

**COMANDO-GERAL DE TECNOLOGIA AEROESPACIAL**  
**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA**

**CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**CATÁLOGO 2008**

**São José dos Campos, SP**

O conteúdo deste Catálogo pode ser encontrado na internet em:  
<http://www.ita.br>

## ORGANIZAÇÃO

### **Comissão de Currículo da Congregação**

#### **EDIÇÃO FINAL**

Rosa Albertina da Silva

#### **NOTA**

O conteúdo acadêmico deste Catálogo foi aprovado pela Congregação do ITA na sessão 5 da 387ª reunião, realizada em 29 de novembro de 2007, podendo ser alterado a qualquer tempo, a critério da Congregação.

## **CATALOGAÇÃO DA PUBLICAÇÃO**

### **Instituto Tecnológico de Aeronáutica**

Catálogo dos Cursos de Pós-Graduação - 2008

São José dos Campos, © 2008

1. Pós-Graduação – Catálogo

CDU 378(058)

#### **INFORMAÇÕES**

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa - IP  
Pça. Mal. Eduardo Gomes, 50 - Vila das Acácias  
12228-900 - São José dos Campos - SP  
Tel/Fax: (012) 3947-6963

<http://www.ita.br>

# SUMÁRIO

<b>1. APRESENTAÇÃO</b>	<b>vii</b>
Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial – CTA	vii
Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA	vii
Reitores	xi
Professores Eméritos	xi
Calendário Escolar – 2008	xii
Títulos Concedidos - 1992 a 2007	xiii
Teses e Dissertações Defendidas – 1992 – 2007	xiv
Alunos Matriculados – 1993 a 2008	xiv
<b>2. INFORMAÇÕES GERAIS</b>	<b>1</b>
2.1    Funções e Órgãos do CTA	1
<b>3. ITA</b>	<b>1</b>
3.1    Histórico	1
3.2    Missão do ITA	2
3.3    Constituição do ITA	3
<b>4. PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA</b>	<b>4</b>
4.1    Programas de Pós-Graduação	5
4.1.1    Engenharia Aeronáutica e Mecânica – PG/EAM	5
4.1.2    Engenharia Eletrônica e Computação – PG/EEC	6
4.1.3    Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica – PG/EIA	6
4.1.4    Física – PG/FIS	6
4.2    Currículo Escolar	6
4.3    Admissão e Matrícula	7
4.3.1    Curso de Mestrado	8
4.3.2    Curso de Doutorado	8

4.4	Bolsas de Estudos e Facilidades	9
4.5	Biblioteca Central	9
4.6	Processamento de Dados	11
4.7	Laboratórios	11
4.8	Grupos de pesquisa	15
<b>5. PROGRAMA DE ENGENHARIA AERONÁUTICA E MECÂNICA - PG/EAM</b>		<b>16</b>
5.1	Objetivos do PG/EAM	16
5.2	Linhas de Pesquisa do PG/EAM	17
5.2.1	Aerodinâmica, Propulsão e Energia – PG/EAM-A	17
5.2.2	Mecânica dos Sólidos e Estruturas – PG/EAM-E	17
5.2.3	Física e Química dos Materiais Aeroespaciais – PG/EAM-M	17
5.2.4	Sistemas Aeroespaciais e Mecatrônica – PG/EAM-S	18
5.2.5	Produção – PG/EAM-P	18
5.2.6	Mecânica de Vôo e Controle de Vôo – PG/EAM-S	18
5.3	Corpo Docente do PG/EAM	18
5.3.1	Corpo Docente Efetivo	18
5.3.2	Corpo Docente Colaborador	28
5.4	Estrutura Curricular do PG/EAM	25
5.4.1	Informações Gerais do PG/EAM	25
5.4.2	Disciplinas do Programa PG/EAM	26
5.4.2.1	Aerodinâmica, Propulsão e Energia – PG/EAM-A	26
5.4.2.2	Mecânica dos Sólidos e Estruturas – PG/EAM-E	28
5.4.2.3	Física e Química dos Materiais Aeroespaciais – PG/EAM-M	29
5.4.2.4	Sistemas Aeroespaciais e Mecatrônica – PG/EAM-S	30
5.4.2.5	Produção – PG/EAM-P	31
5.4.2.6	Mecânica de Vôo e Controle de Vôo – PG/EAM-S	33
5.5	Ementas	35
<b>6. PROGRAMA DE ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO - PG/EEC</b>		<b>97</b>
6.1	Objetivos do PG/EEC	97

6.2	Linhas de Pesquisa do PG/EEC	98
6.2.1	Dispositivos e Sistemas Eletrônicos – PG/EEC-D	98
6.2.2	Informática – PG/EEC-I	98
6.2.3	Microondas e Optoeletrônica – PG/EEC-M	99
6.2.4	Sistemas e Controle – PG/EEC-S	99
6.2.5	Telecomunicações – PG/EEC-T	99
6.3	Corpo Docente do PG/EEC	99
6.3.1	Corpo Docente Efetivo	99
6.3.2	Corpo Docente Colaborador	103
6.4	Processo de Admissão no Programa	104
6.5	Estrutura Curricular do PG/EEC	105
6.5.1	Informações Gerais do PG/EEC	105
6.5.2	Disciplinas do Programa PG/EEC	105
6.5.2.1	Dispositivos e Sistemas Eletrônicos – PG/EEC-D	105
6.5.2.2	Informática – PG/EEC-I	106
6.5.2.3	Microondas e Optoeletrônica – PG/EEC-M	108
6.5.2.4	Sistemas e Controle – PG/EEC-S	109
6.5.2.5	Telecomunicações - PG/EEC-T	110
6.6	Ementas	112

<b>7. PROGRAMA DE ENGENHARIA DE INFRA-ESTRUTURA AERONÁUTICA - PG/EIA</b>	<b>151</b>	
7.1	Objetivos do PG/EIA	151
7.2	Linhas de Pesquisa do PG/EIA	151
7.2.1	Infra-Estrutura Aeroportuária – PG/EIA-I	151
7.2.2	Transporte Aéreo e Aeroportos – PG/EIA-T	152
7.3	Corpo Docente do PG/EIA	152
7.3.1	Corpo Docente Efetivo	152
7.4	Estrutura Curricular do PG/EIA	154
7.4.1	Informações Gerais do PG/EIA	154

7.4.2	Disciplinas do Programa PG/EIA	155
7.4.2.1	Infra-Estrutura Aeroportuária – PG/EIA-I	155
7.4.2.2	Transporte Aéreo e Aeroportos – PG/EIA-T	156
7.5	Ementas	157

## **8. PROGRAMA DE FÍSICA - PG/FIS 169**

8.1	Objetivos do PG/FIS	169
8.2	Linhas de Pesquisa do PG/FIS	169
8.2.1	Física dos Plasmas – PG/FIS-P	169
8.2.2	Física Atômica e Molecular – PG/FIS-A	170
8.2.3	Física Nuclear – PG/FIS-N	171
8.3	Corpo Docente do PG/FIS	171
8.3.1	Corpo Docente Efetivo	171
8.3.2	Corpo Docente Colaborador	173
8.4	Estrutura Curricular do PG/FIS	174
8.4.1	Informações Gerais do PG/FIS	174
8.4.2	Disciplinas do Programa PG/FIS	174
8.4.2.1	Física de Plasmas – PG/FIS-P	174
8.4.2.2	Física Atômica e Molecular – PG/FIS-A	175
8.4.2.3	Física Nuclear – PG/FIS-N	177
8.5	Ementas do PG/FIS	178

## APRESENTAÇÃO

### COMANDO-GERAL DE TECNOLOGIA AEROESPACIAL – CTA

## DIREÇÃO

Comandante: Ten.- Brig.-do-Ar Carlos Alberto Pires Rolla

### INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA – ITA

## REITORIA

Reitor: **Reginaldo** dos Santos

reitor@ita.br

Vice-Reitor: Fernando Toshinori **Sakane**

vice-reitor@ita.br

Chefe de Gabinete: Jorge **Pagés**, Cel Av R1

chefeidg@ita.br

Conselho Superior

Reitor (Presidente)

Vice-Reitor

Pró-Reitor de Graduação

Pró-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa

Pró-Reitor de Extensão e Cooperação

Pró-Reitor de Administração

Chefe de Gabinete

## CONGREGAÇÃO

Presidente: Reitor

Vice-Presidente: Vice-Reitor

Secretário: Prof. Flávio Mendes Neto

### Membros Efetivos e Ex-ofício

Pró-Reitor de Graduação

Pró-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa

Pró-Reitor de Extensão e Cooperação

Pró-Reitor de Administração

Chefes de Divisões Acadêmica

Chefes das Divisões da Pró-Reitoria de Graduação

Chefes das Divisões da Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

Chefes das Divisões da Pró-Reitoria de Extensão e Cooperação

Coordenadores de Cursos de Graduação

## **Membros Representativos Eleitos**

Três professores de cada Divisão Acadêmica, eleitos pelos pares

Doze professores eleitos livremente

## **Comissões Permanentes**

Currículo	IC/CCR
Permanente de Pessoal Docente	IC/CPPD
Redação e Eleições	IC/CRE
Revalidação de Diplomas	IC/CRD

## **PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO - IG**

Pró-Reitor: Alberto **Adade** Filho adade@ita.br

## **PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA - IP**

Pró-Reitor: **Homero** Santiago Maciel homero@ita.br

### **Divisão de Pós-Graduação – IPG**

Chefe: Celso Massaki **Hirata** hirata@ita.br

### **Divisão de Pesquisa – IPP**

Chefe: **Brett** Vern Carlson brett@ita.br

## **PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO E COOPERAÇÃO – IEX**

Pró-Reitor: Sérgio Frascino Muller de Almeida frascino@ita.br

## **PRÓ-REITORIA DE ADMINISTRAÇÃO - IA**

Pró-Reitor: Celso Guitarrari Filho, Cel.Av. diradm@ita.br

### **Divisão Administração e Finanças - IAA**

Chefe: Eliana Terêsa Xavier Martins eliana@ita.br

### **Divisão de Apoio e Manutenção - IAM**

Chefe: Almir Silva Filho, 1º Cap. isabel@ita.br

### **Divisão de Informação e Documentação - IAB**

Chefe: Marina Lima Dalle Mulle mulle@ita.br

### **Divisão de Segurança do Trabalho - IAT**

Chefe: Moacyr Machado Cardoso Jr. moacyr@ita.br

### **Divisão de Recursos Humanos - IAH**

Chefe: Ângela Maria Soares asoares@ita.br

### **Divisão de Informática - IAI**

Chefe: Edna Maria dos Santos edna@ita.br

## COORDENADORES DE PÓS-GRADUAÇÃO

### PROGRAMA DE ENGENHARIA AERONÁUTICA E MECÂNICA

<b>Coordenador:</b> Luiz Carlos Sandoval <b>Góes</b>	goes@ita.br
<b>Área de Aerodinâmica, Propulsão e Energia</b> Nide Geraldo do Couto R. Fico Júnior	nide@ita.br
<b>Área de Mecânica dos Sólidos e Estruturas</b> Alfredo Rocha Faria	arfaria@ita.br
<b>Área de Física e Química dos Materiais Aeroespaciais</b> Jorge Otubo	jotubo@ita.br
<b>Área de Sistemas Aeroespaciais e Mecatrônica</b> Emília Villani	evillani@ita.br
<b>Área de Mecânica e Controle do Vôo</b> Luiz Carlos Sandoval <b>Góes</b>	goes@ita.br
<b>Área de Produção</b> Lígia Maria Soto Urbina	ligia@ita.br

### PROGRAMA DE ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO

<b>Coordenador:</b> David Fernandes	david@ita.br
<b>Área de Dispositivos e Sistemas Eletrônicos</b> Roberto d'Amore	damore@ita.br
<b>Área de Informática</b> José Maria Parente de Oliveira	parente@ita.br
<b>Área de Microondas e Optoeletrônica</b> José Edimar Barbosa Oliveira	edimar@ita.br
<b>Área de Sistemas e Controle</b> Jackson Paul Matsuura	Jackson@ita.br
<b>Área de Telecomunicações</b> David Fernandes	david@ita.br

## **PROGRAMA DE ENGENHARIA DE INFRA-ESTRUTURA AERONÁUTICA**

**Coordenador: Maryangela Geimba de Lima** magdlima@ita.br

**Área de Infra-Estrutura Aeroportuária**

**Maryangela Geimba de Lima** magdlima@ita.br

**Área de Transporte Aéreo e Aeroportos**

**Carlos Müller** muller@ita.br

## **PROGRAMA DE FÍSICA**

**Coordenador: Tobias Frederico** tobias@ita.br

**Área de Física Atômica e Molecular**

**Jayr de Amorim Filho** jayr@ita.br

**Área de Física Nuclear**

**Tobias Frederico** tobias@ita.br

**Área de Física de Plasmas**

**Marisa Roberto** marisar@ita.br

## **CONSELHO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA - CPG**

**Pró-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa**

**Homero Santiago Maciel** homero@ita.br

**Chefe da Divisão de Pós-Graduação**

**Celso Massaki Hirata** hirata@ita.br

**Chefe da Divisão de Pesquisa**

**Brett Vern Carlson** brett@ita.br

**Coordenadores de Cursos**

**Coordenadores de Áreas**

**Representante da Associação dos Pós-Graduandos** apg@ita.br

**Secretária: Rosa Albertina da Silva** rosa@ita.br

## REITORES

<i>Richard Herbert Smith</i>	1946 a 1951
<i>Joseph Morgan Stokes</i>	1951 a 1953
<i>André Johannes Meyer</i>	1953 a 1956
<i>Samuel Sidney Steinberg</i>	1956 a 1960
<i>Marco Antonio Guglielmo Cecchini</i>	1960 a 1965
<i>Luiz Cantanhede de Carvalho Almeida Filho</i>	1965 a 1966
<i>Charly Künzi</i>	1966 (jan - mar)
<i>Talmir Canuto Costa (pro tempore)</i>	1966 (mar - jun)
<i>Francisco Antonio Lacaz Netto</i>	1966 a 1973
<i>Luiz Cantanhede de Carvalho Almeida Filho</i>	1973 a 1976
<i>Jessen Vidal</i>	1977 a 1982
<i>Tércio Pacitti</i>	1982 a 1984
<i>Jair Cândido de Melo</i>	1984 a 1989
<i>Jessen Vidal</i>	1989 a 1994
<i>Euclides Carvalho Fernandes</i>	1994 a 2001
<i>Michal Gartenkraut</i>	2001 a 2005
<i>Fernando Toshinori Sakane</i>	2005 (ago - out)
<i>Reginaldo dos Santos</i>	2005 até o momento

## PROFESSORES EMÉRITOS

*Darcy Domingos Novo*  
*Fernando Pessoa Rebello*  
*Luiz Cantanhede de Carvalho Almeida Filho*  
*Paulus Aulus Pompéia*

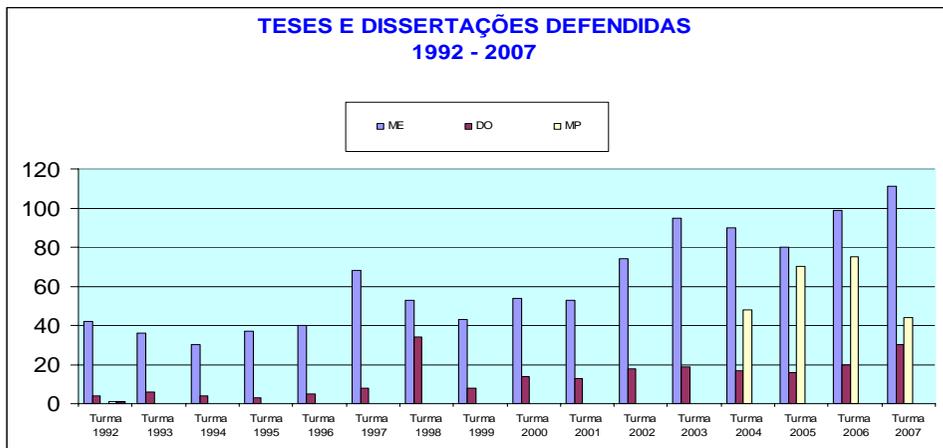
**CALENDÁRIO ESCOLAR - 2008**  
**CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO E DISCIPLINA ISOLADA**

	<b>ASSUNTO</b>	<b>1º PERÍODO</b>	<b>2º PERÍODO</b>
1	Férias coletivas da Pós-Graduação	05 a 16 JAN	
2	Inscrição em Disciplina Isolada	29 a 31 JAN	24 a 26 JUN
3	Matrícula em Mestrado e Doutorado	12 a 14 FEV	01 a 03 JUL
4	Início das aulas	25 FEV	28 JUL
5	Matrícula em Disciplina Isolada Adicional ou Substituição de Disciplina	03 MAR	04 AGO
6	Inscrição em cursos de Mestrado e Doutorado	01 a 30 ABR para 2º per 08	01 a 30 SET para o 1º per 09
7	Data-limite para cancelamento de matrícula em Disciplina Isolada, de Mestrado e de Doutorado	Até 30 ABR	Até 30 SET
8	Data- limite para trancamento do Curso de Mestrado e Doutorado	Até 31 MAI	Até 31 OUT
9	Semana de recuperação	21 a 25 ABR	22 a 26 SET
10	Reinício das aulas, após semana de recuperação	28 ABR	29 SET
11	Apresentação ao ITA dos "curricula vitae" dos Oficiais aceitos nos Cursos de Mestrado e Doutorado, nos termos da Portaria nº 965/GC3	-	17 OUT
12	Semana Nacional de Tecnologia, Feira de Ciências do ITA	-	20 a 29 OUT (a confirmar)
13	XIV Encontro de Iniciação Científica e de Pós-Graduandos	-	20 a 22 OUT (a confirmar)
14	Nascimento Mal. do Ar. Casimiro Montenegro Filho – Fundador do ITA e CTA	-	29 OUT
15	Aerodesign	-	15 a 19 OUT
16	Torneio Semana da Asa	-	OUT/NOV (a ser definido)
17	Data-limite para participação da Formatura	Até 30 ABR	-
18	Data-limite para divulgação dos alunos aptos para a Colação de Grau	Até 16 MAIO	-
19	Data-limite para confecção dos pareceres conclusivos dos alunos concluintes de Mestrado e Doutorado para fins de formatura	16 MAIO	-
20	Colação de grau	07 JUN (a confirmar)	-
21	Exames finais	23 JUN a 04 JUL	24 NOV a 05 DEZ
22	Recesso escolar	07 a 25 JUL	-

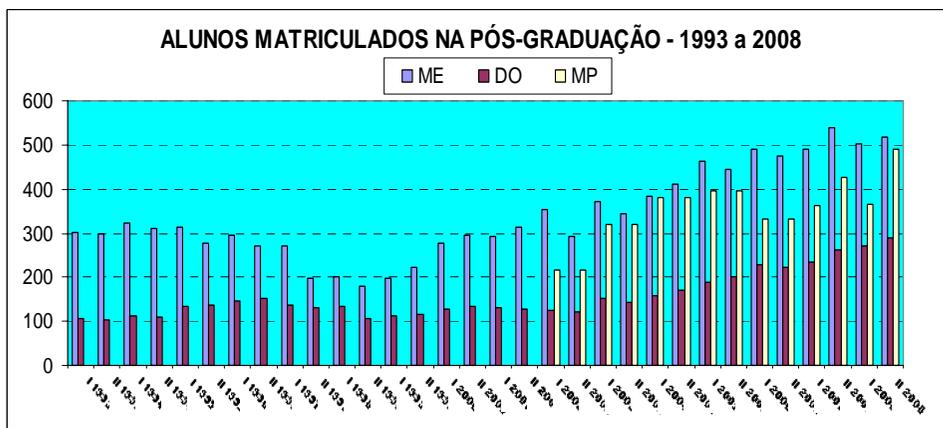
## TÍTULOS CONCEDIDOS – 1992 a 2007

ANO	EAM			EEC		EIA		FIS	
	ME	DO	MP	ME	DO	ME	DO	ME	DO
<b>1992</b>	23 (-)	03 (-)		18 (-)	04 (-)	-	-	04 (-)	01 (-)
<b>1993</b>	14 (2)	03 (-)		16 (-)	01 (-)	-- (1)	-	01 (-)	07 (-)
<b>1994</b>	11 (3)	01 (-)		13 (1)	03 (-)	01 (-)	02 (-)	01 (-)	01 (-)
<b>1995</b>	17 (-)	01 (-)		16 (-)	03 (-)	02 (-)	-	01 (-)	-
<b>1996</b>	23 (2)	04 (-)		10 (-)	03 (-)	02 (-)	-	04 (-)	-
<b>1997</b>	42 (5)	04 (-)		24 (3)	03 (-)	08 (1)	01 (-)	01 (-)	01 (-)
<b>1998</b>	19 (3)	10 (1)		24 (-)	03 (-)	06 (-)	01 (-)	04 (-)	06 (-)
<b>1999</b>	14 (4)	08 (-)		20 (-)	10 (1)	04 (-)	01 (-)	03 (-)	02 (-)
<b>2000</b>	19 (2)	07 (-)		14 (-)	-	03 (1)	03 (-)	06 (-)	01 (-)
<b>2001</b>	16 (1)	03 (-)		17 (-)	07 (1)	08 (-)	-	05 (-)	02 (-)
<b>2002</b>	26 (4)	08 (1)		20 (4)	06 (-)	07 (1)	-	11 (1)	03 (-)
<b>2003</b>	38 (-)	13 (1)		35(4)	04 (-)	12 (-)	-	08 (-)	-
<b>2004</b>	33 (13)	11 (1)	48 (-)	39 (9)	04 (-)	09 (-)	-	7 (-)	02 (-)
<b>2005</b>	32 (2)	12 (-)	70 (-)	36 (12)	01 (-)	09 (-)	-	-	03 (-)
<b>2006</b>	42 (3)	12 (-)	74 (2)	36 (5)	07 (-)	13 (02)	-	-	01 (-)
<b>2007</b>	47 (5)	12 (-)	130 (2)	46 (8)	03 (-)	07 (-)	-	-	04 (-)
	<b>416 (49)</b>	<b>112 (4)</b>	<b>322 (4)</b>	<b>384(41)</b>	<b>62 (2)</b>	<b>91 (6)</b>	<b>08 (-)</b>	<b>56(1)</b>	<b>34 (-)</b>

**Gráfico 1**



**Gráfico 2**



## **2. INFORMAÇÕES GERAIS**

### **2.1 - Funções e Órgãos do CTA**

O Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial - CTA é, no âmbito do Comando da Aeronáutica, o órgão responsável pela execução dos programas de ensino, pesquisa e desenvolvimento necessários à consecução dos objetivos da Política Aeroespacial Nacional.

Para o desempenho de sua missão, o CTA conta com os seguintes Institutos:

Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA,  
Instituto de Aeronáutica e Espaço – IAE,  
Instituto de Fomento e Coordenação Industrial - IFI, e  
Instituto de Estudos Avançados - IEAv.

Os programas de pesquisa e desenvolvimento estão a cargo do IAE (nos campos aeronáutico e espacial), e do IEAv e do ITA (na vanguarda da Ciência). Cabe ao IFI fomentar, selecionar e integrar indústrias para produção dos itens aeronáuticos, promovendo contínua avaliação da qualidade aeronáutica, bem como promover a transferência de tecnologia dos Institutos do CTA para aquelas indústrias. Ao ITA cabe, também, ministrar a educação e o ensino nas especialidades de interesse do Comando da Aeronáutica.

O CTA conta com servidores civis e militares e mantém convênios com grande número de instituições brasileiras e estrangeiras (notadamente da Alemanha, Estados Unidos da América, França e Inglaterra), recebendo financiamento de diversas fontes governamentais.

## **3. ITA**

### **3.1 – Histórico**

O Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, instalou-se na cidade de São José dos Campos, em 1950, passando a ministrar os Cursos de Graduação em Engenharia Aeronáutica e Engenharia Eletrônica (este a partir de 1951), ambos ainda não consolidados no País, na época. O Curso de Engenharia Aeronáutica já vinha sendo oferecido, desde 1939, na Escola Técnica do Exército (atual Instituto Militar de Engenharia - IME).

Após a criação do Ministério da Aeronáutica (em 20 de janeiro de 1941), e a partir de 1947, o Curso de Engenharia Aeronáutica passou à

responsabilidade da Aeronáutica, e ainda ministrado na Escola Técnica do Exército.

### **3.2 – Missão do ITA**

O ITA, criado pelo Decreto no 27.695, de 16 de janeiro de 1950, definido pela Lei no 2.165, de 05 de janeiro de 1954, é o órgão de ensino superior do Comando da Aeronáutica que tem por finalidades:

- Ministar a educação e o ensino, necessários à formação de profissionais de nível superior nos setores da Ciência e da Tecnologia, nas especialidades de interesse do Comando da Aeronáutica;
- Manter cursos de graduação, de especialização e extensão universitária e de pós-graduação; e
- Promover, por intermédio do ensino e da pesquisa, o progresso da Ciência e da Tecnologia, relacionado com as atividades aeroespaciais.

Tendo a preocupação fundamental de contar com um Corpo Docente de elevado padrão, o ITA procurou reunir professores estrangeiros e brasileiros de alto nível. Estes orientavam professores mais jovens, aos quais eram oferecidas amplas oportunidades de prosseguir estudos avançados no País e no exterior. Desde a sua criação, houve no ITA o que se chama de atividade de pós-graduação no sentido lato (seminários, cursos especiais avançados, cursos de atualização etc), por meio da qual se buscava melhor qualificação do docente iniciante, preparando-o, não somente para as tarefas de ensino, mas também, na época, para o prosseguimento de estudos no exterior. Em 1961, essas atividades foram organizadas formalmente em uma estrutura de disciplinas de pós-graduação e tese, iniciando-se um programa de formação de Mestres nos ramos da Engenharia Aeronáutica, Eletrônica e Mecânica, em Física e em Matemática. Essa iniciativa marcou no Brasil, não apenas o início da pós-graduação em Engenharia, como introduziu o mestrado e o modelo que viria a ser adotado por outras instituições, seja de engenharia, sejam de outras áreas do conhecimento.

No início, as atividades de pós-graduação estiveram sob a responsabilidade de uma Comissão de Pós-Graduação, cujo trabalho apoiou-se em normas aprovadas pela Congregação do ITA em 4 de janeiro de 1961. Amadurecida a experiência, essas normas vieram a servir de base à regulamentação dada ao Curso pela Portaria Ministerial nº 18/GM3, de 20 de fevereiro de 1968. Atualmente, de acordo com o Regulamento do ITA (aprovado pela Portaria Ministerial nº 650/GC3, de 26 de junho de 2006, as atividades de Pós-Graduação estão a cargo da Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, diretamente subordinada à Reitoria do ITA.

Em 19 de julho de 1970, o Conselho Nacional de Pesquisas - CNPq incluía o ITA entre os centros de excelência em pós-graduação em Engenharia e, em 4 de junho de 1975, o Conselho Federal de Educação - CFE credenciava os Cursos de Pós-Graduação do ITA, ao nível de Mestrado. Em abril/maio de 1981, o CFE credenciava também os Cursos ao nível de Doutorado. A partir de 1995, os cursos do ITA estão credenciados pela Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES, em vista dos conceitos recebidos.

O primeiro título de Mestre conferido pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica foi em 1963, e o primeiro título de Doutor, em 1970. Até junho de 2007 foram conferidos 1.536 títulos de Mestre em Ciências, dos quais 144 são militares, e 287 títulos de Doutor em Ciências, dos quais 12 são militares.

A partir de 2002, o Curso de Engenharia Aeronáutica e Mecânica obteve o credenciamento da CAPES para ministrar o programa de Mestrado Profissionalizante. Os primeiros títulos de Mestre em Engenharia Aeronáutica foram conferidos em 2004. Até junho de 2007 foram conferidos 322 títulos, dos quais 4 são militares.

### **3.3 - Constituição do ITA**

O ITA é constituído pela Reitoria (ID), Congregação (IC), Pró-Reitoria de Graduação (IG), Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa (IP), Pró-Reitoria de Extensão e Cooperação (IEX), e a Pró-Reitoria de Administração (IA).

A Reitoria do ITA (ID) tem a seguinte constituição: Reitor (ID), Vice-Reitor (IDV), Conselho da Reitoria (CR), Conselho dos Chefes de Divisão (CCD), Gabinete (IDG) e Secretária (ID-S).

O Conselho da Reitoria é o órgão consultivo do Reitor, que o assessora e com ele coopera no planejamento das atividades e na orientação técnica, administrativa e disciplinar do ITA. Presidido pelo Reitor, tem como membros efetivos: o Vice-Reitor, os Pró-Reitores e o Chefe de Gabinete.

O Gabinete, subordinado diretamente ao Reitor do ITA, é o órgão que tem por finalidade proporcionar-lhe assessoria jurídica e de relações públicas, e também, assegurar apoio geral à Reitoria. É constituído por: Chefe, Secretaria, Assessoria Jurídica e Assessoria de Relações Públicas.

A Congregação (IC), órgão planejador e orientador do ensino e da política educacional do Instituto, é presidida pelo Reitor e constituída por membros efetivos e representativos. São membros efetivos da Congregação: o Vice-Reitor, os Pró-Reitores, os Chefes de Divisão Acadêmica e os Chefes de Departamento. Os membros representativos são: um professor Titular de cada Divisão Acadêmica, um Professor Adjunto de cada Divisão Acadêmica e um Professor Assistente de cada Divisão Acadêmica.

A Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa (IP), diretamente subordinada ao Reitor, tem a finalidade de planejar, dirigir, coordenar e controlar as atividades de ensino e pesquisa de Pós-Graduação “*stricto sensu*” do Instituto. Ela é constituída de: Pró-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa, Divisão de Pós-Graduação (IPG), Divisão de Pesquisa (IPP) e Conselho de Pós-Graduação e Pesquisa (CPG) formado pelos Coordenadores de Programas e Áreas. O CPG é a instância máxima de deliberação dos assuntos afetos à IP.

A Pró-Reitoria de Graduação (IG), diretamente subordinada ao Reitor, tem a finalidade de planejar, dirigir, coordenar e controlar as atividades-fim do Instituto. Ela é constituída de: Pró-Reitor de Graduação (IG), Divisão de Registros e Controle Acadêmico (IDR), Divisão de Alunos (IGA) e Conselho da Pró-Reitoria de Graduação (IGC) formado pelos Coordenadores das Divisões Acadêmicas, assim distribuídas: Divisão de Ciências Fundamentais (IEF), Divisão de Engenharia Aeronáutica (IEA), Divisão de Engenharia Eletrônica (IEE), Divisão de Engenharia Mecânica-Aeronáutica (IEM), Divisão de Engenharia Civil-Aeronáutica (IEI), Divisão de Ciência da Computação (IEC).

A Pró-Reitoria de Administração (IA), diretamente subordinada ao Reitor, tem por finalidade planejar, dirigir, coordenar e controlar, dentro de sua esfera de competência, as atividades de administração de recursos humanos, materiais, financeiros e de infra-estrutura de apoio. A Pró-Reitoria de Administração tem a seguinte constituição: Pró-Reitor Administrativo, Divisão Administrativa, Divisão de Manutenção, Divisão de Informação e Documentação, Divisão de Segurança do Trabalho, Divisão de Coordenadoria de Recursos Humanos, Divisão de Informática.

Atualmente, as atividades de pós-graduação são disciplinadas pelas **Instruções Normativas para os Cursos de Pós-Graduação “*Stricto Sensu*” do Instituto Tecnológico de Aeronáutica**, disponibilizadas no seguinte endereço eletrônico: <http://intranet.ita.br>

#### **4. PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Cabe à **Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa - IP**, exercer a coordenação geral dos Cursos de Pós-Graduação. Estes compreendem disciplinas e atividades de pesquisa, ambas de responsabilidade das Divisões Acadêmicas.

A IP compreende Pró-Reitor, Chefe da Divisão de Pós-Graduação, Chefe da Divisão de Pesquisa, Assessor, Secretaria, para o exercício de funções executivas, e Conselho de Pós-Graduação - CPG, para o exercício de funções normativas. Ao CPG pertencem todos os Coordenadores de Áreas de

Concentração, Coordenadores de Programas de Pós-Graduação, Chefe da Divisão de Pós-Graduação, Chefe da Divisão de Pesquisa, representante da APG (Associação dos Pós-Graduandos), Assessor, e do Pró-Reitor, que o preside.

Na respectiva Área de Concentração, cada Programa possui um Coordenador, ao qual compete tratar de assuntos acadêmicos da Pós-Graduação, conduzindo a interlocução com as Chefias das Divisões Acadêmicas, Conselho de Pós-Graduação, professores e alunos de Pós-Graduação e orientadores. Compete ao Coordenador, também, a supervisão das atividades de ensino e de pesquisa do Curso e da Área de Concentração em questão.

#### **4.1 - Programas de Pós-Graduação**

Os Programas de Pós-Graduação do ITA, oferecidos nos diferentes campos de especialização de interesse do Comando da Aeronáutica, e relacionados com a Engenharia e as Ciências, têm por objetivos:

- Preparar pessoal para atender, primordialmente, às necessidades dos Institutos integrantes do CTA, e das demais Organizações da Aeronáutica;
- Estudar e desenvolver técnicas que contribuam para o estabelecimento de uma tecnologia adequada às condições brasileiras;
- Preparar pessoal docente; e
- Formar pesquisadores.

A seguir, serão listados os Programas de Pós-Graduação oferecidos pelo ITA e suas respectivas áreas de conhecimento:

##### **4.1.1 - Engenharia Aeronáutica e Mecânica - PG/EAM**

- Aerodinâmica, Propulsão e Energia – PG/EAM-A
- Mecânica dos Sólidos e Estruturas – PG/EAM-E
- Física e Química dos Materiais Aeroespaciais – PG/EAM-M
- Sistemas Aeroespaciais e Mecatrônica – PG/EAM-S
- Mecânica e Controle do Voo – PG/EAM-V
- Produção – PG/EAM-P

#### **4.1.2 -Engenharia Eletrônica e Computação - PG/EEC**

- Dispositivos e Sistemas Eletrônicos - PG/EEC-D
- Informática - PG/EEC-I
- Microondas e Optoeletrônica - PG/EEC-M
- Sistemas e Controle - PG/EEC-S
- Telecomunicações - PG/EEC-T

#### **4.1.3 -Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica - PG/EIA**

- Infra-Estrutura Aeroportuária - PG/EIA-I
- Transporte Aéreo e Aeroportos - PG/EIA-T

#### **4.1.4 - Física - PG/FIS**

- Física Atômica e Molecular - PG/FIS-A
- Física Nuclear - PG/FIS-N
- Física de Plasmas - PG/FIS-P

Dependendo da natureza da tese, e a critério do Conselho de Pós-Graduação e Pesquisa - CPG, podem ser organizados programas interdisciplinares que contenham disciplinas de duas ou mais Áreas do mesmo Programa ou de Programas diferentes.

## **4.2 – Currículo Escolar**

O currículo escolar para todos os programas é aprovado anualmente pela Congregação do ITA. Ao prepará-lo, tem-se em vista, especialmente, a formação integrada do profissional, colocando-se ênfase em Ciências Básicas e nas técnicas e métodos de aplicação dos princípios fundamentais de Engenharia. Preenchidas as condições mínimas fixadas, permite-se que alunos regulares freqüentem, em caráter eletivo, cursos extracurriculares, cujos participantes ficam submetidos ao regime comum de freqüência e aproveitamento.

O currículo da Pós-Graduação aprovado para 2007, e apresentado neste Catálogo, obedece as seguintes convenções:

- **Sigla da disciplina** - conjunto de três letras e dois números que permite identificar uma disciplina como sendo de responsabilidade de uma Divisão Acadêmica do ITA.

- **Carga horária semanal** - correspondentes a cada disciplina, os três números separados por um hífen indicam: o primeiro, o número de horas semanais, destinado à exposição da disciplina e à resolução de exercícios em sala; o segundo, o número de horas de laboratório, desenho, projeto, visita técnica ou prática desportiva; e o terceiro, o número de horas estimadas para estudo em casa, necessárias para acompanhar o curso.
- **Requisito** - disciplina que o aluno já deva ter cursado ou condição que deve satisfazer antes de cursar determinada disciplina. Quando, como requisito constar disciplina que não aparece neste Catálogo, trata-se de disciplina em extinção, oferecida em anos anteriores.
- **Ementa** -conteúdo programático da disciplina, representando os tópicos a serem abordados durante o tempo previsto no período.
- **Bibliografia** - indicação de até 3 referências bibliográficas que o professor poderá fazer uso como texto ao ministrar a disciplina.

Por proposta das respectivas Divisões, a Comissão de Currículo da Congregação, atuando em seu nome, poderá alterar o que está aqui disposto, desde que tais modificações não impliquem mudança substancial do que foi aprovado em plenário. Modificações consideradas substanciais dependem de aprovação da Congregação, nos termos regimentais.

### 4.3 - Admissão e Matrícula

São admissíveis aos Cursos de Pós-Graduação os candidatos diplomados em curso superior de graduação, selecionados pela coordenação. Enquanto não for escolhido o Orientador de Tese, compete ao Coordenador de Área orientar o aluno na escolha de seu Programa de Estudos em Pós-Graduação.

A inscrição para admissão aos Programas de Pós-Graduação é efetuada na Divisão de Pós-Graduação, selecionados pela Coordenação de área. A entrega dos formulários próprios para este fim, deve ser feita pessoalmente ou pelo Correio. A documentação necessária é composta de:

- Formulário de Inscrição (Modelo 2M/D),
- Uma foto 3x4 (recente),
- Diploma de Graduação (ou comprovante de estar cursando o último ano),
- Diploma de Mestrado (se for o caso),
- Histórico Escolar,
- Cópias de RG, CPF e Certidão de Nascimento, e

- Duas Cartas de Recomendação (Modelo próprio 3 M/D).

Informações mais detalhadas sobre admissão e matrícula poderão ser obtidas no seguinte endereço:

Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

**Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa**

Praça Mal. Eduardo Gomes, 50 - Vila das Acácias

12228-900 - São José dos Campos - SP

Tel. (12) 3947 5857 – 3947 5851 - Fax: (12) 3947-6963

Página: <http://posgrad.ita.br>

#### **4.3.1 - Curso de Mestrado**

O Programa de Estudo de Mestrado compreende um conjunto de disciplinas que totaliza, no mínimo, 21 créditos, e uma tese em que fique patenteadado o domínio do tema e que apresente alguns elementos de originalidade. Em geral, cada disciplina de Pós-Graduação, cursada com frequência (mínimo de 85% das aulas) e aproveitamento (mínimo de 6,5 pontos em 10,0), corresponde a 2 ou 3 créditos.

A adequação e coerência do programa de estudo são examinadas pela Comissão de Contagem de Créditos nomeada para cada aluno, a pedido deste, quando a tese se encontrar em fase de redação. Dependendo do tema de tese, a adequação pode ser restrita a uma Área de Concentração ou pode envolver disciplinas pertencentes a mais de uma área. A Comissão de Contagem de Créditos poderá atribuir créditos para disciplinas cursadas com aproveitamento no próprio ITA, na forma de Disciplina Isolada, ou em Cursos de Pós-Graduação reconhecidos, oferecidos por outras Instituições, assim como critérios por artigos elaborados em co-autoria com o orientador.

O Programa de Estudos é considerado aprovado quando, além de preencher o requisito de créditos, o aluno tiver obtido média mínima 7,5 (na escala de 0,0 a 10,0) no conjunto de disciplinas, e tiver sido aprovado em exame de Inglês. A concessão do título de Mestre em Ciências dependerá ainda de aprovação no Exame de Tese, perante Banca composta de até cinco membros efetivos, dentre os quais obrigatoriamente o Orientador de Tese, um especialista externo ao ITA e um Presidente, todos indicados pela Coordenação do Curso e referendados pelo Conselho de Pós-Graduação.

#### **4.3.2 - Curso de Doutorado**

O Programa de Estudo de Doutorado deve compreender um conjunto de disciplinas da área de concentração e de outras áreas afins, perfazendo um total mínimo de 27 créditos. A Comissão de Qualificação poderá atribuir até 15 créditos para o título de Mestre em Ciências ou em Engenharia, obtido em

programa de Pós-Graduação reconhecido pelo MEC; créditos para publicações científicas originais, créditos para disciplinas cursadas no próprio ITA como Disciplinas Isoladas ou em outros programas de Pós-Graduação. Perderão validade, a critério do CPG, créditos obtidos há mais de oito períodos letivos. O título de Mestre poderá ser dispensado, a critério do CPG, nos casos em que o candidato ao doutorado apresente excepcionais níveis quantitativo e qualitativo de realizações técnico-científicas, ou demonstre distinta capacidade intelectual que assegure sucesso em aproveitamento acadêmico de seu Programa de Estudos.

O Programa de Estudos do aluno é considerado aprovado quando ele tiver completado o total de créditos anteriormente referidos, dos quais pelo menos 6 resultantes de disciplinas de nível 2XX cursadas no ITA; tiver obtido média mínima de 8,0 (na escala de 0,0 a 10,0) no conjunto das disciplinas cursadas no ITA; tiver sido aprovado no Exame de Qualificação e tiver sido aprovado nos exames de Inglês. A Tese de Doutorado deve representar uma contribuição original na área de conhecimento abrangido pelo programa do aluno e deverá ser defendida perante Banca composta de cinco membros efetivos, dentre os quais o Orientador de Tese, dois especialistas externos ao ITA e um Presidente, todos indicados pela Coordenação do programa e referendados pelo Conselho de Pós-Graduação.

#### **4.4 - Bolsas de Estudos e Facilidades**

Os programas oferecidos pelo ITA são reconhecidos pelo MEC e, tradicionalmente, os alunos têm conseguido bolsas de estudos institucionais postas à disposição do ITA pela CAPES e pelo CNPq e de outros órgãos financiadores de pós-graduação e pesquisa. É possível, também, concorrer às bolsas oferecidas pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo-FAPESP, mediante projeto preparado com um orientador.

As atividades dos Cursos de Mestrado e de Doutorado são desenvolvidas em regime de tempo integral, e por isso os alunos bolsistas poderão fazer jus a facilidades como: local próprio para estudo, laboratórios equipados e crachá de identificação que lhes conferem possibilidade ao uso de várias instalações de infra-estrutura acessíveis aos servidores do CTA. Alunos não-bolsistas, mas com dedicação em tempo integral, poderão receber algumas dessas facilidades oferecidas pela Instituição.

#### **4.5 - Biblioteca Central**

Desde a sua fundação, a Biblioteca Central tem atuado como um centro de informação científica e tecnológica no campo aeroespacial e áreas correlatas, coordenando e reforçando o sistema de processamento e a disseminação da informação para os usuários, em particular, os alunos de pós-graduação do ITA.

O crescimento do CTA e o desenvolvimento de seus programas de pesquisa trouxeram, como consequência, uma intensa troca de informações científicas e tecnológicas. Esse intercâmbio vem sendo desenvolvido por intermédio de diversos projetos e atividades. Para atender a essa demanda crescente por informação, o CTA conta com o apoio de sua Biblioteca Central que, pelo seu acervo, serviços e produtos, é considerada uma das mais importantes bibliotecas especializadas do Brasil.

A Biblioteca Central possui em seu acervo aproximadamente 235.165 volumes, distribuídos entre livros técnicos, especificações e normas técnicas, em papel e CD-ROM, fitas do *Internacional Technical Network*, filmes técnico-científicos, microfimes da NASA, dicionários, enciclopédias, trabalhos de graduação, teses, relatórios técnicos, catálogos de editoras, equipamentos e universidades, além de 2.182 títulos de periódicos especializados, bases de dados referenciais e texto na íntegra em papel e CD-ROM e ON-LINE, 135 mil microfichas do *National Technical Information Service – NTIS* e *The Video Encyclopedia of Physics Demonstrations (Video Discs Laser)*.

Totalmente automatizada, a Biblioteca Central desenvolve e gerencia o Sistema de Informações em C &T, em uso no CTA, assegurando assim um rápido acesso da comunidade à informação. Dentre os seus serviços e produtos destacam-se:

- Acesso a publicações, com texto na íntegra, em CD-ROM e ON-LINE;
- Acesso a teleconferências;
- Comutação Bibliográfica Internacional - BL;
- Comutação Bibliográfica Nacional - COMUT;
- Conexão com a Rede Acadêmica Internacional - INTERNET;
- Disponibilização do Módulo SICTAer Acervo Bibliográfico, através de acesso local, via Internet ([www.bibl.ita.br](http://www.bibl.ita.br)) e em CD-ROM;
- Divulgação de novas aquisições;
- Elaboração de Boletim Informativo;
- Elaboração de publicação "Informação Científico-Tecnológica";
- Elaboração do *Thesaurus Aeroespacial*;
- Empréstimo entre Bibliotecas;
- Estágio nas áreas de Biblioteconomia e Processamento de Dados;
- Exibição de filmes técnico-científicos;
- Levantamento de perfis de interesse;
- Normalização de trabalhos científicos;
- Orientação aos usuários;
- Participação do Catálogo Coletivo de Conferências da CNEN/CIN;
- Participação do Consórcio *ISTEC – The Ibero-American Science and Technology Education Consortium*;
- Participação da Rede de Bibliotecas da Área de Engenharia – REBAE;

- Participação do Catálogo Coletivo Nacional de Publicações Seriadadas em Ciência e Tecnologia - CCN-NRC;
- Posto de Serviço da Rede ANTARES;
- Posto de Apoio da FAPESP;
- Serviços de alerta; e
- Serviços de reprografia: papel, microfichas.
- Maiores informações: [www.bibl.ita.br](http://www.bibl.ita.br)

#### 4.6 - Processamento de Dados

A capacidade de processamento de dados disponível aos alunos de pós-graduação do ITA está instalada nas várias Divisões Acadêmicas. Atualmente, o ITA possui uma rede com backbone de 1Gbps, e cada Divisão/prédio uma rede local com 100 Mbps. Possui aproximadamente 1300 usuários, 1580 pontos de rede e cerca de 400 pontos no H8. A conexão com a Internet é através de ligação de fibra óptica até o INPE, que é o Ponto de Presença da RNP em São José dos Campos, numa velocidade de 155 Mbps. Tais recursos estão localizados em diversos laboratórios e diretamente nas salas dos alunos. Através desta rede local, os alunos de pós-graduação também têm acesso eficiente à rede INTERNET.

#### 4.7 - Laboratórios

Pesquisas de caráter experimental e desenvolvimento de novas técnicas e produtos podem ser realizados por professores, pesquisadores e alunos de pós-graduação do ITA. Instalações adequadas para esse trabalho podem ser encontradas nas Divisões Acadêmicas e Laboratórios, sendo descritas a seguir:

- **Divisão de Ciências Fundamentais** - *Física*, nas áreas de plasmas e descargas elétricas, tecnologia de plasmas com aplicabilidade em corrosão, deposição, tratamento de materiais, combustão e gaseificação a plasma, processos a plasma para microeletrônica, túnel de plasma, vácuo, óptica, espectroscopia, filmes finos; *Química*, na área de caracterização físico-química de materiais; e *Humanidades*, na área de línguas.
- **Divisão de Engenharia Aeronáutica** - *Aerodinâmica*, com túneis de vento subsônico, transônico e supersônico, bem como instrumentação e suporte para operação; *Estruturas*, capacitado para realização de ensaios estáticos, dinâmicos, de estabilidade estrutural, mecânica da fratura e fadiga; *Propulsão*, equipado com bancos de ensaios de motores a pistão e turbo-reatores, bem como na área de combustão e combustíveis; *Mecânica do Vóo*, centrado

em torno de um simulador de dois graus de liberdade da aeronave EMB-312 Tucano.

- **Divisão de Engenharia Mecânica-Aeronáutica** - Energia, abrangendo as áreas de turbomáquinas, mecânica dos fluidos computacional, termodinâmica e transferência de calor; Projetos Mecânicos, abrangendo as áreas de sistemas dinâmicos, robótica, vibrações e choque mecânico, instrumentação, simulação e controle de processos; e Tecnologia de Fabricação, abrangendo as áreas de ensaios mecânicos, máquinas-ferramenta, metrologia, microscopia e metalografia, fundição, conformação dos metais, plasticidade e materiais plásticos reforçados.
- **Divisão de Engenharia Eletrônica** - Dispositivos e Sistemas: laboratórios de CAD Eletrônico, Sistemas Digitais, Dispositivos Eletrônicos, Circuitos Eletrônicos e de Sistemas Eletrônicos; Microondas e Optoeletrônica: laboratórios de Fibras Ópticas, Eletromagnetismo e Microondas, Dispositivos Opto-eletrônicos e de Análise do Ambiente Eletromagnético e Tratamento de Dados; Sistemas e Controle: laboratórios de Controle por Computador, Servomecanismos, Máquinas Elétricas, NCROMA (Navegação e Controle de Robôs Móveis Autônomos) e de Computação para uso geral; Telecomunicações: laboratórios de Sistemas de Telecomunicações, Antenas e Propagação, Processamento de Sinais e Imagens, GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*) e de Redes de Computadores.
- **Divisão de Ciência da Computação** – Laboratórios multidisciplinares envolvendo os trabalhos desenvolvidos nas áreas de multimídia, sistemas tutores inteligentes, computação gráfica, redes de computadores, simulação e sistemas distribuídos. Os laboratórios estão divididos em três instalações físicas distintas: Pós-Graduação, Graduação e Laboratório de Redes.
- **Divisão de Engenharia Civil-Aeronáutica** - Ensaaios Geotécnicos Básicos, abrangendo caracterização, compactação e permeabilidade de solos; Ensaaios Geotécnicos Especiais, abrangendo o triaxial estático, cisalhamento direto e adensamento de solos; Geossintéticos, envolvendo a caracterização de geotécidos; Materiais e Pavimentação, envolvendo a caracterização de materiais betuminosos e agregados, concreto cimento, misturas asfálticas, triaxial dinâmico e CBR; Solos Tropicais, envolvendo a execução de ensaios MCV, mini-MCV, mini-CBR, triaxial dinâmico e sucção; Geomática, envolvendo o tratamento e trabalhos com dados georreferenciados.

- **Centro de Competência em Manufatura - CCM** - laboratório interdisciplinar composto por três áreas técnicas complementares: Projeto e Análise de Produtos, Gestão da Produção e Manufatura, por meio dos quais se podem visualizar e compreender desde o processo do Desenvolvimento Integrado de Produtos e Sistemas até a Fabricação dos Componentes Usinados. Os principais aplicativos / equipamentos das áreas técnicas do CCM são, respectivamente: UNIGRAPHICS, CATIA, ANSYS e ADAMS; Centro de Usinagem 5 Eixos HSC (*High Speed Cutting*) e Robô Industrial PUMA 560.
- **O Laboratório de Engenharia Aeronáutica Prof. Kwei Lien Feng** - reúne as instalações experimentais das áreas de aerodinâmica, propulsão e sistemas aeronáuticos. Cinco túneis de vento (subsônicos e supersônicos) e bancos de ensaio de motores (alternativos e turbinas) e hélices são utilizados em conjunto com instrumentação moderna (laser, micro termopares e sistema de aquisição de dados) para a execução das atividades. Além das aulas de laboratório para os cursos de graduação e pós-graduação, no Laboratório Prof. Feng são desenvolvidas teses de Mestrado e Doutorado nas áreas de Aerodinâmica e Propulsão, assim como, trabalhos de pesquisa e desenvolvimento. Adicionalmente, os profissionais que trabalham neste laboratório estão envolvidos com trabalhos de desenvolvimento de produtos e métodos para empresas nacionais, assim como em trabalhos de cooperação com outras instituições nacionais e internacionais. Como exemplos destes tipos de trabalho pode-se citar o desenvolvimento de veículos aéreos não tripulados (VANT) e o desenvolvimento de metodologias de ensaios em túneis de vento para alguns testes requeridos pela EMBRAER.
- **Centro de Referência em Turbinas a Gás** ([www.turbina.ita.br](http://www.turbina.ita.br)) - laboratório interdisciplinar composto de áreas técnicas complementares: Projeto e Análise de Turbinas a Gás e de seus Componentes Principais (compressores e turbinas); Identificação de Falhas em Turbinas a Gás; Corrosão em Materiais de Turbinas a Gás submetidos a temperaturas elevadas; Barreiras Térmicas para Pás de Turbinas a Gás. Os trabalhos desenvolvidos no Centro são apoiados por uma infra-estrutura de apoio constituída de equipamentos (informática: micros, estações de trabalho, scanners, impressoras; medições de propriedades físicas e químicas) com características apropriadas aos estudos e pesquisas. Alunos de mestrado e doutorado, bem como estágios de pós-doutorado desenvolvem suas atividades visando à formação de recursos humanos altamente especializados em turbinas a gás.

- **Laboratório de Plasma e Processos – LPP** – laboratório interdisciplinar que oferece infra-estrutura de pesquisa em física e tecnologia de plasma. As instalações compreendem reatores a plasmas excitadas por campo de radiofrequência, microondas e corrente contínua nos quais são gerados plasmas frios usados em processamento de matérias (deposição corrosão e tratamento de superfícies). Os materiais processados em ambiente de plasma visam a aplicações nas áreas de nano e microeletrônica, sensores e optoeletrônica, havendo também, para esse fim, uma sala limpa associado ao LPP. Plasmas de maior densidade energética são gerados por descargas a corrente contínua ou alternada gerando plasma térmico ou não térmico, respectivamente. Plasmas térmicos são usados em banco de ensaio de simulação de ambiente de reentrada atmosférica de satélites recuperáveis. Para esses ensaios em condições de vácuo as tochas são integradas a um pequeno túnel de plasma compreendendo câmara de vácuo, sistema de controle de injeção de gases, sistema de potência e refrigeração. As tochas de plasmas não térmicos são produzidas em descargas do tipo arco deslizante (gliding arc) e são usadas em processos baseados em catálise a plasma como combustão e gaseificação a plasma.

#### 4.8 - Grupos de Pesquisa do ITA – CNPq

Boa parte das atividades de pesquisa, descritas acima, está cadastrada e estruturada em Grupos de Pesquisas do CNPq. Alguns dos grupos de pesquisa e seus líderes no ITA estão descritos abaixo:

	Nome do líder	Nome do grupo de pesquisa
1.	Adilson Marques da Cunha	Grupo de Pesquisa em Engenharia de Software - GPES/ITA
2.	Amaldo Dal Pino Júnior	Grupo de Física Atômica e Molecular
3.	Brett Vern Carlson	Física Nuclear
4.	Carlos Henrique Costa Ribeiro	Robótica Móvel
5.	Celso Massaki Hirata	GROUPSIM
6.	Delma de Mattos Vidal	Geossintéticos e Geotecnia Ambiental
7.	Fernando Walter	Sistemas de Comunicações e Processamento de Sinais
8.	Gilmar Patrocínio Thim	Físico-Química de Materiais
9.	Homero Santiago Maciel	Física de plasma aplicada a novos processos de materiais
10.	Iria Fernandes Vendrame	Hidrologia Ambiental
11.	John Bernhard Kleba	TECNOLOGIA E SOCIEDADE
12.	Lindolfo Araújo Moreira Filho	Grupo de Tecnologia Eólica
13.	Lindolfo Araújo Moreira Filho	Materiais e Processos de Fabricação
14.	Luiz Carlos Sandoval Góes	MECATRÔNICA E DINÂMICA DE SISTEMAS AEROESPACIAIS
15.	Marcelo Jose Santos de-Lemos	Grupo de Computação em Fenômenos de Transporte
16.	Marcelo Jose Santos de-Lemos	Análise e Simulação de Sistemas Energéticos
17.	Mischel Carmen Neyra Belderrain	Métodos Quantitativos: Aplicações de Estatística e Pesquisa Operacional
18.	Paulo Afonso de Oliveira Soviero	Aerodinâmica, Propulsão e Energia
19.	Takashi Yoneyama	SISTEMAS E CONTROLE

## 5. ENGENHARIA AERONÁUTICA E MECÂNICA - PG/EAM

### 5.1 Objetivos do PG/EAM

O Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica (PG/EAM) tem por objetivos gerais: a formação de profissionais nos níveis de Mestrado e Doutorado nas áreas de conhecimentos de Aeronáutica e Mecânica-Aeronáutica para atuarem em ensino, pesquisa e desenvolvimento; e com ênfase no desenvolvimento de estudos e técnicas que contribuam para o estabelecimento de novas tecnologias adequadas à realidade brasileira, notadamente no Setor Aeroespacial.

O PG/EAM congrega docentes de cinco Divisões do ITA:

- Divisão de Engenharia Aeronáutica (IEA);
- Divisão de Engenharia Eletrônica (IEE);
- Divisão de Engenharia Civil-Aeronáutica (IEI);
- Divisão de Engenharia Mecânica (IEM); e
- Divisão de Ciências Fundamentais (IEF).

As atividades de Ensino e Pesquisa do Programa encontram-se agrupadas nas seguintes seis Áreas de Concentração:

- Aerodinâmica, Propulsão e Energia - PG/EAM-A;
- Mecânica dos Sólidos e Estruturas - PG/EAM-E;
- Física e Química dos Materiais Aeroespaciais – PG/EAM-M;
- Sistemas Aeroespaciais e Mecatrônica - PG/EAM-S;
- Produção - PG/EAM-P; e
- Mecânica e Controle do Vôo – PG/EAM-V.

A matrícula do aluno é efetuada em uma determinada Área de Concentração, caracterizada por um conjunto coerente de disciplinas obrigatórias e eletivas, além do tema de pesquisa para uma Tese. Os candidatos são aceitos em função de uma proposta de Plano de Trabalho, sendo que, no Curso de Doutorado, este deve ser previamente definido com um orientador de tese credenciado do Programa.

A escolha de uma Área de Concentração deve ser precedida de uma análise de cada área e suas linhas de pesquisa. É descrito no próximo item seu caráter multidisciplinar. Assim, um determinado tópico de pesquisa pode ser abordado por Áreas de Concentração diferentes, variando-se a ênfase em função da aplicação. É recomendável, portanto, que o candidato efetue uma análise minuciosa de cada Área de Concentração e suas linhas de pesquisa e disciplinas ministradas, antes de efetuar a inscrição. Em caso de dúvida, é sugerido o contato com o Coordenador da Área de Concentração à qual deseja se vincular.

## **5.2 Linhas de Pesquisa do PG/EAM**

A seguir, são relacionadas as linhas de pesquisa por Área de Concentração. Devido ao caráter multidisciplinar das áreas, eventualmente pesquisas relacionadas com diferentes áreas podem também fazer parte de programas específicos de teses do Curso.

### **5.2.1 Aerodinâmica, Propulsão e Energia - PG/EAM-A**

- Aerodinâmica básica e aplicada;
- Combustão;
- Mecânica dos fluidos computacional;
- Propulsão aeroespacial;
- Simulação de sistemas térmicos;
- Transferência de calor e massa; e
- Turbomáquinas.

### **5.2.2 Mecânica dos Sólidos e Estruturas - PG/EAM-E**

- Análise experimental de tensões e análise modal experimental;
- Dinâmica de estruturas e aeroelasticidade;
- Estabilidade elástica;
- Mecânica da fratura e fadiga;
- Otimização estrutural;
- Princípios variacionais e elementos finitos.
- Materiais compósitos;
- Plasticidade e conformação de metais; e
- Processos de fabricação.

### **5.2.3 Física e Química dos Materiais Aeroespaciais – PG/EAM-M**

- Conformação de metais, metalurgia física, processos de solidificação e transformação de fases em materiais;
- Materiais absorvedores de radiação;
- Síntese, caracterização e cinética de materiais cerâmicos, poliméricos e compósitos;
- Desenvolvimento de processos assistidos por plasmas em Engenharia de Superfícies;
- Desenvolvimento de propelentes sólidos, líquidos e híbridos, pirotecnia e explosivos;
- Desenvolvimento de filmes finos para proteção de materiais;
- Eletroquímica e corrosão; e
- Modelagem e simulação de processos de materiais.

Nesta área, estão em andamento pesquisas de caráter multidisciplinar e interinstitucional, visando síntese, análise, caracterização, proteção e desenvolvimento de materiais utilizados, principalmente nos setores aeronáutico e/ou aeroespacial.

### **5.2.4 Sistemas Aeroespaciais e Mecatrônica - PG/EAM-S**

- Modelagem, simulação e identificação de sistemas aeroespaciais;
- Projeto e tecnologia de sistemas mecatrônicos;
- Projeto e concepção de sistemas embarcados para aplicações aeroespaciais;
- Robótica: manipuladores flexíveis e manufatura robotizada; e
- Controle ativo de estruturas flexíveis e estruturas inteligentes.

### **5.2.5 Produção – PG/EAM-P**

- Economia e gestão de ciência e tecnologia; e
- Métodos quantitativos de apoio à decisão.

### **5.2.6 Mecânica e Controle do Vôo – PG/EAM-V**

- Desempenho, estabilidade e controle de aeronaves e veículos espaciais;
- Controle de órbita e atitude de satélites artificiais;
- Modelagem, simulação e identificação de aeronaves e mísseis;
- Guiamento e pilotagem de aeronaves e mísseis;
- Ensaios em vôo e instrumentação de ensaios em vôo;
- Servo-aeroelasticidade e controle de aeronaves flexíveis; e
- Simuladores de vôo.

## **5.3 Corpo Docente do PG/EAM**

### **5.3.1 Corpo Docente Efetivo**

Alberto **Adade** Filho, D.C., ITA, 1991.

Controle Robusto e Projeto Algorítmico de Sistemas Multivariáveis; Modelagem Automática e Controle de Sistemas Robóticos.

(e-mail: adade@ita.br)

**Alfredo** Rocha de Faria, Ph.D., Toronto, 2000.

Otimização Estrutural, Estruturas Inteligentes; Estruturas de Materiais Compósitos.

(e-mail: arfaria@ita.br)

**Airton** Nabarrete, D.C., ITA, 2002.  
Dinâmica de Estruturas, Estruturas Inteligentes e de Materiais Compósitos,  
Análise Modal Experimental.  
(e-mail: nabarret@ita.br)

**Amilcar** Porto Pimenta, Dr. ès Sc., Poitiers, 1994.  
Combustão e Propulsão a Jato; Simulação Computacional de Grandes  
Vórtices; Diagnóstico de Injetores de Propelente Líquido.  
(e-mail: amilcar@ita.br)

Armando Zeferino **Milioni**, Ph.D., Northwestern, 1987.  
Estatística; Otimização; Modelagem Matemática.  
(e-mail: milioni@ita.br)

Arnoldo Souza **Cabral**, D.C., ITA, 1987.  
Economia da Inovação Tecnológica; Teoria Econômica; Gerência de Recursos  
Financeiros.  
(e-mail: cabral@ita.br)

Carlos de **Moura Neto**, D.C., ITA, 1987.  
Metalurgia Física; Transformação de Fases; Ligas Leves e Ligas Refratárias de  
Interesse Aeroespacial; Crescimento de Cristais.  
(e-mail: mneto@ita.br)

**Cláudia** Regina de Andrade, D.C., ITA, 1998.  
Transferência de Calor.  
(e-mail: claudia@ita.br)

Choyu **Otani**, D.C., UFSC, 1986.  
Processos de Corrosão e Deposição; Tratamento de Superfícies.  
(e-mail: otani@ita.br)

**Cristiane** Aparecida Martins, D.C., ITA, 2003.  
Combustão e Propulsão.  
(e-mail: cmartins@ita.br)

**Deborah** Dibbern Brunelli, D.C., UNICAMP, 1994.  
Espectroscopia de Luminescência de Materiais.  
(e-mail: deborah@ita.br)

Edson Luiz **Zaparoli**, D.C., ITA, 1989.  
Mecânica dos Fluidos; Transferência de Calor; Aplicações de Métodos  
Numéricos em Equipamentos Térmicos.  
(e-mail: zaparoli@ita.br)

**Elizabete** Yoshie Kawachi, D.C., UNICAMP, 2002.  
Materiais Cerâmicos; Nanoparticulados.  
(e-mail: bete@ita.br)

**Emília** Villani, D.C., USP, 2004.  
Mecatrônica; Sistemas a Eventos Discretos; Sistemas Híbridos e Automação Industrial.  
(e-mail: evillani@ita.br)

Ernesto Cordeiro **Marujo**, Ph.D., MIT, 1987.  
Pesquisa Operacional; Métodos Quantitativos de Apoio à Decisão.  
(e-mail: marujo@ita.br)

**Ezio** Castejon Garcia, D.C., ITA, 1996.  
Transferência de Calor.  
(e-mail: ezio@ita.br)

Flávio Luiz de Silva **Bussamra**, D.C., POLI-USP, 1999.  
Elementos Finitos Híbridos; Modelo Elastoplástico Tridimensional.  
(e-mail: flaviobu@ita.br)

Francisco **Bolivar** Correto Machado, D.C., USP, 1990.  
Reatividade; Dinâmica Química; Reações em Superfícies; Espectroscopia; Química Teórica; Simulação Computacional.  
(e-mail: fmachado@ita.br)

**Geilson** Loureiro, Ph. D., Loughborough University, 1999.  
Engenharia de Sistemas.  
(e-mail: geilson@lit.inpe.br)

**Gilmar** Patrocínio Thim, D.C., UNICAMP, 1997  
Materiais Cerâmicos, Cinética da Transformação de Fases.  
(e-mail: gilmar@ita.br)

**Homero** Santiago Maciel, Ph.D., Oxford, 1985.  
Descargas Elétricas; Aplicações Tecnológicas de Plasmas Frios.  
(e-mail: homero@ita.br)

**Inácio** Regiani, D.C., EESCAR/USP, 2001.  
Usinagem; Processos Abrasivos; Materiais Cerâmicos e Compósitos de Engenharia; Deposição de Filmes Finos.  
(e-mail: inacior@ita.br)

**Jefferson** de Oliveira Gomes, D.C., UFSC, 2001.

Máquinas de Usinagem e Conformação; Processos de Fabricação, Seleção Econômica; Máquinas, Motores e Equipamentos; Controle Numérico; Robotização; Avaliação de Projetos.  
(e-mail: gomes@ita.br)

**João Carlos Menezes**, Ph.D., Liverpool, 1990.  
Vibrações; Projetos Mecânicos; Interação Fluido-Estrutura; Elementos Finitos.  
(e-mail: menezes@ita.br)

**João Murta Alves**, DC, UNICAMP, 2001.  
Planejamento e Controle da Produção; Qualidade.  
(e-mail: murta@ita.br)

**João Roberto Barbosa**, Ph.D., Cranfield, 1987.  
Máquinas de Fluxo; Turbinas a Gás; Compressores Axiais; Simulação de Turbinas a Gás; CFD Aplicada a Turbinas a Gás.  
(e-mail: barbosa@ita.br)

Jorge **Otubo**, D.C., UNICAMP, 1996  
Ligas com Efeito de Memória de Forma; Transformações Martensíticas; Processos de Fabricação (VIM, EBM, Fusão a arco).  
(e-mail: jotubo@ita.br)

José Antônio **Hernandes**, PhD, UCLA, 1993  
Análise e Otimização Estrutural  
(e-mail: Hernandez@ita.br)

José Atilio **Fritz Fidel Rocco**, D.C., ITA, 2004  
Propulsão Química; Explosivos e Pirotecnica.  
(e-mail: friz@ita.br)

José Henrique de Sousa **Damiani**, D.C., ITA, 1995.  
Administração; Gestão da Tecnologia da Informação.  
(e-mail: damiani@ita.br)

Koshun **Iha**, D.C., USP, 1984  
Propelentes Sólidos; Líquidos e Híbridos; Pirotecnica; Explosivos; Adsorção.  
(e-mail: koshun@ita.br)

**Ligia** María Soto Urbina, Ph.D., Tennessee, 1991.  
Economia.  
(e-mail: ligia@ita.br).

**Lindolfo** Araújo Moreira Filho, D.C., ITA, 1998.  
Conformação de Metais; Conformação de Metais Utilizando Elastômeros; Projeto Mecânico; Dinâmica de Máquinas.

(e-mail: lindolfo@ita.br)

Luís **Gonzaga** Trabasso, Ph.D., Loughborough, 1991.  
Projeto de Sistemas Mecatrônicos; Sistemas de Visão Computacional;  
Automação da Manufatura; Engenharia Simultânea; CAD/CAE/CAM.  
(e-mail: gonzaga@ita.br)

Luiz Carlos Sandoval **Góes**, Ph.D., Wisconsin, 1986.  
Mecatrônica; Modelagem; Identificação e Controle de Sistemas Aeroespaciais;  
Controle Ativo de Estruturas Flexíveis; Robótica.  
(e-mail: goes@ita.br)

**Máisa** de Oliveira Terra, D.C., USP, 1996.  
Dinâmica Não-Linear; Caos; Oscilações Mecânicas e Elétricas Não-Lineares.  
(e-mail: maisa@ita.br)

**Marcelo** José Santos de **Lemos**, Ph.D., Purdue, 1983.  
Mecânica dos Fluidos Computacional; Transferência de Calor; Simulação de  
Sistemas Térmicos e Turbo-Máquinas.  
(e-mail: lemos@ita.br)

Maria **Margareth** da Silva, D.C., ITA, 2007.  
Ciência dos Materiais; Implantação Iônica por Imersão em Plasma; Ligas de  
Titânio.  
(e-mail: meg@ita.br).

Marcos **Massi**, D.C., USP, 1999.  
Processos de Materiais para Microeletrônica.  
(e-mail: massi@ita.br)

Maria Auxiliadora Silva de Oliveira, D.C., USP, 1988.  
Filmes Finos; Proteção de Materiais; Eletroquímica e Corrosão.  
(e-mail: dora@ita.br)

Mischel **Carmen** Neyra Belderrain, D. C., ITA, 1998.  
Estatística; Pesquisa Operacional.  
(e-mail: carmen@ita.br)

**Nide** Geraldo do Couto Ramos Fico Júnior, D. C., ITA, 1991.  
Aerodinâmica; Dinâmica dos Gases; Aerodinâmica Computacional.  
(e-mail: nide@ita.br)

**Osamu** Saotome, D. C., Tokyo Institute Of Technology, 1987.  
Sistemas Embarcados, Efeitos da Radiação em Circuitos Eletrônicos.  
(e-mail: osaotome@ita.br)

Paulo Afonso de Oliveira **Soviero**, Dr. d'État, Toulouse, 1983.  
Aerodinâmica Estacionária e Não-estacionária nos Regimes Subsônico, Sônico e Supersônico.  
(e-mail: soviero@ita.br)

Paulo **Rizzi**, Ph.D., Stanford, 1976.  
Dinâmica de Estruturas Aeroespaciais; Análise e Otimização Estrutural; Elementos Finitos.  
(e-mail: rizzi@ita.br)

Pedro **Paglione**, Dr.-Ing., TU – München, Alemanha, 1984.  
Mecânica e Controle de Aeronaves e Veículos Espaciais.  
(e-mail: paglione@ita.br)

Pedro Teixeira **Lacava**, D.C., ITA, 2001.  
Combustão, Propulsão e Sistemas Energéticos.  
(e-mail: lacava@ita.br)

Ricardo **Sutério**, Ph. D., UFSC, 2005.  
Metrologia; Fusão Sensorial.  
(e-mail: suterio@lit.inpe.br)

Roberto da Mota **Girardi**, D.C., ITA, 1989.  
Aerodinâmica Básica e Aplicada; Aerodinâmica Experimental; Método dos Painéis.  
(e-mail: girardi@ita.br)

**Sandro** da Silva Fernandes, D.C., ITA, 1992.  
Mecânica Celeste; Dinâmica e Controle Orbital; Controle Ótimo; Teoria de Perturbações.  
(e-mail: sandro@ita.br)

Sérgio **Frascino** Müller de Almeida, Ph.D., Kansas, 1986.  
Materiais Compostos; Dinâmica Estrutural; Elementos Finitos; Estruturas Inteligentes e Sensores a Fibra Óptica.  
(e-mail: frascino@ita.br)

Sérgio Mourão **Saboya** – D.C., ITA, 1987.  
Termodinâmica; Radiação Térmica; Cálculo de Geração de Entropia em Sistemas Térmicos.  
(e-mail: saboya@ita.br)

### 5.3.2 Corpo Docente Colaborador

**Carlos Alberto Alves Cairo**, D. C., IPEN – USP, 1998  
Compósitos Cerâmicos Termoestruturais; Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética; Ligas de Titânio – IAE/CTA.  
(e-mail: ccairo@iae.cta.br)

**Cosme Roberto Moreira da Silva**, Ph.D., Manchester, 1989.  
Materiais Cerâmicos - IAE/CTA.  
(e-mail: cosme@cta.br)

**Donizeti de Andrade**, Ph.D., Georgia Tech., 1992.  
Engenharia de Helicópteros; Aeroelasticidade; Aerodinâmica Não-Estacionária.  
(e-mail: donizeti@ita.br)

**Elder Moreira Hemerly**, Ph.D., Imperial College, 1989.  
Identificação; Controle Adaptativo; Robótica.  
(e-mail: hemerly@ita.br)

**Evaldo José Corat**, D.C., ITA, 1993.  
Crescimento de Filmes de Diamante – LAS/INPE.  
(e-mail: corat@las.inpe.br)

**Francisco Cristovão Lourenço de Melo**, D.C., IPEN- USP, 1994.  
Materiais Cerâmicos; Sinterização de Materiais Cerâmicos e Metálicos;  
Purificação de Metais a Vácuo e por Fusão Zonal - IAE/CTA.  
(e-mail: frapi@iae.cta.br)

**João Luiz Filgueiras Azevedo**, Ph.D., Stanford, 1988.  
Aerodinâmica Computacional - IAE/CTA.  
(e-mail: azevedo@ita.br)

**Luis Paulo Rosenberg**, Ph.D., Vanderbilt, 1975.  
Economia – Rosenberg e Associados.  
(e-mail: vera@rosenberg.com.br)

**Luiz Cláudio Pardini**, Ph.D., University of Bath, 1994.  
Materiais Compósitos- IAE/CTA.  
(e-mail: pardini@iae.cta.br)

**Maurício Pazini Brandão**, Ph.D., Stanford, 1987.  
Dinâmica de Estruturas; Aeroelasticidade - IEAv/CTA.  
(e-mail: pazini@ieav.cta.br)

**Mirabel Cerqueira Rezende**, D.C., USP, 1991.

Processos de Corrosão; Tratamento de Superfícies e Processos de Deposição – IAE/CTA.

(e-mail: mirabel@iae.cta.br)

**Neidenêi** Gomes Ferreira, D.C., UNICAMP, 1994.

Crescimento de Filmes de Diamante – LAS/INPE.

(e-mail: neidenei@las.inpe.br)

**Rita** de Cássia Lazzarini Dutra, D.C., UFRJ, 1993.

Espectroscopia; Infravermelho em Polímeros – IAE/CTA.

(e-mail: jrdutra@directnet.cta.br)

**Vera Lucia** Lourenço, D.C., DEMA, UFSCar, 1995.

Análise Térmica de Polímeros – IAE/CTA.

(e-mail: vlucia@iae.cta.br)

**Vladimir** Jesus Trava-Airoldi, D.C., ITA, 1986.

Interações de Campos Eletromagnéticos Intensos com Moléculas de SF<sub>6</sub> e Aglomerados em Expansão Supersônica – LAS/INPE.

(e-mail: vladimir@las.inpe.br)

## **5.4 Estrutura Curricular do PG/EAM**

### **5.4.1 Informações Gerais do PG/EAM**

O candidato aceito para uma determinada Área de Concentração deve compor, de comum acordo com o Orientador e o Coordenador da Área, um Programa que compreenda um elenco de disciplinas e o tópico de tese, programa este que, no devido tempo, deverá ser submetido à aprovação de uma Comissão de Qualificação designada pelo CPG. Do elenco de disciplinas deverão constar aquelas consideradas obrigatórias para a Área em questão, complementadas por disciplinas eletivas da Área. Além destas, podem compor o programa disciplinas de outras áreas de concentração do Curso, de outros Cursos do ITA, e mesmo disciplinas de Cursos de outras Instituições.

Além das disciplinas obrigatórias, pode ser exigida a matrícula em outras disciplinas em função do tema da tese, a critério do Orientador, do Coordenador da Área, ou da Comissão de Qualificação. Disciplinas do Curso de Graduação em Engenharia poderão ser exigidas, em certos casos, para nivelar o conhecimento dos alunos.

Os alunos do Curso de Pós-Graduação devem estar cientes de que a aprovação em uma disciplina não lhes garante os créditos automaticamente. O conjunto de disciplinas e o tema de tese devem ser coerentes e serem aprovados pelo Coordenador da Área de Concentração e pelo CPG, por uma Comissão de Qualificação.

## 5.4.2 Disciplinas do PG/EAM

### 5.4.2.1 Aerodinâmica, Propulsão e Energia - PG/EAM-A

#### a) Matéria Obrigatória

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
ME-201	Mecânica dos Fluidos I	3

#### b) Matérias Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
AA-112	Dinâmica dos Gases e Camada Limite	3
AA-122	Aerodinâmica da Asa e Fuselagem	2
AA-215	Aerodinâmica de Alta Velocidade	3
AA-217	Aerodinâmica em Regime Hipersônico	3
AA-219	Gasdinâmica de Alta Temperatura	3
AA-220	Aerodinâmica Não-Estacionária	3
AA-221	Camada Limite Incompressível	3
AA-222	Aerodinâmica Aplicada e Aeroelasticidade	3
AA-230	Dinâmica dos Fluidos Computacional I	3
AA-232	Dinâmica dos Fluidos Computacional II	3
AA-236	Métodos de Alta Resolução em Dinâmica dos Fluidos Computacional	3
AA-242	Aerodinâmica de Corpos Rombudos	3
AA-243	Túneis Aerodinâmicos	3
AA-244	Túnel e Tubo de Choque	3
AA-250	Método das Singularidades em Aerodinâmica	3
AA-255	Método dos Painéis	3
AA-285	Fundamentos do Escoamento Turbulento	3
AA-290	Fundamentos de Aerodinâmica Computacional	3
AA-292	Métodos Numéricos para Escoamentos Compressíveis	3
AA-293	Métodos Numéricos de Alta Resolução	3
AA-294	Turbulência em Dinâmica dos Fluidos Computacional	3
AA-296	Métodos de Geração de Malhas Computacionais	3
AA-600	Tese**	3
AA-601	Estágio Pesquisa 1***	3
AA-602	Estágio Pesquisa 2***	3
AB-102	Desempenho de Aeronaves	3
AB-103	Estabilidade e Controle de Aeronaves	3
AB-241	Aerodinâmica e Desempenho de Helicópteros e Aeronaves de Asas Rotativas	3
AB-266	Simulação e Controle de Aeronaves	3
AB-267	Dinâmica e Controle de Aeronaves	3

AC-102	Motores a Jato	1
AC-108	Turbohélice	1
AC-111	Motor Foguete	1
AC-250	Introdução a Aquisição de Dados	3
AC-260	Compressores Axiais	3
AC-265	Combustão em Motores a Jato	3
AC-275	Motor Foguete a Propelente Líquido	3
AC-280	Combustão em Escoamento Bifásico	3
AC-285	Elementos de Combustão	3
AC-290	Modelagem de Escoamentos Reativos	3
AC-291	Combustão em Escoamentos Turbulentos	3
AC-292	Emissão de Poluentes em Processos de Combustão	3
AE-256	Métodos Numéricos em Mecânica dos Sólidos	3
AP-260	Projeto Avançado de Aeronave	3
AP-265	Projeto e Otimização Multidisciplinar	3
ME-200	Termodinâmica	3
ME-201	Mecânica dos Fluidos I	3
ME-202	Transferência de Calor	3
ME-203	Geração de Entropia e Análise Exergética	3
ME-204	Transferência de Calor Aplicada	3
ME-205	Condução de Calor	3
ME-206	Convecção	3
ME-207	Radiação	3
ME-208	Mecânica dos Fluidos II	3
ME-209	Termodinâmica Aplicada	3
ME-210	Máquinas de Fluxo	3
ME-211	Turbo-Máquinas	3
ME-212	Projeto de Turbo-Máquinas	3
ME-214	Turbinas a Gás	3
ME-220	Tópicos Avançados em Desempenho de Turbinas a Gás	3
ME-230	Métodos Numéricos em Fenômenos de Transporte	3
ME-232	Mecânica dos Fluidos e Transferência de Calor Computacional	3
ME-235	Métodos Experimentais em Fenômenos de Transporte	3
ME-240	Condução de Calor uma Abordagem Numérica	3
ME-250	Turbulência	3
ME-254	Modelagem de Escoamento Turbulento	3
ME-255	Controle Térmico de Satélites	3
ME-256	Escoamento Turbulento em Meio Limpo e Poroso	3
ME-260	Centrais Térmicas com Turbinas a Gás	3
ME-280	Transferência de Calor em Turbinas a Gás	3
ME-290	Desempenho de Sistemas Propulsivos e Determinação de Tração em Vôo	3

#### 5.4.2.2 Mecânica dos Sólidos e Estruturas - PG/EAM-E

##### a) **Matérias Obrigatórias**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
MT-209	Plasticidade	3
	ou:	
AE-225	Dinâmica de Estruturas I	3
	ou as duas seguintes:	
AE-256	Métodos Numéricos em Mecânica dos Sólidos	3
MP-242	Vibrações Mecânicas	3

##### b) **Matérias Eletivas**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
AE-134	Teoria de Estruturas Aeronáuticas	2
AE-202	Teoria da Elasticidade e Princípios Variacionais	3
AE-207	Teoria de Placas e Cascas	3
AE-213	Estabilidade de Estruturas Aeronáuticas	3
AE-225	Dinâmica de Estruturas I	3
AE-228	Dinâmica de Estruturas II	3
AE-231	Estruturas Aeroespaciais de Materiais Compostos	3
AE-236	Fadiga e Mecânica da Fratura I	3
AE-237	Fadiga e Mecânica da Fratura II	3
AE-245	Elementos Finitos I	3
AE-246	Elementos Finitos II	3
AE-249	Aeroelasticidade I	3
AE-250	Aeroelasticidade II	3
AE-256	Métodos Numéricos em Mecânica dos Sólidos	3
AE-265	Otimização de Estruturas	3
AE-600	Estágio Docência	3
AE-601	Estágio Pesquisa 1	3
AE-602	Estágio Pesquisa 2	3
AP-236	Teoria da Mecânica da Fratura	3
AP-237	Fadiga em Estruturas Metálicas	2
AP-241	Aerodinâmica e Desempenho de Aeronaves de Vôo Vertical	3
AP-265	Projeto e Otimização Multidisciplinar	3
AE-600	Estágio Docência	3
AE-601	Estágio Pesquisa 1	3
AE-602	Estágio Pesquisa 2	3

MP-204	Mecânica dos Materiais Compósitos	3
MP-215	Desenvolvimento Integrado de Produtos	3
MP-230	Análise Computacional de Mecanismos	3
MP-242	Vibrações Mecânicas	3
MP-245	Sistemas Dinâmicos Não-Lineares	3
MP-283	Medidas e Análise de Sinais Aleatórios	3
MP-297	Dinâmica e Controle de Estruturas Flexíveis	3
MT-208	Mecânica e Danos dos Materiais Compósitos	3
MT-209	Plasticidade	3
MT-211	Conformação dos Metais Utilizando Elastômeros	2
MT-220	Usinagem com Geometria Definida	3
MT-255	Usinagem de Superfícies Complexas	3

#### 5.4.2.3 Física e Química de Materiais Aeroespaciais – PG/EAM-M

##### a) Matérias Obrigatórias

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
FQ-220	Termodinâmica Química	3
	e mais uma ou duas seguintes:	
MT-231	Metalurgia Física	3
FQ-222	Cinética Química	3

##### b) Matérias Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
FQ-201	Materiais Energéticos	3
FQ-202	Engenharia Aplicada a Armamento e Munições Aéreas***	3
FQ-220	Termodinâmica Química*	3
FQ-221	Ciência e Tecnologia dos Elastômeros	3
FQ-222	Cinética Química *	3
FQ-223	Dinâmica Química	3
FQ-224	Identificação de Materiais por FT-IR	3
FQ-225	Comportamento Mecânico de Polímeros	3
FQ-230	Termoquímica e Combustão de Materiais Energéticos	3
FQ-240	Eletroquímica Clássica	3
FQ-242	Cinética Eletroquímica	3
FQ-250	Iniciação aos Plásticos e Compósitos I	3
FQ-251	Físico-Química de Interfaces de Compósitos Poliméricos	3
FQ-254	Estruturas e Propriedades de Polímeros e Plásticos	3
FQ-256	Físico-Química de Compósitos Termo Estruturais	3
FQ-270	Adsorção sobre Sólidos	3

FQ-282	Corrosão e seu Controle	3
FQ-284	Tópicos de Corrosão	3
FQ-286	Tópicos em Carbonos Estruturais	3
FQ-290	Química Quântica I	3
FQ-291	Métodos da Química Quântica Molecular	2
FQ-295	Caracterização de Polímeros por Análise Térmica	3
FQ-298	Princípios de Espectroscopia de Absorção e de Luminescência na Região UV/VIS	3
FQ-500	Tese**	-
FQ-600	Estágio Docência***	3
FQ-601	Estágio Pesquisa 1***	3
FQ-602	Estágio Pesquisa 2***	3
MT-101	Ciência dos Materiais	1
MT-102	Comportamento Mecânico dos Materiais	1
MT-200	Tecnologia Básica de Vácuo	2
MT-208	Mecânica e Danos dos Materiais Compósitos	3
MT-209	Plasticidade	3
MT-211	Conformação dos Metais utilizando Elastômero	2
MT-231	Metalurgia Física	3
MT-233	Transformações de Fases em Metais e Ligas Metálicas Sólidas	2
MT-242	Solidificação de Metais e Ligas Metálicas	3
MT-249	Técnicas Experimentais em Metalurgia	2
MT-255	Usinagem de Superfícies Complexas	3
MT-258	Conformabilidade de Chapas Metálicas	3
MT-259	Análise de Componentes Aeronáuticos	3
MT-270	Materiais Carbonosos	3
MT-281	Materiais Cerâmicos	3
MT-282	Materiais Cerâmicos Magnéticos	3
MT-283	Diagramas de Fases em Materiais Metálicos/Cerâmicos	3
MT-287	Produção de Componentes Aeronáuticos por Sinterização	3
MT-289	Processamento Laser de Materiais	3
MT-292	Materiais com Efeito de Memória de Forma	3
MT-293	Difusão em Metais	2
MT-294	Tecnologia dos Aços e Ligas Especiais	3
MT-299	Transformações Martensíticas	2
MT-302	Seminário de Tese	1
MT-310	Fluência e Fadiga em Ligas para Temperaturas Elevadas	1

#### 5.4.2.4 – Sistemas Aeroespaciais e Mecatrônica – PG/EAM-S

##### a) Matérias de Nivelamento

Sigla	Título	Crédito Máximo
MP-133	Técnicas Computacionais de Projeto Mecânico	2
MP-176	Sistemas de Controle	2

**b) Matérias Obrigatórias**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
MP-300	Seminário de Tese	1
MP-210	Fundamentos de Mecatrônica	3
	e mais uma das 4 seguintes matérias:	
MP-234	Sensores e Transdutores	3
MP-271	Modelagem e Identificação de Sistemas Dinâmicos	3
MP-291	Dinâmica de Sistemas Mecânicos	3

**c) Matérias Eletivas**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
EA-270	Aquisição, Condicionamento e Processamento de Sinais	3
EE-214	Inteligência Artificial em Controle e Automação	3
EE-292	Visão Computacional para Controle de Sistemas	3
MP-210	Fundamentos de Mecatrônica	3
MP-215	Desenvolvimento Integrado de Produtos	3
MP-223	Manipuladores Robóticos	3
MP-225	Tópicos Especiais em Robótica	3
MP-230	Análise Computacional de Mecanismos	3
MP-236	Sistemas Mecatrônicos de Tempo Real	3
MP-239	Projeto e Análise de Experimentos	3
MP-237	Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial	3
MP-242	Vibrações Mecânicas	3
MP-260	Modelagem e Análise de Sistemas a Eventos Discretos	3
MP-275	Identificação de Sistemas Dinâmicos	3
MP-276	Controle Avançado de Sistemas	3
MP-280	Sistemas Hidráulicos de Controle	3
MP-283	Medidas e Análise de Sinais Aleatórios	3
MP-284	Controle Ativo de Vibrações e Ruído	3
MP-297	Dinâmica e Controle de Estruturas Flexíveis	3
MP-300	Seminário de Tese	1
MP-500	Tese**	-
MP-600	Estágio Docência***	3
MP-601	Estágio Pesquisa 1***	3

**5.4.2.5 Produção - PG/EAM-P****a) Matéria de Nivelamento**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
MB-110	Probabilidade, Estatística e Álgebra Linear	1

**b) Matéria Obrigatória**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
MB-300	Seminário de Tese	1

**c) Matérias Eletivas**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
CC-236	Modelagem de Simulação por Computadores	3
IT-207	Pesquisa Operacional Aplicada a Problema de Transporte Aéreo	3
IT-208	Sistemas Logísticos de Transporte e Distribuição de Carga	3
IT-210	Análise Operacional e Gerencial de Sistemas Logísticos	3
MB-207	Econometria Aplicada	3
MB-217	Análise de Decisão sob Incerteza	3
MB-218	Métodos Probabilísticos Aplicados em Logística	3
MB-231	Análise Econômica	3
MB-235	Economia Brasileira	3
MB-236	Elaboração e Análise de Projetos	3
MB-238	Gestão Estratégica da Inovação Tecnológica	3
MB-239	Economia da Inovação Tecnológica	3
MB-250	Sistemas de Informação Gerencial	3
MB-262	Gerência de Projetos e Programas	3
MB-266	Tópicos Avançados de Engenharia da Produção	3
MB-280	Gerência de Recursos Financeiros	3
MB-290	Tópicos em Gestão Estratégica da Produção	3
MB-291	Tópicos em Produtividade	1
MB-292	Tópicos em Gestão Estratégica da Qualidade	3
MB-293	Identificação, Modelagem e Análise de Processos	3
MB-294	Introdução à Engenharia de Sistemas	3
MB-300	Seminário de Tese*	1
MB-500	Tese**	-
MB-601	Estágio Pesquisa 1***	3
MB-602	Estágio Pesquisa 2***	3
MOQ-13	Probabilidade e Estatístico Nivelamento	1
MP-215	Desenvolvimento Integrado de Produtos	3
MT-220	Usinagem com Geometria Definida	3

#### 5.4.2.6 Mecânica de Vôo e Controle de Vôo - PG/EAM-V

##### a) **Matéria de Nivelamento**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
AA-109	Aerodinâmica da Asa e Fuselagem	2
MP-176	Sistemas de Controle	2
MVO-01	Fundamentos de Sistemas de Controle	2

##### b) **Matéria Obrigatória**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
MP-300	Seminário de Tese	1
AB-266	Simulação e Controle de Aeronaves	3
	mais uma das seguintes matérias:	
EE-205	Sistemas de Controle Automático	3
MP-176	Sistemas de Controle	2

##### c) **Matérias Eletivas**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
AB-102	Desempenho de Aeronaves	2
AB-103	Estabilidade e Controle de Aeronaves	2
AB-241	Aerodinâmica e Desempenho de Helicópteros e Aeronaves de Asas Rotativas	3
AB-252	Otimização de Trajetórias Espaciais	3
AB-263	Desempenho Ótimo de Aeronaves	3
AB-265	Dinâmica e Controle de Veículos Espaciais	3
AB-266	Simulação e Controle de Aeronaves	3
AB-267	Dinâmica e Controle de Aeronaves Flexíveis	3
AE-249	Aeroelasticidade I	3
EE-204	Fundamentos de Sistemas de Controle	2
EE-253	Controle Ótimo de Sistemas	3
EE-273	Controladores Lineares Robustos	3
EE-294	Sistemas de Pilotagem e Guiamento	3
EE-295	Sistemas de Navegação Inercial	3
FM-221	Equações Diferenciais Ordinárias	3
FM-222	Estabilidade em Sistemas Dinâmicos	3
FM-223	Dinâmica Não-Linear e Caos	3
FM-224	Dinâmica Não-Linear e Caos II	3
FM-252	Otimização de Trajetórias Espaciais	3

FM-293	Fundamentos de Astronáutica	3
FM-298	Teoria de Perturbações II	3
FM-299	Teoria de Perturbações I	3
MP-275	Identificação de Sistemas Dinâmicos	3
MP-276	Controle Avançado de Sistemas	3
MP-280	Sistemas Hidráulicos de Controle	3

## 5.5 EMENTAS – PG/EAM

### AA-112/2008 - Dinâmica dos Gases e Camada Limite

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-122/2008 - 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. I e 2, Mir, Moscou, 1985; ANDERSON, J.D., Jr., *Fundamentals of aerodynamics*, McGraw-Hill, New York, 1985.

### AA-215/2008 - 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-217/2008 - 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 vôo 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-219/2008 - 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-220/2008 - 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-221/2008 - 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-222/2008- Aerodinâmica e Aeroelasticidade**

Requisito recomendado: AA-122 e AA-215. Requisito exigido: não há. Horas semanais:3-0-6. Noções fundamentais: Equações Básicas. Equação do potencial aerodinâmico, pequenas perturbações. Potenciais de velocidade e de aceleração. Perfil oscilante, soluções de Theodorsen e Possio. Movimentos arbitrários do erfil, soluções de Wagner, Kussner e Sears. Aproximações aerodinâmicas por funções racionais. Resposta aerodinâmica a rajada contínua. Teoria das faixas para cálculo de estabilidade e resposta aeroelástica. Modelos aerodinâmicos potenciais para movimentos harmônicos nos regimes subsônico e supersônicos. Métoos numéricos para a solução de escoamentos compressíveis não estacionários no regimes subsônicos e supersônicos. **Bibliografia:** Bisplinghoff, R.L. et al., *Aeroelasticity*, Addison Wesley, Reading, 1955; Dowell, E.H. et al., *A modern course in aeroelasticity*, Sijthoff & Noordhoff, Rockville, 1978; Milne-Thompson, L.M., *Theoretical Hydrodynamics* 5 ed., Dover Publication Inc., 1968.

#### **AA-230/2008 – Dinâmica dos Fluidos Computacional I**

Requisito recomendado: ME-201. Requisito exigido: não há. Horas semanais: 3-0-0. Equações gerais da mecânica dos fluidos. Natureza das equações. Principais métodos de discretização: diferenças finitas, volumes finitos e elementos finitos. Formulações explícitas e implícita. Consistência, estabilidade e convergência. Análise de estabilidade de Von Neumann. Métodos dos volumes finitos. Discretização espacial considerando o sistema de equações em forma de lei de conservação. Viscosidade artificial. Avanço no tempo utilizando esquema de Runge-Kutta. Cálculo de derivadas. Aceleração de convergências. Esquemas de diferenças finitas: métodos explícitos e implícitos. Problemas de esquemas compressíveis no limite imcompressível. Acoplamento forte pressão-velocidade. Problema típico difusão convecção. Esquema de Chorin. Métodos de correção pressão-velocidade. Malhas deslocadas em coordenadas cartesianas. Condições de contornos gerais. **Bibliografia:** HIRSCH, C. *Numerical computation of internal and external flows*. New York: John Wiley & Sons, 1990. v. 1 – 2; TANNEHILL, J. C., ANDERSON, D. A.; PLETCHER, R. H. *Computational fluid dynamics and heat transfer*. 2 ed. New York: Taylor & Francis, 1997; PATANKAR, S.V. *Numerical heat transfer and fluid flow* New York: Hemisphere Publishing Corporation, 1980.

#### **AA-232/2008 - Dinâmica dos Fluidos Computacional II**

Requisitos recomendados: ME-201 e AA-230. Requisito exigido: não há. Horas semanais: 3-0-0. Coordenadas generalizadas. Discretização coincidente com as fronteiras do domínio. Problemas bi e tridimensionais. Transformação das

equações físicas. Domínio físico e domínio transformado. Discretização. Condições de contorno. Geração de malhas: malhas estruturadas e não-estruturadas. Geradores elípticos: solução no plano transformado. Outros tipos de geradores: parabólicos, hiperbólicos, algébricos. Malhas não-estruturadas: triangulação de Delaunay. Diagramas de Voronoi: base para discretização. Condições de contorno. **Bibliografia:** MALISKA, C. R. Transferência de calor e mecânica dos fluidos computacional, Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2004; THOMPSON, J. F., WARSI, Z. U. A.; MASTIN, C. W. Numerical grid generation. New York: Elsevier Science Publishing Co., 1985; FLETCHER, C. A. J. Computational techniques for fluid dynamics. Berlin: Springer Verlag, 1996. v. 1-2.

### **AA-236/2008 – Métodos de Alta Resolução em Dinâmica dos Fluidos Computacional**

Requisito recomendado: AA-230. Requisito exigido: não há. Horas Semanais: 3-0-6. Introdução. Derivação das equações básicas. Equações básicas escalares. Alguns exemplos escalares. Alguns exemplos não-lineares. Sistemas lineares hiperbólicos. Choques e a condição de Hugoniot. Ondas de rarefação e curvas integrais. O problema de Riemann para as equações de Euler. Métodos numéricos para equações lineares. Cálculo de soluções descontínuas. Métodos conservativos para equações não-lineares. Método de Godunov. Esquemas aproximados de solução da equação de Riemann. Estabilidade não-linear. Métodos de alta resolução. Métodos semi-discretos. Problemas multi-dimensionais. **Bibliografia:** LeVeque, R., Numerical Methods for Conservation Laws, Birkhauser-Verlag, Basel, 1990; LeVeque, R., Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2002; Kroner, D., Numerical Schemes for Conservation Laws, John Wiley and Sons, New York, 1997.

### **AA-242/2008 - 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-243/2008 - 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-244/2008 - 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-250/2008 - 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-255/2008 - 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-285/2008 - 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-290/2008 - 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-292/2008 - 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-293/2008 - 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-294/2008 - 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-296/2008 - 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., *Numeral grid generation, foundations and applications*, North-Holland, 1985; ANDERSON, D.A., TANNEBILL, J.C. e PLETCHER, R.H., *Computacional fluid mechanics and heat transfer*, Hemisphere Publishing Corporation, 1984.

### **AB-102/2008 – 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-permanente, manobras de vôo, diagrama altitude versus número de Mach. Desempenho integral; cruzeiro, vôo horizontal não-permanente, 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-103/2008 – 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-241/2008 – 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-263/2008 – 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-264/2008 - 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-265/2008 - 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-266/2008 - 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 voo sobre os modos autônomos da aeronave, requisitos de qualidade do voo, 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, discritização 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-267/2008 - 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 voo e aeroelasticidade. Simulação de trajetórias de voo. Análise da estabilidade das condições de equilíbrio de aeronaves elásticas. Projeto de sistemas de controle de voo 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-270/2008 - 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.

#### **AC-102/2008 - 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-108/2008 - 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-111/2008 - 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-250/2008 – Introdução a Sistemas de Aquisição de Dados**

Requisito recomendado: não há. Requisito exigido: não há. Horas semanais: 3-0-6. Noções gerais de Instrumentação, Arquitetura de sistemas de aquisição de dados, Sistemas de aquisição e distribuição de dados, Elementos de um sistema de aquisição, Principais sensores, Condicionamento de sinais, Instrumentação virtual, Construção de VI, Técnicas de Edição, Técnicas de Debugging, Criação de SubVI, SubVis/Ícones e Terminais de Conectores, Utilização de SubVIs, SubVI a partir de Seções de uma VI, While Loops, Waveform Charts, Shift Registers, For Loop, Arrays, Criação de Arrays com Loops, Funções Arrays, Polimorfismo, Gráficos, Clusters, Funções Cluster, case Structure, Sequence Structure, Formula Node, Substituição de

Sequence Structures, Strings, Funções String, File I/O Formatação Spreadsheet Strins, Organização de uma Data Acquisition em uma VI, Entrada Analógica Simples, DAQ Wizards, Saída Analógica, Entradas/Saídas Digitais. **Bibliografia:** LabVIEW Basics I, Course Manual, Course Software Version 6.0 September 2000 Edition.; LabVIEW Graphical Programming Practical Applications in Instrumentation and Control – Gary W. Johnson, McGraw-Hill, 1994; Manual for LabVIEW Programming, Data Acquisition and Analysis, Jeffrey Y. Beyon, 2001.

### **AC-260/2008 - 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-265/2008 - 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-275/2008 - 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-280/2008 - 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.; WOLFHARD, 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.

### **AC-285/2008 – Elementos de Combustão**

Requisitos recomendados: não há. Requisito exigido: não há. Horas semanais: 3-0-6. Termoquímica: entalpia de formação, 1ª lei da termodinâmica, temperatura da chama adiabática, 2ª lei da termodinâmica, equilíbrio químico. Cinética química: reações globais, mecanismos detalhados, sistema H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>, oxidação do monóxido de carbono, mecanismos para hidrocarbonetos. Acoplamento das análises químicas e térmicas: reator a pressão constante, reator a volume constante, reator de mistura homogênea, reator contínuo. Chamas laminares pré-misturadas e difusivas: descrição física, velocidade de chama, limites de flamabilidade, ignição, estabilização. Detonação: curva de Hugoniot, pontos de chapman-Jouquet, estrutura da onda de detonação. Formação de poluentes: particulados, fuligem, NO<sub>x</sub>, monóxido de carbono, hidrocarbonetos não queimados, óxido de enxofre. **Bibliografia:** TURNS, S.R. An introduction to combustion. [S.1.]: McGraw-Hill, 1996; BORMAN, G. L.; RAGLAND, K. Combustion engineering. [S.1.]: McGraw-Hill, 1998; WILLIAMS, F. A. Combustion theory. Reading, MA: Addison Wesley, 1965.

### **AC-290/2008 – Modelagem de Escoamentos Reativos**

Requisito recomendado: ME-201. Requisito exigido: não há. Horas Semanais: 3-0-6. Introdução: noções de cálculo numérico. Modelos numéricos para minimização da função de Gibbs e Helmholtz. Análise sensitiva de mecanismos racionais complexos. Modelos numéricos para simulação de chamas. Simulação numérica de choque com reação química, obtenção do polar de choque. Simulação de reação gás/superfície. Modelos para simulação de reatores (câmara de combustão). **Bibliografia:** NORRIS, A. C. Computational chemistry: na introduction to numerical methods. New York: John Wiley & Sons, 1981; GORDON, S.; MCBRIDE, B. J. Computer program for calculation of complex chemical equilibrium compositions, rocket performance, incident and reflected shocks and Chapman – Jouquet detonations. New York: Hemisphere Publishing Corporation, 1984. (Report NASA SP-273, 1971); KEE, R. J.; RUPLEY, F. M.; MILLER, J. A. A Fortran chemical kinetics. [S.1.]: Sandia National Laboratories Publication, 1992 (SAND89-8009B, 1992).

### **AC-291/2008 – Combustão em Escoamentos Turbulentos**

Requisito recomendado: AC-285. Requisito exigido: não há. Horas semanais: 3-0-0. Chamas pré-misturadas: Diagramas da combustão turbulenta, Combustão no regime laminar, Taxas de queima de chamas estiradas, Algoritmos de geração de flamelets. Chamas não premisturadas, análise métodos de P.D.F (Função Densidade de Probabilidade). Conjunta velocidade-escalar, Modelos de química rápida, Equação de transporte de P.D.F., limite de Burke-Shuman, química fora do equilíbrio, Método da P.D.F. presumida, Modelização de flamelets. Modelo de Bray-Moss-Libby. Modelo de chama coerente. Modelo de difusão contra-gradiente. Abordagem numérica de regimes de combustão permanentes e transientes. (RANS-Reynolds Averaged Navier-Stokets, LES-Large Eddy Simulation). **Bibliografia:** CHAMPION, M. Apostila de curso de combustão.[S.n.t.]; PETERS, N. Turbulent combustion. Cambridge: University Press, 2000; ROEKAERTS, D.; GOEY, L. P. H. Lectures on combustion Burgerscentrum, NL: [S.n.], 2003.

### **AC-292/2008 – Emissão de Poluentes em Processos de Combustão**

Requisito recomendado: não há. Requisito exigido: não há. Horas semanais: 2-2-6. Concentração dos componentes produtos de combustão. Correções dos valores medidos de concentrações. Concentrações em termo de massa por unidade de volume. Determinação das concentrações do Co, CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> nos gases de combustão. Material particulado, características, impactos, fatores de emissão, exemplos de estimativa, medida de concentração, dispositivos redutores e controle através de modificações dos processos de combustão. Dióxido de enxofre, característica, fatores de emissão, impactos, métodos de medidas da concentração, dispositivos e técnicas de controle. Óxidos de nitrogênio, características, fatores de emissão, impactos, mecanismos de formação e taxas de formação, medidas de concentração, infulência das condições de combustão e técnicas de redução das emissões. Outros poluentes, Monóxido de carbono, Dióxido de Carbono, Hidrocarbonetos não queimados e Dioxinas e Furanos. Medidas de emissões de turbinas a gás. Medida de emissões em motores de combustão interna. Medidas de emissão em queimadores industriais. Técnicas avançadas de estudos experimentais de emissões de poluentes. **Bibliografia:** Emissões em Processos de Combustão, João Andrade de Carvalho Jr., Pedro Teixeira Lacava, São Paulo: Editora UNESP, 2003; Combustion Engineering, Gary L. Borman, Kenneth W. ragland, McGraw-Hill, 1998; Na Introduction to combustion, Stephen R. Turns, McGraw-Hill, 1996.

### **AE-134/2008 - 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-202/2008 - 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-207/2008 - 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-213/2008 - 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-225/2008 - 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-228/2008 - 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-231/2008 - 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-236/2008 – Fadiga e Mecânica de Fratura I**

Requisito recomendado: não há. Requisitos exigidos: consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Introdução. Histórico de problemas de fadiga e fratura. Projeto tolerante ao dano. Fadiga S-N – definições básicas. Ensaio para obtenção de curvas S-N. Parâmetros que influenciam nas curvas S-N. Efeito da tensão média. Fadiga multiaxial. A regra de Palmgren-Miner. Contagem de ciclos. Concentradores de tensão. Mecânica da fratura linear elástica – definições básicas. Taxa de liberação de energia. Curvas R. Fatores de intensidade de tensão. Relação entre G e K. Influência da zona plástica. Ensaio de tenacidade à fratura. Tensão plana e deformação plana. Limites de validade de G e K. Propagação de trincas por fadiga. Curvas da/dN. Equações de propagação. Efeitos de interação de cargas. **Bibliografia:** DOWLING, N. E. *Mechanical behavior of materials – engineering methods for deformation, fracture and fatigue*. 2. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000; BANNANTINE, J. A. *Fundamentals of metal fatigue analysis*. 1 ed. Upper

Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1990; ANDERSON, T. L. *Fracture mechanics: fundamentals and applications*. 3 ed. Boca Raton, FL : CRC Press, 2004.

### **AE-237/2008 – Fadiga e Mecânica de Fratura II**

Requisito recomendado: não há. Requisitos exigidos: AE-236 ou consentimento do professor. *Horas semanais*: 3-0-6. Fadiga - $N$  – definições básicas. Curvas tensão-deformação. Curvas deformação-vida. Ensaios para obtenção de curvas S-N. Fadiga multiaxial. Contagem de ciclos. Tensão média. Concentradores de tensão – a regra de Neuber. Aplicações para carregamentos de amplitude constante. Aplicações para carregamento de amplitude variável. Mecânica da fratura elasto-plástica – definições básicas. CTOD. A Integral- $J$ . Os campos de tensões HRR. O modelo SSY. Relação entre  $J$  e CTOD. Ensaios para obtenção de  $J$  e CTOD. Mecânica da fratura baseada em dois parâmetros. Abordagens locais para a mecânica da fratura. Tópicos avançados em propagação de trincas. Fechamento de trinca. Trincas curtas. **Bibliografia**: DOWLING, N. E. *Mechanical behavior of materials – engineering methods for deformation, fracture and fatigue*. 2 ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000; BANNANTINE, J. A. *Fundamentals of metal fatigue analysis* 1 ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1990; ANDERSON, T. L. *Fracture mechanics: fundamentals and applications*. 3 ed. Boca Raton, FL : CRC Press, 2004.

### **AE-245/2008 - 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-246/2008 - 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-249/2008 - 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-250/2008 - 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-256/2008 - 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-265/2008 - 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-291/2008 – 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-236/2008 - 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-237/2008 - 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-241/2008 - 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 auto-rotação 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.

### **AP-260/2008 – Projeto Avançado de Aeronave**

*Requisito recomendado:* AA-122 e AE-134. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Certificação aeronáutica. Estimativa de peso e dimensões. Cálculo de polar de arrasto. Modelagem de grupo motopropulsor. Desempenho. Métodos de escolha de configuração de aeronave. Otimização multidisciplinar. Projeto de asa, fuselagem e empenagens. Técnicas de redução de arrasto aerodinâmico. Sistemas de aumento de estabilidade. **Bibliografia:** Roskam, J., *Airplane design, parts I-VIII*, Roskam Aviation and Engineering Corporation; Stinton, D., *The Design of the Airplane*, AIAA General Publication Series, 2<sup>nd</sup>. Edition, Reston, VA, 2001; Askin, T.I., *Quasi-analytical Modelling and Optimisation Techniques for Transport Aircraft Design*, PhD Thesis, Department of Aeronautics, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, May 2002.

### **AP-265/2008 – Projeto e Otimização Multidisciplinar**

*Requisito recomendado:* AA-122 e AE-134. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Modelagem de sistemas de engenharia para projeto e otimização. Seleção de variáveis de projeto, objetivos e restrições. Revisão geral dos princípios, métodos e ferramentas para projeto e otimização multidisciplinar. Revisão de formulações com restrições lineares e não-lineares. Tópicos de otimização escalar e vetorial. Métodos heurísticos: algoritmos genéticos, recozimento simulado, procura tabulada. Análises de sensibilidade e de compromisso e de projeto. Otimização multiobjetivo e otimalidade de Pareto. Quadro comparativo das ferramentas computacionais comerciais e de domínio público para otimização multidisciplinar. Aplicações aeroespaciais específicas. **Bibliografia:** Roskam, J., *Airplane design, parts I-VIII*, Roskam Aviation and Engineering Corporation; Stinton, D., *The Design of the Airplane*, AIAA General Publication Series, 2<sup>nd</sup>. Edition, Reston, VA, 2001; Askin, T.I., *Quasi-analytical Modelling and Optimisation Techniques for Transport Aircraft Design*, PhD Thesis, Department of Aeronautics, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, May 2002.

### **CC-236/2008 – Modelagem de Simulação por Computadores**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Introdução à simulação. Procedimentos de modelagem. Técnica de três fases. Diagrama de ciclo de atividades. Validação de modelos. Técnica de redução de variância. Projeto e experimentos de simulação. Classificação de softwares para simulação discreta. Simulação utilizando orientação a objetos. Simulação discreta paralela. Inteligência artificial e simulação. **Bibliografia:** PIDD, M. *Computer simulation in management science*. 3 ed. Chichester: John Wiley & Sons, 1992; LAW, A. M.; KELTON, W. D. *Simulation modelling and analysis*. 2 ed. [S.l.]: McGraw-Hill, 1992; PIDD, M. *Computer modelling for discrete event simulation*. Chichester: John Wiley & Sons, 1989.

### **EA-270/2008 – 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-204/2008 – Fundamentos de Sistemas de Controle**

*Requisitos recomendados:* MAT-11, MAT-16, MAT-31, MAT-46 ou equivalentes. *Requisito exigido:* Não há. Horas semanais: 3-0-6. Apresentação geral do problema de controle automático. Fundamentos matemáticos para análise e projeto de sistemas de controle automático: matrizes, variáveis complexas, equações diferenciais, transformadas de Laplace e Fourier. Grafos de fluxo de sinal. Modelagem linear de sistemas mecânicos, pneumáticos, hidráulicos, elétricos e térmicos. Analogias. Servomecanismos. Espaço de estados. Solução numérica de equações diferenciais ordinárias: simulação de sistemas dinâmicos. Função de Transferências. Coeficientes de erro. Sistemas de primeira e Segunda ordem. Critérios de estabilidade de Routh- Hurwitz. Lugar geométrico das raízes. Resposta em frequência. Curva de Bode. Critério de estabilidade de Nyquist. Compensadores avançados e atrasados de fase. Controladores PID. Estudo de casos. **Bibliografia:** KUO, B. C. *Automatic control systems*. 7 ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1995; OGATA, K.

*Engenharia de controle moderno*. 3 ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1995.

### **EE-205/2008 – Sistemas de Controle Automático**

*Requisito recomendado:* EE-204 ou equivalente. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-2-6. Conceituação de sistemas, controle e automação. Modelagem de sistemas dinâmicos de tempo contínuo e de tempo discreto. Técnicas de linearização de sistemas. Respostas de sistemas lineares. Sistemas amostrados. Análise no espaço de estados: estabilidade, controlabilidade e observabilidade. Realização de funções de transferência. Realimentação de estado e observadores de estado. Análise no domínio transformado: investigação da estabilidade por métodos gráficos e tabulares. Projeto de controladores em tempo contínuo e em tempo discreto. Noções de robustez. Sistemas não-lineares: plano de fase e linearização harmônica. Estabilidade no sentido de Lyapunov. **Bibliografia:** OGATA, K. *Engenharia de controle moderno*. 3 ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1995; FRANKLIN, G. F.; POWELL, J. D.; EMAMI-NAEINI, A. *Feedback control of dynamic systems*. 3 ed. Reading: Addison Wesley, 1994; SHINNERS, S. M. *Modern control system theory and design*. New York: Wiley, 1992.

### **EE-214/2008 - 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-253/2008 – Controle Ótimo de Sistemas**

*Requisito recomendado:* EE-205 ou equivalente. *Requisito exigido:* ELE-49 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-6. Formulação do problema de controle ótimo. Noções de cálculo variacional. Princípio do máximo de Pontryagin. Existência de controle ótimo. Princípio da otimalidade e programação dinâmica. Equação de Hamilton-Jacobi-Bellman. Controle subótimo. Problema linear-quadrático. Otimização e métodos numéricos em controle ótimo. **Bibliografia:** KIRK, D. E. *Optimal control theory: an introduction*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1970; LEWIS, F. L.; SYRMOS, V. L. *Optimal control*. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 1995; GILL, P. E. Murray, W.; WRIGHT, M. H. *Practical optimization*. New York: Academic Press, 1981.

### **EE-273/2008 – Controladores Lineares Robustos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* EE-205 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-6. Estabilidade e desempenho de sistemas multivariáveis.

Robustez e modelagem de incertezas. Estabilidade e desempenho robusto. Técnicas de projeto de controladores para sistemas multivariáveis: extensão de técnicas para sistemas com uma entrada / saída, LQG / LTR,  $H_\infty$ , métodos algorítmicos. Projeto de sistemas de controle multivariáveis auxiliado por computador. **Bibliografia:** SKOGESTAD, S.; POSTLETHWAITE, I. *Multivariable feedback control*. Chichester: John Wiley & Sons, 1996; MACIEJOWSKI, J. *Multivariable feedback design*. Reading: Addison-Wesley, 1989; CRUZ; J. J. *Controle robusto multivariável*. São Paulo: Edusp, 1996.

### **EE-292/2008 - 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. Estimacão 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-294/2008 - 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-295/2008 - 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 voo. 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-222/2008 – 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-223/2008 – Dinâmica Não-Linear e Caos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-4. Conceitos, definições e caracterizações fundamentais em dinâmica não-linear. Exemplos de comportamento não-linear e observação de caos em ciência e engenharia. Técnicas de espaço de fase e seção de Poincaré. Pontos fixos. Órbitas periódicas. Análise de estabilidade linear. Estabilidade local e global. Bifurcações. Transição para o caos. Atratores periódicos, caóticos e bacias de atração. Universalidade. Fractais. Caos em mapas e equações diferenciais. Propriedades de sistemas caóticos. Métodos quantitativos de caracterização. **Bibliografia:** ALLIGOOD, K.T., SAUER T.D.; YORKE J.A., *Chaos: an introduction to dynamical systems*, Springer-Verlag, New York, 1997; DEVANEY, R.L., *An introduction to chaotic dynamical systems*, Westview-Perseus, Cambridge, 2003; NAYFEH, A.H., BALACHANDRAN B.; *Applied nonlinear dynamics: analytical, computational, and experimental methods*, Wiley & Sons, New York, 1995.

### **FM-224/2008 - Dinâmica Não-Linear e Caos II**

*Requisito recomendado:* FM-223. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Principais Rotas para o Caos. Crises. Multiestabilidade. Osciladores

Não-Lineares. Métodos de caracterização de Sistemas Caóticos. Caos em Sistemas Hamiltonianos e Teoria KAM. Técnicas de Imersão e Análise Não-Linear de Séries Temporais. Conjuntos Caóticos Não-Atrativos. Multifractais. Controle de Caos. Sistemas Espacialmente Estendidos e Formação de Padrões. **Bibliografia:** OTT, E., *Chaos in dynamical systems*, Cambridge University Press, New York, 1993; TABOR, M., *Chaos and integrability in nonlinear dynamics: an introduction*, John Wiley & Sons, New York, 1989; HILBORN, R.C., *Chaos and nonlinear dynamics: an introduction for scientists and engineers*, New York, 1994.

### **FM-252/2008 – 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 Optimaux entre Orbites Elliptiques*, ONERA Publ. 120, Paris, 1967.

### **FM-293/2008 – 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; THOMSON, 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-298/2008 – 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 Wiley & Sons, New York,

1973; BOCCALETTI D. & PUCACCO, G., *Theory of Orbits*, Springer-Verlag, Berlin, 1999.

### **FM-299/2008 – 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 Lindstedt-Poincaré. Método de Krylov-Bogoliubov. Método da média generalizada. Operadores de Faà 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-201/2008 – Materiais Eneréticos**

*Requisito recomendado:* FQ-220. *Requisito exigido:* aluno do PPGAO. Horas semanais: 4-0-6. Materiais altamente energéticos: definições gerais. Propriedades físicas e químicas. Fenômenos de transporte. Testes de avaliação e principais usos. Propulsão química: definições gerais. Propriedades físicas e químicas. Testes de avaliação e operação de processamento. Base simples, base dupla e base tripla. Propulsores de foguetes: base dupla estruturada e moldada. Propelentes compósitos. Pólvora negra. Pirotécnicos: definições gerais. Materiais utilizados e principais usos dos iniciadores. Elementos de retardo. Composições fumígenas e luminosas. Dispositivos iniciadores. Aspectos de segurança no manuseio de materiais altamente energéticos. Simulação computacional. **Bibliografia:** Cook, M.A., *The Science of High Explosives*. Robert E. Krieger Publishing Co. inc., Huntington, N.Y., 2<sup>nd</sup> ed., 1971; Calzia, J. *Les Substances Explosives et Leurs Nuisances*. Editora Dunod, Paris, 1<sup>th</sup> ed. 1969; Kuo, K.K.. *Principles of combustion*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2005.

### **FQ-202/2008 – Engenharia Aplicada a Armamento e Munições Aéreas**

*Requisito recomendado:* FQ-220. *Requisito exigido:* aluno PPGAO. Horas semanais: 4-0-6. Bombas de fins gerais. Espoletas para bombas. Bombas de alta arrasto. Características de bombas incendiárias. Constituição de bombas lança-granadas. Bombas de penetração e anti-pistas. Tecnologia de guiamento em bombas de aviação. Foguetes de aviação Metralhadores e canhões. Mísseis. **Bibliografia:** Shukman, D. *Tomorrow's War: The Threat of High-Technology Weapons*. Ed. Harcourt, New York, 1996; Zarzecki, T. W.. *Arms Diffusion: The Spread of Military Innovations in the International System*. Ed. Routledge, new York, 2002.

### **FQ-220/2008 - 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-221/2008 – Ciência e Tecnologia dos Elastômeros**

*Requisito recomendado:* MT-101. *Requisito exigido:* FQ-220. Horas Semanais: 4-0-6. Considerações gerais sobre borrachas, termoplásticos e termorrígidos, aspecto molecular e nomenclatura. Processos de produção, propriedades, comportamento reológico, físico-químico e térmico dos elástomero; influência da natureza química sobre suas propriedades; aditivos e suas funções na formulação de elastômeros, aplicações, tipos de vulcanização. Processos de transformação, técnicas de moldagem e de vulcanização; tipos de cargas e noções de reforço, controle e métodos de ensaios. Métodos de tratamento, de ativação e de caracterização de superfície; influência da natureza dos elastômeros no processo de adesão. **Bibliografia:** MORTON, M. – “rubber Technology”1973, Van Nostrand Reinhold Ltda, New York; WHELAN, A. and LEE, K.S. – “Developments in Rubber Technology” 1979, Vol. I and III, Applied Science Publishers Ltda, London, UK; BROWN, R.P. - *Physical Testing of rubbers*”1979, Applied Science Publishers Ltda, London, UK.

### **FQ-222/2008 - 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-223/2008 – Dinâmica Química**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-7. Princípios básicos de cinética: leis de velocidade, ordem e molecularidade das reações, equação de Arrhenius e energia de ativação. Superfícies de energia potencial: superfícies obtidas através de métodos semi-empíricos e ab initio. Teorias estatísticas das velocidades de reação: teoria do estado de transição e teoria RRKM. Dinâmica molecular: teoria cinética das colisões, métodos da dinâmica clássica e quântica das colisões. Espectroscopia de estado de transição. **Bibliografia:** Steinfeld, J.I. et al.,

*Chemical Kinetics and Dynamics*, Prentice Hall, New Jersey, 1989; Laidler, K.J., *Chemical Kinetics*, Harper Collins Publishers, New York, 1987; Smith, I.W.M., *Kinetics and Dynamics of Elementary Gas Reactions*, Butterworth, London, 1980.

#### **FQ-224/2008 – Identificação de Materiais por FT-IR**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Características da espectroscopia no infravermelho médio (MIR), próximo (NIR) e distante (FAR). Técnicas MIR/FAR de preparação de amostras por transmissão (filme líquido, filme vazado, filme fundido, pastilha, pirólise, emulsão). Características das técnicas de análise de superfície por reflexão (reflexão total atenuada – ATR e refletância difusa (FRIFT)). Introdução as técnicas de análise de superfície por microscopia – FTIR e detecção fotoacústica (PAS). Interpretação de espectros FTIR de materiais orgânicos, inorgânicos e poliméricos. Introdução à análise quantitativa FTIR. Seminários.

**Bibliografia:** Smith, A.L., *Applied infrared spectroscopy*, 1979, John Wiley & Sons, New York; Hummel, D.O.; Scholl, F. *Atlas of polymer. a plastics analysis*, 1981, 1984, Vol. I, II e III, verlag chemie GmbH.; Urbanski, et 1. *Handbook of analysis of synthetic polymers and plastics*, 1977, John Wiley & Sons.

#### **FQ-225/2008 – Comportamento Mecânico de Polímeros e Compósitos**

*Requisito recomendado:* Ciência dos Materiais (MT-101). *Requisito exigido:* não há. Estrutura molecular de polímeros. Polimerização e síntese de polímeros. Peso molecular e sua distribuição. Estrutura de polímeros no estado sólido. Processamento de polímeros. Comportamento elástico de polímeros. Viscoelasticidade e comportamento dinâmico-mecânico. Relações tensões/deformações em polímeros. Polímeros reforçados com partículas e com fibras longas. Fatores que determinam propriedades. Ensaio mecânicos. Fratura de polímeros. **Bibliografia:** *Introduction to Polymers – 2nd Ed.* – R. J. Young, P. A. Lovell, Chapman & Hall, 1991; *Textbook of Polymer Science – 3rd Ed.*, F. W. Billmeyer, John Wiley, 1984; *The Science of Polymer Molecules*, R. H. Doyd, P. J. Philips, Cambridge University Press, 1996.

#### **FQ-230/2008 – Termoquímica e Combustão de Materiais Energéticos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FQ-220. Horas semanais: 3-1-6. Termodinâmica da conversão de energia: Termoquímica de combustão; Propagação da onda de combustão; Aspectos energéticos de propelentes e explosivos; Combustão de materiais cristalinos e poliméricos; Combustão de propelentes base-dupla; Combustão de propelentes compósito; Combustão de explosivos; Combustão no motor-foguete. **Bibliografia:** KUBOTA, N., *Propellants and Explosives – Thermochemical Aspects Of Combustion*, Wiley – VCH, 2002; KUO, K. K., *Fundamentals Of Solid Propellant Combustion*, AIAA, 1985; COOPER, P. W., *Explosives Engineering*, Wiley – VCH, 1996.

### **FQ-240/2008 - 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 eletrocínéticos. **Bibliografia:** KORYTA, J. et al, *Electrochemistry*, Methuem, London, 1970; NEWMAN, J.S., *Electrochemical systems*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1973.

### **FQ-242/2008 - Cinética Eletroquímica**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FQ-240. Horas semanais: 3-0-6. Conceituação dos principais tipos de sobretensões. Teoria da sobretensões 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/eletrolito 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-250/2008 - 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, policloreto 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., Hataf, D., *Initiation aux plastiques at aux composites*, technique et documentation, Lavoisier, 1986.

### **FQ-251/2008 - 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-254/2008 - 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-256/2008 - 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-270/2008 - 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-282/2008 - 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- 284/2008 - 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-286/2008 - 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-290/2008 – Química Quântica I**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-6. Princípios da Mecânica Quântica. Aplicações a sistemas simples: partículas na caixa, oscilador harmônico, rotor rígidos. Átomo de hidrogênio. Métodos aproximados para solução da equação de Schrödinger: método variacional e teoria de perturbação. Átomos multieletrônicos, Princípio da antissimetria e operadores de momento Angular. Estrutura Eletrônica de moléculas diatômicas e a aproximação de Born-Oppenheimer. Métodos de orbitais moleculares. Estruturas eletrônicas de moléculas poliatômicas. **Bibliografia:** LEVINE, I. N. *Quantum chemistry*. 4 ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1991; PILAR, F. L. *Elementary Quantum chemistry*, 2 ed. New

York: McGraw-Hill, 1990; MCQUARRIE, D. A. *Quantum chemistry*. Sausalito, CA: University Science Books, 1983.

### **FQ-295/2008 - 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.

### **FQ-298/2008 – Princípios de Espectroscopia de Absorção e de Luminescência na Região UV/VIS**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-1-6. Processos fotofísicos: absorção, fluorescência, fosforescência, fluorescência atrasada. Transições não-radiativas. Instrumentação para espectroscopia de luminescência. Tempo de vida. Efeito do solvente nos espectros de emissão. Transferência de energia. Interações com oxigênio. Seminários. **Bibliografia:** LAKOWICZ, J. R. *Principles of fluorescence spectroscopy*. 2 ed. New York: Kluwer Academic, 1999; TURRO, N. J. *Modern molecular photochemistry*. Sausalito: University Science Books, 1991; BIRKS, J. B. *Photophysics of aromatic molecules*. New York: John Wiley & Sons, 1970.

### **IT-207/2008 – Pesquisa Operacional Aplicada a Problema de Transporte Aéreo**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Programação linear: forma padrão e formas alternativas; algoritmo *Simplex*; análise de sensibilidade. Problemas do transporte, do transbordo e da designação: formulação de modelos matemáticos; métodos específicos de solução. Programação linear probabilística. Grafos e redes de transporte: definições e conceitos básicos; problema do caminho mais curto; problema do fluxo máximo. Aplicações a problemas de transporte aéreo. Processo de planejamento no transporte aéreo. Tabelas de horário; planejamento, alocação e rotação da frota de aeronaves. Planejamento e rotação de tripulações. Planejamento e operação de pátios de aeronaves em aeroportos. Gerenciamento do fluxo de tráfego aéreo. **Bibliografia:** HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. *Introduction to operation research*. 7 ed. New York: McGraw-Hill, 2000; WELLS, A. T. *Air transportation: a management perspective*. 3 ed. Belmont, CA : Wadsworth Publ., 1994.

**IT-208/2008 – Sistemas Logísticos de Transporte e Distribuição de Carga**  
*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Introdução à Logística. Planejamento logístico. Processamento de pedidos e sistemas de informação. Fundamentos de transportes. Modelos para roteirização e programação de veículos de distribuição. Métodos quantitativos para gestão de estoques. Modelos para localização de centros de distribuição e instalações. Planejamento da rede logística. Carga aérea. Terminais de carga em aeroportos. Aeroportos-Indústria. **Bibliografia:** BALLOU, R. *Business logistics management*. 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1999; DAGANZO, C. F. *Logistics systems analysis*. 4 ed. Berli: Springer, 2005; STEVENSON, W. J. *Operations management*. 7 ed. New York: McGraw-Hill, 2002.

**IT-210/2008 – Análise Operacional e Gerencial de Sistemas Logísticos**  
*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Logística e gerenciamento de cadeias de distribuição. Operadores Logísticos. Logística reversa. Logística internacional e suas exigências na infraestrutura de transporte. Logística e aplicações militares. Comércio eletrônico. Gerenciamento e controle da qualidade na logística. Análise de nível de serviço. Avaliação de nível de serviço em terminais Aeroportuários. Produtividade e Eficiência de Sistemas logísticos. Fatores determinantes na escolha de aeroportos pelas empresas aéreas. Medida da eficiência de terminais de cargas em aeroportos. **Bibliografia:** NOVAES, A. G. Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição. 2. ed. Editora Campus, 2004; BALLOU, R. *Business logistics management*. 5. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2003; STEVENSON, W. J. *Operations management*. 7 ed. New York: McGraw-Hill, 2002.

**MB-110/2008 - 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. Estimção 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-207/2008 - 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-217/2008 – Análise de Decisão Sob Incerteza**

*Requisito recomendado:* MOQ-12 ou MOQ-13. Horas Semanais: 3-0-0. Visão geral de técnicas quantitativas de apoio à tomada de decisão, com ênfase às situações que envolvem incertezas ou riscos. Revisão de teoria das probabilidades: esperança, variância, eventos condicionados, teoremas de Bayes. Árvores de decisões; perfis de risco; análise de sensibilidade. Teoria da utilidade. Valor esperado da informação e da experimentação. Compartilhamento de risco. Decisões em grupo. Considerações com múltiplos critérios: metodologia AHP. Técnicas de formação de portfólio para redução de risco. Introdução a processos Markovianos de Decisão. Análise de decisões por simulação estocástica. Elementos da teoria dos jogos. **Bibliografia:** BECKMAN, R. O.; COSTA NETO, P. L. O. *Análise estatística da decisão*. São Paulo: Edgard Blücher., 1993; CLEMEN, R. T.; REILLI, T. *Making hard decisions with decision tools suite*. 1 ed. [S. I.]: Duxbury Press, 2001; GOMES, L. F. A. M., ARAYA, M. C. G., CARIGNANO, C. *Tomada de decisões em cenários complexos*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

### **MB-218/2008 – Métodos Probabilísticos Aplicados em Logística**

*Requisito Recomendado:* MB-217. *Requisito Exigido:* MOQ-13 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-4. Problema de planejamento de estoque para um único período (problema do jornaleiro). Técnica da simulação para descrever efeitos de decisões em problemas de decisão sob risco. Recordação sobre processos markovianos. Introdução aos processos markovianos de decisão (PMD). Técnicas de solução de PMD: programação dinâmica e programação linear. Problemas de estoques em múltiplos períodos: lote econômico para o caso determinístico e variações. Políticas de estoque, com revisão contínua (s, S). Processos de filas markovianas MM1. Filas não markovianas e em redes. Aplicações em controle estatístico de qualidade e confiabilidade de sistemas. Aplicações em teoria das opções e opções reais. **Bibliografia:** ROSS, Sheldon M. *Applied Probability Models with Optimization Applications*. Holden-Day San Francisco- USA, 1970; HOWARD, Roland A. *Dynamic Programming and Markov Processes*. MIT Press, Boston, 1960; BAHT, U. N., Miller, G.K. *Elements of Applied Stochastic Processes*. Wiley Series in Probability and Statistics. 2002.

### **MB-231/2008 - 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-235/2008 - 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-236/2008 - 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-238/2008 - 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 distintas. 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-239/2008 - 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-250/2008 - 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-262/2008 - 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-266/2008 - 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 precípuos (problema do jornalista). 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-280/2008-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*. 10ª 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-290/2008 - 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-291/2008 - 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-292/2008 - 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-293/2008 – 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-294/2008 – 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-300/2008 - 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-200/2008 - 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-201/2008 - 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-202/2008 – 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-203/2008 - 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-204/2008 – Transferência de Calor Aplicada**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-3. Fundamentos. Condução: equações, condições de contorno, ferramentas computacionais e aplicações. Convecção: equações, condições de contorno, ferramentas computacionais e aplicações. Radiação: equações, ferramentas, computacionais e aplicações. Aplicações: trocadores de calor, resfriamento de componentes eletrônicos. **Bibliografia:** INCROPERA, F.P. e DEWITT, D.P., fundamentos de transferência de calor e de massa, 5 ed, LTC Editora, RJ, 2003; JIJI, L.M., *Heat transfer Essentials*, A textbook, Begell House, New York, 1998; VERSTEEG, H.K. e MALALASEKERA, W., *Na introduction to computational fluid dynamics*, Prentice Hall, New York, 1995.

### **ME-205/2008 - 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-206/2008 - 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-207/2008 - 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-208/2008 – 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-209/2008 – Termodinâmica Aplicada**

*Requisito recomendado:* ME-200. *Requisito exigido:* MEB-01 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-3. Introdução. Relações termodinâmicas: eq. de Clapeyron, relações de Maxwell, comportamento de gases reais, variações de entalpia e entropia a temperatura constante. Introdução à combustão. Escoamento compressível: estagnação, conservação da quantidade de movimento, velocidade do som, escoamento em bocal e difusor. Ciclos motores e de Refrigeração. **Bibliografia:** Borgnakke, C., Wylen, G.J. e Sonntag, R., *Fundamentos da Termodinâmica*, Edgard Blucher, São Paulo, 2003; Bejan, A., *Advanced Engineering Thermodynamics*, 2ª ed., John Wiley & Sons, New York,

1997; Zemansky, M.W., Calor e Termodinâmica, 5ª ed., Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1978.

### **ME-210/2008 - 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-211/2008 – Turbo-Máquinas**

*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-212/2008 - Projeto de Turbo-Máquinas**

*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-214/2008 – Turbinas a Gás**

*Requisito recomendado:* ME-200 e ME211. *Requisito exigido:* não há. Horas Semanais: 3-0-6. Configurações de turbinas a gás. Considerações para seleção de turbinas a gás terrestres, marítimas e aeronáuticas. Projeto de turbinas aeronáuticas e considerações estratégicas. Seleção de turbinas a gás aeronáuticas militares. Disponibilidade e confiabilidade. Acompanhamento de desempenho e gerenciamento de riscos. Uso de combustíveis alternativos. Componentes de turbinas a gás. Desempenho dos ciclos termodinâmicos aplicáveis a turbinas a gás. **Bibliografia:** WALSH., P. P. e FLETCHER, P., *Gas Turbine Performance*, Blackwell Science, 1998; SARAVANAMUTTOO, H. I. H., ROGERS, G. F. C. e COHEN, H., *Gas Turbine Theory*, 5a. edição, Prentice Hall, 2001; SINGH, R., *Gas Turbine Application*, Cranfield University Handout, 2003.

### **ME-220/2008 – Tópicos Avançados em Desempenho de Turbinas a Gás**

*Requisito recomendado:* ME-210. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Desempenho no ponto de projeto. Desempenho fora do ponto de projeto. Geometria variável. Regime transitório. Princípios dos sistemas de controle de turbinas a gás. **Bibliografia:** P. P. Walsh e P. Fletcher, *Gás Turbine Performance*, Blackwell Science Ltd, London – UK, 1998; W.W. Bathie, *Fundamentals of Gás Turbines*, John Wiley & Sons, Inc. – U.S.A, 1996; H.I.H. Saravanamuttoo, G.F.C Rogers e H. Cohen, *Gás Turbine Theory*, Prentice Hall-UK, 2001.

### **ME-230/2008 - 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-232/2008 – 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-235/2008 - 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-240/2008 – Condução de Calor uma Abordagem Numérica**

*Requisito recomendado:* ME-204. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-3. Fundamentos. Formulação matemática: equações e condições de contorno. Abordagem numérica: volumes finitos e elementos finitos. Condução em regime permanente: uni, bi e tridimensional. Condução em regime transiente: uni, bi e tridimensional. Aplicações: barra de combustível de reator nuclear, aletas, coletor, solar, erro na medida de temperatura, tratamento térmico de metais, dissipadores de calor. **Bibliografia:** INCROPERA, F.P. e DEWITT, D.P., *Fundamentos de Transferência de calor e de massa*, 5 ed, LTC Editora, RJ, 2003; KAKAÇ, S e YENER, Y., *heat Conduction*, 3 ed, Taylor & Francis, Washington, 1993; VERSTEEG, H. K. e MALALASEKERA, W., - *An introduction to computational fluid dynamics*, Prentice Hall, New York, 1995.

### **ME-250/2008 - 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-254/2008 - 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-255/2008 - 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-termínicos: 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-256/2008 – Escoamento Turbulento em Meio Limpo e Poroso**

*Requisito recomendado:* ME-201 e ME-254. *Requisito exigido:* não há. Horas Semanais: 3-0-6. Revisão das equações de transporte da mecânica dos fluidos e da transferência de calor. Fundamentos da teoria da dupla-decomposição para turbulência em meios porosos. Média volumétrica e média temporal. Conceito de flutuação e desvio. O problema matemático na solução do escoamento turbulento em meio limpo e poroso. Comprimento de mistura de Prandtl. Modelos de zero e de uma equação. Tensões de Reynolds Microscópico e Macroscópico. O conceito de viscosidade turbulenta. Equação da energia cinética de turbulência. Lei da parede para variáveis médias e estatísticas. Modelos de baixo Reynolds. Modelos de duas equações: k- $\epsilon$ , K-l, k-w. 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. Equações macroscópicas do escoamento. Modelos para escoamento multicomponente e multifásico em meio poroso. Convecção natural em meio poroso. Características e comparações das diversas técnicas. **Bibliografia:** J.L LAGGE, DE LEMOS, M.J.S., NIELD, D., Modeling Turbulence in Porous Media, in Transport Phenomena in Porous Media II, Elsevier Science, Oxford, 2002; WARSI, Z.U.A., Fluid Mechanics – Theoretical and Computational Approaches, CRC Press, Boca Raton, 2d. 2000; DE LEMOS, M.J.S., Turbulence in Porous Media, Dept. de Energia IEME-ITA, 2002.

### **ME-260/2008 – Centrais Térmicas com Turbinas a Gás**

*Requisito recomendado:* ME-200 e ME211. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Desempenho de turbinas a gás em ciclos combinados, no ponto de projeto. Tecnologia de recuperadores de calor. Desempenho fora do ponto de projeto. Desempenho em regime transitório. Custos associados. Ciclos complexos. Utilização de turbinas a gás em usinas térmicas a vapor.

**Bibliografia:** MEHERWAN P. B., Handbook for Co-Generation and Combined Cycle Power Plants, ASME Publication, Out. 2001 (ISBN 0791801691); KEHLHOFER, R (editor) et al, Combined-Cycle Gas and Steam Turbine Power Plants, Pennwell Books, Jan 1999 (ISBN 0878147365); HORLOCK, J. H., Combined Power Plants, Krieger Publishing Co., Nov. 2001 (ISBN 1575241978).

### **ME-280/2008 – Transferência de Calor em Turbinas a Gás**

*Requisito recomendado:* ME-201, ME-202, ME-211. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-0. Transferência de calor em turbinas a gás. Impacto de temperatura máxima de ciclo no desempenho do motor. Perdas aerodinâmicas causadas por resfriamento de componentes de turbinas a gás, Camada limite sobre pás de turbinas. Transição para escoamento turbulento em passagens entre pás. Camada limite não estacionária. Métodos de resfriamento de componentes de turbinas a gás. Transferência de calor em discos rotativos. Transferência de calor em câmaras de combustão. Métodos computacionais aplicados a refrigeração de turbinas a gás. **Bibliografia:** Schlichting, H. (1979). Boundary Layer Theory, 7 th ed. McGraw Hill; Daniels, L. C. (1979). Film Cooling of Gás Turbine Blades, PhD. Thesis, Oxford university; Minnowbrook III. 2000 Workshop on Boundary Layer Transition and unsteady Aspects of Turbomachinery Flows. NASA CP 2001-210888, April 2002.

### **ME-290/2008 - 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 committe 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.

### **MOQ-13/2008 – Probabilidade e Estatístico Nivelamento**

Requisitos: MAT-21 e MAT-26. Horas semanais: 3-0-6. Conceitos clássico e freqüentista de probabilidade. Probabilidade condicional e independência de eventos. Teoremas de Bayes e da probabilidade total. Variáveis aleatórias discretas e contínuas. Funções massa, densidade, e distribuição acumulada. Valor esperado e variância. Desigualdades de Markov e Tchebyshev. Variáveis aleatórias discretas: Bernoulli, Binomial, Geométrica e Poisson. Variáveis aleatórias contínuas: Exponencial negativa, Normal e Weibull. Momentos, função geratriz de momentos. Funções de variáveis aleatórias. Variáveis aleatórias conjuntas, função distribuição conjunta e marginal. Independência estatística; Covariância e Coeficiente de Correlação. Amostras aleatórias. Teoremas do limite central. Estimação pontual de parâmetros. Método dos momentos e da máxima verossimilhança. Variáveis aleatórias Qui-quadrado, t de Student e F de Snedecor. Intervalos de confiança. Testes de hipótese unidimensionais. Teste de hipótese entre parâmetros de populações distintas.

**Bibliografia:** Rheinfurth, M.H. & Howell, L.H., *Probability and Statistics in Aerospace Engineering*, Marshall Space Flight Center, Alabama, 1998; Devore, J.L., *Probability and Statistics for Engineering and the Sciences*, 5a. Ed., Duxbury Press, 1999; Ross, M.S., *Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, 2a.Ed., Harcourt / Academic Press, 1999.

### **MP-176/2008 – 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-204/2008 – Mecânica dos Materiais Compósitos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Introdução aos materiais compósitos: classificação, anisotropia, homogeneidade. Processos de fabricação de estruturas de materiais

compósitos. Comportamento elástico de uma lâmina unidirecional. Comportamento elástico de laminados multidirecionais. Resistência de lâminas unidirecionais. Critérios de falha para lâminas e laminados. Análise termoelástica de laminados. Efeito das tensões residuais térmicas. Métodos de caracterização experimental e teste de materiais compósitos. Resistência de laminados na presença de concentradores de tensão. Juntas mecânicas e juntas coladas. Aplicações de materiais compósitos em estruturas aeronáuticas. **Bibliografia:** DANIEL, I. M.; ISHAI, O. *Engineering mechanics of composite materials*. Oxford: University Press, 1994; REIFSNIDER, K. L.; Case, S. W. *Damage tolerance and durability of materials systems*. New York: John Wiley, 2002; JONES, R. J. *Mechanics of composite materials*. 2 ed. New York: Taylor & Francis, 1998.

### **MP-210/2008 – 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 controle algorítmico integrado; sensores, microprocessadores e microcontroladores, circuitos de interfaceamento digital. Introdução à 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-215/2008 - 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, *brainstorming* 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, Berlin, 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-223/2008 – 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-225/2008 – 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, sensoramento táctil ativo, sensoramento 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-230/2008 – 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 Jabobianas. 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-234/2008 – Sensores e Transdutores**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-1-4. Sistemas de medição e aplicações em controle e análise experimental em engenharia. Classificações de sensores e transdutores. Configuração generalizada e elementos funcionais de um sistema de medição. Características de desempenho estáticas e dinâmicas de transdutores e sistemas de medições. Processo de calibração estática e análise de incertezas nas medições. Resposta de um instrumento a entradas padrões: periódicas, transitórias e aleatórias. Introdução a análise espectral e resposta em frequência ideal. Transdutores e sistemas de condicionamento de sinais; amplificação, filtragem e ruído. Transdutores de força, pressão, aceleração, deslocamento, velocidade e fluxo. Transdutores de temperatura fundamentos de sensores e transdutores ópticos. Conversores A/D e D/A. Sistemas de aquisição de dados e transmissão de dados em instrumentação. **Bibliografia:** WEBSTER, J.G. (Editor), *Measurement, Instrumentation and Sensors*, Capman and Hall/CRC netBase, 1999; BENTLEY, J.P., *Principles of Measurement Systems-2ª* edition, John Wiley, New York, 1988; DOEBELIN, E.O., *Measurement systems: application and design*, 3<sup>rd</sup> edition, McGraw-Hill, New York, 1983.

### **MP-236/2008 – Sistemas Mecatrônicos de Tempo Real**

*Requisito recomendado:* MP-234. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Caracterização de sistemas mecatrônicos de tempo real: entradas, saídas, sensores e atuadores. Ambiente de tempo real e arquitetura de sistemas de tempo real. Tempo global: medidas e sincronização. Modelagem de sistemas mecatrônicos de tempo real. Entidades e imagens de tempo real. Tolerância a falhas. Comunicação em tempo real. Protocolos de tempo real: Time-Triggered Protocol. Sistemas operacionais de tempo real. Projetos de sistema mecatrônicos de tempo real. Aplicações automotivas e aeroespaciais. **Bibliografia:** KOPETZ, H. *Real-Time Systems – Design Principles for Distributed Embedded Applications*, Dordrecht: Kluwer Academic Pub, 338p., 1997; LIU, J.W.S. *Real-Time Systems*, London: Prentice-Hall International Limited, 610p., 2000; BUTTAZO, G. *Hard Real-Time Computing Systems: Predictable Scheduling Algorithms and Applications*, London: Springer, 2ed., 444p., 2005.

### **MP-237/2008 – Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-5. Fundamentos em metrologia: definições gerais; unidades de medida e padrões internacionais; princípios básicos; erros de medição; sistemas de

medição; calibração de sistemas de medição; resultados de medições diretas; resultados de medições indiretas; propagação de incertezas. Metrologia industrial: controle de qualidade; seleção de sistemas de medição; confiabilidade de processos na indústria. Instrumentos para medição: medidores de deslocamento, projetor de perfil, instrumentos auxiliares, medição de rugosidade, sistemas de medição por coordenadas, medição a laser. Tópicos de projeto: tolerâncias e ajustes; tolerância geométrica; acabamento superficial; GD & T (gerenciamento de tolerâncias e dimensionamento geométrico). **Bibliografia:** ALBERTAZZI, A. *Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial*. [S.l.]: Ed. Manole, 2005; DOEBLIN, E. O. *Measurements Systems: Application and Design*. New York: McGraw Hill, 2003; DRAKE, P. J. *Dimensioning and tolerancing handbook*. New York: McGraw Hill, 1999.

### **MP-239/2008 – Projeto e Análise de Experimentos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Introdução ao projeto de experimentos: estratégia de experimentação, princípios básicos e aplicações típicas, técnicas estatísticas em experimentação, limites de tolerância, teste de hipótese. Comparação simples de experimentos: conceitos estatísticos básicos, inferências na média e na variância, intervalo de confiança. Experimentos de fator simples: análise de variância (ANOVA), análise de modelos fixos, verificação de adequação do modelo, modelo de efeitos aleatórios, escolha do tamanho da amostra, ajuste de curvas de resposta, técnica de regressão, métodos não paramétricos, análise de covariância. Projetos de experimentos: blocos aleatórios, quadrados latinos e fatoriais. Projeto fatorial de dois fatores, fatoriais  $2^k$ , fatorial fracionário de dois níveis, fatorial fracionário de três níveis e níveis mistos. Modelos de ajuste de regressão: modelo de regressão linear, estimativa de parâmetros, intervalo de confiança, previsão de respostas. Introdução ao método de superfícies de respostas, contribuição das técnicas de Taguchi para o projeto de experimentos e engenharia da qualidade. **Bibliografia:** MONTGOMERY, D. C. *Design and analysis of experiments*, New York, NY: John Wiley & Sons, 6. ed., 660p., 2004; CALEGARE, A.J.A. *Introdução ao delineamento de experimentos*, São Paulo: Edgard Blücher, 2. ed., 2140p., 2001; FIOD Neto, M. *Taguchi e a melhoria da qualidade: uma revisão crítica*, Florianópolis: Editora da UFSC, 92p., 1997.

### **MP-242/2008 - 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-260/2008 – Modelagem e Análise de Sistemas a Eventos Discretos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-4. Introdução e motivação para modelagem. Classificação e caracterização de sistemas em dirigidos a eventos discretos, de variáveis contínuas, e híbridos. Principais técnicas de modelagem. Autômatos finitos: modelo básico, temporizado e para sistemas híbridos. Redes de Petri: redes ordinárias, temporizadas, de alto nível e para sistemas híbridos. Técnicas para construção de modelos. Análise de modelos em redes de Petri por simulação. Propriedades das redes de Petri e análise formal. Aplicações na área de sistemas de produção industriais e sistemas aeronáuticos.. **Bibliografia:** CARDOSO, J.; VALETTE, R. *Redes de Petri*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1997; PETERSON, J. L. *Petri net theory and the modelling of systems*. , Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1981; MIYAGI, P. E. *Controle programável: fundamentos do controle de sistemas a eventos discretos*. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

#### **MP-271/2008 – Modelagem e Identificação de Sistemas Dinâmicos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Modelagem generalizada de sistemas físicos. Sistemas a parâmetros concentrados e distribuídos. Discretização de modelos de sistemas físicos. Solução de modelos para excitações deterministas e aleatórias. Simulação digital de sistemas dinâmicos. Métodos teóricos de modelagem de sistemas: métodos variacionais e grafos de ligação. Métodos experimentais de identificação de sistemas: regressão múltipla, métodos de mínimos quadrados e testes de sinais aleatórios. Métodos clássicos de identificação de sistemas: resposta em frequência, deconvolução da resposta impulsiva. Identificação paramétrica e não-paramétrica. Modelagem estocástica de sistemas dinâmicos. Aplicações em sistemas eletrohidráulicos, sistemas eletromecânicos, e sistemas termohidráulicos. **Bibliografia:** DOEBELIN, E.O., *System modeling and response: theoretical and experimental approaches*, John Wiley, New York, 1980; WELLSTEAD, P.E., *Introduction to physical system modelling*, Academic Press, New York, 1979; SINHA, N.K. & KUSZTA, B., *Modeling and identification of dynamic systems*, Van Nostrand, Reinhold Co., New York, 1983.

#### **MP-275/2008 – 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-276/2008 – 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. Modleos 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-280/2008 – 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-283/2008 - 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-284/2008 – 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-291/2008 – 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-297/2008 - 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-300/2008 – Seminário de Tese**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 1-0-1. 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-101/2008 - 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-102/2008 - 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-200/2008 – Tecnologia Básica de Vácuo**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 2-0-4. Gases e escoamento. Bombas. Manômetros e fluxômetros. Materiais para câmara de vácuo. Câmaras de vácuo: sistemas básicos, acessórios e componentes. Dessorção de gases, limpeza e purga, vazamentos. Considerações básicas de projetos. Segurança no uso de vácuo. Analisadores de gases residuais. Sistemas de baixo e médio vácuo. Sistemas de alto vácuo. **Bibliografia:** Harris, N.S.. *Modern Vacuum practice*. Ed. McGraw-Hill, Londres-RU, 1989; O'Hanlon, J.F. *A user's guide to vacuum technology*. John Wiley & Sons, New York-USA, 1989; Hoffmann, D.M. Bawa Sigh, John R. Thomas III. *Handbook of vacuum science and technology*. Academic Press, San Diego-USA, 1997.

### **MT-208/2008 - 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-209/2008 - 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-211/2008 - 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-220/2008 – Usinagem com Geometria Definida**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-1-4. Introdução, precisão dimensional e tecnologia de medição. Fundamentos de usinagem, definições, noções sobre geometria, materiais de ferramenta. Meios lubri-refrigerantes. Usinabilidade/critérios de usinabilidade. Usinabilidade dos diferentes materiais. Determinação das condições econômicas de usinagem. Tópicos de Torneamento, Fresamento e Furação. **Bibliografia:** KOENIG, F.; WEINGARTNER, W. L.; SCHROETER, R. B. *Tecnologia de usinagem com ferramentas de corte de geometria (Apostila)*. Florianópolis: UFSC, 2002; MACHADO, A. R.; SILVA, M. B. *Usinagem dos metais (Apostila)*. Uberlândia - MG : EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 1994, v.1. 224p.

### **MT-231/2008 - 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-233/2008 - 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 eutéticas. 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-242/2008 – Solidificação de Metais e Ligas Metálicas**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas Semanais: 3-0-6. Técnicas experimentais usadas no estudo da solidificação. Princípios fenomenológicos. Nucleação. Solidificação unidirecional. Crescimento de metais puros. Crescimento de ligas monofásicas. Conceito de super-resfriamento constitucional. Rejeição do soluto. Crescimento dendrítico, eutético e peritético. Análise da transmissão de calor em sistema metal-molde e sua aplicação no projeto de lingoteiras. Controle da estrutura de lingotes; origens de zonas "chill", colunar e equiaxial. Métodos de controle da estrutura. Defeitos da estrutura. Macro e microsegregação. Aplicações na tecnologia industrial: lingotamento e fundição. **Bibliografia:** CHALMERS, B., *Principles of Solidification*, John Wiley, New York, 1964; FLEMMINGS, M.C., *Solidification processing*, McGraw-Hill, New York, 1974; OLMO, A., *The solidification of metals*, Chijin Shokan, Tokyo, 1975.

## **MT-249/2008 - 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-255/2008 – Usinagem de Superfícies Complexas**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 2-3-6. Características significativas de processo para a determinação da fabricação. Exigências de precisão dimensional, erros geométricos de fabricação. Tipos de máquinas-ferramentas, de dispositivos de fixação e de ferramentas de corte. Características dos processos de prototipagem rápida, ferramenta rápida, fresamento, com uma maior ênfase, e eletroerosão. Planejamento, programação e fabricação de uma superfície complexa, com base nos conhecimentos adquiridos ao longo da disciplina. **Bibliografia:**

GOMES, J. O. *Fabricação de superfícies de forma livre por fresamento no aço temperado ABNT 420, na liga de alumínio AMP8000 e na liga de Cobre Cu-Be*. 2001. 150 fls. Tese (Doutorado) - UFSC-Brasil/RWTH-Aachen, Alemanha, 2001; AMORIM, F. L. *Tecnologia de eletroerosão por penetração da liga de alumínio AMP8000 e da liga de cobre Cu-Be para ferramentas de moldagem de materiais plásticos*. 2002. 156fls. Tese (Doutorado) - UFSC-Brasil/RWTH-Aachen, Alemanha, 2002; EVERSHEIM, W.; KLOCKE, F. *Werkzeugbau mit Zukunft (Strategie und Technologie)*. Berlin: Springer-Verlag, 1999. 357 pg. ISBN 3-540-62651-4.

### **MT-258/2008 - 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 estricção 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-259/2008 - 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-270/2008 - 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-281/2008 - 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-282/2008 - Materiais Cerâmicos Magnéticos**

*Requisito recomendado:* MT-281. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Propriedades elétrica e magnéticas de materiais: conceitos básico, condução elétrica, condução iônica e eletrônica em cristais, resistividade elétrica, semicondutores, cerâmicas policristalinas, diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo, antimagnetismo, curvas de histerese, materiais cerâmicos moles e duros, permeabilidade, domínios magnéticos de materiais cerâmicos. Ferritas: Spinélio, hexagonais e “garbet”. Fabricação de ferritas: processamento, sinterização, sensores magnéticos, efeitos térmicos. Aplicação das ferritas: baixas frequências, microondas, setores aeroespacial e aeronáutico. **Bibliografia:** FLINN, R. A.; TROJAN, P. K. *Engineering materials and their applications*. New York: John Wiley & Sons, 1995; Buchanan, R. C. (Ed). *Ceramic materials of electronics: processing, properties and applications*. 2 ed., New York: Marcel Dekker, 1991. 522p.; CALLISTER JR, W.D. *Materials science and engineering: na introduction* 5<sup>th</sup>. Ed., New York: John Wiley & Sons, 2001. 210 p.

### **MT-283/2008 – Diagramas de Fases em Materiais Metálicos/Cerâmicos**

*Requisito recomendado:* MT-231. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Regra das fases: definições e conceitos elementares, dedução das regras das fases, determinação experimental das relações de equilíbrio de fases. Sistemas de um componente: o princípio de Le Chatelier, sistemas hipotéticos, sistema carbono, sistema sílica. Sistemas de dois componentes: regra da alavanca, binários sem soluções sólidas, binários eutéticos, imiscibilidade líquida, sistemas peritéticos, monotéticos, sintéticos, fusão congruente, fusão incongruente. Determinação de diagramas de equilíbrio: métodos experimentais, cálculos termodinâmicos. Diagramas ternários: métodos de determinação da composição, seções isopléticas em diagramas ternários, reações peritéticas e eutéticas durante o resfriamento, linhas de Alkemade. **Bibliografia:** Risbud, S. H., Bergeron, G. C., *Introduction to phase equilibria in ceramics*, The American Ceramic Society, 1984; Rhines, F. H., *Phases diagrams in metallurgy: Their development and applications*, McGraw-Hill, New York, 1956; Segadães, A. M., *Diagramas de fases: Teoria e aplicação em cerâmica*, Edgard Blucher Ltda., São Paulo, 1987.

### **MT-287/2008 - 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-289/2008 – Processamento Laser de Materiais**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* Não há. Horas semanais: 3-0-6. Este curso visa a formação de profissionais habilitados ao uso da tecnologia laser na manufatura. Serão abordados os aspectos fundamentais da tecnologia (princípios de óptica e radiação, tipos de lasers e fundamentos de operação, parametrização dos lasers, interações laser-matéria), as aplicações industriais (tratamentos de superfície, corte e furação, soldagem, aspectos metalúrgicos da soldagem, prototipagem rápida, aplicações laser em engenharia, aplicações laser em outras áreas, novos desenvolvimentos) e o gerenciamento da manufatura assistida por laser (aspectos econômicos do processo, aquisição de workstations, consumíveis, segurança operacional). **Bibliografia:** W.M. Steen, LASER MATERIAL PROCESSING, Springer Verlag, 2a. edição, 1998. J.F. Ready, INDUSTRIAL APPLICATIONS OF LASERS, Academic Press, 2a. edição, 1997. A. M. Prokhorov, V.I. Konov, I. Ursu, I.N. Mihailescu, LASER HEATING OF METALS, Adam Hilger Series on Optics and Optoelectronics, 1990. D. Belforte (editor), INDUSTRIAL LASERS SOLUTIONS (<http://ils.pennnet.com/home.cfm>), Pennwell, versão online. M.S.F. Lima (coordenador), LASER MATERIALS PROCESSING VIRTUAL FORUM (<http://w3.cetem.gov.br/imaac/forums.html>), UNIDO, versão online. L. Boehs (coordenador), CIMM-CENTRO DE INFORMAÇÃO METAL MECÂNICA (<http://www.cimm.com.br>), Depto. Eng. Mecânica – UFSC, versão online.

### **MT-292/2008 – Materiais com Efeito de Memória de Forma**

*Requisito recomendado:* MT 299 – Transformações Martensíticas e MT-233 - Transformações de Fase em Metais e Ligas Metálicas Sólidas. *Requisito exigido:* MT-231 - Metalurgia Física. Horas semanais: 3-4-6. Revisão sobre os principais tipos de transformação martensítica. Efeito de memória de forma e pseudoelasticidade. Ligas com efeito de memória de forma: processos de fabricação, características e aplicações. Projetos. **Bibliografia:** OTSUKA, K.; WAYMAN, C. M., *Shape memory materials*, Cambridge University Press, Cambridge, 1998; OTSUKA, K; REN, X., *Physical metallurgy of Ti–Ni-based shape memory alloys*, Progress in Materials Science, 50 (2005) 511–678; FUNAKUBO, H., *Shape memory alloys*, Gordon and Breach Science Publishers, 1987.

### **MT-293/2008 - 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-294/2008 – Tecnologia dos Aços e Ligas Especiais**

*Requisito Recomendado:* não há. *Requisito Exigido:* MT 101 ou Curso de Engenharia de Materiais ou Metalúrgica. Horas semanais:3-0-4. Sistema Fe-C; Decomposição da Austenita e Curva TTT; Tratamentos Térmicos, Tratamentos Termoquímicos; Influência dos Elementos Químicos nos Aços; Metais e Ligas Especiais. **Bibliografia:** da Costa e Silva, A. L. e Mei, P. R., *Aços e ligas especiais*, Editora Edgar Blücher, 2ª Edição, 2006; Krauss, G., *Steels: Heat treatment and processing principles*, ASM International, 1989.

### **MT-299/2008 - 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-302/2008 - 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-310/2008 - 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.

## 6. ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO - PG/EEC

### 6.1 Objetivos do PG/EEC

O Programa de Engenharia Eletrônica e Computação PG/EEC têm como objetivo a formação de profissionais nos níveis de mestrado e doutorado, para atuarem em ensino, pesquisa e desenvolvimento, dotando seus alunos com formação acadêmica sólida nas áreas de conhecimento da Eletrônica e Computação. No PG/EEC são estudadas e desenvolvidas técnicas que possam contribuir para o estabelecimento de tecnologias adequadas à realidade brasileira, com ênfase em aplicações no Setor Aeroespacial.

O PG/EEC tem a sua infra-estrutura laboratorial e a maior parte do seu corpo docente vinculados à Divisão de Engenharia Eletrônica e à Divisão de Ciência da Computação. As atividades de ensino e pesquisa estão divididas em cinco áreas de concentração:

- **Dispositivos e Sistemas Eletrônicos - PG/EEC-D**

A área de Dispositivos e Sistemas Eletrônicos concentra as suas atividades na realização de circuitos e sistemas eletrônicos, analógicos e digitais e de sistemas computacionais.

- **Informática - PG/EEC-I**

Tem como objetivo capacitar o pós-graduando a estabelecer contato com o estado-da-arte em Ciência da Computação, habilitando-o a desenvolver projetos utilizando Sistemas de Computação. As atividades realizadas pelo PG/EEC-I freqüentemente têm característica multidisciplinar, e abrangem pesquisas em Engenharia de Software (Hipermídia, Gerência e Qualidade), Sistemas Inteligentes (Aplicações de Inteligência Artificial, Robótica, Sistemas Adaptativos), Processamento do Conhecimento, Simulação (Modelagem e Implementação de Modelos de Simulação Discreta, Realidade Virtual), Processamento Distribuído, Informática na Educação (Trabalho Cooperativo, Sistemas Tutores Inteligentes) e Otimização Combinatória (Pesquisa Operacional).

- **Microondas e Optoeletrônica - PG/EEC-M**

Os enfoques desta área são aplicações aeroespaciais que utilizam dispositivos eletroópticos e acustoópticos, além de instrumentação a laser e dispositivos à fibra de óptica integrada. Adicionalmente, dentro da mesma linha de atuação, também são desenvolvidas pesquisas em meios complexos e eletromagnetismo aplicado. A tendência é o desenvolvimento e montagem de sistemas para sensores e sistemas para aplicações aeroespaciais, caracterização em materiais em microondas, dispositivos a ferrite, óptica integrada e dispositivos a fibra óptica. Por fim, a área está aberta para o estudo de novas técnicas, tais como micromáquinas e *photonic bandgap materials*.

- **Sistemas e Controle - PG/EEC-S**

Esta área abrange tanto aspectos da Teoria de Controle quanto as suas aplicações, notadamente nos setores industrial e aeroespacial. Busca-se assim estabelecer fortes vínculos entre os resultados de natureza científica com os de cunho tecnológico, muitas vezes mediante o envolvimento de parceiros industriais. As atividades desta área são particularmente beneficiadas pela proximidade de um parque aeroespacial, além de diversas indústrias de ponta em outros campos. Vale ressaltar ainda a cooperação existente com os grupos de mecatrônica e robótica da Divisão de Engenharia Mecânica-Aeronáutica do ITA, com pesquisadores no campo de Mecânica do Vôo, da Divisão de Engenharia Aeronáutica do ITA, e também com as equipes de Computação Aplicada e Dinâmica Orbital do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Também têm sido realizados desenvolvimentos industriais no campo biomédico.

- **Telecomunicações - PG/EEC-T**

A área desenvolve atividades de ensino e pesquisa correlatas aos seguintes tópicos: antenas de microfita, projeto de antenas, rede de antenas e circuitos passivos em microfita, propagação em meios naturais, comunicações digitais, comunicações seguras, teoria da informação, compressão de dados e imagens, estimação bayesiana aplicada a processamento de sinais com aplicações em rastreamento de alvos, telecomunicações e robótica; modelos estatísticos para processamento de imagens; detecção distribuída e fusão de sensores, processamento de sinais de Radar; geração e processamento de imagens de Radar de Abertura Sintética (SAR), interferometria; polarimetria e sensoriamento remoto com Radar de Abertura Sintética, comunicação navegação e vigilância por satélites (CNS-S), redes aeronáuticas ATN (*Air Traffic Management*), redes de computadores; mobilidade e multimídia na Internet; segurança e gerenciamento de redes de computadores.

## **6.2 Linhas de Pesquisa do PG/EEC**

As linhas de pesquisa são relacionadas a seguir por Área de Concentração. Alguns tópicos dessas linhas podem ser pertinentes a mais de uma área, pois são abordadas de acordo com a ênfase da aplicação.

### **6.2.1 Dispositivos e Sistemas Eletrônicos - PG/EEC-D**

- Circuitos de Eletrônica Aplicada; e
- Sistemas Digitais.

### **6.2.2 Informática - PG/EEC-I**

- Engenharia de Software;
- Informática na Educação;

- Inteligência Artificial;
- Métodos Formais;
- Otimização Combinatória;
- Segurança em Informática; e
- Simulação e Processamento Distribuído.

### **6.2.3 Microondas e Optoeletrônica - PG/EEC-M**

- Dispositivos Eletroópticos e Acustoópticos;
- Microondas e Optoeletrônica para Aplicações Operacionais; e
- Circuitos de Microondas e Eletromagnetismo Aplicado.

### **6.2.4 Sistemas e Controle - PG/EEC-S**

- **Controle de Sistemas Aeroespaciais; e**
- Controle de Sistemas Industriais.

### **6.2.5 Telecomunicações - PG/EEC-T**

- Teoria e Sistemas de Comunicação,
- Processamento de Sinais e Imagens; e
- Antenas e Propagação.

## **6.3 Corpo Docente do PG/EEC**

### **6.3.1 Corpo Docente Efetivo**

Adilson Marques da **Cunha**, D. Sc., George Washington Univ., 1987.  
Inteligência Artificial; Engenharia de Software; Sistemas de Informação Computadorizados.  
(e-mail: [cunha@ita.br](mailto:cunha@ita.br))

Alberto José de **Faro** Orlando, Ph. D., Sheffield Univ., 1976.  
Dispositivos a Ferrites; Ondas Guiadas; Estruturas Periódicas; Circuitos de Microondas; Eletromagnetismo Aplicado.  
(e-mail: [faro@ita.br](mailto:faro@ita.br))

**Alessandro** Anzaloni, D. C., ITA, 1981.  
Redes de Computadores; Mobilidade e Multimídia na Internet; Segurança e Gerenciamento de Redes de Computadores.  
(e-mail: [anzaloni@ita.br](mailto:anzaloni@ita.br))

**Cairo** Lúcio Nascimento Júnior, Ph. D., UMIST, Inglaterra, 1994.  
Redes Neurais Artificiais e suas Aplicações em Controle; Filtragem Estocástica; Robótica; Teoria de Controle e suas Aplicações.  
(e-mail: [cairo@ita.br](mailto:cairo@ita.br))

**Carlos Henrique** Costa Ribeiro, Ph. D., Imperial College, 1998.

Robótica Móvel; Aprendizagem e Métodos Adaptativos; Inteligência Artificial; Otimização Combinatória.  
(e-mail: carlos@ita.br)

Carlos Henrique Quartucci **Forster**, D. Eng., UNICAMP, 2004.  
Visão Computacional; Computação Gráfica; Realidade Virtual; Inteligência Artificial.  
(e-mail: forster@ita.br)

Celso Massaki **Hirata**, Ph. D., Imperial College, 1995.  
Simulação Discreta; Processamento Distribuído; Processamento Paralelo.  
(e-mail: hirata@ita.br)

**Clovis** Torres Fernandes, D. C., PUC-RJ, 1992.  
Informática na Educação; Hiperídia e Trabalho Cooperativo;  
Desenvolvimento de Software Orientado a Objetos.  
(e-mail: clovis@ita.br)

**David** Fernandes, D. C., ITA, 1993.  
Processamento de Sinais de Radar; Rastreamento de Alvos; Processamento de Imagens Hiperespectrais; Geração e Processamento de Imagens de Radar de Abertura Sintética (SAR); Interferometria, Polarimetria e Sensoriamento Remoto com Radar de Abertura Sintética.  
(e-mail: [david@ita.br](mailto:david@ita.br))

**Duarte** Lopes de Oliveira, Dr. Eng., EPUSP 2004.  
Circuitos Assíncronos; Síntese Lógica e Comportamental; Metodologias e Ferramentas CAD para Sistemas de Modo Misto (Módulos Síncronos e Assíncronos).  
(e-mail: [duarte@ita.br](mailto:duarte@ita.br))

Edgar Toshiro **Yano**, D. C., ITA, 1998.  
Engenharia de Software; Dependabilidade de Software; Gestão de Processos.  
(e-mail: [yano@ita.br](mailto:yano@ita.br))

**Elder** Moreira Hemerly, Ph. D., Imperial College, Inglaterra, 1989.  
Identificação; Controle Adaptativo; Robótica.  
(e-mail: [hemerly@ita.br](mailto:hemerly@ita.br))

Erico Luiz **Rempel**, D.C., INPE, 2003.  
Sistemas Dinâmicos Não-lineares; Caos.  
(e-mail: rempel@ita.br)

**Fabio** Carneiro Mokarzel, D.C., ITA, 1995.  
Processamento Paralelo; Compiladores.  
(e-mail: mokarzel@ita.br)

**Felipe** Afonso de Almeida, Ph. D., Univ. Kent at Canterbury, 1992.  
Arquitetura de Computadores, Processamento Paralelo; Sistemas de Informação.  
(e-mail: felipe@ita.br)

Fernando Toshinori **Sakane**, Ph. D., Loughborough Univ., 1978.  
Codificação Digital de Sinais; Processamento Digital de Sinais; Análise Espectral Digital.  
(e-mail: sakane@ita.br)

**Fernando Walter**, Ph. D., Stanford University, 1969.  
Sistemas de Comunicação, Navegação, Vigilância por Satélites - CNS-S e GPS; Propagação; Teoria de Códigos, Probabilidade e Processos Aleatórios, Ensino Auxiliado por Computador.  
(e-mail: fw2@ita.br)

**Gefeson** Mendes Pacheco, D.C., INPE, 1994.  
Dispositivos Optoeletrônicos; Processamento Óptico; Eletromagnetismo Aplicado.  
(e-mail: gpacheco@ita.br)

Ildefonso **Bianchi**, D. C., ITA, 2006.  
Antenas, rede de antenas e circuitos passivos em microfita. Métodos dos momentos para a análise de antenas de microfita em multicamadas. Aplicação de programação simbólica para síntese e análise de antenas e rede de antenas de microfita. Microondas.  
(e-mail: ibianchi@ita.br)

**Jackson** Paul Matsuura, D. C., ITA, 2006.  
Robótica; Redes Bayesianas; Detecção e Diagnóstico de Falhas em Sistemas Dinâmicos.  
(e-mail: jackson@ita.br)

Jacques **Waldmann**, Ph. D., Technion, Israel, 1992.  
Controle de Sistemas Aeroespaciais; Visão Computacional para Controle.  
(e-mail: jacques@ita.br)

**Jayr** de Amorim Filho, Dr. en Sc., Paris, 1994.  
Descargas Elétricas; Aplicações Tecnológicas de Plasmas.  
(e-mail: jayr@ita.br)

José Carlos da Silva **Lacava**, D.C., ITA, 1985.  
Teoria Eletromagnética; Dispositivos Passivos em Microfita; Antenas de Microfita.  
(e-mail: lacava@ita.br)

José **Edimar** Barbosa Oliveira, Ph. D., McGill Univ., 1986.  
Dispositivos Eletroópticos e Acustoópticos; Comunicações Ópticas;  
Instrumentação a Laser.  
(e-mail: [edimar@ita.br](mailto:edimar@ita.br))

José Maria **Parente** de Oliveira, D. C., ITA, 2003.  
Web Semântica; Informática na Educação; Métodos Formais; Engenharia de  
Software.  
(e-mail: [parente@ita.br](mailto:parente@ita.br))

Karl Heinz **Kienitz**, Dr. Sc. Techn., Eidgenössische Technische Hochschule  
(ETH) Zürich, Suíça, 1990.  
Controle Robusto; Controle de Sistemas Aeroespaciais; Aplicações de Teoria  
de Controle; Conjuntos Nebulosos.  
(e-mail: [kienitz@ita.br](mailto:kienitz@ita.br))

Marcelo da Silva **Pinho**, Dr. Sc. PUC-RJ, 2000.  
Comunicação Digital e Processamento de Imagens; Teoria da Informação e em  
particular Codificação Universal; Compressão de Dados e Imagens e  
Codificação Conjunta Fonte-Canal.  
(e-mail: [mpinho@ita.br](mailto:mpinho@ita.br))

**Marcelo** Gomes da Silva **Bruno**, Ph. D., Carnegie Mellon University, 1998.  
Estimação Bayesiana Aplicada a Processamento de Sinais, em Particular,  
Hmms, MCMC; Filtros de Partículas; MRFS e Redes Bayesianas com  
Aplicações em Rastreamento de Alvos; Telecomunicações e Robótica;  
Modelos Estatísticos para Processamento de Imagens; Detecção Distribuída;  
Fusão de Sensores.  
(e-mail: [bruno@ita.br](mailto:bruno@ita.br))

**Marcelo** Marques, D.C., USP, 2005  
Semicondutores em Microondas e Optoeletrônica; Materiais; Dispositivos  
Fotônicos  
(e-mail: [mmarques@ita.br](mailto:mmarques@ita.br))

**Nei** Yoshihiro Soma, Ph. D., Sheffield Univ., 1992.  
Otimização Combinatória; Teoria da Computação; Autômatas Celulares.  
(e-mail: [nysoma@ita.br](mailto:nysoma@ita.br))

**Neusa** Maria Franco de Oliveira, D. C., ITA, 2003.  
Microprocessadores e Sistemas Digitais Aplicados em Controle.  
(e-mail: [neusa@ita.br](mailto:neusa@ita.br))

**Osamu** Saotome, Ph. D., Tokyo I. T., 1987  
Processamento Digital de Sinais; Comunicação Digital.  
(e-mail: [osaotome@ita.br](mailto:osaotome@ita.br))

**Paulo Marcelo** Tasinaffo, D. C., INPE, 2003.  
Inteligência Artificial; Redes Neurais Artificiais; Sistemas de Controle; Otimização de Sistemas Dinâmicos.  
(e-mail: [tasinafo@ita.br](mailto:tasinafo@ita.br))

Roberto **d'Amore**, D. C., ITA, 1998.  
Arquitetura de Sistemas Digitais Integrados; Circuitos para Controladores Nebulosos e Microeletrônica.  
(e-mail: [damore@ita.br](mailto:damore@ita.br))

Roberto **Kawakami** Harrop Galvão, D. C., ITA, 1999.  
Controle Preditivo; Processamento de Sinais; Identificação de Sistemas Empregando *Wavelets*.  
(e-mail: [kawakami@ita.br](mailto:kawakami@ita.br))

Sérgio Roberto Matiello **Pellegrino**, D. Eng., EPUSP, 1992.  
Modelagem de Sólidos; Realidade Virtual; Telepresença.  
(e-mail: [pell@ita.br](mailto:pell@ita.br))

**Takashi** Yoneyama, Ph. D., Imperial College, Inglaterra, 1983.  
Controle Ótimo; Controle Estocástico; Aplicações de Técnicas de Inteligência Artificial em Controle.  
(e-mail: [takashi@ita.br](mailto:takashi@ita.br))

Wagner **Chiepa** Cunha, Ph. D., Hiroshima Univ., 1987.  
Sistemas Digitais; Instrumentação; Microprocessadores.  
(e-mail: [chiepa@ita.br](mailto:chiepa@ita.br))

**Waldecir** João Perrella, D.C., ITA, 1985.  
Comunicações Digitais; Simulação de Sistemas de Comunicação; Telefonia Digital; Filtragem Adaptativa; Criptografia.  
(e-mail: [waldecir@ita.br](mailto:waldecir@ita.br))

### **6.3.2 Corpo Docente Colaborador**

**Irany** de Andrade Azevedo, L. Doc., EFEI, 1974.  
Confiabilidade; Manutenibilidade; Risco e Segurança em Sistemas Eletrônicos e Eletromecânicos.  
(e-mail: [irany@ita.br](mailto:irany@ita.br))

Luis Alberto **Vieira Dias**, Ph.D., Rice University, 1973  
Sistemas Embarcados de Tempo Real, Teste de Software, Simulação, Modelagem de Software.  
(e-mail: [vdias@ita.br](mailto:vdias@ita.br))

José **Silvério** Edmundo Germano, D.C., ITA, 1992.

Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem Aplicados ao Ensino de Ciências Exatas; Simulações de Sistemas Físicos; Ambientes de Ensino a Distância – ITA - Departamento de Física.  
(e-mail: silverio@ita.br)

Josiel Urbaninho de **Arruda**, Ph. D., Texas AM University , 2001.  
Dispositivos a Fibra Óptica; Sensores Ópticos; Geração e Detecção de Sinais Ópticos; Giroscópio a Fibra Óptica – IEAv/CTA.  
(e-mail: josiel@ieav.cta.br )

**Júlio César Lucchi**, D.C., ITA, 1999.  
Modelagem e Simulação de Circuitos Analógicos; Instrumentação Médica.  
(e-mail: jclucchi@ita.br)

Marcos Antonio **Ruggieri** Franco, D. Eng., EPUSP, 1998  
Teoria Eletromagnética; Optoeletrônica; Método dos Elementos Finitos – IEAv/CTA.  
(e-mail: marcos@ieav.cta.br)

**Vilson** Rosa de Almeida, Ph. D., Cornell University, 2004  
Optoeletrônica; Óptica Integrada; Fotônica em Silício; Sensores a Fibra Óptica – IEAv/CTA.  
(e-mail: vilson@ieav.cta.br)

## **6.4 Processo de Admissão no Programa**

O PG/EEC tem dois processos seletivos ao ano. O candidato inscreve-se em uma Área de Concentração no período de seleção estabelecido em calendário divulgado pela Divisão de Pós-Graduação. O processo de admissão consiste em análise curricular, avaliação do projeto de pesquisa, disponibilidade de dedicação ao curso e entrevista.

A escolha de uma Área de Concentração deve ser precedida de uma análise de cada área e suas linhas de pesquisa, uma vez que um determinado tópico de pesquisa pode ser abordado por várias Áreas de Concentração, de acordo com a ênfase da aplicação. É recomendável que o candidato, em caso de dúvida, contate o Coordenador da Área de Concentração à qual deseja se vincular. Uma vez aceito, o aluno deve requisitar matrícula na Área de Concentração escolhida, semestralmente (ver item 5.5.1).

## **6.5 Estrutura Curricular do PG/EEC**

### **6.5.1 Informações Gerais do PG/EEC**

O candidato aceito para uma determinada Área de Concentração deve incluir, na matrícula realizada semestralmente, uma proposta detalhada de Plano de Trabalho e Cronograma de Atividades, previamente definidos com um orientador acadêmico ou de tese do Curso. Deve também compor, de comum acordo com o orientador e o Coordenador da Área, um Programa de Estudos que compreenda um elenco de disciplinas e o tópico de tese, programa este que, no devido tempo, deverá ser submetido à aprovação de uma Comissão de Qualificação designada para elaborar sua análise e o respectivo parecer. Do elenco de disciplinas devem constar aquelas consideradas obrigatórias para a Área em questão, complementadas por disciplinas eletivas da Área. Além destas podem compor o programa disciplinas de outras áreas de concentração do Curso, de outros Cursos do ITA, e mesmo disciplinas de Cursos de outras Instituições. Disciplinas do Curso de Graduação em Engenharia poderão ser exigidas, em certos casos, para nivelamento. Os alunos do Curso de Pós-Graduação devem estar cientes de que a aprovação em uma disciplina não lhes garante os créditos automaticamente.

O conjunto de disciplinas e o tema de tese devem ser coerentes e aprovados pelo Coordenador da Área de Concentração e pelo Conselho da Pós-Graduação. O Programa de Estudos é complementado por um exame de proficiência em língua inglesa e pela defesa de tese.

Informações detalhadas podem ser obtidas no *site* da Pós-graduação.

### **6.5.2 Disciplinas do PG/EEC**

#### **6.5.2.1 Dispositivos e Sistemas Eletrônicos-PG/EEC-D**

##### **a) Disciplinas Obrigatórias**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
EA-252	Análise de Circuitos Eletrônicos Assistida por Computador	3
EA-253	Projeto em Eletrônica Aplicada	3
EA-283	Introdução aos Sistemas VLSI	3

**b) Disciplinas Eletivas**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
EA-124	Microprocessadores	2
EA-126	Circuitos de Interfaceamento Digital	2
EA-160	Confiabilidade de Sistemas Eletrônicos	2
EA-211	Teoria de Confiabilidade de Sistemas Eletrônicos	3
EA-254	Microcontroladores e Sistemas Embarcados	3
EA-266	Arquitetura de Computadores	3
EA-268	Processadores de Sinais Digitais	3
EA-273	Transformada de Wavelets Aplicada a Sinais	3
EA-275	Autenticação Biométrica Aplicada à Segurança de Informações	3
EA-276	Projetos de Filtros Ativos e de Filtros Digitais	3
EA-277	Linguagem VHDL - Descrição e Síntese de Circuitos Digitais	3
EA-278	Processadores Embarcados de Alto Desempenho	3
EA-279	Arquitetura de Computadores II	3
EA-281	Otimização de Circuitos Digitais	3
EA-282	Projeto de Circuitos Assíncronos	3
EA-307	Estudo dos Efeitos da Radiação em Circuitos Integrados e Desenvolvimento de Técnicas de Tolerância a Falhas de Efeito Transiente	
EA-500	Tese*	-
EA-600	Estágio Docência*	3
EA-601	Estágio Pesquisa *	3

**6.5.2.2 Informática - PG/EEC-I****a) Disciplinas Obrigatórias**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
<b>Mestrado:</b>		
CT-200	Fundamentos de Autômatas e Linguagens Formais	3
CT-234	Estrutura de Dados, Análise de Algoritmos e Complexidade Estrutural	3
CT-300	Seminário de Tese	1

**Doutorado:**

CT-208	Matemática da Computação	3
CT-300	Seminário de Tese	1

## **b) Disciplinas Eletivas**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
CC-222	Visão Computacional	3
CC-236	Modelagem de Simulação por Computadores	3
CC-237	Tópicos Avançados em Simulação	3
CC-238	Grafos e Otimização Combinatória	3
CC-270	Fundamentos de Comando e Controle	3
CC-282	Modelos de Computação Concorrente	3
CC-293	Tópicos em Computação Gráfica	3
CC-294	Síntese de Imagens	3
CC 295	Realidade Virtual e Interfaces Modernas	3
CE-220	Fundamentos de Engenharia de Software	3
CE-224	Programação Orientada a Objetos	3
CE-230	Qualidade, Confiabilidade e Segurança de Software	3
CE-235	Sistemas Embarcados de Tempo Real	3
CE-240	Projeto de Sistemas de Banco de Dados	3
CE-245	Tecnologia da Informação	3
CE-250	Construção de Compiladores	3
CE-260	Fundamentos de Especificação e Projetos Formais	3
CE-262	Ontologias e Web Semântica	3
CE-275	Sistemas Operacionais	3
CE-276	Programação para Internet	3
CE-277	Arquitetura de Software e Processos de Negócios	3
CE-278	Modelagem e Gestão de Processos	3
CE-279	Dependabilidade de Software	3
CE-280	Gerenciamento de Projetos de Software	3
CE-281	Segurança Lógica de Software	3
CE-285	Sistemas de Hiperídia	3
CE-286	Sistemas de Apoio ao Trabalho Cooperativo	3
CE-288	Programação Distribuída	3
CE-289	Ambientes Virtuais Distribuídos	3
CE-290	Mídia Digital Interativa	3
CE-292	Computação Social	3
CE-295	Segurança de Sistemas de Informação	3
CT-200	Fundamentos de Automata e Linguagens Formais	3
CT-201	Lógica para a Ciência da Computação	3
CT-202	Álgebra para Ciência da Computação	3
CT-205	Lógica da Incerteza	3
CT-215	Inteligência Artificial	3
CT-216	Estruturas de Integração Neuronal	3

CT-219	Fundamentos Computacionais de Robótica Móvel	3
CT-234	Estrutura de Dados, Análise de Algoritmos e Complexidade Estrutural	3
CT-235	Heurísticas e Metaheurísticas	3
CT-241	Introdução à Criptografia	3
CT-282	Tutores Inteligentes	3
CT-500	Tese	-
FH-200	Teorias de Aprendizagem	3
FM-201	Álgebra Linear Aplicada	3
FM-202	Corpos Finitos	3
XX-500	Tese*	-
XX-600	Estágio Docência*	3

### 6.5.2.3 Microondas e Optoeletrônica - PG/EEC-M

#### a) Disciplinas de Nivelamento

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
EC-107	Eletromagnetismo I	1
EC-108	Eletromagnetismo II	1

#### b) Disciplina Obrigatória

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
EC-212	Teoria Eletromagnética	3

#### c) Disciplinas Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
EC-175	Fundamentos de Engenharia Fotônica	2
EC-176	Processamento Óptico de Sinais	2
EC-213	Engenharia de Microondas	3
EC-214	Medidas em Microondas	3
EC-220	Fibras Ópticas: Teoria e Aplicações	3
EC-221	Dispositivos Eletroópticos e Acustoópticos	3
EC-225	Circuitos Integrados Ópticos	3
EC-240	Comunicações Ópticas	3
EC-241	Dispositivos Especiais em Fibra Óptica	3
EC-242	Métodos Analíticos em Fibra Óptica	3
EC-243	Óptica Não-Linear	3
EC-244	Análise de Guias de Microondas e Ópticos pelo Método	

	de Elementos Finitos	3
EC-263	Materiais Semicondutores em Microondas e Optoeletrônica	3
EC-266	Dispositivos a Semicondutores em Microondas e Eletroóptica	3
EC-273	Ondas Guiadas	3
EC-278	Circuitos Ativos em Microondas	3
EC-300	Métodos Numéricos em Microondas	1
EC-301	Seminário de Tese	1
EC-500	Tese*-	
EC-600	Estágio Decência*	3
EC-601	Estágio Pesquisa *	3

#### 6.5.2.4 Sistemas e Controle - PG/EEC - S

##### a) Disciplinas Obrigatórias

Sigla	Título	Crédito Máximo
-------	--------	----------------

##### Mestrado:

EE-205	Sistemas de Controle Automático	3
EE-301	Seminário de Tese	1

##### Doutorado:

EE-206	Teoria Matemática de Sistemas	3
EE-301	Seminário de Tese	1

##### b) Disciplinas Eletivas

Sigla	Título	Crédito Máximo
-------	--------	----------------

EE-104	Introdução à Teoria de Sinais e Sistemas	2
EE-204	Fundamentos de Controle Automático	3
EE-214	Inteligência Artificial em Controle e Automação	3
EE-240	Controle Tolerante a Falhas	3
EE-241	Introdução à Teoria e Aplicações de Sistemas Caóticos	3
EE-253	Controle Ótimo de Sistemas	3
EE-254	Controle Preditivo	3
EE-263	Controle Estocástico	3
EE-264	Controle Adaptativo	3
EE-273	Controladores Lineares Robustos	3

EE-280	Fundamentos de Engenharia Biomédica	3
EE-294	Sistemas de Pilotagem e Guiamento	3
EE-295	Sistemas de Navegação Inercial	3
EE-301	Seminário de Tese*	1
EE-500	Tese*	-
EE-600	Estágio Docência*	3
EE-601	Estágio Pesquisa *	3
FM-223	Tópicos Especiais em Dinâmica não linear	3

### 6.5.2.5 Telecomunicações - PG/EEC-T

#### a) Disciplinas Obrigatórias

Sigla	Título	Crédito Máximo
ET-300	Seminário em Telecomunicações e uma entre as três seguintes disciplinas :	1
ET-201	Análise de Desempenho de Redes de Dados	3
ET-236	Processos Estocásticos	3
ET-283	Circuitos Passivos em Microfita	3

**Obs:** Matérias de Graduação podem ser exigidas como Matérias de Nivelamento, dependendo da qualificação do candidato.

#### b) Disciplinas Eletivas

Sigla	Título	Crédito Máximo
ET-111	Antenas	2
ET-203	Mobilidade e Multimídia na Internet	3
ET-231	Teoria de Informação	3
ET-235	Codificação Digital de Sinais	3
ET-237	Processamento Estatístico de Sinais	3
ET-270	Filtragem Adaptativa	3
ET-273	Sistemas de Comunicações por Espalhamento Espectral	3
ET-274	Sistemas de Navegação por Satélites	3
ET-275	Teoria de Antenas	3
ET-276	Antenas Ativas	3
ET-277	Medidas em Antenas	3
ET-278	Redes de Antenas	3
ET-279	Antenas de Microfita	3
ET-280	Teoria de Propagação	3
ET-281	Simulação de Sistemas de Telecomunicações	2

ET-282	Irradiação e Espalhamento Eletromagnético	3
ET-283	Circuitos Passivos em Microfita	3
ET-284	Processamento de Sinais de Radar	3
ET-285	Teoria de Códigos	3
ET-286	Processamento Digital de Sinais	3
ET-288	Comunicação Digital I	3
ET-289	Comunicação Digital II	3
ET-291	Radar de Abertura Sintética	3
ET-300	Seminário em Telecomunicações	1
ET-500	Tese*	-
ET-600	Estágio Docência*	3
ET-601	Estágio Pesquisa *	3

**\* As disciplinas Tese, Estágio Docência e Estágio Pesquisa são exclusivas para os alunos de Mestrado e Doutorado, as demais disciplinas podem ser cursadas, mediante aprovação, pelos alunos de Disciplinas Isoladas.**

## 6.6 EMENTAS - PG/EEC

### CC-222/2008 – Visão Computacional

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Aspectos geométricos de formação da imagem. Detecção de feições. Calibração de câmeras. Estimação de pose. Visão estéreo. Reconhecimento de objetos. Aspectos fotométricos de formação da imagem. Estereofotometria. *Shape-from-shading*. Fluxo óptico. Tópicos em processamento de imagens e em análise de padrões. **Bibliografia:** TRUCCO, E., VERRI, A., *Introductory techniques for 3-D computer vision*, Prentice Hall, 1998; BALLARD, D.H., BROWN, C.M., *Computer vision*, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1982; HORN, B.K.P., *Robot vision*, MIT Press, 1989.

### CC-236/2008 - Modelagem de Simulação por Computadores

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Introdução à simulação. Procedimentos de modelagem. Técnica de três fases. Diagrama de ciclo de atividades. Validação de modelos. Técnica de redução de variância. Projeto e experimentos de simulação. Classificação de softwares para simulação discreta. Simulação utilizando orientação a objetos. Simulação discreta paralela. Inteligência artificial e simulação. **Bibliografia:** PIDD, M., *Computer simulation in management science*. 3. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 1992; LAW, A. M.; KELTON, W. D., *Simulation modelling and analysis*. 2. ed. [S.l.]: McGraw-Hill, 1992.

### CC-237/2008 - Tópicos Avançados em Simulação

*Requisito recomendado:* CC-236 ou consentimento do professor. *Requisitos exigidos:* Não há. Horas semanais: 3-1-7. Metodologias para modelagem e simulação. Simulação orientada a objetos. Simulação paralela e distribuída. Uso de técnicas de inteligência artificial em simulação. Simulação baseada na World Wide Web. Arquiteturas de alto nível para simulação. Avaliação de software de simulação. **Bibliografia:** BANKS, J., *Handbook of simulation*. New York: John Wiley & Sons, 1998; PIDD, M., *Computer modelling for discrete simulation*. Chichester: John Wiley & Sons, 1989.

### CC-238/2008 - Grafos e Otimização Combinatória

*Requisito recomendado:* Não há. *Requisito exigido:* CC-234. Horas semanais: 3-0-6. Introdução à Teoria dos Grafos. Problemas de coloração e teoria de Ramsey. Contagem, permanentes, funções geratrizes, Partição de números, reticulados. Teoria de Pólya. Aproximação diofantina. Redução em reticulados, Corpos convexos, funções sub-modulares, problemas lineares e lineares inteiros. **Bibliografia:** LOVÁSZ, L., *An algorithmic theory of numbers, graphs and convexity*. New Jersey, 1986; SKIENA, S., *Implementing discrete mathematic*. New York: Addison-Wesley, 1990; VAN LINT, J. H.; WILSON, R. M., *A course in combinatorics*. Cambridge: University Press, 1992.

### **CC-270/2008 – Fundamentos de Comando e Controle**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Dimensão humana de C2: Evolução histórica, aspectos doutrinários, legislação de C2 no Brasil, características e funções de C2, relações de comando, consciência situacional, liderança e níveis de autoridade. Dimensão metodológica de C2: centros de gravidade, metodologias de planejamento, Arquiteturas e modelagem de sistemas de C2, ciclo de Boyd, ciclo de Lawson, equações de Lanchester, fusão de dados, teoria de filas, modelos estocásticos de atrito, árvores decisórias, decisões com múltiplos atributos, redes de Bayes, lógica de primeira ordem ontologias. Dimensão tecnológica de C2: ciclo de vida de sistemas C2, guerra centrada em rede, níveis de interoperabilidade, segurança da informação, guerra cibernética e sistemas C2 brasileiros.

**Bibliografia:** VAN CREVELD, M. L., *Command in War*. Cambridge, MA, USA: Harvard University Press, 1987; JAISWAL, N.K., *Military Operations Research: Quantitative Decision Making*. NORWELL, M.A., USA: Kluwer Academic Publishers, 1997; KOSSIOKOFF, A.; & SWEET, W. S., *Systems Engineering: Principles and Practice*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley and Sons, Inc., 2003.

### **CC-282/2008 - Modelos de Computação Concorrente**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Linguagem CCS (*A Calculus of Communicating Systems*): semântica operacional, raciocínio equacional, bisimulação, congruência, lógica de Hennessy-Milner. Pi-calculus. Linguagem CSP (*Communicating Sequential Processes*): semântica operacional, modelo de falhas. Concorrência verdadeira: redes de Petri, estruturas de evento.

**Bibliografia:** MILNER, R., *Communication and concurrency*. New York: Prentice Hall, 1989; HOARE, C. A. R., *Communicating sequential processes*. New York: Prentice Hall, 1985; PETERSON, J. L., *Petri net theory and the modeling of systems*. New York: Prentice Hall, 1981.

### **CC-293/2008 - Tópicos em Computação Gráfica**

*Requisito recomendado:* CE-120. *Requisito exigido:* CES-10. Horas semanais: 3-1-7. Tópicos de iluminação: Componentes difusa e especular. Reflexão, refração, absorção, transparência, *ray tracing* e radiosidade. Dispositivos gráficos. Primitivas gráficas: ponto, reta, polígono. Transformações geométricas em 2-D e 3-D. Coordenadas homogêneas. Preenchimento de polígonos. Segmentos. Janelamento e recorte. Determinação de superfícies ocultas. Sombra. *Aliasing* e *antialiasing*. Compressão de imagens. Técnicas de iteração.

**Bibliografia:** FOLEY, J. D. et al., *Computer graphics principles and practices*. 2. ed. Reading: Addison-Wesley Publishing Company, 1995; HARRINGTON, S., *Computer graphics: a programming approach*. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1987; NEWMAN, W. M.; SPROULL, R. F., *Principles of interactive computer graphics*. 2. ed. Auckland: McGraw-Hill, 1984.

### **CC-294/2008 - Síntese de Imagens**

*Requisito recomendado:* CE-120. *Requisitos exigidos:* CC-293/98 e CES-10. Horas semanais: 3-0-6. Modelagem de primitivos *wire frame*, superfícies e volumes. Representação de curvas e superfícies livres: Coons, Bezier, *B\_Spline, Spline*. Modelagem de sólidos: enumeração espacial, decomposição celular, *octree, sweep, CSG, B\_REP*. Modelo de iluminação com fontes complexas. Textura. Fractais. Síntese de fenômenos naturais. **Bibliografia:** THALMANN, N. M.; THALMANN, D., *Image synthesis theory and practice*. Tokyo: Spring-Verlag, 1987; FARIN, G., *Curves and surfaces for computer aided geometric design: a practical guide*. Boston: Academic Press, 1988; FOLEY, J. D. et al., *Computer graphics principles and practices*. 2. ed. Reading: Addison-Wesley Publishing Company, 1995.

### **CC-295/2008 – Realidade Virtual e Interfaces Modernas**

*Requisito recomendado:* CC-293. *Requisitos exigidos:* Horas semanais: 3-0-6. Interface gráfica tridimensional. Grafos de cenas: renderização, autoria, simulação e técnicas de animação. Dispositivos de entrada e saída: tecnologia de displays, de rastreo e multimodalidade. Técnicas de interação: navegação, controle do sistema, seleção e manipulação. Projeto e avaliação da interação. Fatores humanos. Interfaces modernas: realidade aumentada, computação ubíqua, interfaces tangíveis, ambientes perceptivos e teleoperação. Aplicações. **Bibliografia:** BOWMAN, D. A. et al., *3D user interfaces: theory and practice*. Addison-Wesley Professional 2004; BOWMAN, D. A. et al. *3D user interfaces: theory and practice*. Addison-Wesley Professional 2004.

### **CE-220/2008 - Fundamentos de Engenharia de Software**

*Requisito recomendado:* CES-20. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. O processo de desenvolvimento de software: paradigmas de engenharia de software, aspectos técnicos e gerenciais. Metodologia para desenvolvimento de software: análise e projeto estruturado, orientação a objetos, técnicas formais. Ferramentas CASE e ambientes para desenvolvimento de software: aspectos arquiteturais e funcionais, integração com o processo de desenvolvimento de software. Qualidade, confiabilidade e segurança de software. **Bibliografia:** PRESSMAN, R. S., *Software engineering: a practitioner's approach*. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1992; YOURDON, E., *Análise estruturada moderna*, Rio de Janeiro: Campus, 1990; MARTIN, J., *Princípios de análise e projeto baseados em objetos*. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

### **CE-224/2008 - Programação Orientada a Objetos**

*Requisito recomendado:* CE-225. *Requisito exigido:* consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Objetos e classes. Hierarquia de classes e mecanismos de herança. Objetos, mensagens e métodos. Polimorfismo e funções virtuais. Classificação de linguagens orientadas a objetos. Estudo de casos. Projeto dirigido pelas responsabilidades. Programação orientada a objetos em C++. Outras linguagens orientadas a objetos: smalltalk, CLOS e TOOL. **Bibliografia:** WIENER, R. S.; PINSON, L. J., *An introduction to object*

*oriented programming and C++*. Reading: Addison-Wesley, 1988; BUDD, T., *An introduction to object-oriented programming*. Reading: Addison-Wesley, 1991; TAKAHASHI, T., *Programação orientada a objetos*. São Paulo: VII Escola de Computação - IME/USP, 1990.

### **CE-230/2008 - Qualidade, Confiabilidade e Segurança de Software**

*Requisito recomendado*: CE-220. *Requisito exigido*: não há. Horas semanais: 3-0-6. Revisão de conceitos de Engenharia de Software. Qualidade de software: modelos de qualidade de software, garantia de qualidade. Padrões de desenvolvimento de software. Confiabilidade de software: erros de software, confiabilidade e qualidade de software, medidas e modelos de confiabilidade de software. Software crítico: caracterização de software crítico, requisito de qualidade para software crítico. Confiabilidade e segurança de software crítico: metodologias, técnicas e ferramentas. **Bibliografia**: PFEEGER, S. L., *Software engineering: the production of quality software*. 2. ed. New York: MacMillan, 1991; SCHULMEYER, G., MCMANUS, J. I., *Handbook of software quality assurance*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992; ANDERSON, C.; DORFMAN, M., *Aerospace software engineering: a collection of concepts*. Washington: American Institute of Aeronautics, 1991. (Progress in Astronautics and Aeronautics; v.136).

### **CE-235/2008 – Sistemas Embarcados de Tempo Real**

*Requisito recomendado*: CE-220. *Requisitos exigidos*: não há. Horas semanais: 3-3-3. Conceitos básicos de sistemas embarcados de tempo real; Utilização de paradigmas e metodologias de engenharia de software, e de Ambientes integrados de ferramentas CASE. Especificação de requisitos; Análise e projeto. Métodos de implementação (*loop* infinito ISR / *background*, *kernel* cooperativo e preemptivo). Conceito de *kernel* de tempo real (chaveamento de contexto / TCB, ISR, semáforo, criação de tarefas, Inversão e alocação de prioridades, e POSIX). Implementação e testes (*Assembly*, *Mallac*, *Templates*, Linguagem C ou C++, *Relocação* e *Linker*). Comunicação com o mundo real (camada de isolamento e simulação do mundo externo). Tolerância a falhas (*watchdog*, *reset*, hardware, e Detecção de falhas). Técnicas para projeto de sistemas de tempo real (Adaptação do padrão da linguagem unificada de modelagem – *Unified Modeling Language* – UML a projetos de sistemas de tempo real). Desenvolvimento de um projeto piloto como estudo de caso. **Bibliografia**: LABROSSE, J. J., *MicroC / OS-II: The real time kernel*. R&D Books, LAWRENCE, K.S., USA, 1999; DOUGLASS, B. P., *Real-time UML: Developing efficient objects for embedded systems*. Addison-Wesley, Reading, MA, USA, 1997; BURNS, A; Wellings, A., *Real-time systems and programming languages*, Addison-Wesley, Reading, MA, USA, 1996.

### **CE-240/2008 - Projeto de Sistemas de Banco de Dados**

*Requisitos recomendados*: CE-220 e CE-225. *Requisito exigido*: não há. Horas semanais: 3-0-6. Características principais de um sistema de banco de dados. Modelos de dados: entidade/relacionamento, relacional, hierárquico e em rede.

Projeto lógico e físico de um sistema de banco de dados. Linguagens de interação com sistemas de banco de dados. Bancos de dados distribuídos. Segurança e integridade. Bancos de dados não-convencionais. **Bibliografia:** KORTH, H. F., SILBERSCHATZ, A., Sistemas de banco de dados. São Paulo: McGraw-Hill, 1989; SETZER, V. W., Banco de dados. São Paulo: Edgard Blücher, 1986; DATE, C. J., Introdução a sistemas de bancos de dados. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

### **CE-245/2008 – Tecnologia da Informação**

*Requisito recomendado:* CE-240 Projeto de Sistemas de Banco de Dados. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-2-2. Teoria do Sistema Empresarial e Subsistemas: Organização como sistema; estruturação sistêmica da organização; Dados; informações, conhecimentos e decisões; Bancos de Dados versus Bancos de conhecimentos; classificação de sistemas. Fundamentos das Tecnologias da Informação – TI: Principais periféricos e suas classificações, Recursos da informática: Hardware, Software, Firmware, Peopleware e Documentware; Linguagens e ambientes de programação; Telecomunicações, redes locais (Local Área Network-LAN), demais redes, Internet Versus Intranet Versus Extranet. Novas Utilizações das Tecnologias da Informação nas Organizações: Plano Diretor de Informática – PDI; Informática como Processo, produto e serviço (P2P, P2B, B2B, B2C); conceitos de Enterprise Resource Planning – ERP, Customer Relationship Management – CRM, Data Warehouse, DW e Data Mining – DM. Sistemas de Informações Empresariais: Processos gerenciais e sistemas; necessidades de informações organizacionais; Planejamento e vínculo com as tecnologias da informação; Política organizacional e implicações com sistemas; valorização e qualidade dos sistemas de informação. Tópicos Avançados em Banco de Dados: Bancos de Dados XML; Nativamente OO; Georreferenciados; Apoiados em Programação Ágil; Orientados a Aspectos; e Quânticos. **Bibliografia:** O'BRIEN, A., Sistemas de Informação e as Decisões Gerenciais na Era da Internet Saraiva, 2. ed., 2004. – (ISBN: 8502044079); MCLEOD JR., R., *Management Information Systems*, Prentice Hall, 8ª Ed. 2001. – (ISBN: 0130192376); HABERKORN, E., Teoria da ERP, Microsiga Intelligence, 2. ed., 2005. (ISBN: 8590395111).

### **CE-250/2008 - Construção de Compiladores**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* CE-225 ou CT-200. Horas semanais: 3-0-6. Gramáticas e linguagens. Organização de tabelas de símbolos. Análise léxica. Análise sintática. Gramáticas LL e LR. Organização da memória em tempo de execução. Análise semântica e geração de código. Sistemas geradores de compiladores. **Bibliografia:** AHO, A. V. et al., *Compilers: principles, techniques, and tools*. New York: Addison-Wesley, 1986; FISCHER, C. N., LEBLANC Jr, R. J., *Crafting a compiler*. Menlo Park: Benjamin & Cummings, 1988.

### **CE-260/2008 – Fundamentos de Especificação e Projetos Formais**

*Requisito recomendado:* CT-201, CT-202. *Requisito exigido:* CE-120. Horas semanais: 3-0-6. Semântica de programas determinísticos e que terminam: variáveis, estados, predicados de estados. Lógica de Hoare. Cálculo de transformadores de predicados. Introdução ao não-determinismo. Aspectos de programas que não terminam. Introdução à UTP (*Unified Theory of Programming*). Refinamento de programas. Programas concorrentes: Modelo de programas concorrentes baseados em estados entrelaçados. Especificação, verificação e refinamento na Lógica Temporal de Ações. Introdução a tempo real. Introdução à tolerância a falhas. **Bibliografia:** BERG, H. K. et al., *Formal methods of program verification and specification*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1992; NIELSON, H. R.; NIELSON, F., *Semantics with applications: a formal introduction*. John Wiley & Sons, 1992; JONES, C. *Systematic software development using VDM*. Prentice-Hall, 1991.

### **CE-262/2008 – Ontologias e Web Semântica**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Linguagens para Web Semântica (XML, RDF, SHOE e OWL); papel e desenvolvimento de ontologias; aquisição e representação de conhecimento, raciocínio com ontologias; integração de diferentes fontes de dados; agentes para a Web Semântica; web services semânticos; processo de desenvolvimento de aplicações para a Web Semântica; implementação de aplicações. **Bibliografia:** ANTONIOU, G. e VAN HARMELEN. F., *A Semantic Web Primer*. MIT Press, Cambridge, MA, 2004; BREITMAN, K. K. *Web Semântica: A Internet do Futuro*. – Rio de Janeiro: LTC, 2005; DAVIS, J.; FENSEL, D.; VAN HARMELEN. F., *Towards the semantic Web*. John Wiley & Sons, 2002.

### **CE-275/2008 - Sistemas Operacionais**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* CE-120. Horas semanais: 4-0-8. Estruturação de sistemas operacionais. Gerenciamento de processos: modelo e implementação, mecanismos de intercomunicação. Escalonamento de processos. Escalonamento em sistemas de tempo real. *Deadlock*. Gerenciamento de memória. Memória virtual. Gerenciamento de E/S. Gerenciamento de arquivos. Mecanismos de segurança e proteção. Introdução a sistemas distribuídos: comunicação e sincronização, alocação de processos a processadores. Sistemas de arquivos distribuídos. Sistemas operacionais modernos. **Bibliografia:** TANENBAUM, A. S., *Modern operating systems*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1992; BACH, M. J., *The design of the UNIX operating system*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1986; SILBERSCHATZ, A. et al., *Operating system concepts*. 3. ed. Reading: Addison Wesley, 1991.

### **CE-276/2008 - Programação para Internet**

*Requisito recomendado:* CES-10. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Arquiteturas de sistemas distribuídos. Protocolo TCP/IP e protocolos de

aplicações na Internet. Modelos de aplicações utilizando os protocolos da Internet e WWW. Modelagem e implementação de arquiteturas de sistemas utilizando XML. **Bibliografia:** ASBURY, S.; WEINER, S. R., *Developing Java enterprise applications*. New York: Wiley, 1999; COMER, D. E., *Computer networks and internets*. [S.l.]: Prentice-Hall, 1997;. HAROLD, E. R., *Java network programming*. 2. ed. [S.l.]: O'Reilly & Associates, 2000.

### **CE-277/2008 - Arquiteturas de Software e Processos de Negócios**

*Requisito recomendado:* CE-276. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Modelos de processos de negócios para a gestão de negócios, definição e análise de requisitos de sistemas de informações. Utilização da UML para a descrição de modelos de processos de negócios. Técnicas de projetos de arquiteturas de software. Projeto de arquiteturas de software com componentes distribuídos. Projeto de sistemas para a Web. Processos para desenvolvimento de software. **Bibliografia:** ERIKSSON, H. E.; PENKER, M., *Business modeling with UML*. New York: John Wiley & Sons, 2000; MARSHAL, C., *Enterprise modeling with UML*. Reading, MA: Addison Wesley, 2000; HERZUM, P.; SIMS, O., *Business component factory: a comprehensive overview of component-based development for the enterprise*. New York: John Wiley & Sons, 1999.

### **CE-278/2008 - Modelagem e Gestão de Processos**

*Requisito recomendado:* CE-276. *Requisito exigido:* consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Conceitos de modelos de processos. Processos para negócios eletrônicos. Processos para trabalho cooperativo. Processos integrados com sistemas de gestão de conhecimento. Processos para desenvolvimento de software. Monitoramento e avaliação de processos utilizando técnicas de *Data Warehouse* e *Data Mining*. Qualidade de processos. Modelo 6 sigma para a avaliação da qualidade de processos. **Bibliografia:** KALAKOTA, R.; ROBINSON, M., *E-Business: roadmap for success*. Reading Massachusetts: Addison Wesley, 1999; ADAMSON, C.; VENERABLE, M., *Data warehouse design solutions*. New York: John Wiley & Sons, 1988; ECKES, G. *The six sigma revolution*. New York: John Wiley & Sons, 2001.

### **CE-279/2008 – Dependabilidade de Software**

*Requisitos recomendados:* CE-278 ou CE-230. *Requisito exigido:* Consentimento do professor. Horas semanais: 3 0 6. Conceituação dos elementos de dependabilidade software: Confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade, segurança física e segurança lógica. Identificação e análise de perigos e riscos de sistemas. Identificação e análise de requisitos de confiabilidade e de segurança física para software. Nível de integridade de segurança de software. Técnicas para projeto de software tolerante a falhas e software seguro. Verificação e validação de confiabilidade e segurança física de software. Técnicas de engenharia de confiabilidade de software. Métodos formais para especificação de software. Técnicas de dependabilidade de software aplicados a sistemas de aeroespaciais. **Bibliografia:** MUSA, J. D.,

*Software reliability engineering*. New York: McGraw-Hill, 1998; STOREY, N. *Safety critical computer systems*. [S.l.]: Addison-Wesley, 1996.

### **CE-280/2008 – Gerenciamento de Projetos de Software**

*Requisito recomendado:* CE-220 ou consentimento do professor. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-4. Os processos de gerenciamento de projeto: Integração, Escopo, Prazo, Custo, Qualidade, Aquisição, Comunicação, Recursos Humanos e Risco. Gestão de Projetos e Processos de Desenvolvimento de Software: Processo Unificado e MSF. Modelos de Maturidade: CMM e ISO-SPICE. **Bibliografia:** Project Management Institute (PMI). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge PMBOK Guide*, PMI 2000; Carnegie Mellon University – Software Engineering Institute. *The Capability Maturity Model Guidelines for Improving the Software Process*. Addison-Wesley, 1995; Krutchten, P. *The Rational Unified Process: An Introduction*, 2. ed. Addison-Wesley. 2000.

### **CE-281/2008 – Segurança Lógica de Software**

*Requisito recomendado:* CT-234. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Conceituação de Segurança Lógica de Software. Modelos de Políticas de Segurança. Identificação e análise de requisitos de segurança lógica para software. Técnicas de proteção contra ataques e disponibilidade, confidencialidade, integridade e autenticidade de sistemas. Verificação, validação e auditoria de segurança lógica de software. Padrões para segurança lógica de software. **Bibliografia:** BISHOP M., *Computer security: Art and science*, Addison-Wesley, 2002; ROSS, A., *Security engineering: A guide to building distributed dependable systems*, John Wiley & Sons, 2001; STALLINGS, W., *Network and internetworking security Principles and practice*. Prentice-Hall. 1995.

### **CE-285/2008 - Sistemas de Hipermedia**

*Requisitos recomendados:* CE-224 e CE-240. *Requisito exigido:* CE-120. Horas semanais: 3-0-6. Sistemas de hipertexto. Tecnologia digital e multimídia. Projeto de sistemas de hipermedia: sistemas de autoria e de apoio. Projeto de aplicação hipermedia: autoria em ponto pequeno e em ponto grande. Padrões em hipermedia. Aplicações na educação e treinamento e na disseminação de informações. Tutores inteligentes e sistemas de hipermedia. Banco de dados multimídia. **Bibliografia:** SOARES, L. F. G. et al., *Fundamentos de sistemas multimídia*. Gramado: VIII Escola de Computação, 1992; MARTIN, J., *Hiperdocumentos e como criá-los*. Rio de Janeiro: Campus, 1992; NIELSEN, J., *Hypertext and hypermedia*. Boston: Academic Press, 1990.

### **CE-286/2008 - Sistemas de Apoio ao Trabalho Cooperativo**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Conceitos básicos. Evolução rumo aos sistemas de apoio ao trabalho cooperativo (SATC). Características do trabalho em grupo: aspectos humanos e sociais, de comunicação, de percepção, de

coordenação e gerência. Taxonomias *para SATCs*. Experiências no uso de *SATCs*. Tecnologias envolvidas. Projeto de *SATCs*. Aplicações em educação e engenharia de software. Internet, WWW e Intranets. Sistemas *Help Desk*. **Bibliografia:** KHOSHAFIAN et al., *Introduction to groupware, workflow and workgroup computing*. New York, NY: John Wiley & Sons, 1995; KOCK Jr., NEREU F., *Multimail: uma ferramenta de suporte a trabalho cooperativo*. 1994. Tese (Mestrado) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, São José dos Campos, SP, maio 1994; BORGES, M. R. S. et al., *Suporte por computador ao trabalho cooperativo*. Porto Alegre: SBC, 1995. Minicurso da XIV Jornada de Atualização em Informática, 1995, Canela, RS.

### **CE-288/2008 - Programação Distribuída**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Linguagens de programação distribuída. Anéis lógicos. Rotulação de tempo e relógios lógicos. Transações em bancos de dados distribuídos. Computações difusas. Detecção de *deadlock* em sistemas distribuídos. Problemas dos generais bizantinos (algoritmos de consenso). Problema dos filósofos que jantam (algoritmos para evitar inanição). Algoritmos paralelos para redes de estações de trabalho. Algoritmos de multicast confiável. **Bibliografia:** MULLENDER, S., (ed.) *Distributed systems*. [S.l.]: Addison-Wesley e ACM Press, 1993; RAYNAL, M., *Distributed algorithms and protocols*. New York: John Wiley & Sons, 1988; MISRA, J., CHANDY, K., *Parallel program design: a foundation*. [S.l.]: Addison Wesley, 1988.

### **CE-289/2008 - Ambientes Virtuais Distribuídos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Ambientes virtuais baseados em texto: IRC, *web-based chat rooms*, IRC, MOOs, MUDs, mundos virtuais, mundos virtuais sociais, ambientes virtuais sociais, ambientes virtuais iterativos, *mixed reality*, *argumented reality*. Interatividade, presença, *social cues*, identidade, espaços sociais, representação do usuário. Questões técnicas de implementação, principais paradigmas. **Bibliografia:** NOVAK, J., *Development of paradigms and models for interactive environments*. 1999. Tese (Mestrado) - Faculdade de Engenharia e Computação de Zagreb, 1999; FLEICHMANN, M., *Project ERENA, Deliverable 6.3. Individual and group interaction*, August, 1999; FLEICHMANN, MONIKA., *Project ERENA, Deliverable 6.2. Linking between real and virtual spaces*, July, 1999; ZYDA, M. S., SADEEP. *Networked Virtual Environments*. [S.l.]: ACM Press, 1998.

### **CE-290/2008 – Mídia Digital Interativa**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Convergência de Mídias (TV, voz, áudio, imagens, vídeo e Internet). Interatividade e Comunicação. Serviços interativos. Serviços interativos distribuídos de hipermídia. Integração de serviços e TV digital. Especificação e implementação de serviços para dispositivos informacionais. Produção de conteúdo para mídias integradas sobre a Internet (uso de áudio e vídeo).

Televisão interativa baseada em PCs. **Bibliografia:** COVELL, A., Digital Convergence: How the Merging of Computers, Communications and Multimedia is Transforming Our Lives. Aegis Pub Group; ISBN: 1890154164, 1999; YOFFIE, D.B. Competing in the Age of Digital Convergence. Harvard Business School Press; ISBN: 0875847269, 1997; VINCE, J., EARNSHAW, R., Digital Convergence: The Information Revolution. Springer Verlag; ISBN: 1852331402, 1999.

### **CE-292/2008 – Computação Social**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Computação Social. Conceitos de Sociologia, Etnografia, e Antropologia. Novos paradigmas da computação: fundamentos da computação móvel, pervasiva, ubíqua, e tangível. Fundamentos da computação ciente de contexto. Fundamentos do conceito de experiência. A tecnologia como experiência. Espaços e interações sociais. Questões técnicas e não-técnicas no projeto, desenvolvimento e avaliação destes sistemas. **Bibliografia:** DONATH, J., Sociable Media. *The encyclopedia of human-computer interaction*. BAINBRIDGE, S. W. (ed), Berkshire Publishing Group, 2004; DOURISH, P., *Where the action is: the foundations of embodied interaction*. London, England: MIT Press, 2001; MCCARTHY, J., WRIGHT, P., *Technology as experience*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2004.

### **CE-295/2008 – Segurança de Sistemas de Informação**

*Requisito recomendado:* CE-276 e Ce-281. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Conceituação de segurança de sistemas de informação. Segurança de computadores. Configuração segura de sistemas operacionais. Segurança de redes. Firewalls. Monitoração de redes. Sistemas de detecção de intrusão. Monitores de ataques (Honeypots e Honeynets). **Bibliografia:** GARFINKEL, S.; SPAFFORD, G.; SCHWARTZ, A., *Practical Unix & Internet Security*, 3. ed. O'Reilly Media, 2003; NORTH CUTT, S.; ZELTSER, L.; WINTERS, S.; FREDERICK, K.K.; RITCHEY, R.W., *Inside the Network Perimeter Security*. New Riders, 2003; ZWICKY, E.D.; COOPER, S.; CHAPMAN, D.B. *Building Internet Firewalls*, 2. ed. O'Reilly Media, 2000.

### **CT-200/2008 - Fundamentos de Autômatas e Linguagens Formais**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Revisão de tópicos de Álgebra. Autômatas finitos e expressões regulares. Propriedades dos conjuntos regulares, análise e síntese de autômatas. Linguagens e gramáticas. Linguagens regulares, livres de contexto, sensíveis ao contexto e tipo-0. Máquinas de Turing e seus modelos restritos. Decidibilidade. Análise sintática e tradução orientada pela sintaxe. Introdução a compiladores. **Bibliografia:** HOPCROFT, J. E.; ULLMAN, J. D., *Introduction to automata theory - languages and computation*. New York: Addison-Wesley, 1979; HARRISON, M. A., *Introduction to formal language theory*. New York: Addison-Wesley, 1978; DROBOT, V., *Formal languages and automata theory*. New York: Computer Science Press, 1989.

### **CT-201/2008 - Lógica para a Ciência de Computação**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Introdução à lógica matemática. Fundamentos da Matemática. Paradoxos. Cálculo proposicional: teoria de modelos e teoria de provas. Conseqüências válidas. Consistência e completeza. Cálculo de predicados: quantificadores, tabelas de verdade, resultados sobre validade. Teoria de prova do cálculo de predicados. Métodos automáticos de provas no CPI. O princípio de resolução. Grafos de refutação e de extração de respostas. Resultados sobre deducibilidade. Forma prenex. Cálculo de predicados com igualdade e funções. Outras extensões do CP1: teoria de números, teoria de grupos. Incompleteza da teoria de números, teorema de Gödel. Cálculo de predicados de segunda ordem. Incompleteza. Paradoxos revisitados no CP2. **Bibliografia:** KLEENE, S. C., *Mathematical logic*. New York: John Wiley & Sons, 1967; HILBERT, J.; ACKERMANN, W., *Principles of mathematical logic*. New York: Chelsea, 1950; CHURCH, A., *Introduction to mathematical logic*. Princeton: Princeton University Press, 1956.

### **CT-202/2008 - Álgebra para Ciência da Computação**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas Semanais: 4-0-8. Teoria dos conjuntos. Conjunto contáveis. Princípios da indução finita. Recursão: mapeamentos, relações, funções. Homomorfismo e isomorfismo. Estruturas matemáticas discretas: semigrupos, monoides, grupos e anéis. Reticulados e álgebra de Boole. Grafos: árvores, coloração de grafos e grafos planares. Aplicações: máquinas de estados finitos, linguagens formais, códigos de detecção e correção de erros. **Bibliografia:** PREPARATA, F. P.; YEH, R. T., *Introduction to discrete structures*. Reading: Addison-Wesley, 1973; ARTHUR, G., *Applied algebra for the computer sciences*. [S.l.]: Prentice Hall, 1976; ROSS, K. A.; WRIGHT, C. R. B., *Discrete mathematic*. [S.l.]: Prentice Hall, 1985.

### **CT-205/2008 - Lógica da Incerteza**

*Requisitos recomendados:* CT-201 e CT-215. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Técnicas de raciocínio aproximado: Modelos probabilísticos e nebulosos. Objetivo. Extensão da teoria clássica de probabilidade e da lógica *fuzzy* na representação e processamento de conhecimento incerto e vago. Conteúdo: sistemas baseados em conhecimento, representação do conhecimento, inferência, lógica formal. A incerteza: origens, manifestação, tipos. Probabilidade clássica. Inferência bayesiana: teorema de Bayes, múltiplas evidências, atualização recursiva, múltiplas hipóteses. Diagnóstico abduativo: aplicação de ingerência bayesiana, independência dos sintomas. Teoria das crenças. Teoria de Dempster-Shafter: conceitos básicos, comparação com Bayes, aplicação em sistemas baseados em regras. Lógica *fuzzy*: conjuntos, regras de produção, inferência, *defuzzificação*, fatores de certeza, diagnóstico abduativo, teoria das possibilidades, aplicações. **Bibliografia:** PEARL, J., *Probabilistic reasoning in intelligent systems: Networks of Plausible Inference*. San Mateo: Morgan-Kaufmann Publishers, Inc.,

1988; KNAL, L.N.; LEMER, J. F., (ed). *Uncertainty in artificial intelligence*. Amsterdam: North-Holland, 1986; YAAGER, R. et al., (ed.). *Fuzzy sets and applications: selected papers by L. Zadeh*. New York: John Wiley & Sons, 1987.

### **CT-215/2008 - Inteligência Artificial**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* CT-201. Horas Semanais: 3-0-6. Visão geral da área. Representação de problemas em espaço de estados. Métodos de procura de soluções. Redução do espaço de busca. Métodos minimax, alfa-beta. Enfoques não-formais advindos da teoria de cognição. *Frames*. Teoria de jogos. Sistemas especialistas: diagnose médica auxiliada por computador e outras aplicações. Aplicações de inteligência artificial: percepção, reconhecimento de voz e robótica. **Bibliografia:** NILSSON, J. L., *Principles of artificial intelligence*. Palo Alto: Tioga, 1980; WINSTON, P. H., *Artificial intelligence*. 2. ed. Reading: Addison-Wesley, 1984; RICH, E., *Inteligência artificial*. São Paulo: McGraw-Hill, 1988.

### **CT-216/2008 – Estruturas de Integração Neuronal**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* CT-215. Horas Semanais: 3-0-6. Estruturas de integração neural. Integradores numéricos de passo simples de baixa e alta ordem tipo Euler e Runge-Kutta, integradores de múltiplos passos Adams- Bashforth. Redes neurais com arquitetura *feedforward*, algoritmo *backpropagation*. Algoritmos de treinamento de segunda ordem Levenberg-Marquardt e Gauss-Newton. Estimação não-linear de parâmetros e filtro de Kalman. Método NARMA para a representação de sistemas dinâmicos autônomos. Função de derivadas neural empírica. Previsão de séries temporais. Estrutura de controle preditivo não-linear. **Bibliografia:** ZURADA, J. M., *Introduction to artificial neural system*. St. Paul, MN, USA: West Pub. Co., 1992; LAMBERT, J. D., *Computational methods in ordinary differential equations*. New York: John Wiley & Sons, 1973; NORGAARD, M.; RAVN, O.; POULSEN, N. K.; HANSEN, L. K., *Neural networks for modelling and control of dynamic systems*. London: Spring, 2000.

### **CT-219/2008 - Fundamentos Computacionais de Robótica Móvel**

*Requisito recomendado:* CT-215. *Requisito exigido:* não há. Horas Semanais: 3-0-6. Robótica móvel: definição, aplicações e conceitos básicos. Os problemas computacionais de robótica móvel: navegação, localização e mapeamento. Atuadores e sensores: tipos e características. Aprendizagem em robótica móvel: métodos e exemplos. Localização Markov e localização baseada em filtros de Kalman: algoritmos e variações. Geração de mapas: métodos métricos e métodos topológicos. Planejamento de trajetórias: métodos métricos e métodos topológicos. Arquiteturas para robótica móvel: reativas, deliberativas e híbridas. Princípios computacionais para o projeto de robôs móveis. Análise de desempenho. Estudos de caso. **Bibliografia:** NEHMZOW, U., *Mobile robotics: a practical introduction*. [S.l.]: Springer Verlag, 2000; MURPHY, R., *Introduction to robotics*. Cambridge: MIT Press, 2000; ARKIN, R., *Behavior-based*. Cambridge: MIT Press, 1998.

### **CT-234/2008 - Estrutura de Dados, Análise de Algoritmos e Complexidade Estrutural.**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Ordem de funções. Convergência: classificação dos limitantes inferior e superior. Estruturas básicas de dados: pilhas, filas, listas encadeadas, árvores e grafos. Abordagens de resolução: programação dinâmica e divisão e conquista. Algoritmos básicos: busca e ordenação. Árvores geradoras mínimas. Caminho mínimo. Matrizes: algoritmo de Strassen. Algoritmos probabilísticos: Karp-Rabin e Miller-Rabin. Máquinas de Turing. Algoritmos não-determinísticos e a classe NP. Teorema de Cook. Reduções polinomiais de Turing e Karp. Heurísticas: garantia de desempenho; Algoritmos  $\epsilon$ - aproximados. **Bibliografia:** CORMEN, T. H.; LEISERSON, C. E.; RIVEST, R. L., *Introduction to algorithms*. Cambridge: MIT Press, 1990; R. GAREY, R.; JOHNSON, D. S., *Computers and intractability: a guide to the theory of NP-completeness*. San Francisco: W. H. Freeman and Co., 1979; KNUTH, D. E., *The art of computer programming*. 2. ed. Reading: Addison-Wesley, 1997. v. 3: Sorting and searching.

### **CT-235/2008 – Heurísticas e Metaheurísticas.**

*Requisito recomendado:* CT-234. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Introdução à teoria da complexidade. Heurísticas construtivas e algoritmos gulosos. Representação de soluções. Vizinhanças. Métodos de busca local. Metaheurísticas: princípios fundamentais. *Simulated annealing*. Procedimentos de busca gulosos, aleatórios, e adaptativos (GRASP). Busca tabu. Busca em vizinhança variável (VNS/VND). Algoritmos genéticos. Colônia de formigas. Aplicações. Tópicos sobre elaboração de artigos baseados em trabalhos experimentais com algoritmos. **Bibliografia:** GLOVER, F. e KOCHENBERGER, Gary, A., (Eds.) *Handbook of metaheuristics*. Kluwer, 2002; REEVES, C. R., *Modern heuristic techniques for combinatorial problems*. Blackwell, 1993; GLOVER, F. e LAGUNA, M., *Tabu search*. Kluwer, 1997.

### **CT-241/2008 - Introdução à Criptografia**

*Requisito recomendado:* Conhecimentos básicos da linguagem C. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Criptografia clássica: cifrários simples e sua criptoanálise. Teoria de Shannon: segredo perfeito, entropia, cifrários compostos. O DES (*Data Encryption Standard*): descrição, controvérsias e implementação; criptoanálise diferencial. O RSA (*Rivest, Shamir e Adleman*): criptografia de chave pública, implementação, teste e ataque. Cifrário de Rabin, algoritmos compostos. Outros criptosistemas: ElGamal, corpos de Galois, curvas elípticas, sistema da mochila de Merkle-Hellman e sistema de McEliece. Cifrários seqüenciais. **Bibliografia:** KOBLITZ, N. *A Course in number theory and cryptography*. New York: Springer Verlag, 1988; STINSON, D. R. *Cryptography, theory and practice*. Boca Raton, FL: CRC Press Inc., 1995; TERADA, R. *Segurança de dados. Criptografia em redes de computadores*. [S.l.]: Editora Edgard Blücher Ltda., 2000; VAN DER LUBBE, J. C. A. *Basic methods of cryptography*. Cambridge: University Press, 1998.

### **CT-282/2008 - Tutores Inteligentes**

*Requisito recomendado:* CTC-15 ou CT-215. *Requisito exigido:* consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Introdução à teoria computacional: sistemas de comunicação do conhecimento, arquitetura geral, computador na educação. O módulo do perito: relação com os sistemas especialistas. Modelos caixa-preta, modelos cognitivos. Modelagem do aprendiz: o problema da modelagem, o espaço da modelagem, técnicas de diagnóstico. Sistemas de tutoria inteligente. O estado-da-arte, interface e integração com hipermídia, implementações, aplicações e avaliação. **Bibliografia:** WEGNER, E. *Artificial intelligence and tutoring systems*. New York: Morgan Kaufmann, 1987. POLSON, M.; RICHARDSON, J. J. (ed.). *Foundations of intelligent tutoring systems*. New York: Addison-Wesley, 1988.

### **CT-300/2008 - Seminário de Tese**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 1-0-2. Tem por objetivos informar aos alunos de PG os desenvolvimentos de pesquisa na IEC, no ITA e outras instituições acadêmicas; promover a integração acadêmica entre os alunos de PG da IEC; habituar os alunos de PG à prática da apresentação e discussão de trabalhos. Os palestrantes mais freqüentes são os alunos da PG em fase intermediária ou final de preparação de dissertação de mestrado ou tese de doutorado, alunos da PG com artigos recentes aceitos em conferências ou periódicos (pré-apresentação dos trabalhos). Eventualmente, professores e pesquisadores de outras instituições podem ser convidados a ministrar as palestras.

### **EA-124/2008 - Microprocessadores**

*Requisito recomendado:* EEA-20. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-1-4. Organização de um computador convencional: processador, memória, dispositivos de entrada e saída. Memórias a semicondutor: RAMs, ROMs, PROMs, EPROMs e EAROMs. Arquitetura e operação de microprocessadores: unidade de controle, registradores, unidade lógico-aritmética, ciclo de instrução e repertório de instruções. Estudo particularizado de um microprocessador representativo. Programação em linguagem *assembly*. **Bibliografia:** HALL, D. V., *Microprocessors and interfacing - programming and hardware*. New York: McGraw-Hill, 1990. MESSMER, H. P., *The indispensable PC hardware book*. New York: Addison-Wesley, 1994.

### **EA-126/2008 - Circuitos de Interfaceamento Digital**

*Requisito recomendado:* EA-124. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 2-1-4. Controladores de interrupções e de acesso direto à memória. Interfaces e protocolos para comunicação digital serial e paralela. Conversores AD e DA. Controladores de vídeo. Controladores de disco. Memórias dinâmicas. **Bibliografia:** HALL, D. V., *Microprocessors and interfacing - programming and hardware*. New York: McGraw-Hill, 1990; MESSMER, H. P., *The indispensable PC hardware book*. New York: Addison-Wesley, 1994.

### **EA-160/2008 - Confiabilidade de Sistemas Eletrônicos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6 Conceitos básicos e definições. Ciclo de vida. Revisões de projetos. Modelagem da confiabilidade. Cálculo da confiabilidade de sistemas simples e complexos. Distribuições de falhas. Gráficos de confiabilidade. Previsão de confiabilidade. Confiabilidade de software. Disponibilidade. Manutenibilidade. Previsão de manutenibilidade. Modelagem de custo. Crescimento da confiabilidade. Testes. Normalização. Análise no espaço de estado: cadeias e processos de Markov. Projeto e otimização em relação à confiabilidade e ao custo. **Bibliografia:** BILLINTON, R.; ALLAN, R. N., *Reliability evaluation of engineering systems*. London: Pitman, 1983; O'CONNOR, P. D. T., *Practical reliability engineering*. 3. ed., New York: John Wiley & Sons, 1991; KRISHNAMOORTHY, K. S., *Reliability methods for engineers*. Milwaukee: ASQC Quality Press, 1993.

### **EA-211/2008 - Teoria de Confiabilidade de Sistemas Eletrônicos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* EA-160 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-6. Falhas e suas manifestações. Modelagem. Técnicas de confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade. Confiabilidade de subsistemas funcionais. Confiabilidade de sistemas de médio e grande porte. Freqüência de falhas, conceitos associados e aplicação ao cálculo da confiabilidade. Alocação de confiabilidade e de disponibilidade. Custo. Metodologia de projeto para sistemas de alta confiabilidade e de alta disponibilidade. Falha de causa comum. Ensaios: teoria e realização. Aplicação. Confiabilidade de sistemas especiais: tri-estado, discretizados, digitais, distribuídos e não-markovianos. Simulação. Otimização da confiabilidade, disponibilidade e custo. Aplicações. **Bibliografia:** O'CONNOR, P. D. T., *Practical reliability engineering*. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1991; SIEWIOREK, D. P.; SWARZ, R. S., *The theory and practice of reliable system design*. Bedford: Digital Press, 1982; TILLMAN, F. A. et al, *Optimization of systems reliability*. New York: Marcel Dekker, 1980.

### **EA-252/2008 - Análise de Circuitos Eletrônicos Assistida por Computador**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisitos exigidos:* EEA-55, EEA-56 e EEA-20, ou conhecimento equivalente. Horas semanais: 3-0-6. Simulação por computador, análise de circuitos utilizando técnicas de simulação, descrição de elementos e tipos de análise. Anatomia de um programa de simulação. Modelos de componentes e dispositivos eletrônicos voltados à simulação. Análise de circuitos analógicos e topologias de circuito empregadas em microeletrônica. Análise de circuitos digitais, famílias lógicas. **Bibliografia:** CHUA, L. O.; LIN, P. M., *Computer aided analysis of electronic circuits: algorithms and computational techniques*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1975; RASHID, M. H., *Spice for circuits and electronics using Pspice*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1990.

### **EA-253/2008 - Projeto em Eletrônica Aplicada**

*Requisitos recomendados:* EA-252. *Requisito exigido:* consentimento do professor. Horas semanais: 1-4-3. Projeto de um sistema eletrônico e demonstração experimental de sua operação. É enfatizada a aplicação de ferramentas computacionais (CAD e CAM) voltadas ao projeto eletrônico. O tema do projeto, definido pelo professor, pode incluir uma das seguintes áreas: circuitos de eletrônica aplicada, sistemas digitais, aplicações de microprocessadores e processadores e processadores digitais de sinais, sistemas *VLSI*, instrumentação eletrônica e sistemas aviônicos. **Bibliografia:** Revistas e periódicos especializados em eletrônica aplicada. Manuais de componentes e sistemas eletrônicos. Documentação de sistemas computacionais de CAD e CAM voltados a projetos eletrônicos.

### **EA-254/2008 – Microcontroladores e Sistemas Embarcados.**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* EA-124 e EA-126, ou conhecimento equivalente. Horas semanais: 3-1-3. Conceituação de sistema embarcado. Estrutura de um sistema microprocessado: processador, memórias, interfaces com o mundo externo, barramentos. As famílias 68hc11 e 8051 de microcontroladores. Programação em linguagens *assembly* e C. Interfaces seriais e paralelas. Temporizadores, relógios e cão de guarda. Interrupções. Programação concorrente e em tempo real. Aplicações em sistemas automotivos, aeroespaciais e de instrumentação. Redes de microcontroladores e protocolos de comunicação. Sistemas com comunicação sem fio. **Bibliografia:** PREDKO, M., *Handbook of microcontrollers*. New York: McGraw-Hill, 1998; SIMON, D. E., *An embedded software primer*. Addison-Wesley, 1999; SHAW, A. C., *Real-time systems and software*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2001.

### **EA-266/2008 - Arquitetura de Computadores**

*Requisito recomendado:* CE-260. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Fundamentos do projeto de computadores. Desempenho e custo. Projeto do conjunto de instruções. Técnicas básicas do projeto de processadores. Projeto hierárquico da memória. Entradas e saídas. Exemplos de projetos reais. **Bibliografia:** PATTERSON, D. A.; HENNESSY, J. L., *Computer architecture: a quantitative approach*. San Mateo: Morgan & Kaufmann, 1990; HWANG, K.; BRIGGS, F. A., *Computer architecture and parallel processing*. New York: McGraw Hill, 1984.

### **EA-268/2008 - Processadores de Sinais Digitais**

*Requisito recomendado:* EA-126. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Aspectos matemáticos do processamento de sinais e algoritmos: *FFT*, convolução, sistemas lineares. Complexidades de algoritmos e desempenho de lógicos. Microcomputadores para processamento de sinais: organização, conjunto de instruções, endereçamento de I/O. Impacto dos *VLSI* no processamento de sinais: arquiteturas sistólicas, celulares e dispositivos com funções especiais. Configuração de multiprocessadores. **Bibliografia:**

BOWER, B. A.; BROWN, W. R., *VLSI systems design for digital signal processing*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1982. v.1; HIGGINS, R. J., *Digital signal processing in VLSI*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1990.

#### **EA-273/2008 - Transformada de Wavelets Aplicada a Sinais**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Transformada de Fourier *janelada* e transformada de *wavelets*. Bases ortonormais de *wavelets* compactamente suportadas. Transformadas de *wavelets* contínuas e discretas. Aplicações da transformada de *wavelets* em: compressão de dados, processamento de sinais de áudio e de voz, processamento de sinais de comunicações eletrônicas, processamento de sinais de imagem. **Bibliografia:** PRESS, W. H. et al, *Numerical recipes in C*, Cambridge: Cambridge University Press, 1992; MEYER, Y., *Wavelets and applications*. Marseille, França: Proceedings of the International Conference, maio 1989. DAUBECHIES, I., *Ten lectures on wavelets*. 2. ed. Montpeirt, Vermont: Capital City Press, 1992; CHUI, C. K., *Wavelets and applications*. San Diego: Academic Press, 1994. Artigos de revistas especializadas.

#### **EA-275/2008 - Autenticação Biométrica Aplicada a Segurança de Informações**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-4. Conceito envolvendo segurança de informações: políticas de segurança, autenticação, controle de acesso, criptografia e auditoria. Os desafios da autenticação e da identificação de pessoas. Autenticação forte: conceitos, técnicas, dispositivos e biometria. Dispositivos mais usuais (hardware): *smartcards*, *tokens* e outros dispositivos. Biometria: características biológicas utilizadas, dispositivos e sistemas eletrônicos voltados à biometria, algoritmos de extração de parâmetros e identificação biométrica. Autoridades certificadoras e certificados digitais associados à autenticação forte. Integração de técnicas de autenticação a sistemas variados. Apresentação de casos. Aplicações. **Bibliografia:** PELTIER, T. R., *Information security policies, procedures, and standards: Guidelines for Effective information security management*. 1. ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2001; SCHNEIER, B., *Applied cryptography*. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1994; JULIAN, A., *Biometrics, advanced identity verification*, 1. ed. London: Springer-Verlag, 2000.

#### **EA-276/2008 - Projeto de Filtros Ativos e de Filtros Digitais**

*Requisito recomendado:* EEA 04 ou conhecimento equivalente: *Requisito exigido:* consentimento do Professor: Horas semanais: 3-1-4. Sistemas lineares invariantes no tempo. Circuitos com elementos ativos. Tipos de filtros ativos: Butterworth, Chebyshev, elípticos, Bessel. Equalizadores, Transformação de freqüências. Filtros de primeira e segunda ordem. Topologia de realimentação positiva e negativa. Circuitos Sallen-Key: passa baixa e passa-faixa. O circuito *biquard friend*. Filtros de capacitor chaveado. A transformada Z. A transformação bilinear. Sistemas digitais lineares invariantes no tempo. Filtros digitais IIR e FIR. Amostragem. Projeto de filtros digitais. Transformada discreta

de Fourier e FFT. Processamento de sinais digitais multi-taxas. Efeitos do comprimento finito de registradores no processamento digital de sinais. Projeto de um sistema de processamento de sinais, com filtros ativos e filtros digitais. **Bibliografia:** DARYANANI, G., *Principles of active networks synthesis and design*. New York: John Wiley & Sons, 1976; SCHAUMANN, R.; VALKENBURG, M. E., *Design of analog filters*. Oxford: University Press, 2001; DE FATTA, D. J.; LUCAS, J. G.; HODGKISS, W. S., *Digital signal processing: A system design approach*. New York: John Wiley & Sons, 1988.

**EA-277/2008 - Linguagem VHDL: Descrição e Síntese de Circuitos Digitais**  
*Requisito recomendado:* EEA-20, ou conhecimento equivalente. *Requisito exigido:* Não há. Horas semanais: 3-1-4. Histórico da linguagem. Síntese de circuitos: ferramentas e etapas envolvidas. Declarações concorrentes e seqüenciais básicas. Atraso interno, sinais, variáveis e atributos. Estratégias para síntese de circuitos síncronos. Componentes e declarações afins. Subprogramas: procedimentos e funções. Bibliotecas e pacotes. Padrões IEEE-1164 e IEEE-1076.3. Definição de tipos. Descrições para teste, e operações com arquivos. Práticas com programação de dispositivos lógicos programáveis. **Bibliografia:** D'AMORE, R., *VHDL Descrição e síntese de circuitos digitais*. LTC, 2005; NAYLOR, D.; JONES, D., *VHDL: a logic synthesis approach*, Chapman & Hall, 1997; BHASKER, J., *A VHDL Primer*, Prentice Hall 1995.

#### **EA-278/2008 - PROCESSADORES EMBARCADOS DE ALTO DESEMPENHO.**

*Requisito recomendado:* EA-266. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-1-4. Técnicas de aceleração de alto desempenho para processadores embarcados. Paralelismo em nível de instrução. Escalonamento dinâmico. Especulação baseada em hardware. Entrega de instruções de alto desempenho. Previsão de desvio estático. Emissão múltipla estática: a abordagem VLIW. Paralelismo em nível de thread. Arquitetura de processadores embarcados de alto desempenho, exemplos e aplicações. **Bibliografia:** HENNESSY, J. L.; PATTERSON, D. A., *Computer architecture: A quantitative approach*. 3. ed. Amsterdam: Morgan Kaufmann, 2003; JOHNSON, M., *Superscalar microprocessor design*. Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall, 1990; ANALOG DEVICES. ADSP – BF533 Blackfin processor hardware reference. Norwood, MA: Analog Devices Inc., 2003.

#### **EA-279/2008 – Arquitetura de Computadores II**

*Requisito recomendado:* EA-266. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-1-6. Paralelismo em nível de instrução e sua exploração dinâmica. Escalonamento dinâmico. Emissão múltipla. Paralelismo em nível de thread. Paralelismo em nível de instrução com abordagens de software. Emissão múltipla estática e arquitetura VLIW. Mecanismos de especulação de hardware e software. Multiprocessadores e paralelismo em nível de thread. Multiprocessadores de memória compartilhada simétrica e seu desempenho.

Multiprocessadores de memória compartilhada distribuída e seu desempenho. Sincronização. Modelos de consistência de memória. Multithreading, exploração do paralelismo a nível de thread em um processador. Multiprocessador embutidos. **Bibliografia:** HENNESSY, J. L. e PATTERSON, D.A., *Computer Architecture: A Quantitative Approach*, 3. ed., Elsevier Science, USA, 2003; JOHNSON, M., *Superscalar Microprocessor Design*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., USA, 1990; Analog Devices – ADSP – BF533 Blackfin Processor Hardware Reference, Analog Devices Inc., Norwood, Mass. USA, 2003.

### **EA-281/2008 - Otimização de Circuitos Digitais**

*Requisito recomendado:* EEA-20. *Requisito exigido:* não há. *Horas semanais:* 3-0-6. Características e modelagem de sistemas digitais síncronos: estrutura, técnicas de particionamento, arquiteturas RTL (*Register Transfer Logic*), Linguagens de descrição de circuitos. Otimização e síntese da unidade operadora (*datapath*): técnicas de alocação de unidades funcionais e registradores e técnicas de escalonamento de estados. Otimização e síntese de máquinas de estado finito síncronas (MEFS): minimização de estados; assinalamento de estados voltado para redução de área e potência; minimização lógica de simples saída, múltiplas saídas e multi-nível; técnicas de eliminação de glitches; decomposição de máquinas MEFS voltada para redução de potência; mapeamento tecnológico. **Bibliografia:** DE MICHELI, G., *Synthesis and optimization of digital circuits*, McGraw-Hill 1994; VILLA, T., K.A.M, T., BRAYTON, K. R. L., SANGIOVANNI-VICENTELLI, A., *synthesis of finite state machines: logic optimization*, Kluwer Academic Publishers, 1997; KASTNER, R., KAPLAN, A., SARRAFZADEIT, M., *Synthesis techniques and optimization fo reconfigurable systems*, Kluwer Academic Publishers 2003.

### **EA-282/2008 – Projeto de Circuitos Assíncronos**

*Requisito recomendado:* EEA-20. *Requisito exigido:* não há. *Horas semanais:* 3-0-6. Introdução: modelos de atraso, modos de operação e tipos de circuitos assíncronos. Conceitos: circuitos livres de risco e tipos de risco. Especificações para circuitos (controladores) assíncronos: grafo de transição de sinais, modo-rajada estendido e multi-rajada. Síntese de controladores assíncronos: modo fundamental generalizado e modo entrada-saída. Síntese da unidade de processamento de dados assíncrono. Projeto de interfaces assíncronas. Projeto de circuitos no modo misto: síncrono/assíncrono. Sistemas globalmente assíncrono e localmente síncrono. Noções de projeto de processadores assíncronos. **Bibliografia:** HAUCK, S., *Asynchronous design methodologies: An overview. Proc. of the IEEE*, v. 83, n.1, p.69-93, 1995; LAVAGNO, L.; SANGIOVANNI-VICENTELLI, A., *Algorithms for synthesis and testing of asynchronous circuits*, Kluwer Academic Publishers, 1993; SPARSO, J.; FURBERS, S., *Principles of asynchronous circuit design – a system perspective*, Kluwer Academic Publishers, 2001.

### **EA-283/2008 – Introdução aos Sistemas VLSI**

*Requisito recomendado:* EA-252. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-1-4. Transistor MOS. Famílias digitais. Análise de inversores. Portas lógicas. Princípios de fabricação. Regras de projeto. Circuitos dinâmicos e estáticos. Registradores. Memórias. Arquiteturas VLSI. Linguagem VHDL. **Bibliografia:** KANG, S. M.; LEBLEBICI, Y., *CMOS Digital Integrated Circuits*, McGraw-Hill, 2003; WESTE, N; HARRIS, D., *CMOS VLSI Design. A circuits and systems perspective*, Addison Wesley, 2004; HODGES, D. A.; JACKSON H.G; SALEH, R. A., *Analysis and design of digital integrated circuits*, McGraw-Hill, 2003.

### **EA-307/2008 – Estudo dos Efeitos da Radiação em Circuitos Integrados e Desenvolvimento de Técnicas de Tolerância a Falhas de Efeito Transiente**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 1-1-0. Ambiente espacial e radiação, efeito de radiação em circuitos integrados. Classificação das falhas. Modelos de falhas transientes. Injeção de falha transiente por simulação. Métodos de teste e qualificação de circuitos integrados, medidas (LET, *cross-section*). Efeito de falhas transientes em circuitos analógicos, efeito de *single event transient*. Testes com amplificadores e conversores. Falhas transientes em circuitos digitais. Aumento da frequência na sensibilidade a SET e SEU. Injeção de falha, técnicas de tolerância a falhas. Redundância espacial e temporal, técnicas mistas, códigos de correção de erro (*Hamming code* e *Reed Solomon*). Técnicas baseadas em recomputação, efeito de radiação em circuitos programáveis (FPGAs) programados por tecnologia SRAM. **Bibliografia:** Ma, T. P.; Dressendorfer, P. V.; *Ionizing Radiation Effects in MOS Devices and Circuits*, Wiley-Interscience, 1989; Holmes-Siedle, A.; Adams, L.; *Handbook of Radiation Effects*, Oxford University Press, 2002; e 3 Kastensmidt, F. L.; Carro, L.; Reis, R.; *Fault-Tolerance Techniques for SRAM-Based FPGAs*. Series: *Frontiers in Electronic Testing* , Vol. 32. 2006, XV, 183 p. ISBN: 978-0-387-31068-8

### **EC-107/2008 - Eletromagnetismo I**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Eletrodinâmica. Representação complexa das grandezas eletromagnéticas. Equações de Maxwell. Condições de contorno. Teorema de Poynting. Ondas eletromagnéticas planas: propagação em meios dielétricos. Polarização. Reflexão e refração de ondas eletromagnéticas planas. Propagação em meios bons condutores. Efeito pelicular. Ondas TEM guiadas. Linhas de transmissão de radiofrequência: regime e transitório. Linhas de fita. Transformador de um quarto de onda e casamento com toco simples. **Bibliografia:** KRAUSS, J. D., CARVER, K.R., *Eletromagnetismo*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1978. DINIZ, A.B., FREIRE, G.F.O., *Ondas eletromagnéticas*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1973. RAMO, S. et al, *Fields and waves in communication electronics*. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1994.

### **EC-108/2008 - Eletromagnetismo II**

*Requisito recomendado:* EC-107. *Requisito exigido:* consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Diagrama de Smith e aplicações: casamento com tocos duplo e triplo. Casamento faixa larga. Modos de transmissão *TE* e *TM*. Guias de onda: conceituação de tensão, corrente, impedância e constante de propagação. Guias de ondas retangulares, circulares, coaxiais e dielétricos. Relações energéticas em sistemas de transmissão. Cavidades ressonantes. Elementos de circuitos para sistemas de transmissão. Junções em microondas. Multipólos. Métodos matriciais de representação. **Bibliografia:** RAMO, S. et al, *Fields and waves in communication electronics*. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1994. COLLIN, R.E., *Foundations for microwave engineering*. 2. ed. Singapore: McGraw-Hill, 1992. DINIZ, A. B., FREIRE, G. F. O., *Ondas eletromagnéticas*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1973.

### **EC-175/2008 – Fundamentos de Engenharia Fotônica**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* EEM-09. Horas semanais: 3-0-6. Fundamentos de laser semiconductor: Interação entre radiação e matéria, emissão estimulada, emissão espontânea, absorção e inversão de população. Cavidade Fabry - Perot, modos de oscilação, equações de taxa, curva característica, coerência e representação circuital. Parâmetros típicos de laser semiconductor: eficiência, largura de faixa, potência óptica, corrente de limiar e divergência de feixe. Fotodetectores: princípios de operação, eficiência quântica, sensibilidade, representação circuital e largura de faixa. Fibras ópticas monomodo e multimodo: perfis de índice de refração, modos de propagação, dispersão, atenuação e retardo de grupo. Dispositivos fotônicos: divisores de potência, acopladores direcionais, filtros, moduladores e amplificadores. Projeto de moduladores ópticos à óptica integrada. Enlace de comunicação óptica: enlaces analógicos e digitais. Redes ópticas de comunicações. Medições em sistemas ópticos. **Bibliografia:** DAVIS, C., New York, NY: Cambridge University Press, 1996; YARIV, A., *Optical electronics in modern communications*. 5. ed. New York, NY: Oxford University Press, 1997; HOBBS, P. C. D., *Building electro - optical systems: making it all Work*. New York, NY: John Wiley & Sons, 2000.

### **EC-176/2008 – Processamento Óptico de Sinais**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* EEM-09. Horas semanais: 3-0-6. Sistemas ópticos lineares bidimensionais: fundamentos teóricos, convolução, correlação e transformadas de Fourier e de Fresnel bidimensionais. Teoria de difração: formulações de Kirchoff, Rayleigh - Sommerfeld e Fresnel. Difração acusto-óptica: células Bragg isotrópica e anisotrópica. Análise de lentes delgadas: transformada de Fourier espacial e formação de imagem. Moduladores e filtros ópticos espaciais. Analisador de espectro e correlatore acusto-ópticos. Aplicações de processamento óptico de sinais: processamento radar e reconhecimento de padrões. Fundamentos de holografia. **Bibliografia:** BOONE, B. G., *Signal processing using optics:*

*Fundamentals, Devices, Architectures and Applications*. New York: Oxford University Press, 1998; BORN, M.; WOLF, E., *Principles of optics: Electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light*. 6. ed. New York: Cambridge University Press, 1980; VAN DER LUGGT, A. B., *Optical signal processing*. New York: John Wiley & Sons, 1993.

### **EC-212/2008 - Teoria Eletromagnética**

*Requisito recomendado*: não há. *Requisito exigido*: não há. Horas semanais: 3-0-6. Conceitos fundamentais. Ondas eletromagnéticas: propagação, polarização, reflexão e transmissão. Vetores auxiliares. Teoremas e princípios eletromagnéticos. Ondas planas, cilíndricas e esféricas. Radiação e espalhamento. Técnicas variacionais e das perturbações. **Bibliografia**: HARRINGTON, R. F., *Time-harmonic electromagnetic fields*. New York: McGraw-Hill, 1961. BALANIS, C. A., *Advanced engineering electromagnetics*. New York: John Wiley & Sons, 1989. KONG, J. A. *Theory of electromagnetic waves*. New York: John Wiley & Sons, 1975.

### **EC-213/2008 - Engenharia de Microondas**

*Requisito recomendado*: não há. *Requisito exigido*: não há. Horas semanais: 4-0-8. Elementos de teoria eletromagnética. Linhas de transmissão e guias de onda. Teoria circuital para sistemas guiados. Casamento de impedância. Dispositivos passivos em microondas. Ressonadores eletromagnéticos. Estruturas periódicas e filtros. Válvulas e dispositivos semicondutores. **Bibliografia**: COLLIN, R. E., *Foundations for microwave engineering*. 2. ed. Singapore: McGraw-Hill, 1992. RAMO, S. et al, *Fields and waves in communication electronics*. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1994. POZAR, D. M., *Microwave engineering*. Reading: Addison-Wesley, 1990.

### **EC-214/2008 - Medidas em Microondas**

*Requisito recomendado*: não há. *Requisito exigido*: EC-213 ou consentimento do professor. Horas semanais: 1-0-2. Linhas de transmissão naturais e artificiais. Técnicas de casamento de impedância. Medidas básicas em microondas. Características de guias de onda, cavidades ressonantes e junções. Geração de microondas. Técnicas dinâmicas de medidas. **Bibliografia**: LAVERGHETTA, T. S., *Modern microwave measurements and techniques*. Dedham: Artech House, 1988. SUCHER, M., FOX, J., *Handbook of microwave measurements*. New York: Polytechnic Press of P.I.B., 1963. ADAM, S. F., *Microwave theory and applications*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1969.

### **EC-220/2008 - Fibras Ópticas: Teoria e Aplicações**

*Requisito recomendado*: não há. *Requisito exigido*: consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Guias ópticos dielétricos. Teoria dos modos. Fibras ópticas monomodo circulares. Aproximação para modos fracamente guiados. Fibras altamente birefringentes. Técnicas de emendas. Dispositivos a fibras (acopladores, moduladores, polarizadores). Circuitos ópticos a fibra (interferômetros de Mach-Zehnder e Sagnac) e suas aplicações como

sensores. **Bibliografia:** MARCUSE, D., *Theory of dielectric optical guides*. New York: Academic Press, 1974. SNYDER, A. W., LOVE, J. D., *Optical waveguide theory*. London: Chapman & Hall, 1983. Okoshi, T. *Optical fibers*. New York: Academic Press, 1982.

### **EC-221/2008 - Dispositivos Eletroópticos e Acustoópticos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Propagação de ondas eletromagnéticas e elásticas em cristais anisotrópicos. Os efeitos eletroóptico e acustoóptico. Moduladores de fase, amplitude e frequência. Defletores ópticos, filtros ópticos e dispositivos biestáveis. **Bibliografia:** NELSON, D. F., *Electric, optic, and acoustic interactions in dielectrics*. New York: John Wiley & Sons, 1979. YARIV, A., YEH, P., *Optical waves in crystals*. New York: John Wiley & Sons, 1984.

### **EC-225/2008 - Circuitos Integrados Ópticos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Guias ópticos planares e guias ópticos de tipo canal. Modos guiados e modos de radiação. Teoria de modos acoplados. Acopladores direcionais. Moduladores de fase, amplitude e frequência. Filtros ópticos. Circuitos ópticos biestáveis. Amplificadores ópticos. **Bibliografia:** YARIV, A., *Optical electronics*, 4. ed. San Francisco: Saunders College Publishing, 1991. NISHIHARA, H., et al, *Optical integrated circuits*. New York: McGraw-Hill, 1989. YARIV, A., YEH, P., *Optical waves in crystals*. New York: John Wiley & Sons, 1984.

### **EC-240/2008 - Comunicações Ópticas**

*Requisito recomendado:* EC-212 ou equivalente. *Requisito exigido:* Não há. Horas semanais: 3-0-6. Teoria básica de fibras ópticas. Perdas em fibras ópticas, não-linearidades e dispersão. Fontes ópticas e transmissores. Fotodetetores ópticos e receptores. Projeto de sistemas ópticos. Sistemas de comunicação de múltiplos canais. Amplificadores ópticos. Não-linearidades ópticas. **Bibliografia:** AGRAWAL, G., *Fiber-optic communication systems*, New York, John Wiley & Sons, 1992. KEISER, G., *Optical fiber communications*, New York, McGraw Hill, 1983. SENIOR, J. M., *Optical fiber communications*, New York, Prentice Hall, 1985. MESTDAGH, D. J. G., *Fundamentals of multiaccess optical fiber networks*, Norwood, Artech House, 1995.

### **EC-241/2008 - Dispositivos Especiais em Fibra Óptica**

*Requisito recomendado:* EC-212 ou equivalente. *Requisito exigido:* Não há. Horas semanais: 3-0-6. Interação de ondas eletromagnéticas com a matéria. Óptica de uma única camada. Formulação matricial para estruturas de várias camadas isotrópicas. Estruturas periódicas. Estruturas não-homogêneas. Estruturas de várias camadas anisotrópicas. Grades de Bragg. Foto-sensibilidade de grades de Bragg. Teoria de grades de Bragg. Filtros passa-faixa e grades com *chirping*. Medidas básicas das características das grades

de Bragg. Estruturas do tipo *photonic bandgap*. **Bibliografia:** YEH, P., *Optical waves in layered media*, New York, John Wiley & Sons, 1988. KASHYAP, R., *Fiber Bragg gratings*, New York, Academic Press, 1999. CHEW, W. C., *Waves and fields in inhomogeneous media*, Piscataway, IEEE Press, 1995.

### **EC-242/2008 - Métodos Analíticos em Fibra Óptica**

*Requisito recomendado:* EC-212 ou equivalente. *Requisito exigido:* Não há. Horas semanais: 3-0-6. Análise de fibras ópticas multimodo por óptica geométrica. Principais materiais usados na fabricação de fibras ópticas. Modos fracamente guiados. Dispersão. Mecanismos de perdas na fibra. Efeitos não-lineares em fibras ópticas. Acoplamento de potência em fibra óptica. Análise de fibras elípticas através da aproximação gaussiana. **Bibliografia:** SNYDER, A. W.; LOVE, J. D., *Optical waveguide theory*, Chapman and Hall, 1983. AGRAWAL, G. P., *Nonlinear fiber optics*, Academic Press, 1989. AGRAWAL, G. P., *Fiber-optic communication systems*, New York, John Wiley & Sons, 1992.

### **EC-243/2008 - Óptica não-linear**

*Requisito recomendado:* EC-212 ou equivalente. *Requisito exigido:* Não há. Horas semanais: 3-0-6. Características gerais de fibra óptica. Propagação de ondas eletromagnéticas em fibras ópticas. Dispersão. Modulação de fase não-linear. Solitons. Compressão de pulsos ópticos. Modulação cruzada. Espalhamento Raman estimulado. Espalhamento Brillouin estimulado. Processos paramétricos. **Bibliografia:** AGRAWAL, G. P., *Nonlinear fiber optics*, Academic Press, 1989. SAUTER, E., *Nonlinear optics*, John Wiley & Sons, 1996. SCHUBERT, M.; WILHELMI, B., *Nonlinear optics and quantum electronics*, John Wiley & Sons, 1986.

### **EC-244/2008 - Análise de Guias de Microondas e Ópticos pelo Método de Elementos Finitos**

*Requisitos recomendados:* EC-212, AE 245 ou equivalente. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Elementos Finitos no Eletromagnetismo. Fundamentos do Método de Elementos finitos (MEF). Formulações para solução das equações de Laplace e Poisson. Formulações escalar e vetorial da equação de Helmholtz para meios não-homogêneos e anisotrópicos. Técnicas para a solução de problemas de domínio aberto. Aplicação do MEF (1D e 2D) na análise modal de guias de microondas e ópticos integrados. Exemplos de aplicação a fenômenos acoplados: dispositivos eletroópticos e termo-ópticos. **Bibliografia:** JIN, J., *Finite element method in electromagnetics*, New York, John Wiley & Sons Inc, 1993. KOSHIBA, M., *Optical waveguide theory by the finite element method*, Tokyo, KTK Scientific Publishers, 1992. VOLAKIS, J. L.; CHATTERJEE, A.; KEMPEL, L. C., *Finite element method for electromagnetics*, Piscataway, IEEE Press, 1998.

### **EC-263/2008 – Materiais Semicondutores em Microondas e Optoeletrônica**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Fundamentos de Mecânica Quântica:

Postulados, Operadores, Função de Onda, Equação de Schroedinger; Elétron em cristais: estruturas cristalinas, bandas de energia, metais, semicondutores e isolantes; Cálculo de estrutura eletrônica: Teoria do Funcional da Densidade ; Transporte em semicondutores: massa efetiva, modelo semiclássico, Impurezas em semicondutores: Estatística de Fermi Dirac; Interação da radiação com a matéria: Modelos clássico e quântico, propriedades ópticas de semicondutores; Ligas semicondutoras: engenharia de materiais; Fundamentos de geração de microondas e de radiação óptica por meio de dispositivos semicondutores: diodo gunn, diodo IMPATT, diodo laser e LED. **Bibliografia:** YARIV, A., *An introduction to theory and applications of Quantum Mechanics*, New York: John Wiley & Sons, 1982; ASHROFT, N. W. and MERMIN, N. D., *Solid State Physics*, New York: Saunders College Publishers, 1976; SINGH, J., *Electronic and optoelectronic properties of semiconductor structures*, Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

### **EC-266/2008 - Dispositivos a Semicondutores em Microondas e Eletroóptica**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Elementos de física do semicondutor. Transistores bipolares e a efeito de campo. Diodos varactor, túnel e pin. Dispositivos a barreira Schottky, a transferência de elétrons, em regime de avalanche e tempo de trânsito. Geradores e amplificadores a estado sólido em microondas. Dispositivos optoeletrônicos a semicondutor. Óptica integrada. **Bibliografia:** SZE, S. M., *Physics of semiconductor devices*. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1981. CHANG, K., (ed) *Handbook of microwave and optical components*. v. 2. New York: John Wiley & Sons, 1990. KEISER, G., *Optical fiber communications*. New York: McGraw-Hill, 1983.

### **EC-273/2008 - Ondas Guiadas**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* EC-212 ou consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Funções de Green escalares e diádicas. Ondas transversais eletromagnéticas. Linhas de transmissão: determinação de impedâncias características e constantes de propagação. Guias de ondas metálicos e cavidades ressonantes: propriedades dos modos. Energia, atenuação em guias de ondas e fator de mérito de cavidades. Guias de ondas ópticos. **Bibliografia:** COLLIN, R.E., *Field theory of guided waves*. 2. ed. Piscataway: IEEE Press, 1990. MARCUSE, D., *Theory of dielectric optical waveguides*. New York: Academic Press, 1974. KONG, J. A., *Electromagnetic waves theory*. New York: John Wiley & Sons, 1990.

### **EC-278/2008 - Circuitos Ativos em Microondas**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* EC-277 ou consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Parâmetros S aplicados ao projeto de circuitos lineares. Ruído em duas-portas lineares. Características de dispositivos semicondutores: diodo Schottky, FET e transistor bipolar. Técnicas de casamento de impedância. Amplificadores lineares: pequenos sinais e baixo

ruído. Análise de circuitos não-lineares: o método do balanceamento harmônico. Amplificadores de potência. Osciladores. Outros circuitos ativos. Exemplos de circuitos integrados monolíticos de microondas. **Bibliografia:** VENDELIN, G. D., et al, *Microwave circuit design using linear and nonlinear techniques*. New York: John Wiley & Sons, 1990. MAAS, S. A., *Nonlinear microwave circuits*. Norwood: Artech House, 1988. GOYAL, R., *Monolithic microwave integrated circuits: technology and design*, Norwood: Artech House, 1989.

### **EC-300/2008 - Métodos Numéricos em Microondas**

*Requisito recomendado:* EC-212. *Requisito exigido:* consentimento do professor. Horas semanais: 1-0-2. Refinamento de técnicas de cálculo numérico para aplicações em microondas. Álgebra linear numérica: normas para matrizes, número de condição, solução de sistemas lineares, técnicas de matrizes esparsas, formas de variabilidade. Solução de sistemas de equações algébricas não-lineares: métodos de Newton, quase-Newton e continuação. Cálculo do parâmetro de relaxação. Integração numérica e solução numérica de equações diferenciais ordinárias. **Bibliografia:** ITOH, T., *Numerical techniques for microwave and millimeter-wave passive structures*. New York: John Wiley & Sons, 1989. SORRENTINO, R., *Numerical methods for passive microwave and millimeter-wave structures*. New York: IEEE Press, 1989; RODRIGUES, P. J. C., *Computer-aided analysis of nonlinear microwave circuits*. Norwood: Artech House, 1998.

### **EC-301/2008 – Seminário de Tese**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 1-0-1. Sistemática de pesquisa e divulgação de resultados de pesquisa em engenharia. Apresentação pelos alunos de mestrado e doutorado das teses em andamento e de assuntos e propostas de tese. **Bibliografia:** a critério do professor.

### **EE-204/2008 – Fundamentos de Controle Automático**

*Requisitos recomendados:* MAT-12, MAT-17, MAT-32, MAT-46 ou equivalentes. *Requisito exigido:* Não há. Horas semanais: 3-0-6. Apresentação geral do problema de controle automático. Fundamentos matemáticos para análise e projeto de sistemas de controle automático: matrizes, variáveis complexas, equações diferenciais, transformadas de Laplace e Fourier. Grafos de fluxo de sinal. Modelagem linear de sistemas mecânicos, pneumáticos, hidráulicos, elétricos e térmicos. Analogias. Servomecanismos. Espaço de estados. Solução numérica de equações diferenciais ordinárias: simulação de sistemas dinâmicos. Função de transferência. Coeficientes de erro. Sistemas de primeira e segunda ordem. Critérios de estabilidade de Routh- Hurwitz. Lugar geométrico das raízes. Resposta em frequência. Curva de Bode. Critério de estabilidade de Nyquist. Compensadores avançados e atrasados de fase. Controladores PID. Estudo de casos. **Bibliografia:** KUO, B. C., *Automatic control systems*. 7. ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1995; OGATA, K.,

*Engenharia de controle moderno*. 3. ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1995.

### **EE-205/2008 - Sistemas de Controle Automático**

*Requisito recomendado:* EE-204 ou equivalente. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-2-6. Conceituação de sistemas, controle e automação. Modelagem de sistemas dinâmicos de tempo contínuo e de tempo discreto. Técnicas de linearização de sistemas. Respostas de sistemas lineares. Sistemas amostrados. Análise no espaço de estados: estabilidade, controlabilidade e observabilidade. Realização de funções de transferência. Realimentação de estado e observadores de estado. Análise no domínio transformado: investigação da estabilidade por métodos gráficos e tabulares. Projeto de controladores em tempo contínuo e em tempo discreto. Noções de robustez. Sistemas não-lineares: plano de fase e linearização harmônica. Estabilidade no sentido de Lyapunov. **Bibliografia:** OGATA, K., *Engenharia de controle moderno*. 3. ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1995; FRANKLIN, G. F.; POWELL, J. D.; EMAMI-NAEINI, A., *Feedback control of dynamic systems*. 3. ed. Reading: Addison Wesley, 1994; SHINNERS, S. M., *Modern control system theory and design*. New York: Wiley, 1992.

### **EE-206/2008 - Teoria Matemática de Sistemas**

*Requisito recomendado:* MAT-42 ou equivalente. *Requisito exigido:* EE-205 ou equivalente. Horas semanais: 4-0-8. Descrição formal de sistemas dinâmicos. Quantificações das especificações de desempenho para sistemas de controle. Condições de existência de soluções para equações de estado. Controlabilidade e observabilidade. Métodos de simplificação baseados em linearização, perturbação e médias temporais. Movimento deslizante. Análise de estabilidade por métodos do tipo Lyapunov. Noções de controle ótimo, controle robusto e controle adaptativo. Sistemas estocásticos. Filtro de Kalman. **Bibliografia:** SLOTINE, J. J.; LI, W., *Applied nonlinear control*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1991; SASTRY, S., *Nonlinear systems: analysis, stability and control*. [S.l.]: Springer Verlag, 1999; FALEIROS, A. C.; YONEYAMA, T., *Teoria matemática de sistemas*. São Paulo: Editora Arte e Ciência, 2002.

### **EE-214/2008 - Inteligência Artificial em Controle e Automação**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* EES-49 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-6. Princípios de lógica. Cálculo sentencial e de predicados. Fundamentos de Prolog. Sistemas especialistas. Métodos de busca min-max e A-estrela. Lógica nebulosa. Aprendizado com diferentes tipos de supervisão. Redes neurais artificiais. Algoritmo Back-Propagation. Aplicação de técnicas de inteligência artificial em problemas de reconhecimento de padrões e de controle. **Bibliografia:** NASCIMENTO Jr., C. L.; YONEYAMA, T., *Inteligência artificial em controle e automação*. São Paulo: Edgard Blücher, 2000; RUSSEL, S. L.; NORVIG, P., *Artificial intelligence : a modern approach*.

2. ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 2002; SHAW, I.; SIMÕES, M. G., *Controle e modelagem fuzzy*. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

### **EE-240/2008 - Controle Tolerante a Falhas**

*Requisito recomendado:* EE-204 e EE-214 ou equivalentes. *Requisito exigido:* ELE-49 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-6. Formulação do problema de controle tolerante a falhas. Abordagens de controle tolerante a falhas. Métodos de detecção de falhas. Detecção de falhas baseada em redundância física e analítica e em técnicas de inteligência artificial. Isolamento de falhas. Diagnóstico de falhas. Noções de controle robusto e controle adaptativo. Estudo de caso. Implementação computacional de detecção, isolamento e controle tolerante a falhas. **Bibliografia:** ISERMANN, R., *Fault-diagnosis systems: an introduction from fault detection to fault tolerance*. London: Springer-Verlag, 2005; BLANKE, M.; KINNAERT, M.; LUNZE, J.; STAROSWIECKI, M., *Diagnosis and fault-tolerant control*. London: Springer-Verlag, 2003; PATTON, R. J.; FRANK, P. M.; CLARK, R. N., (ed.) *Issues of fault diagnosis for dynamic systems*. London: Springer-Verlag, 2000.

### **EE-253/2008 - Controle Ótimo de Sistemas**

*Requisito recomendado:* EE-205 ou equivalente. *Requisito exigido:* EES-49 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-6. Formulação do problema de controle ótimo. Noções de cálculo variacional. Princípio do máximo de Pontryagin. Existência de controle ótimo. Princípio da otimalidade e programação dinâmica. Equação de Hamilton-Jacobi-Bellman. Controle subótimo. Problema linear-quadrático. Otimização e métodos numéricos em controle ótimo. **Bibliografia:** KIRK, D. E., *Optimal control theory: an introduction*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1970; LEWIS, F. L.; SYRMOS, V. L., *Optimal control*. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1995; GILL, P. E.; MURRAY, W.; WRIGHT, M. H., *Practical optimization*. New York: Academic Press, 1981.

### **EE-254/2008 – Controle Preditivo**

*Requisito recomendado:* EE-204 ou equivalente. *Requisito exigido:* EES-49 e ELE 51 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-6. Elementos básicos de uma formulação de controle preditivo. Modelos de predição: resposta a impulso, resposta a degrau, função de transferência, espaço de estados. Solução na ausência de restrições. Inclusão de restrições de controle e saída: formulações de programação quadrática e programação linear. Tratamento de problemas de factibilidade. Estabilidade e robustez em controle preditivo. **Bibliografia:** CAMACHO, E. F.; BORDONS, C., *Model predictive control*. London: Springer-Verlag, 1999; MACIEJOWSKI, J. M., *Predictive control with constraints*. Harlow: Prentice Hall, 2002; ROSSISTER, J. A., *Model-based predictive control*. Boca Raton: CRC Press, 2003.

### **EE-263/2008 - Controle Estocástico**

*Requisito recomendado:* EE-205 ou equivalente. *Requisito exigido:* EE-204 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-6. Processos estocásticos. Modelagem de

sistemas estocásticos. Estimação de estado e de parâmetros. Controle ótimo de sistemas estocásticos. Problemas LQG. Controle adaptativo de sistemas estocásticos. Métodos numéricos para filtragem recursiva e controle ótimo estocástico. **Bibliografia:** DAVIS, M. H. A.; VINTER, R. B., *Stochastic modelling and control*. London: Chapman and Hall, 1985; GOODWIN, G. C.; SIN, K. S., *Adaptive filtering, prediction and control*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984; ASTRÖM, K. J., *Introduction to stochastic control theory*. New York: Academic Press, 1970.

### **EE-264/2008 - Controle Adaptativo**

*Requisito recomendado:* EE-205 ou equivalente. *Requisito exigido:* EE-204 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-6. Controle dual. Identificação de sistemas dinâmicos. Estabilidade de sistemas não-lineares. Controle adaptativo utilizando modelo de referência. Persistência de excitação. Controle adaptativo de sistemas estocásticos. Predição adaptativa. Controle adaptativo baseado na equivalência à certeza. Controle adaptativo tipo variância mínima. Estabilidade e otimalidade assintótica. Robustez a incertezas estruturadas e não estruturadas. **Bibliografia:** NARENDRA, K. S.; ANNASWAMY, A. M., *Stable adaptive systems*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1989; SASTRY, S.; BODSON, M., *Adaptive control: stability, convergence and robustness*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1989; GOODWIN, G. C.; SIN, K. S., *Adaptive filtering, prediction and control*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984.

### **EE-273/2008 - Controladores Lineares Robustos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* EE-205 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-6. Estabilidade e desempenho de sistemas multivariáveis. Robustez e modelagem de incertezas. Estabilidade e desempenho robusto. Técnicas de projeto de controladores para sistemas multivariáveis: extensão de técnicas para sistemas com uma entrada / saída, LQG / LTR,  $H_\infty$ , métodos algorítmicos. Projeto de sistemas de controle multivariáveis auxiliado por computador. **Bibliografia:** SKOGESTAD, S.; POSTLETHWAITE, I., *Multivariable feedback control*. Chichester: John Wiley & Sons, 1996; MACIEJOWSKI, J., *Multivariable feedback design*. Reading: Addison-Wesley, 1989; CRUZ, J. J., *Controle robusto multivariável*. São Paulo: Edusp, 1996.

### **EE-280/2008 – Fundamentos de Engenharia Biomédica**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* EES-49 e EES-51 ou equivalentes. Horas semanais: 3-0-6. Ética na experimentação in vivo. Noções de anatomia geral e fisiologia. Patologia geral e evolução clínica das moléstias. Modelagem, identificação e simulação de sistemas biomédicos. Sensores, instrumentação e dispositivos biomédicos. Processamento de sinais e imagens de interesse médico. Agrupamento e classificação de padrões para apoio ao diagnóstico. Controle de sistemas fisiológicos. Órgãos artificiais. Ferramentas de reabilitação. Engenharia clínica. **Bibliografia:** OTTESEN, J. T.; OLUFSEN, M. S.; LARSEN, J. K., *Applied mathematical models in human physiology*. Philadelphia: SIAM, 2004. (SIAM Monographs on Mathematical Modelling and

Computation); RANGAYYAN, R. M., *Biomedical signal analysis – A case-study approach*. [S.l.]: IEEE - John Wiley & Sons, 2001; KHOO, M. C. K., *Physiological control systems – analysis, simulation, and estimation*. New York: IEEE, 2000.

### **EE-294/2008 - Sistemas de Pilotagem e Guiamento**

*Requisito recomendado:* EE-204 e EE-205 ou equivalentes *Requisito exigido:* não há. 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. Modelos de sensores inerciais: giroscópios vertical e direcional, girômetros mecânicos e a fibra óptica, acelerômetros. Malhas de balanceamento em sensores. Técnicas para síntese de autopiloto. Cabeça de rastreamento em mísseis. Guiamento por imagens. Subsistema de rastreamento e pilotagem. Técnicas de detecção empregando infravermelho. Leis de guiamento: navegação proporcional, perseguição de linha de visada, comando para linha de visada. Erro final de aproximação. **Bibliografia:** ROSKAM, J., *Airplane flight dynamics and automatic flight control*. Kansas: The University of Kansas, 1979. Parts I – II. GARNELL, P., *Guided weapon control systems*. [S.l.]: Pergamon Press, 1980. MERHAV, S., *Aerospace sensor systems and applications*. [S.l.]: Springer-Verlag, 1996.

### **EE-295/2008 - Sistemas de Navegação Inercial**

*Requisito recomendado:* EE-204 e EE-205 ou equivalentes. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Sistemas de coordenadas relevantes. Cinemática e determinação de atitude de corpo rígido. Noções de instrumentação inercial. Equações de navegação. Mecanização da navegação em plataforma estabilizada e *strap-down*. *Coning* e *sculling*: algoritmos para determinação de atitude e navegação empregando múltiplas taxas de amostragem. Análise de erros e especificação inicial de sensores. Implementação subótima de filtro de Kalman, análise de covariância, filtro de Kalman estendido. Calibração e alinhamento inicial no solo e em vôo. Navegação empregando satélites: Navstar GPS. Fusão de navegação inercial com auxílios de barômetro, GPS, Doppler. **Bibliografia:** SIOURIS, G. M., *Aerospace avionics systems: a modern synthesis*. San Diego: Academic Press, 1993; WALDMANN, J., *Sistemas de navegação inercial*. São José dos Campos, SP: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 1995. Apostila 629.7.052 W164S; FARRELL, J.A.; BARTH, M., *The Global Positioning System and inertial navigation*. New York: McGraw-Hill, 1999.

### **EE-301/2008 - Seminário de Tese**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 1-0-1. Sistemática de pesquisa e divulgação de resultados de pesquisa em engenharia. Apresentação pelos alunos de mestrado e doutorado das teses em andamento e de assuntos e propostas de tese. **Bibliografia:** a critério do professor.

### **ET-111/2008 - Antenas**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-1-6. Revisão de conceitos básicos do eletromagnetismo. Estudo de irradiadores simples. Características e propriedades elétricas das antenas. Impedância de antenas lineares finas. Teoria das redes lineares. Antenas de abertura. Antenas com refletores. Antenas faixa larga. Antenas receptoras. Projetos e medidas em antenas. **Bibliografia:** BALANIS, C. A., *Antenna theory: analysis and design*. 3. ed. New York: John Wiley, 2005; STUTZMAN, W. I.; THIELE, G. A., *Antenna theory and design*. 2. ed. New York: John Wiley, 1998; COLLIN, R. E., *Antennas and radiowave propagation*. New York: McGraw-Hill, 1985.

### **ET-201/2008 – Análise do Desempenho de Redes de Dados**

*Requisitos recomendados:* EET-43 e EET-44. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-4. Métodos analíticos utilizados no estudo do desempenho de redes de dados (Teoria das filas). Caracterização do desempenho de redes de computadores para transporte de dados. Análise da influência dos protocolos utilizados nas camadas de transporte, rede, enlace e física em redes fixas. Desempenho das redes de distribuição de conteúdo na Internet (*Web Caching*). Desempenho de redes móveis de dados (*Mobile IP*) e impacto dos algoritmos de segurança (*Ispsec, SSL*). **Bibliografia:** KUROSE, F. J.; ROSS, W. K., *Redes de computadores e a Internet*. [S.l.]: Addison Wesley, 2003; BERTESEKAS, D.; GALLAGER, R., *Data network*. [S.l.]: Prentice Hall, 1992; SCHARTZ, M. *Telecommunication networks – Protocols, modelling and analysis*. [S.l.]: Addison Wesley, 1987.

### **ET-203/2008 - Mobilidade e Multimídia na Internet**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Estudo de interfaces rádio abordando os padrões IEEE 802.11 WLAN (*Wireless Local Area Network*) e UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*). Análise do TCP e IP em redes móveis. Estudo dos modelos de serviço integrado e diferenciado do IETF para multimídia na Internet e sua aplicação em telefonia sobre IP. Estudo de Sistemas de Gerenciamento da mobilidade e da qualidade de serviço. Protocolos de segurança utilizados em redes *mobile IP*. **Bibliografia:** WALLE, H.; BERNHARD, *Mobile radio networks*. New York: John Wiley & Sons, 2000; SOLOMON, J. D., *Mobile IP, Upper Saddle*. River: Prentice Hall, 1998; VEGSNA, S., *IP Quality of service*. Indianópolis: Cisco Press, 2001.

### **ET-231/2008 - Teoria de Informação**

*Requisito recomendado:* ET-236. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Medidas de informação. Codificação para fontes discretas. Canais discretos sem memória e sua capacidade. Teorema de codificação do canal ruidoso. Canais sem memória com tempo discreto. Canais de forma de onda. Noções de teoria da razão de distorção. Introdução à teoria de

informação de múltiplos usuários. **Bibliografia:** GALLAGER, R. G. *Information theory and reliable communication*. New York: John Wiley & Sons, 1968; ASH, R., *Information theory*. New York: Interscience Publishers, 1965; COVER, T. M.; THOMAS, J. A., *Elements of information theory*. New York: John Wiley & Sons, 1991.

### **ET-235/2008 – Codificação Digital de Sinais**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-8. Representação digital de sinais contínuos. Discretização no tempo: amostragem. Discretização em amplitudes e codificação digital: quantização linear, preditiva (diferencial e delta), não-linear e adaptável. Codificação de sinais por transformadas ortogonais. Codificação digital de voz e vídeo. **Bibliografia:** JAYANT, N.S. and NOLL, P., *Digital coding of waveforms*, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984. Artigos Selecionados.

### **ET-236/2008 - Processos Estocásticos**

*Requisitos recomendados:* EET-43, EET-44. *Requisito exigido:* não há. Revisão de probabilidade e variáveis aleatórias. Definição e caracterização estatística de processos aleatórios de tempo contínuo e tempo discreto, estacionariedade em sentido amplo e estrito. Exemplos de processos estocásticos de tempo contínuo e discreto: processos gaussianos, processos de Poisson, processo de Wiener de tempo contínuo, ruído branco, processo de Bernoulli, processo de Wiener de tempo discreto, processos de Markov de tempo discreto com estado discreto e estado contínuo. Estimacão de estados em cadeias ocultas de Markov de estado discreto. Continuidade, diferenciabilidade e integrabilidade de processos estocásticos no sentido de mínimos quadrados. Sistemas lineares de tempo contínuo e discreto com entradas estocásticas. Caracterização spectral e modelagem de processos estacionários de tempo contínuo e discreto. Filtros de Wiener de tempo discreto e contínuo, filtros de Wiener para predicão e suavizamento, identificacão de modelos autoregressivos. Processos ergódicos e teoremas de ergodicidade. **Bibliografia:** PAPOULIS, A.; PILLAI, S. U., *Probability, random variables and stochastic processes*. 4. ed., New York, NY: McGraw Hill, 2002; STARK, H.; WOODS, J. W., *Probability and random processes with applications to signal processing*. 3. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall Inc., 2002.

### **ET-237/2008 – Processamento Estatístico de Sinais**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* ET-236 ou equivalente. Horas semanais: 4-0-6. Estimacão bayesiana: conceitos gerais, estimadores MAP e MMSE, estimadores bayesianos seqüenciais, filtro de Kalman e filtro estendido de Kalman, filtros de partículas. Estimadores de máxima verossimilhança (ML): definicão, propriedades de estimadores, matriz de informacão de Fisher e limite de Cramér-Rao, estimacão ML de parâmetros em vetores média e matrizes de covariância estruturadas, aplicacões em identificacão de sistemas e análise modal. Detecção: testes Neyman-Pearson, testes de Bayes e Minimax, estatísticas suficientes, detecção de sinais

determinísticos conhecidos em ruído gaussiano, detecção de sinais aleatórios em ruído gaussiano, introdução a testes de hipóteses compostas, testes UMP e GLRT, detecção de sinais determinísticos com parâmetros desconhecidos em ruído gaussiano. **Bibliografia:** SCHARF, L., *Statistical signal processing: Detection, estimation and time series analysis*. Reading, Ma: Addison-Wesley Publishing Company, 1991; KAY, S. M., *Fundamentals of statistical signal processing: estimation theory*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1993; KAY, S. M., *Fundamentals of statistical signal processing: detection theory*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1998.

### **ET-270/2008 - Filtragem Adaptativa**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* ET-286. Horas semanais: 3-0-6. Processos estacionários e modelos. Filtragem linear ótima: filtro de Wiener, previsão linear e filtro de Kalman. Filtragem adaptativa linear: método do máximo gradiente (*steepest descent*), algoritmo da média quadrática mínima (*LMS*), método de minimização dos quadrados (*LS*), algoritmo recursivo do método dos mínimos quadrados (*RLS*). Filtragem adaptativa não linear: deconvolução cega e algoritmos usando redes neurais. **Bibliografia:** HAYKIN, S., *Adaptive filter theory*. 3. ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1996; TREICHLER, J. R.; JOHNSON JR., C. R.; LARYMORE, M. G., *Theory and design of adaptive filters*. New York: John Wiley & Sons, 1987.

### **ET-273/2008 - Sistemas de Comunicações por Espalhamento Espectral**

*Requisito recomendado:* ET-236. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Sistemas de comunicação por espalhamento espectral. Função de autocorrelação e densidade espectral de potência. Seqüências pseudo-aleatórias. Sistemas usando seqüência direta, salto no tempo e na freqüência. Sincronização: aquisição e rastreamento. Desempenho de sistemas de múltiplo acesso por seqüência direta. Aplicações: comunicações por satélite, GPS e radar. **Bibliografia:** LAM, A. W.; TARANTANA, S., *Theory and applications of spread-spectrum systems*. New Jersey: IEEE/EAB, 1994; SIMON, M. K. et al. *Spread spectrum communications*. New York: Computer Science Press, 1985. v. 1-3; VITERBI, A. J., *CDMA - Principles, spread spectrum communication*, New York: Addison-Wesley, 1995.

### **ET-274/2008 - Sistemas de Navegação por Satélites**

*Requisito recomendado:* não há ~~ET-171~~. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Histórico e descrição geral dos princípios básicos de funcionamento dos sistemas modernos de navegação por satélites, GPS (*Global Positioning System*) e GLONASS (*Global Navigation Satellite System*). O sistema GPS: estrutura do sinal; receptores e sensores GPS; desempenho e efeitos de erros do sistema; o sistema GPS diferencial. Comparação entre sistemas de navegação. Aplicações terrestres, marítimas e aeroespaciais dos sistemas de navegação por satélites. **Bibliografia:** PARKINSON, B. W.; SPILKER, J. J. (ed.). *Global Positioning System: theory and applications*. WASHINGTON, D. C., American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc,

1996. v.1-2; LEICK, A., *GPS Satellite surveying*. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1994; HOFMAN, W., *Global Positioning System: theory and practice*. 3. ed. New York: Springer-Verlag, 1994.

### **ET-275/2008 - Teoria de Antenas**

*Requisito recomendado:* ET-111 e ET-283. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Irradiação de fontes elementares. Antenas receptoras: altura efetiva e área efetiva de recepção. Antenas cilíndricas. Antenas de abertura: geometrias planas e cilíndricas. Cornetas eletromagnéticas. Antenas faixa larga. Antenas *Leaky* e de ondas de superfície. Antenas eletricamente curtas. **Bibliografia:** BALANIS, C. A., *Antenna theory: analysis and design*. 3. ed. New York: John Wiley, 2005; STUTZMAN, W. I.; THIELE, G. A., *Antenna theory and design*. 2. ed. New York: John Wiley, 1998; COLLIN, R. E.; ZUCKER, F. J. ed., *Antenna theory*. New York: McGraw-Hill, 1969.

### **ET-276/2008 - Antenas Ativas**

*Requisito recomendado:* ET-111 e ET-283. *Requisito exigido:* Consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-6. Conceito de antenas ativas. Antenas ativas na transmissão e na recepção. Amplificadores para antenas ativas: projeto utilizando parâmetros S. Amplificadores de baixo ruído e de potência: integração com a antena. Técnicas de casamento de impedância usadas em antenas ativas. Conversores de frequência e osciladores: integração com a antena. Uso de softwares simuladores eletromagnéticos de elevado desempenho como CAD para projeto e análise de antenas ativas. Redes de antenas ativas. Utilização de amplificadores monolíticos em redes ativas. Exemplos de projeto usando CAD. **Bibliografia:** CHANG, K.; NAVARRO, J., *Integrated active antennas and spatial power combining*. New York: John Wiley & Sons, 1996; CHEN, W.; FONG, J. (ed.). *Advances in microstrip and printed antennas*. New York: John Wiley & Sons, 1997; GONZALES, G., *Microwave transistor amplifier*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1984.

### **ET-277/2008 - Medidas em Antenas**

*Requisito recomendado:* ET-111 e ET-283. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 1-4-6. Antenas cilíndricas: técnicas de casamento de impedância. *Baluns* e casadores T e *gamma*. Incerteza na medida de potência. Introdução às medidas com analisadores de espectro e de redes: aplicações em antenas passivas e ativas. Medidas de polarização, diagramas de irradiação e ganho. Medida da eficiência de irradiação de antenas de microfita. **Bibliografia:** BALANIS, C. A., *Antenna theory: analysis and design*. 3. ed. New York: John Wiley, 2005; HOLLIS, J. C. et al, *Microwave antenna measurements*. Atlanta: Scientific-Atlanta, Inc, 1970; WHITE, R. A., *Spectrum & network measurements*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1993.

### **ET-278/2008 - Redes de Antenas**

*Requisito recomendado:* ET-111 e ET-279. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Redes lineares: uniformes e não-uniformes. Redes

planares e circulares. Síntese de diagramas. Redes de antenas de microfita com planos de terra finitos. Redes moldadas sobre estruturas cilíndricas. Redes com apontamento de feixe. Circuitos de alimentação e impedância mútua. Procedimentos de projeto. **Bibliografia:** BALANIS, C. A., *Antenna theory: analysis and design*. 3. ed. New York: John Wiley, 2005; JOSEFSSON, L.; PERSSON, P., *Conformal array antenna theory and design*. Piscataway: IEEE Press, 2006; GARG, R. et al, *Microstrip antenna design handbook*. Norwood: Artech House, 2001.

#### **ET-279/2008 – Antenas de Microfita**

*Requisito recomendado:* ET-111 e ET-283. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. O elemento irradiador em microfita: características e propriedades típicas. Análise de antenas planas com elementos retangulares, circulares e triangulares. Técnicas de alimentação. Antenas com múltiplas camadas. Antenas para comunicações móveis. Antenas fractais e estruturas faixa larga. Antenas circularmente polarizadas. Antenas moldadas sobre superfícies cilíndricas. Redes de antenas. **Bibliografia:** GARG, R. et al, *Microstrip antenna design handbook*. Norwood: Artech House, 2001; WONG, K. L., *Planar antennas for wireless communications*. New York: John Wiley, 2003; SCHANTZ, H., *The art and science of UWB antennas*. Norwood: Artech House, 2005.

#### **ET-280/2008 - Teoria de Propagação**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Propagação nos dielétricos. Perda básica de transmissão. Traçados de raios, difusão troposférica, cálculo de rádios-enlaces. Refração em solo regular, obstáculos, percursos mistos, terra-mar, cálculo de circuitos por difração e da cobertura de zonas. Propagação nos plasmas. Estudo da ionosfera. Propagação ionosférica, cálculo de rádio-enlaces. Campo necessário na presença de ruídos. **Bibliografia:** DAVIES, K., *Ionospheric radio*. London: Peter Peregrinus, 1990; PICQUENARD, A. A. E., *Radiowave propagation*. London: McMillan, 1974.

#### **ET-281/2008 - Simulação de Sistemas de Telecomunicações**

*Requisito recomendado:* ET-236. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 1-3-5. Estudo de técnicas de processamento digital de sinais para simulação de sistemas de telecomunicações. Desenvolvimento de projetos de simulação de sistemas de telecomunicações. As atividades práticas serão específicas de acordo com a área de especialização (redes de computadores, comunicações digitais, processamento digital de sinais e processamento de sinais de radar). **Bibliografia:** JERUCHIN, M. C.; BALABAN, P.; SHANMUGAN, S., *Simulation of communication systems*. New York: Plenum Press, 1992; GARDNER, F. M.; BAKER, J. D., *Simulation techniques*. New York: Wiley-Interscience, 1997. (Models of Communication signals and processes).

### **ET-282/2008 - Irradiação e Espalhamento Eletromagnético**

*Requisito recomendado:* ET-111. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Ondas eletromagnéticas: equações de Maxwell, meios anisotrópicos, energia, potência e propriedades dos parâmetros constitutivos. Teoremas e princípios auxiliares. Equações de onda: solução via transformada de Fourier. Condições de contorno. Estruturas multicamadas planas e cilíndricas. Funções diádicas de Green espectrais. Polarização de ondas eletromagnéticas: esfera de Poincaré. Espalhamento de ondas eletromagnéticas: seção transversal do alvo. Conceitos básicos de polarimetria: matriz espalhamento, entropia e anisotropia. Decomposição polarimétrica e assinatura polarimétrica de alvos. **Bibliografia:** BALANIS, C. A., *Advanced engineering electromagnetics*. New York: John Wiley & Sons, 1989; COLLIN, R. E.; ZUCKER, F. J., *Antenna theory*. New York: McGraw – Hill, 1969; ULABY, F. T.; ELACHI, C., *Radar polarimetry for geoscience applications*. Norwood: Artech House, 1990.

### **ET-283/2008 – Circuitos Passivos em Microfita**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-6. Revisão do eletromagnetismo. Linhas de transmissão. Carta de Smith: casamento faixa-larga. Junções em microondas: representação matricial. Linhas de fita e de microfita: propriedades e equações de projeto. Descontinuidades. Linhas acopladas: modos pares e ímpares de propagação. Divisores de potência: Wilkinson e híbridos. Combinadores de potência. Acopladores direcionais e filtros. Utilização de CAD para análise e projeto de circuitos em microfita. **Bibliografia:** COLLIN, R. E., *Foundations for microwave engineering*. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1992; POZAR, D. M., *Microwave engineering*. 3. ed. Reading: Addison-Wesley, 2004; EDWARDS, T.C., *Foundations for microstrip circuit design*. 2. ed. Chichester: John Wiley, 1995.

### **ET-284/2008 - Processamento de Sinais de Radar**

*Requisito recomendado:* ET-236. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Radar de vigilância e de rastreamento. Equação do radar e predição de alcance. Modelagem estatística de sinais ecos. Formas de onda e função ambigüidade. Compressão de pulso. Processos de detecção de alvos, estimação de parâmetros e rejeição de ecos indesejáveis (*clutter* de radar). Detecção de alvos móveis (*MTI* e *MTD*), manutenção da taxa constante de falso alarme (*CFAR*) e integração de pulsos. Processadores de rastreamento de alvos. Radar aerotransportado. **Bibliografia:** SKOLNIK, M. I., *Introduction to radar systems*. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980; DI FRANCO, J. V.; RUBIN, W. L., *Radar detection*. London: Artech House, 1982; SCHLEHER, D. C., *MTI and pulse Doppler radar*. London: Artech House, 1991.

### **ET-285/2008 - Teoria de Códigos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisitos exigidos:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Comunicação e codificação. Introdução à Álgebra Moderna. Códigos lineares. Códigos cíclicos. Códigos BCH. Lógica para decodificação de códigos cíclicos. Códigos convolucionais. Decodificação seqüencial para

códigos convolucionais. **Bibliografia:** LIN, S.; COSTELLO, D. J., *Error control coding fundamentals and applications*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1983; VITERBI, A. J.; OMURA, J. K., *Principles of digital communication and coding*. New York: McGraw-Hill, 1985.

### **ET-286/2008 - Processamento Digital de Sinais**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-8. Sinais e sistemas discretos no tempo. Transformada-z. Transformada discreta de Fourier. Filtros digitais de respostas impulsivas infinita e finita: estruturas e técnicas de projeto. Transformada rápida de Fourier (*FFT*); algoritmos *FFT* por dizimação no tempo e em frequência. **Bibliografia:** OPPENHEIM, A. V.; SCHAFER, R. W., *Discrete time signal processing*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1989.

### **ET-288/2008 - Comunicação Digital I**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Introdução aos sistemas de comunicação digital. Revisão de probabilidade e processos estocásticos. Caracterização de sinais e sistemas em comunicações. Receptor ótimo para canais AWGN. Sincronização. Comunicação sem interferência entre símbolos através de canais com limitação de largura de banda. **Bibliografia:** PROAKIS, G. P., *Digital communications*, 4. ed., N.Y.: McGraw-Hill, 2000; BARRY, J. R., LEE, E. A., MESSERSCHMITT, D. G., *Digital communications*, 3. ed., M.A.: Kluwer Academic Publishers, 2003; BENEDETTO, S., BIGLIERI, E., *Principles of digital transmission: with wireless applications (Plenum Series in Telecommunications)*, M.A.: Kluwer Academic Publishers, 1999.

### **ET-289/2008 - Comunicação Digital II**

*Requisito recomendado:* ET-236 e ET-288. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Capacidade de um canal de comunicação. Códigos de controle de erro. Comunicação através de canais com limitação de largura de banda. Equalização. Sistemas com múltiplas portadoras. Sistemas multiusuários. **Bibliografia:** PROAKIS, G. P., *Digital communications*, 4. ed., N.Y.: McGraw-Hill, 2000; BARRY, J. R., LEE, E. A., MESSERSCHMITT, D. G., *Digital communications*, 3. ed., M.A.: Kluwer Academic Publishers, 2003; BENEDETTO, S., BIGLIERI, E., *Principles of digital transmission: with wireless applications (Plenum Series in Telecommunications)*, M.A.: Kluwer Academic Publishers, 1999.

### **ET-291/2008 - Radar de Abertura Sintética (SAR)**

*Requisito recomendado:* ET-236. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Caracterização de radares imageadores. Radar de abertura sintética (SAR). Processo de formação de imagens. Modelagem estatística da textura e do ruído multiplicativo (*speckle*). Filtragem do *speckle*. Segmentação de imagens. Interferometria SAR (InSAR). Co-registro de imagens. Interferograma, franjas de interferência e mapa de coerência. Processos para

determinação da fase não ambígua (*phase unwrapping*). Cálculo do modelo digital de elevação de superfícies. Interferometria diferencial. **Bibliografia:** CURLANDER, J. C.; MCDONOUGH, R. N., *Synthetic aperture radar, systems and signal processing*. New York: John Wiley & Sons, 1991; OLIVER, C.; QUEGAN, S., *Understanding synthetic aperture radar images*. Boston, MA: Artech House, 1998; ULABY, J. F. et al, *Microwave remote sensing - active and passive*. Reading: Addison-Wesley, 1983. v. 2-3.

### **ET-300/2008 - Seminário em Telecomunicações**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 1-0-2. Apresentação e discussão de tópicos referentes, ou de interesse, às linhas de pesquisa e ensino da área de concentração em telecomunicações, expostos por especialistas e pelos alunos de mestrado e doutorado. **Bibliografia:** a critério do professor.

### **FH-200/2008 – Teorias de Aprendizagem**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisitos exigidos:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Fundamentos das abordagens de ensino/aprendizagem comportamental, construtivista, sócio-interacionista e humanista. Teorias pós-modernas de educação e ensino/ aprendizagem. Psicanálise e educação e concepções de ensinar e aprender. Conceitos de sujeito aprendiz e de sujeito professor. O papel do aprendiz, do professor e da situação de aprendizagem. Análise de experiências baseadas em algumas abordagens de ensino/aprendizagem estudadas. **Bibliografia:** LAJONQUIÈRE, L., *De Piaget a Freud: para repensar as aprendizagens*, Petrópolis, Vozes, 2002; MOREIRA, M.A., *Teorias de aprendizagem*, São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária, 1999; SILVA, T. T. (org.), *O sujeito da educação: estudos foucaultianos*, Petrópolis/RJ, Vozes, 1994.

### **FM-201/2008 – Álgebra Linear Aplicada**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisitos exigidos:* não há. Horas semanais: 3-0-5. Matrizes. Soluções de equações e cálculo de inversas de matrizes: Método da eliminação gaussiana, existência de soluções de equações lineares, operações de matrizes elementares, forma de Gauss reduzida, posto e inversa de matrizes. Espaços vetoriais: base, dimensão, produto interno, bases ortonormais. Transformações lineares: representação matricial, norma de transformações lineares, transformação adjunta. Autovalores e autovetores de transformações lineares: formas diagonal e de Schur, forma canônica de Jordan. Autosistemas de matrizes simétricas, hermitianas e normais: decomposição em valores singulares e pseudoinversa. **Bibliografia:** NOBLE, B.; DANIEL, J. W., *Applied linear algebra*. Prentice Hall, Inc., 3. ed.; HOFFMAN, K.; KUNZE, R., *Álgebra linear*. Editora Polígono, 1971.

### **FM-202/2008 – Corpos Finitos**

*Requisito recomendado:* FM-201. *Requisitos exigidos:* não há. Horas semanais: 3-0-5. Definições e propriedades elementares de estruturas algébricas: Grupos,

anéis e corpos. Homomorfismo. Anéis de polinômios. Funções racionais. Extensões de corpos: propriedades elementares, extensões simples, extensões algébricas, fatoração de polinômios. Corpos decomponíveis, extensões ciclotômicas, extensões cíclicas. Elementos da teoria de Galois: automorfismos de corpos, teorema de Lagrange, normas, traço e bases normais. Aplicações. **Bibliografia:** ADAMSON, I. T., *Introduction to field theory*. Cambridge University Press, 2. ed., 1982. MENEZES, A. J., BLAKE, I. F., et al, *Applications of finite fields*. Kluwer Academic Publishers, 1993.

## **7. ENGENHARIA DE INFRA-ESTRUTURA AERONÁUTICA – PG/EIA**

### **7.1 Objetivos do PG/EIA**

O Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica está voltado para a formação de profissionais em nível de mestrado. Para tanto, oferece disciplinas e realiza pesquisas aplicadas visando, principalmente, o desenvolvimento dos setores aeroportuário, de tráfego aéreo e de transporte aéreo.

As atividades de ensino e de pesquisa do Curso estão agrupadas nas seguintes Áreas de Concentração:

- Infra-Estrutura Aeroportuária - PG/EIA-I; e
- Transporte Aéreo e Aeroportos - PG/EIA-T.

A matrícula do aluno é efetuada em uma das áreas de concentração. Em casos excepcionais, o Conselho de Pós-graduação (CPG) poderá aprovar um programa especial de estudos com disciplinas e tema de tese que não se enquadrem em quaisquer das áreas de concentração do curso, a título de "Programa Especial".

### **7.2 Linhas de Pesquisa do PG/EIA**

#### **7.2.1 Infra-Estrutura Aeroportuária - PG/EIA-I**

A área de concentração tem por objetivo contribuir em tópicos de Engenharia concernentes ao projeto, construção e manutenção dos diversos componentes da infra-estrutura aeroportuária e viária. É constituída pelas seguintes Linhas de Pesquisa:

- **Obras Aeroportuárias:**

Engenharia de Pavimentos. Materiais de pavimentação. Propriedades características e aplicações dos geossintéticos. Concepção, projeto e instalação de geossintéticos em obras geotécnicas e de proteção ambiental. Propriedades, comportamento, durabilidade e utilização racional dos materiais. Durabilidade e vida útil de estruturas de concreto. Aplicação e desenvolvimento de métodos numéricos para a análise de problemas geotécnicos e estruturais. Tecnologia de solos tropicais.

- **Tecnologia Ambiental:**

Análise do transporte de poluentes. Estudo de águas subterrâneas. Modelagem e simulação de sistemas de proteção e impacto ambiental.

Aplicação de radares e satélites. Aplicação e desenvolvimento de métodos numéricos para a análise de problemas hidrológicos e ambientais.

## 7.2.2 Transporte Aéreo e Aeroportos - PG/EIA-T

A Área de Concentração tem por objetivo contribuir para a concepção, o planejamento, a operação e a gestão do sistema aeroportuário, o gerenciamento do uso do espaço aéreo e o desenvolvimento do transporte aéreo. É constituída pelas seguintes Linhas de Pesquisa:

- **Análise Operacional e Gerencial de Aeroportos:**

Simulação da Operação Aeroportuária: lado ar (espaço aéreo, pistas e pátios) e lado terra (componentes dos terminais de passageiros e de cargas). Dimensionamento e planejamento de aeroportos. Aplicação de técnicas de pesquisa operacional ao contexto aeroportuário.

- **Transporte Aéreo:**

Modelagem e aplicação de métodos quantitativos no estudo da demanda por transporte aéreo e da oferta, capacidade e comportamento competitivo de companhias aéreas. Modelagem e simulação do espaço aéreo. Regulação e políticas de avaliação. Aplicação de técnicas de pesquisa operacional e desenvolvimento de modelos matemáticos para a análise de políticas tarifárias, de gestão aeroportuária e de tráfego aéreo.

## 7.3 Corpo Docente Efetivo

### 7.3.1 Corpo Docente Efetivo do PG/EIA

**Anderson** Ribeiro Correia, Ph.D., Calgary, 2004  
Planejamento e projeto de aeroportos, sistemas logísticos.  
(e-mail: [correia@ita.br](mailto:correia@ita.br))

**Carlos Müller**, Ph.D., UC , Berkeley, 1987.  
Planejamento e projeto de aeroportos, simulação.  
(e-mail: [muller@ita.br](mailto:muller@ita.br))

**Cláudio Jorge** Pinto Alves, D.C., ITA, 1987.  
Planejamento e projeto de aeroportos.  
(e-mail: [claudioj@ita.br](mailto:claudioj@ita.br))

**Delma** de Mattos Vidal, Dr., Grenoble, 1985.  
Geossintéticos: aplicações, propriedades e dimensionamento; compactação de solos e comportamento de aterros.

(e-mail: [delma@ita.br](mailto:delma@ita.br))

**Eliseu** Lucena Neto, Ph.D., University of London, 1992.  
Mecânica das Estruturas.  
(e-mail: [Eliseu@ita.br](mailto:Eliseu@ita.br))

Eugênio **Vertamatti**, D.C., ITA, 1988.  
Tecnologia de solos tropicais e engenharia de pavimentos.  
(e-mail: [verta@ita.br](mailto:verta@ita.br))

**Emmanuel** Antonio dos Santos, D.C., FAU/USP, 2002.  
Uso e ocupação dos solos; planejamento e projeto de aeroportos; planejamento ambiental no entorno de aeroportos.  
(e-mail: [emmanuel@ita.br](mailto:emmanuel@ita.br))

Flávio **Massayuki** Kuwajima, Ph.D., University of Alberta, 1980.  
Escavações, estabilidade de solos  
(e-mail: [flavio.kuwajima@gmail.com](mailto:flavio.kuwajima@gmail.com))

**Flávio** Mendes Neto, D.C., EPUSP, 2000.  
Estruturas de concreto armado; Métodos numéricos para análise de estruturas.  
(e-mail: [flavio@ita.br](mailto:flavio@ita.br))

Íria Fernandes Vendrame, D.C., EPUSP, 1993.  
Hidrologia; sistemas de drenagem.  
(e-mail: [hiria@ita.br](mailto:hiria@ita.br))

**Maryangela** Geimba de Lima, D.C., EPUSP, 1996.  
Durabilidade de materiais de construção, patologia das estruturas de concreto, vida útil de estruturas, processos de recuperação e reparo de estruturas, uso de materiais reciclados na construção civil.  
(e-mail: [magdlima@ita.br](mailto:magdlima@ita.br))

**Paulo Ivo** Braga de Queiroz, D.C., Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2002.  
Geossintéticos, hidro-geotecnia ambiental  
(e-mail: [pi@ita.br](mailto:pi@ita.br))

**Régis** Martins Rodrigues, D.C., COPPE, 1991.  
Engenharia de pavimentos: projeto e gerência de pavimentos, projeto de restauração, avaliação estrutural por meio de ensaios não destrutivos, modelos de previsão de desempenho mecanístico-empíricos.  
(e-mail: [regis@ita.br](mailto:regis@ita.br))

**Wilson** Cabral de Sousa Júnior, D.C., UNICAMP, 2003.  
Engenharia ambiental, geoprocessamento aplicado, sensoriamento remoto, gestão de recursos hídricos, economia ambiental e economia ecológica, análise

econômica de obras de infra-estrutura, desenvolvimento econômico e meio-ambiente.

(e-mail: [wilson@ita.br](mailto:wilson@ita.br))

### **7.3.2 - Corpo Docente Colaborador do PG/EIA**

**Alessandro** Vinicius Marques Oliveira, Ph. D., Warwick, 2004.

Economia do Transporte Aéreo; Organização Industrial Empírica.

(e-mail: [avmoliv@ita.br](mailto:avmoliv@ita.br))

## **7.4 Estrutura Curricular do PG/EIA**

### **7.4.1 Informações Gerais do PG/EIA**

A aceitação do candidato ao mestrado tem por base a cuidadosa avaliação de currículo, com ênfase no desempenho acadêmico. Os alunos aceitos são candidatos a bolsas de estudos institucionais da CAPES e do CNPq, administradas pelo Curso. Alternativamente, a partir de entendimento prévio do aluno com um docente do curso, poderá ser pleiteada bolsa de estudo junto à FAPESP. Recomenda-se que os candidatos inscrevam-se o mais cedo possível, preenchendo a Ficha de Inscrição, disponível na *homepage* do ITA e na secretaria da Divisão de Pós-Graduação. Além deste processo de análise, o aluno passa por uma seleção, com base no GMAT (Graduate Management Admission Council), onde é realizada uma prova e também uma entrevista.

Enquanto não for definido o orientador de tese para o aluno iniciante, será indicado pelo Coordenador de Área, ouvido o aluno, um Orientador Acadêmico para auxiliá-lo na elaboração de seu "Programa de Estudos Individual". O aluno matriculado em tempo integral deverá, decorrido o prazo máximo de seis meses a partir de sua matrícula, pronunciar-se quanto à linha de pesquisa na qual desenvolverá sua tese e compor, juntamente com seu Orientador de Tese, o programa acadêmico definitivo.

O aluno de mestrado deverá matricular-se, todos os semestres, em Seminários de Tese. No primeiro semestre no Curso, o aluno deverá entregar seu projeto de tese, em forma de um relatório com padrão definido pelo Programa. A partir do segundo Seminário, o aluno deverá fazer apresentação, cujo objetivo é o de examinar a Proposta de Tese do candidato e a evolução do seu andamento com o passar dos semestres. Ao aluno cujo Seminário de Tese for aprovado é atribuído o conceito S (Satisfatório). No caso de rejeição do Seminário, o aluno recebe o conceito NS (Não Satisfatório).

## 7.4.2 Disciplinas do PG/EIA

### 7.4.2.1 Infra-Estrutura Aeroportuária - PG/EIA-I

#### a) Disciplinas Obrigatórias

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
IT-200	Infra-Estrutura Aeronáutica	2
IG-300	Seminário de tese	1
IG-209	Fundamentos de Elasticidade e Plasticidade	3
	mais uma das seguintes:	
IG-287	Mecânica dos Solos Avançada	3
IH-216	Dinâmica da Água no Solo	3
IG-215	Materiais de Pavimentação	3

#### b) Disciplinas Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
IE-222	Dimensionamento Avançado no Concreto Estrutural	3
IE-224	Patologia das Estruturas de Concreto	3
IE-230	Métodos Numéricos em Engenharia Civil	3
IE-232	Uso e ocupação do solo no entorno de áreas Aeroportuárias	
IG-213	Sistemas de Gerência da Infra-Estrutura Viária	3
IG-214	Avaliação e Restauração de Pavimentos	3
IG-215	Materiais de Pavimentação	3
IG-222	Instrumentação de Campo e Laboratório	3
IG-225	Projeto Estrutural de Pavimentos	3
IG-240	Geoestatística Aplicada	3
IG-241	Teoria Clássica do Fluxo Subterrâneo	3
IG-245	Modelos Constitutivos para Solos	3
IG-247	Mecânica dos Geomateriais Particulados	3
IG-249	Geotecnia Ambiental	3
IG-260	Aplicação de Geossintéticos a Obras Civis	3
IG-262	Reforço de Solos com Geossintéticos	3
IG-264	Geossintéticos – Aplicações Hidráulicas e de Proteção Ambiental	3
IG-265	Conceitos Básicos da Mecânica dos Solos Saturados e Não Saturados	3
IG-287	Mecânica dos Solos Avançada	3
IG-295	Tecnologia de Solos Tropicais	3
IH-210	Tópicos em Engenharia Ambiental	3

IH-213	Sistemas de Drenagem	3
IH-215	Impacto Ambiental sobre Construções	3
IH-216	Dinâmica da Água no Solo	3
IH-217	Meteorologia Aplicada	3
IH-219	Sensoriamento Remoto – Aplicações em Infra-Estrutura e Meio-Ambiente	3
IH-240	Tensores e Princípios Variacionais	3

#### **7.4.2.2 Transporte Aéreo e Aeroportos - PG/EIA-T**

##### **a) Disciplinas Obrigatórias**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
IT-200	Infra-Estrutura Aeronáutica	2
IT-201	Análise de Transportes	3
IT-310	Seminário de Tese	1

##### **b) Disciplinas Eletivas**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
IT-202	Economia do Transporte Aéreo	3
IT-203	Aeroportos	3
IT-204	Análise Operacional e Gerencial de Aeroportos	3
IT-207	Pesquisa Operacional Aplicada a Problemas de Transporte Aéreo	3
IT-208	Sistemas Logísticos de Transporte e Distribuição de Carga	3
IT-210	Análise Operacional e Gerencial de Sistemas Logísticos	3

## 7.5 EMENTAS - PG/EIA

### IE-222/2008 - Dimensionamento Avançado no Concreto Estrutural

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Seções transversais sob solicitações normais: segurança, equações constitutivas, critérios de resistência, equação cinemática e equações de equilíbrio. Análise revisitada das seções transversais sob Flexão Oblíqua Composta (FOC) e Flexão Normal Composta (FNC): cálculo de esforços resistentes, cálculo de verificação e dimensionamento da área de armadura. Estado Limite Último de Instabilidade na rigidez das seções transversais e processos de análise. **Bibliografia:** ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR-6118: Projeto de Estruturas de Concreto*. São Paulo: ABNT, 2003; SANTOS, L. M. *Sub-rotinas básicas do dimensionamento de concreto armado*. São Paulo: Thot, 1994. v. 1; FUSCO, P. B., *Estruturas de concreto: solicitações normais*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1981.

### IE-224/2008 - Patologia das Estruturas de Concreto

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Definições. Principais incidências. Mecanismos de transporte. Agressividade do meio versus durabilidade do concreto. Ataque químico. Fissuras. Carbonatação. Corrosão de armaduras. Modelos de previsão de vida útil. Ensaio para avaliação de estruturas de concreto. Técnicas de recuperação e reforço estrutural. **Bibliografia:** MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M., *Concreto: estrutura, propriedades e materiais*. São Paulo: PINI, 1994; BICZÓK, D. I., *Corrosión y protección del hormigón*. Bilbao: Urmo S.A. de Ediciones, 1981; MOSKVIN, V. et al, *Concrete and reinforced concrete: deterioration and protection*. Moscow: Mir Publishers, 1983.

### IE-230/2008 - Métodos Numéricos em Engenharia Civil

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-4. Apresentação da linguagem de programação utilizada. Resolução de sistemas lineares de equações por métodos diretos: banda e skyline. Resolução de sistemas não lineares. Métodos iterativos não estacionários: CG (gradientes conjugados) e BICGStab (gradientes bi-conjugados estabilizados). Quadratura numérica: Gauss, Gauss-Lobatto e triângulos. Juste de curvas. Geração de números pseudo-aleatórios. **Bibliografia:** KNUTH, D.E. *The Art of Computer Programming, Volume 2: Seminumerical Algorithms*. Addison-Wesley, Reading, 1997; CHENEY, E. W. & KINCAID, D. R. *Numerical Mathematics and Computing*. Thomson Learning, 2007; BARRETT, R Berry et alli. *Templates for the Solution of Linear Systems: Building Blocks for Iterative Methods*. SIAM, Philadelphia, 1994.

### **IE-232/2008 - Ocupação e uso do solo urbano em áreas no entorno de aeroportos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Estudo da ocupação e do uso do solo em áreas no entorno de aeroportos. Os impactos da aplicação da legislação de controle do uso e da ocupação do solo – Plano Diretor urbano; Lei de Zoneamento municipal; Código de Obras e Licenciamento Ambiental. A Legislação Federal - Código Brasileiro do Ar e instruções ministeriais normativas para o zoneamento de ruído e as restrições para a ocupação e o uso dos solos decorrentes. A expansão urbana como consequência do uso e da ocupação inapropriados das áreas próximas aos aeroportos, instrumentos de sua fiscalização e planejamento. **Bibliografia:** Lei Federal nº. 6.766/79 lei de parcelamento do solo para fins urbanos; Lei Municipal nº. 165/97 Lei de uso e ocupação do solo no município de São José dos Campos; Lei Federal nº. 7.565/86. e Portaria N° 1.141/GM5 08/12/1987.

### **IG-209/2008 - Fundamentos de Elasticidade e Plasticidade**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Elasticidade linear: equações básicas, estados planos de tensão e de deformação. Plasticidade: critérios de escoamento, regras de fluxo e de endurecimento. Equação constitutiva incremental. Teoremas limites. **Bibliografia:** CHOU, P. C.; PAGANO, N., *Elasticity*: tensor, dyadic, and engineering approaches. New York: Dover, 1992; CHEN, W. F., *Limit analysis and soil plasticity*. Amsterdam: Elsevier, 1975.

### **IG-213/2008 - Sistemas de Gerência da Infra-Estrutura Viária**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Conceitos gerais de Engenharia de Sistemas. Estrutura de um Sistema de Gerência de Pavimentos. Funções dos subsistemas componentes. Operação de sistemas em nível de rede e em nível de projeto. Sistemas de gerência existentes. Modelos de previsão de desempenho e de custos operacionais. Análises econômicas e de consequências de estratégias de investimentos. O modelo HDM-III do Banco Mundial. Implementação e desenvolvimento de Sistemas de Gerência de Pavimentos e Pontes. Montagem de sistemas reais (rodoviários e aeroportuários) e execução de simulações para auxílio à tomada de decisões. Utilização prática do modelo HDM-III em redes rodoviárias e de critérios de priorização em sistemas aeroportuários. **Bibliografia:** HASS, R.; HUDSON, W. R., *Pavement management systems*. New York: McGraw-Hill, 1978; RODRIGUES, R. M., *Engenharia de pavimentos*. São José dos Campos, SP: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 1999. Apostila de curso; THE WORLD BANK. *The highway design and maintenance standards model*. Washington, D.C.: The World Bank, 1987. v. 1-2.

### **IG-214/2008 - Avaliação e Restauração de Pavimentos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* IG-225. Horas semanais: 3-0-6. Objetivos de um projeto de restauração. Decisão relativa a

quando restaurar. Técnicas disponíveis para restauração de pavimentos asfálticos e de concreto cimento e seus efeitos imediatos. Avaliação estrutural por meio de ensaios destrutivos e por meio de ensaios não-destrutivos. Registro de defeitos de superfície. Definição de subtrechos homogêneos de acordo com a confiabilidade requerida para o projeto. Procedimentos para se chegar a um diagnóstico confiável. Dimensionamento estrutural e mecanismos de deterioração do pavimento restaurado. Execução de projetos reais envolvendo todos os tipos de estrutura usuais. **Bibliografia:** ULLIDTZ, P., *Pavement analysis*. Amsterdam: Elsevier, 1987; RODRIGUES, R. M., *Engenharia de pavimentos*. São José dos Campos: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 1999. Apostila de curso; YODER, E. J.; WITCZAK, M., *Principles of pavement design*. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1975.

### **IG-215/2008 – Materiais de Pavimentação**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-4. Projeto racional de misturas asfálticas. Propriedades mecânicas e físicas, durabilidade e detalhes construtivos de: solos estabilizados quimicamente, misturas asfálticas, materiais reciclados, solo-betume, misturas com asfalto-polímero e asfalto borracha. Materiais cimentados (concreto de cimento Portland, concreto rolado, BGTC). **Bibliografia:** Apostila do curso, coletânea de artigos técnicos, normas e teses.

### **IG-222/2008 - Instrumentação de Campo e Laboratório**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* IG-209. Horas semanais: 3-1-7. Medidas de deslocamento. Medidas de carga. Medidas de pressão total. Instrumentação de campo: prospecção, medidas de parâmetros de comportamento mecânico e hidráulico. Instrumentos para estudo de movimentos de terreno. Instrumentos especiais. Planejamento e interpretação da instrumentação. **Bibliografia:** HANNA, T. H., *Field instrumentation in geotechnical engineering*. New York: Trans. Tech., 1985; DUNNICLIFF, J.; GREEN, G. E., *Geotechnical instrumentation for monitoring field performance*. New York: John Wiley & Sons, 1988.

### **IG-225/2008 - Projeto Estrutural de Pavimentos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Mecanismos de deterioração dos pavimentos. Análise de tensões e deformações em pavimentos asfálticos e de concreto. Comportamento mecânico dos materiais de pavimentação. Modelos de previsão de desempenho mecanístico-empíricos. Execução de projetos envolvendo todos os tipos de estrutura usuais. Projeto racional de misturas asfálticas. Propriedades mecânicas e físicas, durabilidade e detalhes construtivos de: solos estabilizados quimicamente, misturas asfálticas (convencionais e modificadas), materiais reciclados e materiais cimentados (concreto de cimento Portland, concreto rolado, BGTC). **Bibliografia:** ULLIDTZ, P., *Pavement analysis*. Amsterdam: Elsevier, 1987; RODRIGUES, R. M., *Engenharia de pavimentos*. São José dos Campos: Instituto Tecnológico de

Aeronáutica, 1999. Apostila de curso; AASHTO. *The AASHTO guide for design of pavement structures*. Washington, D.C.: AASHTO, 1986.

### **IG-240/2008 - Geoestatística aplicada**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Conceitos básicos de estatísticas e análise de decisões: teoria da probabilidade e funções randômicas. Variáveis regionalizadas: o variograma. Variogramas experimentais. Análise estrutural. Dispersão como função do tamanho da amostra. Teoria e aspectos práticos da krigagem. Estimativas de variáveis extensivas. Aplicações e estudos de caso. **Bibliografia:** ARMSTRONG, M., *Basic linear geostatistics*. Heidelberg: Springer Verlag, 1998; BENGAMIN, J. R.; CORNELL, C. A., *Probability, statistics and decision for civil engineers*. New York: McGraw- Hill, 1970; DAGAN, G., *Flow and transport in porous formations*. Berlin: Springer Verlag, 1989.

### **IG-241/2008 – Teoria do Fluxo Subterrâneo**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 2-1-2. Ciclo hidrológico: o tensor de permeabilidade. A equação de Laplace. Funções potencial e de fluxo. Métodos clássicos para cálculo de fluxo. Aquíferos confinados e não confinados. Fluxo permanente e fluxo transiente. Ensaio de rebaixamento. Fluxo regional. Erosão interna e sufusão. Adensamento e armazenamento. Fluxo não-saturado e fluxo multifásico. Formulação de fluxo total equivalente. Heterogeneidade e fluxo preferencial. Fluxo em barragens. Métodos numéricos para fluxo subterrâneo. **Bibliografia:** BEAR, J., *Dynamics of fluids in porous media*. New York: Dover, 1972; FETTER, C. W., *Applied hydrogeology*. 4. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001; HELMIG, R., *Multiphase flow and transport processes in the subsurface*, 1997.

### **IG-245/2008 – Modelos Constitutivos para Solos**

*Requisito recomendado:* IG-209. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Elasticidade Isotrópica e anisotrópica em solos. Plasticidade e escoamento em solos. O *cam-clay* original e o modificado. Estados críticos e resistência ao cisalhamento. Tensões e dilatância, Propriedades de índice e correlações. Trajetórias de tensões em ensaios. Algumas aplicações de modelos elastoplásticos. Modelos constitutivos para solos granulares. Modelos para cargas cíclicas. **Bibliografia:** WOOD, D. M., *Soil behaviour and critical state soil mechanics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990; VARDOULAKIS, I.; SULEM, J., *Bifurcation analysis in geomechanics*. London: Blackie Academic & Professional, 1995; PANDE, G. N.; ZIENKIEWICZ, O. C., *Soil mechanics – Transient and cyclic loads*. Chichester: John Wiley & Sons, 1982.

### **IG-247/2008 – Mecânica dos Geomateriais Particulados**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 2-0-2. Estrutura dos solos: sedimentares, residuais e compactados. Resíduos e rejeitos. Tensões efetivas. Trajetória de tensões. Comportamento sob carga edométrica. Teorias do adensamento. Deformabilidade e Resistência ao cisalhamento de meios saturados e não saturados. Introdução à teoria de estados críticos. **Bibliografia:** LAMBE, T. W.; WHITMAN, R. V., *Soil mechanics* - SI Version. New York: John Wiley & Sons, 1979; FREDLUND, D.G.; RAHARDJO, H., *Soil mechanics for unsaturated soil*. New York: John Wiley & Sons, 1993; WOOD, D. M., *Soil behaviour and critical state soil mechanics*. Cambridge: University. Press, 1990.

### **IG-249/2008 – Geotecnia Ambiental**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-3. Impacto de obras geotécnicas e mitigação. Obras geotécnicas para proteção ambiental em: controle de erosão superficial e profunda, disposição e contenção de resíduos e rejeitos sólidos e líquidos (urbanos, industriais e de mineração), proteção e estabilização de solos submetidos a fluxo dinâmico. Introdução ao transporte de contaminantes, avaliação de áreas contaminadas e princípios de remediação. **Bibliografia:** LAGRÈGA, M. D.; BUCKINGHAM, P. L.; EVANS J. C., *Hazardous waste management*. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 2001; PYLARCZYK, K. W., *Geosynthetics and geosystems in hydraulic and coastal engineering*. Rotterdam: Balkema, 2000; VICK, S. G., *Planning, design and analysis of tailings dams*. [S. I.]: BiTech Publishers Ltd., 1990.

### **IG-260/2008 - Aplicação de Geossintéticos a Obras Civis**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Os geossintéticos e suas funções. Os fatores de influência e os processos para determinação das propriedades características dos geossintéticos. Os métodos de dimensionamento básicos para as principais funções. Especificação de produto. Metodologia construtiva. **Bibliografia:** KOERNER, R. M., *Designing with geosynthetics*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1998.

### **IG-262/2008 - Reforço de Solos com Geossintéticos**

*Requisito recomendado:* GEO-42. *Requisito exigido:* IG-260. Horas semanais: 3-0-6. Reforços planos e lineares. Comportamento mecânico e durabilidade. Fatores de redução dos geossintéticos aplicados na função de reforço. Mecanismos. Dimensionamento de estruturas de solos reforçados, aterros sobre solos moles, reforço de fundações, reforço de base de pavimentos e proteção de dutos. **Bibliografia:** KOERNER, R. M., *Designing with geosynthetics*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1998; JEWELL, R. A., *Soil reinforcement with geotextiles*. London: Ciria, 1996.

### **IG-264/2008 - Geossintéticos – Aplicações Hidráulicas e de Proteção Ambiental**

*Requisito recomendado:* GEO-42. *Requisito exigido:* IG-260. Horas semanais: 3-0-6. Comportamento hidráulico, durabilidade e fatores de redução dos geossintéticos aplicados nas funções de filtração, drenagem e controle de erosão. Difusão em geomembranas. Mecanismos. Dimensionamento. Sistemas drenantes. Canais e reservatórios. Proteção ambiental: controle de erosão, retenção de sedimentos, disposição de rejeitos e resíduos. Controle de qualidade. **Bibliografia:** KOERNER, R. M., *Designing with geosynthetics*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1998; KOERNER, R. M.; GARTUNG, E.; ZANZINGER, H., *Geosynthetic clay liners*. Rotterdam: Balkema, 1995; PILARCZYK, K. W., *Geosynthetics and geosystems in hydraulic and coastal engineering*. 1. ed. Netherlands: A. A. Balkema, 2000.

### **IG-265/2008 – Conceitos Básicos da Mecânica dos Solos Saturados e Não Saturados.**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 2-0-2. Estrutura dos solos: sedimentares, residuais e compactados. Tensões efetivas. Trajetória de tensões. Comportamento sob carga edométrica. Teorias do adensamento. Deformabilidade. Resistência ao cisalhamento. Estado crítico. **Bibliografia:** LAMBE, T. W; WHITMAN, R. V., *Soil Mechanics - SI Version*. New York: John Wiley & Sons, 1979; FREDLUND, D. G.; RAHARDJO, H., *Soil mechanics for unsaturated soils*. New York: John Wiley & Sons, 1993; WOOD, D. M., *Soil behaviour and critical state soil mechanics*. Cambridge: University. Press, 1990.

### **IG-287/2008 - Mecânica dos Solos Avançada**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Estrutura dos solos. Comportamento tensão-deformação dos solos. Teorias do adensamento. Trajetórias de tensões. Resistência ao cisalhamento. Solos não-saturados. Percolação em meios porosos. **Bibliografia:** LAMBE, T. W; WHITMAN, R. V., *Soil Mechanics - SI Version*. New York: John Wiley & Sons, 1979; FREDLUND, D. G.; RAHARDJO, H., *Soil mechanics for unsaturated soils*. New York: John Wiley & Sons, 1993; CRAIG, R. F., *Soil mechanics*. London: E&FN Spon, 1997; MITCHEL, D. M., *Fundamentals of soil behaviour*. New York: John Wiley & Sons, 1976.

### **IG-295/2008 - Tecnologia de Solos Tropicais**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. O ambiente tropical. Principais rochas de interesse em obras viárias. Formação e evolução pedológica dos solos. Principais ocorrências de solos no Brasil. Distribuição dos solos. Propriedades e características geotécnicas de solos lateríticos, saprolíticos e transicionais. Solos concrecionados e plintíficos. Uso de mapas de solos para o planejamento de obras viárias. Novos critérios classificatórios de solos tropicais. Os ensaios MCV e mini-MCV. Resiliência de solos tropicais. Aplicações em estradas e aeroportos: compactação, cortes, aterros, estabilização e erosão.

Condicionamento geopedológico de aeroportos na Amazônia. Panorama nacional e internacional de pesquisas no assunto. **Bibliografia:** GIDIGASU, M. D., *Laterite soil engineering*. Amsterdam: Elsevier, 1976; PETRI, S.; FÚLFARO, V. J., *Geologia do Brasil*. São Paulo: EDUSP, 1983; CONGRESSO INTERNACIONAL DE GEOMECÂNICA EM SOLOS TROPICAIS LATERÍTICOS E SAPROLÍTICOS, 1. ed., 1985, Brasília. *Anais...* Brasília: ABMS, 1985.

### **IG-300/2008 - Seminário de Tese**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 1-0-2. Tópicos relevantes em infra-estrutura aeroportuária, expostos por especialistas da área, e trabalhos de tese em andamento, expostos por alunos de pós-graduação. **Bibliografia:** a critério do professor.

### **IH-210/2008 – Engenharia Ambiental**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Meio ar: atmosfera, composição e dinâmica, principais poluentes do ar e ciclagem, monitoramento e controle, interação atmosfera – superfície - oceanos. Meio terrestre-solo: morfogênese e caracterização dos Solos, fatores de degradação, mitigação de impactos e controle, disposição/tratamento de resíduos. Meios aquáticos: ciclo hidrológico, contaminação e poluição das águas, monitoramento e gestão de recursos hídricos. Instrumentos de gestão ambiental: Planejamento urbano e rural, uso da terra, zoneamento ecológico – econômico, estudo de impactos e relatório ambiental (EIA/RIMA), sistema de gestão ambiental (ISO 14000), legislação ambiental. Introdução à economia ambiental. Geoprocessamento: base conceitual e aplicações. Banco de dados geográficos. Implementação de sistemas de informações geográficas. **Bibliografia:** ODUM, E. P., *Ecologia*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1988; PLANTENBERG, C. M.; AB' SABER, A .N., (Orgs.). *Previsão de impactos*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1994; STAR, J.; ESTES, J., *Geographical information systems: an introduction*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1990.

### **IH-213/2008 - Sistemas de Drenagem**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Bases pluviométricas para o projeto de estruturas hidráulicas de águas pluviais. Avaliação das bacias hidrográficas contribuintes. Modelos matemáticos de dimensionamento dos elementos constituintes de micro e macrodrenagem. Modelos de simulação numérica de escoamento à superfície em galerias e canais. Hidráulica dos meios porosos. Princípios do fluxo de água subterrânea: escalas regional e local. Mapas potenciométricos e redes de fluxo. Modelagem matemática do fluxo de água subterrânea. Dimensionamento do sistema de drenagem subterrânea. Sistemas de rebaixamento do lençol d'água. **Bibliografia:** CEDERGREEN, H. R., *Drenagem de pavimentos de rodovias e aeródromos*. Rio de Janeiro: IPR-LTC, 1978; CEDERGREEN, H. R., *Seepage, drainage and flow wets*. New York: John

Wiley & Sons, 1977; VELLOSO, P. P. C., *Teoria e prática de rebaixamento do lençol d'água*. Rio de Janeiro: LTC Editora, 1988.

### **IH-215/2008 - Impacto Ambiental sobre Construções**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Influência dos parâmetros ambientais (temperatura, chuva, umidade relativa, poluentes, etc) na degradação do ambiente construído; Mecanismos de degradação; perdas sofridas e as alternativas para construção sustentável; Modelos de previsão de vida útil para distintos materiais de construção; Estudos sobre mapas de agressividade. **Bibliografia:** DURACRETE. *Models for environmental actions on concrete structures*. The European Union – Brite Project EuRAM III, 1999; CRANK, J. et al, *Diffusion processes in environmental systems*. [S. I.]: MacMillan Press, 1981; LIMA, M. G., In: WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES, 2. ed., São José dos Campos, 2001. *Anais*. São José dos Campos, 2001.

### **IH-216/2008 - Dinâmica da Água no Solo**

*Requisito recomendado:* MEB-15. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Tensão superficial, retenção e cálculo de armazenamento da água no solo, propriedades das fases dos solos não saturados. Potenciais de água no solo, transformações de Legendre, potenciais termodinâmicos e medidas dos potenciais da água no solo. Movimento da água no solo: generalização da equação de Darcy; equação de Darcy-Buckingham; equações de Onsager e da difusividade da solução no solo. Infiltração da água no solo e balanço hídrico. **Bibliografia:** ADAM, N. K., *The physics and chemistry of surfaces*. Oxford: University Press, 1981; LIBARDI, L. L., *Dinâmica da água no solo*. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 1995; FREDLUND, D. G.; RAHARDJO, H., *Soil mechanics for unsaturated soils*. New York: John Wiley & Sons, 1993.

### **IH-217/2008 – Meteorologia Aplicada**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Fundamentos de Climatologia Física, Meteorologia Dinâmica e Termodinâmica, modelos de transferência radiativa, noções de modelagem da atmosfera. Observações da atmosfera: medidas diretas – instrumentação meteorológica e sensoriamento remoto. Aplicações meteorológicas: análises de produtos numéricos de previsão de tempo e clima. Meteorologia Aeronáutica. **Bibliografia:** AHRENS, C. D., *Meteorology Today: an introduction to weather, climate and the environment*. [S. I.]: West Publishing Company, 1994; VAREJÃO-SILVA, M. A., *Meteorologia e climatologia*, 2. ed. [S. I.]: Instituto Nacional de Meteorologia 2001; HARTMANN, D. L., *Global physical climatology*. London: Academic Press, 1994.

### **IH-219/2008 – Sensoriamento Remoto – Aplicações em Infra-Estrutura e Meio Ambiente**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 2-1-6. Princípios físicos de sensoriamento remoto: energia eletromagnética,

espectro eletromagnético, grandezas radiométricas, Leis de Planck, Steffan-Boltzmann, Wien e Kirchhoff. Sistemas sensores: características e aplicações dos sistemas de sensoriamento remoto LANDSAT, CBERS, SPOT, NOAA, QUICKBIRD e radares. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto: conceituação de pixel, resolução espacial, radiométrica e temporal, teoria de cores, realce, registro e navegação em imagens, segmentação e classificação de imagens. Aplicações práticas de sensoriamento remoto: recursos naturais e ambiente construído. **Bibliografia:** REES, W. G., *Physical principles of remote sensing*. Cambridge: University Press, 1990; MATTER, P. M., *Computer processing of remotely-sensed images: an introduction*. New York, NY: John Wiley & Sons, 1999; LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W., *Remote sensing and image interpretation*. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 2000.

### **IH-240/2008 – Tensores e Princípios Variacionais**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. A convenção de somatório de Einstein. Álgebra linear para tensores. Tensores generalizados. Testes do caráter tensorial. O tensor métrico. A Derivada de um tensor. Tensores na geometria euclidiana e na Mecânica Clássica. A natureza geral de problemas de extremos. Valor estacionário de funções. A segunda variação. Valor estacionário versus valor extremo. condições auxiliares. O método dos multiplicadores de Lagrange. **Bibliografia:** LOVELOCK, D.; RUND, D., *Tensors, differential forms and variational principles*. New York: Dover Publications, Inc., 1989; KAY, D. C., *Tensor calculus*. New York: McGraw-Hill, 1988. (Schaum's Outline Series); LANCZOS, C. *The variational principles of mechanics*. Toronto: University of Press, 1952.

### **IT-200/2008 - Infra-estrutura Aeronáutica**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 2-0-4. Sistema de aviação civil nacional e internacional: histórico e tendências. Organismos e empresas. Regulamentação nacional e internacional. Transporte aéreo regular e não-regular. Aviação geral. Aeronaves: componentes, características físicas e operacionais. Pesos. Tipos e modelos. Tendências. Técnicas e procedimentos de decolagem / aterrissagem; regimes de vôo. Aeroportos e controle do tráfego aéreo. Ruído aeronáutico. Influência das aeronaves no planejamento da infra-estrutura. Sítios aeroportuários. Impacto ambiental. **Bibliografia:** HORONJEFF, R.; MCKELVEY, F. X., *Planning and design of airports*. 4. ed. New York: McGrawHill, 1994; ASHFORD, N.; WRIGHT, P., *Airport engineering*. 3. ed. New York: Wiley, 1993; ICAO. *Aerodromes*. 3. ed. Montreal: ICAO, 1999. Annex XIV.

### **IT-201/2008 - Análise de Transportes**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Organização e estrutura de um sistema de transportes. O mercado de transporte e sua regulamentação. O sistema de aviação civil brasileiro. Fundamentos de econometria: modelos de regressão linear (simples e

múltiplo); modelos linearizáveis; uso de variáveis *dummy* e séries temporais. Análise da demanda: caracterização geral, modelos de geração de viagens, distribuição espacial, divisão modal e comportamental. Análise da oferta: conceituação, função de produção e custos. **Bibliografia:** KANAFANI, A., *Transportation demand analysis*. New York: McGraw-Hill, 1983; NOVAES, A. G. *Sistemas de transporte*. São Paulo: Edgard Blücher, 1986. v. 1-3; GREENE, W. H., *Econometric analysis*. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2000.

#### **IT-202/2008 - Economia do Transporte Aéreo**

*Requisito recomendado:* IT-201. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. O Transporte Aéreo na economia. Demanda por transporte aéreo: fatores condicionantes; modelos teóricos e verificações. Perfil e valor do tempo do usuário do transporte aéreo. Oferta: composição da oferta no transporte aéreo; funções de produção e funções de custo. Gerenciamento da receita: preços discriminados, *yield management*; *overbooking*. Mercados de transporte aéreo: passageiros, carga, aviação geral. Mercado de aeronaves. Regulamentação nacional e internacional. Aspectos de gestão em empresas de transporte aéreo. **Bibliografia:** O'CONNOR, W. E., *An introduction to airline economics*. 5. ed. Westport, CT: Praeger Publishers, 1995; DAUDEL, S.; VIALLE, G., *Yield management: applications to air transport and other service industries*. Paris: Institut du Transport Aérien – ITA, 1993; COLE, S., *Applied transport economics*. 2. ed. Londres: Kogan Page Limited, 1998.

#### **IT-203/2008 - Aeroportos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Influência das aeronaves nos aeroportos. Requisitos para a implantação de um aeroporto. Plano de zona de proteção. Configurações aeroportuárias. Capacidade do lado ar. Geometria de pistas e pátios. Sinalização. Terminais de passageiros: conceitos, funções e dimensionamento. Planejamento do lado terra. Heliportos e *STOLports*. Avaliação de impactos. Projeto de um aeródromo. **Bibliografia:** HORONJEFF, R.; MCKELVEY, F. X., *Planning and design of airports*. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 1994; ASHFORD, N.; WRIGHT, P., *Airport engineering*. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1993; ICAO. *Aerodromes*. 2. ed. Montreal: ICAO, 1995. Annex XIV.

#### **IT-204/2008 - Análise Operacional e Gerencial de Aeroportos**

*Requisito recomendado:* IT-203. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Análise de terminais aeroportuários sob o ponto de vista operacional. Conceituação de capacidade do aeroporto associada a níveis de serviço. Modelos para análise de fluxo de veículos, passageiros, bagagens e aeronaves ao longo dos componentes do aeroporto. Objetivos e abrangência do gerenciamento de aeroportos. O aeroporto como empresa. Análise econômica dos aeroportos: custos; receitas; despesas; lucro; análise de custo a longos prazos. A importância das receitas comerciais. Formas de gestão: estatal e privada. A autoridade aeroportuária e sua ação monopolística. O papel da agência reguladora. Indicadores de produtividade. **Bibliografia:** ASHFORD, N.;

MOORE, C. A., *Airport finance*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992; ASHFORD, N. et al, *Airport operations*. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1997; WILEY, J. R., *Airport administration and management*. Westport, CT: Eno Foundation for Transportation, 1986.

### **IT-207/2008 - Pesquisa Operacional Aplicada a Problemas de Transporte Aéreo**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Programação linear: forma padrão e formas alternativas; algoritmo *Simplex*; análise de sensibilidade. Problemas do transporte, do transbordo e da designação: formulação de modelos matemáticos; métodos específicos de solução. Programação linear probabilística. Grafos e redes de transporte: definições e conceitos básicos; problema do caminho mais curto; problema do fluxo máximo. Aplicações a problemas de transporte aéreo. Processo de planejamento no transporte aéreo. Tabelas de horário; planejamento, alocação e rotação da frota de aeronaves. Planejamento e rotação de tripulações. Planejamento e operação de pátios de aeronaves em aeroportos. Gerenciamento do fluxo de tráfego aéreo. **Bibliografia:** HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J., *Introduction to operation research*. 7. ed. New York: McGraw-Hill, 2000; WELLS, A. T., *Air transportation: a management perspective*. 3. ed. Belmont, CA : Wadsworth Publ., 1994.

### **IT-208/2008 – Sistemas Logísticos de Transporte e Distribuição de Carga**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Introdução à Logística. Planejamento logístico. Processamento de pedidos e sistemas de informação. Fundamentos de transportes. Modelos para roteirização e programação de veículos de distribuição. Métodos quantitativos para gestão de estoques. Modelos para localização de centros de distribuição e instalações. Planejamento da rede logística. Carga aérea. Terminais de cargas em aeroportos. Aeroportos-Indústria. **Bibliografia:** BALLOU, R., *Business logistics management*. 4. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1999; DAGANZO, C. F., *Logistics systems analysis*. 4. ed. Berli: Springer, 2005; STEVENSON, W. J., *Operations management*. 7. ed. New York: McGraw-Hill, 2002.

### **IT-210/2008 – Análise Operacional e Gerencial de Sistemas Logísticos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Logística e gerenciamento das cadeias de distribuição. Operadores Logísticos. Logística reversa. Logística internacional e suas exigências na infraestrutura de transportes. Logística e aplicações militares. Comércio Eletrônico. Gerenciamento e controle da qualidade na logística. Análise de Nível de serviço. Avaliação de nível de serviço em terminais Aeroportuários. Produtividade e Eficiência de Sistemas Logísticos. Fatores determinantes na escolha de aeroportos pelas empresas aéreas. Medida da eficiência de

terminais de cargas em aeroportos. **Bibliografia:** NOVAES, A. G., *Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição*. 2. ed. Editora Campus, 2004; BALLOU, R., *Business logistics management*. 5. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2003; STEVENSON, W. J., *Operations management*. 7. ed. New York: McGraw-Hill, 2002.

#### **IT-310/2008 - Seminário de Tese**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 1-0-2. Tópicos relevantes em transporte aéreo e aeroportos, expostos por especialistas da área, ou trabalhos de tese em andamento, expostos por alunos de pós-graduação. **Bibliografia:** a critério do professor.

## **8 PROGRAMA DE FÍSICA - PG/FIS**

### **8.1 Objetivos do PG/FIS**

O Curso de Pós-Graduação em Física é fruto da união dos esforços do Departamento de Física do ITA-IEFF e do Instituto de Estudos Avançados - IEAv, para a formação de profissionais em Mestrado e Doutorado, de interesse direto ou indireto para o Setor Aeroespacial.

As atividades de pesquisa do curso estão agrupadas nas seguintes Áreas de Concentração:

- Física Atômica e Molecular - PG/FIS-A;
- Física Nuclear - PG/FIS-N; e
- Física de Plasmas - PG/FIS-P.

A matrícula é efetuada numa determinada Área de Concentração. Os objetivos específicos do Curso são expressos pelas suas linhas de pesquisa.

### **8.2 Linhas de Pesquisa do PG/FIS**

As atividades de pesquisa na área de Física de Plasmas compreendem o estudo de plasmas quentes com aplicação na área de fusão nuclear e tecnologia de plasmas frios, voltados para o desenvolvimento de reatores a plasma e processos com aplicabilidade em tratamento de materiais, tais como tratamento de polímeros com plasma, deposição de filmes finos entre outras aplicações.

As atividades de pesquisa na área de Física Atômica e Molecular compreendem: colisões elétron-pósitron com moléculas, estabilidade e reatividade de sistemas poliatômicos, novos materiais, nanoestruturas, desenvolvimento de lasers, espectroscopia de plasmas frios e condensação de átomos ultra-frios.

As atividades de pesquisa na área de Física Nuclear compreendem: estrutura nuclear, reações nucleares, física de hádrons, física de partículas e de campos, e detecção de ondas gravitacionais.

#### **8.2.1 Física de Plasmas**

São realizados estudos de plasmas básicos, plasmas quentes aplicados à fusão termonuclear controlada e tecnologias de plasmas voltadas para o desenvolvimento de dispositivos e reatores com aplicações em tratamento de materiais, tais como tratamento de polímeros com plasma e deposição de filmes finos, dentre outras aplicações. Suas linhas de pesquisa são:

- **Física de Plasmas Frios e Quentes:**

Simulação numérica, caos e fenômenos não-lineares. Descargas elétricas CC, RF e microondas. Simulação de ambiente de reentrada de veículos espaciais. Fusão Termonuclear Controlada.

- **Tecnologia de Plasmas Frios:**

Filmes finos, processos de corrosão e deposição. Limpeza e ativação a plasma. Instrumentação. Etapas de microfabricação para sensores e dispositivos de microeletrônica. Compósitos e polímeros.

- **Físico-Química de Materiais:**

Físico-química do crescimento do filme de diamante CVD e aplicações em sensores eletroquímicos. Compostos orgânicos inibidores de corrosão em metais. Microfabricação.

## 8.2.2 Física Atômica e Molecular

Na área de Física Atômica e Molecular, desenvolvem-se pesquisas em espectroscopia com gases ionizados, colisões elétron-pósitron com átomos e moléculas, propriedades de sistemas poliatômicos, novos materiais, nanoestruturas, desenvolvimento de lasers e condensação atômica. As linhas de pesquisa são:

- **Gases Ionizados:**

Diagnósticos elétricos e espectroscopia (de emissão, absorção e laser). Simulação de espectros rovibracionais com inteligência artificial. Simulação de plasmas frios.

- **Propriedades de Sistemas Poliatômicos:**

Estrutura eletrônica de moléculas e geometria de aglomerados moleculares com redes neurais. Espalhamento por elétrons, pósitrons e positrônio. Propriedades de moléculas diatômicas e triatômicas. Condensação atômica. Física de nanoestruturas. Spintrônica.

- **Lasers:**

Desenvolvimento de lasers de vapor de cobre e lasers de corante. Separação isotópica via lasers. Produção de componentes de precisão para o desenvolvimento de lasers.

- **Ensino da Física:**

Desenvolvimento de material didático (teórico, audiovisual, simulações, objetos de aprendizagem, ambiente de ensino a distância) utilizando recursos de informática com aplicação no ensino de Física básica no ITA.

### **8.2.3 Física Nuclear**

Na área de Física Nuclear, estudam-se diversos aspectos da estrutura nuclear e de reações nucleares. São desenvolvidas também pesquisas na área de Física de Hádrons, Teoria de Partículas, Campos e Gravitação. As linhas de pesquisa são:

- **Estrutura Nuclear e Hadrônica:**

Modelos relativísticos para núcleo e hádrons. Fenomenologia de partículas. Emparelhamento, correlações núcleon-núcleon, e excitações coletivas em núcleos finitos incluindo deformação e disciplina nuclear. Núcleos exóticos, estrutura de poucos corpos.

- **Reações Nucleares e Espalhamento Geral:**

Espalhamento múltiplo. Formação e decaimento do núcleo composto. Reações de fragmentação do projétil. Excitação coulombiana. Reações nucleares de poucos corpos.

- **Teoria Quântica de Campos, Cosmologia e Gravitação:**

Interações eletrofracas. Fenômenos de transição de fase. Renormalização em mecânica quântica. Modelos cosmológicos. Astrofísica Nuclear. Detecção de ondas gravitacionais.

## **8.3 Corpo Docente do PG/FIS**

### **8.3.1 Corpo Docente Efetivo**

**Arnaldo** Dal Pino Júnior, D.C., USP, 1989.  
Estabilidade e Reatividade de Sistemas Poliatômicos.  
(e-mail: dalpino@ita.br)

**Brett** Vern Carlson, Ph.D., Wisconsin, 1981.  
Estrutura Nuclear e Reações Nucleares.  
(e-mail: brett@ita.br)

Choyu **Otani**, D.C., UFSC, 1986.  
Processos de Corrosão e Deposição; Tratamento de Superfícies.  
(e-mail: otani@ita.br)

Érico Luiz Rempel, D.C., INPE, 2003.  
Ondas em Plasmas, Caos, Dinâmica Não-Linear.  
(e-mail: rempel@ita.br)

**Francisco** Bolivar Correto Machado, D.C., USP, 1989.  
Cálculos de Estrutura Eletrônica Molecular.  
(e-mail: fmachado@ita.br)

Gilberto **Petraconi** Filho, D.C., ITA, 1997.  
Física de Plasmas.  
(e-mail: gilberto@ita.br)

**Homero** Santiago Maciel, Ph.D., Oxford, 1985.  
Descargas Elétricas. Aplicações Tecnológicas de Plasmas Frios.  
(e-mail: homero@ita.br)

**Jayr** de Amorim Filho, Dr. en Sc., Paris, 1994.  
Descargas Elétricas.  
(e-mail: jayr@ita.br)

José **Silvério** Edmundo Germano, D.C., ITA, 1992.  
Colisões Elétron e Pósitron com Moléculas e Novos Materiais.  
(e-mail: silverio@ita.br)

**Lara** Kuhl Teles, D.C., USP, 2001.  
Teoria de Semicondutores e Spintrônica.  
(e-mail: ikteles@ita.br)

Manuel Máximo Bastos **Malheiro** de Oliveira, D.C., USP, 1991.  
Estrutura Nuclear e Hadrônica, Astrofísica  
(e-mail: malheiro@ita.br)

Marcos **Massi**, D.C., USP, 1999.  
Processos de Materiais para Microeletrônica.  
(e-mail: massi@ita.br)

**Marisa** Roberto, D.C., ITA, 1992.  
Simulação Numérica em Plasmas Frios; Caos e Fenômenos de Transporte em tokamaks.  
(e-mail: marisar@ita.br)

**Ricardo** Affonso do Rego, D.C., USP, 1984.

Estrutura Nuclear; Reações Nucleares.  
(e-mail: rego@ita.br)

Rubens de Melo **Marinho** Junior, D.C., USP, 1984.  
Teoria de Partículas; Campos.  
(e-mail: marinho@ita.br)

**Tobias** Frederico, D.C., USP, 1984.  
Estrutura Nuclear; Reações Nucleares; Física de Hádrons.  
(e-mail: tobias@ita.br).

### **8.3.2 Corpo Docente Colaborador**

**Argemiro** Soares da Silva Sobrinho, Genie Physique, École Polytechnique de Montreal, Canadá, 1999.  
Processamento de Materiais a Plasma  
(e-mail: Argemiro@ita.br)

**Iberê** Luis Caldas, D.C., USP, 1979  
Fusão Termonuclear Controlada e Caos – IF/USP  
(e-mail: ibere@if.usp.br)

Marcelo **Geraldo** Destro, D.C., ITA, 1993.  
Lasers e Óptica Aplicada - IEAv/CTA.  
(e-mail: destro@ieav.cta.br).

**Mirabel** Cerqueira Rezende, D.C., USP, 1991  
Processos de Corrosão, Tratamento de Superfície e Processos de Deposição – IAE/CTA  
(e-mail: mirabel@iae.cta.br)

**Nicolau** André Silveira Rodrigues, D.C., ITA, 1989.  
Lasers e Óptica Aplicada - IEAv/CTA.  
(e-mail: nicolau@ieav.cta.br)

**Odylio** Denys de Aguiar, Ph.D., Louisiana, 1990.  
Gravitação e Relatividade Geral.  
(e-mail: odylio@das.inpe.br)

**Orlando** Roberto Neto, D.C., USP, 1993.  
Estudos da Cinética e da Dinâmica de Reações Químicas - IEAv/CTA.  
(e-mail: orlando@ieav.cta.br)

**Oswaldo** Duarte Miranda, D.C., USP, 1997  
Gravitação e Relatividade Geral; Fontes de Ondas Gravitacionais; Cosmologia – INPE.  
(e-mail: [oswaldo@das.inpe.br](mailto:oswaldo@das.inpe.br))

**Reinaldo** Roberto Rosa, DC., INPE, 1995  
Física Solar, Plasmas Não-lineares, Caos Espaço-Temporal – LAC/INPE  
(e-mail: [Reinaldo@lac.inpe.br](mailto:Reinaldo@lac.inpe.br))

Rudimar **Riva**, Dr. en Sc., Universidade de Paris, Orsay, 1993.  
Lasers e Óptica Aplicada - IEAV/CTA.  
(e-mail: [riva@ieav.cta.br](mailto:riva@ieav.cta.br))

**Wilfredo** M. I. Urruchi, D.C., ITA, 1998  
Descargas Elétricas, Processamento de Materiais a Plasma  
(e-mail: [willy@ita.br](mailto:willy@ita.br))

## **8.4 Estrutura Curricular do PG/FIS**

### **8.4.1 Informações Gerais do PG/FIS**

A aceitação dos candidatos ao Mestrado e ao Doutorado é baseada em exame de currículo, histórico escolar e entrevista.

O candidato aceito para uma determinada Área de Concentração deve cumprir o requisito mínimo de créditos em disciplinas obrigatórias e optativas. Auxiliado pelo Coordenador de Área, o aluno deve procurar um orientador de tese e elaborar com este um Plano de Trabalho, descrevendo todas as etapas para o cumprimento de seu Programa de Estudos. O referido plano deve ser apresentado ao Coordenador de Área num prazo máximo de 6 meses da matrícula do aluno no Curso.

### **8.4.2 Disciplinas do Programa PG/FIS**

#### **8.4.2.1 Física de Plasmas - PG/FIS-P**

##### **a) Disciplinas Obrigatórias**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
FF-201	Mecânica Quântica I	3
FF-202	Mecânica Quântica II (somente para o Doutorado)	3
FF-320	Seminário de Tese (a partir do terceiro semestre)	1

**b) Disciplinas Eletivas**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
FF-200	Métodos Matemáticos da Física	3
FF-202	Mecânica Quântica II	3
FF-204	Eletrodinâmica I	3
FF-203	Mecânica Estatística	3
FF-205	Métodos Computacionais de Mecânica Quântica	3
FF-207	Mecânica Analítica	3
FF-208	Eletrodinâmica II	3
FF-209	Tópicos de Mecânica Analítica	3
FF-212	Métodos Computacionais da Física	3
FF-225	Lasers I - Princípios Físicos	3
FF-228	Espectrometria de Massa	3
FF-253	Física Moderna e a Mecânica Quântica	3
FF-258	Introdução à Nanotecnologia	3
FF-259	Teoria Cinética de Plasmas	3
FF-260	Tópicos Avançados em Física de Plasmas	3
FF-261	Física de Plasmas I	3
FF-262	Física de Plasmas II	3
FF-263	Física de Plasmas III	3
FF-264	Descargas Elétricas I	3
FF-265	Descargas Elétricas II	3
FF-271	Equilíbrio e Caos em Plasmas Confinados Magneticamente	3
FF-272	Física da Interação Laser-Plasma	3
FF-273	Introdução à Interação da Radiação Laser com a matéria	3
FF-280	Diagnósticos de Plasmas	3
FF-283	Física de Microfabricação	3
FF-285	Cinética de Não-Equilíbrio Aplicada a Plasmas Frios I	3
FF-286	Cinética de Não-Equilíbrio Aplicada a Plasmas Frios II	3
FF-299	Laboratório de Descargas Elétricas e Plasmas	3
FF-301	Tópicos de Tecnologia de Plasmas	3
FF-600	Estágio Docência	3
FF-601	Estágio Pesquisa I	3
FF-602	Estágio Pesquisa II	3
FM-225	Tópicos Especiais em Dinâmica Não-Linear	3

**8.4.2.2 – Física Atômica e Molecular - PG/FIS-A****a) Disciplinas de Nivelamento**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
FF-200	Métodos Matemáticos da Física	3
FF-253	Física Moderna e a Mecânica Quântica	3

**b) Disciplinas Obrigatórias**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
FF-201	Mecânica Quântica I	3
FF-202	Mecânica Quântica II (somente para o Doutorado)	3
FF-320	Seminário de Tese (a partir do terceiro semestre)	1

**c) Disciplinas Eletivas**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
FF-200	Métodos Matemáticos da Física	3
FF-202	Mecânica Quântica II	3
FF-203	Mecânica Estatística	3
FF-204	Eletrodinâmica I	3
FF-205	Métodos Computacionais da Mecânica Quântica	3
FF-207	Mecânica Analítica	3
FF-208	Eletrodinâmica II	3
FF-209	Tópicos de Mecânica Analítica	3
FF-212	Métodos Computacionais da Física	3
FF-215	Física Atômica e Molecular	3
FF-216	Métodos da Física Atômica e Molecular	3
FF-225	Lasers I - Princípios Físicos	3
FF-226	Lasers II - Tópicos Avançados	3
FF-227	Lasers a Gás	3
FF-228	Espectrometria de Massa	3
FF-229	Espectroscopia a Laser	3
FF-239	Estrutura Nuclear Relativística	3
FF-240	Simetria e Teoria de Grupos em Física	3
FF-242	Física das Nanoestruturas Semicondutoras	3
FF-243	Análise de Superfície Utilizando Microscópio de Força Atômica	3
FF-245	Espectrofísica Aplicada	3
FF-246	Espectroscopia Molecular	3
FF-252	Óptica de Fourier	3
FF-266	Física de Plasmas Térmicos	3
FF-281	Física do Estado Sólido I	3
FF-282	Física do Estado Sólido II	3
FQ-223	Tópicos Especiais em Dinâmica Não-Linear	
FQ-290	Química Quântica I	3
FQ-291	Métodos de Química Quântica Molecular	3
FF-600	Estágio Docência	3
FF-601	Estágio Pesquisa I	
FF-602	Estágio Pesquisa II	3

### 8.4.2.3 - Física Nuclear - PG/FIS-N

#### a) Disciplinas Obrigatórias

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
FF-201	Mecânica Quântica I	3
FF-202	Mecânica Quântica II (somente para o Doutorado)	3
FF-320	Seminário de Tese (a partir do terceiro semestre)	1

#### b) Disciplinas Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
FF-200	Métodos Matemáticos da Física	3
FF-203	Mecânica Estatística	3
FF-204	Eletrodinâmica I	3
FF-205	Métodos Computacionais da Mecânica Quântica	3
FF-207	Mecânica Analítica	3
FF-208	Eletrodinâmica II	3
FF-209	Tópicos de Mecânica Analítica	3
FF-210	Física Nuclear I	3
FF-211	Física Nuclear II	3
FF-212	Métodos Computacionais da Física	3
FF-220	Teoria de Muitos Corpos	3
FF-230	Introdução à Teoria da Relatividade Geral	3
FF-231	Tópicos de Cosmologia	3
FF-232	Estrutura Nuclear I	3
FF-233	Aplicações de Diagramas de Feynman	3
FF-234	Tópicos Especiais da Mecânica Quântica	3
FF-235	Teoria Quântica de Campos I	3
FF-236	Teoria Quântica de Campos II	3
FF-237	Teoria Clássica de Campos I	3
FF-238	Teoria Clássica de Campos II	3
FF-239	Estrutura Nuclear Relativística	3
FF-240	Simetria e Teoria de Grupos em Física	3
FF-241	Interações Eletrofracas	3
FF-253	Física Moderna e a Mecânica Quântica	3
FF-290	Introdução à Física de Hádrons	3
FF-292	Quarks e Hádrons	3
FF-600	Estágio Docência	3
FF-601	Estágio Pesquisa 1	3
FF-602	Estágio Pesquisa 2	3

## 8.5 EMENTAS – PG/FIS

### FF-200/2008 - Métodos Matemáticos da Física

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-8. Séries infinitas. Séries assintóticas. Funções de variáveis complexas. Série de Laurent. Cálculo de resíduos. Equações diferenciais lineares de segunda ordem. Solução por separação de variáveis. Solução por série. Segunda solução. Equação não-homogênea de Green. Teoria de Sturm-Liouville. Operadores hermitianos. Função gama. Série de Sterling. Funções de Bessel. Série de Fourier-Bessel. Polinômios de Legendre. Séries. Polinômios de Legendre associados. Harmônicos esféricos. Funções de Legendre do segundo tipo. Séries de Fourier. Forma complexa das séries de Fourier.

**Bibliografia:** ARFKEN, G., *Mathematical methods for physicists*. 2. ed. New York: Academic Press, 1970; BUTKOV, E., *Física matemática*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1978.

### FF-201/2008 - Mecânica Quântica I

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-8. Introdução à Mecânica Quântica. Pacotes de onda e movimento de partículas livres. Equação de onda. A equação de onda e a equação de Schrödinger. Oscilador harmônico linear. Potenciais unidimensionais. Forças centrais e momento angular. Potenciais esféricamente simétricos. Átomo de hidrogênio. Espalhamento independente do tempo.

**Bibliografia:** MERZBACHER, E., *Quantum mechanics*. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1970; POWELL, J. L.; CRASEMAN, B., *Quantum mechanics*. Reading: Addison-Wesley, 1961; SCHIFF, T., *Quantum mechanics*. New York: McGraw-Hill, 1978.

### FF-202/2008 - Mecânica Quântica II

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FF-201. Horas semanais: 4-0-8. Dinâmica quântica. Spin. Rotações. Simetrias. Teoria da perturbação independente e dependente do tempo. Partículas idênticas. Íon e átomo de hélio. Molécula de hidrogênio. Sistema periódico dos elementos. Teoria formal de espalhamento. Segunda quantização e aplicações. Quantização do campo eletromagnético. Mecânica quântica relativística. **Bibliografia:** MERZBACHER, E., *Quantum mechanics*. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1970; DAVYDOV, A. S., *Quantum mechanics*. 2 ed. Oxford: Pergamon Press, 1976.

### FF-203/2008 – Mecânica Estatística

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-8. Princípios básicos. Espaços de fase. Conjunto estatístico e distribuição estatística. Distribuição de Maxwell-Boltzmann. Teorema de Liouville. Conjunto microcanônico e canônico. Tempo de relaxação. Sistemas quânticos. Entropia e temperatura estatísticas. Termodinâmica macroscópica. Conjunto gran-canônico. Teoria geral dos *ensembles*. Médias e flutuações. Sistemas ideais de spins. Gás ideal quase-clássico. Teoremas de virial e da

equipartição. Paramagnetismo, paraeletricidade e paraelasticidade. Spin e estatística. Gases ideais quânticos: Fermi-Dirac, Bose-Einstein. Paragás. Condensação de Bose-Einstein. **Bibliografia:** REIF, F., *Fundamentals of statistical and thermal physics*. New York: McGraw-Hill, 1965; HUANG, K., *Statistical mechanics*. New York: John Wiley & Sons, 1966.

#### **FF-204/2008 - Eletrodinâmica I**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-8. Introdução às leis básicas da eletrodinâmica: equações de Maxwell e relações constitutivas para processos lentos; eletrostática de condutores e dielétricos (equações de Poisson e de Laplace). Equações de Maxwell e relações constitutivas para processos rápidos em condutores e dielétricos. Ondas eletromagnéticas no vácuo, em dielétricos homogêneos e não-homogêneos. **Bibliografia:** JACKSON, J. D., *Classical electrodynamics*. 2. ed. New York: John Wiley, 1975; PANOFSKY, W. K. H.; PHILLIPS, M., *Classical electricity and magnetism*. 2. ed. Reading: Addison-Wesley, 1962.

#### **FF-205/2008 - Métodos Computacionais da Mecânica Quântica**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Métodos numéricos para estudo da equação de Schrödinger independente do tempo em uma dimensão. Equação de Schrödinger dependente do tempo em uma dimensão. Estados estacionários para um potencial unidimensional. Aproximação de Born para o espalhamento quântico. Equação de Hartree-Fock para sistemas atômicos. Quantização de Born-Sommerfeld de estados ligados em potencial central. **Bibliografia:** KOONIN, S. E., *Computational physics*. New York: Addison-Wesley, 1985; MERZBACHER, E., *Quantum mechanics*. New York: John Wiley & Sons, 1970; LEDERMANN, W., *Handbook of applicable mathematics*. New York: John Wiley & Sons, 1981. v.3.

#### **FF-207/2008 - Mecânica Analítica**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-8. Princípio variacional, formalismo lagrangiano e hamiltoniano. Propriedades de simetria, invariantes integrais, variáveis de ângulo e ação. Transformações canônicas. Parênteses de Poisson. Transformações canônicas infinitesimais e propriedades de simetria. Teoria de Hamilton-Jacobi. Teoria de perturbação canônica. Integrabilidade. Ressonâncias não-lineares e caos. Diagrama de fluxo. Mapa de Poincaré. Teorema de Kan e emaranhados homoclínicos. Mapas conservativos. **Bibliografia:** OZÓRIO DE ALMEIDA, A. M., *Hamiltonian systems: Chaos and quantization*. Cambridge: University Press, 1988; GOLDSTEIN, H., *Classical mechanics*. Reading: Addison - Wesley, 1959; LANDAU, L.; LIFSHITZ, E., *Mecânica*. Moscou: Mir, 1978.

#### **FF-208/2008 - Eletrodinâmica II**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FF-204. Horas semanais: 4-0-8. Sistemas radiantes. Difração. Formulação covariante da

eletrodinâmica. Colisões entre partículas carregadas. Radiação de cargas em movimento. Radiação e reação: as leis de conservação na eletrodinâmica. Espalhamento e dispersão. Formulação hamiltoniana das equações de Maxwell. **Bibliografia:** PANOFSKY, W. K. H.; PHILLIPS, M., *Classical electricity and magnetism*. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1975; LANDAU, L.; LIFSHITZ, E., *The classical theory of fields*. Reading: Addison-Wiley, 1959.

### **FF-209/2008 - Tópicos de Mecânica Analítica**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Revisão de conceitos fundamentais. Cinética dos corpos rígidos. Equações de movimento de corpos rígidos. Relatividade espacial na Mecânica Clássica. Espaços vetoriais lineares e pequenas oscilações. Teoria de grupos aplicada às vibrações moleculares. Introdução à Mecânica Analítica de sistemas contínuos e campos. **Bibliografia:** GOLDSTEIN, H., *Classical mechanics*. Reading: Addison-Wesley, 1959; CORBEN, H. C.; STEHLE, P., *Classical mechanics*. New York: John Wiley & Sons, 1960.

### **FF-210/2008 - Física Nuclear I**

*Requisito recomendado:* FF-201. **Requisito exigido:** não há. Horas semanais: 4-0-8. Constituição do núcleo atômico. Propriedades dos núcleos: momento angular nuclear, momento magnético nuclear, momento de quadrupolo elétrico. Possíveis tipos de forças nucleares. Espalhamento. Sistema de dois corpos: o dêuteron. Espalhamento entre n-p. Raio nuclear: núcleos isóbaros, espalhamento de elétrons, espalhamento de nêutrons. Radioatividade: desintegração alfa e desintegração beta. Estabilidade nuclear. Interação da radiação com a matéria: Efeitos Compton e fotoelétrico, formação de pares. Modelos nucleares: modelos de partículas independentes, modelo coletivo, modelo unificado. **Bibliografia:** ROY, R. R.; NIGAM, B. P., *Nuclear physics: theory and experiment*. New York: John Wiley & Sons, 1967; PRESTON, M. A., *Physics of the nucleus*. New York: McGraw-Hill, 1965; MARMIER, P.; SHELDON, E., *Physics of nuclei and particles*. New York: Academic Press, 1969. v.1.

### **FF-211/2008 - Física Nuclear II**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FF-210 ou FF-239. Horas semanais: 4-0-8 Generalidades sobre reações nucleares. Tópicos em teoria de espalhamento. Método de canais acoplados. Aproximação de Born de ondas planas e distorcidas. Matriz T e S. Método de ondas parciais. Aproximação WKB e Eikonal. Espalhamento múltiplo. Teoria de reações nucleares: Núcleo composto, teoria formal do modelo óptico, reações diretas e reações de múltiplas etapas. **Bibliografia:** SATCHLER, G. R., *Introduction to nuclear reactions*. New York: MacMillan Press Ltd., 1980; FESHBACH, H., *Theoretical nuclear physics: nuclear reactions*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1992.

### **FF-212/2008 - Métodos Computacionais da Física**

*Requisito recomendado:* Curso equivalente a FF-200. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-8 Introdução ao Mathematica e ao Fortran 90 -- comandos básicos de atribuição, de entrada e saída, de condição e de repetição; variáveis escalares, listas e vetores; subrotinas, funções e módulos. Aplicações numéricas básicas usando o Mathematica e o Fortran 90 - integração; raízes, máximos e mínimos; álgebra linear, autovalores e autovetores; equações diferenciais ordinárias; método Monte Carlo para a simulação de sistemas físicos. Cálculos simbólicos com o Mathematica – integrais de contorno e derivadas. **Bibliografia:** WOLFRAM, S., *The Mathematica Book*, 5. ed., Wolfram Media, 2003; DAVIES, R., REA, A. and TSAPTSINOS, D., *Introduction to Fortran 90*, [dipastro.pd.astro.it/cosmo/Informatica/NuoviFile/f90\\_belfast.pdf](http://dipastro.pd.astro.it/cosmo/Informatica/NuoviFile/f90_belfast.pdf); KOONIN, S.E. e Meredith, D.C. *Computational Physics*, Addison-Wesley, 1990.

### **FF-215/2008 - Física Atômica e Molecular**

*Requisito recomendado:* FF-202. *Requisito exigido:* FF-201. Horas semanais: 3-0-6. Aproximação de Born-Oppenheimer. Movimento dos núcleos. Rotação e vibração de moléculas diatômicas. Interpretação de espectros infravermelho e Raman. Estados eletrônicos. Métodos de química quântica: SCF, Hartree-Fock, LCAO, CI, espalhamento múltiplo e método celular. Comparação e discussão destes métodos para algumas moléculas específicas. **Bibliografia:** SLATER, J. C., *The calculation of molecular orbitals*. New York: John Wiley & Sons, 1979; HERZBERG, G., *Molecular spectra and molecular structure*. Princeton: Van Nostrand, 1950. v. 1

### **FF-216/2008 - Métodos da Física Atômica e Molecular**

*Requisito recomendado:* FF-202. *Requisito exigido:* FF-201. Horas semanais: 3-0-6. Aproximação adiabática. Determinantes de Slater. Orbital espacial e orbitais de spin. Métodos de segunda quantização. Equações de Hartree-Fock e interpretação de suas soluções. Casos restrito e não-restrito. Escolha das bases Sto-3G, 4.31G, 6-31G. Uso do programa *Hondo 5* para estudo de algumas moléculas mais simples. **Bibliografia:** SZABO, A.; OSTLUND, N. S., *Modern quantum chemistry*. New York: MacMillan, 1982; SCHEFER, H. F., *The electronic structure of atoms and molecules*. Reading: Addison-Wesley, 1972.

### **FF-220/2008 - Teoria de Muitos Corpos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FF-202. Horas semanais: 3-0-6. Revisão de alguns conceitos de Mecânica Quântica. Segunda quantização. Matriz S. Propagadores. Método diagramático de Feynman. Método da função de Green. Generalização para temperatura finita. Aplicações. **Bibliografia:** FETTER, A. L.; WALECKA, J. D., *Quantum fields theory of many-particle systems*. New York, NY: McGraw-Hill, 1971; RING, P.; SCHUCK, P., *The nuclear many-body problem*. New York: Springer Verlag, 1980.

### **FF-225/2008 - Lasers I - Princípios Físicos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6 Conceitos introdutórios: emissão espontânea, emissão estimulada e absorção; a idéia de laser. Interação da radiação com a matéria: radiação de corpo negro; absorção e emissão estimulada; emissão espontânea; decaimento não-radioativo; mecanismos de alargamento de linha; saturação. Processos de excitação: excitação óptica; excitação por descarga elétrica; métodos não-convencionais de excitação. Cavidades ópticas: introdução; cavidade plano-paralela; cavidade confocal; cavidade esférica geral; cavidades estáveis. Operações contínua e pulsada: equações de taxa. **Bibliografia:** SVELTO, O., *Principles of lasers*. New York: Plenum Press, 1976; SIEGMAN, A. E., *Lasers*. Mill Valley: University Science Books, 1986.

### **FF-226/2008 - Lasers II - Tópicos Avançados**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FF-225. Horas semanais: 3-0-6. Tópicos avançados. Osciladores e amplificadores: amplificador contínuo, oscilador contínuo, oscilador versus oscilador e amplificador; amplificador pulsado. Oscilador em monomodo e multimodo: seleção de modos; sintonia e estreitamento espectral. Propriedades do feixe de laser: monocromaticidade; coerência, direcionalidade, brilho. Propagação do feixe de laser em meios lineares: propagação do modo fundamental; propagação de modos de ordem superior; o fator M<sup>2</sup>. Propagação do feixe de laser em meios não-lineares: amplificador infinitamente longo (pulsos  $\pi$ ); absorvedor infinitamente longo (pulsos  $2\pi$ ). Geração de pulsos curtos: *Q-switching mode locking*; *injection locking*. **Bibliografia:** SIEGMAN, A. E., *Lasers*. Mill Valley: University Science Books, 1986; YARIV, A., *Quantum electronics*. New York: John Wiley & Sons, 1975.

### **FF-227/2008 - Lasers a Gás**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FF-225. Horas semanais: 3-0-6. Revisão dos princípios básicos da Física do Laser: interação da radiação com a matéria; equações de taxa; processos de excitação. Laser de CO<sub>2</sub>: o espectro vibro-rotacional da molécula de CO<sub>2</sub>; taxas de excitação e de decaimento; largura espectral de emissão, operação contínua, operação pulsada; seleção de modos; configurações e circuitos elétricos básicos; leis de escala. Laser de vapor de cobre: espectro eletrônico do átomo de cobre; taxas de excitação e de decaimento; circuitos elétricos típicos; oscilador, leis de escala. Laser de CO: o espectro vibro-rotacional da molécula de CO; excitação anarmônica e inversão de população; oscilação multilinha; leis de escala. Laser de N<sub>2</sub>: espectro da molécula de N<sub>2</sub>; taxa de excitação e decaimento; oscilador; circuitos rápidos. Laser de excimer: dímeros excitados; equações de taxa para excimers; taxas de excitação e de decaimento. **Bibliografia:** SVELTO, O., *Principles of lasers*. New York: Plenum Press, 1976; SIEGMAN, A. E., *Lasers*. Mill Valley: University Science Books, 1986; DULEY, D., *CO<sub>2</sub> Lasers: Effects and applications*. New York: Academic Press, 1976.

### **FF-228/2008 - Espectrometria de Massa**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Resumo histórico; princípios e técnicas: características dos instrumentos. Conceitos: precisão, exatidão, resolução. Introdução de amostras. Métodos de produção de íons: Impacto de elétrons, fotoionização, termoionização, etc. Troca de carga, recombinação e dissociação dos íons. Íons de cargas múltiplas. Extração de íons, analisador magnético, filtro de quadrupolo. Tempo de voo. Detecção de íons: Multiplicadora de elétrons, coletor de Faraday, coletores múltiplos. Aplicações. **Bibliografia:** WHITE, E. A., *Mass spectrometry in science and technology*. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1968; VALY, I. L., *Atom and ion sources*. London: John Wiley & Sons, 1977; SEIBL, J., *Massenspektrometrie*. Frankfurt: Akademische Verlagsgesellschaft, 1970.

### **FF-229/2008 - Espectroscopia a Laser**

*Requisitos recomendados:* FF-225 e FF-202. *Requisito exigido:* FF-201. Horas semanais: 3-0-6. Introdução. Absorção e emissão de luz. Larguras e perfis de linhas espectrais. Instrumentação e fontes de luz usada em espectroscopia. Espectroscopia por fluorescência e por absorção limitada por Doppler. Espectroscopia Raman. Espectroscopia de alta resolução (sub-Doppler). Espectroscopia a lasers com resolução temporal. Espectroscopia a laser de processos de colisão. O limite de resolução. Aplicações da espectroscopia a lasers. **Bibliografia:** DEMTRÖDER, W., *Laser spectroscopy : basic concepts and instrumentation*. Berlin: Springer Verlag, 1982; CORNEY, A., *Atomic and laser spectroscopy*. Oxford: Clarendon Press, 1977; SVELTO, O., *Principles of Lasers*. 3. ed. New York: Plenum Press, 1986.

### **FF-230/2008 - Introdução à Teoria da Relatividade Geral**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Fundamentos de cálculo tensorial. Equações diferenciais de Einstein do campo gravitacional. Métrica de Schwarzschild. Colapso gravitacional. Verificações astronômicas da teoria da relatividade geral. Modelos cosmológicos estáticos. **Bibliografia:** MCVITTIE, G. C., *General relativity and cosmology*. London: Chapman & Hall, 1965; WEINBERG, S., *Gravitation and cosmology*. Principles and applications of the general theory of relativity. New York: John Wiley & Sons, 1972.

### **FF-231/2008 - Tópicos de Cosmologia**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FF-230. Horas semanais: 3-0-6. Modelos cosmológicos evolucionários de Friedman e Lemaitre. Métrica de Robertson-Walker. Dados observacionais. Lei de Hubble. Contagem de rádio-fontes. Teoria de Gamow da bola de fogo primordial. A detecção da radiação cósmica de microondas. Verificação da velocidade da terra em relação ao referencial cósmico do microondas. A relação de Whitrom-Randall e modelos evolucionários especiais. A realização do princípio de Mach

e o tempo cósmico. Limite à cosmologia clássica. **Bibliografia:** TOLMAN, R., *Relativity, Thermodynamics and cosmology*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1935; MCVITTIE, G., *General relativity and cosmology*. London: Chapman & Hall, 1954; WEINBERG, S., *Gravitation and cosmology*. New York: John Wiley & Sons, 1972.

### **FF-232/2008 - Estrutura Nuclear I**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FF - 202. Horas semanais: 4-0-8. Álgebra de momento angular e rotações na Mecânica Quântica. Coeficientes de acoplamento e reacoplamento de momentos angulares. Matrizes de rotação. Tensores de Racah. Teoremas de Wigner-Eckart. Técnicas de segunda quantização para sistemas de muitos férmions. Representação de estados e operadores. Teorema de Wick. Aproximações de campo médio com interações nucleares efetivas. Aproximação de Hartree-Fock. A aproximação de Hartree-Fock-Bogoliubov e quebra da simetria de gauge. Supercondutividade nuclear. Projeção do número de partículas. Aproximações de campo médio com vínculos. Vibrações nucleares. Aproximação de campo médio dependente do tempo no limite de pequenas oscilações e a *Random Phase Approximation*. **Bibliografia:** FESHBACH, H.; SHALIT, A., *Theoretical nuclear physics*. New York, NY: John Wiley & Sons, 1974. v.1-Nuclear structure. BOHR, A.; MOTTELSON, B. R., *Nuclear structure*. New York: W. A. Benjamin, 1969. v. 2 - Nuclear deformation.

### **FF-233/2008 - Aplicações de Diagramas de Feynman**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FF-201. Horas semanais: 4-0-8. Formalismo lagrangiano. Sistema quântico não-relativístico, propagador, interação de contato e renormalização. Sistemas relativísticos. Equação de Klein-Gordon. Propagador. Equação de Bethe-Salpeter. Interação de contato, renormalização e sistemas de 2 e 3 corpos. Equação de Dirac. Propagador. Acoplamento de bóson e de férmion com o campo eletromagnético. Exemplos: espalhamento elétron-elétron, elétron-núcleon, elétron-fóton, potencial núcleon-núcleon de troca de um pión. O pión a lagrangian, a quiral em baixa ordem, simetria quiral, o teorema de Goldstone e os quarks constituintes. Aplicações: raio do pión, decaimento fraco e eletromagnético. **Bibliografia:** BJORKEN, J. D.; DRELL, S. D. *Relativistic quantum mechanics*. New York: McGraw-Hill, 1964; ITZYKSON, C.; ZUBER, J. B., *Quantum field theory*. New York: McGraw-Hill, 1980.

### **FF-234/2008 - Tópicos Especiais da Mecânica Quântica**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FF-201. Horas semanais: 3-0-6. Introdução histórica à Mecânica Quântica: mecânica matricial. Introdução histórica à Mecânica Quântica: mecânica ondulatória. Os postulados da Mecânica Quântica. Princípio da indeterminação. A interpretação da complementaridade e o realismo. Entendendo certas experiências paradigmáticas. O paradoxo de Einstein, Podolsky e Rosen. Teorias de variáveis ocultas. Localidade e desigualdade de Bell. O problema da medição

ou do colapso. O formalismo de medições e seus problemas. Interpretações da Mecânica Quântica e Lógica Quântica. **Bibliografia:** JAMMER, M., *The philosophy of quantum mechanics*. New York: John Wiley & Sons, 1974; D'ESPAGNAT, B., *Conceptual foundations of MQ*. 2. ed. Reading: Benjamin, 1987; REDHEAD, M., *Incompleteness, non-locality and realism*. Oxford: Clarendon, 1987.

### **FF-235/2008 - Teoria Quântica de Campos I**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FF-202. Horas semanais: 4-0-8. O grupo de Lorentz. Formalismo lagrangiano para campos clássicos. Quantização canônica do campo escalar complexo. Quantização do campo de Dirac. Quantização do campo eletromagnético. Campos em interação. Matriz S. Fórmulas de redução. Teoria de perturbações. Cálculo de alguns processos de espalhamento na Eletrodinâmica Quântica. **Bibliografia:** ITZYKSON, C.; ZUBER, J. B. *Quantum field theory*. New York: McGraw-Hill, 1980; MANDL, F.; SHAW, G., *Quantum field theory*. New York: Wiley, 1984; RYDER, L. H., *Quantum field theory*. Cambridge: University Press, 1984.

### **FF-236/2008 - Teoria Quântica de Campos II**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FF-235. Horas semanais: 4-0-8. Integrais de trajetória. Teoria de perturbações. Regras de Feynman. Teorias de gauge não-abelianas. Renormalização. O grupo de renormalização. Identidades de Ward e anomalias. O potencial efetivo e a quebra espontânea de simetria. **Bibliografia:** ITZYKSON, C.; ZUBER, J. B., *Quantum field theory*. New York: McGraw-Hill, 1980; MANDL, F.; SHAW, G., *Quantum field theory*. New York: Wiley, 1984; RYDER, L. H., *Quantum field theory*. Cambridge: University Press, 1984.

### **FF-237/2008 - Teoria Clássica de Campos I**

*Requisito recomendado:* FF-207. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Geometria do espaço-tempo curvo. Equações do campo gravitacional. Limite newtoniano. Equações de Newman-Penrose e teoria das perturbações. Campo gravitacional de sistemas massivos elementares. Propriedades do campo gravitacional. Radiação gravitacional. Cálculos de energia gravitacional em diversos contextos. **Bibliografia:** MOSHE, C., *Classical Fields*. New York: John Wiley & Sons, 1982; LANDAU, L.; LIFSHITZ, E., *Classical theory of fields*. 4. ed. London: Pergamon Press, 1985.

### **FF-238/2008- Teoria Clássica de Campos II**

*Requisito recomendado:* FF-204. *Requisito exigido:* FF-237. Horas semanais: 3-0-6. Equações de movimento no campo gravitacional. Movimento de partículas com carga elétrica. Integrais de movimento. Soluções assimétricas das equações do campo gravitacional. Formulação spinorial da gravitação. Campos de calibre, incluindo campo eletromagnético. Classificação do campo eletromagnético, do campo gravitacional, e de calibres. Teoria de calibre do campo gravitacional e eletromagnético. Monopólos magnéticos.

**Bibliografia:** MOSHE, C., *Classical fields*. New York: John Wiley & Sons, 1982; LANDAU, L.; LIFSHITZ, E., *Classical theory of fields*. 4. ed. London: Pergamon Press, 1985.

#### **FF-239/2008 - Estrutura Nuclear Relativística**

*Requisito recomendado:* FF-210. *Requisito exigido:* FF-201. Horas semanais: 4-0-8. Equação de Dirac. Soluções livres. Buracos. Teoria clássica de campos e quantização canônica. Propagador de bárions. Covariância. Isospin. Teoria escalar – vetorial. Campo médio. Equação de estado. Matéria nuclear a temperatura finita. Sistemas não-uniformes. Potencial óptico núcleon-núcleo. Aproximação Hartree relativística. Núcleos finitos. Espalhamento núcleon-núcleo. Regras de Feynman. Observáveis. Teoria do campo médio. Correções de flutuações do vácuo. Aproximação Hartree-Fock. Modos coletivos e a aproximação de fase aleatória (RPA). Correlações núcleon-núcleon. Emparelhamento e a aproximação Hartree-Fock-Bogoliubov. Equação de Bethe-Salpeter. **Bibliografia:** SEROT, B. D.; WALECKA, J. D.; NEGELE, J. W.; VOGT, E. (Eds.), *Advances in nuclear physics*. New York: Plenum Press, 1986. v.16. WALECKA, J. D., *Theoretical nuclear and subnuclear physics*. Oxford: University Press, 1995.

#### **FF-240/2008 - Simetria e Teoria de Grupos em Física**

*Requisito recomendado:* FF-200. *Requisito exigido:* FF-201. Horas semanais: 3-0-6. Simetria e o cotidiano. Simetria e a Química. Operações de simetria. Grupo de ponto. Representação matricial do grupo. Representações redutíveis. Representações irreduzíveis. Tabelas de caracteres. Simetria e Mecânica Quântica. Vibrações moleculares. **Bibliografia:** ELLIOT, J. P.; DAWBER, P. G., *Symmetry in physics*. New York: Oxford University Press, 1990. v.1 - 2; BISHOP, D. M., *Group theory and chemistry*. New York: Dover Publications Inc., 1954.

#### **FF-241/2008 - Interações Eletrofracas**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FF-235. Horas semanais: 4-0-8. As Interações Fundamentais. Teoria de Fermi das interações fracas. Decaimento do múon e violação da paridade. Teoria V – A invariância de calibre: o exemplo do eletromagnetismo. Teorias de calibre não-abelianas. Simetrias escondidas: o mecanismo de Higgs. O modelo de Weinberg-Salam-Glashow. Mecanismo GIM. Matriz de mistura de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa. Violação CP. Limitações do modelo de Weinberg-Salam-Glashow. Algumas extensões do modelo de Weinberg-Salam-Glashow. **Bibliografia:** QUIGG, C., *Gauge theories of the strong, weak, and electromagnetic interactions*. Reading: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1983; HALZEN, F.; MARTIN, A. D., *Quarks & leptons*. New York: John Wiley & Sons, 1984; OKUN, L. B., *Lepton and quarks*. Amsterdam: North-Holland, 1982.

### **FF- 242/2008 - Física das Nanoestruturas Semicondutoras**

*Requisito recomendado:* FF-201. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Tipos de semicondutores e técnicas de crescimento. Estrutura de bandas em semicondutores: método K.p e massa efetiva. Outros métodos de cálculo da estrutura de bandas. Função envelope. Heteroestruturas e confinamento quântico. Propriedades ópticas das heteroestruturas semicondutoras. Campos externos. Propriedades de transporte. Éxcitons e impurezas em poços quânticos. **Bibliografia:** DAVIES, J. H., *The physics of low-dimensional semiconductors*. New York: Cambridge University Press, 1998; YU, P. Y.; CARDONA, M., *Fundamentals of semiconductors*. New York: Springer-Verlag, 1996; BASTARD, G. *Wave mechanics applied to semiconductor heterostructure*. New York: John Wiley & Sons, 1991.

### **FF-245/2008 - Espectrofísica Aplicada**

*Requisito recomendado:* FF-201. *Requisito exigido:* consentimento do professor. Horas semanais: 2-0-4. Introdução aos conceitos quânticos para espectroscopia (interação radiação/matéria) na região do UV ao IV distante. Espectroscopia atômica e molecular. Níveis de energia eletrônico, vibracional e rotacional. Conceitos de radiação de corpo negro. Difração. Emissão, absorção, e fluorescência. Espalhamentos Raman e Brillouin. Técnicas experimentais de emissão, absorção e de espalhamento Raman utilizadas em caracterização de materiais, visando um aprofundamento em prática laboratorial com a programação de experimentos durante o curso. **Bibliografia:** DEMTRODER, W., *Basic concepts and instrumentation*. New York: Springer-Verlag, 1982.

### **FF-246/2008 - Espectroscopia Molecular**

*Requisitos recomendados:* FF-201 e FF-207. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-8. Resumo dos elementos de estrutura atômica. Introdução ao tratamento teórico de sistemas moleculares. Energias vibracionais de uma molécula diatômica. Energias rotacionais de moléculas lineares. Absorção e emissão de radiação. Espectros rotacionais. Vibrações de moléculas poliátômicas. Espectros de rotação-vibração. Simetria molecular e teoria de grupos. Cálculo de frequências vibracionais e coordenadas normais de moléculas poliátômicas. Espectro eletrônico de moléculas. **Bibliografia:** BARROW, G. M., *Molecular spectroscopy*. New York: McGraw-Hill, 1962; HERZBERG, G., *Molecular spectra and molecular structure*. New York: D. Van Nostrand, 1954. WILSON Jr., E. B., DECIUS, J. C.; CROSS, P. C., *Molecular vibrations*. New York: Dover Publications, Inc., 1955.

### **FF-249/2008 - Óptica**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Revisão de teoria ondulatória. Revisão de Eletromagnetismo. Equações de Maxwell. Ondas eletromagnéticas. Interação da radiação com matéria. Índice de refração. Propagação da luz em meios dielétricos e metais. Teoria de espalhamento. Reflexão e refração de ondas planas. Equações de Fresnel.

Reflexão linterna total. Ondas evanescentes. Prismas e fibras óticas. Óptica geométrica. Formação de imagens. Lentes e Espelhos. Traçado de raios. Métodos matriciais. Sistemas ópticos. Instrumentos ópticos. Aberrações. Interferência. Coerência espacial e temporal. Interferência com ondas estacionárias: interferômetros de amplitude e fase. Interferômetros com múltiplos feixes. Fundamentos de difração: Fraunhofer e Fresnel. **Bibliografia:** HECHT, E., *Optics*. New York: Addison-Wesley, 1998. BORN, M.; WOLF, E., *Principles of optics*. Oxford: Pergamon Press, 1993; KLEIN, M. V., *Optics*. New York: Wiley & Sons, 1970. JENKINS, F. A.; WHITE, H. E., *Fundamentals of optics*. New York: McGraw-Hill, 1957.

#### **FF-252/2008 - Óptica de Fourier**

*Requisito recomendado:* EC-227, consentimento do Professor. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Utilização da transformada de Fourier na análise de sistemas ópticos; funções especiais e suas transformadas aplicadas em sistemas ópticos. Transformada de Fourier em coordenadas cilíndricas. Teoria da difração; aproximações de Fresnel e Kirchoff; redes de difração; lentes. Transformadas de Fourier básicas com sinais ópticos (adição, multiplicação, diferenciação, etc). **Bibliografia:** BORN, W.; WOLF, Emil. *Principles of optics*. New York: Pergamon Press, 1970; YARIV, A., *Quantum Electronics*. New York: John Wiley & Sons, 1967; LIZUKA, K., *Engineering optics*. 2. ed. Berlin: Springer Verlag, 1986.

#### **FF-253/2008 - Física Moderna e a Mecânica Quântica**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-8. Teoria da Relatividade Restrita e noções de Relatividade Geral. Radiação do corpo Negro. Efeitos fotoelétrico e Compton. Espectros atômicos. Quantização. Teoria de Bohr. Hipótese de De Broglie. Dualidade partícula-onda. Princípio da incerteza. Teoria de Schrödinger. Notação de Dirac. Estado, projetores, operadores e medição. Oscilador harmônico quântico. Sólidos cristalinos. Condutividade elétrica dos sólidos. Propriedades térmicas e ópticas dos sólidos. Emissão termoiônica. Lasers. Raios X. Radioatividade. O núcleo atômico. Fissão e fusão nucleares. **Bibliografia:** SERWAY, R. A., *Física moderna, Relatividade, física atômica e nuclear*. 3. ed. Rio de Janeiro: L.T.C., 1992; EISBERG, R.; RESNICK, R., *Física quântica*. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus., 1974; SAKURAI, J. J., *Modern quantum mechanics*. Reading, MA: Ed. Addison Wesley, 1994.

#### **FF-259/2008 - Teoria Cinética de Plasmas**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FF-262. Horas semanais: 3-0-6. Introdução à teoria cinética de plasmas, parcialmente e completamente ionizados. Soluções da equação de Boltzmann de equilíbrio e de não-equilíbrio. Expansão de Chapman-Enskog e em harmônicos esféricos. Termo colisional elástico e não-elástico. Termo colisional para plasmas completamente ionizados e equação de Fokker-Planck. Equações de transporte. Métodos numéricos para a simulação cinética de plasmas.

**Bibliografia:** Montgomery, D.C., Theory of unmagnetized plasmas. Gordon and Brech Science Pub. NY. 1965. SHKAROFSKY, I.P., JOHNSYON, T.W., BACHYNKI, M.P., The particle kinetic of plasmas. Addison - Wesley, 1966. GOLANT, V.E., ZHILINSKI, A.P. SAKHAROV, I.E., Fundamentals of plasma physics. John Wiley & Sons, NY, 1980.

### **FF-260/2008 - Tópicos Avançados em Física de Plasmas**

*Requisito recomendado:* FF-200. *Requisito exigido:* FF-261. Horas semanais: 3-0-6. Descrição fluido/cinética de plasmas. Microinstabilidades, Amortecimento de Landau. Instabilidades paramétricas. Análise de modos acoplados. Força ponderomotriz. Instabilidades de espalhamento Raman e de Langmuir. Mecanismos de agrupamento axial e azimutal da instabilidade elétron-ciclotrônica. Ondas eletrostáticas não-lineares: sólitons, vórtices eletrônicos e iônicos, camadas duplas e múltiplas. Tópicos de turbulência em plasmas. Aquecimento RF de plasmas: elétron ciclotrônico, íon-ciclotrônico e via ressonância híbrida inferior. Elementos de Físico-Química de Plasmas. Mecanismos de ionização e ruptura. Armazenamento, compressão e chaveamento de energia. **Bibliografia:** GILL, R.D., Plasma physics and nuclear fusion research, London, New York, Academic Press, 1981. STIX, T.H., The theory of plasma waves. New York, McGraw-Hill, 1962.

### **FF-261/2008 - Física de Plasmas I**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* consentimento do professor. Horas semanais: 4-0-8. Conceitos fundamentais em plasmas. Movimento de partículas carregadas na presença de campos elétrico e magnético. Elementos de teoria cinética de plasmas, equações de Boltzmann e de Vlasov. Variáveis macroscópicas. Propriedades cinéticas do estado de equilíbrio. Equações macroscópicas de transporte, modelos de plasma morno. Plasma como um fluido condutor, aproximação MHD. Condutividade e difusão em plasmas. Fenômenos básicos em plasmas. Aplicações MHD. Efeito de estricção, instabilidades. **Bibliografia:** BITTENCOURT, J. A., *Fundamentals of plasma physics*. Oxford: Pergamon Press, 1988; CHEN, F.F., *Introduction to plasma physics*. Plenum US, 1984.

### **FF-262/2008 - Física de Plasmas II**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FF-261. Horas semanais: 3-0-6. Conceitos fundamentais em propagação de ondas. Onda magneto-hidrodinâmica. Ondas em plasmas frios. Ondas em plasmas mornos. Ondas em plasmas quentes e isotrópicos, amortecimento de Landau. Ondas em plasmas quentes magnetizados, modos de Bernstein. Interações entre partículas em plasmas. Equações de Boltzmann e de Fokker-Planck. Processos de transporte em plasmas. **Bibliografia:** BITTENCOURT, J. A., *Fundamentals of plasma physics*. Oxford: Pergamon Press, 1988; CHEN, F.F., *Introduction to plasma physics*. Plenum US, 1984.

### **FF-263/2008 - Física dos Plasmas III**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FF-262. Horas semanais: 3-0-6. Processos não-lineares em plasmas. Oscilações de Langmuir não-lineares. Sólitons e ondas de choque acústico-iônicas. Camadas duplas. Ondas eletromagnéticas não-lineares. Força ponderomotriz. Interações onda-partícula não-lineares. Instabilidades paramétricas. Sólitons envoltórios e cávitons. Turbulência. **Bibliografia:** CHEN, F.F., *Introduction to plasma physics and controlled fusion*, Plenum Press, New York, 1984; DAVIDSON, R.C., *Methods in nonlinear plasma theory*, Academic Press, New York, 1972; HASEGAWA, A., *Plasma instabilities and non-linear effects*, Springer-Verlag, Berlin, 1975.

### **FF-264/2008 - Descargas Elétricas I**

*Requisito recomendado:* FF-204. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Partículas e colisões em gases ionizados. Ionização e deionização. Seções de choque, taxas de reação, mobilidade, difusão, ruptura. Avalanche e curva de Pashen. Descargas escura, brilhante e arco. Região de bainha e processos de eletrodos. Coluna de plasma. Teorias de Schottky e Tonks Langmuir para a coluna positiva. Coluna positiva em campo magnético. Descargas de rádio-freqüência. Técnicas de diagnóstico de plasmas de descargas. Aplicações e processos via plasmas. **Bibliografia:** FRIDMAN, A., KENNEDY, L.A., *Plasma Physics and Engineering*, Taylor & Francis, New York, 2004; NASSER, E., *Fundamentals of gaseous ionization and plasma electronics*. New York: John Wiley & Sons, 1970; RAIZER, Y. P., *Gas discharge physics*. Berlin: Springer-Verlag, 1991.

### **FF-265/2008 - Descargas Elétricas II**

*Requisito recomendado:* FF-264. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Descargas elétricas contínuas: efeito do campo magnético sobre a estrutura da coluna positiva; modelagem e simulação da descarga. Descargas de rádio-freqüência: tipos de acoplamento, ruptura de um gás por RF, auto-polarização dos eletrodos em sistemas simétricos e assimétricos, bainha de plasma em descargas de RF. Feixes de elétrons e íons: emissão induzida por um campo elétrico, emissão por fontes de plasma; extração e aceleração de íons positivos e negativos, características de eletrodos e grades. Óptica e propagação de feixe de íons, projetos de fontes de íons e aplicação à propulsão iônica, deposição e corrosão de materiais. **Bibliografia:** FRIDMAN, A., KENNEDY, L.A., *Plasma Physics and Engineering*. Taylor & Francis, New York, 2004 ; CHAPMAN, B., *Glow discharge processes*. New York: John Wiley & Sons, 1980; FOREESTER, A. T., *Large ion beams: fundamentals of generation and propagation*. New York: John Wiley & Sons, 1987.

### **FF-266/2008 – Física de Plasmas Térmicos**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-6 Introdução ao plasma térmico. Descarga em gás. Arco elétrico (criação da descarga, estrutura e as propriedades). Os principais esquemas das tochas de

plasma: Estabilização do arco pelas paredes; pelo vórtice de gás; pelo campo magnético. A estabilidade do sistema “fonte de potência - arco elétrico”. Os processos físicos (elétricos e aerodinâmicos) em tochas de plasma. Os métodos teóricos do estudo da descarga elétrica: equações do plasma do arco elétrico; 1D aproximação; modelo do canal; métodos aproximados; influência da radiação às características do arco; interação arco - fluxo do gás; interação com próprio campo magnético; interação com vórtice do gás; Teoria de similaridade. Interação entre o arco elétrico e os eletrodos. Cálculos básicos da tocha, cálculo energético, cálculo gasodinâmico, cálculo térmico e magnético. **Bibliografia:** ZHUKOV, M. F., *Thermal Plasma and New Materials Technology*. Cambridge: Interscience Publishing, 1994. v.1; BOULOS, M. I.; FAUCHAIS, P.; PFENDER, E., *Thermal plasmas: Fundamentals and Applications*. New York: Plenum Press, 1994. SOLONENKO, O.; POLAK, L., *Thermal plasma and new materials technology*. Cambridge: Interscience Publishing, 1995. v. 2.

### **FF-272/2008 - Física da Interação Laser Plasma**

*Requisitos recomendados:* FF-263, FF-264. *Requisito exigido:* FF-262. Horas semanais: 3-0-6. Modelos cinético, fluido e de partículas para o estudo da interação laser-plasma. Fenômenos não-lineares na interação laser-plasma. Ondas de choque e de deflagração. Modelos de absorção de energia da radiação laser. Absorção colisional (*inverse-bremsstrahlung*) e ressonante. Estudo da ruptura de gases com radiação laser. Ondas de absorção da radiação laser. Interação de lasers com alvo sólido. Modelo auto-regulável da onda de deflagração, e da onda de detonação. Termo-cinética e compressão não-linear de alvos com laser de alta-potência. Cálculo da produção de nêutrons termonucleares. Diagnósticos para o estudo da interação laser-plasma. **Bibliografia:** HORA, H., *Physics of laser driven plasmas*. John Wiley & Sons, NY, 1981. MOTZ, H., *The physics of laser fusion*, Academic Press, NY, 1979. HUGHES, T.P., *Plasmas and laser light*. Adam Hilger, London, 1975.

### **FF-273/2008 - Introdução à interação da radiação laser com a matéria**

*Requisitos recomendados:* FF-225, FF-226. *Requisitos exigidos:* não há. Horas semanais: 3-0-6. Propagação de feixes em meios lineares (modo fundamental e ordens superiores,  $M^2$ ); Propagação de feixes em meios não lineares: absorção e espalhamento; Equação de transporte: aproximação de primeira ordem para o espalhamento; Modelo de Kulbeka-Munk; teoria de difusão e modelo de Monte Carlo; Efeitos térmicos, químicos, geração de plasma e ablação. **Bibliografia:** HALL, D. R., JACKSON, P. E., *The physics and technology of laser resonators*, 1992, *IOP Publishing Ltd*. JENKINS, F. A., WHITE, H. E., *Fundamentals of optics*, 1976, *Mcgraw Hill College*. VON ALLMEN, M., *Laser-beam interactions with materials*, 1987, *Springer-Verlag*, Berlin, Heidelberg.

### **FF-280/2008 - Diagnósticos de Plasmas**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisitos exigidos:* FF-261 e FF-262. Horas semanais: 3-0-6. Diagnósticos de partículas (passivos e ativos). Teoria de

sondas e analisadores eletrostáticos de energia. Diagnósticos com feixe de partículas. Sondas magnéticas. Diagnósticos de onda passivos. Detecção de radiação e análise espectral na faixa de microondas, FIR, IR, visível, UV, VUV e SXR. Radiometria e emissão de elétron-cíclotron. Espectroscopia óptica de plasmas. Diagnósticos de onda ativos. Métodos e técnicas de diagnósticos baseados no fenômeno de transmissão, reflexão, mudança de polarização e refração de ondas no plasma. Interferometria de microondas e óptica. Espalhamento Thompson. Sistemas de aquisição e processamento digital de sinais. Métodos de interfaceamento serial, paralelo e COMAC. **Bibliografia:** HUTCHINSON, I.H., *Principles of plasma diagnostics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1978; HUDDLESTONE, R.H., and Leonard, S.L. (ed.), *Plasma diagnostic techniques*, Academic Press, New York, 1965; BUTHON, K.J. (ed.), *Infrared and millimeter waves: instrumentation*, Academic Press, New York, 1979.

### **FF-281/2008 - Física do Estado Sólido I**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FF-201. Horas semanais: 3-0-6. Introdução ao estudo das redes cristalinas; tipos de redes de difração de raios x. Dinâmica da rede cristalina. Fónons. Propriedades térmicas. Problema eletrônico dos sólidos. Teoria da condutividade elétrica e teoria de faixas. Semicondutores, ionização térmica das impurezas. Propriedades elétricas e magnéticas dos sólidos. **Bibliografia:** KITELL, C., *Introduction to solid physics*. 5. ed. New York: John Wiley & Sons, 1979; ZIMAN, C., *Principles of solid state theory*. Oxford: Cambridge Univ. Press, 1971.

### **FF-282/2008 - Física do Estado Sólido II**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FF-281. Horas semanais: 3-0-6. Dinâmica do elétron em cristais. Estruturas desordenadas. Correlação. Teoria de transição metal-não-metal. O efeito de Haas-Von Alphen. Efeito magnetoacústico. Ressonância de cíclotron. Diamagnetismo e paramagnetismo. Propriedades ópticas. Semicondutores homogêneos e não-homogêneos. **Bibliografia:** ASHCROFT, N.W.; MERMIN, N. D., *Solid state physics*. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1976; KITELL, C. *Quantum theory of solids*. New York: John Wiley & Sons, 1963; MOTT, N. F.; DAVIS, E. A., *Electronic processes in non-crystalline materials*. Oxford: Clarendon Press, 1979.

### **FF-283/2008 - Física de Microfabricação**

*Requisito recomendado:* FF-201. *Requisito exigido:* um curso de Física Quântica. Horas semanais: 5-0-8. Cristalografia de semicondutores. Óptica geométrica e física. Formação de imagens. Fabricação de máscaras e litografia. Microscopia óptica. Processamento de imagens e medidas ópticas. Física da difusão. Oxidação e dopagem de semicondutores. Propriedades eletrônicas de semicondutores. Medidas elétricas em semicondutores. Interfaces entre semicondutores, condutores e eletrólitos. Corrosão química de

semicondutores. Corrosão por plasma. Propriedades de vidros e condutividade iônica. Solda anódica. Propriedades de superfícies de semicondutores. Forças entre superfícies macroscópicas. Adesão direta entre sólidos. **Bibliografia:** BRODIE, I., MURRAY, J., *Physics of Microfabrication*. [S.l.]: Plenum, 1982; LEWERENTZ, H. J.; CAMPBELL, S. A., *Semiconductor micromachining: Fundamental electrochemistry and physics*. New York: John Wiley & Sons, 1998; RUSKA, W. S., *Microelectronic processing*. New York: McGraw-Hill, 1987.

### **FF-284/2008 – Introdução a Spintrônica**

*Requisito recomendado:* FF-281. *Requisito exigido:* FF-201. Horas semanais: 4-0-8. Introdução à nanotecnologia; Spin, Ferromagnetismo, paramagnetismo e diamagnetismo; Polarização de spin; Magnetoresistência; Magnetoresistência Gigante; Dispositivos Magnetoelétrônicos; Spintrônica de Semicondutores; Efeito Zeeman, Interação Spin-órbita; Interação RKKY (Ruderman-Kittel-Kasuya-Yosida); Interação Hiperfina; Interação de Dresselhaus; Meio metais, Semicondutores Magnéticos Diluídos; Transistores convencionais; Transistores de spin: transistor de Datta e Das. **Bibliografia:** Michael Ziese, Martin J. Thornton, *Spin Electronics (Lecture Notes in Physics)*, 1ª ed. 2001. J. Singh, *Physics of Semiconductors and Their Heterostructures*, Ed. Mc-Graw-Hill, 1ª ed. 1993. J. M. Ziman – *Principles of the Theory of Solids*, Cambridge University Press, 2ª ed. 1972.

### **FF-285/2008 - Cinética de Não-Equilíbrio Aplicada a Plasmas Frios I**

*Requisito recomendado:* FF-264. *Requisito exigido:* FF-261. Horas semanais: 4-0-8. Plasma ideal. Plasma em equilíbrio termodinâmico. Equilíbrio termodinâmico local. Plasmas de baixa e alta temperatura em não-equilíbrio. Colisões elásticas. Colisões inelásticas. Processos radiativos elementares. Energia transferida em colisões. Características básicas do transporte de radiação. Aproximação do tempo de vida efetiva. Transporte de radiação num meio não-homogêneo. Domínio de aplicação da teoria de transporte da radiação. Plasmas a duas temperaturas. Ionização e distribuição de átomos em vários estados excitados. Critérios para estabelecimento de uma função de distribuição eletrônica não-maxwellian. **Bibliografia:** BIBERMAN, L.M.; VOROB'EV, V.S.; YAKUBON, I.T., *Kinetics of nonequilibrium low temperature plasmas*. Plenum Publishing Co, New York, 1987. DELCROIX, J.L., *Physique des plasmas*, Vols. 1 e 2 - Orsay 1966. RAIZER, Y.P., *Gas discharge physics*, Springer Verlag, Berlin, 1991.

### **FF-286/2008 - Cinética de Não-Equilíbrio Aplicada a Plasmas Frios II**

*Requisito recomendado:* FF-264. *Requisito exigido:* FF-285. Horas semanais: 4-0-8. Distribuição de populações em um plasma em não-equilíbrio. Equação cinética de balanço para estados excitados. Métodos numéricos para resolução de equações cinéticas. Aproximação de difusão. Cinética de ionização e recombinação. Equações cinéticas para ionização e recombinação. Coeficiente de recombinação radiativa. Função de distribuição em energia dos

elétrons (*FDE*). Influência das colisões inelásticas na *FDE*. Plasmas pulsados em não-equilíbrio. Tópicos em cinética de plasmas moleculares. Função de distribuição Treanor-Gordiets. Teoria SSH. Dissociação. Tópicos em cinética de plasma atômico-molecular. **Bibliografia:** BIBERMAN, L.M.; VOROB'EV, V.S.; YAKUBON, I.T., *Kinetics of nonequilibrium low temperature plasmas*. Plenum Publishing Co., New York. 1987. DELCROIX, J.L., *Physique des plasmas*. v. 1 e 2- Orsay - 1966. RAIZER, Y.P., *Gas discharge physics*. Springer Verlag, Berlin, 1991.

### **FF-290/2008 – Introdução à Física de Hádrons**

*Requisito recomendado:* Mecânica Quântica I. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-4. Interação e troca de partículas: o exemplo da eletrodinâmica quântica. Origem da força nuclear: troca de mésons. O sistema NN: potenciais, espalhamento e o deuteron. O sistema  $\pi N$ : espalhamento e ressonância. O modelo a quarks. Modelos para a estrutura do núcleo. Espalhamento leptônico profundamente inelástico. O modelo efetivo de Nambu-Joana-Lasinio: quebra espontânea da simetria quiral, quarks constituintes e os bósons de goldstone. **Bibliografia:** ERICSON, T. and WEISE W., *Pions and nuclei*, Claredon Pr, 1. ed., 1989; BHADURI, R. K., *Models of the nucleon*, Addison-Wesley, 1. ed., 1988; Mosel, U., *Fields, symmetries, and quarks*, Springer Verlag, 2. ed., 1999.

### **FF-292/2008 – Quarks e Hádrons**

*Requisito recomendado:* FF-201. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-4. Propriedades dos Hádrons: números quânticos, isospin e estranheza. Representações irredutíveis dos grupos SU(2) e SU(3). Fundamentos de Física Nuclear. Matéria Nuclear. Equação de Dirac. Modelos relativísticos para o núcleo. Simetrias contínuas e discretas. Teorema de Noether. Simetria quiral, bósons de Goldstone: o pión. Introdução à QCD: quarks e glúons. Modelos à quarks.. Modelo de "sacola" do MIT. Modelos quirais: Nambu-Jona-Lasinio e Cromodielétrico. O Plasma de Quarks e Glúons. Transições de fase hádron-QGP. A fase super-condutora de cor da QCD. Aplicações a estrelas compactas. **Bibliografia:** HALZEN, F. e MARTIN, A. D., *Quarks and Leptons*, John Wiley & Sons, 1984; BHADURI, R. K., *Models of the nucleon*, Addison-Wesley, 1988; WALECKA, J. D., *Theoretical and Subnuclear Physics*, Oxford University Press, 1995.

### **FF-299/2008 - Laboratório de Descargas Elétricas e Plasmas**

*Requisito recomendado:* consentimento do professor. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 0-4-4. Sistema experimental de descargas elétricas. Avalanche de elétrons e ruptura de gás. Curvas de Pashen. Características de uma descarga luminescente. Descarga a catodo quente. Sondas de Langmuir simples e dupla. Diagnóstico da coluna positiva, verificação da teoria de Schotky. Técnica de Laframboise. Descarga a catodo oco. Efeito do campo magnético sobre as características de descargas elétricas. Diagnósticos de plasmas por espectroscopia de emissão. Parâmetros de transporte em plasma.

Sonda emissiva. Determinação da função de distribuição de energia de elétrons. Analisadores eletrostáticos de energia de íons. Efeitos de rádio-freqüência sobre sondas. Deposição de filme fino por pulverização catódica. **Bibliografia:** MACIEL, H. S., Laboratório de descargas elétricas. São José dos Campos, SP: ITA, 1993; RAIZER, Y. P., *Gas discharges physics*. Berlin: Springer Verlag, 1991.

### **FF-301/2008 - Tópicos de Tecnologia de Plasmas**

*Requisitos recomendados:* FF-264 ou FF-261. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 2-0-4. Conceitos fundamentais de plasmas e descargas elétricas. Reatores a plasmas: CC, RF e microondas. Plasma frio, plasma térmico e plasma produzido por bombeamento óptico; suas aplicabilidades em processos físicos e químicos. Aplicação de plasmas em processos de micro-eletrônica: deposição por espirramento catódico (*sputtering*) e corrosão (*etching*). Deposição em fase de vapor químico intensificado por plasma (PECVD). Reatores a catodo magnetron e catodo oco. Geração de feixe de íons por fonte de plasma. Deposição assistida por feixe de íons. Descargas em vácuo; aplicabilidade em deposição de metais. Técnicas de plasmas para processos de nitretação, formação de carbetos e filmes de diamante. **Bibliografia:** ROSSANGEL, S. M. et al, *Handbook of plasma processing technology*. Park Ridge: Noyes, 1990; FRIDMAN, A., KENNEDY, L.A., *Plasma Physics and Engineerin*. L.A. Taylor & Francis, New York, 2004.

### **FF-320/2008 - Seminário de Tese**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisitos exigidos:* não há. Horas semanais: 1-0-2. Seminários apresentados pelos alunos de mestrado e de 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.

### **FM-225/2008 - Tópicos Especiais em Dinâmica Não-Linear**

Carga horária: 3-0-6. Ementa da disciplina: Tópicos avançados da teoria e aplicação de caos, complexidade, turbulência e sistemas não-lineares, seando-se em modelos de equações diferenciais parciais. Ondas não-lineares, sólitons, ondas de choque, vórtices. Instabilidades. Interações onda-onda não-lineares. Caos espaço-temporal. Turbulência intermitente. Fenômenos multi-escalares. Cascata de energia. Multi-fractais. Estruturas coerentes. Sincronização de fase. Incoerência e ruídos gaussianos e não-gaussianos. Previsibilidade em sistemas extensos. Controle e anti-controle de caos e turbulência. Equação Korteweg-de-Vries. Equação de Burgers. Equação uramoto-Sivashinsky. Equação de Onda Longa Generalizada. Equação Schroedinger Não-Linear. Equação de Ginzburg-Landau. quações Zakharov. Aplicações em física, química, eletrônica, mecânica, biologia, ecologia, economia, e administração. **Bibliografia:** T. Bohr, M. J. Jensen, G. Paladin, A. Vulpiani, *Dynamical Systems Approach to Turbulence*, Cambridge University

Press, 1998. (2) U. Frisch, turbulence: The Legacy of A. N. Kolmogorov, Cambridge University Press, 1996. (3) P. Holmes, J. L. Lumley, G. Berkooz, Turbulence, Coherent Structures, Dynamical Systems and Symmetry, Cambridge University Press, 1998.

#### **FQ-223/2008 – Dinâmica Química**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-7. Princípios básicos de cinética: leis de velocidade, ordem e molecularidade das reações, equação de Arrhenius e energia de ativação. Superfícies de energia potencial: superfícies obtidas através de métodos semi-empíricos e ab initio. Teorias estatísticas das velocidades de reação: teoria do estado de transição e teoria RRKM. Dinâmica molecular: teoria cinética das colisões, métodos da dinâmica clássica e quântica das colisões. Espectroscopia de estado de transição. **Bibliografia:** Steinfeld, J.I. et al., *Chemical Kinetics and Dynamics*, Prentice Hall, New Jersey, 1989; Laidler, K.J., *Chemical Kinetics*, Harper Collins Publishers, New York, 1987; Smith, I.W.M., *Kinetics and Dynamics of Elementary Gas Reactions*, Butterworth, London, 1980.

#### **FQ-290/2008 - Química Quântica I**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* não há. Horas semanais: 4-0-6. Princípios da Mecânica Quântica. Aplicações a sistemas simples: partículas na caixa, oscilador harmônico, rotor rígidos. Átomo de hidrogênio. Métodos aproximados para solução da equação de Schrödinger: método variacional e teoria de perturbação. Átomos multieletrônicos, Princípio da antissimetria e operadores de momento Angular. Estrutura Eletrônica de moléculas diatômicas e a aproximação de Born-Oppenheimer. Métodos de orbitais moleculares. Estruturas eletrônicas de moléculas poliatômicas. **Bibliografia:** LEVINE, I. N., *Quantum chemistry*. 4. ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1991; PILAR, F. L., *Elementary Quantum chemistry*, 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1990; MCQUARRIE, D. A., *Quantum chemistry*. Sausalito, CA: University Science Books, 1983

#### **FQ-291/2008 – Métodos da Química Quântica Molecular**

*Requisito recomendado:* não há. *Requisito exigido:* FQ-290 ou FF-201. Horas semanais: 2-2-6. Princípio da anti-simetria e a aproximação de Born-Oppenheimer. Orbitais atômicos e moleculares, produtos de Hartree e determinante de Slater. Método de Hartree-fock. Teoria de perturbação. Métodos funcional da densidade. Método multiconfiguracional Hartree-fock. Método interação de configurações e método *coupled cluster*. Aplicações a sistemas simples utilizando códigos computacionais atuais. **Bibliografia:** SZABO, A.; OSTLUND, N. S., *Modern quantum chemistry*. New York: McGraw-Hill, 1982; MCWEENY, R., *Methods of molecular quantum mechanics*. London: Academic Press, 1992; SCHAEFER III, H. F., *Methods of electronic structure theory*. [S.l.]: Plenum Press, 1977.