



Instituto Politécnico, Nova Friburgo
August 30th- September 3rd, 2004

Paper CRE04 – MC02

Solução de Problemas Difusivos Transientes em Domínios de Geometria Retangular Utilizando a Técnica da Transformada Integral Generalizada

Marcelo F. Pelegrini, Thiago A. Alves, Cassio R. M. Maia, Ricardo A. V. Ramos

Núcleo de Planejamento Energético e Cogeração (NUPLEN)

Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP

Avenida Brasil, 56, Centro, Ilha Solteira, SP, Brasil, CEP: 15385-000

marcelo@dem.feis.unesp.br, antonini@dem.feis.unesp.br

Um dos grandes desafios para a simulação computacional direcionada ao desenvolvimento científico-tecnológico consiste na descoberta de novos procedimentos, objetivando minimizar determinadas restrições apontadas na literatura contemporânea: longo tempo de processamento, precisão limitada, convergência lenta e esforços despendidos pelo programador nos estágios de construção e implementação algorítmicas (Özisik, 1993).

Nesse sentido, a Técnica da Transformada Integral Generalizada – TTIG (Cotta, 1998), é uma ferramenta analítica/numérica que vêm demonstrando ser poderosa na solução de problemas de transferência de calor e massa nos quais, geralmente, empregam-se soluções de caráter numérico, às vezes caras do ponto de vista computacional (Maia *et al.*, 2001). Assim, o objetivo do presente trabalho é a obtenção da solução, via TTIG, de problemas difusivos transientes em domínios representados por cilindros com seção transversal retangular, submetido a condições de contorno de Dirichlet (condições de primeiro tipo).

Neste trabalho, a TTIG será aplicada sobre a equação da energia para a remoção das derivadas parciais espaciais de segunda ordem. Considera-se para a formulação dos problemas propostos meios difusivos com propriedades termofísicas constantes, perfil de temperatura inicial uniforme e condições de Dirichlet no contorno. Nota-se que para o cilindro de seção retangular ainda é possível obter solução pelas técnicas clássicas analíticas, a qual será utilizada para a convalidação da técnica. As distribuições de temperatura máxima e média, em função do tempo para diversas razões de aspecto (definidas como a razão entre a altura e largura da seção transversal do cilindro) são apresentadas nas Figs. 1 e 2 e na Tab. 1. Na Tab. 2, a constante de tempo do processo é determinada para diversas razões de aspecto e comparada com resultados disponíveis na literatura.

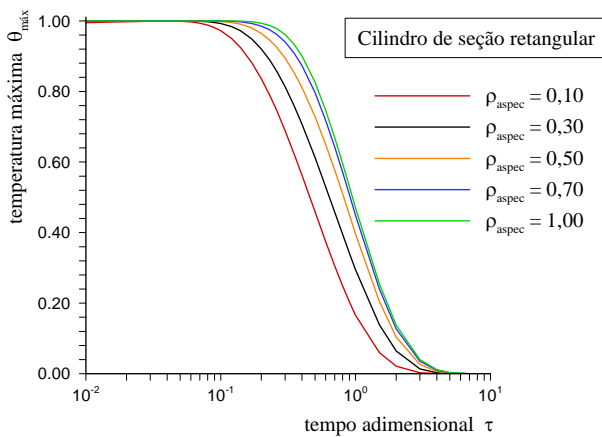


Figura 1. Perfil da temperatura máxima em função do tempo.

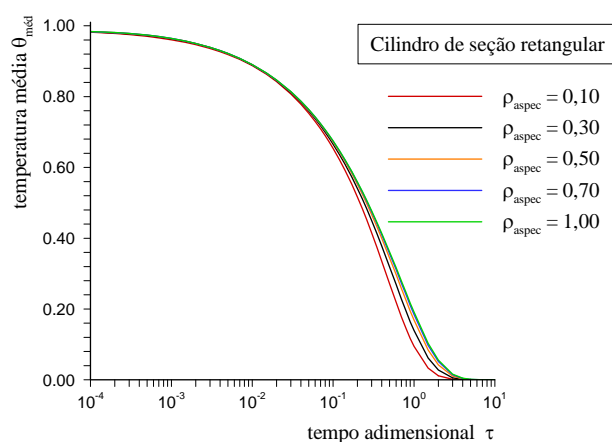


Figura 2. Perfil da temperatura média em função do tempo.

Tabela 1. Evolução das temperaturas máxima e média em função do tempo para cilindros de seção retangular ambos com razão de aspecto 0,50.

τ	Retangular			
	$\theta_{\text{máx}}$	$\theta_{\text{méd}}$	$\theta^{(1)}_{\text{máx}}$	$\theta^{(1)}_{\text{méd}}$
0,0001	1,0008	0,9833	1,00000	0,98874
0,0002	1,0005	0,9805	1,00000	0,98410
0,0005	1,0004	0,9734	1,00000	0,97491
0,0010	1,0003	0,9640	1,00000	0,96460
0,0020	1,0001	0,9500	1,00000	0,95010
0,0050	1,0000	0,9216	1,00000	0,92163
0,0100	1,0000	0,8900	1,00000	0,88999
0,0200	1,0000	0,8461	1,00000	0,84608
0,0500	1,0000	0,7618	1,00000	0,76183
0,1000	0,9984	0,6715	0,99841	0,67147
0,2000	0,9646	0,5520	0,96458	0,55196
0,5000	0,7288	0,3443	0,72883	0,34433
1,0000	0,3964	0,1689	0,39641	0,16890
2,0000	0,1041	0,0424	0,10408	0,04242
5,0000	0,0017	0,0007	0,00171	0,00069
10,0000	0,0000	0,0000	0,00000	0,00000

Tabela 2. Constantes de tempo em função da razão de aspecto para cilindros de seção retangular.

ρ_{aspec}	Retangular	
	$\tau_{\text{máx}}$	$\tau_{\text{méd}}$
0,10	0,6087	0,3565
0,20	0,7245	0,3885
0,30	0,8501	0,4169
0,40	0,9670	0,4382
0,50	1,0577	0,4554
0,60	1,1224	0,4702
0,70	1,1619	0,4773
0,80	1,1871	0,4829
0,90	1,1994	0,4888
0,99	1,2026	0,4897

⁽¹⁾ Resultados obtidos através da solução analítica do problema difusivo em cilindros retangulares.

No presente trabalho analisou-se a transferência de calor em regime transiente em cilindros de seção transversal retangular submetidos à condição de contorno de Dirichilet. Para tanto, utilizou-se um sistema de coordenadas ortogonais adequado, facilitando assim, a aplicação das condições de contorno. Os resultados obtidos para o cilindro de seção retangular foram comparados com aqueles obtidos através da solução analítica (solução exata) e verificou-se uma excelente concordância entre os mesmos. Soluções da equação da energia foram obtidas, então, através da aplicação da Técnica da Transformada Integral Generalizada. Observou-se que a expansão que determina o potencial temperatura apresenta convergência lenta no início do transiente. Constantes de tempo definidas em relação à temperatura máxima e a média foram calculadas para diversas razões de aspecto destes cilindros. Finalizando, observou-se mais uma vez que a TTIG foi aplicada com sucesso para a obtenção de solução de problemas difusivos relativamente complexos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Cotta, R. M., 1998, "The Integral Transform Method in Thermal and Fluids Science and Engineering", Begell House Inc., New York, USA.
- [2] Maia, C. R. M., Aparecido, J. B. & Milanez, L. F., 2001, "Critical Specific Power in Fuel Rods With Biconcave Cross-section", Proceedings of the 12th International Heat Transfer Conference (IHTC), August, Grenoble, France, paper 0868, 6 p.
- [3] Özisik, M. N., 1993, "Heat Conduction", 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, NY, USA.