



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS JOINVILLE
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS DA MOBILIDADE
ENGENHARIA AUTOMOTIVA
SEMESTRE 2020.1

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
O docente realizará aulas com exposição de novos assuntos da disciplina na forma de aulas síncronas nos horários alocados para disciplina?	(X) SIM () NÃO Plataforma: Google Meet / Conferência web - RNP
Em caso afirmativo ao quesito anterior, qual o percentual dos horários alocados para disciplina será utilizado para as aulas síncronas?	100 %
O docente realizará atendimento ao alunos, para dúvidas e outras questões, na forma de atividade síncrona nos horários alocados para disciplina?	(X) SIM () NÃO Plataforma: Google Meet / Conferência web - RNP
Como o docente planeja realizar a aferição de frequência por parte dos estudantes na disciplina?	() Presença individual, tomada em todos os eventos síncronos () Presença avaliada de acordo com o aproveitamento do estudante na disciplina (X) Outro (especificar): 50% da presença individual, tomada em todos os eventos síncronos, e 50% presença avaliada de acordo com o aproveitamento do estudante na disciplina
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?	(X) Notas de aula (X) Vídeos e links externos (X) Textos e outro material para leitura () Outro (especifique):

	Documentos científicos disponíveis em Periódicos CAPES
Como o docente pretende realizar a avaliação e aproveitamento dos estudantes na disciplina?	() Provas síncronas () Provas assíncronas (X) Trabalhos individuais e/ou em grupo () Outra (especifique):
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?	() SIM (X) NÃO Quais:
Bibliografia de Acesso Digital para esta disciplina.	
<ul style="list-style-type: none"> • Internal Combustion Engines Fundamentals – John B Heywood, disponível em: https://gctbooks.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 	
Informações adicionais relacionadas à forma de oferta da disciplina, avaliação e aferição de frequência.	
<ul style="list-style-type: none"> • A oferta desta disciplina será no modelo de aula invertida, conteúdos (arquivos ppt) serão repassados no Moodle da turma semanalmente e os mesmos serão discutidos e aprofundados nos encontros virtuais da semana seguinte. • A avaliação será feita via média ponderada de três trabalhos (Trabalho 1, Trabalho 2, e Trabalho 3), dois dos quais serão lançados no Moodle para entrega no mesmo dia (Trabalho 1 e Trabalho 2, datas sinalizadas no cronograma), e mais um trabalho (Trabalho 3) para entrega um mês depois de ser lançado no Moodle da turma. • A aferição da frequência será realizada da seguinte forma: 50% da presença individual, tomada em todos os eventos síncronos, e 50% presença avaliada de acordo com o aproveitamento do estudante na disciplina. 	

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

A oferta desta disciplina será no modelo de aula invertida, conteúdos (arquivos ppt, artigos científicos, vídeos e informação de domínio público) serão repassados no Moodle da turma semanalmente e os mesmos serão discutidos e aprofundados nos encontros virtuais da semana seguinte. Adicionalmente, 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 terá a opção de fazer download do programa e fazer a instalação do mesmo no seu computador pessoal (desktop / laptop). Não será cobrado nada associado ao AVL nos trabalhos da disciplina, o processo de introdução e utilização do AVL será escolha do aluno, sem ter inferência na nota de aproveitamento final da disciplina.

VIII. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

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

- **Trabalho 1**, correspondente a 35 % da nota,
- **Trabalho 2**, correspondente a 35 % da nota,
- **Trabalho 3**, correspondente a 30% 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. O trabalho 3 será lançado no Moodle da turma um mês antes da data de entrega. **O aluno deverá entregar o Trabalho 3, 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	31/08/2020	Segunda-feira	1	Apresentação do plano de ensino / revisão do conteúdo (1.1-1.2-1.3-1.4)
			2	
	01/09/2020	Terça-feira	3	1.5 - 1.6 - 1.7 - 1.8
			4	
S2	07/09/2020	Segunda-feira	---	Dia não letivo

	08/09/2020	Terça-feira	5	2.1 - 2.2 - 2.3
			6	
S3	14/09/2020	Segunda-feira	7	2.4 - 2.5
			8	
	15/09/2020	Terça-feira	9	2.6 - 2.7 - Lançamento do Trabalho 3 no Moodle
			10	
S4	21/09/2020	Segunda-feira	11	3.1 - 3.2
			12	

	22/09/2020	Terça-feira	13 14	3.3 - 3.4
S5	28/09/2020	Segunda-feira	15	3.5 - 3.6
			16	
	29/09/2020	Terça-feira	17 18	4.1
S6	05/10/2020	Segunda-feira	19	4.2 - 4.3
			20	
	06/10/2020	Terça-feira	21	5.1 - 5.2
			22	
S7	12/10/2020	Segunda-feira	23	Dia não letivo
			24	
	13/10/2020	Terça-feira	25	5.3 - 5.4
			26	
S8	19/10/2020	Segunda-feira	27	Entrega Trabalho 3
			28	
	20/10/2020	Terça-feira	29	Lançamento do Trabalho 1 no Moodle / Entrega do Trabalho 1
			30	
S9	26/10/2020	Segunda-feira	31	6.1 - 6.2
			32	
	27/10/2020	Terça-feira	33	6.3 - 6.4
			34	
S10	02/11/2020	Segunda-feira	---	Dia não letivo

	03/11/2020	Terça-feira	35	6.5
			36	
S11	09/10/2020	Segunda-feira	37	6.6
			38	
	10/11/2020	Terça-feira	39	7.1 - 7.2
			40	
S12	16/11/2020	Segunda-feira	41	7.3 - 7.4
			42	
	17/11/2020	Terça-feira	43	7.5 - 7.6
			44	
S13	23/11/2020	Segunda-feira	45	8.1 - 8.2
			46	
	24/11/2020	Terça-feira	47	8.3 - 8.4
			48	
S14	30/11/2020	Segunda-feira	49	8.5 - 8.6
			50	
	01/12/2020	Terça-feira	51	10.1 - 10.2 - 10.3
			52	
S15	07/12/2020	Segunda-feira	53	10.4 - 10.5
			54	
	08/12/2020	Terça-feira	55	Lançamento do Trabalho 2 no Moodle / Entrega do Trabalho 2
			56	

S16	14/12/2020	Segunda-feira	57	Recuperação	
			58		
	15/12/2020	Terça-feira	59		Atendimento alunos
			60		

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 email, 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, 15 de Agosto de 2020.