

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

MEFG Aplicado a um Problema com descontinuidade de Materiais

Gustavo de O. Donna¹

Engenharia Mecânica, IFES, São Mateus, ES

Anderson Bastos²

Engenharia Mecânica, IFES, São Mateus, ES

Werley G. Facco³

Coordenadoria de Formação Geral, IFES, São Mateus, ES

Alex S. Moura⁴

Departamento de Economia, UFJF, Governador Valadares, MG

1 Introdução

O Método dos Elementos Finitos Generalizados (MEFG) com enriquecimento por ondas planas tem se mostrado adequado para lidar com os problemas de propagação de ondas, inclusive onde o domínio é formado por regiões de diferentes materiais. Para garantir a continuidade entre os diferentes meios, utilizam-se os Multiplicadores de Lagrange (ML) [1]. Neste trabalho, o MEFG com ML será aplicado a um problema de espalhamento de onda e os resultados alcançados serão validados em relação aos valores obtidos através do Método dos Elementos Finitos (MEF).

2 Aplicação: Coluna de concreto cilíndrica

Nesta aplicação desenvolvida, considera-se como domínio computacional Ω uma coluna de concreto circular, Fig. 1(a), delimitada por uma fronteira artificial suave Γ_a e contendo no seu interior quatro vergalhões com fronteira Γ_b . O domínio computacional entre Γ_a e Γ_b é definido pela presença de dois materiais cuja interface é Γ . Devido ao custo computacional para aproximar a solução pelo MEF, na análise que segue, será considerado apenas a região do domínio computacional Ω localizada no primeiro e segundo quadrante.

Os seguintes dados são utilizados nos cálculos: frequência, $f = 2GHz$, comprimento de onda no espaço livre, $\lambda_0 = 0,15m$, raio dos vergalhões Γ_b , $\frac{\lambda_0}{3}$, raio da fronteira artificial Γ_a , $r_1 = 3.5\lambda_0$, raio da interface da coluna de concreto, $r_2 = 2.5\lambda_0$, permissividade relativa

¹gustavo.donna@gmail.com

²emaildeandersonbastos@gmail.com

³werleyfacco@ifes.edu.br

⁴alexsmoura100@gmail.com

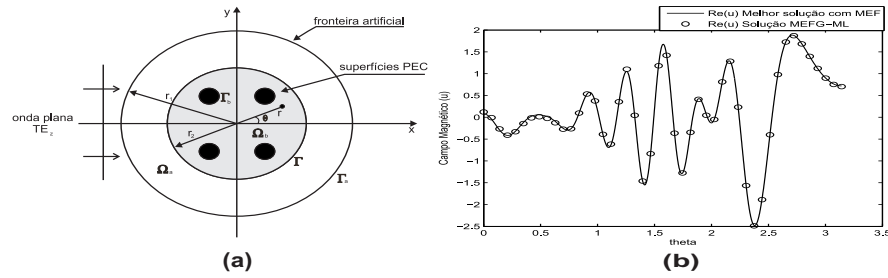


Figura 1: (a) Domínio computacional Ω e (b) Parte real do campo magnético aproximado.

em Ω_a , $\epsilon_{r_a} = 1$, permissividade relativa em Ω_b , $\epsilon_{r_b} = 6.5 - 0.43i$, permeabilidade relativa em Ω_a , $\mu_{r_a} = 1$, permeabilidade relativa em Ω_b , $\mu_{r_b} = 1$.

O domínio computacional Ω foi discretizado por uma malha conforme de tamanho $h = \frac{1}{5}\lambda_0$, com 602 nós. Para validar os resultados obtidos com o MEFG, foram utilizados os resultados encontrados com a melhor solução do MEF para uma malha de tamanho $h = 0.02\lambda_0$ com 47.787 nós.

2.1 MEFG com ML

A Fig. 1(b) mostra a parte real do campo magnético aproximado numericamente pelo MEF e pelo MEFG com o ML e $q = 8$ diferentes direções de ondas planas ao longo da semicircunferência de raio $r = 3.5\lambda_0$.

3 Conclusões

Os resultados apresentados neste trabalho, demonstram a eficiência do MEFG com ML frente ao tradicional MEF.

Agradecimentos

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

Referências

- [1] W. G. Facco, E. J. Silva, R. Adriano, A. S. Moura and N. Z. Lima. Handling material discontinuities in a nonconforming generalized finite element method to solve wave propagation problems, *Microwave and Optical Technology Letters*, 54: 2709–2716, 2012. DOI: 10.1002/mop.27166.
- [2] T. Strouboulis, I. Babuska and R. Hidajat. The generalized finite element method for Helmholtz equation: Theory, computation, and open problems, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 195: 4711–4731, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.cma.2005.09.019>.