



Fluxo transiente numa Aleta – Compreendendo o Significado da Análise da Capacitância Global e Bi inferior a 0.1

[Veja Também](#)

O método da capacitância global desempenha um importante papel em problemas nos quais se precisa determinar a distribuição de temperatura em função do tempo dentro de um sólido. A hipótese se aplica a casos onde a temperatura pode ser considerada espacialmente uniforme em cada instante de tempo, servindo como boa aproximação para muitos problemas comuns de engenharia, especialmente quando se trata de sensores de temperatura e aquecimento/resfriamento de pequenas peças.

Para ilustrar este conceito, a Fig. 1(a) descreve um problema transiente em que a temperatura varia apenas com o tempo, enquanto que na Fig. 1(b) a temperatura depende do tempo e das coordenadas espaciais. O problema esquematizado na Fig. 1(a) preenche os requisitos da análise da capacitância global, pois não há variação “significativa” na temperatura espacial. O aspecto físico mais importante é definir o que é “significativo” para uma determinada situação. Portanto, é preciso estar claro que a utilização da análise da capacitância global depende da precisão requerida para a solução, e que não há um limite exato para a utilização dessa aproximação. Deve-se reconhecer que o clássico limite $Bi = hL/k$ inferior a 0,1, vem da análise de um fluxo transiente unidimensional, onde é aceita uma variação na temperatura espacial de até 5% (Incropera and De Witt, 1990). É possível que em alguma outra aplicação de engenharia a variação admissível não deva exceder 2,5%. Neste caso o número de Biot resultante desta condição deverá ser menor do que 0,1.

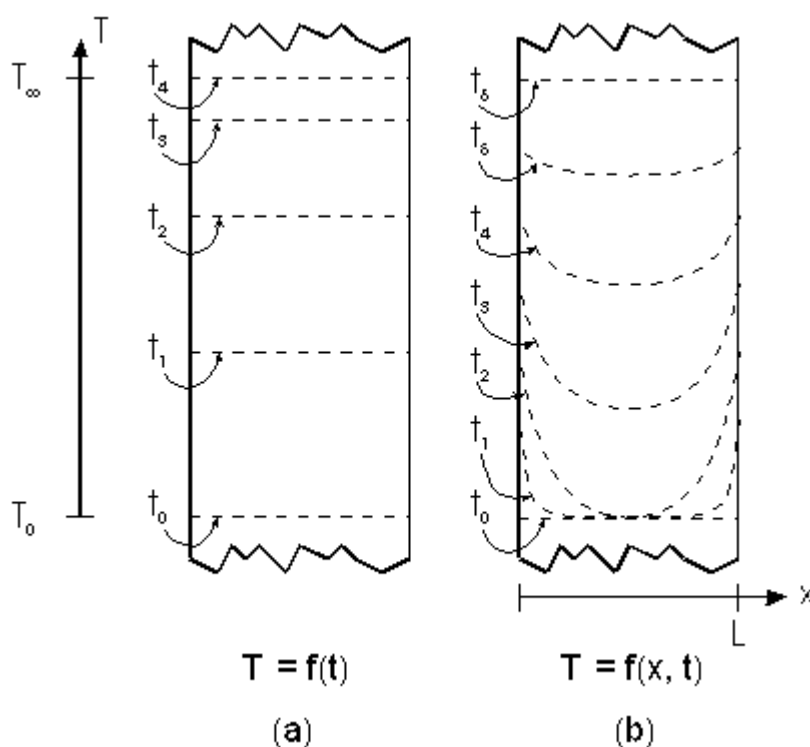


Fig. 1 – problema transiente 1D.
Análise da capacitância global (a) e efeitos no tempo (b).

Como exercício neste tópico, propõe-se a solução de um problema unidimensional numa aleta, usando o programa Transcal 1.1, definindo uma variação aceitável da temperatura como sendo

$$\frac{T_f - T_\infty}{T_c - T_\infty} \quad (1)$$

em que T_f e T_c são as temperaturas da superfície e do centro da aleta, respectivamente, tal como na Fig. 2.

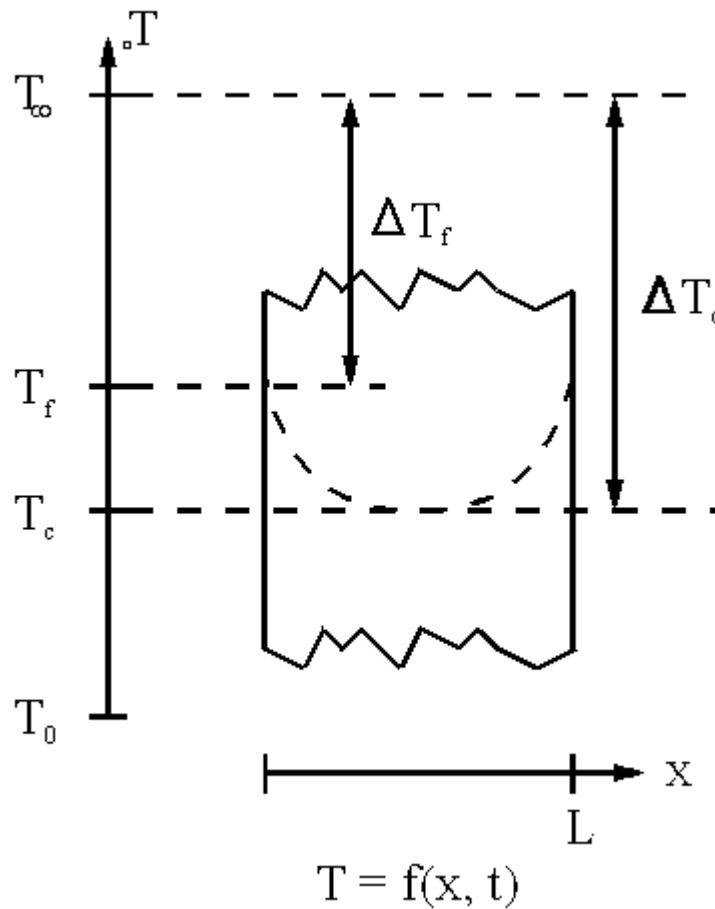


Fig. 2 – Definição da diferença de temperatura.

Uma solução numérica pode ser obtida através do Transcal 1.1, resolvendo-se um problema de condução de calor transiente numa aleta repentinamente colocada num ambiente cuja temperatura é T , com coeficiente de convecção de calor h .

As figuras 3, 4 e 5 mostram o resultado do problema para números de Biot de 25, 1 e 0,01 em três tempos diferentes. Para um Biot igual a 25 tem-se uma considerável variação da temperatura. Por outro lado, para um Biot igual a 0,01 a temperatura varia apenas com o tempo. Para um Biot igual a 1 tem-se uma situação intermediária.

Analisando os resultados obtidos para as temperaturas (os valores discretos podem ser impressos), e com base nas temperaturas escolhidas para a Eq. 1, determina-se qual número de Biot que irá satisfazer a variação admissível da temperatura dentro do domínio. É possível também obter a diferença das temperaturas, resultante do clássico $Biot = 0.1$. Com os resultados do regime transiente deste problema e com o auxílio dos recursos embutidos no software, realiza-se a animação do processo permitindo a visualização do movimento da frente de calor, da superfície para o centro da aleta, bem como dos gráficos de temperatura ao longo da espessura para cada tempo.

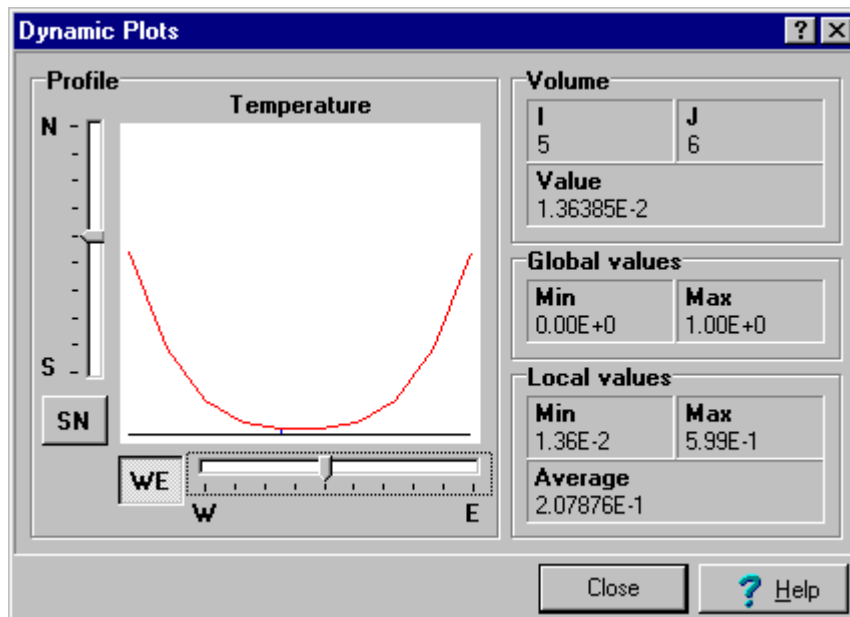


Fig. 3 – Aquecimento Transiente de uma aleta para Biot igual a 25.

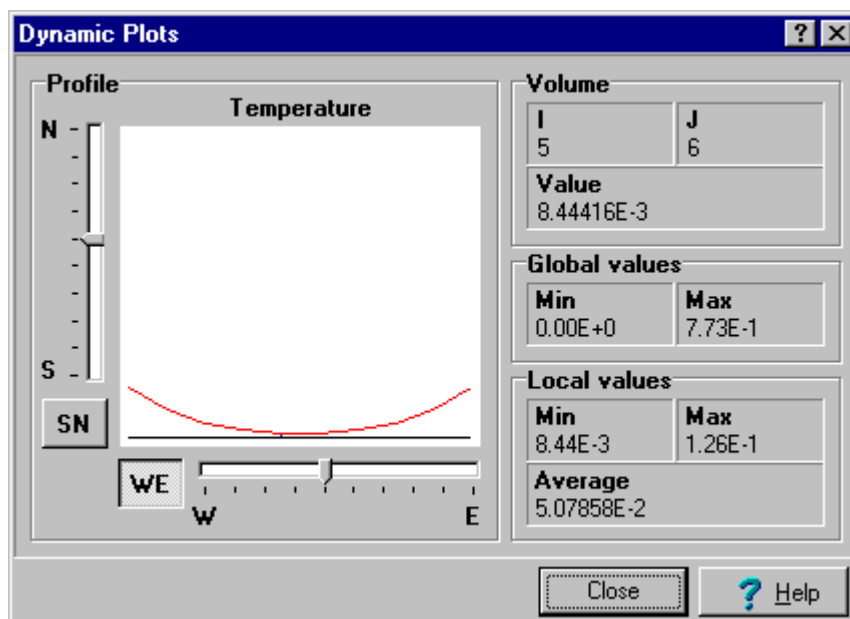


Fig. 4 - Aquecimento Transiente de uma aleta para Biot igual a 1.

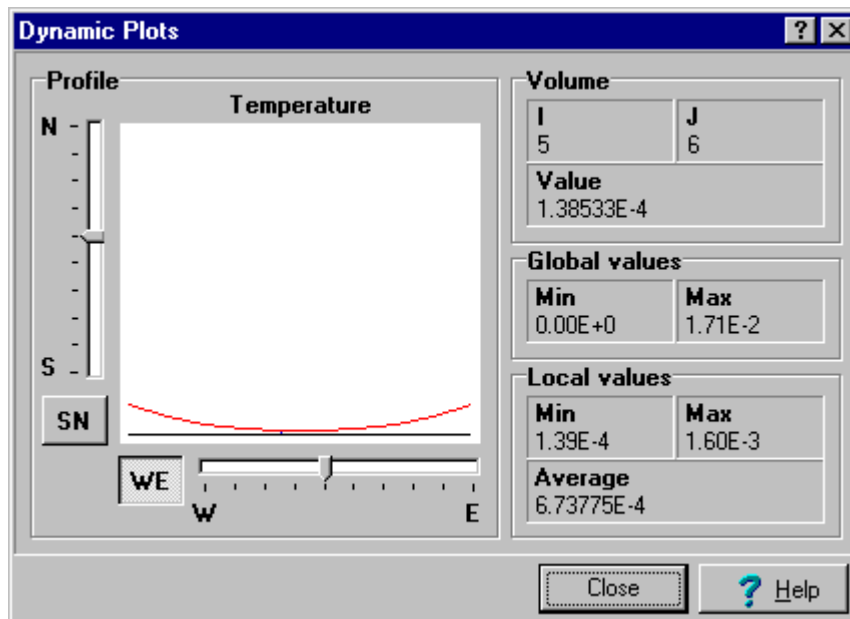


Fig. 5 - Aquecimento Transiente de uma aleta para Biot igual a 0.01.