



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CAMPUS JOINVILLE**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS DA MOBILIDADE**  
**ENGENHARIA AUTOMOTIVA**  
**SEMESTRE 2016.1**

## **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.

## 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.

Um dos trabalhos consiste na análise e interpretação de um artigo científico. **A cada um dos alunos matriculados na disciplina será entregue um artigo científico na área da disciplina, no final do curso (vide item IX CRONOGRAMA). O aluno deverá entregar um reporte técnico (Trabalho acadêmico, usando as normas de apresentação de trabalhos ABNT disponíveis no site da Biblioteca Universitária) contendo a análise técnica e interpretação do artigo (ou seguindo as recomendações para a apresentação do reporte, dadas pelo professor da disciplina)**

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 30 % da nota,
- **Prova 2**, correspondente a 30 % da nota,
- **Trabalhos ao longo do curso**, correspondente a 30% da nota,
- **Análise e interpretação de um artigo científico**, correspondente a 10 % 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 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	Data da segunda feira da semana correspondente	Dia de aula, na semana correspondente	Aula#	Conteúdo	
S1	14/03/2016	Quinta-feira	1	1.1 - 1.2 - 1.3 - 1.4	
			2		
		Sexta-feira	3		1.5 - 1.6 - 1.7 - 1.8
			4		
S2	21/03/2016	Quinta-feira	***	<b>Não tem aula</b>	
			***		
		Sexta-feira	***	<b>Não tem aula</b>	
			***		
S3	28/03/2016	Quinta-feira	5	2.1 - 2.2 - 2.3	
			6		
		Sexta-feira	7	2.4 - 2.5 - 2.6(a)	
			8		
S4	04/04/2016	Quinta-feira	9	2.6(b) - 2.7	
			10		
		Sexta-feira	11	<b>Aula no LABMCI - Bloco D</b>	
			12		
S5	11/04/2016	Quinta-feira	13	3.1 - 3.2 - 3.3	
			14		
		Sexta-feira	15	3.4 - 3.5	
			16		
S6	18/04/2016	Quinta-feira	***	<b>Não tem aula</b>	
			***		

		Sexta-feira	***	<b>Não tem aula</b>
			***	
S7	25/04/2016	Quinta-feira	17	3.6 - 4.1(a)
			18	
		Sexta-feira	19	4.1(b) - 4.2
			20	
S8	02/05/2016	Quinta-feira	21	4.3
			22	
		Sexta-feira	23	5.1 - 5.2
			24	
S9	09/05/2016	Quinta-feira	25	5.3
			26	
		Sexta-feira	27	5.4
			28	
S10	16/05/2016	Quinta-feira	29	<b>Primeira Prova</b>
			30	
		Sexta-feira	31	6.1 - 6.2
			32	
S11	23/05/2016	Quinta-feira	***	<b>Não tem aula</b>
			***	
		Sexta-feira	***	<b>Não tem aula</b>
			***	
S12	30/05/2016	Quinta-feira	33	6.3 - 6.4
			34	
		Sexta-feira	35	6.5 - 6.6
			36	
S13	06/06/2016	Quinta-feira	37	7.1 - 7.2 - 7.3(a)
			38	
		Sexta-feira	39	7.3(b) - 7.4
			40	
S14	13/06/2016	Quinta-feira	41	7.5 - 7.6
			42	
		Sexta-feira	43	8.1 - 8.2 - 8.3
			44	
S15	20/06/2016	Quinta-feira	45	8.4 - 8.5
			46	
		Sexta-feira	47	8.4 - 8.5
			48	
S16	27/06/2016	Quinta-feira	49	8.6
			50	
		Sexta-feira	51	9.1 - 9.2 - 9.3
			52	
S17	04/07/2016	Segunda-feira	53	10.1 - 10.2 - 10.3
			54	
		Quinta-feira	55	10.4 - 10.5
			56	

S18	11/07/2016	Quinta-feira	57	<b>Aula no LABMCI - Bloco D</b>
			58	
		Sexta-feira	59	<b>Segunda Prova</b>
			60	
S19	18/07/2016	Quinta-feira	61	<b>Discussão dos trabalhos da disciplina em sala de aula</b>
			62	
		Sexta-feira	63	<b>Recuperação</b>
			64	

### **Observações:**

- Os alunos deverão usar 8 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, 31 de Janeiro de 2016.