



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS JOINVILLE
CENTRO DE ENGENHARIAS DA MOBILIDADE
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA DA MOBILIDADE
SEMESTRE 2014.1

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA

Código: EMB 5412

Nome: Propulsão Aeroespacial I

Carga horária: 72 horas-aula

Créditos: 04

Turma(s): 07603A

Professor: Leonel R Cancino

II. PRÉ-REQUISITO(S) SUGERIDO(S)

Ter concluído a 7ª fase.

III. EMENTA

- Princípios gerais do funcionamento de sistemas propulsivos.
- Termodinâmica aplicada à propulsão.
- Parâmetros de funcionamento e eficiências: equação de empuxo, empuxo de decolagem, eficiências, influência do desempenho do motor no alcance da aeronave e consumo específico.
- Motores Aeronáuticos: motor a pistão, motor a jato, turbofan e turboeixo.
- Componentes internos do motor a turbina a gás: câmara de combustão, compressor e turbina.
- Admissão e exaustão: entradas de ar e tubeiras.
- Desempenho de turbinas a gás: desempenho de um motor em seu ponto de projeto, desempenho dos principais componentes do motor, desempenho do motor fora do seu ponto de projeto, curvas de desempenho.
- Unidade auxiliar de potência.

IV. OBJETIVOS

Ao término do curso, o aluno deverá ser capaz de:

- ✓ Descrever os princípios gerais de funcionamento de sistemas propulsivos, desde um ponto de vista termodinâmico.
- ✓ Identificar, definir e interpretar fisicamente os principais parâmetros de eficiência e funcionamento em sistemas propulsivos.
- ✓ Classificar os diferentes motores aeronáuticos e identificar os diferentes componentes internos.
- ✓ Identificar, definir e interpretar fisicamente os parâmetros de eficiência dos principais componentes das turbinas a gás.
- ✓ Identificar o desempenho de uma turbina a gás operando no ponto de projeto.
- ✓ Identificar o desempenho de uma turbina a gás operando fora do ponto de projeto.
- ✓ Interpretar as curvas de desempenho de turbinas a gás.

V. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

UNIDADE 1 - PRINCÍPIOS GERAIS DO FUNCIONAMENTO DE SISTEMAS PROPULSIVOS.

- 1.1 - Generalidades.
- 1.2 - Perspectiva histórica.
- 1.3 - Princípios gerais de funcionamento

UNIDADE 2 - TERMODINÂMICA APLICADA À PROPULSÃO.

- 2.1 - Equações Fundamentais.
 - 2.1.1 - Equação de estado para um gás perfeito.
 - 2.1.2 - Lei de conservação de massa.
 - 2.1.3 - Lei de conservação de momentum linear.
 - 2.1.4 - Lei de conservação de energia.
- 2.2 - Equações isentrópicas.
 - 2.2.1 - Relação isentrópica: Temperatura - Pressão.
 - 2.2.2 - Relações isentrópicas envolvendo volumem específico.
- 2.3 - Processos politrópicos.
- 2.4 - Propriedades totais ou de estagnação.
- 2.5 - Princípios isentrópicos em componentes de motores.
 - 2.5.1 - Tubulações.
 - 2.5.2 - Turbomaquinaria.
 - 2.5.3 - Câmara de combustão (combustores).
 - 2.5.4 - Bocais (Tuberas).
- 2.6 - Ondas de choque normais.

UNIDADE 3 - PARÂMETROS DE FUNCIONAMENTO E EFICIÊNCIAS.

- 3.1 - Equação de empuxo.
- 3.2 - Empuxo de decolagem.
- 3.3 - Eficiências.
- 3.4 - Influência do desempenho do motor no alcance da aeronave.
- 3.5 - Consumo específico.

UNIDADE 4 - MOTORES AERONÁUTICOS.

- 4.1 - Motor a pistão.
- 4.2 - Motor a jato.
- 4.3 - Turbofan.
- 4.4 - Turboeixo.

UNIDADE 5 - COMPONENTES INTERNOS DO MOTOR A TURBINA A GÁS.

- 5.1 - Compressor.
 - 5.1.1 - Desempenho característico de um compressor de estágio simples.
 - 5.1.2 - Desempenho característico de um compressor de dois estágios.
- 5.2 - Câmara de combustão.
- 5.3 - Turbina.

UNIDADE 6 - ADMISSÃO E EXAUSTÃO: ENTRADAS DE AR E TUBERAS.

- 6.1 - Entradas de ar.
- 6.2 - Tuberas.

UNIDADE 7 - DESEMPENHO DE TURBINAS A GÁS.

- 7.1 - Desempenho de um motor em seu ponto de projeto.
- 7.2 - Desempenho dos principais componentes do motor.
- 7.3 - Desempenho do motor fora do seu ponto de projeto.
- 7.4 - Curvas de desempenho.

UNIDADE 8 - UNIDADE AUXILIAR DE POTÊNCIA.

VI. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

Estes conteúdos serão desenvolvidos com aulas expositivas e resolução de exercícios.

Palestras e aulas expositivas: serão ministradas aulas expositivas e dialogadas pelo professor responsável, conforme cronograma distribuído a todos os alunos matriculados na disciplina, e devidamente reunidos em um auditório para este fim.

Desenvolvimento de trabalhos: com o objetivo de avaliar o aprendizado individual.

VII. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

Será realizada por intermédio de avaliação individual (duas provas escritas) e em grupo, (apresentação de seminário).

A avaliação está marcada no calendário, assim como, a data de apresentação dos seminários. Será considerado aprovado o estudante que alcançar a média igual ou superior a 5,75 (cinco vírgula setenta e cinco) ao final do semestre letivo, e esta será sua nota na disciplina, desde que tenha comparecido a um mínimo de 75 % da carga horária da disciplina (art. 72 e art. 69 § 2ª da Resolução 017/CUn/97).

A nota final da disciplina será considerada a média ponderada das duas provas e da apresentação do seminário, considerando o seguinte peso:

- **Prova 1**, correspondente a 35 % da nota;
- **Prova 2**, correspondente a 35 % da nota;
- **Apresentação de seminário**, correspondente a 30 % da nota;

VIII. AVALIAÇÃO FINAL

O(a) aluno(a) com frequência suficiente e média das notas entre três (3,0) e cinco vírgula cinco (5,5) terá direito a uma **nova avaliação** no final do semestre que **versará sobre todo o conteúdo da disciplina**, conforme o que dispõe o § 2º do Art. 70 e § 3º do Art. 71 da Resolução nº 17/Cun/97. Neste caso, a média final será calculada através da média aritmética simples entre a média das notas das avaliações feitas durante o semestre e a nota obtida na nova avaliação.

A nota mínima de aprovação é seis (6,0).

Caso o(a) aluno(a) **não** compareça a **75% da carga horária da disciplina** estará automaticamente reprovado com nota **0,0(zero)**, independentemente da sua média nas avaliações individuais, conforme dispõem no **Art. 69 § 2º da Resolução 017/CUn/97**.

Os(as) alunos(as) que eventualmente faltarem em alguma avaliação que foram perdidas por motivos extremos, mediante justificativa; dentro do prazo de **3 (três) dias úteis** após a avaliação conforme o que dispõe o **Art. 74, da Resolução 017/CUn/97**, poderão solicitar na secretaria acadêmica do Centro de Engenharias da Mobilidade o pedido de segunda chamada.

Após a análise do pedido e seu deferimento, os(as) alunos(as) poderão realizar a avaliação de segunda chamada na data, no local e horário definido no cronograma.

IX. CRONOGRAMA

| Semana | | | Aula# | Conteúdo |
|--------|------------|--------------|-------|--|
| S1 | 17/03/2014 | Quarta-feira | 1 | 1.1 |
| | | | 2 | |
| | | Quinta-feira | 3 | 1.2 |
| | | | 4 | |
| S2 | 24/03/2014 | Quarta-feira | 5 | 1.3 |
| | | | 6 | |
| | | Quinta-feira | 7 | 2.1 (2.1.1 - 2.1.4) |
| | | | 8 | |
| S3 | 31/03/2014 | Quarta-feira | *** | Atividades de Planejamento e Desenvolvimento Institucional - PDI |
| | | | *** | |
| | | Quinta-feira | 9 | 2.1 (2.1.1 - 2.1.4) |
| | | | 10 | |
| S4 | 07/04/2014 | Quarta-feira | 11 | 2.2 (2.2.1 - 2.2.2) |
| | | | 12 | |
| | | Quinta-feira | 13 | 2.2 (2.2.1 - 2.2.2), 2.3 |
| | | | 14 | |
| S5 | 14/04/2014 | Quarta-feira | 15 | 2.4 - 2.5 |
| | | | 16 | |
| | | Quinta-feira | 17 | 2.5 (2.5.1 - 2.5.4) |
| | | | 18 | |
| S6 | 21/04/2014 | Quarta-feira | 19 | 2.5 (2.5.1 - 2.5.4) |
| | | | 20 | |
| | | Quinta-feira | 21 | 2.6 |
| | | | 22 | |
| S7 | 28/04/2014 | Quarta-feira | 23 | 4.1 |
| | | | 24 | |
| | | Quinta-feira | *** | Feriado |
| | | | *** | |
| S8 | 05/05/2014 | Quarta-feira | 25 | 4.2 |
| | | | 26 | |
| | | Quinta-feira | 27 | 4.3 |
| | | | 28 | |
| S9 | 12/05/2014 | Quarta-feira | 29 | 4.4 |
| | | | 30 | |
| | | Quinta-feira | 31 | 5.1 (5.1.1 - 5.1.2) |
| | | | 32 | |
| S10 | 19/05/2014 | Quarta-feira | 33 | Primeira Prova |
| | | | 34 | |
| | | Quinta-feira | 35 | 5.1 (5.1.1 - 5.1.2) |
| | | | 36 | |
| S11 | 26/05/2014 | Quarta-feira | 37 | 5.2 |
| | | | 38 | |

| | | | | |
|-----|------------|--------------|-----|--|
| | | Quinta-feira | 39 | 5.2 |
| | | | 40 | |
| S12 | 02/06/2014 | Quarta-feira | 41 | 5.3 |
| | | | 42 | |
| | | Quinta-feira | 43 | 5.3 |
| | | | 44 | |
| S13 | 09/06/2014 | Quarta-feira | 45 | 6.1 |
| | | | 46 | |
| | | Quinta-feira | *** | Possibilidade de ser decretado feriado nacional (Jogo do Brasil na copa) |
| | | | *** | |
| S14 | 16/06/2014 | Quarta-feira | 47 | 6.2 |
| | | | 48 | |
| | | Quinta-feira | *** | Feriado |
| | | | *** | |
| S15 | 23/06/2014 | Quarta-feira | 49 | 7.1 |
| | | | 50 | |
| | | Quinta-feira | 51 | 7.2 |
| | | | 52 | |
| S16 | 30/06/2014 | Quarta-feira | 53 | 7.3 - 7.4 |
| | | | 54 | |
| | | Quinta-feira | *** | Atividades de Planejamento e Desenvolvimento Institucional - PDI |
| | | | *** | |
| S17 | 07/07/2014 | Quarta-feira | 55 | 8 |
| | | | 56 | |
| | | Quinta-feira | 57 | 8 |
| | | | 58 | |
| S18 | 14/07/2014 | Quarta-feira | 59 | Segunda Prova |
| | | | 60 | |
| | | Quinta-feira | 61 | Apresentação de seminário |
| | | | 62 | |
| S19 | 21/07/2014 | Quarta-feira | 63 | Apresentação de seminário |
| | | | 64 | |
| | | Quinta-feira | 65 | Recuperação |
| | | | 66 | |

Cronograma está sujeito a alterações.

X. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- Hill, P., Peterson, C., Mechanics and Thermodynamics of Propulsion, Addison – Wesley, 1992
- Oates, G.C, Aircraft Propulsion Systems Technology and Design, AIAA, 1989
- Heywood, J.B., Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill Inc., USA, 1988.
- Cohen, H., Rogers, G. F. C. e Saravanamuttoo, H. I. H., Gas turbine theory, 5ª ed., Harlow, Prentice Hall, 2001
- Mattingly, J. D., Heiser, W. H. e Pratt, D. T., Aircraft Engine Design, 2ª ed., Reston, VA., AIAA, 2002 (AIAA Education Series).

XI. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

XII. OBSERVAÇÕES

1) SOBRE O CALENDÁRIO

O calendário poderá sofrer algumas alterações. Seis (6) horas-aula de trabalho fora de aula, serão destinadas para a preparação do seminário, complementarão o total de horas do curso (72 horas-aula)

2) SOBRE O SEMINÁRIO

A apresentação do anteprojeto será nas ultimas aulas do calendário acadêmico, dependendo do número de alunos.

3) SOBRE A BIBLIOGRAFIA

Adicionalmente, recomenda-se os seguintes livros para consulta:

- Pasquale M. Sforza., Theory of Aerospace Propulsion, University of Florida - Elsevier- . (2012)
- G.D. Roy., Combustion Process in Propulsion - Control, Noise, and Pulse Detonation, Elsevier (2005). ISBN: 9780123693945
- Thomas A. Ward., Aerospace Propulsion Systems – John Wiley & Sons (2010). ISBN: 978-0-470-82497-9

Atualizado em:

Joinville, 28 de Fevereiro de 2014.