

## 4.5 EMENTAS DO CURSO DE ENGENHARIA AERONÁUTICA E MECÂNICA

### AA-103/2006 - Dinâmica dos Gases

*Requisito recomendado:* ME-201. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. escoamento unidimensional isentrópico, equação potencial, expansão de Prandtl-Meyer. Teoria das ondas de choque. Camada limite compressível, relações entalpia-velocidade, fluxo de calor. Placa plana em escoamento laminar compressível, gradiente de pressão. Camada limite compressível turbulenta, perfis de velocidade, espessuras, coeficientes de arrasto. Método integral. Aquecimento aerodinâmico. Efeitos viscosos em escoamento hipersônico. Efeitos de gás real, dissociação. **Bibliografia:** LIEPMANN, H.W. e ROSHKO, A., *Elements of gasdynamics*, John Wiley & Sons, New York, 1957; ÖZISIK, M.N., *Basic heat transfer*, McGraw-Hill, New York, 1977; SHAPIRO, A.H., *The dynamics and thermodynamics of compressible fluid flow*, v. I e II, Ronald Press, New York, 1953.

### AA-109/2006 - Aerodinâmica da Asa e Fuselagem

*Requisito recomendado:* ME-201. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Aerodinâmica do perfil em regime incompressível. Método da transformação conforme, e das singularidades. Regras de semelhança. Asa finita em regime incompressível. Modelos de cálculo da sustentação e do arrasto induzido. Aerodinâmica da fuselagem. Interação asa-fuselagem. Regime compressível subsônico. Determinação da polar de arrasto. **Bibliografia:** SCHLICHTING, H. e TRUCKENBRODT, E., *Aerodynamics of the airplane*, McGraw-Hill, New York, 1979; KRASNOV, N.F., *Aerodynamics*, v. 1 e 2, Mir, Moscou, 1985; ANDERSON, J.D., Jr., *Fundamentals of aerodynamics*, McGraw-Hill, New York, 1985.

### AA-215/2006 - Aerodinâmica de Alta Velocidade

*Requisitos recomendados:* AA-103 e AA-109. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Equações fundamentais do escoamento compressível não-viscoso. Equações de Prandtl, Glauert e Ackeret para os escoamentos subsônico e supersônico; regras de similaridade. Equações simplificadas e regra de similaridade para o escoamento transônico; condições através do choque. Teoria do perfil nos escoamentos subsônico e supersônico. Aproximações de Kármán-Tsien e Busemann. Teoria do perfil em regime transônico: descrição física, fundamentos dos métodos de cálculo. Teoria da asa nos regimes subsônico e transônico. Efeito da espessura. Regime

supersônico. Cone de Mach. Escoamento sônico. Método das singularidades. Fuselagem. Interação asa-fuselagem. Arrasto transônico. Corpos esbeltos. **Bibliografia:** SHAPIRO, A.H., *The dynamics and thermodynamics of compressible fluid flow*, v. I e II, The Ronald Press, New York, 1953; SCHLICHTING, H. e TRUCKENBRODT, E., *Aerodynamics of the airplane*, McGraw-Hill, New York, 1979; ASHLEY, H. e LANDAHL, M., *Aerodynamics of wings and bodies*, Addison-Wesley, New York, 1965.

### **AA-217/2006 - Aerodinâmica em Regime Hipersônico**

*Requisito recomendado:* AA - 103 ou equivalentes. *Requisito exigido:* não há. Horas Semanais: 3-0-6. Definição e características do escoamento hipersônico. Principais resultados da teoria dos fluidos não-viscosos. Teoria da camada limite em alta velocidade. Escoamento na região do ponto de estagnação. Estimativa de forças e momentos de origem aerodinâmica. Elementos da mecânica do voo de reentrada na atmosfera terrestre. Alguns aspectos do escoamento em altas temperaturas. **Bibliografia:** BERTIN, J. J., *Hypersonic aerothermodynamics*, AIAA Educational Series, Washington, DC, 1994., ANDERSON Jr., A. D., *Hypersonic and high temperature gas dynamics*, McGraw-Hill International Editions, New York, 1989., HANKEY, W. L., *Re-entry aerodynamics*, AIAA Educational Series, Washington, DC, 1988.

### **AA-219/2006 - Gasdinâmica de Alta Temperatura**

*Requisito recomendado:* AA-103 *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Introdução ao escoamento de alta temperatura. Termodinâmica de gases quimicamente reagentes. Elementos de Termodinâmica Estatística. Escoamento de gases em equilíbrio. Conceitos da teoria cinética dos gases. Processos químicos e vibracionais. Escoamentos com não-equilíbrio químico. **Bibliografia:** ANDERSON, Jr. A. D., *Hypersonic and high temperature gas dynamics*, McGraw -Hill 1989; VICENT, W. G. e KRUGER Jr., C. H., *Introduction to physical gas dynamics*, Krieger Pub. Co., 1982.

### **AA-220/2006 - Aerodinâmica Não-Estacionária**

*Requisito recomendado:* AA-109. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Equações básicas. Escoamento irrotacional. Teorema de Kelvin. Equação de Bernoulli. Conceito de pequenas perturbações. Potenciais de velocidade e de aceleração. Propriedades do escoamento incompressível sem circulação. Perfil oscilante, solução de Theodorsen. Movimentos arbitrários. Asas em movimentos harmônicos nos regimes subsônico e supersônico. Obtenção de soluções numéricas, **Bibliografia:** LAMB, H., *Hydrodynamics*, 6.

ed., Cambridge University Press, London, 1975; BISPLINGHOFF, R.L. et al., *Aeroelasticity*, Addison-Wesley, Reading, 1955; DOWELL, E.H. et al., *A modern course in aeroelasticity*, Sijthoff & Noordhoff, Rockville, 1978.

### **AA-221/2006 - Camada Limite Incompressível**

*Requisito recomendado:* ME-201. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Noções fundamentais: viscosidade e compressibilidade. Equações de Navier-Stokes. Camada limite laminar incompressível: conceito, equações em formas diferencial e integral. Soluções exatas. Similaridade, caso da placa plana, influência do gradiente de pressão. Métodos integrais de cálculo de camadas limites laminares. Transição laminar-turbulenta: estabilidade do regime laminar. Fundamentos do escoamento turbulento: tensões aparentes. Conceito de comprimento de mistura de Prandtl. Camada limite turbulenta incompressível: caso da placa plana. Parede lisa: leis em potência, leis logarítmicas, parede rugosa. Influência do gradiente de pressão. Parâmetros característicos. Métodos integrais de cálculo de camadas limites turbulentas no regime incompressível. **Bibliografia:** SCHLICHTING, H., *Boundary-layer theory*, McGraw-Hill, New York, 1979; WHITE, F.M., *Viscous fluid flow*, McGraw-Hill, New York, 1974; MICHEL, R., *Couches limites, frottement et transfer de chaleur*.

### **AA-242/2006 - Aerodinâmica de Corpos Rombudos**

*Requisito recomendado:* AA-250 ou AA-255. *Requisito exigido:* ME-201 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-6. Características gerais do escoamento descolado sobre corpos rombudos. Análises de resultados experimentais. Dependência dos coeficientes de sustentação e de arrasto e do número de Strouhal com relação aos números de Mach e Reynolds. Estudo das camadas de cisalhamento livre. Medidas de pressão na superfície de um corpo rombudo. Medidas de força. Medidas de parâmetros da esteira. Teoria da linha de corrente livre. Solução de Kirchhoff. Modelo de Roshko. Modelo de Parkinson e Jandali. Método numérico para solução do escoamento médio sobre corpos bidimensionais (cilindro e perfil em alta incidência). Método do vórtice discreto. Solução do escoamento sobre uma asa delta em alta incidência. Interação entre camada limite e escoamento potencial. **Bibliografia:** GUREVICH, M.I., *Theory of jets in ideal fluids*, Academic Press, New York, 1965; LAMB, H., *Hydrodynamics*, 6<sup>th</sup> ed., Cambridge University Press, Cambridge, 1975.

### **AA-243/2006 - Túneis Aerodinâmicos**

*Requisitos recomendados:* ME-201 e AA-103. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Revisão de dinâmica dos gases: ondas de choque e de expansão. Semelhança física. Análise de um circuito aerodinâmico. Estudo dos principais elementos: contração, seção de teste e difusores. Cálculo de perda de carga. Instrumentação. Calibração. Desenvolvimento histórico, situação atual e perspectivas para o futuro. **Bibliografia:** GOETHERT, B.H., *Transonic wind tunnel testing*, Pergamon Press, London, 1961; RAE, W.H. e POPE, A., *Lowspeed wind tunnel testing*, John Wiley & Sons, New York, 1984; POPE, A. e GOIN, K.L., *High-speed wind tunnel testing*, John Wiley & Sons, New York, 1965.

### **AA-244/2006 - Túnel e Tubo de Choque**

*Requisitos recomendados:* AA-103 e ME-201. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Teoria do tubo e do túnel de choque. Parâmetros de projeto. Instrumentação. Escoamentos hipersônicos e hipervelozes. Aspectos de equilíbrio versus não-equilíbrio. Visualização de escoamentos hipersônicos e hipervelozes. Técnicas computacionais empregadas no desenvolvimento e operação de tubos e túneis de choque. Aplicações. **Bibliografia:** FERRI, A., *Fundamental data obtained from shock tube experiments*, Pergamon Press, New York, 1961; LUKASIEWICZ, J., *Experimental methods of hypersonics*, Marcel Dekker, New York, 1973; ANDERSON, J.D. Jr., *Hypersonic and high temperature gas dynamics*, McGraw-Hill, New York, 1989.

### **AA-250/2006 - Método das Singularidades em Aerodinâmica**

*Requisito recomendado:* AA-109. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Elementos da teoria de distribuição: derivada, suporte, multiplicação de distribuições, produto de convolução de distribuições. Solução elementar de um operador diferencial. Teoria das singularidades - descontinuidades admissíveis. Aplicação em aerodinâmica estacionária subsônica. Casos incompressível e irrotacional bidimensional e tridimensional. Estudo de algumas singularidades clássicas. Aplicação ao tratamento de condições de contorno. Exemplos clássicos de aplicação. **Bibliografia:** BOUSQUET, J., *Méthode des singularités - theorie et applications*, ENSAE, Toulouse, 1982; DURAND, E., *Electrostatique - tome I: les distributions*, Masson, Paris, 1964.

### **AA-255/2006 - Método dos Painéis**

*Requisitos recomendados:* AA-109 e ME-201. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Revisão do método das singularidades. Desenvolvimento de

painéis bidimensionais tipo: fonte, vórtice, dipolos normal e tangente. Método de Hess e Smith. Teorema de Green. Potencial de velocidade em função de integrais de superfície. Combinações entre singularidades e condições de contorno. Estudo da unicidade e condicionamento das soluções numéricas de escoamentos internos e externos. Problema inverso em Aerodinâmica. Solução numérica do escoamento descolado. Problema da interferência aerodinâmica. Extensão do método dos painéis para o estudo de escoamentos compressíveis e rotacionais. Estudo de painéis para solução de problemas tridimensionais. **Bibliografia:** LAMB, H., *Hydrodynamics*, 6. ed., Cambridge University Press, London, 1975; HUNT, B., *The panel method for subsonic aerodynamic flows*, Lecture Series 78-4, von Kármán Institute for Fluid Dynamics, Rhode Saint Genève, 1978; BOUSQUET, J., *Méthode des singularités - théorie et applications*, ENSAE, Toulouse, 1982.

### **AA-285/2006 - Fundamentos do Escoamento Turbulento**

*Requisito recomendado:* ME-201. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-8. Natureza da turbulência. Pequeno histórico. Métodos de análise: escalas. Equações básicas. Médias e equações de Reynolds. Analogia de Reynolds. Dinâmica da turbulência: energia cinética e dinâmica da vorticidade. Modelagem: conceitos básicos. Turbulência livre: jatos e esteiras. Turbulência confinada: camada limite. Elementos de estatística: função densidade de probabilidade, funções características, correlações e espectros; teorema do limite central. Transporte em escoamentos cisalhantes; dispersão de contaminantes. Dinâmica espectral: espectros uni e tridimensionais; cascadeamento de energia. O espectro na região de equilíbrio. Efeitos de produção e dissipação. Espectro de tempo. **Bibliografia:** TENNEKES, H e Lumley, J. L., *A First course in turbulence*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1972; LANDAUHL e MILLO-CHRISTENSEN, *Turbulence and Random Processes in fluid mechanics*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1986; BRADSHAW, P., *An introduction to turbulence and its measurement*, Pergamon Press, Oxford, UK, 1971.

### **AA-290/2006 - Fundamentos de Aerodinâmica Computacional**

*Requisito recomendado:* ME-201. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Revisão das formulações e equações da Mecânica dos Fluidos. Conceito de diferenças finitas e construção de aproximações espaciais e temporais de diferenças finitas. Estudo de precisão e de estabilidade de métodos numéricos; análise de estabilidade de Fourier. Método de relaxação e sua aplicação solução de problemas de estado estacionário. Métodos tipo ADI e conceito de

fatorização aproximada. Métodos numéricos aplicados à solução da equação do potencial completo. Métodos numéricos aplicados à solução das equações de Euler e de Navier-Stokes; algoritmo implícito de fatorização aproximada de Beam-Warming. Estudo de relações características e sua aplicação para implementação de condições de contorno; implementação implícita de condições de contorno. Geração de malhas computacionais. Introdução ao problema de modelagem de turbulência. **Bibliografia:** a critério do professor.

### **AA-292/2006 - Métodos Numéricos para Escoamentos Compressíveis**

*Requisito recomendado:* AA-290. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Métodos numéricos aplicados à solução das equações de Euler e Navier-Stokes. Algoritmo de Beam-Warming e aumento de eficiência para algoritmos implícitos de fatorização aproximada. Modelos de dissipação artificial linear e não-linear; efeito de condições de contorno. Algoritmo diagonal de Pulliam-Chaussee. Conceito de separação de vetores de fluxo. Algoritmo de Steger-Warming. Esquema implícito de fatorização aproximada com separação parcial de vetores de fluxo. Conceito de volumes finitos; método explícito e implícito de MacCormack; utilização de separação de vetores de fluxo e solução pelo algoritmo de relaxação de linha de Gauss-Seidel. Formulação 2-D e 3-D do método de MacCormack. **Bibliografia:** a critério do professor.

### **AA-293/2006 - Métodos Numéricos de Alta Resolução**

*Requisito recomendado:* AA-290. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Desenvolvimentos recentes na construção de algoritmos “*upwind*” para aplicações em escoamentos compressíveis. Estabilidade de métodos de diferenças finitas; análise de estabilidade de von Neumann; problemas matematicamente bem postos. Estabilidade, precisão e convergência de aproximações de diferenças finitas para equações diferenciais parciais hiperbólicas e parabólicas; efeito de condições de contorno numéricas. Esquemas *upwind* de alta resolução para leis de conservação hiperbólicas e escalares. Esquemas monotônicos, preservação de monotonicidade e esquemas de diminuição da variação total (*TVD*). Extensão para o caso de sistemas e para problemas multidimensionais; implementação implícita de esquemas *TVD*. Aplicações na solução de escoamentos de interesse aeroespacial. **Bibliografia:** a critério do professor.

### **AA-294/2006 - Turbulência em Dinâmica dos Fluidos Computacional**

*Requisitos recomendados:* ME-201 e AA-297. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Equações – vorticidade e energia. Média de Reynolds. Problema de fechamento da turbulência. Hipótese de Boussinesq. Escoamentos com cisalhamento: jatos, esteiras. Análise da estrutura da camada limite turbulenta e a consequência na modelagem do escoamento turbulento. Espectro de energia. Modelos algébricos. Modelos de meia equação. Modelos de uma equação. Modelo  $\kappa$ - $\epsilon$  e suas variações. Modelo  $\kappa$ - $\omega$ . Novas técnicas: simulação direta e simulação de grandes vórtices. **Bibliografia:** WILCOX, D.W., *Turbulence modeling for CFD*, DCW Industries, La Canada, CA, USA, 1993. LAUNDER, B.E., e SPALDING, D. B., *Mathematical models of turbulence*, Academic Press, London, 1979.; CEBECI, T. e SMITH, A. M. O., *Analysis of turbulent boundary layers*, Academic Press, NY, 1974.

### **AA-296/2006 - Métodos de Geração de Malhas Computacionais**

*Requisito recomendado:* AA-290 ou autorização do professor. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Geração de malhas computacionais com o auxílio de interpelações unidirecionais e multidirecionais e solução de equações diferenciais parciais. Emprego de sistemas em coordenadas cartesianas para sistemas em coordenadas gerais; implementação numérica para a solução das equações de governo de escoamentos utilizando coordenadas generalizadas. Erros de truncamento decorrentes da geração de malha. Métodos de geração de malhas algébricos, elípticos, parabólicos, e hiperbólicos. Malhas multiblocos; malhas não-estruturadas. **Bibliografia:** THOMPSON, J.F., WARSI, Z.U.A. e MASTIN, C.W., *Numerical grid generation, foundations and applications*, North-Holland, 1985; ANDERSON, D.A., TANNEBILL, J.C. e PLETCHER, R.H., *Computational fluid mechanics and heat transfer*, Hemisphere Publishing Corporation, 1984.

### **AB-102/2006 – Desempenho de Aeronaves**

*Requisito recomendado:* AA-109. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Desempenho pontual: planeio, vôo horizontal, subida, vôo retilíneo não-permanete, manobras de vôo, diagrama altitude versus número de Mach. Desempenho integral; cruzeiro, vôo horizontal não-permanete, subida de vôos curvilíneos. Decolagem e aterrissagem. **Bibliografia:** PAGLIONE, P., *Desempenho de aeronaves; fundamentos, condições de vôo, segmentos da trajetória*, ITA, São José dos Campos, 1985, F.J. Introduction to aircraft performance, selection, and design, John Wiley & Sons, New York, 1985.

### **AB-103/2006 – Estabilidade e Controle de Aeronaves**

*Requisito recomendado:* AA-109. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Estudo do Movimento longitudinal. Estabilidade estática. Estudo do movimento látero-direcional. Derivadas de estabilidade. Equações gerais do movimento de uma aeronave. Resposta da aeronave à atuação dos comandos. Estabilidade látero-direcional. Movimento pseudopermanente. **Bibliografia:** PAGLIONE, P. e ZANARDI, M.C., *Estabilidade e controle de aeronaves*, ITA, São José dos Campos, 1990; ETKIN, B., *Dynamics of flight stability and control*, 2. ed., John Wiley & Sons, New York, 1982; WANNER, J.C., *Dynamique du vol et pilotage des avions*, ONERA, Chatillon, 1983.

### **AB-241/2006 – Aerodinâmica e Desempenho de Helicópteros e Aeronaves de Asas Rotativas**

*Requisito recomendado:* AA-109. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Resumo histórico e retrospecto do cenário de “rotorcraft”. Configurações. Tipos de rotores. Aerodinâmica e desempenho do vôo pairado e do vôo em subida vertical: teoria da quantidade de movimento, teoria do elemento de pá. Noções sobre teoria da vorticidade. Fatores que afetam o desempenho no vôo pairado: efeitos de perda de ponta, contração da esteira, não-uniformidade da distribuição de velocidade induzida, torção e afilamento, rotação na esteira, estol e arrasto de divergência. Efeito solo. Aerodinâmica e desempenho no vôo em descida vertical. Aerodinâmica do vôo à frente: teoria da quantidade de movimento. Subida, descida e auto-rotação em vôo à frente. Movimento elementar da pá: origem e interpretação física dos movimentos de *flap*, *lead-lag* e *feathering*. Região de fluxo reverso. Definição dos planos de referência no rotor para as equações em vôo à frente. Cálculo da potência em vôo à frente. Equação dinâmica da pá em *flap*. **Bibliografia:** JOHNSON, W., *Helicopter theory*, Princeton University Press (ou Dover edition), Princeton, 1980, GESSOW, A. and MYERS, G.C., *Aerodynamics of the helicopter*, College Park Press, Maryland, 1985, SEDDON, J., *Basic helicopter aerodynamics*, AIAA Education Series, 1990.

### **AB-263/2006 – Desempenho Ótimo de Aeronaves**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Propriedades gerais de trajetórias ótimas. Vôo Plano horizontal, vôo planado ótimo, vôo de cruzeiro supersônico. Curvas supersônicas, manobras supersônicas no plano vertical. Método de energia como variável de estado. Trajetórias de reentrada ótimas. **Bibliografia:** VIHN, N.X., *Optimal trajectories in atmospheric flight*, ELSEVIER, New York, 1981; BRYSON Jr.,

A.E. e HO, Y.C. *Applied optimal control*, John Wiley & Sons, New York, 1975.

### **AB-264/2006 - Otimização de Trajetórias Espaciais**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* AB-261. Horas semanais: 3-0-6. Noções de dinâmica orbital. Modelagem matemática de sistemas de propulsão. Transferência de Hohmann, transferência ótima em um campo gravitacional geral, transferência ótima em um campo gravitacional central. Correções orbitais ótimas: transferência e *rendez vous*. **Bibliografia:** MAREC, J.P., *Optimal space trajectories*, New York, Elsevier, 1979; CITRON, S.J., *Elements of optimal control*, Holt-Reinhart & Winston, 1969; BATE, R.R., MUELLER, D.F. & WHITE, J.E., *Fundamentals of astrodynamics*, New York, Dover, 1971.

### **AB-265/2006 - Dinâmica e Controle de Espaçonaves e Aeronaves**

*Requisito recomendado:* MVO-03. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Estudo do comportamento dinâmico de espaçonaves e aeronaves e projetos de sistemas de controle adequados para tais aeronaves. Para uma espaçonave em órbita: comportamento dinâmico autônomo longitudinal e lateral. Projetos de sistemas de controle de atitude usando combinações de gradiente de gravidade, propulsão e giroscópios de controle de momento. Determinação de atitude baseada em GPS. Para aeronaves: comportamento dinâmico autônomo longitudinal e látero-direcional. Projetos de autopilotos para o controle de trajetórias, aterrissagem automática e navegação por GPS. **Bibliografia:** BRYSON, A.E., *Control of spacecraft and aircraft*, Princeton Univ. Press, 1994; ETKIN, B., *Dynamics of atmospheric flight*, John Wiley & Sons, 1972; ROSKAM, Jr., *Airplane flight dynamics and automatic flight controls – Part I e II*, DARCorporation, 1995.

### **AB-266/2006 - Simulação e Controle de Aeronaves**

*Requisito recomendado:* AB-103. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Dedução das equações do movimento: análise dinâmica e cinemática, montagem das equações de estado. Construção do modelo da aeronave: aerodinâmica básica, forças e momentos, o modelo não-linear da aeronave, modelos lineares e derivadas de estabilidade. Ferramentas analíticas e computacionais: modelos dos subsistemas, modelos de aeronaves para simulação, vôo permanente compensado, solução numérica das equações de estado, linearização, simulação com equações lineares invariantes no tempo, controle com realimentação. Dinâmica da aeronave e técnicas de projeto

clássicas: o efeito das condições de vôo sobre os modos autônomos da aeronave, requisitos de qualidade do vôo, aumento de estabilidade, sistemas de controle de aumento de estabilidade, autopilotos, simulação não-linear e limitantes. Técnicas de projeto modernas: avaliação da dinâmica em malha fechada, regulador linear quadrático com realimentação da saída, rastreamento de um comando, modificação do índice de desempenho, projeto com modelo de referência, projeto linear quadrático com realimentação completa dos estados, projeto de um sistema de controle robusto com realimentação de saída, observadores e filtros de Kalman. Controle digital: simulação de controladores digitais, discritalização de sistemas contínuos, projeto de sistemas contínuos modificados, projeto de sistemas contínuos modificados, considerações de implementação. **Bibliografia:** STEVENS, B.L. and LEWIS, F., *Aircraft control and simulation*, John Wiley & Sons, New York, 1992; ETKIN, B., and REID, L.D., *Dynamics of flight, stability and control*, John Wiley, New York, 1996; ROSKAM, JR., *Airplane flight dynamics and automatic flight control*, Parts I and II, DARcorporation, Kansas City, 1995.

### **AB-267/2006 - Dinâmica e Controle de Aeronaves Flexíveis.**

*Requisito recomendado:* AB-103. *Requisitos exigidos:* não há. *Horas semanais:* 3-0-6. Dinâmica de corpos elásticos livres: revisão, eixos médios, modos de vibração livres. Determinação das equações do movimento de aeronaves elásticas a partir das equações de Lagrange. Determinação das forças generalizadas a partir do princípio do trabalho virtual. Determinação das forças aerodinâmicas através do uso da teoria das faixas para aeronaves elásticas. Forças propulsiva e gravitacional. Simplificações do modelo dinâmico de aeronaves elásticas: truncamento modal e de estado, residualização, redução balanceada, simplificação literal. Uma teoria unificada para a dinâmica do vôo e aeroelasticidade. Simulação de trajetórias de vôo. Análise da estabilidade das condições de equilíbrio de aeronaves elásticas. Projeto de sistemas de controle de vôo para aeronaves elásticas. Projeto de observadores de estado para aeronaves elásticas. **Bibliografia:** ROSKAM, J. *Airplane flight dynamics and automatic control - Parts I e II*. Lawrence, KS: DAR Corporation, 1995; WASZACK, M.R; BUTTRILL, C. S. *Modeling and model simplification of aeroelastic vehicle*. Washington, DC: NASA, 1992. (NASA Technical Memorandum 10769, 1992); MEIROVITCH, L.; TUZCU, I. *Integrated approach to the dynamics and control of maneuvering flexible aircraft*. Washington, DC: NASA, 2003. (NASA Contract Report 211748, 2003).

## **AB-270/2006 - Métodos Numéricos em Otimização de Sistemas Estáticos e Dinâmicos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* AB-261. Horas semanais: 3-0-6. Métodos indiretos: O princípio do Máximo de Pontryagin; Adaptação do cálculo variacional às novas colocações do problema; O método dos múltiplos tiros para solução numérica do problema do valor de contorno em vários pontos. Método da quasi-linearização; Método das perturbações singulares forçadas. Métodos diretos: métodos de programação quadrática seqüencial; método do gradiente; método da colocação direta; método de Bellman para a programação dinâmica; algoritmos genéticos para otimização multi-objetiva. **Bibliografia:** COOPER, L. e STEINBERG, D., *Introduction to methods of optimization*, W.B. Saunders Company, 1970; BRYSON, A.E. e HO, Y.C., *applied optimal control*, Hemisphere Publishing Corporation, 1975; KOKOTOVIC, P.V. e KAHLL, H.K., *Singular perturbation methods in control: Analysis and design*, Academic Press, 1986.

## **AB-300/2006 – Seminário de Tese**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 2-0-4. Forças gravitacionais e não-gravitacionais. Movimentos orbitais e de atitude. Controle de atitude. Ressonâncias. Inclinação crítica. Satélites de 24 horas. Ressonância spin-órbita. Integrações numéricas. **Bibliografia:** BELESTIKII, V.V., *Motion of an artificial satellite about its center of mass*, Program of Scientific Translation, Jerusalém, 1966; Le mouvement du véhicule spatial en orbite, Cours CNES, Toulouse, 1980; artigos selecionados dos periódicos *Celestial Mechanics* e outros.

## **AC-102/2006 - Motores a Jato**

*Requisito recomendado:* AA-103. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Conceitos fundamentais. Tipos de motores a jato. Parâmetros principais. Estudo dos componentes. Características operacionais. Análise do desempenho dos motores e de seus componentes. **Bibliografia:** COHEN, H. et al., *Gas turbine theory*, 3. ed., Longman, London, 1985; KERREBROCK, J.L., *Aircraft engines and gas turbines*, 2<sup>nd</sup> ed., The Alpine Press, Cambridge, 1978.

## **AC-108/2006 - Turbohélice**

*Requisito recomendado:* AC-102. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Seleção da configuração global ótima de turbohélice e turboeixo para serem propulsores de veículos aeronáuticos. Introdução ao projeto de cada um desses motores, com ênfase especial em turbohélice. Considerações sobre

sistemas desses motores (combustível, lubrificação, elétrico e antigelo). Sistemas propulsivos em desenvolvimento (e.g., *propfan*), **Bibliografia:** a critério do professor.

### **AC-111/2006 - Motor Foguete**

*Requisito recomendado:* AC-102. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Desempenho de veículo propulsado a motor-foguete. Balística interna dos foguetes químicos. Foguetes de múltiplos estágios. Transferência de calor em um motor-foguete. Termoquímica. **Bibliografia:** SUTTON, G.P., *Rocket propulsion elements*, John Wiley & Sons, New York, 1976; CORNELISSE, J.W. et al., *Rocket propulsion and space flight dynamics*, Pitman, London, 1979.

### **AC-260/2006 - Compressores Axiais**

*Requisito recomendado:* não há *Requisito exigido:* AC-102. Horas semanais: 3-0-6. Métodos para cálculo aero-termodinâmico de compressores axiais. Generalidades sobre os métodos de curvatura de linha de corrente e elementos finitos aplicados a compressores. Desenvolvimento detalhado do método de curvatura de linha de corrente. Avaliação de perdas bi e tridimensionais através de compressores. Correlações. **Bibliografia:** VAVRA, M.H., *Aero-thermodynamics and flow in turbomachines*, New York, John Wiley & Sons, 1960; HORLOCK, J.M., *Axial flow compressors fluid mechanics and thermodynamics*, New York, Krüger Pub. Co., 1973.

### **AC-265/2006 - Combustão em Motores a Jato**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* ME-201. Horas semanais: 3-0-6. Equações gerais dos escoamentos reativos. Chamas e câmaras de combustão. Cálculo global em escoamentos reativos. Estrutura e modelos de cálculo de chama pré-misturada. Chamas de difusão laminares. **Bibliografia:** BOURIANNES, R., *Combustion*, ENSMA, Poitiers, 1992; BORGHI, C. e CHAMPION, M., *Course of the combustion*, ENSMA, Poitiers, 1989; WILLIAMS, F.A., *Combustion theory*, Addison Wesley, Reading, 1965.

### **AC-275/2006 - Motor Foguete a Propelente Líquido**

*Requisito recomendado:* AC-111. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Requisitos e análise do projeto preliminar de motores foguetes a propelente líquido. Projeto da câmara de combustão e dos seus diversos dispositivos. Análise dos problemas de instabilidade de combustão. Projeto do sistema pressurizante necessário à alimentação de propelente. Projeto do

sistema turbobomba. Projeto dos sistemas de controle e monitorização. Projeto dos tanques de propelentes e dos diversos componentes do sistema de alimentação. Integração dos sistemas do motor. Projeto de motores foguetes a propelente líquidos utilizados em missões espaciais. **Bibliografia:** HUZEL, D.K. e HUANG, D.H., *Modern engineering for design of liquid propellant rocket engines*, American Institute of Aeronautics and Astronautics, New York, 1992; CORNELISSE, J.W. et al., *Rocket propulsion and spaceflight dynamics*, Pitman, London, 1979.

### **AC-280/2006 - Combustão em Escoamento Bifásico**

*Requisito recomendado:* conhecimento básico em Termodinâmica. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Introdução: chamas de difusão e pré-misturadas (Características gerais. Estrutura das chamas. Velocidades de propagação). Modelos de gotículas em microgravidade. Modelo de um “*spray*” de gotículas. Métodos experimentais. Aplicações em foguetes a propelente líquido e a turboreatores. **Bibliografia:** GAYDON, A.G.; WOLFARD, H.G., *Flame: their structure, radiation and temperature*, John Wiley & Sons, New York, 1983; LEWIS, B; ELBE, G., *Combustion flames and explosions gases*, Academic Press, 2. ed., 1961; TSUJI, H., *Combustion phenomena*, in Machine Research, 1976.

### **AE-107/2006 - Teoria de Estruturas Aeronáuticas**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Teoria de Saint-Venant de torção de barras de seção sólida. Flexão, cisalhamento e torção de vigas de paredes finas de seção aberta e fechada. Vigas multicelulares. Flexo-torção de vigas de paredes finas considerando a restrição axial. Tensões de restrição axial em caixas. Difusão em painéis. Elementos da análise experimental de tensões: princípios de fotoelasticidade. **Bibliografia:** DALLY, J.W. e RILEY, W.F., *Experimental stress analysis*, McGraw-Hill, New York, 1978; MEGSON, T.H.G., *Aircraft structures for engineering students*, E. Arnold, London, 1972; ODEN, J. T., *Mechanics of elastic structures*, McGraw-Hill, New York, 1967.

### **AE-202/2006 - Teoria da Elasticidade e Princípios Variacionais**

*Requisito recomendado:* AE-107. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Equações básicas da elasticidade. Estados planos de tensão e deformação, Função de Airy. Princípios variacionais. Princípio dos dois campos independentes. Princípio dos trabalhos virtuais e dos trabalhos virtuais complementares. Princípio da energia potencial. Princípio de Hu-Washizu.

Princípio de Hellinger-Reissner-Prager. Outros princípios. Teoremas de energia e reciprocidade resultantes. Métodos diretos e indiretos. **Bibliografia:** GURTIN, M.E., *The linear theory of elasticity*, Encyclopedia of Physics, v. VI A/2, Mechanics of Solids II, Springer-Verlag, Berlin, 1973; WASHIZU, K., Variational methods in elasticity and plasticity, Pergamon Press, New York, 1974.

### **AE-207/2006 - Teoria de Placas e Cascas**

*Requisito recomendado:* AE-202. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Estruturas de superfície. Hipóteses básicas utilizadas na teoria de flexão de placas e cascas finas. Equações da teoria de placas. Métodos de solução. Elementos de geometria diferencial. Equações da teoria de cascas segundo Reissner. Particularização da teoria de Reissner para cascas de revolução. Cascas achatadas. Teoria de membrana. **Bibliografia:** SZILARD, R., *Theory and analysis of plates: classical and numerical methods*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1974; KRAUS, H., *Thin elastic shells*, John Wiley & Sons, New York, 1967.

### **AE-213/2006 - Estabilidade de Estruturas Aeronáuticas**

*Requisito recomendado:* AE-107. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Caracterização de materiais. Modelos. Estabilidade de colunas. Métodos de energia. Viga-coluna. Flambagem torcional de colunas de paredes finas. Estabilidade de placas. Painéis de compressão. Vigas em campo de tração diagonal. Introdução a flambagem de cascas cilíndricas. **Bibliografia:** BRUHN, E.F., *Analysis and design of flight vehicle structures*, Tri-Offset, Cincinnati, 1973; CHAJES, A., *Principles of structural stability theory*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1974; RIVELLO, R.M., *Theory and analysis of flight structures*, McGraw-Hill, New York, 1969.

### **AE-225/2006 - Dinâmica de Estruturas I**

*Requisito recomendado:* AE-107. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Princípios de Dinâmica. Vibrações livres e respostas dinâmicas de sistemas de único grau de liberdade. Vibrações livres e respostas dinâmicas de sistemas de vários graus de liberdade. Superposição modal. Integração direta das equações de movimento. Vibrações aleatórias. Noções de vibrações livres e respostas dinâmicas de sistemas não-lineares. **Bibliografia:** CLOUGH, R. e PENZIEN, J., *Dynamical of structures*, McGraw-Hill, New York, 1975; MEIROVITCH, L., *Elements of vibration analysis*, McGraw-Hill, New York,

1975, BISMARCK-NASR, M.N., *Finite elements in applied mechanics*, Abaeté, São Paulo, 1993.

### **AE-228/2006 - Dinâmica de Estruturas II**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* AE-225 ou consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Revisão de resposta transitória de sistemas lineares. Vibrações e respostas transitórias de sistemas não-lineares de estruturas: comportamentos elástico e inelástico do material a grandes deflexões. Formulação e uso de elementos finitos, diferenças finitas e métodos de modos assumidos. Análise por métodos modais e técnicas numéricas diretas de integração temporal. Respostas vibratórias de estruturas geometricamente não-lineares devidas a excitações forçadas e paramétricas; predição de ciclos limites usando técnicas numéricas; método do balanço harmônico e técnicas de perturbação. Vibrações aleatórias. **Bibliografia:** COOK, P. A., *Nonlinear dynamical systems*, Prentice-Hall, London, 1986; MEIROVITCH, L., *Elements of vibration analysis*, McGraw-Hill, New York, 1975.

### **AE-231/2006 - Estruturas Aeroespaciais de Materiais Compostos**

*Requisito recomendado:* AE-107. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Filosofia de projeto para materiais compostos. Projeto de componentes estruturais de aviões, helicópteros, foguetes e satélites. Materiais avançados para emprego aeroespacial e seus requisitos básicos. Análise de tensões, vibrações e estabilidade de cascas anisotrópicas. Termoelasticidade de materiais compostos. Projeto de componentes estruturais para uso no setor aeroespacial. **Bibliografia:** MIDDLETON, D.H., *Composite materials in aircraft structures*, Longman, London, 1990; PHILLIPS, L.N., *Design with advanced composite materials*, Springer-Verlag, London, 1989; ÖZISIK, M.N., *Basic heat transfer*, McGraw-Hill, New York, 1977.

### **AE-245/2006 - Elementos Finitos I**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6 Bases do método de elementos finitos. Métodos de elementos finitos na Elasticidade. Formulação com bases no princípio de energia potencial total, no princípio de energia complementar e no princípio de Hellinger-Reissner. Método de elementos finitos na Dinâmica Estrutural. **Bibliografia:** GALLAGHER, R.H., *Finite element analysis: fundamentals*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1975; HUEBNER, K.H., *The finite element method for engineers*, John Wiley & Sons, New York, 1975; BISMARCK-NASR, M.N., *Finite elements in applied mechanics*, Abaeté, São Paulo, 1993.

## **AE-246/2006 - Elementos Finitos II**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* AE-245. Horas semanais: 3-0-6. Aplicações de elementos finitos híbridos e mistos. Aplicações na Estabilidade Elástica, Mecânica dos Fluidos e Aeroelasticidade. Introdução à análise não-linear. Métodos de faixas e prismas finitos. Métodos de elementos de fronteira. **Bibliografia:** BANERJEE, P.K. e BUTTERFIELD, P.K., *Boundary element methods in engineering science*, McGraw-Hill, London, 1981; HUEBNER, K.H., *The finite element method for engineers*, John Wiley & Sons, New York, 1975; BISMARCK-NASR, M.N., *Finite elements in applied mechanics*, Abaeté, São Paulo, 1993.

## **AE-249/2006 - Aeroelasticidade I**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* AE-225. Horas semanais: 3-0-6. Introdução à Aeroelasticidade. Formulação do problema Aeroelástico em duas e em três dimensões usando o método das faixas. Introdução à aerodinâmica não-estacionária. Formulação do problema aeroelástico na base modal. Introdução ao problema de respostas aeroelásticas. **Bibliografia:** BISPLINGHOFF, R.L. et al., *Aeroelasticity*, Addison Wesley, Reading, 1955; DOWELL, E.H. et al., *A modern course in aeroelasticity*, Sijthoff & Noordhoff, Rockville, 1980; BISMARCK-NASR, M.N., *Finite elements in applied mechanics*, Abaeté, São Paulo, 1993.

## **AE-250/2006 - Aeroelasticidade II**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* AE-249 ou consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Métodos discretos do cálculo aeroelástico. Resposta dinâmica à rajada discreta e à turbulência atmosférica contínua. Aeroelasticidade de placas e cascas. Método de elementos finitos aplicado à Aeroelasticidade. **Bibliografia:** BISPLINGHOFF, R.L. et al., *Aeroelasticity*, Addison-Wesley, Reading, 1955; DOWELL, E., *Aeroelasticity of plates and shells*, Sijthoff & Noordhoff, Groningen, 1976; BISMARCK-NASR, M.N., *Finite elements in applied mechanics*, Abaeté, São Paulo, 1993.

## **AE-256/2006 - Métodos Numéricos em Mecânica dos Sólidos**

*Requisitos recomendados:* AE-225 e AE-245. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Álgebra linear e matrizes. Interpolação e integração numéricas. Métodos diretos e iterativos para a solução das equações de equilíbrio estático. Métodos diretos de integração para a solução das equações de equilíbrio dinâmico. Análise de erros. Solução de problemas de autovalor: propriedades dos autovalores; polinômios característicos; “shifting”; técnicas

aproximadas. Métodos de solução de problemas de autovalor: métodos de transformação; técnicas de interação vetorial. Solução de problemas de autovalor de grande porte: métodos da busca determinantal e da iteração por subespaços. **Bibliografia:** BATHE, K.J. e WILSON, E.L., *Numerical methods in finite element analysis*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1976; WILKINSON, J.H., *The algebraic eigenvalue problem*, Oxford University Press, London, 1965; DAHLQUIST, G. e BJORCK, A., *Numerical methods*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1974.

### **AE-265/2006 - Otimização de Estruturas**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Formulação geral do problema de projeto ótimo. Métodos de ataque. Análise estrutural. Métodos de reanálise. Métodos de critério de otimalidade. Programação linear. Programação não-linear. Otimização de elementos estruturais. Otimização de estruturas treliçadas. Considerações gerais na otimização de sistemas de grande porte. **Bibliografia:** FOX, R.L., *Optimization methods for engineering design*, Addison-Wesley, Reading, 1971; GALLAGHER, R.H. e ZIENKIEWICZ, O.C. (ed.), *Optimum structural design theory and applications*, John Wiley, New York, 1977.

### **AE-291/2006 – Dinâmica e Aeroelasticidade de Helicópteros e Aeronaves de Asas Rotativas**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* AB-241. Horas semanais: 3-0-6. Introdução. Revisão das teorias do elemento-de-pá e quantidade de movimento. *Dynamic inflow* no vôo pairado; *flapping* em pás rígidas no vôo pairado. Balanço harmônico e procedimentos para *trim*. Apresentação e aplicação da teoria de Floquet. Análise de sistemas de primeira ordem – abordagem por variáveis de estado; *multi-blade coordinates*. Instabilidade de rotores e do sistema rotor-mastro. Ressonância solo. **Bibliografia:** DOWELL, E. (editor), *A modern course in aeroelasticity*, 3<sup>rd</sup> ed. revised and enlarged edition, Kluwer Academic Press, 1994; JOHNSON, W., *Theory of the helicopter*, Princeton University Press (ou Dover edition), 1980; BIELAWA, R.L., *Rotary wing structural dynamics and aeroelasticity*, AIAA Education Series, 1992.

### **AP-236/2006 - Teoria da Mecânica de Fratura**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Função tensão de Airy. Função tensão em termos do potencial complexo. Tensões e deslocamentos em placas fissuradas.

Fatores intensidade de tensão:  $K_I$ ,  $K_{II}$ , e  $K_{III}$ . Energias liberadas na propagação de fissuras:  $G_I$ ,  $G_{II}$ , e  $G_{III}$ . Tensões residuais e plasticidade na vizinhança da extremidade da fissura: comportamentos nos estados bidimensionais de tensões e deformações. Modelo de Dugdale. Plasticidade cíclica. Abertura da fissura: *COD*. Calibração de espécimens. Determinação do  $K_I$  em uma estrutura. Determinação experimental do  $K_{Ic}$ . Curva de resistência e sua determinação experimental:  $K_g$ . A integral  $J_{Ic}$  e determinação experimental do  $J_{Ic}$ . Instrumentos e métodos: preparação e preservação da superfície fraturada; exames por microscópios eletrônicos de varredura e de transmissão; estrias por fadiga. **Bibliografia:** PEREZ, O., *Fundamentos da mecânica da fratura*, v. I e II, ITA, São José dos Campos, 1984; BROEK, D., *Elementary engineering fracture mechanics*, Noordhoff, Leyden, 1974.

### **AP-237/2006 - Fadiga em Estruturas Metálicas**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* AP-236. Horas semanais: 2-0-4. Propagação de fissuras em fadiga. Variáveis que afetam a propagação; aplicação da Mecânica da Fratura; discussão dos modelos matemáticos propostos. Espectros de carregamento em ensaios de fadiga e avaliação de projeto *fail safe*. Comparações entre carregamentos programados e aleatórios. **Bibliografia:** a critério do professor.

### **AP-241/2006 - Aerodinâmica e Desempenho de Aeronaves de Vôo Vertical**

*Requisito recomendado:* ME-201. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Resumo histórico. Configurações. Tipos de rotores. Aerodinâmica e desempenho do vôo pairado e do vôo em subida vertical: teoria da quantidade de movimento, teoria do elemento de pá. Noções sobre teoria da vorticidade. Fatores que afetam o desempenho no vôo pairado: efeitos de perda de ponta, contração da esteira, não-uniformidade da distribuição de velocidade induzida, torção e afilamento, rotação na esteira, estol e arrasto de divergência. Efeito solo. Aerodinâmica e desempenho no vôo em descida vertical. Aerodinâmica do vôo para frente: teoria da quantidade de movimento. Subida, descida e autorotação em vôo para frente. Movimento elementar da pá: origem e interpretação física dos movimentos de batimento, arrasto e torção. Região de fluxo reverso. Definição dos planos de referência do rotor. Cálculo da potência requerida. **Bibliografia:** GESSON, A., MYERS, G.C. Jr., *Aerodynamics of the helicopter*, College Park Press, 1985; JOHNSON, W., *Helicopter theory*, Princeton University Press, Princeton, 1980; PROUTY, R.W., *Helicopter performance, stability, and control*, Robert E. Krieger, New York, 1990.

### **EA-270/2006 – Aquisição, Condicionamento e Processamento de Sinais**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Sensores e transdutores de sinais típicos: sensores de vibração, sensores *CCD* e circuitos de aquisição. Circuitos de condicionamento de sinais. Conversores *AD* e *DA* de alta resolução e de alta velocidade. Embasamento matemático para o estudo de processamento de sinais digitais de uma e de duas dimensões. Amostragem e quantização de sinais de uma e de duas dimensões. Transformadas em uma e duas dimensões. Representação de sinais de uma e de duas dimensões por modelos estocásticos. Realce, filtragem e restauração de sinais bidimensionais. Reconstrução de sinais bidimensionais a partir de projeções. Compressão de sinais de uma e de duas dimensões. **Bibliografia:** KING, R. et al., *Digital filtering in one and two dimensions*, Plenum Press, New York, 1989; LIM, J. S., *Two dimensional signal and image processing*, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1990; JAIN, An. K., *Fundamentals of digital image processing*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, 1989.

### **EE-214/2006 - Inteligência Artificial em Controle e Automação**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* ELE-49 ou equivalente. Horas semanais: 3-2-8. Princípios de lógica. Representação de conhecimento. Solução de problemas. Heurística. Sistemas especialistas. Redes neurais, lógica *fuzzy* e aprendizado. Controladores empregando técnicas de inteligência artificial. **Bibliografia:** NASCIMENTO Jr., C.L., YONEYAMA, T. *Inteligência artificial em controle e automação*. São Paulo: Edgard Blücher, 2000; RICH, E.R., KNIGHT, K. *Inteligência Artificial*. 2. ed. Rio de Janeiro: Makron Books, 1994; SHAW, I.; SIMÕES, M.G., *Controle e modelagem fuzzy*. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

### **EE-292/2006 - Visão Computacional para Controle de Sistemas**

*Requisito recomendado:* EA-274. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-1-8. Inter-relacionamento entre visão computacional, computação gráfica e processamento de imagens. Visão computacional: baixo nível e alto nível. Detecção e descrição de arestas, regiões e contornos. Segmentação de imagens. Reconstrução de estrutura 3-D a partir de sombreamento, estéreo, estéreo fotogramétrico e movimento. Estimação do fluxo óptico. Casamento de imagens estéreo e em seqüência. Calibração de câmeras. Fusão de sensores para sistemas de visão. Fluxo de informação em sistemas de controle baseados em visão. Análise de propagação de erros. Visão ativa. Validação de sistemas de controle baseados em visão. Problemas reais e soluções viáveis em projeto

de sistemas de controle baseados em visão. **Bibliografia:** HORN, B.K.P. *Robot vision*. New York: McGraw-Hill, 1986; SHIRAI, Y. *3-D computer vision*. New York: Springer-Verlag, 1987; ROSENFELD, A., KAK, A.C., *Digital picture processing*. 2. ed., V. 2. New York: Academic Press, 1982; BALLARD, D.H., BROWN, C.M., *Computer vision*. New Jersey: Prentice-Hall, 1985.

### **EE-294/2006 - Sistemas de Pilotagem e Guiamento**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* EE-205 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-6. Equações de movimento de corpo rígido com seis graus de liberdade. Linearização das equações de movimento: modos lateral e longitudinal. Instrumentação e sensores inerciais. Técnicas para síntese de autopiloto. Subsistemas de rastreamento e pilotagem. Técnicas de detecção: infravermelho. Métodos de guiamento: navegação proporcional, perseguição de linha de visada. Erro final de aproximação. Aplicações de visão computacional em pilotagem e guiamento. **Bibliografia:** ROSKAM, J. *Airplane flight dynamics and automatic flight control*, parts I and II. The University of Kansas, 1979; LAWRENCE, A., *Modern inertial technology: navigation, guidance and control*. New York: Springer-Verlag, 1992; BLAKELOCK, J.H., *Automatic control of aircraft and missiles*. 2. ed. Wiley-Interscience, 1991; MERHAV, S., *Aerospace sensor systems and applications*. New York: Springer-Verlag, 1996.

### **EE-295/2006 - Sistemas de Navegação Inercial**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* EE-205 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-6. Métodos para transformação de coordenadas. Cinemática e determinação de atitude de corpo rígido. Noções de instrumentação inercial. Derivação e análise das equações de navegação. Implementação de plataforma estabilizada e *strap-down*. Análise de erros. Calibração e alinhamento inicial no solo e em vôo. Implementação subótima de filtro de Kalman, análise de covariância, filtro de Kalman estendido. Fusão de navegação inercial com auxílios externos: GPS. **Bibliografia:** BROXMEYER, C., *Inertial navigation systems*. New York: McGraw-Hill, 1964; BRITTING, K.R., *Inertial navigation system analysis*. New York: Wiley Interscience, 1971; SIOURIS, G.M., *Aerospace avionics systems: a modern synthesis*. San Diego: Academic Press, 1993; WALDMANN, J., *Sistemas de navegação inercial*. Apostila 629.7.052 W164S, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, S. José dos Campos, SP, 1995.

### **FM-222/2006 – Estabilidade em Sistemas Dinâmicos**

*Requisito recomendado:* FF-207. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Sistemas lineares a coeficientes constantes e periódicos. Estabilidade de órbitas segundo Liapunov, estabilidade orbital, órbitas periódicas, famílias de órbitas periódicas. Bifurcação de órbitas periódicas. Sistemas hamiltonianos. Ressonância não-linear. Instabilidade estocástica. Teoria de Komogorov-Arnold-Moser (KAM). Entropia de Krylon-Kolmogorov-Sinai. Difusão de Arnold. Teorema de Mekhoroshev. Introdução ao caos. **Bibliografia:** PONTRIAGUINE, L., *Equations différentielles ordinaires*, Mir, Moscou, 1966; CHIRIKOV, B.V., *A universal instability of many dimensional oscillator systems*, Physics Reports, v. 52, pp. 263-379, North-Holland, Amsterdam, 1979; GUCKENHEIMER, J. e HOLMES, P., *Nonlinear oscillations – dynamical systems and bifurcations of vector fields*, Springer-Verlag, New York, 1983; VERHULST, F., *Nonlinear differential equations and dynamical systems*, Springer-Verlag, New York, 1990.

### **FM-252/2006 – Otimização de Trajetórias Espaciais**

*Requisito recomendado:* EE-253. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Fundamentos de Astronáutica: problema dos dois-corpos. Otimização de trajetórias: Princípio de máximo de Pontryagin. Transformações canônicas. Resultados gerais sobre o problema de otimização de trajetórias espaciais. Transformação de elementos cartesianos para orbitais: sistemas canônicos generalizados. Problema do arco balístico. Transferências impulsivas entre órbitas quasi-circulares. Transferências impulsivas entre órbitas coplanares: coaxiais ou não. Transferência de Hohmann. Correções orbitais: transferências de baixo empuxo e potência limitada. **Bibliografia:** MAREC, J.P., *Optimal Space Trajectories*, Elsevier, New York, 1979; MAREC, J.P., *Transferts entre Orbites Elliptiques Proches*, ONERA Pub. 121, Paris, 1967; MARCHAL, C., *Transferts Optimaus entre Orbites Elliptiques*, ONERA Publ. 120, Paris, 1967.

### **FM-293/2006 – Fundamentos de Astronáutica**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Problema de dois-corpos. Elementos orbitais. Posição e velocidade como funções do tempo. Problema de Lambert. Trajetórias de mísseis balísticos. Manobras orbitais básicas. Transferência de Hohmann. Trajetórias lunares. Trajetórias interplanetárias. Perturbações: métodos de Cowell e Encke. Variação dos elementos orbitais. Equações de Gauss. **Bibliografia:** BATE, R.R.; MUELLER, C.D. & WHITE, J.E., *Fundamentals of astrodynamics*, Dover, New York, 1971; THOMSOM, T.T., *Introduction to space dynamics*,

John Wiley & Sons, New York, 1963; BATTIN, R.H., *An Introduction to the mathematics and methods of astrodynamics*, AIAA Education Series, New York, 1987.

### **FM-298/2006 – Teoria de Perturbações II**

*Requisitos recomendados:* FF-207 e FM-299. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Transformações canônicas. Teoria de Hamilton-Jacobi. Perturbações em sistemas hamiltonianos separáveis. Método de Lindsted-Poincaré. Método de Von-Zeipel. Ressonância. Método de Bohlin. Método de Delaunay generalizado. Método de Lie-Deprit. Método de Hori. Integrais e funções elípticas. Problema ideal de ressonância. **Bibliografia:** POINCARÉ, H., *Les méthodes nouvelles de la mécanique celeste*, Gauthiers-villars, Paris, 1893; NAYFETH, A., *Perturbations methods*, John Willey & Sons, New York, 1973; BOCCALETTI D. & PUCACCO, G., *Theory of Orbits*, Springer-Verlag, Berlin, 1999.

### **FM-299/2006 – Teoria de Perturbações I**

*Requisito recomendado:* FM-293. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Expansões em séries e seqüências. Séries formais. Método de variação das constantes. Equações de Lagrange e Gauss para o problema kepleriano perturbado. Método de aproximações sucessivas. Método de Lindsted-Poincaré. Método de Krylov-Bogoliubov. Método da média generalizada. Operadores de Faa de Bruno. Séries e transformadas de Lie. Métodos de Lie-Hori e Lie-Kamel para sistemas não-canônicos. Versão canônica generalizada do método de Hori. Método de Krazinski. **Bibliografia:** MELLO, S.F., *Teoria de perturbações*, ITA, São José dos Campos, 1972; MINORSKY, V., *Non-linear oscillations*, Van Nostrand, Princeton, 1962; NAYFEH, *perturbations methods*, John Wiley & Sons, New York, 1973.

### **FQ-220/2006 - Termodinâmica Química**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* Consentimento do professor. Horas semanais: 3-1-7. Os princípios da Termodinâmica e suas conseqüências. Energia livre. Entropia. A fugacidade, a atividade e as constantes de equilíbrio. Estudo termodinâmico das soluções. **Bibliografia:** GLASSTONE, S., *Termodinâmica para químicos*, Aguilar, Madrid, 1977; KLOTZ, I.M., *Chemical thermodynamics*, Prentice-Hall, New Jersey, 1957.

### **FQ-222/2006 - Cinética Química**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* Consentimento do professor. Horas semanais: 4-0-8. Tratamento empírico das velocidades de reações homogêneas. Métodos experimentais e tratamento dos dados. Os processos elementares: a teoria cinética dos gases e a teoria do estado de transição. Comparação da teoria com resultados experimentais: discussão de algumas reações cujo mecanismo já foi investigado. Reações mais complexas: catálise homogênea e reações em cadeia. Introdução à cinética das reações heterogêneas. **Bibliografia:** FROST, A. A., PERSON, R.G., *Kinetic and mechanics-a study of homogenous chemical reactions*, John Wiley & Sons, New York, 1953; MOELWYN-HUGHES, E.A., *The chemical statistics and kinetics of solutions*, Academic Press, New York, 1971.

### **FQ-240/2006 - Eletroquímica Clássica**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* Consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Equilíbrio em soluções eletrolíticas. Relações termodinâmicas básicas. Coeficientes de atividades e osmóticas. A teoria de interação iônica. Processos de transportes em soluções eletrolíticas na ausência de convecção. Condutividade elétrica. Números de transporte. Difusão. Relação entre mobilidade e coeficientes de difusão. Repercussão da interação iônica. Efeito termogalvânico. A termodinâmica de elementos galvânicos. A problemática da definição dos potenciais. Eletrodos de referência. Determinação de coeficientes e atividades. Os potenciais de junção. Potenciais de membranas. A estrutura de dupla camada elétrica na interface. Capacitância da dupla camada. Fenômenos eletrocinéticos. **Bibliografia:** KORYTA, J. et al, *Electrochemistry*, Methuen, London, 1970; NEWMAN, J.S., *Electrochemical systems*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1973.

### **FQ-242/2006 - Cinética Eletroquímica**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FQ-240. Horas semanais: 3-0-6. Conceituação dos principais tipos de sobrevoltagens. Teoria da sobrevoltagens de transferência de carga, de transporte de materiais e de reação. Técnicas experimentais usadas para determinar os mecanismos das reações eletroquímicas. Efeito de dupla camada eletrodo/eletrólito sobre a cinética no disco e em outras configurações. **Bibliografia:** VETTER, K.J., *Elektrochemische kinetik*, Springer-Verlag, Frankfurt, 1961; LEVICH, V.G., *Physicochemical hydrodynamics*, Prentice-Hall, New Jersey, 1962; KRAISHTALIK, L.I., *Charge transfer reactions in electrochemical and chemical processes*, Consultant Bureau, New York, 1986.

### **FQ-250/2006 - Iniciação aos Plásticos e Compósitos I**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* Consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. A estrutura dos polímeros. Adjuvantes. Reforços. Propriedades físicas, elétricas e mecânicas instantâneas. Comportamento ao longo do tempo. Degradação térmica, combustão. Materiais poliméricos termoplásticos; poliolefinas, policloretos de vinila, estirênicos, poliacrílicos, polímeros fluorados, poliacetais, poliamidas, poliésteres saturados, policarbonatos, polímeros sulfônicos, polissulfato de fenileno, poli-óxido de fenileno e celulósicos. **Bibliografia:** RODRIGUEZ, F., *Principles of polymer systems*. 3. ed., Hemisphere Publishing Corporation, 1989; CHRETIEN, C., Hatat, D., *Initiation aux plastiques at aux composites, technique et documentation*, Lavoisier, 1986.

### **FQ-251/2006 - Físico-Química de Interfaces de Compósitos Poliméricos**

*Requisitos recomendados:* FQ-250 e FQ-220. *Requisitos exigidos:* não há. Horas semanais: 4-0-8. Tipos de reforço. Tratamento superficial do reforço via métodos químicos e físicos. Avaliação físico-química da interface reforço/matriz polimérica. Correlação do tipo de interface com propriedades mecânicas do compósito. Influência das características físico-químicas da matriz na escolha da técnica de processamento. Polímeros termoplásticos. Polímeros termorrígidos. Blendas poliméricas. Técnicas de processamento de compósitos poliméricos. **Bibliografia:** BRATUKHIN, A.G.; BOGOLYUBOV, V.S. *Composite Manufacturing technology*. London: Chapman & Hall, 1995; KELLY, A.C.; MILEKO, S.T., *Fabrication of composite*. Amsterdam: Elsevier Science Publishing Co., 1983; MANO, E.B., *Polímeros como materiais de engenharia*. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda., 1996.

### **FQ-254/2006 - Estrutura e Propriedades de Polímeros e Plásticos**

*Requisito recomendado:* Consentimento do professor. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Estrutura molecular de polímeros. Propriedades físico-químicas das soluções poliméricas. Propriedades termodinâmicas das soluções poliméricas. Peso molecular e sua distribuição. Estrutura de polímeros no estado sólido. Propriedades mecânicas de polímeros no estado sólido. Elasticidade da borracha. Comportamento térmico dos polímeros. Difusão em polímeros. Propriedades elétricas dos polímeros. Propriedades ópticas. **Bibliografia:** RITCHIE, P.D., *Physics of plastics*, Van Nostrand Co, New York 1965; RUDIN, A., *The elements of polymer science and engineering*.,

Academic Press, New York, 1982; BILLMEYER Jr., G.W., *Textbook of polymer science*, John Wiley & Sons, New York, 1974.

### **FQ-256/2006 - Físico-Química de Compósitos Termo-Estruturais**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. A disciplina visa fornecer ao aluno conceitos relativos à físico-química de compósitos de aplicação termo-estrutural. Incluem-se, nesta classe, os compósitos Carbono/Carbono e Carbono/Cerâmica. A disciplina vai abordar os seguintes tópicos: Introdução a aspectos físico-químicos de compósitos termo-estruturais; Matérias-primas (caracterização físico-química de reforços e matrizes); Interface fibra/matriz; Preformas; Processamento (infiltração líquida, infiltração química em fase gasosa); 6) Caracterização física (mecânica e térmica). **Bibliografia:** International encyclopedia of composites, 6 Vols. – Ed. Stuart M. Lee, VCH Publisher, NY-USA, 1990; Ceramic and carbon matrix composites, Ed. V. I. Trefilov, Chapman & Hall, London-UK, 1995; Carbon-carbon materials and composites, Ed. J. D. Buckley & D. D. Edie, Noyes Publ., 1993.

### **FQ-270/2006 - Adsorção sobre Sólidos**

*Requisito recomendado:* FQ-220. *Requisito exigido:* Consentimento do professor. Horas semanais: 4-0-8. Aspectos termodinâmicos. Adsorção de moléculas orgânicas. Teoria do efeito do campo elétrico na adsorção. Isotermas de adsorção e processo de transporte de massa. Adsorção de oxigênio e formação de óxidos sobre eletrodos. Potencial de carga zero. Propriedades dielétricas e adsorptivas do solvente. Influência da natureza do metal. Adsorção e inibidor de corrosão. **Bibliografia:** PUTILOVA; I.N., BALEZIN, S.A., BARANNIK, V.P. *Metallic corrosion inhibitors*, Pergamon Press, New York, 1960; DAMASKIN, B.B., KAZARINOV, V.E. *The adsorption of organic molecules in comprehensive treatise of electrochemistry*, Vol. I, Ed. J. O'M Bockris; KHAN, S.U.M. *Surface electrochemistry*, Plenum Press, New York, 1993.

### **FQ-282/2006 - Corrosão e seu Controle**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* Consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Conceituação, Corrosão sob o ponto-de-vista termodinâmico. Diagramas potencial vs pH. Corrosão sob o ponto-de-vista cinético. Polarização. Passivação. Tipos de corrosão. Métodos gerais de proteção contra a corrosão. **Bibliografia:** SHREIR, L.D., *Corrosion*, Newnes

Butterworths, London, 1979; WEST, J.M., *Electrodeposition and corrosion process*, 2. ed., Van Nostrand, London, 1973.

### **FQ- 284/2006 - Tópicos de Corrosão**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisitos exigidos:* FQ-282 ou disciplina de Corrosão na Graduação. Horas semanais: 3-0-6. Discussão dos tópicos de corrosão relacionados com pesquisas desenvolvidas na Instituição. **Bibliografia:** UHLIG, H.H., REVIE, R.W., *Corrosion and corrosion control*, John Wiley, New York, 1985; FONTANA, M.G., GREENE, N.D., *Corrosion engineering*, New York, McGraw-Hill Book Co., 1967.

### **FQ-286/2006 - Tópicos em Carbonos Estruturais**

*Requisito recomendado:* MT-101. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Estrutura e ligação em carbonos. Ordem e desordem estrutural. Matérias-primas e processos para manufatura de carbonos. Mesofases na manufatura de carbonos grafitizáveis. Tecnologia de materiais carbonosos. Caracterização estrutural de materiais carbonosos. Características superficiais de carbono. Influência da porosidade na reatividade. Resistência à oxidação e inibição contra oxidação. Propriedades térmicas e mecânicas. Grafite e compósitos carbono reforçado com fibras de carbono. **Bibliografia:** MARSH, H. *Introduction to carbon science*. London: Butterworths & Co., 1989; BUCKLEY, J.D., EDIE, D.D. *carbon-carbon materials and composites*. New York: Noyes Publications, 1993; HULL, D., CLYNE, T.W. *An introduction to composite materials*. London, Cambridge Univ. Press, 1996.

### **FQ-295/2006 - Caracterização de Polímeros por Análise Térmica**

*Requisito recomendado:* FQ-220. *Requisitos exigidos:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Propriedades térmicas de polímeros. Técnicas de análise térmica (*DSC, TGA, TMA, DMA*). Efeito das condições experimentais. Aplicações a polímeros, tais como determinação de calor específico, coeficiente de expansão, transições de fase, transições de estado, oxidação, decomposição e propriedades termomecânicas. Seminários. **Bibliografia:** TURI, E.A. *Thermal characterization of polymeric materials*. New York: Academic Press, 1996; DURVAL, C. *Thermal methods in analytical chemistry*. Amsterdam: Elsevier Science Publishing Co., 1976; WENDLANT, W.W. *Thermal analysis*. New York: John Wiley & Sons, 1985.

### **MB-110/2006 - Probabilidade, Estatística e Álgebra Linear**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Probabilidade definida na forma axiomática. Variáveis aleatórias unidimensionais discretas e contínuas. Valor esperado, variância, momentos, função geratriz de momentos. Variáveis aleatórias multidimensionais. Coeficiente de correlação e covariância. Teorema do limite central. Estimação pontual de parâmetros. Teste de hipótese. Intervalos de confiança. Vetores e matrizes. Teoria de sistemas de equações lineares. Determinantes, autovalores, autovetores. Programação linear. **Bibliografia:** DEVORE, J.L., *Probability and statistics for engineering and the sciences*, Brooks & Cole, New York, 1984; MOOD, A.M. et al, *Introduction to the theory of statistics*, 3. ed., McGraw-Hill, New York, 1974; STRANG, C., *Linear algebra and its applications*, Academic Press, New York, 1980.

### **MB-207/2006 - Econometria Aplicada**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* MB-110. Horas semanais: 3-0-6. Modelos de regressão linear. Mínimos quadrados ordinários. Teorema de Gauss Markov. Modelos linearizáveis. Variáveis “dummy”. Regressão linear por partes. Violação das hipóteses: multicolinearidade, heteroscedasticidade e autocorrelação serial. Mínimos quadrados generalizados. Previsão. Introdução a séries temporais. **Bibliografia:** PINDYCK, R.S. *Econometric models and economic forecasts*, McGraw Hill College Div., 1997. GUJARATI, D.N. *Basic econometrics*, McGraw Hill College Div., 1995. GUJARATI, D.N., *Essentials of econometrics*, McGraw Hill College Div., 1998.

### **MB-231/2006 - Análise Econômica**

*Requisito recomendado:* MOE-51. *Requisito exigido:* não há. Horas Semanais: 3-0-6. Teoria do consumidor e da demanda. Teoria da produção e da firma. Mercado: competição perfeita e equilíbrio de mercado; competição imperfeita. Determinação do produto: oferta agregada e demanda agregada. Economia intertemporal e expectativas. Políticas monetária, fiscal e externa. Políticas de estabilização. Ciclos e crescimento econômico. **Bibliografia:** SACHS, J. e LARRAIN, F., *Macroeconomia*. Makron Books, São Paulo, 1998; HENDERSON, J. And QUANDT, R., *Microeconomic theory. A mathematical approach*. McGraw-Hill Book Company, New York, 1980; DORNBUSH, R.; FISCHER, S. *Macroeconomia*. Makron, São Paulo, 1997; FERGUSON, C. *Microeconomia*. Forense Universitária, Rio de Janeiro,

1991; LEITE, J., *Macroeconomia. Teoria, modelos e instrumentos de política econômica*. Atlas, São Paulo, 1994.

### **MB-235/2006 - Economia Brasileira**

*Requisito recomendado:* MOE-51. *Requisito exigido:* não há. Horas Semanais: 3-0-6. Economia Brasileira: no período colonial e no século XIX. Primórdios da industrialização e a Primeira Guerra Mundial. Pós-guerra e o modelo de substituição de importações. Crise dos anos 60 e o período do milagre. Os choques do petróleo e a crise da dívida. Inflação e planos de estabilização heterodoxos. O plano real. A crise do Estado. O impacto da globalização na economia brasileira e a política industrial recente.

**Bibliografia:** FURTADO, C., *Formação econômica do Brasil*, Editora Nacional, São Paulo, 1989; FURTADO, M. B., *Síntese da economia brasileira*, LTC-Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1998; BAER, W., *A Economia Brasileira*, Nobel, São Paulo, 1996; PEREIRA, B. L.C., *Economia brasileira: uma introdução crítica*, Editora 34, São Paulo, 1998.

### **MB-236/2006 - Elaboração e Análise de Projetos**

*Requisito recomendado:* MOE-31. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Conceito de projeto. O projeto e o planejamento econômico. Fases de um projeto: mercado, tamanho, localização, aspectos técnicos, aspectos financeiros. Matemática financeira. A decisão a nível de empresário (taxa interna de retorno e valor atual). A análise social de projetos: a mensuração dos benefícios e custos. Taxa social de desconto. Preços sombra. Preocupações distributivas. Riscos e incerteza. **Bibliografia:** SQUIDE, L. E; VAN DETAK, H.G., *Análisis económica de proyectos*, Tecnos, Madrid, 1977; OECD, *Manual de análise de projetos industriais nos países em desenvolvimento*, Atlas, São Paulo, 1975.

### **MB-238/2006 - Gestão Estratégica da Tecnologia e da Inovação**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas Semanais: 3-0-6. Integrando tecnologia e inovação. Tecnologia, inovação e estratégia: uma perspectiva do ponto de vista de administração geral. Tecnologia e o gerente. Concepção e evolução da estratégia de tecnologia. Concebendo e implantando uma estratégia tecnológica. Competência e capacitação tecnológicas distintivas. Licenciando e comercializando tecnologia. O contexto industrial. O contexto organizacional. Ações estratégicas. Instituição de uma estratégia tecnológica. Desenvolvendo a capacidade de inovação da firma. Fornecedores de tecnologia. Inovação

comparativa. Criação e implantação de uma estratégia de Desenvolvimento. Desenvolvimento de novos produtos. Desenvolvimento da competência e da capacidade. Desafios para inovação em firmas consolidadas. **Bibliografia:** BURGELMAN, R.A.; MAIDIQUE, M.A.; e STEVEN C.S. *Management of technology and innovation*, Irwin, 1996; BETZ, F. *Strategic technology management*, McGraw-Hill, New York, 1993; MARTIN, M. J.C. *Innovation and entrepreneurship in technology - Based Firms*, John Wiley & Sons, Interscience, 1994.

### **MB-239/2006 - Economia da Inovação Tecnológica**

*Requisitos recomendados:* MOG-54 e MOE-31. *Requisito exigido:* não há: Horas semanais: 3-0-6. Conceitos fundamentais. História da inovação tecnológica. Inovação técnica na história do pensamento econômico. Economia da Ciência. Pesquisa e Desenvolvimento: conteúdo e medida. Progresso técnico, a firma e a sua estratégia tecnológica. Difusão de tecnologia. Transferência de tecnologia. Capacitação tecnológica. Política científica e tecnológica. Tecnologia, desenvolvimento e subdesenvolvimento. Alguns estudos de casos. **Bibliografia:** FREEMAN, C., *The economics of industrial innovation*, 2. ed., Frances Pinter, London, 1982; ROSENBERG, N., *Inside the black box: technology and economics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1982; COOMBS, R. et al., *Economics and technological change*, McMillan, New York, 1987.

### **MB-250/2006 - Sistemas de Informação Gerencial**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Sistemas de informação e organizações. Sistemas de informações gerenciais, relacionando sistemas e informação aos objetivos organizacionais. Sistemas de informação, estrutura organizacional e gerência. Representação e análise da estrutura sistêmica. Sistema, informação e teoria da decisão: conceitos de sistema, conceitos de informação, processos de decisão. Aplicações de sistemas de informação. Avaliação e Seleção de sistemas. **Bibliografia:** DAVIS, G.B. e OLSON, M.H., *Management information systems: conceptual foundations, structure and development*, 2. ed., McGraw-Hill, New York, 1985; KEEN, T.C.W. e SCOTH MORTON, M.S., *Decision support systems: an organizational perspective*, Addison-Wesley, Reading, 1978; MARTIN, J., *Strategic data planning technologies*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1982.

### **MB-262/2006 - Gerência de Projetos e Programas**

*Requisito recomendado:* MOG-54 ou equivalente. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Papel de projetos e programas na organização contemporânea. Estrutura organizacional e sua influência na gerência de projetos e programas. Ciclo de vida de projetos e programas. Práticas gerenciais das fases conceitual, formativa, operacional e terminal. Transição de engenheiro a gerente. Formação e organização da equipe técnica. Aspectos de motivação, liderança, resolução de conflitos e comunicação na condução de projetos e programas. **Bibliografia:** GOODRICH, R.S., *Gerência de projetos e programas*, ITA, São José dos Campos, 1988; MEREDITH, J.R. e MANTEL, S.J., *Project management: a managerial approach*, John Wiley & Sons, New York, 1985; VASCONCELLOS, E. e HEMSLEY, J.R., *Estruturas das organizações*, Pioneira, São Paulo, 1986.

### **MB-266/2006 - Tópicos Avançados em Engenharia de Produção**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisitos exigidos:* MOG-31 e MB-110. Horas semanais: 3 0 6. Planejamento geral e de produção. Classificação de sistemas de produção e estocagem. Sistema de reposição de itens individuais para os casos de demanda regular, irregular e aleatória. Sistema de reposição para itens individuais de classe A e de classe C. Sistema de estoque de itens perecíveis (problema do jornaleiro). Planejamento hierárquico de produção: planejamento agregado, por famílias e por itens. Seqüenciamento de tarefas e máquinas. Planejamento de necessidades de materiais, MRP. Planejamento de requisição de capacidade, CRP e MRP II. Sistemas de produção JIT. **Bibliografia:** SILVER, E. e PETERSON, R., *Decision systems for inventory management and production planning*, John Wiley & Sons, 2.ed., New York, NY, 1985. HAX, A. e CANDEA, D., *Production and inventory management*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1984. SCHOMBERGER, R. e KNOD, E., *Operations management*, 3. ed., Business Publications, Plano, TX, 1988.

### **MB-280/2006-Gerência de Recursos Financeiros**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas Semanais: 3-0-4. Conceitos financeiros básicos: O papel e o ambiente da administração financeira; análise das demonstrações financeiras; construção de fluxo de caixa; valor do dinheiro no tempo; risco e retorno; avaliação de títulos; avaliação de ações. Decisões de investimento de longo prazo: Fluxo de caixa para orçamento; técnicas de orçamento de capital; risco e refinamentos em orçamento de capital. Financiamento de longo prazo. Decisões financeiras de curto prazo. **Bibliografia:** GITMAN, L. J. *Princípios de administração*

*financeira*. 10<sup>a</sup> ed., Pearson 2004; BREALEY, R. A. *e outros Fundamentals of finance*, 3. ed. McGraw-Hill 2001; VAN HORNE, J. C. *Fundamentals of financial management*, 7<sup>th</sup> ed., Prentice Hall 1989.

### **MB-290/2006 - Tópicos em Gestão Estratégica da Produção**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas Semanais: 3-0-4. Introdução à administração estratégica: conceitos, o processo de administração estratégica, estratégia de diferenciação e estratégia de custo baixo. O sistema de Manufatura e o enfoque estratégico na produção, as inter-relações internas e externas no sistema. Administração de materiais: finalidade dos estoques demanda independente e dependente, custos de estoque e cálculo do lote econômico de compra (LEC) e do lote econômico de fabricação (LEF). Arranjo-físico das instalações produtivas. O sistema de manufatura enxuta (*lean manufacturing*): fluxo de valor, fluxo contínuo e kanban, nivelamento e balanceamento da produção, Manutenção Produtiva Total, redução de *set up*, automação racional, produção celular e operador flexível. Sistema MRP (*Material Requirements Planning*) e sistema MRP II (*Manufacturing Resources Planning*). Princípios da Teoria das Restrições aplicados à gestão da produção. Sistemas híbridos de gestão produção. Introdução aos sistemas ERP (*Enterprise Resources Planning*). **Bibliografia:** CERTO, S C. e PETER, J. P., *Administração estratégica*, São Paulo, Makron Books 1993; CORRÊA, H. L. e GIANESI, I. G. N., *Just In Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico*, São Paulo, Atlas, 1996; CORRÊA, H. L. et al, *Planejamento, programação e controle da produção – MRP II / ERP*, São Paulo, Atlas, 1999; SLACK, N. et al, *Administração da Produção*, São Paulo, Atlas, 1997; WOMACK, J. P. e JONES, D. T., *A Mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*, Rio de Janeiro, Campus, 1998.

### **MB-291/2006 - Tópicos em Produtividade**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3 0 6. Análise de valor. Qualidade total. Organização e métodos. Sistemas de manufatura integrada por computador (CIM). Arranjo físico. Manutenção produtiva total. Logística. Planejamento de materiais e métodos de controle. Sistemas japoneses de organização industrial. Sistemas de informação gerencial. Controle de custos e economia industrial. **Bibliografia:** SCHONBERGER, R.J., *Técnicas industriais japonesas*, 3. ed., Pioneira, São Paulo, 1988; HAX, A. e CANDEA, D., *Production and inventory management*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1984; MARUJO, E.C. et al, *Tópicos em produtividade*, ITA, São José dos Campos, 1991.

### **MB-292/2006 - Tópicos em Gestão Estratégica da Qualidade.**

*Requisito exigido:* MOG-51 ou equivalente. *Horas semanais:* 3-0-3.

Introdução à administração estratégica: conceitos, o processo de administração estratégica, qualidade como estratégia competitiva, a importância da qualidade para a competência-chave. Histórico da variação dos fatores da qualidade, da inspeção à qualidade total. Valores fundamentais da qualidade. Qualidade segundo Deming. Ferramentas da qualidade. Custos da qualidade. A família ISO 9000. Auditoria no sistema da qualidade. Controle Estatístico do Processo. Princípios da função perda de Taguchi. FMEA - Análise dos modos de falha e efeitos. Seis sigma. **Bibliografia:** DEMING, W. E., *Qualidade: A Revolução da Administração*, Rio de Janeiro, Marques-saraiva, 1990; MONTGOMERY, D. C. - *Introduction to statistical quality control* - New York, John Wiley & Sons, 1996; ROTONDARO, R. G. - *Seis sigma*, São Paulo, Atlas, 2002; COSTA, A. F. B. et al, *Controle estatístico da qualidade*, São Paulo, Atlas, 2004; Normas da família ISO 9000.

### **MB-293/2006 – Identificação, Modelagem e Análise de Processos.**

*Requisito recomendado:* MB-262 *Horas semanais:* 3-1-6. Conceitos, hierarquia e visão multifuncional das atividades de negócio. Justificativas para modelagem de processos. Descrição das funções de negócio e de seu conteúdo: entradas, saídas, eventos, documentos, tecnologias envolvidas e ferramentas computacionais. Metodologia e notações dos modelos para representação das atividades de negócio: IDEF0 (*Integration Definition for Function Modeling*), eEPC (*Extended Event Process Chain*) e VAC (*Value Added Chain*). Implementação do mapeamento de processos: métodos de levantamento das funções de negócios, formação de times, modelos de referência, visão *top-down* (gerencial) e *bottom-up* (operacional). Ferramentas de suporte ao levantamento das atividades de negócio. Análise de processos: identificação de pontos críticos, *gaps*, mapeamento de interface, interdependência das funções. Ferramentas de análise de atividades e tarefas: DSM (*Design Structure Matrix*). **Bibliografia:** HUNT, V.D., *How to teengineer your business processes*, John Wiley & Sons, 1996. DAVIS, R., *business process modeling with ARIS - A practical guide*, Springer-Verlag, 2001. GALLOWAY, D., *Mapping work processes*, ASQ – American Society for Quality, 1994.

### **MB-294/2006 – Introdução à Engenharia de Sistemas.**

*Requisito exigido:* MP-215. *Horas semanais:* 3-0-6. Definições de complexidade e produtos complexos. Abordagens para gerenciar complexidade: desenvolvimento integrado e engenharia simultânea. Sistema e

pensamento sistêmico: definições, modelos, normas, processos, métodos e tendências. Abordagem de sistemas na indústria espacial e na indústria automobilística. Análise de requisitos e análise funcional. Arquitetura e modelagem de produtos. Modelagem de processos e de organização. Balanceamento da solução: conceituação e estudos de caso. **Bibliografia:** HITCHINS, D.K., *Putting systems to work*. John Wiley & Sons, Chichester, England, 1992; STEVENS, R. et al, *Systems engineering: coping with complexity*. Prentice Hall Europe, London, 1998; SAGE, A. & ROUSE, W., *Handbook of systems engineering and management*. Wiley Interscience, New York. 2000; LOUREIRO, G., A., *systems engineering and concurrent engineering framework for the integrated development of complex products*. PhD Thesis. Loughborough University, England, 1999.

### **MB-300/2006 - Seminário de Tese**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 1-0-2. Seminários apresentados por alunos de mestrado e doutorado sobre temas direta e indiretamente relacionados às teses em desenvolvimento, assim como apresentados por especialistas visitantes sobre temas atuais de interesse geral. **Bibliografia:** a critério do professor.

### **ME-200/2006 - Termodinâmica**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Primeira e segunda leis da Termodinâmica. Potenciais termodinâmicos e critérios de equilíbrio. Relações entre as propriedades termodinâmicas. Equações de Maxwell. Disponibilidade e energia. Terceira Lei da termodinâmica. Introdução à termodinâmica racional. **Bibliografia:** CALLEN, H. B., *Thermodynamics*, John Wiley & Sons, New York, 1960; KESTIN, J., *A course in thermodynamics*, v. I, Hemisphere, Washington, D.C., 1979.

### **ME-201/2006 - Mecânica dos Fluidos I**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Cinemática do escoamento. Princípios de conservação. Equações de Navier-Stokes, soluções. Escoamento potencial. Equações de camada limite. Equações para convecção natural, forçada e mista. Semelhança. **Bibliografia:** GOLDSTEIN, S. e BURGERS, J.M., *Lectures on fluid mechanics*, American Mathematical Society, New York, 1971; BRODKEY, R. S., *The phenomena of fluid motions*, Addison-Wesley, Reading, 1967.

### **ME-202/2006 – Transferência de Calor**

*Requisito recomendado.* ME-201 *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Mecanismos de transporte de energia. Leis fundamentais. Transferência de calor por condução, convecção e radiação. **Bibliografia:** ÖZISIK, M. N., *Heat transfer - a basic approach*, McGraw-Hill Book company, New York, 1985; INCROPERA, F. P. e DE WITT, D. P., *Fundamentals of heat and mass transfer*, John Wiley & Sons, New York, 1981.

### **ME-203/2006 - Geração de Entropia e Análise Exergética**

*Requisito recomendado:* ME-200. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Conceitos básicos da Termodinâmica. Geração de entropia e análise exergética em escoamentos de fluidos e processos básicos de transferência de calor. Análise exergética em sistemas de geração de potência, energia solar e refrigeração. Aplicações a projetos térmicos. **Bibliografia:** BEJAN, A., *Entropy generation through heat and fluid flow*, Wiley Interscience, 1982; BEJAN, A., *Advanced engineering thermodynamics*, John Wiley & Sons, Interscience, New York, 1988.

### **ME-205/2006 - Condução de Calor**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* ME-202. Horas semanais: 3-0-6. Condução bi e tridimensional em regime não-permanente. Métodos operacionais. Condições de contorno dependentes do tempo, método de Duhamel. Formulação variacional, soluções através de perfis aproximados. Métodos numéricos. **Bibliografia:** ARPACI, V.S., *Conduction heat transfer*, Addison-Wesley, Reading, 1967; LUIKOV, A.V., *Analytical heat diffusion theory*, Academic Press, New York, 1968; ÖZISIK, M.N., *Heat conduction*, John Wiley & Sons, New York, 1980.

### **ME-206/2006 - Convecção**

*Requisitos recomendados:* ME-202 e ME-201. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Equações gerais para convecção. Adimensionalização das equações e condições de contorno. Modelo aproximado da camada limite. Convecção forçada: escoamentos interno e externo. Convecção natural. **Bibliografia:** ÖZISIK, M. N., *Heat transfer - A basic approach*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1985; INCROPERA, F. P., e DE WITT, D. P., *Fundamentals of heat and mass transfer*, John Wiley & Sons, New York, 1981; ARPACI, V. S e LARSEN, P. S., *Convection heat transfer*, Prentice-Hall International, London, 1984.

### **ME-207/2006 - Radiação**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Natureza da radiação. Leis fundamentais. Propriedades radiativas das superfícies. Análise dos processos de transferência de calor por radiação. Fator de forma. Transferência de calor entre superfícies negras e cinzas. Métodos numéricos e aproximados. **Bibliografia:** SIEGEL, R. E e HOWELL, J.R., *Thermal radiation heat transfer*, McGraw-Hill, New York, 1972; SPARROW, E.M. e CESS, R.D., *Radiation heat transfer*, Brooks-Cole, Belmont, 1966.

### **ME-208/2006 – Mecânica dos Fluidos II**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisitos exigidos:* ME-200 e ME-201. Horas semanais: 3-0-6. Tópicos especiais em Mecânica dos Fluidos: Fluidos não-newtonianos, magneto-hidrodinâmica, gasdinâmica, escoamento potencial, escoamento bifásico, modelos de turbulência, problemas especiais de camada limite. **Bibliografia:** EVANS, H.L., *Laminar boundary-layer theory*, Addison-Wesley, Reading, 1968; SCHLICHTING, H., *Boundary-layer theory*, McGraw-Hill, New York, 1968; SHAPIRO, A.H., *The dynamics and thermodynamics of compressible fluid flow*, v.. I-II, Ronald Press, New York, 1953.

### **ME-210/2006 - Máquinas de Fluxo**

*Requisito recomendado:* ME-201. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Equações fundamentais. Transformação de energia. Semelhança, parâmetros adimensionais característicos. Cavitação. Características. Instabilidade e limite de bombeamento. **Bibliografia:** PFLEIDERER, C. e PETERMANN, H., *Máquinas de fluxo*, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro - Brasil, 1979; CUMPSTY, N. A., *Compressor aerodynamics*, Addison Wesley Longman, Harlow - UK, 1998; WHITFIELD, A. e BAINES, N. C., *Design of radial turbomachines*, Longman Scientific & Technical, Harlow - UK, 1990.

### **ME-211/2006 - Turbomáquinas**

*Requisito recomendado:* ME-201 e ME-210. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Tópicos especiais em turbomáquinas: compressores, turbinas a vapor, turbinas a gás, transmissões hidrodinâmicas. **Bibliografia:** WALSH, P.P. e FLETCHER P., *Gas turbine performance*, Blackwell Science Ltd., London - UK, 1998; CUMPSTY, N.A., *Compressor aerodynamics*, Addison Wesley Longman, Harlow - UK, 1998; MATTINGLY, J.D., *Elements of gas turbine propulsion*, McGraw-Hill, Singapura, 1996.

### **ME-212/2006 - Projeto de Turbomáquinas**

*Requisitos recomendados:* ME-210 e ME-211. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 1-0-2. Tópicos especiais em projeto e análise de desempenho de turbomáquinas, compressores, turbinas a gás, turbinas a vapor, transmissões hidrodinâmicas. **Bibliografia:** PFLEIDERER, C. e PETERMANN, H., *Máquinas de fluxo*, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro - Brasil, 1979; CUMPSTY, N. A., *Compressor aerodynamics*, Addison Wesley Longman, Harlow - UK, 1998; WHITFIELD, A. e BAINES, N. C., *Design of radial turbomachines*, Longman Scientific & Technical, Harlow - UK, 1990.

### **ME-230/2006 - Métodos Numéricos em Fenômenos de Transporte**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Tópicos especiais na solução das equações de fenômenos de transporte. **Bibliografia:** ROACHE, P.J., *Computational fluid mechanics*, Hermosa, Albuquerque, 1972; PATANKAR, S.V., *Numerical heat transfer and fluid flow*, McGraw-Hill, London, 1980; ANDERSON, D.A. et al, *Computational fluid mechanics and heat transfer*, McGraw-Hill, New York, 1984.

### **ME-232/2006 – Mecânica dos Fluidos e Transferência de Calor Computacional**

*Requisito recomendado:* ME 230. *Requisito exigido:* ME 201. Horas semanais: 3-0-6. Descrição matemática dos fenômenos de transporte. Revisão e classificação dos escoamentos. Equações de conservação: massa, momentum e energia. Fundamentos da solução numérica de escoamentos. Conceitos de diferença finita e volume finito. Discretização das equações de transporte. Formulações numéricas para aproximação do termo convectivo: “upwind”, exata, exponencial, híbrida, lei de potência. Algoritmos iterativos para escoamento incompressíveis. Métodos para escoamento parabólico e com recirculação. Métodos segregados e acoplados. Estabilidade e precisão da solução numérica. Malhas múltiplas e não estruturadas. Solução por blocos do domínio computacional. Sistemas de coordenadas generalizadas. Técnicas de geração de malha computacional. **Bibliografia:** MINKOWYCS, W. J et al, *Handbook of numerical heat transfer*, John Wiley & Sons, New York, 1988. MALISKA, C.R., *Transferência de calor e mecânica dos fluidos computacional – fundamentos e coordenadas generalizadas*, LTC-Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1995.

### **ME-235/2006 - Métodos Experimentais em Fenômenos de Transporte**

*Requisito recomendado:* ME-201. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Análise de similaridade. Análise de erros. Circuitos elétricos básicos: voltímetro, circuito tipo ponte, osciloscópio etc. Medidas de pressão, manômetros e transdutores. Medidas de velocidade: tubo de Pitot, anemômetros de fio quente e laser. Medidas de vazão: Venturi, placa de orifício, rotâmetro etc. Medidas de temperatura: termômetro, termopares etc. Medidas de coeficiente de transporte: condutividade térmica, viscosidade, coeficiente de difusão. Técnicas de visualização do escoamento. Aquisição de dados e controle automático de experimentos. **Bibliografia:** HOLMAN, J.P., *Experimental methods for engineers*, McGraw-Hill, New York, 1966; GOLDSTEIN, R.J. (ed.), *Fluid mechanics measurements*, Hemisphere, New York, 1983; DOEBELIN, E.O., *Measurement systems - application and design*, 4. ed., McGraw-Hill, New York, 1990.

### **ME-250/2006 - Turbulência**

*Requisito recomendado:* AA-292. *Requisito exigido:* ME-201. Horas semanais: 3-0-6. Estabilidade. Transição. Métodos de descrição. Correlações. Equações de transporte básicas: tensões de Reynolds, fluxo de calor turbulento, energia cinética de turbulência, taxa de dissipação, variância da flutuação da temperatura. Espectro de energia. Escalas características: comprimento, velocidade e temperatura. Turbulência homogênea e isotrópica; Técnicas de medição. Turbulência próxima a paredes. Jatos e esteiras. Cálculo de escoamento turbulento: modelos estatísticos e métodos numéricos. **Bibliografia:** BRADSHAW, P., *Turbulence*, Springer-Verlag, New York, 1978; TENNEKES, H., LUMLEY, J.L., *A first course in turbulence*, MIT Press, Cambridge, 1978; DE LEMOS, M.J.S., *Métodos em engenharia para cálculo de escoamento turbulento*, Séries Monográficas, SCT Brasil, Washington, D.C., 1986.

### **ME-254/2006 - Modelagem de Escoamento Turbulento**

*Requisito recomendado:* ME-250. *Requisito exigido:* ME-201. Horas semanais: 3-0-6. Revisão das equações de transporte da Mecânica dos Fluidos e da Transferência de Calor. Tensões de Reynolds. O problema matemático na solução do escoamento turbulento. Comprimento de mistura de Prandtl. Modelos de zero e de uma equação. O conceito de viscosidade turbulenta. Equação da energia cinética de turbulência. Lei da parede para variáveis médias e estatísticas. Modelos de duas equações:  $k-\epsilon$  e  $k-l$ . O conceito de turbulência anisotrópica. Modelo algébrico de tensões. Modelos estatísticos de

várias equações. Equação de transporte para tensão e fluxo de calor turbulentos. Modelo de tensões de Reynolds. Estabilidade numérica no cálculo do escoamento turbulento. Características e comparações das diversas técnicas. Fundamentos da simulação direta da turbulência. **Bibliografia:** KOLLMANN, W., *Prediction methods for turbulent flow*, Hemisphere, New York, 1980. WARSI, Z.U., *Fluid mechanics – Theoretical and computational approaches*, CRC Press, Boca Raton, 1993; DE LEMOS, M.J.S., *Métodos em engenharia para cálculo de escoamento turbulento*, Séries Monográficas, SCT Brasil, Washington, D.C., 1986.

### **ME-255/2006 - Controle Térmico de Satélites**

*Requisito recomendado:* ME-202. *Requisito exigido:* não há: Horas semanais: 3-0-6. Introdução a programas espaciais: tipos de cargas térmicas, tipos de órbitas. Exemplos de projetos térmicos. Ferramentas de controle térmico: superfícies termo-ópticas, montagens e interfaces de contato, isolamento de multicamadas (*MLI*), radiadores, venezianas, aquecedores, resfriadores termo-eléctricos, material de mudança de fase (*PCM*), sumidouros. Análises de projetos térmicos. Integração do “Space Shuttle”. Tubos de calor e CPL (“*apillary Pumped Loops*”). Sistemas criogênicos. Testes vácuo-termodinâmicos: teste de balanço térmico, teste de ciclagem térmica. **Bibliografia:** GILMORE, D.G. e BELLO, M., *Satellite thermal control handbook*, The Aerospace C. Press, El Segundo, 1994; KARAN, R.D., *Satellite thermal control for systems engineers*, v. 181, Progress in Astronautics and Aeronautics, AIAA, Cambridge, 1998; PISACANE, V.L. e MOORE, R.C., *Fundamentals of space systems*, Oxford University, Press, 1994.

### **ME-290/2006 - Desempenho de Sistemas Propulsivos e Determinação de Tração em Vôo**

*Requisito recomendado:* AC-102. *Requisito exigido:* ME-201: Horas semanais: 3-0-6. Dinâmica de gases aplicada a desempenho. Fenômenos físicos ligados à definição e determinação da tração do motor instalado. Tração e arrasto; paradoxo de D’Alembert. Corpos carenados. Fundamentos de aplicação geral à instalação de motores civis e militares. Determinação da tração e do consumo específico do motor instalado. Metodologia para a determinação de tração em vôo. Caracterização dos métodos de cálculo de desempenho. Métodos aproximados utilizados pelos fabricantes de turbinas para cálculo do desempenho. Cartas da *ESDU* utilizadas no cálculo de escoamentos em instalações de motores. Motores calibrados e dados de modelos reduzidos utilizados na determinação de tração. Influência dos dutos de admissão no

desempenho de motores. Bancos de ensaios em câmaras de altitude. Naceles para turbofans; estimativa de arrasto e conseqüente influência na tração instalada. **Bibliografia:** SAE committee E-33, In-flight thrust determination, AIR 1703, 1973; MIDAP Group, Guide to In-flight Thrust measurement of turbojets and fan engines, AGARDograph 237, 1979; BARBOSA, J.R., *Tração em vôo*, ITA, Publicação Interna, 1999.

### **MP-171/2006 – Análise Dinâmica de Sistemas**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Sistemas dinâmicos: conceituações, classificações, processo de análise e aspectos básicos sobre propriedades e modelagem de sistemas. Características de sistema lineares e linearizações. Funções singulares. Resposta ao impulso. Transformadas de Laplace. Função de transferência e diagramas de pólos e zeros. Técnica do espaço de estados. Representação e solução de modelos de sistemas discretos e discretizados: conceituação, transformada z, formulação no espaço de estados. Diagrama de blocos e grafo de fluxo de sinais. Elementos de sistemas dinâmicos a dois e quatro terminais: mecânicos, elétricos, fluidos e térmicos. Representação por grafo de sistemas. Analogia de sistemas físicos. Formulação de equações de sistemas: método das impedâncias equivalentes, método das malhas, método dos nós e método da energia; procedimento sistemático para formulação em variáveis de estado. **Bibliografia:** ADADE Filho, A., *Análise de sistemas dinâmicos*, ITA, São José dos Campos, 1992; DOEBELIN, E.O., *System Modeling and Response*; John Wiley & Sons, New York, 1980; SHEARER, J.L. et al, *Introduction to system dynamics*, Addison-Wesley, Reading, 1967.

### **MP-176/2006 – Sistemas de Controle**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* MP-171 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-6. Sistemas com realimentação: histórico, conceitos introdutórios, exemplificações e características. Desempenho e estabilidade em regime transitório e em estado estacionário. Introdução ao controle de processos industriais: ações básicas de controle e controladores. Métodos de análise e projeto de sistema de controle: lugar geométrico das raízes e resposta em frequência. Projeto de compensadores no domínio do tempo e no domínio da frequência. Introdução ao projeto de controladores no espaço de estado: realimentação de estado, realimentação com observadores de estado e realimentação de saída. Introdução ao controle por computador. Análise e projeto de sistemas amostrados no plano-z. Noções de análise de sistemas não-lineares. **Bibliografia:** OGATA, K., *Engenharia de controle moderno*,

Prentice-Hall, São Paulo, 1983; KUO, B.K., *Sistemas de controle automático*, Prentice-Hall, São Paulo, 1985; FRANKLIN, G.F.; POWELL, J.D. & EMAMI-NAEINI, A., *Feedback Control of dynamic systems*, 2. ed., Addison-Wesley, Reading, Ma. USA, 1991.

### **MP-183/2006 – Instrumentação e Sistemas de Medição**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* MP-171 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-6. Aplicações de instrumentos de medição. Configuração generalizada e elementos funcionais de um sistema de medição. Características de desempenho de instrumentos e sistemas de medições. Características e calibração estática. Análise de incertezas nas medições. Modelagem dinâmica de um sistema de medição. Resposta de um instrumento a entradas padrões: periódicas, transitórias e aleatórias. Introdução à análise espectral e resposta em frequência ideal. Transdutores e sistemas de condicionamento de sinais. Aplicações em medição de deslocamento, velocidade, aceleração, força, pressão, vazão, temperatura e fluxo de calor. Manipulação, transmissão e registro de dados. Transmissões, registradores e indicadores pneumáticos e eletrônicos. Introdução aos sistemas de aquisição de dados e processamento digital de sinais. **Bibliografia:** DOEBELIN, E.O., *Measurement systems: Application and design*, 3. Edition, McGrawHill, New York, 1983; NEUBERT, H.K.P., *Instrument transducers*, Claredon Press, Oxford, 1975; BENTLEY, J.P., *Principles of Measurment Systems*, 2. ed., John Wiley & Sons, New York, 1988; FIGLIOLA, R.S. & BEASLEY, D.E., *Theory and design for mechanical measurements*, 2. ed., John Wiley & Sons, New York, 1995.

### **MP-210/2006 – Fundamentos de Mecatrônica**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Conceitos, proposições e análise de produtos e sistemas mecatrônicos. Componentes mecatrônicos relacionados com a funcionalidade mecânica: mecanismos, acionamentos mecânicos e elétricos, conversores de movimento, atuadores. Componentes mecatrônicos relacionados com o cotnrole algorítmico integrado; sensores, microprocessadores e microcontroladores, circuitos de interfaceamento digital. Introdução á visão por computador. Aplicações mecatrônicas em robótica e na indústria aeronáutica. Noções de técnicas integradas de projeto e manufatura de produtos mecatrônicos. **Bibliografia:** BRADLEY, D.A. et al, *Mechatronics*, Chapman & Hall, New York, 1990; HUNT, V.D., *Mechatronics: Japan's newest threat*, Chapman & Hall, New York, 1988; MIL, D.K. *Mechatronics: eletromechanics and contromechanics*, Springer-Verlag, Berlin, 1993.

### **MP-215/2006 - Desenvolvimento Integrado de Produtos**

Requisito recomendado: não há. *Requisito exigido*: não há. Horas semanais: 3-0-6. Metodologia de projetos mecatrônico. Desenvolvimento integrado de produtos-Engenharia Simultânea. Hierarquia dos requisitos funcionais. Técnicas de síntese: análise morfológica, busca de atributos, *braimstorming* e análise axiomática. Técnicas integradas de projeto: projeto para manufatura e montagem (*DFMA*), tecnologias de grupo, projeto robusto de Taguchi, projeto por desdobramento da função qualidade (*QFD*), e projeto baseado em atributos (*DbF*). Análise de desempenho: modelagem e simulação de sistemas via CAD/CAE. Projeto mecatrônico relacionado à solução de um problema industrial real. **Bibliografia**: SUH, N.P., *The principles of design*, Oxford University Press, Oxford, 1990; ANDREASEN, M.M. & HEIN, L., *Integrated product development*, Springer-Verlag, Berlim, 1987; BEDWORTH, D.D. et al., *Computer integrated design and manufacturing*, McGraw-Hill, New York, 1991; CROSS, N., *Engineering design methods*, John Wiley & Sons, 1989.

### **MP-220/2006 – Modelagem e Simulação de Sistemas Mecatrônicos via Grafos-de-Ligação**

*Requisito recomendado*: não há. *Requisito exigido*: MP-271. Horas semanais: 3-0-6. Introdução aos grafos-de-ligação (*bondgraphs-BG*) como uma linguagem unificada para descrição de sistemas mecatrônicos. Modelagem dinâmica unificada e simulação BG de sistemas eletromecânicos, eletrohidráulicos, termohidráulicos e hidromecânicos. Grafos-de-ligação multiportas: aplicações na modelagem e simulação de sensores e atuadores eletromecânicos. Grafos-de-ligação controlados: aplicações de grafos-de-ligação em contromecânica. Formulação variacional de sistemas mecatrônicos: grafos-de-ligação Lagrangeanos. Introdução à formulação de grafos-de-ligação vetoriais. Aplicações em dinâmica e controle de sistemas multicorpos rígidos e flexíveis. **Bibliografia**: BRADLEY, D.A., et al, *Mechatronics*, Chapman & Hall, New York, 1990; MIL, D.K., *Mechatronics: eletromechanics and Contromechanics*, Springer-Verlag, Berlin, 1993; KARNOPP, D.C., MARGOLIS, D.L. & ROSENBERG, R.C., *System dynamics: a unified approach*, John Wiley & Sons, New York, 1990; THOMA, J.U.; *Simulation by bondgraphs, introduction to a graphical method*, Springer-Verlag, Berlin, 1990.

### **MP-223/2006 – Manipuladores Robóticos**

*Requisitos recomendados*: MP-230 e MP-233. *Requisito exigido*: MP-291. Horas semanais: 3-0-6. Elementos de sistemas robóticos. Classificação de manipuladores. Representação de posição e orientação no espaço

tridimensional. Representação e parâmetros de Denavit-Hartenberg. Cinemática direta e inversa de manipuladores. Dinâmica de manipuladores: formulação das equações de movimento pelo método de Newton-Euler e Lagrange-Euler. Modelagem simbólica e simulação dinâmica de manipuladores assistida por computador. Arquiteturas e componentes de controle de robôs manipuladores: sensores, atuadores e controladores. Geração de trajetórias. Controle de movimento: modelagem para fins de controle; controle PID descentralizado; controle baseado no modelo dinâmico, controle adaptativo e controle de força. Introdução a modelagem e simulação dinâmica de manipuladores robóticos com elos flexíveis. **Bibliografia:** ADADE Filho, A., *Cinemática e controle de manipuladores robóticos*, ITA, São José dos Campos, 1992; PAUL, R.P., *Robot manipulatares*, MIT Press, Cambridge, 1982; FU, K.S. et al, *Robotics: control, sensing, vision, and intelligence*, McGraw-Hill, New York, 1987; SHABANA, A.A., *Dynamics of multibody*, John Wiley & Sons, New York, 1989.

### **MP-225/2006 – Tópicos Especiais em Robótica**

*Requisitos recomendados:* MP-230 e MP-233. *Requisito exigido:* MP-233. Horas semanais: 3-0-6. Tópicos avançados em cinemática e dinâmica de sistemas robóticos. Cinemática e dinâmica de robôs com elos redundantes. Cinemática e dinâmica de robôs com elos e juntas flexíveis. Atuação de robôs com mecanismos de cadeia fechada. Coordenação de sistemas robóticos múltiplos. Aplicações de cooperação multirobô em células de manufatura flexível. Sensores robóticos avançados e fusão sensorial: visão computadorizada, sensoriamento tátil ativo, sensoriamento térmico e outros órgãos terminais inteligentes. Aplicações em robótica espacial e bioengenharia. **Bibliografia:** HOLZBOCK, W.C., *Robotic technology, Principles and practice*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1986; FU, K.S. et al, *Robotics: control, sensing, vision, and intelligence*, McGraw-Hill, New York, 1987; NAKAMURA, Y., *Advanced robotics: redundancy and optimization*, Addison-Wesley, Reading, 1991; RUSSEL, R.A., *Robot tactile sensing*, Prentice Hall, New York, 1990.

### **MP-230/2006 – Análise Computacional de Mecanismos**

*Requisito recomendado:* MPD-11 ou equivalente. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Introdução à cinemática de sistemas mecânicos. Cinemática do ponto e de sistemas de pontos. Transformação de coordenadas e descrição do movimento relativo. Cinemática do corpo rígido: cinemática de sistemas de referência, matrizes de rotação e transformações Jacobianas.

Ângulos e parâmetros de Euler, matrizes de transformação homogêneas. Mecanismos, tipos de juntas. Equações de restrições em mecanismos. Métodos numéricos em cinemática e dinâmica de mecanismos. Simulação computacional de sistemas multicorpos. Aplicações em sistemas robóticos e sistemas aeroespaciais. **Bibliografia:** NIKRAVESH, P.E., *Computer-aided analysis of mechanical systems*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1988; MABIE, H.H., *Mechanisms and dynamics of machinery*, John Wiley & Sons, New York, 1987; SHABANA, A.A., *Dynamics of multibody systems*, John Wiley & Sons, New York, 1989.

### **MP-233/2006 – Métodos Computacionais de Projeto Mecânico**

*Requisito recomendado:* MP-230. *Requisito exigido:* a critério do professor. Horas semanais: 2-0-4. Noções gerais de CAD/CAE. Modelagem geométrica de produtos por computador: modelos 2-D e 3-D; curvas e superfícies: modelos sólidos. Padrões de comunicação de arquivos CAD. Análise computacional pelo método dos elementos finitos: bases do método e aplicações em problemas de elasticidade, dinâmica de estruturas, mecânica dos fluidos e transferência de calor; pré e pós-processamento em sistemas CAD. Simulação automática de sistemas dinâmicos mecânicos. Aplicações em análise de mecanismos: sistemas de coordenadas; equações de restrição; cinemática e dinâmica de mecanismos. Integração de ferramenta CAE/CAD/FEM. Aplicações na simulação dinâmica de controle de sistemas multicorpos flexíveis. **Bibliografia:** WOODWARK, I., *Computing shape: an introduction to the representation of component and assembly Geometry for Computer-Aided-Engineering*, Butterworths, London, 1986; NIKRAVESH, P.E., *Computer aided analysis of mechanical systems*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1988; Manuais de literatura técnica especializada, a critério do professor.

### **MP-242/2006 - Vibrações Mecânicas**

*Requisito recomendado:* MPD-171. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Vibrações livres e forçadas de sistemas a parâmetros concentrados. Modelagem dinâmica de sistemas vibracionais com múltiplos graus de liberdade. Solução numérica de problemas de autovalor e autovetor. Formas modais de sistemas. Modelagem de sistemas vibracionais a parâmetros distribuídos: vigas, eixos e membranas. Métodos de integração numérica em análise vibratória: métodos das diferenças finitas e elementos finitos. Vibrações aleatórias e identificação dinâmica de sistemas vibracionais. Análise modal de estruturas: instrumentação para testes de qualificação de componentes. Noções

de vibrações não-lineares e controle ativo de vibrações. **Bibliografia:** MEIROVITCH, L., *Elements of vibration analysis*, McGraw-Hill, New York, 1986; EWINS, D.J., *Model testing: theory and practice*, John Wiley & Sons, New York, 1984; RAO, S.S., *Mechanical vibrations*, Addison-Wesley, Reading, Ma., 1986; INMAN, D.J., *Vibration with control, measurement and stability*, Prentice-Hall, Englewoods Cliffs, 1989.

### **MP-245/2006 - Sistemas Dinâmicos Não-Lineares**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* MP-171 ou curso equivalente. Horas semanais: 3-0-6. Sistemas dinâmicos não-lineares: conceitos e caracterizações. Método do plano de fase e pontos singulares. Conceito e análise de estabilidade. Sistemas conservativos e não-conservativos. Equações de Duffing e fenômenos de ressonância. Equação de Van-der Pol e ciclos limite. Sistemas paramétricos e pontos de bifurcação. Análise exata de problemas não-lineares particulares. Aproximação assintótica de Krylov-Bogoliobov para sistemas autônomos. Métodos de perturbação. Método das escalas múltiplas. Outros métodos numéricos aproximados para análise de sistemas dinâmicos não-lineares. Introdução a caos. **Bibliografia:** NAYFEH, A.H., *Perturbation methods*, John Wiley & Sons, New York, 1973; NAYFEH, A.H. & MOOK, D.T., *Nonlinear oscillations*, John Wiley & Sons, New York, 1979; HAGEDORN, P., *Oscilações não-lineares*, Edgard Blücher, São Paulo, 1984.

### **MP-271/2006 – Modelagem e Identificação de Sistemas Dinâmicos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-8. Cálculo variacional: condições necessárias, equações de Euler-Lagrange, condições de Weierstrass(????CONFERIR) – Erdmann, condições de transversalidade; condições suficiente de Legendre e de Jacobi, função de Weierstrass. Controle ótimo: princípio de máximo de Pontryagin; problemas de Mayer e de Bolza; Problemas com restrições nas variáveis de controle e de estado. **Bibliografia:** ELSGOLTS, L., *Differential equations and the calculus of variations*, Mir. Moscou, 1977; CITRON, S.J., *Elements of optimal control*, Holt, Rinehart & Winston, New York, 1969; BRYSON Jr., A.E. e HO, YC., *Applied optimal control*, Hemisphere, Washington, 1975.

### **MP-274/2006 – Teoria do Controle Ótimo**

*Requisito recomendado:* FM-202. *Requisito exigido:* não há. Horas Semanais: 3-0-6. Cálculo variacional: condições necessárias, equações de Euler-Lagrange, condições de Weierstrass(????)-Erdmann, condições de transversalidade;

multiplicadores de Lagrange. Problemas de controle ótimo com e sem restrições nas formas de Lagrange, Mayer e Bolza. Princípio de máximo de Pontryagin. Sistemas lineares: controle bang-bang, controle singular, teoremas de existência, unicidade e de suficiência. Problema linear quadrático. Método do gradiente e método da quase-linearização. **Bibliografia:** LEITMANN, G., *The calculus of variation and optimal control – an introduction*, Plenum Press, New York, 1981; CITRON, S.J., *Elements of optimal control*, Holt, Rinehart & Winston, New York, 1969; BRYSON Jr., A.E., e HO. Y.C., *Applied optimal control*, Hemisphere, Washington, 1975.

### **MP-275/2006 – Identificação de Sistemas Dinâmicos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* MP-171 ou equivalente. Horas semanais: 3-1-7. Introdução à identificação de sistemas dinâmicos. Métodos clássicos de identificação de sistemas: análise espectral, de convolução da resposta impulsiva e técnicas de correlação. Métodos de identificação seqüenciais e não-seqüenciais. Método dos mínimos quadrados recursivo e generalizados, método da máxima verossimilhança, e variável instrumental. Modelagem estocástica de sistemas dinâmicos estacionários e não-estacionários. Identificação de sistemas dinâmicos discretos baseados em modelos de séries temporais: modelos *ARX*, *ARMAX*, *ARMA* e *Box-Jenkins*. Determinação da ordem e estrutura de modelos dinâmicos. Técnicas de excitação ótima de sistemas dinâmicos. Testes de diagnósticos e validação de modelos. Introdução à identificação de sistemas dinâmicos não-lineares. Aplicações práticas em sistemas aeronáuticos. **Bibliografia:** LJUNG, L., *System identification: Theory for the user*, Prentice Hall, New Jersey, 1999; JOHANSSON, R., *System modeling and identification*, Prentice Hall, New Jersey, 1993; JUANG, J-N, PHAN, M.Q., *Identification and control of mechanical systems*, Cambridge University Press, 2001.

### **MP-276/2006 – Controle Avançado de Sistemas**

*Requisito recomendado:* MP-276. *Requisito exigido:* MP-176 ou equivalente. Horas semanais: 3-1-6. Revisão de projeto de sistemas lineares. Modelos de sistemas multivariáveis (MV). Pólos, zeros e estabilidade de sistemas MV. Desempenho e robustez de sistemas de controle MV. Projeto de sistema de controle MV: técnicas tipo Nyquist; métodos LQG; parametrização de Youla; projeto  $H^\infty$ ; abordagem algorítmica de projetos (projeto por otimização de parâmetros). **Bibliografia:** MACIEJOWSKY, J.M., *Multivariable feedback design*, Addison-Wesley, Wokingham, UK, 1989; PEÑA, R.S.S., *Introducción a la teoría de control robusto*, AADECA, Buenos Aires, 1992; PATEL, R.V.

and MUNRO, N., *Multivariable system theory and design*, Pergamon Press, Oxford, UK, 1982.

### **MP-280/2006 – Sistemas Hidráulicos de Controle**

*Requisito recomendado:* MP-176. *Requisito exigido:* MP-271. Horas semanais: 3-0-6. Modelagem matemática de sistemas fluidicos: escoamento em orifícios e bocais de controle. Projeto e análise de elementos de sistemas hidráulicos: bombas e atuadores hidráulicos, servo-válvulas eletrohidráulicas, reguladores de pressão e vazão. Análise dinâmica de sistemas hidráulicos de potência, reguladores de velocidades, servomecanismos hidromecânicos e eletrohidráulicos. Aplicações em sistemas aeroespaciais. **Bibliografia:** MERRITT, H.E., *Hydraulic control systems*, John Wiley & Sons, New York, 1967; WALTERS, R.B., *Hydraulic and electro-hydraulic control systems*, Elsevier Applied Science, London, 1991; GREEN, W.L., *Aircraft hydraulic systems*, John Wiley & Sons, New York, 1985.

### **MP-283/2006 - Medidas e Análise de Sinais Aleatórios**

*Requisito recomendado:* MB-210. *Requisito exigido:* MB-110 ou consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Características de sinais aleatórios, processos aleatórios estacionários, ergódicos e não-estacionários. Propriedades descritivas de sinais aleatórios: médias estatísticas de conjunto e médias temporais; função de auto-correlação e função densidade espectral de potência. Funções descritivas de processos aleatórios conjuntos: função de correlação cruzada e função de coerência. Propriedades espectrais dos sinais aleatórios, espectro de fase e amplitude, transformada de Fourier discreta (*DFT*) e transformada rápida de Fourier (*FFT*). Erros estatísticos na análise de sinais aleatórios. Introdução à aquisição de dados e processamento digital de sinais aleatórios. Aplicações: identificação e resposta dinâmica de sistemas com múltiplas entradas e múltiplas saídas; identificação de canais de propagação de sinais dispersivos e não-dispersivos; medidas de vibrações aleatórias. **Bibliografia:** BENDAT, J.S. e PIERSOL, A.G., *Random data: analysis and measurement procedures*, John Wiley & Sons, 2. ed., New York, 1986; BENDAT, J.S. e PIERSOL, A.G., *Engineering applications of correlation and spectral analysis*, John Wiley & Sons, New York, 1980.

### **MP-284/2006 – Controle Ativo de Vibrações e Ruído**

*Requisito recomendado:* MP-271 ou equivalente. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Introdução ao controle ativo de vibrações e ruído acústico: princípios, controle e aplicações. Introdução a ondas em estruturas e

vibroacústica. Equação de onda e relação de dispersão para ondas em meios elásticos e fluidos. Intensidade e densidade de energia ondulatória. Modelagem e identificação de sistemas vibroacústicos. Análise modal vibracional e análise modal acústica. Princípios de Young e Huygen de interferência no cancelamento ativo de vibrações e ruído (CAV/R). Sensores e atuadores para controle vibroacústicos ativo. Estratégias de controle para o cancelamento ativo de vibrações e ruído. Controle em malha aberta e malha fechada. Identificação de caminhos de propagação de energia e síntese de filtros ativos para CAV/R. Introdução à síntese de filtros digitais adaptativos. Aplicações do CAV/R na indústria aeronáutica e automobilística. **Bibliografia:** FULLER, C.R., ELLIOT, S.J., NELSON, P.A., *Active control of vibration*, Academic Press, London, 1996; NELSON, P.A., ELLIOT, S.J., *Active control of sound*, Academic Press, London, 1992; SA, P., *Advanced techniques in applied and numerical acoustic: ISAAC8*, Katholiek Universiteit Leuven, 1997.

### **MP-291/2006 – Dinâmica de Sistemas Mecânicos**

*Requisitos recomendados:* MP-230 e MP-233. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Descrição matemática de modelos mecânicos: cinética e cinemática de sistemas mecânicos multicorpos contínuos e sistemas híbridos. Cinemática do ponto e de sistema de pontos, transformação de coordenadas, movimento relativo, cinemática do corpo rígido. Fundamentos de Dinâmica: equações de movimento de Newton, D'Alembert, Lagrange e Hamilton. Introdução aos princípios variacionais. Dinâmica de sistemas multicorpos flexíveis: coordenadas generalizadas híbridas e equação de Lagrange generalizada. Aplicações da computação simbólica na modelagem de sistemas multicorpos e método dos elementos finitos. Aplicações em robótica flexível e sistemas aeroespaciais. **Bibliografia:** MEIROVITCH, L., *Methods of analytical dynamics*, McGraw-Hill, New York, 1970; MEIROVITCH, L., *Dynamics and control of structures*, John Wiley & Sons, New York, 1990; SHABANA, A.A., *Dynamics of multibody systems*, John Wiley & Sons, New York, 1989.

### **MP-297/2006 - Dinâmica e Controle de Estruturas Flexíveis**

*Requisitos recomendados:* MP-271 e MP-276. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Aplicações do controle de estruturas flexíveis: robôs flexíveis, grandes estruturas espaciais, satélites e aviões. Modelagem de sistemas mecânicos vibracionais a parâmetros concentrados. Controle modal de sistemas a parâmetros concentrados. Técnicas de análise modal de estruturas. Graus de controlabilidade e observabilidade. Identificação e redução de

modelos dinâmicos. Modelagem de sistemas a parâmetros distribuídos, sistemas dinâmicos híbridos. Técnicas de discretização de estruturas flexíveis: modos assumidos e elementos finitos. Técnicas de controle aplicadas a estruturas flexíveis. Tecnologia de sensores e atuadores aplicados no controle ativo de estruturas flexíveis. Localização de sensores e atuadores Testes de validação de modelos e de controle digital em tempo real. **Bibliografia:** INMAN, D.J., *Vibration with control, measurement and stability*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1989; MEIROVITCH, L., *Dynamics and control of structures*, John Wiley & Sons, New York, 1990; JUNKINS, J.L. e KIM, L., *Introduction to dynamics and control of flexible structures*, AIAA Education Series, Washington, DC, 1993; FULLER, C.R., ELLIOT, S.J., NELSON, P.A., *Active control of vibration*, Academic Press, London, 1996; CLARK, R.L., SAUNDERS, & W.R., GIBBS, G., *Adaptive structures: dynamics and control*, John Wiley & Sons, New York, 1998.

### **MP-300/2006 – Seminário de Tese**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Seminários oferecidos pelos alunos de mestrado e de doutorado sobre temas direta e indiretamente relacionados às teses em andamento. **Bibliografia:** a critério do professor.

### **MT-101/2006 - Ciência dos Materiais**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 2-0-4. Introdução aos materiais de interesse aeronáutico, ligações químicas, estrutura cristalina, propriedades mecânicas, e efeitos estruturais. Metais e ligas metálicas: diagramas de equilíbrio e tratamentos térmicos. Materiais cerâmicos, vidros e polímeros. Materiais compostos. Materiais semicondutores e supercondutores. Seleção de materiais. **Bibliografia:** VAN VLACK, L.H., *Princípios de ciência dos materiais*, 4. ed., Edgard Blücher, São Paulo, 1987; SHACKELFORD, J.F., *Introduction to materials science for engineers*, 3. ed., Mac Millan, New York, 1992; CALLISTER Jr., W.D., *Ciência e engenharia de materiais: uma introdução*, 5. ed., LTC-Livros Técnicos e Científicos, 2002.

### **MT-102/2006 - Comportamento Mecânico dos Materiais**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 2-0-4. Comportamento elástico dos materiais. Testes de tração simples e torção. Introdução aos métodos de energia. Critérios de escoamento em duas dimensões. Equações constitutivas da elasticidade. Introdução à teoria

da mecânica da fratura. Fundamentos de anisotropia. Processos de fabricação. **Bibliografia:** FLORES, P.T., *Resistência dos materiais*, ITA, São José dos Campos, 1980; DIETER, G.E., *Mechanical metallurgy*, SI Edition, McGraw-Hill, 1988; AL-QURESHI, H.A., *Introdução aos processos de conformação dos metais*, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 1995.

### **MT-208/2006 - Mecânica e Danos dos Materiais Compósitos**

*Requisito recomendado:* MT-102. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-1-7. Introdução aos materiais compostos. Comportamentos macro e micromecânico de uma lâmina. Comportamento macromecânico de um laminado. Efeito das tensões térmicas. Critérios de falha de lâmina e laminados ortotrópicos. Tecnologia e análise de estruturas tipo sanduíche (*honeycomb*). Danos em compósitos laminados. Mecanismos de propagação dos danos de estruturas em materiais compósitos sob carregamento estático e de fadiga, Aplicações de materiais compósitos em estruturas aeronáuticas. **Bibliografia:** JONES, R.J., *Mechanics of composite materials*, McGraw-Hill, New York, 1975; AL-QURESHI, H.A., *Composite materials: fabrication and analysis*, 3. ed., ITA, S.J. Campos, 1984; TALREJA, R., *Fatigue of composite materials*, Technomic, New York, 1987.

### **MT-209/2006 - Plasticidade**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* MT-102 ou MTP-44. Horas semanais: 3-2-8. Sistema generalizado de tensões. Deformação generalizada. Tensor de deformação. Inter-relação entre tensões avaliadas dos ensaios de torção e compressão. Representação pelo diagrama de Mohr. Relações entre tensão e deformação. Comparação dos critérios de escoamento. Equação de equilíbrio e continuidade. Limites inferior e superior de soluções dos problemas de engenharia. Solução pelo método do elemento (*slab*). Determinação do encruamento e instabilidade plástica. **Bibliografia:** MELLOR, P.B e JOHNSON, W., *Engineering plasticity*, Van Nostrand, London, 1973.

### **MT-211/2006 - Conformação dos Metais Utilizando Elastômero**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* MT-102 ou MTP-34. Horas semanais: 2-0-4. Introdução ao uso de elastômero em engenharia. Propriedades mecânicas dos elastômeros. Conformação de chapas metálicas. Conformação de tubos (junções, dobramento). Conformação de vasos. Extrusão. Estampagem. Corte. Conformação em alta velocidade. Projeto de

ferramentas. Outros processos industriais que utilizam elastômero como matriz de conformação. Comparação com os processos convencionais. **Bibliografia:** AL-QURESHI, H.A., *Elastomer: metal forming dies*, ITA, 1984; MOREIRA FILHO, L.A., *Modelagem teórica e automatização de processo de conformação de junções em tubos metálicos de parede fina*, Tese de Doutorado, ITA, 1998; MOREIRA FILHO, L.A., MENEZES, J.C, AL-QURESHI, H. A., *Analysis of unconventional tee forming on metal tubes*, Journal of Engineering for Industry, 1995.

### **MT-231/2006 - Metalurgia Física**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* MT-101 ou MTM-27. Horas semanais: 3-0-6. Estrutura dos metais. Propriedades independentes e dependentes da estrutura. Imperfeições cristalinas. Mudanças de estados. Processos de deformação. Danos por radiação. Recuperação. Transformações no estado sólido. **Bibliografia:** CAHN, R.W. & HAASEN, P., *Physical metallurgy*, Part I-II, 3. ed., North Holland, New York, 1983; REED-HILL, R.E., *Princípios de metalurgia física*, Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1981; SMALLMAN, R.E., *Modern physical metallurgy*, 4. ed., Butterworths, London, 1970.

### **MT-233/2006 - Transformações de Fase em Metais e Ligas Metálicas Sólidas**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* MT-231. Horas semanais: 2-0-4. Transformações sem difusão. Difusão. Dissolução. Precipitação. Transformações eutetóides. Transformações ordem-desordem. Transformações provocadas pelo meio ambiente. Danos por radiação. **Bibliografia:** BURKE, J., *The kinetics of phase transformations in metals*, Pergamon Press, Oxford, 1965; RAO, C.N.R. e RAO, K.J., *Phase transitions in solids*, McGraw-Hill, New York, 1978; SHEWMON, P.G., *Transformations in metals*, McGraw-Hill, New York, 1969.

### **MT-249/2006 - Técnicas Experimentais em Metalurgia**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 2-0-4. Fusão por resistência, indução e eletrodos (obtenção de ligas). Purificação de metais por crescimento direcional. Termometria absoluta e diferencial. Metalografia microscópica, interferometria, contraste de fases. Ensaio mecânicos estáticos e dinâmicos. Ensaio mecânicos a quente. **Bibliografia:** PADILHA, A.F. e AMBRÓZIO FILHO, F., *Técnicas de análise microestrutural*, Hemus, São Paulo, 1985; SMALMANN, R.E. e ASHBEE, K.H.G., *Modern metallography*, Pergamon Press, Oxford, 1969; STRONG,

J.D., *Procedures in experimental physics*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1956.

### **MT-252/2006 - Mecanismos da Conformação dos Metais**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* MT-209. Horas semanais: 3-2-8. Deflexão plástica de vigas. Instabilidade de tubos de paredes finas sob pressão interna e carga axial. Instabilidade de cilindros de parede espessa. Estampagem profunda de discos metálicos. Mecanismos dos processos de laminação, extrusão, forjamento e trefilação. Dobramento de chapas metálicas. **Bibliografia:** MELLOR, P.B. e JOHNSON, W., *Engineering plasticity*, Van Nostrand, London, 1973; AL-QURESHI, H. A, *Mechanics of metal working*, ITA, São José dos Campos, 1984; AL-QURESHI, H. A, *Processos e mecanismos da conformação dos metais*, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 1991.

### **MT-258/2006 - Conformabilidade de Chapas Metálicas**

*Requisito recomendado:* MT-209. *Requisito exigido:* MT-102. Horas semanais: 2-0-4. Métodos de conformação. Fatores que influenciam as características de conformação. Propriedades relativas à conformação. Métodos de Keeler e Goodwin de previsão de limites de conformação. Instabilidade plástica e estrição difusa e localizada de chapas. Solução Bressan-Al-Qureshi e Swift para tensões biaxiais. Projeto de matriz e lubrificação, efeito da recuperação elástica. Aplicações práticas. **Bibliografia:** MELLOR, P.B. e JOHNSON, W., *Engineering plasticity*, Van Nostrand, London, 1973; AL-QURESHI, H.A., *Sheet metal forming*, ITA, São José dos Campos, 1976.

### **MT-259/2006 - Análise de Componentes Aeronáuticos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-1-7. Ensaio mecânicos estáticos e dinâmicos. Ensaio não destrutivos. Difração e fluorescência de raios X. Análise microestrutural por microscopia eletrônica e óptica. **Bibliografia:** KINGERY, W.D., BOWER, H.K., & UHLMANN, d.r., *Introduction to ceramics.*, John Wiley & Sons, New York, 1976. PADILHA, A.F. e AMBRÓSIO FILHO, F., *Técnicas de análise microestrutural*, ed. Hemus, São Paulo 1985. Artigos de Revistas técnicas especializadas, a critério do professor. Normas Técnicas indicadas pelo professor.

### **MT-270/2006 - Materiais Carbonosos**

*Requisito recomendado:* MTM-27 ou equivalente. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Materiais carbonosos sintéticos e naturais, propriedades básicas e estrutura química. Mecanismos de formação de materiais isotrópicos e anisotrópicos. Propriedades física de matérias-primas para materiais carbonosos. Gaseificação e pirólise de carbono. Manufatura, propriedades, estrutura e aplicações de fibras de carbono e grafite. Propriedades mecânicas de coques e materiais compostos. Processamento do produto final. Aplicações na engenharia. **Bibliografia:** MARSH, H., *Introduction to carbon science*, Butterworths, London, 1989.

### **MT-281/2006 - Materiais Cerâmicos**

*Requisito recomendado:* MT-231. *Requisito exigido:* MT-101. Horas semanais: 3-0-6. Fundamentos quânticos: níveis de energia, funções de onda, ligações interatômicas, teoria das bandas eletrônicas. Estruturas cristalinas: regras de empilhamento, regras de Pauling, estruturas dos óxidos cerâmicos, estruturas dos silicatos. Polimorfismo-politipismo, relações termodinâmicas, transformações reconstrutivas e deslocativas. Estruturas vítreas e amorfas: modelos estruturais. Processamento de materiais cerâmicos, técnicas de processamento de cerâmicas especiais. **Bibliografia:** KINGERY, W.D. et al, *Introduction to ceramics*, 2. ed., John Wiley & Sons, New York, 1976; VAN VLACK, L.H., *Propriedades dos materiais cerâmicos*, Edgard Blücher, São Paulo, 1973; ONODA, A.Y. & HENCH, L.L., *Ceramic processing before firing*, John Wiley & Sons, New York, 1978.

### **MT-287/2006 - Produção de Componentes Aeronáuticos por Sinterização**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Revisão da teoria clássica de sinterização. Sinterização via fase líquida. Sinterização de pós-cerâmicos e metálicos. Técnicas de sinterização de componentes aeronáuticos cerâmicos e metálicos. **Bibliografia:** KINGERY, W.D., BOWER, H.K., & UHLMANN, *Introduction to ceramics*, John Wiley & Sons, New York, 1976; Artigos de revistas técnicas especializadas, a critério do professor.

### **MT-293/2006 - Difusão em Metais**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* MT-231. Horas semanais: 2-0-4. Equações da difusão. Leis elementares da difusão: teoria fenomenológica. Aspectos matemáticos da teoria da difusão. Teoria atômica estatística da difusão. Medida de coeficientes de difusão. Difusão em sólidos

(metais e ligas). Aspectos microestruturais: Discordâncias e contornos de grão. Aplicações da difusão em metais. (efeitos do hidrogênio em aços inoxidáveis e na fabricação de aços; efeitos do hidrogênio em juntas soldadas; problemas de gases em materiais para reatores nucleares). **Bibliografia:** PHILIBERT J.; SABIONI, A. C. S.; DYMENT, F., *Difusão em metais*, Editora REM, Ouro Preto, MG, 1996; SHEWMON, P. G., *Diffusion in solids*, McGraw Hill, New York, 1963; Crank, J., *The mathematics of diffusion* –Clarendon Press, Oxford, 1967.

### **MT-299/2006 - Transformações Martensíticas**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* MT-231. Horas semanais: 2-0-4. Introdução às transformações martensíticas. Aspectos gerais da cristalografia da martensita. Temperatura de transformação e taxa de formação da martensita. Condições para a formação da martensita. Estabilização da austenita. **Bibliografia:** NISHIYAMA, Z., *Martensitic transformation*, Academic Press, New York, 1973.

### **MT-302/2006 - Seminário de Tese**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 1-0-2. Seminários oferecidos pelos alunos de mestrado e de doutorado sobre temas direto e indiretamente relacionados às teses em andamento. **Bibliografia:** a critério do professor.

### **MT-310/2006 - Fluência e Fadiga em Ligas para Temperaturas Elevadas**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* MT-231. Horas semanais: 1-0-2. Introdução à fluência. Fenomenologia da fluência. Teorias e mecanismos da fluência. Introdução à fadiga. Fenomenologia da fadiga. Mecanismos da fadiga. Aspectos relacionados à fluência e à fadiga. **Bibliografia:** BRESSERS, J. (ed.), *Creep and fatigue in high temperature alloys*, Applied Science Publishers, London, 1981; CAHN, R.W. e HAASEN, P., *Physical metallurgy*, Part I-II, 3. ed., North Holland, New York, 1983.