



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS JOINVILLE
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS DA MOBILIDADE
ENGENHARIA AUTOMOTIVA
SEMESTRE 2017.1**

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA

Código: EMB 5304

Nome: Motores de Combustão Interna I

Carga horária: 72 horas-aula

Créditos: 04

Turma(s): 07603A

Professor: Leonel R Cancino.

II. PRÉ-REQUISITO(S) SUGERIDO(S)

Ter concluído a 6ª fase.

III. EMENTA

- Conceitos fundamentais, definição, classificação e aplicações típicas de MCI.
- Ciclos termodinâmicos ideais e reais (teóricos e indicados).
- Parâmetros e curvas características de MCI (Desempenho de motores).
- Sistemas de dosagem de combustível e sistemas de distribuição.
- Carga e movimentação de gases no cilindro - Sobrealimentação.
- Combustão típica de motores de ignição por faísca.
- Combustão típica de motores de ignição por compressão.
- Sistemas de lubrificação e refrigeração em motores.
- Combustíveis de origem fóssil e combustíveis alternativos.
- Produção e mitigação de emissões poluentes.

IV. OBJETIVOS

No final do curso, o aluno deverá ser capaz de:

- ✓ Conceituar, classificar e identificar as aplicações de motores de combustão interna.
- ✓ Analisar os ciclos operacionais (ideais e reais) para motores Otto e Diesel.
- ✓ Definir e identificar e calcular os principais parâmetros de operação e desempenho de MCI.
- ✓ Analisar o funcionamento dos sistemas de alimentação em motores Otto e Diesel.
- ✓ Identificar e analisar as diferenças entre os processos de ignição e combustão nos motores Otto e Diesel.
- ✓ Identificar, conceituar e analisar sistemas de sobrealimentação e a sua influência na carga e movimentação de gases no cilindro.
- ✓ Identificar e analisar sistemas de lubrificação e arrefecimento em MCI
- ✓ Identificar, conceituar e analisar as os principais mecanismos de produção de poluentes e as diferentes formas para a mitigação dos mesmos nos MCI.
- ✓ Conceituar propriedades físico-químicas dos combustíveis (de origem fóssil e alternativos) e analisar suas influências na operação dos motores.

V. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

UNIDADE 1 – CONCEITOS FUNDAMENTAIS, DEFINIÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E APLICAÇÕES TÍPICAS DE MCI

- 1.1 – Generalidades.
- 1.2 – Perspectiva histórica.
- 1.3 – Motores alternativos e rotativos.
- 1.4 – Funcionamento dos motores de ignição por faísca elétrica.
- 1.5 – Funcionamento dos motores de ignição por compressão.
- 1.6 – Motores de 2T e 4T.
- 1.7 – Motores híbridos (Estratificação de injeção e Motores multicomcombustível).
- 1.8 – Aplicações de MCI.

UNIDADE 2 – CICLOS TERMODINÂMICOS IDEAIS E REAIS

- 2.1 – Ciclo a volume constante (Otto).
- 2.2 – Ciclo a pressão constante (Diesel).
- 2.3 – Ciclo com pressão limitada (Dual).
- 2.4 – Comparação entre ciclos.
- 2.5 – Análise do ciclo a ar.
- 2.6 – Combustão de hidrocarbonetos – Termoquímica de misturas.
- 2.7 – Análise do ciclo ar-combustível.

UNIDADE 3 – PARÂMETROS E CURVAS CARACTERÍSTICAS DE MCI

- 3.1 – Características principais em MCI.
- 3.2 – Parâmetros/relações geométricas em MCI.
- 3.3 – Potência, Torque, Pressão média efetiva e Rendimentos.
- 3.4 – Consumo específico, Rendimento volumétrico, Cilindrada, Velocidade de rotação.
- 3.5 – Densidade do ar, influência das condições atmosféricas.
- 3.6 – Análise de curvas características (potência, torque e consumo específico de combustível).

UNIDADE 4 – SISTEMAS DE DOSAGEM DE COMBUSTÍVEL

- 4.1 – Carburização e sistemas de injeção (Otto e Diesel).
- 4.2 – Sistemas de distribuição.
- 4.3 – Diagrama de comando de válvulas.

UNIDADE 5 – CARGA E MOVIMENTAÇÃO DE GASES NO CILINDRO - SOBREALIMENTAÇÃO

- 5.1 – Processos de carga e descarga de gases em motores de 4T
- 5.2 – Escoamento através de válvulas.
- 5.3 – Fração residual de gases.
- 5.4 – Sobrealimentação em motores.

UNIDADE 6 – COMBUSTÃO EM MOTORES DE IGNIÇÃO POR FAÍSCA

- 6.1 – Características.
- 6.2 – Análise termodinâmica.
- 6.3 – Estrutura e propagação de chamas pré-misturadas.
- 6.4 – Variação de ciclos em MIC de ignição por faísca.
- 6.5 – Ignição por faísca.
- 6.6 – Combustão normal e anormal (detonação).

UNIDADE 7 – COMBUSTÃO EM MOTORES DE IGNIÇÃO POR COMPRESSÃO

- 7.1 – Características e diferenças em relação aos motores Otto.
- 7.2 – Tipos de sistemas Diesel.
- 7.3 – Estrutura da chama e geometria de câmaras de combustão.
- 7.4 – Análises de dados de pressão em cilindros.
- 7.5 – Atomização (spray) de combustíveis em motores Diesel.
- 7.6 – Atraso de ignição e ocorrência de detonação.

UNIDADE 8 – SISTEMAS DE LUBRIFICAÇÃO E ARREFECIMENTO EM MOTORES

- 8.1 – Características e generalidades.
- 8.2 – Tipos de sistemas de lubrificação.
- 8.3 – Óleos lubrificantes, propriedades, aditivos e classificação.
- 8.4 – Sistemas de arrefecimento em MCI.
- 8.5 – Limites de temperatura.
- 8.6 – Introdução ao balance de fluxos de calor em MCI.

UNIDADE 9 – COMBUSTÍVEIS DE ORIGEM FÓSSIL E COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS

- 9.1 – Combustíveis de origem fóssil.
- 9.2 – Combustíveis alternativos.
- 9.3 – Aplicações em MCI.

UNIDADE 10 – PRODUÇÃO E MITIGAÇÃO DE EMISSÕES POLUENTES

- 10.1 – Natureza e extensão do problema – Legislação.
- 10.2 – Óxidos de Nitrogênio.
- 10.3 – Monóxido de carbono e HC não queimados.
- 10.4 – Fuligem e particulados.
- 10.5 – Controle de emissões – pré e pós-tratamento.

VI. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

Estes conteúdos serão desenvolvidos com aulas expositivas / dissertativas e resolução de exercícios. Palestras e aulas expositivas / dissertativas: serão ministradas aulas expositivas / dissertativas e dialogadas pelo professor responsável, conforme cronograma distribuído a todos os alunos matriculados na disciplina, e devidamente reunidos em sala de aula para este fim. Ao longo do curso será introduzido o programa AVL (<https://www.avl.com/web/guest/simulation>) para processos de simulação em motores de combustão interna.

VII. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

Será realizada por intermédio de avaliação individual (duas provas escritas) e trabalhos ao longo do desenvolvimento do curso. As avaliações estão marcadas no item IX CRONOGRAMA.

Os trabalhos ao longo do curso deverão ser entregues na data indicada no cronograma de atividades (vide item IX CRONOGRAMA). **O aluno deverá entregar trabalho acadêmico, usando as normas de apresentação de trabalhos ABNT disponível no site da Biblioteca Universitária - <http://www.bu.ufsc.br/design/Estrutura.html>, contendo a análise dos resultados obtidos nos trabalhos de simulação.**

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, da apresentação do seminário e dos trabalhos ao longo do curso, considerando o seguinte peso:

- **Prova 1**, correspondente a 35 % da nota,
- **Prova 2**, correspondente a 35 % da nota,
- **Trabalhos ao longo do curso**, correspondente a 30% da nota,

Observação: A prova 2 versará sobre todo o conteúdo da disciplina, incluindo os trabalhos ao longo do curso.

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 Tecnológico de Joinville o pedido de segunda chamada. Após a análise do pedido e seu deferimento, os(as) alunos(as) poderão realizar a avaliação de segunda chamada.

IX. CRONOGRAMA

Semana	Data	Dia de aula, na semana correspondente	Aula#	Conteúdo
S1	09/03/2017 10/03/2017	Quinta-feira	***	Não tem aula

S2	16/03/2017 17/03/2017	Quinta-feira	1	1.1 - 1.2 - 1.3 - 1.4
			2	
S2	16/03/2017 17/03/2017	Quinta-feira	3	1.5 - 1.6 - 1.7 - 1.8
			4	
S3	23/03/2017 24/03/2017	Quinta-feira	5	Aula no LABMCI
			6	
S3	23/03/2017 24/03/2017	Quinta-feira	7	2.1 - 2.2
			8	
S4	30/03/2017 31/03/2017	Quinta-feira	9	2.3 - 2.4
			10	
S4	30/03/2017 31/03/2017	Quinta-feira	11	2.5 - 2.6(a)
			12	
S5	06/04/2017 07/04/2017	Quinta-feira	13	2.6(b) - 2.7
			14	
S5	06/04/2017 07/04/2017	Quinta-feira	15	3.1 - 3.2
			16	
S6	13/04/2017 14/04/2017	Quinta-feira	17	3.3 - 3.4
			18	
S6	13/04/2017 14/04/2017	Quinta-feira	19	3.5 - 3.6
			20	
S7	20/04/2017 21/04/2017	Sexta-feira	***	Não tem aula

S7	20/04/2017 21/04/2017	Quinta-feira	21	4.1 - 4.2 (a)
			22	
S7	20/04/2017 21/04/2017	Sexta-feira	***	Não tem aula

S8	27/04/2017	Quinta-feira	23	4.2 (b) - 4.3
			24	
	28/04/2017	Sexta-feira	25	Aula no LABMCI
			26	
S9	04/05/2017	Quinta-feira	27	5.1 - 5.2
			28	
	05/05/2017	Sexta-feira	29	5.3 - 5.4 (a)
			30	
S10	11/05/2017	Quinta-feira	31	5.4 (b)
			32	
	12/05/2017	Sexta-feira	33	Entrega de Trabalhos <u>Primeira</u> parte da disciplina - - AVL Software
			34	
S11	18/05/2017	Quinta-feira	35	Primeira Prova
			36	
	19/05/2017	Sexta-feira	37	6.1 - 6.2 - AVL Software
			38	
S12	25/05/2017	Quinta-feira	39	6.3 - 6.4
			40	
	26/05/2017	Sexta-feira	41	6.5 - 6.6 - AVL Software
			42	
S13	01/06/2017	Quinta-feira	43	7.1 - 7.2
			44	
	02/06/2017	Sexta-feira	45	7.3 - 7.4 - AVL Software
			46	
S14	08/06/2017	Quinta-feira	47	7.5 - 7.6
			48	
	09/06/2017	Sexta-feira	49	8.1 - 8.2 - 8.3
			50	
S15	15/06/2017	Quinta-feira	51	8.4 - 8.5 - 8.6
			52	
	16/06/2017	Sexta-feira	53	9.1 - 9.2 - 9.3
			54	
S16	22/06/2017	Quinta-feira	55	10.1 - 10.2 - 10.3
			56	
	23/06/2017	Sexta-feira	57	10.4 - 10.5
			58	
S17	29/06/2017	Quinta-feira	59	Aula no LABMCI
			60	
	30/06/2017	Sexta-feira	61	Segunda Prova
			62	
S18	06/07/2017	Quinta-feira	63	Entrega de Trabalhos <u>Segunda</u> parte da disciplina
			64	
	07/07/2017	Sexta-feira	65	Recuperação
			66	

Observações:

- Os alunos deverão usar 6 horas-aula, atividades em casa, para a realização dos trabalhos da disciplina.
- O cronograma está sujeito a alterações.

X. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- HEYWOOD, J.B. Internal Combustion Engines Fundamentals. New York: McGraw-Hill, 1988. ISBN: 978-0-07-028637-5
- MARTINS, J. Motores de Combustão Interna. 3ª Edição. Editora Publindústria. ISBN: 9789728953850. 2011.
- CHOLLET, H.M. Curso Prático Profissional para Mecânica de Automóveis: O Motor. Editora: Hemus. ISBN-10: 8528900363. 2002.

XI. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- CHOLLET, H.M. Curso Prático Profissional para Mecânica de Automóveis: O Veículo. Editora: Hemus. 2002.
- JOHNSON, J.H. SI Engine Emissions. SAE International. 2005.
- STONE, R. Introduction to Internal Combustion Engines. Third Edition. SAE International and Macmillan Press. 1999.
- BOSCH: Automotive Handbook. 25ª Edição. Alemanha. Editora SAE.

XII. OBSERVAÇÕES

1) SOBRE O CALENDÁRIO

O calendário poderá sofrer alterações.

2) SOBRE A BIBLIOGRAFIA

Adicionalmente, recomendam-se os seguintes livros para consulta:

- TAYLOR, Charles F. Análise dos motores de combustão interna. Tradução de Mauro Ormeu Cardoso Amorelli. São Paulo: Edgard Blucher, 1995. v.1.
- TAYLOR, Charles F. Análise dos motores de combustão interna. Tradução de Mauro Ormeu Cardoso Amorelli. São Paulo: Edgard Blucher, 1995. v.2.

Atualizado em:

Joinville, 15 de Janeiro de 2017.