



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
Informe o horário da disciplina no CAGR. Este horário será reservado para as <u>atividades síncronas da disciplina</u>⁽¹⁾ ⁽¹⁾ o estudante não deve prever nenhuma outra atividade concomitante no mesmo horário.	Horário CAGR para Atividades Síncronas: 2.1330-2 3.1330-2
<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>?	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
<p>Bibliografia de Acesso Digital para esta disciplina.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Internal Combustion Engines Fundamentals – John B Heywood, disponível em: https://getbooks.files.wordpress.com/2016/02/internal-combustion-engine-fundamentals-by-j-b-heywood.pdf • Introduction to Internal Combustion Engines – Richard Stone, disponível em: http://160592857366.free.fr/joe/ebooks/Automotive%20engineering%20books/Introduction_to_Internal_Combustion_Engines.pdf 	
<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. • 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. • 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. • 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. 	

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	14/06/2021	Segunda-feira	1	Apresentação do plano de ensino - 1.1 - 1.2 - 1.3 - 1.4
			2	
	15/06/2021	Terça-feira	3	
			4	
S2	21/06/2021	Segunda-feira	5	Configuração da licença e introdução ao AVL-BOOST
			6	
	22/06/2021	Terça-feira	7	
			8	
S3	28/06/2021	Segunda-feira	9	2.4 - 2.5
			10	
	29/06/2021	Terça-feira	11	
			12	
S4	05/07/2021	Segunda-feira	13	3.1 - 3.2
			14	
	06/07/2021	Terça-feira	15	
			16	
S5	12/07/2021	Segunda-feira	17	3.5 - 3.6
			18	

	13/07/2021	Terça-feira	19 20	4.1
S6	19/07/2021	Segunda-feira	21 22	4.2 - 4.3 / Aula AVL-BOOST
	20/07/2021	Terça-feira	23 24	5.1 - 5.2
S7	26/07/2021	Segunda-feira	25 26	5.3 - 5.4
	27/07/2021	Terça-feira	27 28	Entrega Trabalho 3
S8	02/08/2021	Segunda-feira	29 30	Lançamento do Trabalho 1 no Moodle / Entrega do Trabalho 1
	03/08/2021	Terça-feira	31 32	6.1 - 6.2
S9	09/08/2021	Segunda-feira	33 34	6.3 - 6.4
	10/08/2021	Terça-feira	35 36	6.5
S10	16/08/2021	Segunda-feira	37 38	6.6 / Aula AVL-BOOST
	17/08/2021	Terça-feira	39 40	7.1 - 7.2
S11	23/08/2021	Segunda-feira	41 42	7.3 - 7.4
	24/08/2021	Terça-feira	43 44	7.5 - 7.6 / Lançamento do Trabalho 3 no Moodle
S12	30/08/2021	Segunda-feira	45 46	8.1 - 8.2 - 8.3
	31/08/2021	Terça-feira	47 48	8.4 - 8.5 - 8.6 / Aula AVL-BOOST
S13	06/09/2021	Segunda-feira	---	Data reservada para vestibular (DAE/UFSC)
	07/09/2021	Terça-feira	---	Dia não letivo
S14	13/09/2021	Segunda-feira	49 50	9.1 - 9.2 - 9.3
	14/09/2021	Terça-feira	51 52	10.1 - 10.2 - 10.3
S15	20/09/2021	Segunda-feira	53 54	10.4 - 10.5 / Entrega Trabalho 4
	21/09/2021	Terça-feira	55 56	Lançamento do Trabalho 2 no Moodle / Entrega do Trabalho 2
S16	27/09/2021	Segunda-feira	57 58	Recuperação
	28/09/2021	Terça-feira	59 60	Atendimento alunos

Observações:

- O cronograma está sujeito a alterações.
- O aluno precisará de 12 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, 14 de maio de 2021.