
APS 2 – APLICAÇÃO DO MÉTODO DE DIFERENÇAS FINITAS

OBJETIVO GERAL

Desenvolver um programa, usando o Python, para avaliar o comportamento da temperatura de um dissipador de calor (aleta) **aplicando técnicas numéricas de simulação**.

CRONOGRAMA

- A inscrição no grupo será feita no Blackboard. Indicar o nome de todos os alunos do grupo que participaram da atividade no documento contendo as respostas.
- O grupo deverá submeter um PDF com as respostas da atividade com o nome “grupoXX_APS2” via Blackboard até às 23hs59 do dia 23/09/2022. Entregas feitas por outras plataformas NÃO serão consideradas.

OBSERVAÇÃO: Organize as informações no programa desenvolvido de acordo com o apresentado a seguir:

O programa deve receber:

- Dados do material: densidade do material, calor específico, condutividade térmica.
- Dados do ambiente: coeficiente de transferência por convecção, temperatura do fluido.
- Dados do dissipador: temperatura da base, raio, comprimento.
- Dados do modelo numérico: Δx , tempo total da simulação.

O programa deve retornar:

- Um gráfico (*Temperatura \times posição*) com o resultado numérico.
- Um gráfico (*Temperatura \times posição*) com o resultado analítico.

Use legendas e indique as unidades usadas.

DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Considere uma aleta de seção transversal circular e constante, com temperatura fixa na base e exposta ao ambiente em todas as outras superfícies. Podemos esboçar as entradas e saídas de energia em um volume de controle definido ao redor de uma seção como indica a Fig.1.

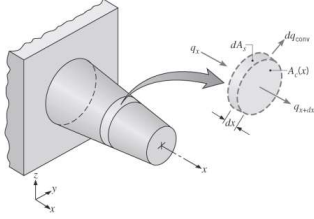


Figura 1: Balanço de energia em um volume de controle (Incropera, 2008).

- q_x taxa de transferência de calor por condução em x .
- q_{x+dx} taxa de transferência de calor por condução em $x + dx$.
- dq_{conv} taxa de transferência de calor por convecção através da área superficial do elemento diferencial.

Substituindo as equações de taxa q_x , q_{x+dx} e dq_{conv} podemos obter a forma geral da equação da energia para uma superfície estendida, em regime transiente como:

$$\frac{d^2 T}{dx^2} - \frac{hP}{\kappa A_{tr}} (T - T_{\infty}) = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{dT}{dt}$$

Onde α é a difusividade do material, A_{tr} é a área da seção transversal a aleta, h é o coeficiente de transferência de calor por convecção, κ é a condutividade térmica do material da aleta e P é o perímetro da seção da aleta.

ROTEIRO DE ATIVIDADES

1. [4,0 pontos] Aplique os conceitos do método de diferenças finitas na equação diferencial do problema para definir uma equação de diferença algébrica associada aos nós da aleta. Considere para a segunda derivada da temperatura no espaço uma equação de diferença finita centrada e para a primeira derivada no tempo da temperatura uma equação de diferença progressiva. **Apresente o desenvolvimento das equações.**
2. [4,0 pontos] **Apresente um gráfico (*Temperatura* \times *posição*) com o resultado numérico após obter o regime permanente.** Use uma tolerância de $tol = 1 \cdot 10^{-10}$. Considere que a aleta, de comprimento $L = 300mm$, densidade de $2700 kg/m^3$, condutividade térmica de $180 W/(mK)$ e calor específico $896 J/(kgK)$, tem a **temperatura especificada na extremidade** de $T(L) = 25^\circ C$. A aleta está em contato com uma base a $T_b = 100^\circ C$ em um ambiente a $T_{\infty} = 50^\circ C$ e $h = 50 W/m^2 K$. Para a condição de estabilidade do procedimento numérico use $\Delta t \leq \frac{\Delta x^2}{\alpha \cdot \left(\frac{hP\Delta x^2}{\kappa A_{tr}} + 2 \right)} \cdot 0,9$.
3. [2,0 pontos] **Apresente um gráfico (*Temperatura* \times *posição*) com o resultado analítico.** Compare o resultado do item 2 com o obtido para o comportamento analítico da temperatura na aleta. Use as mesmas condições definidas no item 2.

RUBRICA DE AVALIAÇÃO

Cada item será avaliado, de acordo com a proficiência e organização apresentada na resolução, usando os conceitos: insuficiente, em desenvolvimento, essencial, esperado.