

Física 3 - EMB5043

Prof. Diego Duarte

Circuitos LC, RLC e equações de Maxwell (lista 11)

19 de agosto de 2022

1. Em um circuito LC oscilante, $L = 3,00 \text{ mH}$ e $C = 2,70 \mu\text{F}$. No instante $t = 0$, a carga do capacitor é zero e a corrente é $2,00 \text{ A}$. (a) Qual é a carga máxima do capacitor? (b) Em que instante de tempo $t > 0$ a taxa com a qual a energia é armazenada no capacitor é máxima pela primeira vez? (c) Qual é o valor da taxa?

Resposta: (a) $0,180 \text{ mC}$ (b) $70,7 \mu\text{s}$ (c) $66,7 \text{ W}$.

2. Na figura 1, $R = 14,0 \Omega$, $C = 6,20 \mu\text{F}$ e $L = 54,0 \text{ mH}$ e a fonte ideal tem uma força eletromotriz $\xi = 34,0 \text{ V}$. A chave é mantida na posição a por um longo tempo e depois é colocada na posição b . Determine (a) a frequência e (b) a amplitude das oscilações resultantes.

Resposta: (a) 275 Hz (b) 365 mA .

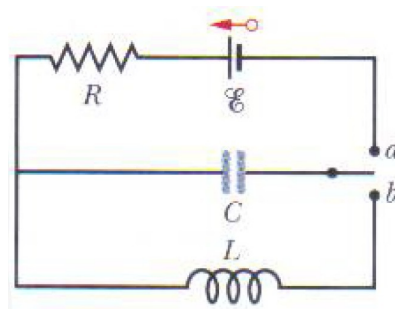


Figura 1: Exercício 1.

3. Em um circuito LC oscilante com $C = 64,0 \mu\text{F}$, a corrente é dada por $i(t) = 1,60 \sin(2500t + 0,680)$, em que t está em segundos, i em ampères e a fase em radianos. (a) Quanto tempo após o instante $t = 0$,

a corrente atinge o valor máximo? (b) Qual é o valor da indutância L ?
(c) Qual é a energia total?

Resposta: (a) $356 \mu s$ (b) $2,50 \text{ mH}$ (c) $3,20 \text{ mJ}$.

4. Que resistência deve ser ligada em série com uma indutância $L = 220 \text{ mH}$ e uma capacitância $C = 12,0 \mu\text{F}$ para que a carga máxima do capacitor caia para 99,9% do valor inicial após 50,0 ciclos? Assuma $\omega' \approx \omega$.

Resposta: $8,66 \text{ m}\Omega$

5. Um circuito RLC em série possui $R = 5,00 \Omega$, $C = 20,0 \mu\text{F}$, $L = 1,00 \text{ H}$ e $\epsilon = 30,0 \text{ V}$. (a) Para que frequência angular a amplitude da corrente é máxima? (b) Qual é o valor máximo da corrente? (c) Para quais frequências angulares a amplitude da corrente é a metade da corrente máxima? (d) Calcule diferença entre as frequências encontradas no item (c) para $R = 10, 5,0$ e $1,0 \Omega$. O que podemos dizer da seletividade do circuito nestes três casos?

Dica: observe que você terá uma equação com quatro raízes no item (c) e apenas duas delas possuem significado físico.

Resposta: (a) 224 rad/s (b) $6,00 \text{ A}$ (c) 219 rad/s e 228 rad/s .

6. Na figura 2, um gerador de frequência ajustável é ligado a um circuito formado pela resistência $R = 100 \Omega$, as indutâncias $L_1 = 1,70 \text{ mH}$, $L_2 = 2,30 \text{ mH}$ e as capacitâncias $C_1 = 4,00 \mu\text{F}$, $C_2 = 2,50 \mu\text{F}$ e $C_3 = 3,50 \mu\text{F}$. (a) Qual é a frequência de ressonância do circuito?. Determine o que acontece com a frequência de ressonância (b) quando R aumenta; (c) quando L_1 aumenta; (d) quando C_3 é removido do circuito.

Resposta: (a) 796 Hz (b) permanece a mesma (c) diminui (d) aumenta

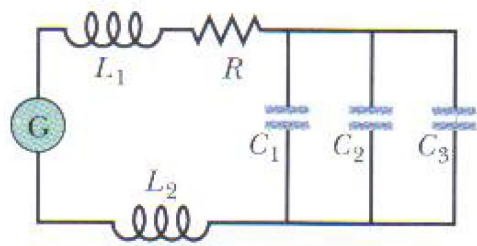


Figura 2: Exercício 6.

7. Um transformador possui 500 espiras no primário e 10 espiras no secundário. (a) Se V_p é 120 V (rms), quanto é V_s , com o secundário em

circuito aberto? Se o secundário está ligado a uma carga resistiva de $15\ \Omega$, determine (b) a corrente no primário e (c) a corrente no secundário.

Resposta: (a) 2,4 V (b) 3,2 mA (c) 0,16 A.

8. Um gerador de corrente alternada (CA) alimenta uma carga resistiva em uma fábrica distante por meio de uma linha de transmissão de dois cabos. Na fábrica, um transformador abaixador de tensão reduz a tensão do valor de transmissão V_t (rms) para um valor muito menor que é mais seguro e conveniente para ser usado na fábrica. A resistência da linha de transmissão é $0,30\ \Omega/\text{cabo}$ e a potência do gerador é 250 kW. Se $V_t = 80\ \text{kV}$, determine (a) a queda de tensão ΔV na linha de transmissão e (b) a potência P_d dissipada na linha. Se $V_t = 8,0\ \text{kV}$, determine o valor (c) de ΔV e (d) de P_d . Se $V_t = 0,80\ \text{kV}$, determine o valor (e) de ΔV e (f) de P_d .

Resposta: (a) 1,9 V (b) 5,9 W (c) 19 V (d) $5,9 \times 10^2\ \text{W}$ (e) 0,19 kV (f) 59 kW.

9. As quatro equações de Maxwell são dadas pela lei de Gauss, lei de Ampère e lei de Faraday. A lei de Gauss possui duas representações, sendo uma para a eletrostática e outra para o magnetismo. A lei de Gauss para o magnetismo mostra que não existem monopólos. Isto fica evidente quando aplicamos a lei de Gauss para um ímã. O fluxo que sai da superfície gaussiana pelo pólo norte é o mesmo fluxo que entra na superfície em direção do pólo sul. Por mais que o ímã seja fatiado inúmeras vezes, sempre haverão 2 pólos magnéticos o fluxo total sempre será zero, ao contrário da lei da Gauss aplicado para cargas elétricas. Desta forma, podemos escrever as quatro equações de Maxwell na forma integral como:

- Lei de Gauss (eletrostática):

$$\oiint_S \vec{E} \cdot \vec{n} dA = \frac{q}{\epsilon_0} \quad (1)$$

- Lei de Gauss (magnetismo):

$$\oiint_S \vec{B} \cdot \vec{n} dA = 0 \quad (2)$$

- Lei de Ampère:

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i \quad (3)$$

- Lei de Faraday:

$$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\phi}{dt} \quad (4)$$

Utilizando os teoremas da divergência e rotacional, mostre que as equações 1-4 podem ser escritas na forma diferencial:

- Lei de Gauss (eletrostática):

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad (5)$$

- Lei de Gauss (magnetismo):

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \quad (6)$$

- Lei de Ampère:

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} \quad (7)$$

- Lei de Faraday:

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{d\vec{B}}{dt} \quad (8)$$

em que ρ representa a densidade de carga elétrica do meio e J a densidade de corrente. Interprete fisicamente as equações 5-8 e mostre qual delas seria violada caso existissem monopólos magnéticos. Explique.

10. Demonstre a corrente de deslocamento de Maxwell e mostre que a velocidade de uma onda eletromagnética no vácuo é dada por $(\mu_0 \epsilon_0)^{-1/2}$, em que μ_0 e ϵ_0 representam a permeabilidade magnética e a permissividade elétrica do vácuo, respectivamente.