

RELATÓRIO

Tarde de trabalho SPM/CIM - Mecânica Computacional

Coimbra, 13 de Janeiro de 2007

A Tarde de trabalho SPM/CIM *Mecânica Computacional* realizou-se no dia 13 de Janeiro de 2007, no Hotel Quinta das Lágrimas em Coimbra. O programa foi constituído por três palestras, de quarenta e cinco minutos cada, e um debate sobre o tema da tarde. Indicam-se os nomes dos especialistas da área, convidados para proferirem as palestras e moderarem o debate, bem como os títulos e resumos das palestras e uma síntese dos tópicos discutidos no debate.

- **Palestra 1:** COMPORTAMENTO MECÂNICO DE MATERIAIS METÁLICOS EM GRANDES DEFORMAÇÕES: MODELAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO, SIMULAÇÃO.

Orador: *Luís Filipe Martins Menezes* (Professor Associado com Agregação do Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra).

Resumo: Os desenvolvimentos ocorridos na área da Mecânica Computacional conduziram à utilização de modelos materiais mais realistas, de modelos tri-dimensionais mais perfeitos e de métodos numéricos mais robustos, tornando a sua utilização industrial uma realidade inquestionável e irreversível. A modelação do comportamento plástico dos metais, por exemplo, sofreu um forte progresso nos últimos anos, sendo um dos aspectos de maior importância na análise dos processos de conformação por deformação plástica. Tradicionalmente, recorre-se a modelos fenomenológicos, admitindo-se que a superfície de plasticidade de um dado material evolui, expandindo-se isotropicamente (encruamento isotrópico), sobrepondo-se a este efeito, por vezes, uma deslocação da mesma superfície no espaço das tensões (encruamento cinemático). Entretanto, começam a ser implementados nos programas de simulação numérica modelos constitutivos mais complexos, nomeadamente critérios de plasticidade mais sofisticados e modelos de encruamento baseados na microestrutura do material. Apesar da sua grande complexidade, nomeadamente ao nível da caracterização dos seus parâmetros, afiguram-se bastante promissores pela sua precisão na descrição do comportamento mecânico dos materiais. Nesta palestra percorrem-se os aspectos relacionados com os procedimentos de identificação de parâmetros de critérios de plasticidade e leis de encruamento, utilizados para descrever o comportamento plástico durante a deformação a frio de chapas metálicas. A abordagem inclui o pré-tratamento de resultados experimentais, os algoritmos de optimização e a simulação numérica do processo de estampagem de chapas metálicas. As estratégias de optimização apresentadas baseiam-se em algoritmos híbridos que resultam da combinação de métodos de gradiente, evolutivos e de tipo directo.

- **Palestra 2:** ANÁLISE DE ESTRUTURAS LAMINADAS COMPÓSITAS POR FUNÇÕES DE BASE RADIAL.

Orador: *António Joaquim Mendes Ferreira* (Professor Associado com Agregação do Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto).

Resumo: Nesta apresentação foca-se a utilização de métodos de colocação com funções de base radial para a análise linear e vibrações livres de vigas, placas e cascas laminadas

compósitas, sandwich ou funcionais gradativas. O método das funções de base radial foi inicialmente proposto por Hardy para a interpolação de dados, sendo posteriormente adaptado por Kansa para a solução de problemas de equações de derivadas parciais elípticas. Apresentam-se as principais características do método, discute-se a sua aplicação em problemas de engenharia e apresentam-se alguns resultados recentes do autor e da sua equipa nacional e internacional. Serão focados a utilização das funções de base radial num ambiente tipo pseudoespectral, a optimização de parâmetros de forma e métodos adaptativos de rede.

- **Palestra 3:** ATRITO E INSTABILIDADES

Orador: *António Manuel Figueiredo Pinto da Costa* (Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura do Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa).

Resumo: Ao longo do século XX desenvolveram-se conceitos (estabilidade, bifurcação) e inventaram-se técnicas (matemáticas, numéricas) que têm permitido analisar com detalhe e rigor crescentes diversos aspectos e algumas dificuldades dos problemas de contacto com atrito. No entanto, a lei de atrito de Coulomb e a lei de contacto unilateral ainda hoje põem desafios a mecânicos e matemáticos, muito devido ao seu carácter não-regular (nonsmooth) e não-associado. Nesta apresentação ocupar-nos-emos da possibilidade de ocorrência de instabilidades em sistemas de contacto com atrito. A apresentação começa com a definição das variáveis cinemáticas e estáticas. dada ênfase à caracterização dos conjuntos admissíveis a que essas variáveis pertencem em termos de relações de complementaridade e de desigualdades variacionais. Uma vez clarificada esta caracterização, a formulação das várias classes de problemas de contacto com atrito fica fortemente simplificada. Os problemas de instabilidade (no sentido de Liapunov) a tratar formulam-se para um estado de equilíbrio dado. Após a definição do que se entende por estado de equilíbrio descrevem-se as formulações variacionais e de complementaridade que permitem estudar os diversos tipos de instabilidade. Nesta apresentação focaremos tanto os aspectos mecânicos (significado físico destes problemas) quanto os matemáticos (formulações, existência e multiplicidade). O tratamento numérico eficiente de problemas não-regulares (no nosso caso provenientes da mecânica) requer a aplicação e o desenvolvimento de algoritmos específicos dificilmente adaptáveis dos seus homólogos dos sistemas regulares, o que frequentemente requer a colaboração entre Engenheiros e de Matemáticos.

- **Debate moderado por:** *Carlos Alberto Mota Soares* (Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, e Presidente da Direcção da Associação Portuguesa de Mecânica Teórica Aplicada e Computacional), e *Luís Manuel Trabuco de Campos* (Professor Catedrático do Departamento de Matemática da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa).

Resumo: Discussão da importância da Mecânica Computacional no contexto actual, em Portugal e no mundo (estado actual, perspectivas futuras, iniciativas); suas principais aplicações (nas indústrias automóvel e militar, em medicina, biomedicina, biomecânica, em ciências da atmosfera e na interpretação de fenómenos geológicos); sua interligação com numerosas áreas da Matemática, nomeadamente, equações diferenciais, cálculo das variações, análise numérica, optimização, e também com outras áreas da ciência em especial com ciências da computação.