Aluno: Raphael Henrique Braga Leivas

Código fonte LaTeX desse arquivo pode ser visto em meu GitHub pessoal:

https://github.com/RaphaelLeivas/latex/tree/main/ListaCEII

Aceito sugestões de melhoria do código :)

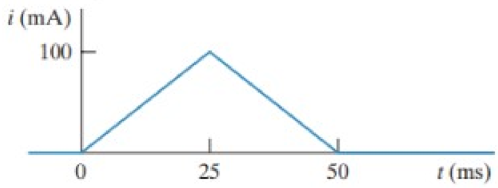
Problema P6.2

6.2 Pspice Multisim O pulso triangular de corrente mostrado na Figura P6.2 é aplicado a um indutor de 500 mH.

a) Escreva as expressões que descrevem $i(t)$ nos quatro intervalos $t < 0$, $0 \leq t \leq 25$ ms, 25 ms $\leq t \leq 50$ ms e $t > 50$ ms.

b) Deduza as expressões para a tensão, potência e energia do indutor. Use a convenção passiva.

Figura P6.2



(a)

Usando a figura, temos as expressões de $i(t)$ dadas por

$$i(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ \frac{100 \cdot 10^{-3} - 0}{25 \cdot 10^{-3} - 0}\, t, & 0 \leq t < 25 \text{ ms} \\ \frac{0 - 100 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-3} - 25 \cdot 10^{-3}}\, t + (200 \cdot 10^{-3}), & 25 \leq t < 50 \text{ ms} \\ 0, & t \geq 50 \text{ ms} \end{cases} = \begin{cases} 0 \text{ A}, & t < 0 \\ 4t \text{ A}, & 0 \leq t < 25 \text{ ms} \\ 0.2 - 4t \text{ A}, & 25 \leq t < 50 \text{ ms} \\ 0 \text{ A}, & t \geq 50 \text{ ms} \end{cases}$$

(b)

Sabemos que a tensão em um indutor é dada por

$$v(t) = L \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} \tag{6.2.1}$$

Portanto, aplicando (6.2.1) sobre o resultado do item (a), temos

$$v(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ L \cdot 4, & 0 \leq t < 25 \text{ ms} \\ L \cdot (-4), & 25 \leq t < 50 \text{ ms} \\ 0, & t \geq 50 \text{ ms} \end{cases} = \begin{cases} 0 \text{ V}, & t < 0 \\ 2 \text{ V}, & 0 \leq t < 25 \text{ ms} \\ -2 \text{ V}, & 25 \leq t < 50 \text{ ms} \\ 0 \text{ V}, & t \geq 50 \text{ ms} \end{cases}$$

Além disso, temos que a potência no indutor é dada por

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) \tag{6.2.2}$$

Assim,

$$p(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ 4t \cdot 2, & 0 \leq t < 25 \text{ ms} \\ (0.2 - 4t) \cdot (-2), & 25 \leq t < 50 \text{ ms} \\ 0, & t \geq 50 \text{ ms} \end{cases} = \begin{cases} 0 \text{ W}, & t < 0 \\ 8t \text{ W}, & 0 \leq t < 25 \text{ ms} \\ 8t - 0.4 \text{ W}, & 25 \leq t < 50 \text{ ms} \\ 0 \text{ W}, & t \geq 50 \text{ ms} \end{cases}$$

Finalmente, podemos determinar a energia $E(t)$ no indutor a partir de (6.2.2).

$$p(t) = v(t) \cdot i(t)$$

Subsituindo (6.2.1), temos

$$p(t) = L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} \cdot i(t) = L\ i(t)\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$$

Note que a potência é energia por unidade de tempo, logo $p(t) = \dfrac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}t}$. Substituindo,

$$\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}t} = L\ i(t)\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$$

$$dE = L\ i(t) di$$

Integrando ambos lados, temos

$$\int_{t_i}^{t_f} E(t)\, dt = \int_{i_i}^{i_f} Li(t)\, di$$

$$E(t_f) - E(t_i) = \frac{1}{2}L\left[i_f^2 - i_i^2\right]$$

Assumimos a corrente inicial $i_i = 0$ e energia inicial $E_i = 0$ também nula. Além disso, fazemos a energia final $E(t_f) = E(t)$ e a corrente do estado final como $i_f = i(t)$. Assim, isolando E,

$$E(t) = \frac{1}{2}L\left[i(t)\right]^2 \tag{6.2.3}$$

Usando (6.2.3), temos

$$E(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ \frac{1}{2}L(4t)^2, & 0 \leq t < 25 \text{ ms} \\ \frac{1}{2}L(0.2 - 4t)^2, & 25 \leq t < 50 \text{ ms} \\ 0, & t \geq 50 \text{ ms} \end{cases} = \begin{cases} 0 \text{ J}, & t < 0 \\ 4t^2 \text{ J}, & 0 \leq t < 25 \text{ ms} \\ 0.01 - 0.4t + 4t^2 \text{ J}, & 25 \leq t < 50 \text{ ms} \\ 0 \text{ J}, & t \geq 50 \text{ ms} \end{cases}$$