**DISCIPLINAS DE MESTRADO (Atualizada em 29/06/2017).**

**COM 710 *Fundamentos da Mecânica dos Fluidos***- Propriedades físicas dos fluidos, a hipótese do contínuo, cinemática do escoamento e o tensor da taxa de deformação. Princípios de conservação e as equações do movimento, equações constitutivas e a equação de Navier-Stokes. Grupos adimensionais e similaridade dinâmica. Simplificações das equações dos movimentos e as diversas classes de problemas em mecânica dos fluidos (escoamento de fluidos não viscosos, escoamento potencial, camada limite, tensões de Reynolds e escoamentos turbulentos, convecção natural/forçada, etc). 45 hs/aula

**COM 711 *Tópicos Avançados em Refrigeração e Condicionamento de Ar*** - Análise Exergética em Ciclos de Refrigeração-Novas tendências de configuração para o Ciclo de Refrigeração por Compressão Mecânica de Vapor-Estudos dos ciclos de Absorção e Adsorção - Ciclos de Refrigeração por Magnetismo. Transferência Simultânea de Calor e Massa - Psicrometria - Condensação e Congelamento sobre Serpentinas - Análise Dinâmica de Sistemas de Condicionamento de Ar - Qualidade do Ar Interno (IAQ) - Distribuição do Ar visando economia de energia e ao controle da qualidade do ar. 45 hs/aula.

**COM 712 *Fundamentos da Camada Limite e Turbulência***- Camada limite laminar: dedução das equações, propriedades gerais, soluções exatas, camada limite térmica. Transição: origens da turbulência, teoria de estabilidade, equação de Orr-Sommerfeld. Camada limite turbulenta: movimento médio e flutuações, dedução das equações, estrutura, teoria do comprimento de mistura, leis universais. 45 hs/aula

**COM 714 *Modelagem Aerodinâmica***- Modelagem aerodinâmica de problemas de Mecânica dos Fluidos utilizando elementos da teoria potencial. Especificação dos campos de velocidade e pressão com a utilização de singularidades isoladas e distribuídas, método de imagens e transformação conforme. Cálculo de cargas aerodinâmicas com a utilização das fórmulas de Blasius, teorema de Logally. Análise de problemas específicos como a teoria da Asa, cargas em grandes estruturas, hidro ou aerodinâmica. 45 hs/aula

**COM717 – *Microfluidica e Microsistemas* –** Regimes de escoamentos em microsistemas: “Slip” , transição e molecula livre. Modelospara escoamentos em micro-escala: gases e líquidos. Escoamento eletrocinéticos. Condução de calor na micro-escala. Convecção em micro-canais: Gases e líquidos . Convecção no regime “Slip Flow”. Convecção em escoamentos eletrocinéticos. Radiação de calor na micro-escala. Técnicas de micro-fabricação . Micro-eletroerosão. (EDM). Micro-usinagem por ablação a laser. Fotolitografia e litografia por raios X (LIGA). Aplicações. Micro-sensores e atuadores. Micro-misturadores. Micro-trocadores

de calor. Resfriamento de Componentes Eletrônicos (“Heat Sinks & Heat Spreaders”).

Medição de Pressão, Vazão, e Temperatura em Microsistemas. Técnicas de Medida Não-

Intrusivas. 45 hs/aula

**COM718 – *Tribologia* -** Contato entre superfícies. Principais conceitos e definições relativos ao atrito. Diagrama de Stribeck. Condições de lubrificação. Equação de Reynolds. Lubrificantes. Caracterização de desgaste em elementos de máquinas (engrenagens, mancais de rolamento, vedadores, mancais de deslizamento). Materiais tribológicos. Métodos experimentais de investigação de propriedades tribológicas. Projetos de dispositivos de teste de propriedades tribológicas. 45h/aula

**COM719 – *Introdução à Mecânica do Continuo* -** Deformação finita cinemática,: Corpos, deformação finita e pequenas deformações. Força: Tensores de Cauchy e de Piola-Kirchhoff. Equações constitutivas na elasticidade finita e infinitesimal. Corpos hiperlásticos – aplicações. Teoria linearizada. Existência e unicidade. 45 hs/aula

**COM 720 *Termodinâmica Clássica***- Conceitos fundamentais; noções de equilíbrio. Energia e entropia: primeira e segunda leis. Ciclos termodinâmicos, irreversibilidade e disponibilidade. Equações de estado e relações termodinâmicas. Gases ideais e gases reais. Análise de sistemas termodinâmicos. 45 hs/aula

**COM721 Métodos Numéricos em T*ransferência de Calor por Conduçã****o* - Equação da difusão térmica,soluções por separação de variáveis, e pelas transformações integrais e Laplace, método de Duhamel e função de Green. Soluções aproximadas e numéricas por diferenças finitas. Problemas não-lineares com mudança de fase e condução em meios anisotrópicos. 3.0 créditos. 45 hs/aula

**COM 722 *Transferência de Calor por Convecção***- Princípios da conservação de massa, quantidade de movimento e energia, camada limite térmica, escoamento externo laminar e turbulento, escoamento interno laminar e turbulento, região de entrada, soluções por similaridade e por integração, soluções numéricas por diferenças finitas. 45 hs/aula.

**COM 723 *Transferência de Calor por Radiação***- Radiação térmica, leis básicas, tipo e propriedades das superfícies, radiação em meios participantes com emissão, absorção e espalhamento. Radiação associada a convecção e/ou condução térmica. Aplicações. 45 hs/aula **COM 724 *Ebulição-Condensação I***- Ebulição nucleada e ebulição pelicular:mecanismos, estabilidade e fluxo crítico de calor. Ebulição convectiva, mapas de regime, modelos integrais, ebulição subresfriada e ebulição saturada. Fluxos críticos de calor. Tópicos sobre o projeto térmico de geradores de vapor. Condensação por gotas:mecanismos, aspectos interfaciais. Condensação pelicular, escoamento laminar e turbulento - presença de fases não-condensáveis: correlações empíricas e resultados experimentais. Tópicos sobre o projeto térmico de condensadores. 45 hs/aula

**COM 726 *Energia Solar***- O movimento aparente solar. A radiação solar: características, a estimativa dos recursos energéticos solares. Conversão térmica: aplicações a baixas, médias e altas temperaturas. Estocagem térmica. Projeto de equipamentos. 45 hs/aula

**COM 728 *Métodos Numéricos em Transferência do Calor*** - Classificação das EDP, formas canônicas. Problemas clássicos, representações matemáticas. Aproximação Numérica. O método das diferenças finitas. Discretização, consistência, estabilidade e convergência. Teorema de Lax. Esquema de diferenças finitas aplicáveis as equações da difusão, convecção-difusão e Navier-Stokes. O método dos volumes initos. Esquemas de interpolação Algorítmos para o acoplamento pressão-velocidade em fluidos incompressíveis. Introdução à geração de malhas. 45 hs/aula

**COM 729 *Otimização de Sistemas Térmicos*** - 1. Introdução e conceitos fundamentais

2.Método dos multiplicadores de Lagrange e restrições

3.Método Steepest-Descent

4.Método do Gradiente Conjugado

5.Método de Newton

6.Método quasi-Newton BFGS

7.Algoritmos genéticos

8.Evolução diferenciada

9.Enxame de partículas

10.Recozimento simulado

11.Métodos híbridos

12.Superfícies de resposta

45 hs/aula

**COM 730 *Introdução a* *Acústica***COM 730 Acustica Aplicada - O fenômeno acústico – equacionamento. Soluções fundamentais da equação da onda. Intensidade e potência acústica. Percepção do som. Níveis sonoros. Noções de processamento de sinais. Ondas em dutos; silenciadores. Transmissão. Ressoadores. Noções de acústica de salas. Controle de ruído. 45 hs/aula

**COM 731 *Fundamentos da* *Acústica***- Soluções da equação da onda. Solução no espaço tridimensional. Fonte sonora. Campo próximo e afastado. Fontes elementares. Efeitos de fronteira. Pistão. Radiação de superfícies vibrantes. Modos em dutos e em salas. Noções de controle ativo. 45 hs/aula

**COM 732 *Vibrações de Sistemas Discretos***- Sistemas com um grau de liberdade. Espectro de operadores diferenciais. Resposta livre e forçada. Influência do amortecimento. Modelagem e discretização. Sistemas discretos. Freqüências e modos naturais de vibração. Resposta forçada. Amortecimento proporcional. Técnicas experimentais em vibrações. Métodos numéricos. 3.0 créditos. (1o. período)

**COM 733 *Vibrações de Sistemas Contínuos***- Sistemas contínuos: vibrações livres e forçadas. Equacionamento usando princípios variacionais. Soluções exatas e aproximadas. Estudo de casos particulares de vibrações de sistemas contínuos. Técnicas experimentais em vibrações de sistemas contínuos. 3.0 créditos. 45 hs/aula

**COM 734 *Controle de Ruído e Vibração*** - Redução de ruído na fonte. Barreiras Acústicas e Enclausuramento. Absorção sonora e controle da reverberação. Fontes de impacto e vibração. Técnicas de controle na fonte. Isolamento. Amortecimento. Absorvedores dinâmicos. Controle Ativo de ruído e vibração. Aspectos práticos de projeto. 45 hs/aula

**COM 735 *Processamento de Sinais I***- Distribuições, Análise espectral, Convolução e Correlação. Potência de Sinais, Filtros Lineares, Cepstrum, Discretização e Amostragem. Processamento digital e FFT. Introdução à estimação de parâmetros. 45 hs/aula

**COM 736 *Monitoração e Diagnóstico de Máquinas***- Manutenção preditiva; estratégias e valores admissíveis de vibração. Causas de vibrações em equipamentos. Sensores, coleta, processamento e banco de dados. Deteção e diagnóstico de falhas por processamento de sinal e por identificação. 45 hs/aula

**COM 737 - Geração Numérica de Malhas –** 1.Introdução

2.Malhas irregulares em função do gradiente da solução

3.Relações de transformação

3.1.Vetores de gase

3.1.1.Covariante

3.1.2.Contravariante

3.2.Elementos diferenciais

3.2.1.Elemento de comprimento de arco

3.2.2.Comprimento de arco

3.2.3.Elemento de área

3.2.4.Elemento de volume

3.3.Formas bidimensionais

3.3.1.Covariante

3.3.2.Contravariante

3.3.3.Tensor das métricas covariantes

3.3.4.Relação entre as métricas nos domínios físico e computacional

3.3.5.Laplaciano de uma função escalar

4.Esquema elíptico para geração de malhas

5.Aplicaçòes

45 hs/aula

**COM738 - MODELAGEM ESTOCÁSTICA E QUANTIFICAÇÃO DE INCERTEZAS -**

1.Introdução e conceitos fundamentais

2.Método dos multiplicadores de Lagrange e restrições

3.Método Steepest-Descent

4.Método do Gradiente Conjugado

5.Método de Newton

6.Método quasi-Newton BFGS

7.Algoritmos genéticos

8.Evolução diferenciada

9.Enxame de partículas

10.Recozimento simulado

11.Métodos híbridos

12.Superfícies de resposta

Essa disciplina tem como objetivo aplicar algumas ferramentas da teoria da probabilidade e estatística na análise de sistemas mecânicos. Incertezas estão presentes e devem ser levadas em consideração na hora de se fazer um modelo computacional, que pode ser usado, por exemplo, para fazer previsões sobre determinado sistema ou para otimizar o seu desempenho. É de fundamental importância quantificar essas incertezas e incluí-las nos modelos computacionais para se obter previsões numéricas mais robustas. As aplicações são as mais variadas, por exemplo: dinâmica estrutural, mecânica dos fluidos, metrologia, mercado financeiro, etc.

Os tópicos do curso são os seguintes:

(1) Introdução sobre modelagem de incertezas (incerteza epistêmica e aleatória) (incerteza nos parâmetros e no modelo);

(2) Revisão sobre teoria da probabilidade, variáveis aleatórias e processos estocásticos (Papoulis, 1991);

(3) Geração de números aleatórios e simulação de Monte Carlo (Rubinstein, 2007);

(4) Construção de um modelo probabilístico usando o Princípio da EntropiaMáxima (Kapur, 1992).

(5) Vibração aleatória (Crandall, 1963, Wirsching et al., 2006).

Pré-requisito: Noções sobre teoria da probabilidade, programação e vibrações.

45 hs/aula

**COM 739 *– Dinâmica Não-linear e Caos -*** A natureza está repleta de não-linearidades que são responsáveis pela diversidade de comportamentos dos sistemas naturais. O comportamento caótico possui uma sensibilidade às condições iniciais, o que implica que a evolução do sistema pode ser alterada por pequenas perturbações. Além disso, a estrutura de uma resposta caótica é muito rica, estando associada a uma infinidade de órbitas periódicas instáveis. Essas propriedades fazem com que o comportamento caótico possua uma grande flexibilidade, sendo interessante para sistemas que necessitam apresentar uma reação rápida a determinadas perturbações. Este curso tem como objetivo fazer uma introdução geral dos sistemas dinâmicos não-lineares, dando uma atenção especial ao comportamento caótico. 45 hs/aula

**COM 740 *Elasticidade***- Deformação. O tensor tensão. Equações de equilíbrio. Equações constitutivas. Materiais hiperelásticos. Elasticidade infinitesimal. Equações da elasticidade para sólidos isotrópicos e homogêneos. Estados planos de tensão e deformação. 45 hs/aula

**COM 741 *Métodos Variacionais em Mecânica dos Sólidos*** - Cinemática das deformações de um corpo tridimensional. Princípio de potencias virtuais, teoria de equilíbrio e a definição da tensão por dualidade. Vínculos bilaterais e reações. Teoria unidimensional para flexão. Vigas de Euler e Timoshenko. Princípios de mínimo para elasticidade em pequenas deformações. Métodos variacionais (Ritz Galerkin, Elementos Finitos). 3.0 créditos. (2o. período)

**COM 742 *Sólidos Inelásticos***- Relações constitutivas e as leis da termodinâmica. Modelos reológicos de materiais sólidos.Termoelasticidade. Dano. Fratura. Formulações para a análise de tensões e deformações em sólidos inelásticos. Aproximações incrementais. Métodos computacionais e mecânica dos sólidos inelásticos. 45 hs/aula

**COM 743 *Componentes Estruturais Mecânicos***- Teoria de vigas com e sem cortante. Influência da torção. Teoria da placa com e sem cortante. Pequenas e grandes deformações. Equações de Von-Karman. Teoria da casca. Tensor deformação de Koiter. Cascas de revolução, vasos de pressão, bocais e cascas rebaixadas. Soluções analíticas e métodos aproximados. 3.0 créditos. 45 hs/aula

**COM 744 *Otimização de Estruturas***- Estruturas discretas, otimização dimensional, geométrica e topológica. Estruturas contínuas, otimização da forma, geração de formas e malhas, malhas adaptivas e otimização topológica. Análise de sensibilidade, técnicas numéricas, analíticas e semi-analíticas, técnicas variacionais. Projeto de placas e cascas e de estruturas não-lineares e inelásticas e de materiais compósitos. 45 hs/aula

**COM 745 *Análise dinâmica de estruturas* -** Descrição Lagrangeana do movimento. Leis de balanço. Princípios variacionais não-lineares em Dinâmica dos Sólidos. Métodos numéricos: elementos finitos, integração temporal (Newmark, Runge-Kutta, etc.). Noções elementares de estabilidade. 45 hs/aula

**COM 746 *Anal. Tensões Mat. Compósitos -*** A utilização de materiais compostos, fibrados ou laminados tem ocupado um espaço de investigação cada vez maior na área de mecânica dos sólidos. Falta ainda no Brasil um maior esforço na divulgação dos critérios de projeto de ma­teriais compostos e um banco de resultados experimentais para caracterizá-los. Por outro lado, a utilização de materiais compostos em estruturas de maior re­sponsabilidade é reduzida, não demandando do setor de pesquisa uma atividade maior. Na realidade, um dos setores que mais utilizam materiais compostos é o aeroespacial. Prevê-se pois urna demanda crescente de investigação nesta área, explorando as técnicas computacionais e metodologia experimental, buscando ampliar a atual capacidade de previsão de resposta mecânica, vida e análise de integridade de estruturas.

Os mecanismos de dano de compostos, compreendendo as diversas con­figurações de fratura, descolamento e instabilidade elástica de estruturas lam­inares e sua correspondência com a forma de carregamento, têm merecido a atenção de vários pesquisadores em todo o mundo. O comportamento termo-elástico desses materiais e a ação sobre eles de um meio ambiente adverso, também contém alguns pontos pouco esclarecidos e influenciam criticamente nos mecanismos de fratura. Todos este fatores se tornam particularmente rel­evantes, quando se considera que a cada dia novas configurações de materiais tem sido desenvolvidas, menciona-se , por exemplo, o advento das estruturas constituídas de materiais inteligentes.

No presente curso pretende-se que o aluno adquira conhecimentos relaciona­dos com modelos computacionais para descrição do comportamento material , a exploração das teorias básicas para adequadamente representar todos os fenómenos físicos envolvidos durante todo o processo de operação da estrutura, desenvolvimento adaptável e validação dos procedimentos numéricos, técnicas \*-\_ de modelagem e anlise multidisisciplinar .

Ementa

• Introdução aos materiais compósitos. • Análise de Tensões em vigas e placas.

• Análise linear elástica em materiais ortotrópicos,

• Análise de Elementos Finitos em compósitos.

• Modelagem de compósitos usando o enfoque da micromecânica.

• Critérios de falha e projeto. Aplicações.

45 hs/aula

**COM 747 *Mecânica Clássica***- Cinemática: Velocidade angular e sistemas móveis de referência. Propriedades de inércia e dinâmica do corpo rígido. Equações de Lagrange e Hamilton. O método de Kane: taxas parciais de variação de posição e orientação, forças ativas e de inércia generalizadas. 45 hs/aula.

**COM 748 *Modelagem e Controle de Estruturas Flexíveis*** *-* Elementos Fundamentais de Álgebra Linear. Noções Básicas de Estabilidade. Modelagem de Estruturas Flexíveis. Controle através de Retroalimentação (Feedback). Controlabilidade e Observabilidade. Tópicos Avançados em Controle (robusto, adaptivo, ótimo). 45 hs/aula.

**COM 750 *Mecanismos***- Pares cinemáticos. Critérios de Grubler e de Grashof. Mecanismos planos de barras com um e multiplos de liberdade. Solução numérica de posição, velocidade e aceleração pelo Método de Newton-Raphson. Princípio do trabalho virtual aplicado a mecanismos. Dinâmica de mecanismos: equações de Eksergian e Lagrange para o movimento de mecanismos com um e multiplos graus de liberdade. 45 hs/aula

**COM 751 *Projeto de Máquinas*** *-* Princípios básicos de construção de máquinas. Critérios técnicos e econômicos para avaliação de projeto. Metodologia e etapas do processo de construção. Análise de complexidade de elementos. Classificação, unificação e normalização de elementos. Confiabilidade. Utilização de computador em processos de construção. Exemplos práticos. 45 hs/aula.

**COM 752 *– Vibrações de Sistemas Contínuos –***  Elaboração de modelos mecânicos e levantamento de equações diferenciais parciais de movimento. Definição das condições de montagem (ou condições de contorno para a equação diferencial parcial).

b) Análise da resposta transiente: determinação de frequências naturais, modos de vibração de sistemas contínuos. c) Análise de resposta permanente com excitação periódica: ressonância, anti-ressonância, nó modal, batimento e modulação, análise espectral. d) Verificação teórico-experimental dos conceitos apresentados em (b) e (c) através de medições com extensômetros e acelerômetros. Percepção visual das formas modais na bancada de testes mostrada na FIG.6 para diferentes condições de montagem (apoio simples, engastamento etc.)

**COM 755 *– Intr. à Acústica e Processamento de Sinais -*** -Processamento de Sinais: Sinais Contínuos e Discretos; Breve História do PDS; Vantagens do PDS; Microprocessadores de Sinais; -Sinais e Sistemas: Convolução Discreta; Operação em Tempo Real; Sistemas Causais; Sistemas Estáveis; Fase e Freqüência; Resposta em Freqüência; Transformada de Fourier; -Amostragem de Sinais Contínuos: Teorema da Amostragem; Aliasing; Reconstrução do Sinal Amostrado; Interpolação; Decimação; -Transformada Z: Região de Convergência; Relação com a Transformada de Fourier; Propriedade da Convolução; Função de Transferência de um Sistema Discreto; Inversão da Transformada Z; -Transformada de Fourier Discreta: Amostragem nos Domínios do Tempo e da Freqüência; Sinais Periódicos nos Domínios do Tempo e da Freqüência; Série de Fourier Discreta; Transformada de Fourier Discreta; Convolução Linear com a DFT; Transformada Rápida de Fourier; Decimação no Tempo e na Freqüência; Transformada de Fourier Discreta Inversa; Transformada de Fourier Discreta de Sinais Reais; Analisadores Espectrais, 45 hs/aula

**COM 764 *– Dinâmica das Máquinas -*** Dinâmica de Newton-Euler, dinâmica Langrangeana, formulação de Kane –Levinson, coordenadas generalizadas, velocidades generalizadas, determinação das eq. De movimento através de programação de manipulação simbólica, sistema SOPHIA para geração das eq.de movimento. Determinação simbólica das forças de reação em restrições, modelagem de sistemas multi-corpos, sistema Universal Mechanism para simulação de multi-corpos, aplicações. 45 hs/aula

**COM 766 *Planejamento e Controle de Sistemas de Fabricação*** *-* Teoria das Restrições: Identificação e gestão de gargalos; Tecnologia tambor-tampão-barbante; Melhoria contínua e curva de aprendizagem. Logística just-in-time: Sistemas de empurramento, puxamento e híbridos; Minimização de estoque e maximização de fluxo. Manufaturas celular: Tecnologia de grupo; Configuração de células de produção; Planejamento e controle de produção e manutenção. 45 hs/aula.

**COM 767 *– Planejamento de Experimentos Aplicados a Fabricação*** - 1 - Descrição do curso

O curso tem como objetivo dar uma introdução ao projeto de experimentos (DOE), incluindo

Análise de variância e design fatorial. A análise de trabalhos de pesquisa no campo

De mecânica e fabricação. Os dados experimentais são utilizados como exemplos de técnicas

análise..

2 - Objetivos de Aprendizagem

? Revisão sobre Estatísticas Básicas

? Introdução aos Dados de Aquisição Experimental

? Análise e design de um fator Experimentos;

? Análise e design de múltiplos fatores, aleatorização e bloqueio, ANOVA

? Aquisição Experimental no Laboratório e Análise de Dados Reais

45 hs/aula

**COM 768 *Análise de Processos de Conformação de Metais*** *-* Deformações plásticas em metais. Critérios de escoamento. Processos de deformação com fluxo contínuo. Atrito na interface entre a ferramenta e o metal. Determinação dos esforços mecânicos externos. Método do Limite Superior. Métodos numéricos. Fluxo plástico. Medida de deformações. 45 hs/aula.

**COM 769 *Métodos para Determinação de Forças na Usinagem*** *-* Teoria de corte ortogonal e oblíquo. Ângulo de cisalhamento. Critérios de escoamento. Distribuição de tensões sobre a superfície de saída da ferramenta. Modelo de Usui-Hirota para determinação das forças de corte no torneamento. Métodos híbridos (numérico-analítico-experimental) para determinação dos esforços nas operações de corte com ferramenta multicortante. Métodos experimentais. Sensores piezoelétricos. 45 hs/aula

**COM 772 *Elementos Finitos***- Interpolação e aproximação de funções. Elementos finitos de classes C0 e Cn. Convergência. Problemas uni, bi e tridimensionais. Elementos finitos isoparamétricos, híbridos e mistos. Técnicas computacionais. Aplicações à análise de componentes mecânicos. 45 hs/aula

**COM 773 *Otimização na Engenharia*** - O projeto na Engenharia Mecânica. Projeto Ótimo. Formulação do problema de otimização. Exemplos de aplicação. Otimização sem restrições. Minimização unidimensional. Critérios de otimalidade. Métodos de gradientes. Newton e quase-Newton. Otimização sob restrições. Critérios de otimalidade. Métodos de penalidade barreira. Gradiente projetado e programação quadrática seqüencial . Métodos de ponto interior e algoritmos de Herskovits. 45 hs/aula.

**COM 774 *Métodos Matemáticos*** *-* Álgebra linear. Bases e transformações. Autovalores e autovetores. Diagonalização de operadores. Séries. Teoremas integrais. Solução de equações diferenciais ordinárias. Equações diferenciais parciais elípticas, hiperbólicas e parabólicas. 45 hs/aula

**COM 775 *Pesquisa Operacional Aplicada***- Otimização de Sistemas Industriais: Programação linear; Programação linear mixta-inteira; Programação por metas; Programação estocástica; Programação geométrica; Programação quadrática. Simulação de Eventos Discretos: Desenvolvimento, verificação e validação de modelos de simulação; Projetos estatísticos de experimentos de simulação. Teoria das filas: Modelos analíticos de filas; Redes abertas e fechadas de filas; Aproximações analíticas de filas. 45 hs/aula.

**COM 780 *Motores a Combustão Interna***- Introdução: Classificação de motores e suas aplicações; Componentes do motor; Ciclos de Operação; Novas tecnologias em motores. Parâmetros de Operação de Motores. Combustíveis para motores de combustão interna. Combustão em Motores de Combustão Interna. Simulação de Motores. Sistema de Lubrificação. Sistemas Especialistas na Manutenção Preditiva de Motores. Sobrealimentação de Motores. 45 hs/aula

**COM 781 *Introdução a Combustão*** - Revisão de termodinâmica. Revisão de cinética química. Revisão de processos de transporte. Equações de conservação para um escoamento reativo. Chamas laminares premisturadas. Chamas laminares não-premisturadas (difusivas). Evaporação e combustão de gotas. Combustão de sólidos. Emissões de poluentes. Introdução a chamas turbulentas. 45 hs/aula.

**COM783 – *Mecânica De Sistemas Inteligentes* - I - Revisão À Mecânica Dos Meios Contínuos**

Análise Tensorial, Deformação, Tensão, Princípios Fundamentais da Mecânica, Equações Constitutivas.

**II – Materiais Inteligentes**

Tipos de Materiais Inteligentes e suas Aplicações , Ligas com Memória de Forma, Materiais Piezoelétricos, Materiais Magnetoestrictivos, Fluidos eletroreoloógicos e magnetoreológicos e outros.

**III – Modelagem E Simulação**

45 hs/aula

**COM 784 *– Controle de Ruido e Vibração*** - Equações Constitutivas, Sistemas Estáticos, sistemas dinâmicos, elementos finitos.

desenvolvimento de modelos descritivos e de análise de mecanismos de geração de ruído e

desenvolvimento de técnicas ativas e passivas de controle. desenvolvimento de algoritmos de

controle e implementação física de controle ativo de ruído e vibração; aperfeiçoamento de

modelos para propagação de ondas e vibrações estrutural. 45 hs/aula

**COM 787 *– Acústica Ambiental*** - Geração e atualização das Curvas de Ruído: atuais, futuras, e de capacidade máxima dos principais aeroportos Brasileiros;

Estudo comparativo de métricas utilizadas na avaliação de incômodo por ruído aeronáutico; Estudos de Sensibilidade de aeroportos. 45 hs/aula

**COM 788 - Projeto De Máquinas -** Introdução ao projeto de máquinas:

- conceitos e definições;

- princípios básicos de projetos.

Fundamentos de projetos:

- cultura técnica, criatividade e simplificação;

- metodologia de trabalho;

- materiais e processos de fabricação;

- escolha de componentes e partes estruturais;

- vínculos entre componentes, elementos de fixação;

- montagem de componentes e análise de tolerâncias;

- confiabilidade.

Modelagem cinemática e dinâmica.

Recursos computacionais em projetos:

- uso de ferramentas CAD;

- análise estrutural (elementos finitos);

- informação eletrônica (internet, B2B).

Projetos mecatrônicos:

- metodologia de trabalho;

- unidade operativa (atuadores, sensores);

- unidade de comando (controladores de movimento);

- análise do controle lógico:

Representação de processos automáticos (GRAFCET);

45 hs/aula

**COM 795 *Análise Numérica****-* Computação científica e análise de erros. Interpolação e aproximação. Diferenciação e integração. Sistemas Lineares de equações algébricas. Problemas de autovalor. Equações não-lineares. Equações diferenciais ordinárias. 45 hs/aula

**DISCIPLINAS DE DOUTORADO (Atualizada em 29/06/2017)**

**COM 801 *Tópicos Especiais em Engenharia Mecânica***- Trata-se de uma disciplina sem ementa permanente. É adequada para introdução de novos cursos normalmente não previstos. Créditos: variável (período: variável)

**COM 802 *Tópicos Especiais em Engenharia Mecânica II***

**COM 803 *Tópicos Especiais em Engenharia Mecânica III***

**COM 804 *Tópicos Especiais em Engenharia Mecânica IV***

**COM 807 *Inscrito ao Doutorado***

**COM 808 *Pesquisa de Tese de Doutorado***

**COM 810 *Método de Perturbação em Eng. Mecânica***- Conceitos fundamentais; notação de ordem, série assintótica. Comportamento assintótico de integrais. Problemas regulares e singulares. Método das expansões assintóticas combinadas. Método das variáveis intermediárias. 45 hs/aula

**COM 812 *Turbulência***- Turbulência e campos estocásticos. Médias estocásticas e equação de Reynolds. O comprimento de mistura e a viscosidade turbulenta. Energia cinética da turbulência, dissipação turbulenta e os modelos k - e. O espectro da energia cinética da turbulência e a hipótese de Kolmogorov. Equações constitutivas. Tópicos em turbulência homogênea. 45 hs/aula

**COM 813 *Hidrodinâmica Aplicada*** - Equações básicas e teoremas fundamentais da teoria potencial. Escoamentos bidimensionais: teoremas básicos; singularidades; transformação conforme. Escoamentos tridimensionais: teoremas básicos; métodos de perturbação; linearização. Métodos numéricos. 45 hs/aula.

**COM 814 *Estabilidade Hidrodinâmica e Transição***- Introdução. Teoria linear. Estabilidade de escoamento Couette. Estabilidade de escoamento Poiseuille. Estabilidade de Escoamento Bernard-Rayleigh. Estabilidade de camada limite. Teoria não-linear. Transição e modelos para escoamentos transicionais. Desenvolvimentos recentes da teoria de estabilidade hidrodinâmica. 45 hs/aula

**COM 816 *Aerodinâmica Computacional***- Escoamento subsônico ao redor de corpos; modelagem. Elementos da Teoria Potencial e Dinâmica da Vorticidade. Método dos painéis e aplicações. Métodos de Vorticidade e sua utilização na análise do escoamento ao redor de corpos rombudos: separação, geração de vorticidade, esteira viscosa. 45 hs/aula

**COM 817 *Termoeconomia –*** Breve revisão de termodinâmica clássica. Conceitos e definições fundamentais em projeto de sistemas térmicos. Modelagem termodinâmica de um sistema térmico. O conceito de exergia. Fundamentos da análise exergética. Análise econômica de um sistema térmico. Estimativas e equações de custos. Princípios de avaliação econômica. Variáveis exergoeconômicas. Análise termoeconômica de um sistema térmico. Otimização termoeconômica de um sistema térmico – 45 hs/aula

**COM 820 *Ebulição-Condensação II***- Ebulição. Nucleação e dinâmica das bolhas. Modelos e correlações, fluxo crítico, regime transiente de geração. Escoamento bifásico. Condensação: processos básicos, mecanismos de interface plana líquido-vapor, condensação em filme sobre superfície plana. 45 hs/aula

**COM 822 *Análise em Difusão de Calor e Massa***- Equações básicas em difusão. Classificação dos Problemas de Difusão. Problemas de Classe I, II e III. Aplicações em condução/convecção. Outras classes de Problemas. Introdução à Técnica da Transformada Integral Generalizada. 3.0 créditos. 45 hs/aula

**COM823 *- Problemas Inversos II* –**- Método de Gradiente conjugado de estimativa de função

- Uso de Medidas experimentais para Estimativa de parâmetros e funções

- Análise estatística dos parâmetros estimados.

45 hs/aula

COM824 - *Métodos Numéricos Em Transferência De Calor II* - Transformação do domínio físico em domínio computacional. Ralações de transformação para operadores diferenciais. Geração. Numérica de malhas. Métodos elípticos de Thompsom. Métodos parabólicos e hiperbólicos. Métodos de Brackbill-Satzan para malhas adaptativas. Aplicações em condução de calor e convecção natural. 45 hs/aula

# COM 8­­28 - *Computação Simbólica E Métodos Híbridos* - Introdução à Computação Simbólica; Descrição e utilização do software Mathematica; Exemplos de Solução Analítica/Numérica/Simbólica em Difusão de Calor e Massa; O Método de Transformação Integral Generalizado; Solução de Problemas de Autovalor; Avaliação Automática de Integrais de Autofunções; montagem Automática do Sistema Transformado; Solução Numérica de Sistemas Diferenciais Ordinários; Exemplos Integrados via Computação Híbrida.

45 hs/aula

**COM 830 *Geração e Propagação do Som*** - Equação de D'Alembert . Solução. Função de Green. Fontes Elementares . Solução em série de potências. Radiação de superfícies. Teorema de Kirchoff. Fontes em movimento. Ruído de escoamento: jatos e ventiladores. Teoria da difração. 45 hs/aula

**COM 831 *Geração e Propagação do Som II***- A equação de energia. Mecanismos de dissipação. Efeitos não-lineares na propagação. Espelhamento. Localização de fontes acústicas. 45 hs/aula

**COM 832 *Processamento de Sinais II***- Probabilidades; variáveis aleatórias; funções aleatórias. Entropia. Estacionaridade. Ergodicidade. Correlação. Teorema de Wiener- Khintchine. Análise espectral. Funções de coerência simples e múltipla. Análise espectral condicional e paramétrica. A transformada em "ondelettes"para sinais não estacionários. 45 hs/aula

**COM 836 *Propagação de Ondas***- Propagação unidimensional: ondas em sólidos e em fluidos. Propagação unidimensional: soluções, variáveis características. Mudança de impedância, reflexão, refração. Modelos viscoelásticos. Propagação tridimensional.: ondas de dilatação e cisalhamento. Decomposição de Helmholtz. 45 hs/aula

**COM 837 *Identificação*** - Propagação unidimensional em meios não-homogêneo. Soluções aproximadas. Integração por diferenças finitas. Meios estratificados. O problema inverso. Deconvolução. Métodos globais. Métodos sequenciais. Malha característica. Estabilidade numérica. 45 hs/aula

**COM 840 *Mecânica do Contínuo*** - Revisão dos conceitos básicos de Mecânica do Contínuo com vista à introdução da teoria de materiais simples. As hipóteses constitutivas. Fluidos Newtonianos. Elasticidade finita. Elasticidade linear. 45 hs/aula

**COM 841 *Mecânica Variacional***- O operador tangente de deformação de um contínuo tridimensional e os espaços de deslocamentos, velocidades virtuais, deformações e taxas de deformação. Definição por dualidade de carregamentos e tensões. Operador (adjunto) de equilíbrio. Equilíbrio pelo Princípio de Potências Virtuais. Forma local de equilíbrio para contínuo 3D. Equilíbrio em variáveis generalizadas; aplicação a vigas de mínimo, cinemáticos, de equilíbrio e mistos. Métodos numéricos derivados das formulações variacionais. 45 hs/aula

**COM 842 *Grandes Deformações***- Cinemática das deformações e o princípio de objetividade. Medidas de deformação e tensões duais. O princípio de potenciais virtuais e as equações de equilíbrio. O problema da elasticidade 3D. Formulações de energia para hiperelasticidade. As questões de existência e unicidade de soluções. Noções de inelasticidade em grandes deformações. Formulações incrementais e métodos numéricos em grandes deformações. 45 hs/aula

**COM 843 *Teoria de Placas e Cascas*** - Elementos de geometria das superfícies. Cinemática das deformações de placas. Teoria de Kirchhoff e de Reissner. Soluções para algumas placas elásticas. Teoria de cascas. Hipóteses de Love, Koiter e Reissner. Cascas de revolução. Soluções de membrana e perturbações associadas à compatibilidade de deslocamentos. Soluções para algumas cascas elásticas. 45 hs/aula

**COM 844 *Teoria da Plasticidade***- Relações constitutivas para elasto-plasticidade. Formulações locais e variacionais Potenciais para taxas de tensão e deformação. Modelos de Mises e Tresca. Teoria de análise limite. Discretização. Solução dos modelos discretos. Comportamento dos materiais em processos evolutivos e aproximações em incrementos finitos no tempo. Potenciais em incrementos. Análise elasto-plástica. Discretização. Solução dos modelos discretos. Análise de adaptação (shakedown). 45 hs/aula

**COM 845 *Termodinâmica do Contínuo*** - A termodinâmica dos processos homogêneos. A forma clássica das leis básicas. Materiais elásticos e viscosos. A termodinâmica com variáveis internas de estado. A teoria de equilíbrio de Gibbs. Termodinâmica e a estabilidade do equilíbrio. 45 hs/aula

**COM 846 *Otimização Estrutural*** *-* Conceitos básicos de otimização sem e com restrições. Condições de Kuhn-Tucker. Noções de controle ótimo. Restrições representativas em otimização estrutural. Problemas de dualidade em relação a princípios variacionais. Algoritmos para otimização numérica de estruturas modelados pelo método dos elementos finitos.

 45 hs/aula

**COM 847 *Métodos Numéricos em Programação Não-Linear***- Otimização sem restrições. Algoritmos de minimização unidimensional. Métodos de gradiente, Newton e Quase-Newton. Otimização: métodos de barreiras e penalidade: gradiente projetado e gradiente reduzido. Conceitos de dualidade. Métodos Lagrangeanos. Algoritmos de direções viáveis (Huard, Zoutendijk, Herskovits). Minimização unidirecional restrita. 45 hs/aula

**COM 873 - *Métodos Numéricos em Programação Não-Linear*** - Otimização sem restrições. Algoritmos de minimização unidimensional. Métodos de gradiente, Newton e Quase-Newton. Otimização: métodos de barreiras e penalidade: gradiente projetado e gradiente reduzido. Conceitos de dualidade. Métodos Lagrangeanos. Algoritmos de direções viáveis (Huard, Zoutendijk, Herskovits). Minimização unidirecional restrita. 45 hs/aula

**COM 875 *– Projeto Mecatrônico* -** Introdução ao projeto de máquinas. Modelagem e simulação de máquinas. Estruo de projetos mecatrônicos. Unidade de comando (controladores de movimento). Integração eletro-mecânica. Representação de processos pelo método GRAFCET. Estudo de casos. 45 hs/aula.

**COM 876 - *Análise* *de Processos de Conformação de Metais*** *– Tópicos avançados em* deformações plásticas de metais. Critérios de escoamento para materiais com variação na densidade. Comportamento não linear do atrito no contato entre a ferramenta e o metal. Determinação dos esforços mecânicos externos para processos de deformação com fluxo contínuo. Soluções recentes via Método do Limite Superior, métodos dos blocos, métodos de linhas de deslizamento e novas técnicas de solução. Métodos numéricos. 45 hs/aula.

**COM 877 *– Instr. E Met. Exp. Em Mec. Fluidos -***

1. Importância da experimentação em Mecânicas dos fluidos

2.Princípio de padronização de vazão: métodos gravimétrico, provadores;

3.Medidores de vazão volumétrica:

4.Anemometria térmica:

5. Anemometria Laser Doppler;

6. Velocimetria por imagem de partículas;

7. Caracterização de escoamento multifásicos **:**