99468	1.38496	
4	0.3	3.95539	1.37508	
5	0.4	3.90487	1.36222	

Figura 8

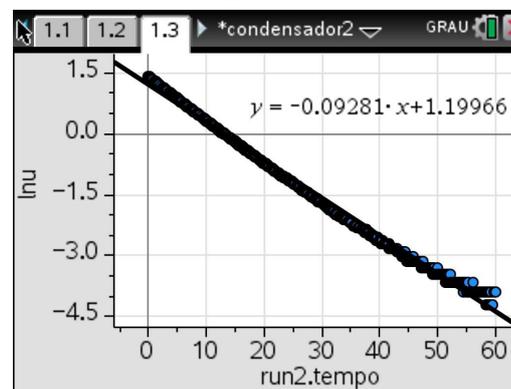


Figura 9

Cálculo da capacidade do condensador

$$\text{Pela expressão } \ln U = \ln U_0 - \frac{t}{RC}$$

infere-se que o declive da reta é $1/RC$ que neste caso é igual a $-0,09281$

Pelo que $C = 1077 \mu\text{F}$



Este trabalho é licenciado sob a Licença Internacional Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0.

Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

O erro relativo percentual pode ser calculado da seguinte forma

$$\varepsilon_r(\%) = \frac{|C - C_{\text{exp}}|}{C} \times 100$$

Neste caso o erro percentual é de 7,7 %

8. Conclusões

O erro obtido é um pouco superior ao desejado.

As condições do equipamento utilizado e/ou uma deficiente calibração do voltímetro poderá conduzir a estes resultados. O uso de uma tensão superior também minimiza o erro.

Nesta atividade utilizamos um circuito RC, pois este circuito é composto apenas por uma resistência e um condensador, produzindo correntes designadas por correntes transitórias uma vez que têm um tempo de vida muito curto.

A descarga de um condensador pode funcionar como um relógio logarítmico porque os tempos medidos numa descarga de um circuito RC são sempre dados pela função logarítmica.

Estes circuitos têm diversas aplicações tais como em pacemakers ou flashes de máquinas fotográficas entre outras.

