

LICENCIATURA EM ENGENHARIA MECÂNICA

Ano Lectivo : 2009/10

Semestre : Inverno

Disciplina : Motores Térmicos

Aula : Teórica

Turma : MEMec05EN0101 *et al.*

Docente : Prof. José M C Mendes Lopes

Nº Mecanográfico : 1654

SUMÁRIO DAS AULAS

Data Sala	Hora i. Hora f.	Nº de Alunos	Sumário da aula
16 Set. QA1.2	13h30 15h00	34	<u>Introdução</u> Introdução aos diversos tipos de motores. Classificação dos motores. Motores Diesel e de Explosão. Diferenças conceptuais entre os motores Diesel e de Explosão. Implicações e consequências nas suas características, desempenho e universo de utilizadores.
18 Set. QA1.1	13h30 15h00	31	Elementos constituintes dos motores. Definições. Funcionamento dos motores de Explosão. Ciclo, sua execução e implicações Discussão.
23 Set. QA1.2	13h30 15h00	37	Funcionamento dos motores Diesel. Ciclo, sua execução e implicações. Diagramas p vs θ , x_b vs θ , etc, nos motores de Explosão e nos motores Diesel. Discussão e comparações. Controlo de carga nos motores de explosão e nos motores Diesel. Diferenças e implicações. Motores a 2 Tempos. Objectivos. Ciclo e sua execução. Vantagens e inconvenientes. Discussão. Campos de aplicação dos motores a 2 Tempos. Grandes motores marítimos Diesel a 2 Tempos.
25 Set. QA1.1	13h30 15h00	36	Grandes motores marítimos Diesel a 2 Tempos. Discussão. Sobre-alimentação: objectivos e princípios. Tipos de sobre-alimentação. Adequabilidade da sobre-alimentação ao caso Diesel e limitações para os motores de Explosão. Campos de aplicação. <u>Termodinâmica Aplicada aos Motores Térmicos</u> Termodinâmica. 1ª e 2ª Leis. Evoluções, trabalho e calor nos diagramas p vs V e T vs s . Evoluções politrópicas. Discussão. Gás Perfeito. Gás Perfeito e dependência de c_v e γ com a temperatura.
30 Set. QA1.2	13h30 15h00	39	Importância da variação das propriedades com a temperatura nos motores de combustão interna. Escala de tempo típicas nos motores. Mecânica de Fluidos. escoamentos laminares e turbulentos. Geração e dissipação de turbulência. Perdas de carga em linha e singulares. Movimentos do gás no interior do cilindro. <i>Swirl</i> - descrição, objectivos, e sua criação.
2 Out QA1.1	13h30 15h00	38	Número de <i>swirl</i> . <i>Tumbling</i> - descrição, objectivos, e sua criação. <i>Squish</i> : - descrição, objectivos, e sua criação. Discussão. Escoamentos instacionários em colectores. Transmissão de calor. Condução. Radiação. Características radiantes das chamas.
7 Out. QA1.2	13h30 15h00	37	Convecção. Importância do h . Factores de que h depende (consequências da compressão do gás nos valores de h e da velocidade de rotação nas trocas térmicas). Combustão. Comburente ("composição" do ar atmosférico) e combustíveis (hidrocarbonetos e sua classificação).
9 Out. QA1.1	13h30 15h00	38	Discussão sobre perguntas de Avaliação Contínua da aula anterior. Equações químicas. Razão ar/combustível. Coeficiente de excesso de ar λ e razão de equivalência ϕ . Misturas pobres e ricas. Produtos da reacção. Energia libertada na combustão. Temperatura atingida, e sua dependência com ϕ e com a capacidade calorífica dos inertes presentes. Consequências e discussão. Dissociação. Consequências e discussão.
14 Out. QA1.2	13h30 15h00	39	Cinética química. Reacção global e reacções elementares. Discussão. Taxa de reacção: definição e parâmetros de que depende. Discussão. Chamas. Chamas de pré-mistura e de difusão. Características. Tipo de chamas nos motores de Explosão e nos Diesel. Discussão.
16 Out. QA1.1	13h30 15h00	36	Ignição. Ignição provocada e ignição espontânea, e sua relação com os motores de Explosão e Diesel. Ignição provocada: parâmetros de que depende. Discussão. Ignição espontânea: tempo característico de auto-inflamação e parâmetros de que depende. Velocidade de propagação de chama em regime laminar. Dependência da velocidade de propagação de chama com a temperatura, razão de equivalência, e concentração de inertes. Velocidade de propagação de chama em regime turbulento. Velocidade de frente de chama. Discussão.

Data Sala	Hora i. Hora f.	Nº de Alunos	Sumário da aula
21 Out. QA1.2	13h30 15h00	36	<p>Limites de inflamabilidade: significado, implicações e consequências. <i>Quenching</i>: significado, implicações e consequências. Vaporização da gota: parâmetros de que depende, e interpretação física. Discussão. Combustão da gota: parâmetros de que depende, e interpretação física. Discussão.</p> <p><u>Parâmetros de projecto e de funcionamento</u> Introdução. Diagrama indicado. Valores indicados. Pressão média indicada. Significado físico.</p>
23 Out.. QA1.1	13h30 15h00	32	<p>Potência e binário. Valores efectivos. Valores típicos da p_e. Perdas mecânicas. Rendimento mecânico. Consumos horário e específico. Rendimento efectivo. Rendimento volumétrico. Parâmetros relativos ao combustível e ao excesso de ar. Rendimento do ciclo ideal e da sua execução. Dependência com os parâmetros definidos da potência efectiva e do consumo específico. Discussão.</p>
28 Out. QA1.2	13h30 15h00	36	<p>Análise da cilindrada e suas limitações. Comparação da realização da mesma cilindrada com poucos cilindros grandes e com muitos cilindros pequenos. Discussão. Análise da cilindrada unitária. Relação <i>curso/diâmetro</i> $R_{//d}$. Comparação da realização da mesma cilindrada unitária com cilindros de diferentes $R_{//d}$. Valores típicos. Discussão. Análise da velocidade de rotação. Limitações na velocidade. Discussão. Velocidade média do êmbolo \bar{u}_e. Valores típicos e classificação dos motores Diesel segundo \bar{u}_e. Valores de \bar{u}_e como indicativo do tipo de utilização do motor. \bar{u}_e como medida dos esforços nos apoios da cambota. Discussão.</p>
30 Out. QA1.1	13h30 15h00	37	<p>Análise do rendimento volumétrico η_v. Definição e sua importância. Tipo de desempenho do motor como consequência do η_v. Parâmetros de que depende. Influência da temperatura no η_v. Influência da presença do combustível, do aquecimento do gás e presença dos gases residuais. Influência no rendimento volumétrico de: perdas de carga, regime sónico nas válvulas, tempos de abertura e fecho das válvulas. Influência dos escoamentos pulsatórios no η_v. Análise dos diversos parâmetros que influenciam o rendimento volumétrico. Sistemas de admissão variável. Sistemas de distribuição variável.</p>
4 Nov. QA1.2	13h30 15h00	37	<p>Variação do rendimento volumétrico com diversos parâmetros (temperatura ambiente, altitude, etc). Variação de η_v com a carga nos motores de Explosão e nos Diesel. Discussão. Análise das perdas mecânicas. Relação entre potência indicada, potência efectiva, perdas mecânicas, e rendimento mecânico. Perdas por atrito, por accionamento de periféricos, e por bombagem.</p>
6 Nov. QA1.1	13h30 15h00	30	<p>Variação das perdas mecânicas com a velocidade e/ou com a carga. Casos Diesel e Explosão, motores grandes e motores pequenos. Variação do rendimento mecânico com a velocidade e/ou com a carga. Valores típicos do η_m. Métodos experimentais de medição das perdas mecânicas: métodos directo, arrastamento, de Willans, e de Morse. Discussão.</p>
11 Nov. QA1.2	13h30 15h00	40	<p>Análise da influência de PC, de x, e de $PC/(1+x)$. Caso dos hidrocarbonetos e dos álcoois. Análise da influência da massa específica do ar atmosférico ρ_{atm}. Influência da altitude. Diminuição da potência indicada e diminuição do η_m. Diminuição da potência efectiva. Importância do η_m na diminuição da potência efectiva com a altitude. Comportamento dos motores sobre-alimentados em altitude. Análise da influência de λ. Caso dos motores de Explosão. Caso dos motores Diesel. Análise da influência de λ: caso dos motores Diesel - diferença entre motores pequenos e grandes. Limite de fumo e limite térmico. Valores típicos. Discussão.</p>
13 Nov. QA1.1	13h30 15h00	34	<p>Análise dos ciclos. Análise de η_{th}. Tipos de ciclo: Otto, Diesel, e Misto. Rendimento do ciclo Otto (expressão para η_{th}). Parâmetros de que depende. Rendimento dos ciclos Diesel e misto. Discussão. Comparação do rendimento dos três ciclos. Tipo de ciclo teórico executado pelos motores Diesel em função da dimensão destes. Ciclo ideal. Influência de λ na temperatura e na composição. Limitações impostas a p_{max}. Ciclo real (indicado). Diferenças relativas ao ciclo ideal. Definição de ψ. Influência no ψ das perdas de tempo na combustão e no escape, das perdas térmicas, da combustão incompleta, da dissociação, e do "blow-by". Dependência do ψ com a velocidade e carga. Casos Diesel e Explosão. Discussão.</p>
18 Nov. QA1.2	13h30 15h00	39	<p>Curvas características. Curvas de "Potência vs Rotação" e de "Binário vs Rotação". Velocidade mínima, de Be_{max}, de Pe_{max}, velocidade máxima, e velocidade de embalamento. Casos Diesel e de Explosão. Diagramas de colina. Consumo específico. "Consumo Mínimo vs Rotação". Caso Diesel e de Explosão. Discussão. Localização do consumo mínimo nos diagramas de colina. Velocidade de Ce_{min}. Caso Diesel e de Explosão. Discussão. Reserva de binário. Definição, significado, e valores típicos segundo a aplicação dos motores. Curvas de resistência imposta. Caso de motores que accionam geradores eléctricos, e propulsão aquática (lei do hélice).</p>

Data Sala	Hora i. Hora f.	Nº de Alunos	Sumário da aula
20 Nov. QA1.1	13h30 15h00	38	Curvas de resistência imposta. Caso de motores que accionam geradores eléctricos, e propulsão aquática (lei do hélice) - conclusão. Tipos de curva de desempenho e adequação das curvas ao tipo de utilização. Tipos de curvas para os casos rodoviários (camiões, automóveis, motos, veículos de competição, etc). Casos Diesel e de Explosão. Discussão. Influência da razão <i>ar/combustível</i> no desempenho dos motores de explosão. Gráficos de força tractiva. Caixas de velocidades. Discussão.
25 Nov. QA1.2	13h30 15h00	32	Caixas CVT de variação contínua. Discussão. <u>Impacte ambiental</u> Poluentes característicos dos motores de Explosão e Diesel. Seus efeitos. Perspectivas de evolução do número de motores de combustão interna nas próximas décadas. Comparação das emissões e da energia gasta em análises de Ciclo de Vida para veículos rodoviários equipados com diferentes tipos de motorizações. Contribuição das emissões dos motores relativamente à de outros emissores de poluentes. Poluentes que actuam a nível global. Discussão. Contribuição das emissões dos motores relativamente à de outros emissores de poluentes. Poluentes que actuam a nível local e regional.
27 Nov QA1.1	13h30 15h00	35	Modo de recolha de poluentes e ciclos de condução (ciclos CEE, USA FTP'72, e USA FTP'75). Evolução dos limites impostos pelas normas. Importância da fase fria na emissão de poluentes. Principais poluentes nos motores de Explosão e Diesel: CO, NO _x , e HC. Formação de CO e parâmetros de que depende. Formação de NO _x e parâmetros de que depende. Discussão.
02 Dez. QA1.2	13h30 15h00	35	Formação de HC e parâmetros de que depende. Discussão. Poluentes "específicos" nos motores Diesel: partículas e SO ₂ . Formação de partículas (fumo) nos motores Diesel e parâmetros de que dependem. Discussão. Comparação com as emissões dos motores Diesel e de explosão. Discussão. Controlo das emissões de poluentes. Catalisadores. Catalisadores de oxidação, redução, e de três vias. Catalisadores para motores de Explosão. Exigências dos catalisadores para λ . SCR para Diesel.
04 Dez. QA1.1	13h30 15h00	33	Sondas lâmbda. Funcionamento a frio dos catalisadores. Envenenamento do catalisador com chumbo. Catalisadores para motores Diesel. Filtros para motores Diesel. <u>Combustão e câmaras de combustão em motores de Explosão</u> Combustão em motores de Explosão. Fases da combustão e sua importância. Discussão. Diagramas de pressão e de fracção mássica de mistura queimada, em função do ângulo de cambota. Comparação das curvas. Influência de ρ_v/ρ_b . Distribuição uniforme de p na câmara. Propagação de chama. Dependência da velocidade de propagação de chama com a velocidade de rotação do motor (importância das fases iniciais da combustão). Avanço à ignição. Influência do avanço na emissão de poluentes, na pressão média efectiva, e no consumo específico. Avanço para o máximo de p_e e mínimo de C_e . Ignição atrasada e adiantada. Dependência do avanço com a velocidade e com a carga. Discussão. Características requeridas à mistura. Necessidades de λ em função da carga. Valor de λ ao <i>ralenti</i> .
09 Dez. QA1.2	13h30 15h00	35	Características requeridas à mistura. Consequências da gasolina ser uma mistura de hidrocarbonetos (arranque a frio, transientes, etc). Mistura homogénea e mistura estratificada. Injecção directa. Discussão. Detonação: introdução e descrição, importância e consequências. Discussão. Parâmetros de que a detonação depende. Discussão. Importância da duração da propagação da chama e parâmetros de que depende. Importância da temperatura do "end gas" e parâmetros de que depende. Discussão.
11 Dez. QA1.1	13h30 15h00	34	Importância do combustível. Estrutura molecular do combustível e sua relação com a detonação. Índice de octano: significado e determinação. Índice de octano RON, MON. Diferenças. Controlo automático da detonação por meio do avanço à ignição. Pré e pós-ignição. <u>Combustão e câmaras de combustão em motores Diesel</u> Combustão em motores Diesel. Descrição. Avanço à injecção e atraso à inflamação. Consequências do atraso à inflamação. Parâmetros que influenciam o atraso à inflamação.
16 Dez. QA1.2	13h.30 15h.00	22	Parâmetros que influenciam o atraso à inflamação. Influência da temperatura do gás e parâmetros de que esta depende. Influência do movimento do ar. Influência das características do <i>spray</i> no atraso à inflamação, e parâmetros de que estas dependem. Influência do combustível. Número de cetano: significado, utilidade, e tipo de ensaio. Câmaras de combustão: injecção indirecta e injecção directa. Descrição, características, e vantagens e inconvenientes relativos. <u>Sobrealimentação</u> Objectivo da sobrealimentação. Tipos de sobrealimentação. Accionamento dos compressores. Trabalho absorvido pela compressão.

Data Sala	Hora i. Hora f.	Nº de Alunos	Sumário da aula
18 Dez. QA1.1	13h.30 15h.00	27	<p>Sobrealimentação dos motores Diesel. Vantagens e inconvenientes. Problemas térmicos e mecânicos. Problemas térmicos e soluções adoptadas nos motores Diesel turboalimentados. Sobrealimentação dos motores de explosão e seus problemas específicos. Controlo da detonação e suas consequências.</p> <p>"After-coolers". Válvula wastegate.</p> <p>Comparação dos casos Diesel e de explosão. Comportamento em regime transiente. Comportamento na utilização rodoviária.</p> <p>Breve análise do "exame-tipo".</p>

Frequência média : 35,893 (28)

Observações : -

Assinatura :

Data : 2009-12-18