

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Dimensionamento de Sistemas de Proteção Catódica usando um Método das Soluções Fundamentais Otimizados: Ensaio Experimental e Simulação Numérica

Ulises Marcelo Pereira Bravo ¹

Departamento de Matemática, UFRRJ, Seropédica, RJ

Wilian Jeronimo dos Santos ²

Departamento de Matemática, UFRRJ, Seropédica, RJ

Para o dimensionamento de um sistema de proteção catódica são necessários conhecer a distribuição de potencial (ϕ) e a densidade de corrente (i) na superfície das estruturas metálicas, tais como plataformas *off-shore*, tubulações enterradas, tanques de armazenamento, navios, entre outros [1].

Simulações numéricas de sistemas de proteção catódica podem ser realizadas para reduzir custos através da otimização de projetos e determinação de áreas críticas para inspeção. O problema de potencial eletroquímico é governado pela equação de Poisson com condições de contorno as curvas de polarização ($\phi = f(i)$), ou seja, são relações não lineares entre o potencial e a densidade de corrente.

O método numérico proposto é o Método das Soluções Fundamentais (MSF) [2, 4, 7] O MSF pertence à classe dos métodos sem malha (*meshless*). No MSF, a solução aproximada do problema é representada na forma de uma superposição linear das soluções fundamentais com pontos singulares localizados fora do domínio do problema. Estes pontos singulares são denominados de fontes virtuais e formam um “pseudo-contorno” sem pontos comuns com o contorno real do problema.

A essência do MSF é o uso da solução fundamental, que satisfaz exatamente a equação diferencial homogênea associada à equação governante em qualquer ponto, exceto no ponto fonte. Os coeficientes que ocorrem na solução aproximada do MSF, geralmente chamados de intensidades ou amplitudes das fontes virtuais, são determinados de forma que a superposição linear satisfaça as condições de contorno, usualmente sobre um conjunto de pontos no contorno (pontos de colocação).

Com base nas características mencionadas acima, verifica-se a viabilidade do uso do MSF para a determinação do potencial eletroquímico e da densidade de corrente sobre a superfície metálica.

O problema fundamental na aplicação do MSF é a determinação do posicionamento das fontes virtuais. Em geral, as fontes virtuais são distribuídas de forma circular ou,

¹ulises.bravo23@gmail.com

²wilianj@gmail.com

ainda, com geometria similar a do contorno da região considerada. Contudo, a qualidade da solução numérica depende do raio deste círculo ou da distância entre as fontes virtuais e o contorno devido ao mal-condicionamento dos sistemas algébricos formados. A Decomposição de Valores Singulares tem sido aplicada com sucesso no MSF para resolver o sistema de equações mal-condicionadas, como pode ser visto em [3]. Um Algoritmo Genético foi proposto em [5,6] para buscar a localização e as intensidades das fontes virtuais através da minimização de um funcional, eliminando a necessidade de resolver um sistema de equações.

Referências

- [1] V. Gentil. Corrosão. Rio de Janeiro, Brasil, LTC, 5a. edição, 2007.
- [2] A. Karageorghis, G. Fairweather. "The method of fundamental solutions for the solution of nonlinear plane potential problems", *IMA J. Numer. Anal.* n. 9, 231-242, 1989.
- [3] P. A. Ramachandra, "Method of Fundamental Solutions: Singular Value Decomposition Analysis", *Communication in Numerical Methods in Engineering*, v. 18, 789-891, 2002.
- [4] W. J. Santos, J.A.F. Santiago, J. C. F. Telles. "An Application of Genetic Algorithms and the Method of Fundamental Solutions to Simulate Cathodic Protection Systems", *Computer Modeling in Engineering & Sciences*, v. 87, 23-40, 2012. DOI: 10.3970/cmcs.2012.087.023.
- [5] W. J. Santos, J.A.F. Santiago, J. C. F. Telles. "Genetic Algorithms and Method of Fundamental Solutions for Simulations of Cathodic Protection Systems". In: *Proceedings of the International Conference on Boundary Element and Meshless Techniques*, 97-102, Prague, 2012.
- [6] W. J. Santos, J.A.F. Santiago, J. C. F. Telles. "An Application of Genetic Algorithms and the Method of Fundamental Solutions to Simulate Cathodic Protection System", *Computer Modeling in Engineering & Sciences*, v. 87, n. 1, 23-40, 2012.
- [7] W. J. Santos, J.A.F. Santiago, J. C. F. Telles. "Optimal positioning of anodes and virtual sources in the design of cathodic protection systems using the method of fundamental solutions", *Engineering Analyses with Boundary Elements*, v. 46, 67-74, 2014. DOI: 10.1016/j.enganabound.2014.05.009.