

**Universidade Federal de Santa Catarina**  
**Departamento de Engenharia Mecânica (EMC) - 1996**

**EMC 5412 TRANSFERÊNCIA DE CALOR E MECÂNICA DOS FLUIDOS COMPUTACIONAL**

**EMENTA**

---

Métodos de solução de problemas de Mecânica dos Fluidos e de Transferência de Calor. Equação da condução. Discretização pelo método das diferenças finitas. Discretização pelo método dos volumes finitos: método dos balanços e integração aproximada das equações diferenciais. Volumes adjacentes às fronteiras: aplicação das condições de contorno. Técnicas de solução dos sistemas lineares. Problemas não-lineares. Aplicações a problemas bi e tridimensionais em regime permanente. Condução transiente: formulações explícita e implícita. Problemas de difusão e advecção. Funções de interpolação. Falsa difusão. Cálculo do campo de velocidades. Métodos de solução simultâneo e segregado. Tratamento do acoplamento pressão-velocidade. Introdução ao EbFVM - Método dos Volumes Finitos baseado em Elementos: geração da malha, definições de elementos e volumes de controle. Pontos de integração e funções de forma. Aplicação de softwares comerciais para a solução de problemas reais de mecânica dos fluidos e transferência de calor

**OBJETIVOS**

---

A disciplina tem como objetivo capacitar o aluno, mesmo antes de cursar as disciplinas básicas da área térmica, a entender e aplicar o método de volumes finitos na solução de problemas de transferência de calor e mecânica dos fluidos. Essa capacitação permitirá ao aluno desenvolver seus próprios programas para a solução de problemas mais simples e avaliar criticamente os resultados obtidos. Adicionalmente, a disciplina permitirá ao aluno um primeiro contato com as mais recentes metodologias nas quais se baseiam os softwares comerciais destinados à solução de problemas reais de mecânica dos fluidos e transferência de calor.

**PROGRAMA**

---

(01h) Introdução. Métodos de solução de problemas de Mecânica dos Fluidos e de Transferência de Calor. Importância e aplicações dos métodos computacionais.(02h) Problemas de condução. Dedução da equação da condução bidimensional em regime permanente. Métodos de solução exata e suas dificuldades. Características dos métodos computacionais (numéricos). Discretização através da expansão em série de Taylor: método das diferenças finitas. (03h) Discretização pelo método dos volumes finitos aplicada a problemas unidimensionais: método dos balanços e por de integração aproximada da equação diferencial. Funções de interpolação. Erros inerentes ao método. Obtenção do sistema de equações lineares. Equações para os volumes adjacentes às fronteiras: técnicas de aplicação das condições de contorno de temperatura prescrita, fluxo prescrito e de convecção. (03h) Técnicas de solução do sistema de equações lineares aplicadas a problemas unidimensionais. Eliminação de Gauss. O algoritmo TDMA. Métodos iterativos ponto-a-ponto: Jacobi, Gauss-Seidel e SOR. Critérios de convergência.(03h) Recomendações gerais para concepção e teste de programas. Aplicação a problemas unidimensionais: parede plana com geração e aletas. Comparação com a solução exata. Influência do refino da malha. Condução com  $k = k(T)$  (problemas não lineares).(03h) Primeira Prova(03h) Condução bi e tridimensional em regime permanente. Obtenção da

equação discretizada. Métodos de solução do sistema linear. Aplicação do TDMA linha-por-linha. Solução de um problema bidimensional e comparação com a solução exata. Pós-processamento dos resultados.(06h) Condução em regime transiente. Dedução da equação geral da condução. Discretização da equação diferencial. Formulação explícita. Exemplo de aplicação. Condição de estabilidade. Formulação totalmente implícita. Transiente distorcido. Solução de um problema de condução unidimensional transiente e comparação com a solução exata. Estudo do refino da malha espacial e temporal. Condições de contorno variantes no tempo.(03h) Segunda prova.(06h) Problemas de convecção e difusão. Dedução da equação da energia. Discretização da equação. O esquema CDS. Forma final do sistema de equações lineares. Limitações do esquema CDS. O conceito de 'upwinding'. O esquema UDS e o problema da falsa difusão. Outras funções de interpolação. Fluxograma básico de um problema bidimensional de condução e convecção. (03h) Introdução ao problema da determinação do campo de velocidades. Equações governantes do escoamento incompressível bidimensional de um fluido newtoniano: equação de conservação da massa e da conservação da quantidade de movimento. Equação de conservação em forma generalizada. Discretização da equação.(06h) O arranjo desencontrado de armazenamento das variáveis dependentes. Tratamento das não-linearidades. Solução simultânea e segregada das equações governantes. Tratamento do acoplamento pressão-velocidade. O método SIMPLEC. O problema da 'lid-driven cavity'.(06h) Uso de malhas não estruturadas. Introdução ao EbFVM - Método dos Volumes Finitos baseado em Elementos. Geração da malha com elementos triangulares e quadrangulares. Elementos, sub-volumes de controle e volumes de controle. Esquema de co-localizado de armazenamento das variáveis. Obtenção das equações discretizadas. Pontos de integração e funções de forma. Sistema linear resultante. (03h) Demonstração da aplicação de softwares comerciais para a solução de problemas reais de mecânica dos fluidos e transferência de calor. (03 h) Terceira Prova.

## **FORMA DE AVALIAÇÃO**

---

A avaliação será procedida por meio de três provas e trabalhos computacionais, em número aproximadamente igual a dez. Critério de aprovação: serão computadas a média das notas das provas e a média das notas dos trabalhos. A média dessas duas notas se constituirá na nota na disciplina. Recuperação: Como oportunidade de recuperação o aluno deverá modelar e resolver um problema real de mecânica dos fluidos.