

Sumário

Introdução	5
Circuito RL paralelo em corrente alternada	6
As correntes no circuito RL paralelo	8
Impedância do circuito rl paralelo	9
Defasagem entre as correntes	12
Apêndice	15
Questionário	15
Bibliografia	15



Espaço SENAI

Missão do Sistema *SENAI*

Contribuir para o fortalecimento da indústria e o desenvolvimento pleno e sustentável do País, promovendo a educação para o trabalho e a cidadania, a assistência técnica e tecnológica, a produção e disseminação de informação e a adequação, geração e difusão de tecnologia.

Educação Permanente – Torna-se um imperativo com o compromisso mútuo entre pessoas e entidade, em favor do crescimento pessoal, institucional e da sociedade.

Introdução

Este fascículo dá seqüência ao estudo dos circuitos reativos indutivos, tratando do circuito RL paralelo e suas características.

O fascículo foi desenvolvido visando a capacitá-lo a determinar os parâmetros do circuito RL paralelo em corrente alternada.

O estudo deve ser realizado com esse objetivo e deve procurar também evidenciar as diferenças em relação ao circuito RC paralelo.



Para ter sucesso no desenvolvimento do conteúdo e atividades deste fascículo, o leitor já deverá ter conhecimentos relativos a:

- Indutores em *ca*.
- Representação fasorial de parâmetros elétricos *ca*

Circuito RL paralelo em corrente alternada

Quando se conecta um circuito RL paralelo a uma rede de CA, o resistor e o indutor recebem a mesma tensão, como ilustrado na **Fig.1**. Por essa razão, a tensão é utilizada como referência para o estudo do circuito RL paralelo.

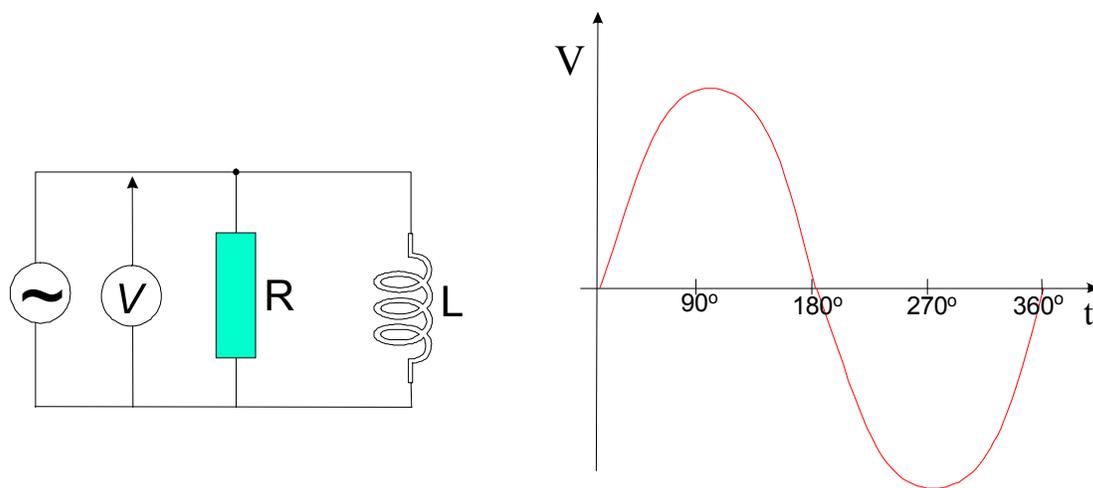


Fig.1 Circuito RL paralelo.

A tensão aplicada provoca a circulação de uma corrente no resistor (I_R) que está em fase com a tensão aplicada.

A tensão aplicada ao resistor também está aplicada ao indutor, provocando a circulação de uma corrente I_L . Esta corrente está atrasada 90° em relação à tensão aplicada, devido a auto-indução, como pode ser visto na **Fig.2**.

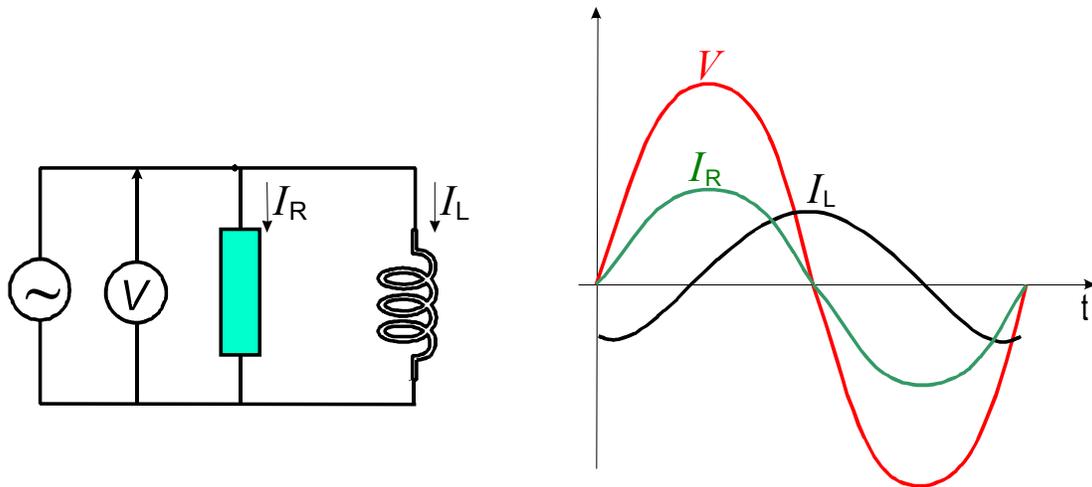


Fig.2 Defasagem entre I_R e I_L .

O gráfico senoidal mostra que o circuito RL paralelo se caracteriza por provocar uma defasagem entre as correntes. Esta defasagem é visualizada mais facilmente através do gráfico fasorial do circuito RL paralelo, como mostrado na **Fig.3**.

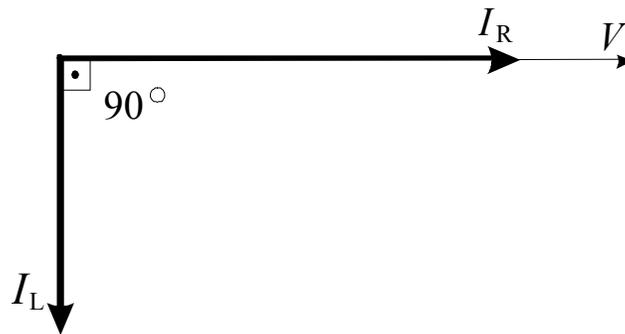


Fig.3 Representação fasorial dos circuitos RL paralelo.

O gráfico mostra que a corrente no resistor está adiantada 90° em relação à corrente no indutor.

As correntes no circuito RL paralelo

Em um circuito RL paralelo, existem três correntes a ser consideradas:

- A corrente no resistor I_R .
- A corrente no indutor I_L .
- A corrente total I_T .

A **Fig.4** mostra o posicionamento dos instrumentos para a medição dessas três correntes.

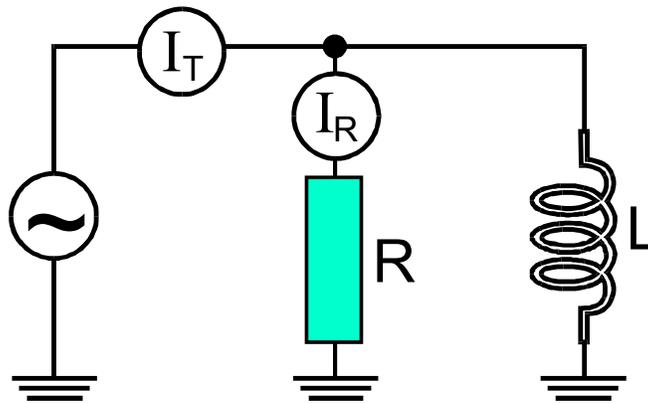


Fig.4 Medição das correntes em um circuito RL paralelo.

A corrente eficaz no resistor e no indutor é dada pela Lei Ohm:

$$I_R = \frac{V}{R} \quad (1)$$

$$I_L = \frac{V}{X_L} \quad (2)$$

A corrente total é obtida por soma vetorial, uma vez que as correntes I_R e I_L estão defasadas entre si, ou seja :

$$I_T = \sqrt{I_R^2 + I_L^2} \quad (3)$$

Esta equação pode ser operada para isolar os termos I_R e I_L de modo que :

$$I_R = \sqrt{I_T^2 - I_L^2} \quad (4)$$

$$I_L = \sqrt{I_T^2 - I_R^2} \quad (5)$$

IMPEDÂNCIA DO CIRCUITO RL PARALELO

A impedância Z de um circuito RL paralelo é a oposição total que este circuito apresenta à circulação da corrente e pode ser determinada através da Lei de Ohm se os valores de tensão (V) e corrente total (I_T) forem conhecidos.

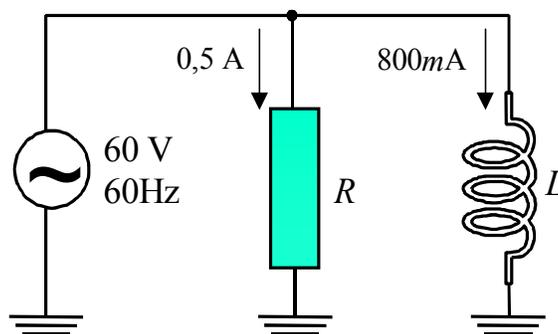
$$Z = \frac{V}{I_T} \quad (6)$$

Na **Eq. (6)** o valor de Z está em ohms, V em volts e I_T em ampères.

A seguir são apresentados dois exemplos ilustrativos para circuitos RL série.

Exemplo 1:

Determinar I_T , R , Z e L no circuito da figura abaixo.



Solução:Determinação de I_T e R

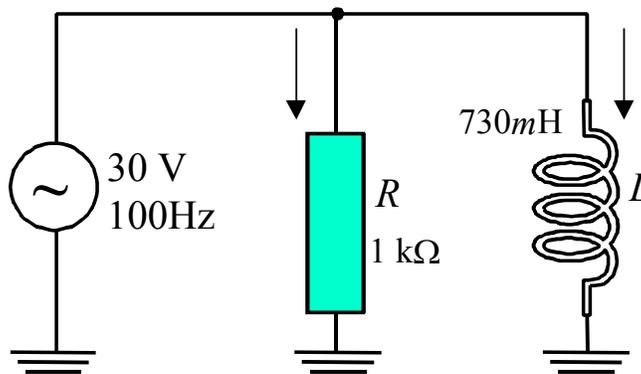
$$I_T = \sqrt{I_R^2 + I_L^2} = \sqrt{0,5^2 + 0,8^2} \quad I_T = 0,94A$$

$$R = \frac{V}{I_R} = \frac{60}{0,5} \quad R = 120\Omega$$

Determinação de Z e L

$$Z = \frac{V}{I_T} = \frac{60}{0,94} \quad Z = 64\Omega$$

$$L = \frac{X_L}{2\pi \times f} = \frac{75}{6,28 \times 60} \quad L = 199 \text{ mH}$$

Exemplo 2:Determinar I_R , I_L , I_T e Z no circuito da figura abaixo.**Solução:**Determinação de I_R e I_C

$$I_R = \frac{V}{R} = \frac{30}{1000} \quad I_R = 30 \text{ mA}$$

$$X_L = 2\pi \times f \times L = 6,28 \times 100 \times 0,73 \quad X_L = 458 \Omega$$

$$I_L = \frac{V}{X_L} = \frac{30}{458} \quad I_L = 65,5 \text{ mA}$$

Determinação de I_T e Z

$$I_T = \sqrt{I_R^2 + I_L^2} = \sqrt{0,03^2 + 0,0655^2} \quad I_T = 72 \text{ mA}$$

$$Z = \frac{V}{I_T} = \frac{30}{0,072} \quad Z = 417 \Omega$$

Defasagem entre as correntes

As três correntes que circulam em um circuito RL paralelo estão defasadas entre si. As defasagens entre I_R e I_T e entre I_L e I_T podem ser determinadas se as três correntes puderem ser medidas ou determinadas.

O ângulo (φ) entre I_R e I_T pode ser determinado a partir da relação cosseno:

$$\cos \varphi = \frac{I_R}{I_T}$$
$$\varphi = \arccos \frac{I_R}{I_T} \quad (7)$$

O valor numérico do ângulo pode ser encontrado consultando uma tabela de cossenos ou usando uma calculadora.

Conhecido o ângulo φ entre I_R e I_T , o ângulo α entre I_L e I_T pode ser facilmente determinado.

$$\alpha = 90^\circ - \varphi \quad (8)$$

Quando a corrente I_R é maior que I_L , o ângulo φ é menor que 45° e o circuito é predominantemente resistivo.

 Se $I_R > I_L$, então $\varphi < 45^\circ$ (circuito predominantemente resistivo).

Quando, por outro lado, a corrente I_L é maior que a corrente I_R , o ângulo φ é maior que 45° e o circuito é predominantemente indutivo.



Se $I_L > I_R$, então $\varphi > 45^\circ$ (circuito predominantemente indutivo).

A seguir são apresentados dois exemplos de determinação dos ângulos de defasagem entre as correntes.

Exemplo 3:

Determinar o ângulo φ entre I_R e I_T e o ângulo α entre I_L e I_T do circuito da figura abaixo.

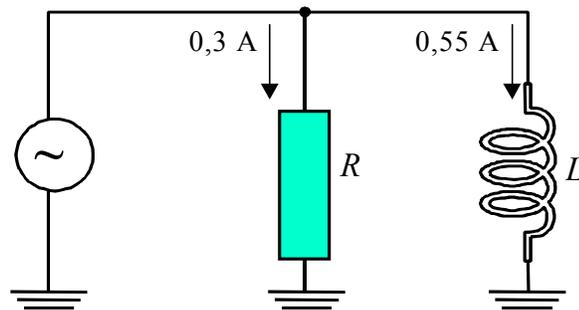
Solução:

$$I_T = \sqrt{I_R^2 + I_L^2} = \sqrt{0,3^2 + 0,55^2}$$

$$I_T = 0,626 \text{ A}$$

$$\varphi = \arccos \frac{I_R}{I_T} = \arccos \frac{0,3}{0,626}$$

$$\varphi = \arccos 0,479$$



Consultando-se uma tabela de cossenos ou usando-se uma calculadora, encontra-se:

$$\varphi = 61^\circ$$

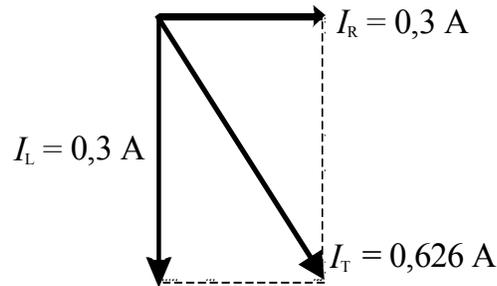
O ângulo entre I_L e I_T pode ser determinado da seguinte forma:

$$\alpha = 90^\circ - \varphi$$

$$\alpha = 90^\circ - 61^\circ$$

$$\alpha = 29^\circ$$

A figura abaixo mostra o gráfico vetorial do circuito que é predominantemente indutivo.



Exemplo 4:

Determinar a defasagem entre I_R e I_T (φ) e entre I_L e I_T (α) do circuito da figura abaixo.

Solução:

$$I_R = \frac{V}{R} = \frac{60}{560}$$

$$I_R = 0,107A$$

$$X_L = 2\pi \times f \times L = 6,28 \times 15.000 \times 0,01$$

$$X_L = 942 \Omega$$

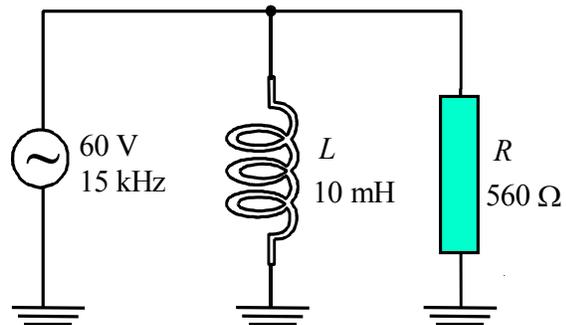
$$I_T = \sqrt{I_R^2 + I_L^2} = \sqrt{0,107^2 + 0,064^2}$$

$$I_T = 0,125A$$

$$\varphi = \text{arc cos } \frac{I_R}{I_T} = \text{arc cos } \frac{0,107}{0,125}$$

$$\varphi = \text{arc cos } 0,856$$

$$\varphi = 31^\circ$$



O ângulo entre I_L e I_T pode ser calculado da seguinte forma:

$$\alpha = 90^\circ - \varphi$$

$$\alpha = 90^\circ - 31^\circ$$

$$\alpha = 59^\circ$$

Apêndice

QUESTIONÁRIO

1. Esboce o diagrama fasorial do circuito RL paralelo
2. Qual a condição para que um circuito RL paralelo em CA seja dito predominantemente resistivo?

BIBLIOGRAFIA

- DAWES, CHESTER L. Curso de Eletrotécnica; Corrente alternada. A course in Electrical Engineering - Trad. de João Protásio Pereira da Costa. 18^a. ed., Porto Alegre, Globo, 1979, vol.4
- MARCUS, ABRAHAM. Eletricidade Básica. Trad. de Ernest Muhr. São Paulo, Importadora de Livros, c 1964, 194p. ilustr.
- VAN VALKENBUR NOOGER & NEVILLE. Eletricidade Básica. 5^a.ed., Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1960, vol.4. ilustr.