



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CAMPUS JOINVILLE**  
**CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS DA MOBILIDADE**  
**ENGENHARIA AUTOMOTIVA**  
**SEMESTRE 2021.2**

### I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA

**Código:** EMB 5304

**Nome:** Motores de Combustão Interna I

**Carga horária:** 72 horas-aula

**Créditos:** 04

**Turma(s):** 07603

**Professor:** Leonel R Cancino.

### II. CONDIÇÕES DE OFERTA EM ENSINO REMOTO (Resolução 140/2020/CUN)

Quesito	RESPOSTA
<b>Informe o horário da disciplina no CAGR. Este horário será reservado para as <u>atividades síncronas da disciplina</u><sup>(1)</sup></b>  <sup>(1)</sup> o estudante não deve prever nenhuma outra atividade concomitante no mesmo horário.	Horário CAGR para Atividades Síncronas:  2.1330-2 3.1330-2
<b><u>Observado o item anterior</u>, qual a periodicidade prevista para ocorrerem as <u>atividades síncronas de ensino e atendimento</u> aos estudantes, <u>excetuando-se eventuais avaliações síncronas</u>?</b>	As atividades síncronas de <u>ensino e atendimento</u> aos estudantes ocorrerão: (X) em todos os horários do item anterior ( ) semanalmente ( ) quinzenalmente
Quais as plataformas digitais a serem utilizadas nos encontros síncronos?	Plataforma: BBB-Moodle
Como o docente planeja realizar a aferição de frequência por parte dos estudantes na disciplina?	Chamada, em cada aula via ferramenta do BBB-Moodle
O docente disponibilizará o material gravado das atividades síncronas para que os alunos possam acessá-lo de forma assíncrona posteriormente?	( ) SIM (X) NÃO  Plataforma:
Que tipo de material de apoio pedagógico o docente disponibilizará aos alunos para estudo assíncrono?	Slides das aulas, materiais de referência para leitura (artigos científicos, TCC's, dissertações e teses de doutorado)
Como o docente pretende realizar a avaliação e aproveitamento dos estudantes na disciplina? (o docente deve especificar claramente os instrumentos, plataformas e metodologias de avaliação)	Quatro trabalhos a serem entregues em data previamente informada no cronograma da disciplina. Dois destes trabalhos deverão ser entregues no mesmo dia (e horário da disciplina no Moodle) de lançamento no Moodle, e o terceiro e quarto trabalho será lançado com no mínimo duas semanas de antecedência à data de entrega indicada no

	plano de ensino
O docente solicitará dos estudantes a instalação de software(s) para o desenvolvimento da disciplina que não esteja(m) disponível(eis) no Terminal de Softwares da UFSC?	( X ) SIM    ( ) NÃO Quais: AVL-BOOST
Bibliografia de Acesso Digital para esta disciplina.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internal Combustion Engines Fundamentals – John B Heywood, disponível em: <a href="https://getbooks.files.wordpress.com/2016/02/internal-combustion-engine-fundamentals-by-j-b-heywood.pdf">https://getbooks.files.wordpress.com/2016/02/internal-combustion-engine-fundamentals-by-j-b-heywood.pdf</a></li> <li>• Introduction to Internal Combustion Engines – Richard Stone, disponível em: <a href="http://160592857366.free.fr/joe/ebooks/Automotive%20engineering%20books/Introduction_to_Internal_Combustion_Engines.pdf">http://160592857366.free.fr/joe/ebooks/Automotive%20engineering%20books/Introduction_to_Internal_Combustion_Engines.pdf</a></li> </ul>	
Abaixo, o docente deve apresentar informações adicionais relacionadas à forma de oferta da disciplina, avaliação e aferição de frequência e utilização de materiais em outros idiomas.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uma parte do conteúdo desta disciplina (~30%) será oferecido no modelo de “Sala de Aula Invertida”, desta forma conteúdos (arquivos pdf) serão repassados no Moodle da disciplina na semana anterior à aula, e os mesmos serão discutidos e aprofundados nos encontros virtuais da semana seguinte.</li> <li>• A avaliação será feita via média ponderada de quatro trabalhos (Trabalho 1, Trabalho 2, Trabalho 3 e Trabalho 4), dois dos quais serão lançados no Moodle para entrega no mesmo dia (Trabalho 1 e Trabalho 2, datas sinalizadas no cronograma), e mais dois trabalhos (Trabalho 3 e Trabalho 4) para entrega com data especificada no cronograma da disciplina e lançados no Moodle com no mínimo 15 dias de antecedência.</li> <li>• A aferição da frequência será realizada da seguinte forma: 75% da presença individual, chamada em todos os eventos síncronos, e 25% presença avaliada de acordo com o aproveitamento do estudante.</li> <li>• A maioria do material de referência para esta disciplina encontra-se em língua inglesa. Somente os slides das aulas, disponibilizados no Moodle estarão em língua portuguesa.</li> </ul>	

### III. PRÉ-REQUISITO(S):

- EMB5103 - Transmissão de Calor I
- EMB5431 - Fundamentos de Combustão

### IV. 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.

### V. 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.

## **VI. 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 – Carburação 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.

### VII. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

Os diferentes conteúdos da disciplina serão discutidos em forma de palestras / aulas expositivas, no entanto, alguns conteúdos e material (slides) de cada aula serão disponibilizados no Moodle, com antecedência a cada aula, no intuito de usar o modelo de “sala de aula invertida”, buscando o melhor aproveitamento da disciplina.

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. O aluno precisará baixar o programa de simulação de um link disponibilizado aos alunos no primeiro dia de aula e posteriormente fazer a instalação dele no seu computador pessoal (desktop / laptop). Note que, o aluno precisará estar conectado à rede VPN da UFSC para ter acesso à licença do programa, somente desta forma o AVL-BOOST estará operacional para o aluno realizar os trabalhos da disciplina.

### VIII. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

Será realizada por intermédio de avaliação individual (quatro trabalhos) ao longo do desenvolvimento do curso, da seguinte forma e ponderação:

- **Trabalho 1**, correspondente a 30 % da nota,
- **Trabalho 2**, correspondente a 30 % da nota,
- **Trabalho 3**, correspondente a 20 % da nota,
- **Trabalho 4**, correspondente a 20 % da nota,

A data e o lançamento dos trabalhos no Moodle da turma estão marcados no item CRONOGRAMA. Os trabalhos 1 e 2 serão lançados no Moodle no mesmo dia que deverão ser entregues pelo aluno, via Moodle, em formato de apresentação livre.

Os trabalhos 3 e 4 serão lançados no Moodle da disciplina com no mínimo duas semanas de antecedência. **O aluno deverá entregar os Trabalhos 3 e 4, 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.** 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.

## IX. AVALIAÇÃO FINAL

O(a) aluno(a) com média das notas entre três (3,0) e cinco vírgula cinco (5,5) terá direito a uma **nova avaliação (Recuperação)** 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 (Recuperação)**. A nota mínima de aprovação é seis (6,0).

A **nova avaliação (Recuperação)** supracitada consistirá em um trabalho, a ser realizado num período de tempo máximo de 2 horas após o lançamento do mesmo no Moodle da disciplina, na data (e horário da aula cadastrado no CAGR) marcado no Cronograma.

## X. CRONOGRAMA

Semana	Data	Dia de aula, na semana correspondente	Aula#	Conteúdo
S1	25/10/2021	Segunda-feira	1	<b>Apresentação do plano de ensino -</b> 1.1 - 1.2 - 1.3 - 1.4 - 1.5
			2	
	26/10/2021	Terça-feira	3	
			4	
S2	01/11/2021	Segunda-feira	---	<b>Dia não letivo</b>
			---	
	02/11/2021	Terça-feira	---	<b>Dia não letivo</b>
			---	
S3	08/11/2021	Segunda-feira	5	2.3 - 2.4 - 2.5 - <b>Configuração da licença e introdução ao AVL-BOOST</b>
			6	
	09/11/2021	Terça-feira	7	
			8	
S4	15/11/2021	Segunda-feira	---	<b>Dia não letivo</b>
			---	
	16/11/2021	Terça-feira	9	3.1 - 3.2 - 3.3 / <b>Aula AVL-BOOST</b>
			10	

S5	22/11/2021	Segunda-feira	11	3.4 - 3.5 - 3.6
			12	
	23/11/2021	Terça-feira	13	4.1
			14	
S6	29/11/2021	Segunda-feira	15	4.2 - 4.3 / <b>Aula AVL-BOOST</b>
			16	
	30/11/2021	Terça-feira	17	5.1 - 5.2
			18	
S7	06/12/2021	Segunda-feira	19	5.3 - 5.4
			20	
	07/12/2021	Terça-feira	21	<b>Entrega Trabalho 3</b>
			22	
S8	13/12/2021	Segunda-feira	23	<b>Lançamento do Trabalho 1 no Moodle / Entrega do Trabalho 1</b>
			24	
	14/12/2021	Terça-feira	25	6.1 - 6.2
			26	
	<b>19/12/2021</b>	<b>Início do recesso escolar do segundo semestre letivo de 2021</b>		
	<b>30/01/2022</b>	<b>Término do recesso escolar do segundo semestre letivo de 2021</b>		
S9	31/01/2022	Segunda-feira	27	6.3 - 6.4
			28	
	01/02/2022	Terça-feira	29	6.5
			30	
S10	07/02/2022	Segunda-feira	31	6.6 / <b>Aula AVL-BOOST</b>
			32	
	08/02/2022	Terça-feira	33	7.1 - 7.2
			34	
S11	14/02/2022	Segunda-feira	35	7.3 - 7.4
			36	
	15/02/2022	Terça-feira	37	7.5 - 7.6 / <b>Lançamento do Trabalho 3 no Moodle</b>
			38	
S12	21/02/2022	Segunda-feira	39	8.1 - 8.2 - 8.3
			40	
	22/02/2022	Terça-feira	41	8.4 - 8.5 - 8.6 / <b>Aula AVL-BOOST</b>
			42	
S13	<b>28/02/2022</b>	Segunda-feira	---	<b>Dia não letivo</b>
			---	
	<b>01/03/2022</b>	Terça-feira	---	<b>Dia não letivo</b>
			---	
S14	07/03/2022	Segunda-feira	43	9.1 - 9.2 - 9.3

			44	
	08/03/2022	Terça-feira	45	10.1 - 10.2 - 10.3
			46	
S15	14/03/2022	Segunda-feira	47	10.4 - 10.5 / <b>Entrega Trabalho 4</b>
			48	
	15/03/2022	Terça-feira	49	<b>Lançamento do Trabalho 2 no Moodle / Entrega do Trabalho 2</b>
			50	
S16	21/03/2022	Segunda-feira	51	<b>Recuperação</b>
			52	
	22/03/2022	Terça-feira	53	<b>Atendimento alunos</b>
			54	

### **Observações:**

- O cronograma está sujeito a alterações.
- O aluno precisará de 18 horas-aula de estudo em casa para realização dos trabalhos da disciplina, completando de esta forma a carga horaria de 72 horas-aula.
- Quintas-feiras, no horário das 08:00 às 12:00 horas, sob agendamento prévio via e-mail, o professor da disciplina estará disponível para **atendimento a alunos** em sala virtual do Google Meet / Conferência web – RNP.

### **XI. 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.

### **XII. 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.

### **XIII. 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, 22 de setembro de 2021.