



SIMULAÇÃO COM CIRCUITOS RLC

OBJETIVOS

- Demonstrar graficamente, via software, o defasamento entre as ondas de tensão e corrente para os circuitos *RLC*.
- Plotar as componentes de potência instantânea dos circuitos *R*, *RC* e *RLC*.
- Usar o aplicativo Scilab na análise de circuitos elétricos em *ca*.

MATERIAL A SER UTILIZADO NA PRÁTICA

- Computador
- Aplicativo Scilab

CONCEITO TEÓRICO

Um circuito elétrico com componentes passivos (*RLC*) lineares e excitado por fonte senoidal, quando operando em regime permanente, a corrente que flui no circuito é também senoidal, de mesma frequência angular da tensão da fonte, podendo apresentar deslocamento de fase entre as ondas.

$$v(t) = V_p \text{sen}(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

$$i(t) = V_p \text{sen}(\omega t + \delta) \quad (2)$$

A diferença angular entre as ondas $\theta = \varphi - \delta$ pode ser nula, positiva e negativa. Em um circuito resistivo $\varphi = \delta$; em um circuito em que predomine a natureza indutiva da componente reativa, tem-se que $\varphi > \delta$, o que indica que a corrente está atrasada da tensão; por outro lado, quando $\varphi < \delta$, a natureza reativa predominante é capacitiva, estando a corrente adiantada da tensão.

A potência suprida pela fonte ao circuito é dada por:

$$p(t) = \frac{dW}{dt} = \frac{dW}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = v(t) \cdot i(t) \quad (3)$$

A potência no domínio do tempo para circuitos em corrente alternada resultará em:

$$\begin{aligned} p(t) &= V_p \text{sen}(\omega t) \cdot I_p \text{sen}(\omega t \pm \theta) \\ &= \frac{V_p I_p}{2} [(1 - \cos(2\omega t)) \cos\theta \pm \text{sen}(2\omega t) \text{sen}\theta] \end{aligned} \quad (4)$$

Quando $\theta = 0^\circ$, o circuito é resistivo e somente o termo em $\cos\theta$ é diferente de zero. Por outro lado, para $\theta = \pm 90^\circ$, somente o termo em $\text{sen}\theta$ é não nulo.

Se para o cálculo de $p(t)$ a corrente for usada como referência, tem-se que os sinais da potência reativa serão comutados.

$$\begin{aligned} p(t) &= V_p \sin(\omega t \pm \theta) \cdot I_p \sin(\omega t) \\ &= V_{EF} I_{EF} \cos\theta (1 - \cos(2\omega t)) \mp V_{EF} I_{EF} \sin\theta \sin(2\omega t) \end{aligned} \quad (5)$$

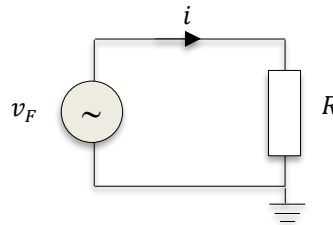
Vale observar, no entanto, que a potência reativa é oscilante, com valor médio nulo, e mantém a dualidade entre potência reativa indutiva e capacitiva. Para a potência ativa, em sendo $\cos\theta$ uma função par, não importa se o ângulo está no 1º ou 4º quadrante.

Um circuito RLC é um caso particular de circuito RC ou RL , que depende da componente reativa de maior predominância no circuito.

Para cada problema apresentado obter a impressão da saída gráfica no Scilab.

PROBLEMA 1

Uma corrente $i(t) = 5\sin(110t + 30^\circ)[A]$ flui em um circuito puramente resistivo de 2Ω .



- Calcular a tensão instantânea $v_F(t)$ através do resistor.
- Plote dois ciclos da onda de tensão e corrente em um mesmo gráfico, e observe a defasagem entre as ondas. Considere o tempo variando de zero até $t = 2T$, sendo T o período da onda.

PROCEDIMENTO SCILAB

- Crie um vetor que represente o tempo de dois períodos. Lembre-se que a resolução do vetor deve ser bem menor que o tamanho do período ($\Delta t = T/100$). Considere o tempo da senoide variando de zero até t_{max} , com $t_{max} = 2T$, sendo T o período da onda. Considere ainda o passo de cálculo dado por $Dt = T/100$. Defina o vetor tempo como $[t] = (0: Dt: t_{max})$.
- Utilizando o vetor de tempo definido no item anterior, gere o vetor de corrente i e de tensão v . Plote as funções usando o formato, por exemplo, $plot(t, i, 'r', t, v, 'b')$.

PROBLEMA 2

Sabendo-se que a potência absorvida por um resistor é expressa como:

$$p(t) = \frac{V_p I_p}{2} - \frac{V_p I_p}{2} \cos(2\omega t) = p_1(t) + p_2(t).$$

Considere o circuito do Problema 1 e represente graficamente cada termo de $p(t)$ e o seu valor total.

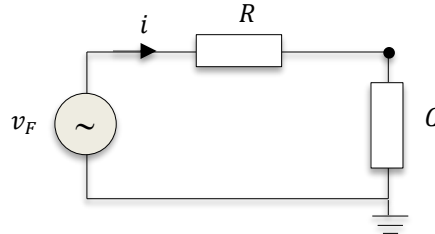
PROCEDIMENTO SCILAB

- Crie o vetor que represente o tempo de dois períodos.

2. Para gerar o vetor $p_1 = (V_p * I_p)/2$, que representa o valor médio da potência, portanto constante, baseado no vetor de tempo, utilize o artifício de multiplicar $(V_p * I_p)/2$ por um vetor $\cos(0 * t)$.
3. Para gerar o vetor de potência variável no tempo, utilize a expressão $p_2 = 0,5 * (V_p * I_p) * \cos(2\omega)$.
4. Plote as ondas p_1, p_2 e a soma delas.

PROBLEMA 3

Uma resistência de 8Ω está em série com um capacitor de $303\mu\text{F}$. Se a queda de tensão sobre o capacitor for de $v_c = 150\text{sen}(220t - 60^\circ)$ [V], calcular:



- (a) Corrente no capacitor, i
- (b) Queda de tensão no resistor, v_r
- (c) Tensão aplicada ao circuito, v_F
- (d) Represente graficamente as funções i , v_r , v_c , e v_F

Dica:

Analise o circuito no domínio dos fasores e converta cada fasor para o domínio do tempo.

PROCEDIMENTO SCILAB

1. Crie o vetor que represente o tempo de dois períodos.
2. Gere as formas de onda i , v_r , v_c , e v_F .
3. Plote as formas de onda i , v_r , v_c , e v_F em um mesmo gráfico, usando cores diferentes para cada curva.

PROBLEMA 4

Represente graficamente as funções $v = -4\text{sen}(45t - 80^\circ)$ [V] e $i = 7\text{cos}\left(45t + \frac{4\pi}{9}\right)$ [mA] e determine a defasagem angular entre as ondas e a natureza do circuito. Qual onda está adiantada?

Dica:

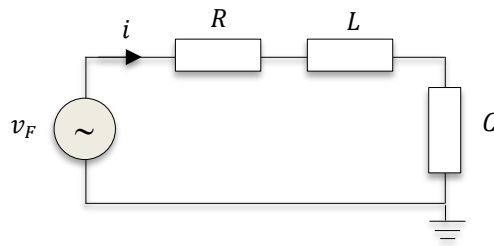
Para calcular a defasagem entre duas ondas, estas devem ter a mesma frequência angular, mesma função trigonométrica (sen ou cos) e o mesmo sinal para a amplitude.

PROCEDIMENTO SCILAB

1. Crie o vetor que represente o tempo de dois períodos.
2. Gere as duas formas de onda e em seguida realize a plotagem delas.

PROBLEMA 5

Um circuito RLC série opera em 60 Hz e é alimentado por tensão $\vec{V} = 50\angle 0^\circ$ [V], sendo $R = 1200$ [Ω], $L = 1,33$ [H] e $C = 6,63$ [μF].



PROCEDIMENTO SCILAB

1. Plote em um mesmo gráfico a tensão da fonte e a tensão sobre cada componente.
2. Calcule e plote a potência em cada componente RLC , a potência total e a potência média do circuito.
3. Use cores diferentes para as curvas plotadas e mostre legenda na figura.