

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Estudo Aprofundado dos Circuitos RC e RL Aplicados no Dimensionamento de Filtros Capacitivos e de Diodos na Proteção Contra Tensão Reversa do Indutor

Felipe Machado Mello¹
 João Paulo de Gois Santana²
 Laio José Silveira de Santana³
 Universidade Tiradentes, UNIT, Aracaju, SE

Os circuitos RC e RL, segundo [1], possuem aplicações básicas, contudo fundamentais. O estudo aprofundado desses sistemas revelou a necessidade de solucionar aspectos não teorizados previamente. Sendo estes, o dimensionamento de filtros capacitivos para circuitos retificadores monofásicos e de diodos para a proteção contra tensões reversas geradas por indutores.

A seleção desses componentes é realizada, habitualmente, de forma arbitrária. Entretanto esta atitude traz imprecisões na modelagem do projeto. Dessa forma, o presente trabalho esclarece o modo de como tais imprecisões devem ser resolvidas.

Tratando-se do circuito RC, observa-se que os métodos tradicionais para o cálculo do valor da capacitância baseiam-se na reatância capacitiva atrelada a lei de Ohm, que por consequência não levam em consideração a carga que será alimentada. O novo método proposto busca aperfeiçoar o dimensionamento de filtros capacitivos para retificadores, atentando-se a todos os fatores que influenciam nesse processo, sendo estes, os ciclos de carga e descarga, a carga a ser alimentada e o período da onda primária.

A variação de ripple é diretamente relacionada com a capacitância e a carga do circuito. Analisada a forma de onda retificada, obteve-se um período de ripple, calculado a partir de razões entre comprimentos de arcos do gráfico da função característica, tendo como referências os valores máximo e mínimo de tensão de ripple previamente estipulados.

As equações (1) e (2) representam o período de ripple e a capacitância, respectivamente.

$$T_{Ripple} = \frac{T}{2} \cdot \left(1 + \frac{\int_0^{V_{Min}} \sqrt{1 - \left(\frac{V_{Max}^2}{V_{Max}^2 + 1}\right) \cdot \text{sen}^2(t)} dt}{\int_0^{V_{Max}} \sqrt{1 - \left(\frac{V_{Max}^2}{V_{Max}^2 + 1}\right) \cdot \text{sen}^2(t)} dt} \right) \quad (1)$$

$$C = \frac{T_{Ripple}}{R \cdot \ln\left(\frac{V_{Max}}{V_{Max} - \Delta_{Ripple}}\right)} \quad (2)$$

¹felipemachadomello@gmail.com

²pauloxpg7@gmail.com

³laiojssantana@gmail.com

Sendo T_{Ripple} , referente a equação (1), o intervalo de tempo, em segundos, entre a tensão mínima (V_{Min}) e a tensão máxima (V_{Max}), em Volts, do ripple, T o período da onda primária, em segundos, e t o tempo, em segundos. Na equação (2), C representa a capacitância de filtro, em Farads, R a resistência da carga, em Ohms, e Δ_{Ripple} a diferença de tensões extremas, em Volts, da onda.

As integrais definidas da equação (1) foram solucionadas numericamente através do método $\frac{3}{8}$ de Simpson, pois tratam-se de integrais elípticas de amplo desenvolvimento algébrico.

Referindo-se ao circuito RL, o indutor armazena a energia na forma de campo magnético gerado pela passagem de corrente. Segundo [2], após a abertura do circuito, o indutor não consegue reter essa energia e a libera para o restante do circuito criando uma tensão reversa nociva.

Para evitar danos ao circuito implementa-se um diodo como elemento de proteção, pois ele retém a tensão reversa fornecida repentinamente pelo indutor. O dimensionamento do sistema de proteção baseia-se nos valores de corrente e tensão que o indutor propicia. A medida que o indutor libera essa energia, a tensão instantânea expressa por $V_L(t)$ na equação (3) diminui com o tempo. Este processo de decaimento ocorre, da mesma forma, para a corrente instantânea expressa por $I_L(t)$ na equação (4).

$$V_L(t) = -V_i \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (3)$$

$$I_L(t) = I_i \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (4)$$

Sendo, na equação (3), V_i a tensão, em Volts, no instante em que o indutor está completamente carregado, τ a razão entre a indutância e a componente resistiva do circuito, em Henrys por Ohm, e t o intervalo de tempo do processo, em segundos. Na equação (4), I_i refere-se a corrente inicial do indutor, em Ampères. Estabelecidos os parâmetros elencados, é possível selecionar um diodo capaz de bloquear a tensão reversa, operando sem sofrer danos.

Os métodos desenvolvidos neste trabalho são capazes de relacionar as grandezas envolvidas em ambas as aplicações, e por conseguinte o estabelecimento de parâmetros significativos para a modelagem de projetos. Esses métodos são condizentes com simuladores virtuais e práticas experimentais, logo são eficientes para ilustrar matematicamente a realidade.

Referências

- [1] C. K. Alexander.; M. N. O. Sadiku. *Fundamentos de circuitos elétricos. 5. ed.* Bookman, Porto Alegre, 2013.
- [2] R. L. Boylestad. *Introdução à análise de circuitos. 12. ed.* Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2012.