

Estudo do Circuito Elétrico Atmosférico Global Através de Sistema Elétrico do Tipo RLC

Paulo V. F. Vieira,¹ Ivan Mezzomo,² João P. F. de Aquino,³ Gabriel A. Lima,⁴ Stefeson B. de Melo,⁵ Matheus S. Menezes⁶
DCME/UFERSA, Mossoró, RN

O Circuito Elétrico Atmosférico Global (CEG) é a representação do sistema elétrico que relaciona principalmente o sistema solo-ionosfera, o qual representa um capacitor esférico com duas placas que é carregado durante as tempestades. Entre as placas do capacitor, há correntes com milhões de ampères percorrendo a coluna resistiva. O CEG vem tendo mais resultados em pesquisas relacionadas principalmente ao estudo de tempestades e raios. O sistema elétrico original do CEG pode representar dois tipos de clima, com tempestade (Thunder Storms) e sem tempestade (Fair Weather).

Em ambas situações, Thunder Storms e Fair Weather, o CEG é formado por resistores e capacitores no circuito. No entanto, o modelo que será estudado nesse trabalho será a condição Fair Weather que é uma extensão do modelo feito em [1], acrescentando-se a representação da magnetosfera que tem em sua composição tubos de plasmas que são representados por um indutor, definido em [2]. O sistema elétrico que representa estas duas condições pode ser visualizado na Figura 1, enquanto a Figura 2 ilustra o circuito elétrico do tipo RLC em paralelo, onde o capacitor esférico tem uma distância de 80 km entre suas placas da terra a ionosfera e o meio dielétrico é o ar que contém uma rigidez dielétrica que caracteriza a resistência elétrica. A indutância é caracterizada por tubos de plasmas da magnetosfera e, de acordo com [1], a corrente elétrica produzida no Fair Weather é da ordem de 950 ampères.

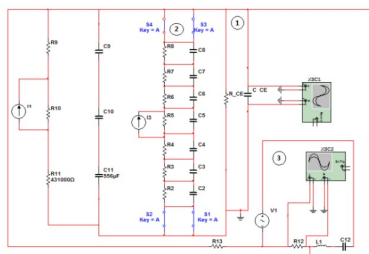


Figura 1: Circuito Elétrico Atmosférico Global. Fonte: [2].

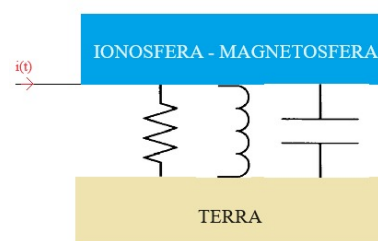


Figura 2: Diagrama do CEG. Fonte: Autoria Própria.

O objetivo desse trabalho é estudar o comportamento da condição Fair Weather do CEG, a partir do momento em que há uma descarga elétrica entre as nuvens, representado por um circuito RLC em paralelo através de uma equação diferencial de segunda ordem, dada por

$$\frac{d^2V}{dt^2} + \frac{1}{RC} \frac{dV}{dt} + \frac{1}{LC} V = \frac{dI}{dt}, \quad (1)$$

¹paulo.vieira46267@alunos.ufersa.edu.br

²imezzomo@ufersa.edu.br

³joao.aquino03085@alunos.ufersa.edu.br

⁴gabriel.lima66961@alunos.ufersa.edu.br

⁵stefeson@ufersa.edu.br

⁶matheus@ufersa.edu.br

onde R é o resistor, I a corrente, L o indutor, C a capacitância e V é a diferença de potencial elétrico.

PROBLEMA: Dado o circuito elétrico que representa o clima equilibrado Fair Weather no CEG e os tubos de plasma da magnetosfera onde, de acordo com [2], a resistência é de aproximadamente 320 Ohms, indutância de 10^{-3} Henry e capacitância de 0,07 Farad. Queremos estudar o comportamento da tensão do CEG ao longo do tempo, considerado uma situação hipotética em que a força externa é dada no momento em que há uma descarga elétrica entre as nuvens, na ordem de 950 ampères [1], considerando que quando $t = 0$ a tensão é de $V(0) = 300$ KV e $V'(0) = 0$.

A equação diferencial referente a Equação (1), para esse problema, é dada por

$$\frac{d^2V}{dt^2} + 0,0446 \frac{dV}{dt} + 14,28V = 950. \quad (2)$$

Resolvendo a EDO acima por Transformada de Laplace, temos que a seguinte solução:

$$V(t) = 66,527 + 233,473 e^{-0,0233t} \cos(3,779t) + 1,38 e^{-0,0233t} \cos(3,779t).$$

A representação gráfica de $V(t)$ no intervalo de 100 segundos, a contar do momento em que há uma descarga elétrica entre as nuvens, é representada na figura abaixo.

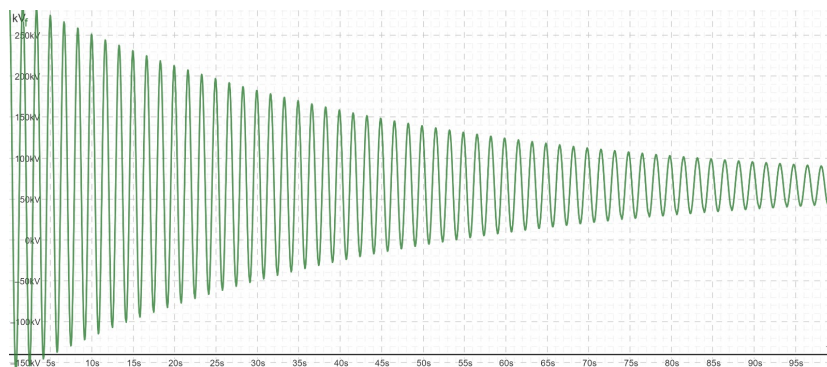


Figura 3: Gráfico de $V(t)$. Fonte: Autoria Própria.

Ao observar a gráfico acima, podemos notar que se trata de um sistema subamortecido. Isso ocorre porque o valor da resistência é maior do que o da capacitância e da indutância. As tensões obtidas apresentam valores aceitáveis, considerando que é necessário aplicar aproximadamente uma tensão de 3 KV para romper a rigidez dielétrica do ar por milímetro. Portanto, podemos concluir que para uma distância de 80 Km no sistema solo- ionosfera que compõe o CEG, as tensões devem estar na ordem de 240 milhões de quilovolts.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da UFERSA e do CNPq na execução desta pesquisa.

Referências

- [1] M. J. Rycroft, A. Odzimek, N. F. Arnold, M. Füllekrug, A. Kułak e T. Neubert. “New model simulation of the global atmospheric electric circuit driven by thunderstorms and electrified shower clouds: The roles of lightning and sprites”. Em: **Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics** 69 (2007), pp. 2485–2509.
- [2] G. N. Turqueti e I. S. Ferreira. “Um estudo do circuito elétrico atmosférico global”. Em: **Physicae Organum** 1.2 (2016).