

ANÁLISE NODAL DE CIRCUITOS ELÉTRICOS VIA MATRIZ CONDUTÂNCIA: COMPARAÇÃO ENTRE REGRA DE CRAMER E MATRIZ INVERSA

Marcos Ariel Cruz Pinto¹, Igor Wes Henrick dos Santos Eloi¹, Isabelly Lavigne Bezerra Barata¹, Vitória de Aviz Oliveira¹, João Pedro de Almeida Braz¹, Nielson Veloso Medeiros²

¹Discente do Curso BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA, IFPA campus BELÉM

²Docente do Curso BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA, IFPA campus BELÉM

Correspondência: nielson.medeiros@ifpa.edu.br

A análise nodal é uma das técnicas mais eficientes para determinação de tensões em circuitos elétricos com múltiplos elementos. Este trabalho aplicou conceitos de matrizes, determinantes e sistemas lineares na resolução de circuitos pelo método dos nós, comparando a Regra de Cramer e o método da matriz inversa. A metodologia consistiu em modelar três circuitos de complexidade crescente: (1) circuito com 2 nós (uma tensão nodal desconhecida), contendo condutâncias $G_1 = 0,100 \text{ S}$ ($10 \text{ } \Omega$), $G_2 = 0,050 \text{ S}$ ($20 \text{ } \Omega$) e $G_3 = 0,067 \text{ S}$ ($15 \text{ } \Omega$), com fonte de corrente de 2 A ; (2) circuito com 3 nós (duas tensões nodais desconhecidas), contendo cinco condutâncias; e (3) circuito com fonte dependente do tipo VCCS (fonte de corrente controlada por tensão), com transcondutância $g_m = 0,15 \text{ S}$. O sistema foi representado na forma $[G] \cdot [V] = [I]$, onde $[G]$ é a matriz condutância nodal. Os resultados do cenário 1 mostraram tensão nodal $V_1 = 9,2198 \text{ V}$ (determinante $|G| = 0,217$). No cenário 2, a matriz condutância 2×2 apresentou determinante $|G| = 0,0822$, simetria ($G_{12} = G_{21} = -0,05 \text{ S}$) e dominância diagonal, com tensões $V_1 = 8,7482 \text{ V}$ e $V_2 = 1,8081 \text{ V}$. No cenário 3 (fonte dependente), a matriz modificada perdeu a simetria ($G_{21} = 0,025 \text{ S} \neq G_{12} = -0,125 \text{ S}$), mas permaneceu não singular ($\det = 0,0875$), resultando em $V_1 = 10,6667 \text{ V}$, $V_2 = 1,1852 \text{ V}$ e corrente da fonte dependente igual a $1,6000 \text{ A}$. A comparação entre os métodos mostrou que Regra de Cramer e matriz inversa produziram resultados idênticos (diferença inferior a 10^{-8} V) para todos os cenários. A matriz condutância nodal revelou-se simétrica e diagonalmente dominante para circuitos puramente passivos, propriedades que garantem convergência numérica em softwares de simulação. Conclui-se que o domínio da formulação matricial da análise nodal é essencial para análise computacional de circuitos elétricos de grande porte. Recomenda-se o uso da matriz inversa para sistemas com mais de 10 nós devido à sua eficiência computacional, preservando a Regra de Cramer para fins didáticos.

Palavras-chave: Matriz Condutância Nodal; Método dos Nós; Sistemas Lineares; Regra de Cramer; Circuitos Elétricos.