

Eletricidade & Magnetismo

(2014-2015)

Proposta de Resolução do Relatório Individual de Laboratório

12 de dezembro de 2014

Turma P9

Versão A

Cotações:

Questão	1	2	3	Total
Pontos	50	75	75	200
Obtidos				

1. Trabalho Prático 4 : Circuito RC

Recorde o Trabalho Prático 4, no qual estudou a resposta transitória do circuito RC.

Neste trabalho procedeu ao carregamento de um condensador, com capacidade conhecida $C = 10\,000 \pm 20\% \mu\text{F}$, usando o circuito da Fig. 1 e registou na Tabela 1 a d.d.p. nos terminais do condensador em função do tempo $v_C(t)$.

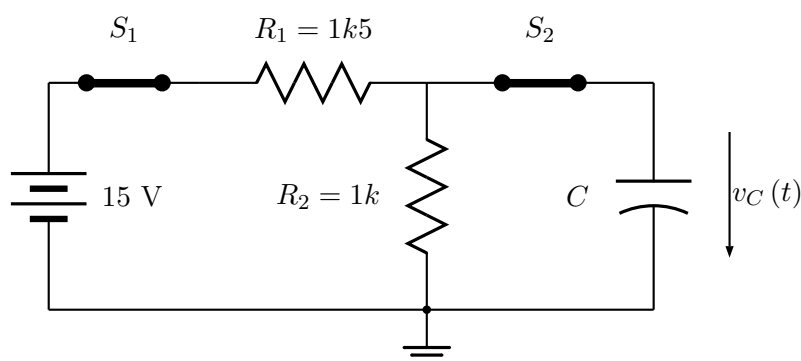


Figura 1: Circuito de carregamento do condensador.

Tabela 1: Tensão (v_C) nos terminais do condensador em função do instante de tempo (t).

$t \pm 1$ (s)	0	6	12	18	24	30
$v_C \pm 0.01$ (V)	0.02	3.80	5.18	5.70	5.88	5.96

25

- (a) Sabendo que a d.d.p. nos terminais do condensador cresce exponencialmente, segundo a Eq. 1, linearize esta expressão e determine experimentalmente a constante de tempo de carga do condensador τ e respetivo erro associado $\Delta\tau$, usando as medidas experimentais diretas presentes na Tabela 1.

Nota: Não precisa de representar graficamente os pontos experimentais e a reta da linearização.

$$v_C(t) = \varepsilon \left[1 - e\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right] \quad (1)$$

Resposta:

Proposta de linearização da Eq. 1:

$$v_C(t) = \varepsilon \left[1 - e\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right] \Leftrightarrow \frac{v_C(t)}{\varepsilon} = \left[1 - e\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right] \Leftrightarrow \frac{v_C(t)}{\varepsilon} - 1 = -e\left(-\frac{t}{\tau}\right) \Leftrightarrow 1 - \frac{v_C(t)}{\varepsilon} = e\left(-\frac{t}{\tau}\right) \Leftrightarrow$$

$$\ln \left[1 - \frac{v_C(t)}{\varepsilon} \right] = -\frac{t}{\tau} \Leftrightarrow -t = \tau \ln \left[1 - \frac{v_C(t)}{\varepsilon} \right]$$

$$y = -t, \quad x = \ln \left[1 - \frac{v_C(t)}{\varepsilon} \right], \quad m = \tau, \quad b = 0$$

Deve-se sempre confirmar que $\Delta y \gg |m\Delta x|$, mas por falta de outros conhecimentos, avança-se com a análise.

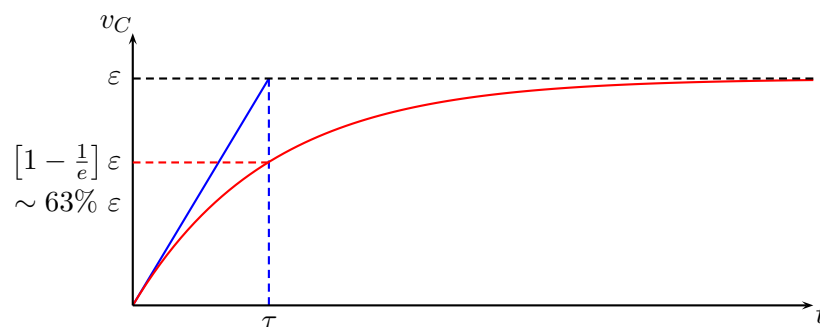
Método dos Mínimos Desvios Quadrados (MMDQ):

$$m = \tau, \quad b = 0, \quad r^2 =$$

15

- (b) Explique qual o significado físico da constante de tempo de carregamento do condensador τ . Pode recorrer a esboços gráficos, caso lhe seja conveniente.

Resposta:



Na hipótese de que o carregamento do condensador tenha um comportamento linear (curva a azul), a constante de tempo τ será o tempo necessário a este ficar totalmente carregado. Contudo, como o condensador exibe um comportamento exponencial de carregamento (curva a vermelho), a constante de tempo τ corresponde ao tempo necessário ao condensador a adquirir $[1 - \frac{1}{e}]$ (ou seja, $\sim 63\%$) da carga máxima.

10

- (c) De que modo teria de alterar o circuito da Fig. 1 para aumentar o valor da constante de tempo de carregamento do condensador τ ?

Resposta:

Atendendo ao circuito da Fig. 1, a constante de tempo de carregamento do condensador é dada por $\tau = (R_1 || R_2)C$. Para aumentar esta grandeza, mantendo a capacidade do condensador, teria que se alterar as resistências, no seu conjunto ou isoladamente, de modo que a associação de resistências $R_1 || R_2$ aumentasse o seu valor.

2. Trabalho Prático 6 : Indução Eletromagnética

Recorde o trabalho prático sobre a Indução eletromagnética.

10

- (a) Na primeira parte deste trabalho montou o circuito da Fig. 2, com o objetivo de estudar a Lei de Faraday

e de Lenz, na qual se varia o fluxo magnético através de uma bobina quando esta está em movimento relativo a uma outra, percorrida por uma corrente I .

Descreva o que observou no movimento dos ponteiros do galvanômetro, quando afastou a bobina 2 e, à luz das leis de Faraday e de Lenz, indique o sentido da corrente induzida no circuito da bobina 2.

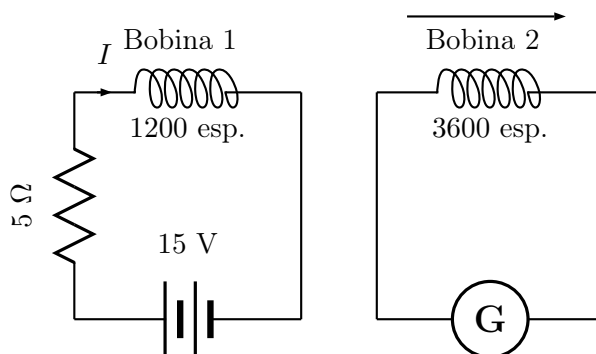


Figura 2:

Resposta:

- (b) Considere um circuito no qual estão ligados em série um gerador de sinal, uma resistência de $R = 100 \, \Omega$ e um solenoide de raio $r = 1.38 \, \text{cm}$ e $N/l = 3000$ espiras por metro. Uma bobina de $N_b = 1200$ espiras envolve o solenoide.

- i. Sabendo que a força eletromotriz (f.e.m.) induzida na bobina dada pela Eq. 2, determine o coeficiente de indução mútua esperado.

$$\varepsilon = \pi \mu_0 \frac{N}{l} r^2 N_b \frac{di}{dt} \quad (2)$$

Resposta:

Como $\varepsilon = M \frac{di}{dt}$, facilmente se infere da Eq. 2 que o coeficiente de indução mútua esperado é dado por:

$$M = \pi \mu_0 \frac{N}{l} r^2 N_b$$

- (c) Considere um circuito no qual estão ligados em série um gerador de sinal e uma bobina (1200 espiras, resistência de $13 \, \Omega$ e coeficiente de auto-indutância $L = 54 \, \text{mH}$.)

Aplicou-se um sinal sinusoidal à bobina, observando-o no Canal A do osciloscópio (Fig 3. - *tracejado*) tendo-se observado no Canal B dos osciloscópio (Fig 3. - *cheio*) o sinal induzido no solenoide.

- i. Calcule o coeficiente de indução mútua do circuito e compare-o com o valor obtido em (b).

Resposta:

- ii. Se o sinal aplicado (Canal A) fosse quadrangular, o sinal induzido (Canal B) seria triangular? Justifique a sua resposta.

Resposta:

Não. Como já se constatou em alíneas anteriores, a f.e.m. induzida $\varepsilon \propto \frac{di}{dt}$ logo se o sinal aplicado é de forma quadrangular, a sua derivada é nula nos patamares extremos dos sinais, havendo apenas descontinuidade na transição da componente positiva para a negativa (e vice-versa) do sinal aplicado. Isso traduzir-se-ia num sinal induzido praticamente nulo, apresentando descontinuidades.

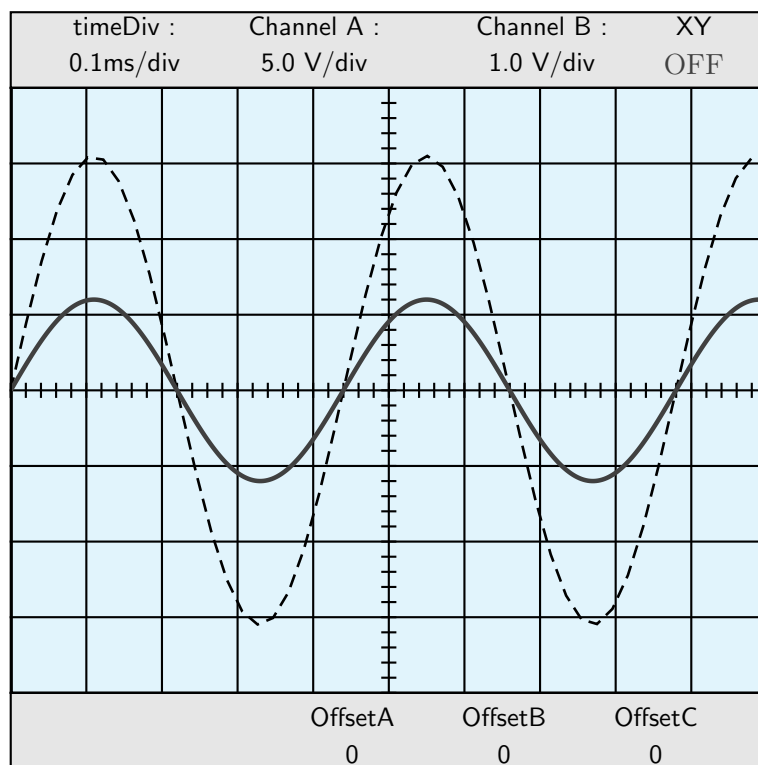


Figura 3: Visor do osciloscópio. O Canal A está representado a tracejado enquanto o Canal B a cheio.

3. Trabalho Prático 5 : Bobinas de Helmholtz

Recorde o trabalho prático sobre o estudo do campo magnético produzido pelas Bobinas de Helmholtz. Os resultados experimentais obtidos estão representados no gráfico da Fig. 4. Cada bobina tem de raio $R = 3.5$ cm.

- 20 (a) A medição do campo foi feita com recurso a uma sonda de efeito de Hall. Justifique a necessidade de proceder à sua calibração e explique como fez essa calibração.

Resposta:

- 15 (b) Sabendo que a constante de calibração da sonda $C_c \pm \Delta C_c = 34.9 \pm 0.5$ (mT/V), determine o valor do campo magnético para a Bobina 2 e respetivo erro, na posição $x = 11.5$ cm.

Resposta:

- 10 (c) Indique, justificando, se trabalhou em configuração de Helmholtz e indique também uma possível aplicação para esta configuração de bobinas.

Resposta:

- 15 (d) Conclua, através do gráfico, se se verifica ou não o princípio da sobreposição do campo magnetico no caso em que as bobinas têm corrente a fluir em sentidos opostos.

Resposta:

- 15 (e) Determine a corrente aplicada na bobina 2 se esta tiver 200 espiras, sabendo que o campo magnético por uma espira ao longo do seu eixo é dado pela Eq. 3.

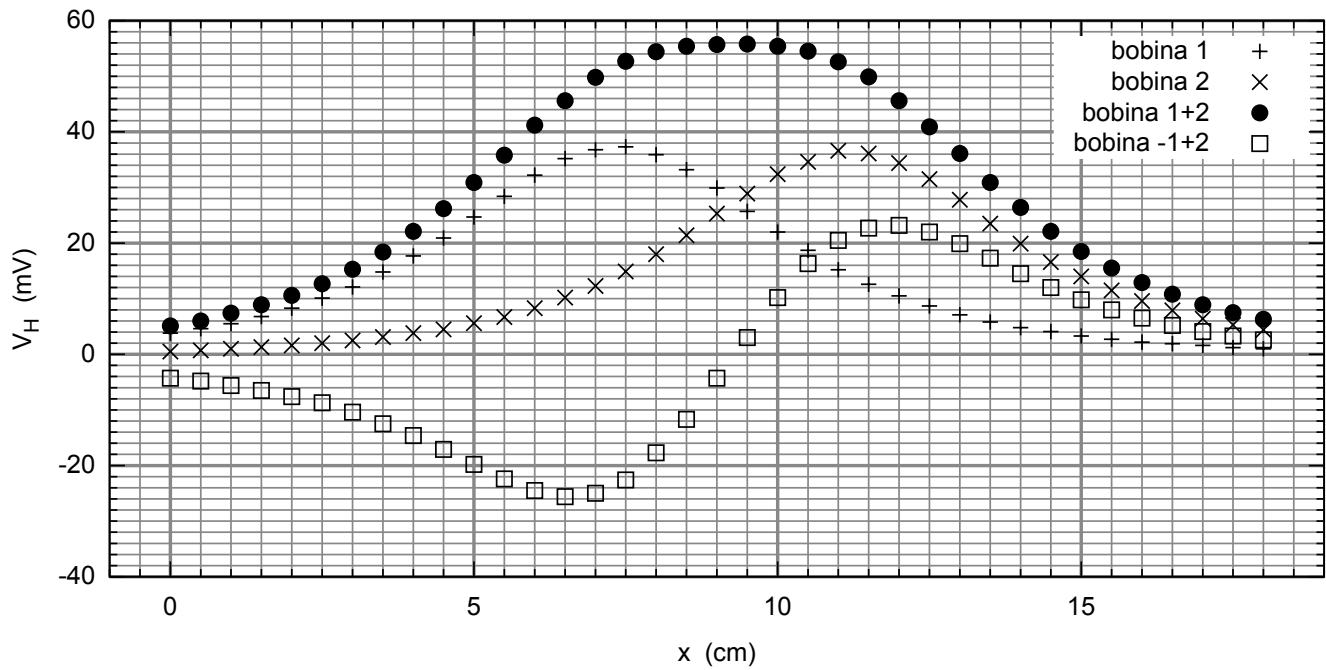


Figura 4: Tensão de Hall ao longo do eixo das bobinas.

$$B(x) = \frac{\mu_0}{2} \frac{IR^2}{(R^2 + x^2)^{3/2}} \quad (3)$$

Resposta: