

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Formulação explícita para o problema inverso de estimativa de condutância térmica de contato com regularização via transformação integral

Maria Trindade Gago Guimarães¹

Luiz Alberto da Silva Abreu²

Antonio José da Silva Neto³

Diego Campos Knupp⁴

Instituto Politécnico, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, IPRJ/UERJ, Nova Friburgo, RJ

1 Introdução

A solução de problemas inversos de condução de calor envolvendo a análise e estimativa de condutância ou resistência térmica de contato vem sendo alvo de pesquisa há muitos anos e sua determinação é de interesse em diferentes ramos da engenharia [1]. A maioria dos procedimentos existentes para estimar a condutância térmica de contato são experimentais e requerem técnicas muito complexas e aparatos complicados. Recentemente técnicas analíticas e estocásticas têm sido empregadas com êxito para estimar funções de condutância térmica de contato [1].

Atualmente existem avanços na solução de problemas inversos de estimativa de funções, especificamente no que se refere às metodologias de regularização. Destaca-se o trabalho de Knupp e Abreu [2], onde foi tratado um problema de estimativa de fluxos de calor no contorno através de uma metodologia analítica explícita, cuja regularização foi realizada com a utilização de problemas de autovalor. Desta forma, o presente trabalho trata do desenvolvimento e implementação de uma formulação explícita para realizar a estimativa da função temporal da condutância térmica de contato, $h_c(t)$, entre um meio composto por duas camadas fabricadas em um mesmo material.

Assume-se um meio composto fabricado em material bom condutor térmico aquecido numa de suas superfícies por um fluxo de calor $q = 500W/m^2$ e exposto a uma temperatura prescrita na superfície oposta de $T_\infty = 25^\circ C$, como em [1]. Supõe-se que na interface entre as camadas deste meio exista uma condutância térmica de contato, $h_c(t)$. No problema inverso associado, a função $h_c(t)$ é obtida explicitamente pela equação 1 e as medições não-intrusivas T_{meas} são obtidas na superfície aquecida, com intervalos de 1s até um tempo final de 500s de experimento.

¹mariatgguimaraes@hotmail.com

²luiz.abreu@iprj.uerj.br

³ajsneto@iprj.uerj.br

⁴diegoknupp@iprj.uerj.br

$$h_c(t_n) = \frac{c_p L_c \rho (T_{meas}^{n-1} - T_{meas}^{n+1}) + 2\Delta t q(t_n)}{2\Delta t (T_{meas}^n - T_\infty)} \quad (1)$$

Na Figura 1.a mostra-se a função exata e a estimativa obtida pelo método de regularização proposto neste trabalho. A figura 1.b revela que, seguindo o princípio da discrepância, devem ser utilizados em torno de 35 modos transformados na regularização [2]. Foram utilizadas medições simuladas de temperatura, geradas com a adição de ruído gaussiano com desvio padrão de $\sigma = 0.5\% \max |T_{meas}| \approx 0.3^\circ\text{C}$. Os resultados revelam a capacidade da metodologia de regularização do problema inverso adotada [2], mesmo para o caso estudado onde os ruídos nas medições geram grandes instabilidades na função estimada. Os resultados são promissores especialmente quando comparados com resultados encontrados na literatura para problemas similares [1].

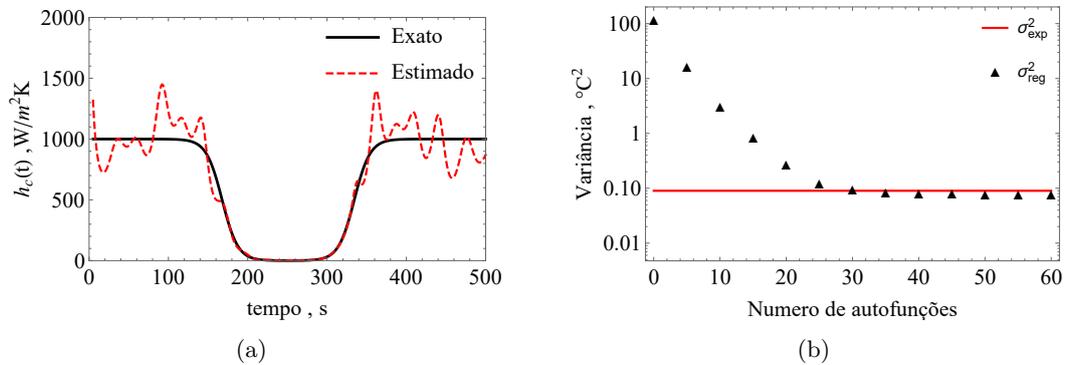


Figura 1: (a) Estimativa com formulação explícita da função transiente da condutância térmica de contato; (b) Variância das medições experimentais com relação à solução regularizada.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPERJ, do CNPq e da CAPES.

Referências

- [1] M. J. Colaço e C. J. S. Alves. A backward reciprocity function approach to the estimation of spatial and transient thermal contact conductance in double-layered materials using non-intrusive measurements, *Numerical Heat Transfer, Part A: Applications*, 68:117-132, 2015.
- [2] D. C. Knupp e L. A. Abreu. Explicit boundary heat Flux reconstruction employing temperature measurements regularized via truncated eigenfunction expansions, *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 78:241-252, 2016.