

Seleção de Materiais para Cabos Umbilicais via MEF

Thiago E. T. Reichert¹, Dawilkyson M. G. Oliveira²

Engenharia Elétrica, IFES, São Mateus, ES

Gustavo A. Lima³

Engenharia Mecânica, IFES, São Mateus, ES

Werley G. Facco⁴

Coordenadoria de Formação Geral, IFES, São Mateus, ES

A extração de petróleo em meio oceânico exige a instalação de equipamentos elétricos no leito marinho, tornando essencial a transmissão de potência [3]. Nesse contexto, os cabos umbilicais surgem como uma solução eficiente para a transmissão simultânea de potência, sinais elétricos e fluidos, e o seu aprimoramento acarreta na redução de perdas elétricas e de sinais. Assim, este trabalho analisa o comportamento elétrico de um cabo umbilical unipolar por meio do Método dos Elementos Finitos (MEF). As características elétricas da seção transversal foram calculadas e comparadas para avaliar o impacto da composição do material e da frequência de operação na distribuição de impedância. O objetivo é identificar materiais que melhorem o desempenho elétrico do cabo para essa geometria.

O domínio do problema usado na simulação dos parâmetros elétricos em cabos unipolares encontra-se na Fig. 1, que foi discretizado utilizando o software GMSH com malhas triangulares. Utilizou-se 11 malhas com diferentes graus de refinamento.

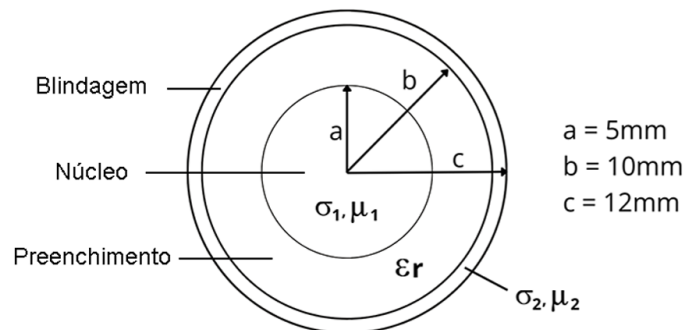


Figura 1: Domínio do problema. Fonte: adaptado de [1].

Conforme [2], as Equações 1 e 2 regem o problema, em que \mathbf{A} é o vetor potencial magnético; ω é a frequência angular (rad/s); σ é a condutividade elétrica do meio (S/m); μ é a constante de permeabilidade magnética (T.m/A); J_S é a fonte de densidade de corrente impressa (A) e J é a densidade de corrente (A). Para realizar a verificação do MEF e fazer os cálculos de erro, a formulação analítica das impedâncias em cada região do cabo foi obtida a partir de [1].

¹thiago.reichert03@gmail.com

²dawilkysonmarques@gmail.com

³2001gustavoalves@gmail.com

⁴werleyfacco@ifes.edu.br

$$\mu \nabla^2 \mathbf{A} - j\omega\sigma \mathbf{A} + \mathbf{J}_S = 0 \quad (1)$$

$$-j\omega\sigma \mathbf{A} + \mathbf{J}_S = \mathbf{J} \quad (2)$$

Com o MEF implementado no MATLAB, foram escolhidos três materiais metálicos, não magnéticos e com boa condutividade elétrica para a composição do núcleo nos testes: o alumínio e o cobre (utilizados também em [3]); e a prata, que possui condutividade maior do que a dos dois materiais citados anteriormente. Após inserir as informações de permeabilidade magnética, condutividade do material e a frequência do sistema, os cálculos foram feitos no domínio variando o refinamento da malha, obtendo os valores de impedância para cada material, conforme Fig. 2.

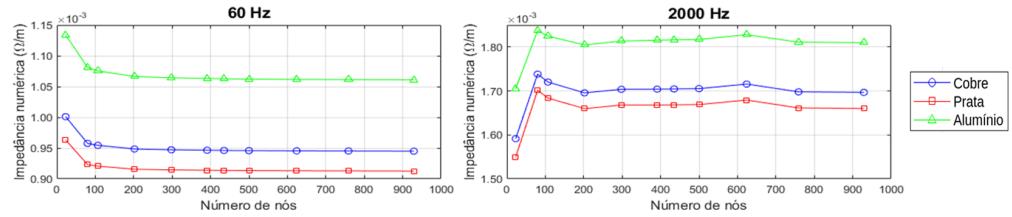


Figura 2: Variação da impedância dos cabos unipolares via MEF. Fonte: Autores.

Note que o cabo de prata e o de cobre fornecem uma menor impedância dentre os três materiais testados, sendo a prata o melhor entre todos. Portanto, a prata demonstrou ser a melhor escolha, apresentando o desempenho mais elevado entre os materiais testados no cabo umbilical, seguida pelo cobre e, posteriormente, pelo alumínio. A menor impedância dos cabos implica em menores quedas de tensão durante a operação, reduzindo perdas de potência e atenuação de sinais.

Além disso, a análise revelou que, para frequências mais elevadas, como 2000 Hz, o comportamento da impedância variou de forma menos previsível com o refinamento da malha, possivelmente devido ao efeito pelicular. Esse fenômeno destaca a importância de considerar não apenas a condutividade do material, mas também os efeitos da frequência na distribuição da corrente elétrica ao projetar cabos umbilicais para aplicações específicas.

Dessa forma, o trabalho fornece informações importantes para o aprimoramento de cabos umbilicais, ao avaliar parâmetros elétricos que, combinadas com a avaliação de outros critérios (como peso, resistência mecânica e custos), auxiliarão para um projeto mais eficiente.

Agradecimentos

Esse trabalho possui suporte em parte pelo Ifes, FAPES, FAPEMIG, CNPq e CAPES.

Referências

- [1] J. J. Bremnes, A. Bruaset, B. Gustavsen e A. Hassel. "A Finite-Element Approach for Calculating Electrical Parameters of Umbilical Cables". Em: **IEEE Transactions on Power Delivery** 24.4 (2009), pp. 2375–2384.
- [2] Z. J. Csendes e J. Weiss. "A one-step finite element method for multiconductor skin effect problems". Em: **IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems** 101.10 (1982), pp. 3796–3803.
- [3] L. A. Percebon. "Cálculo de Parâmetros Elétricos Série de Cabos Umbilicais". Dissertação de Mestrado. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.