

PREPARAÇÃO PARA A SEGUNDA PROVA DE 2020

Segunda Prova 16/05

1ª Questão

Uma análise comparativa entre dois motores Diesel de baixa rotação, turboalimentados, é feita usando como modelo o ciclo a ar.

Sabe-se que os motores têm mesmo tamanho de cilindro e mesma razão de compressão. Eles trabalham com diferentes pressões de admissão, mas com mesma temperatura de admissão.

A Figura 1 apresenta o diagrama p-V para os ciclos dos 2 motores.

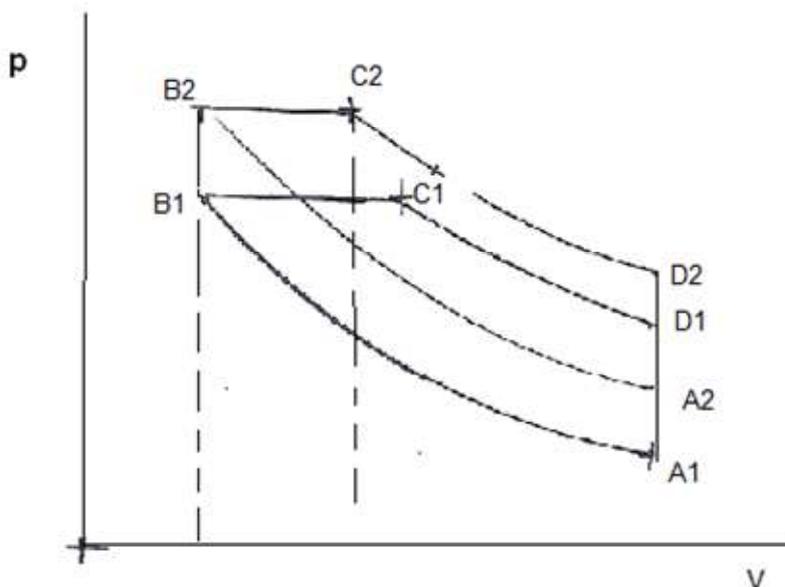


Figura 1 Diagrama p-V de 2 ciclos Diesel com mesma razão de compressão e diferentes pressões de admissão

- Esquematizar o diagrama T-s dos dois ciclos.
- Qual dos ciclos é o mais eficiente?
- Considerando os ciclos ideais combustível-ar correspondentes, qual apresenta maior eficiência térmica?
- Qual motor apresenta maior eficiência térmica?

Item a) Construção do diagrama Ts dos ciclos

Desenha-se arbitrariamente o ciclo 1 (A1-B1-C1-D1-A1) no diagrama Ts. Em seguida, desenha-se o ciclo 2, obedecendo a consistência com o diagrama pV. Portanto tem-se:

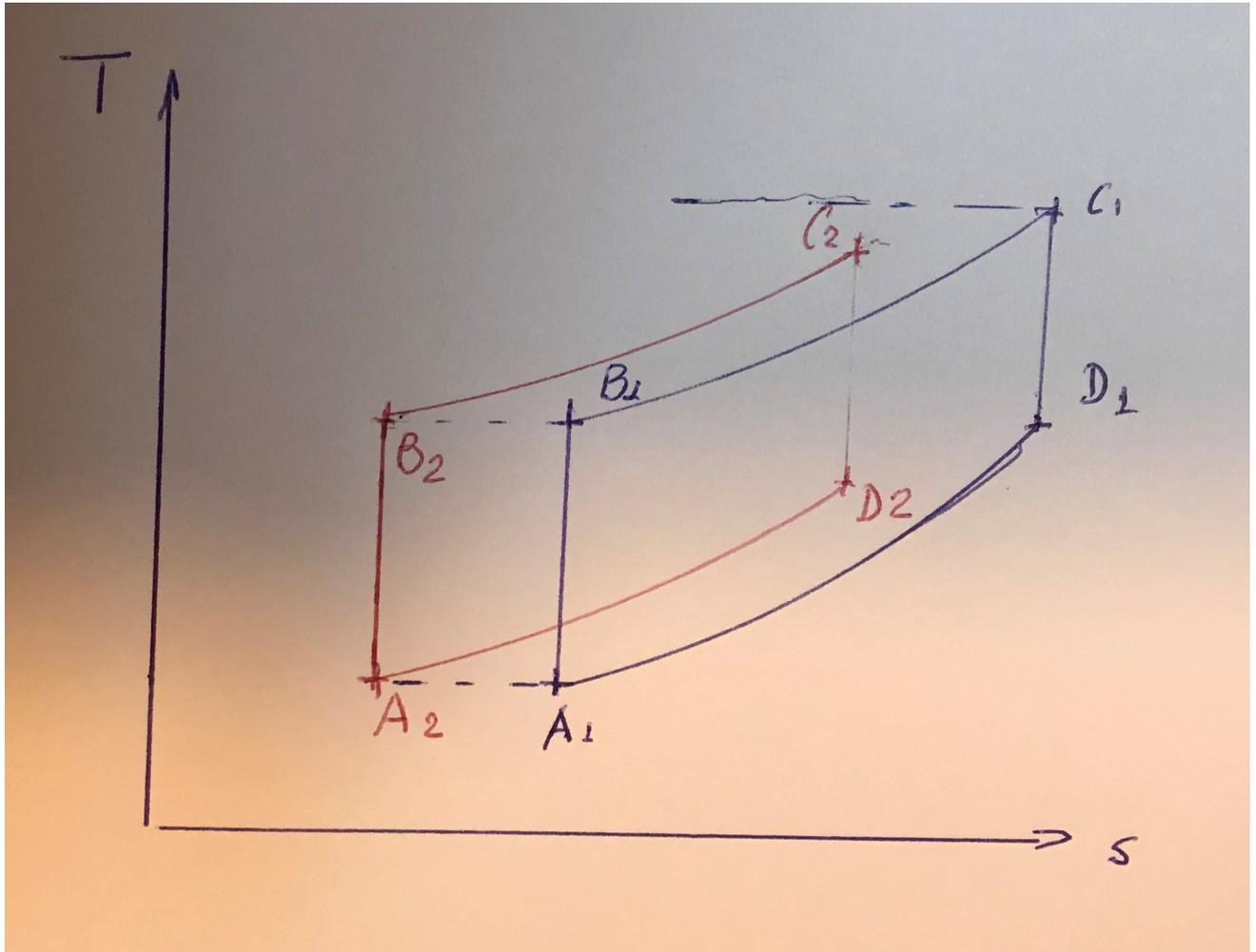
A2: mesma temperatura de A1; pressão maior que a de A1; logo à direita de A1

B2: na mesma isentrópica de A2; como $r_2 = r_1$, o acréscimo de temperatura na compressão é o mesmo; como também a temperatura é mesma no ponto A, devemos ter $T(B_2) = T(B_1)$

C2: na mesma isobárica de B2; como no diagrama pV verifica-se que $V(C_2) < V(C_1)$,

Resulta de $T(C2) / T(B2) < T(C1) / T(B1)$
 e, como $T(B2) = T(B1)$,
 vem: $T(C2) < T(C1)$

D2: na mesma isentrópica de C2; na mesma isovolumétrica de A2



Item b) Comparação de eficiência dos ciclos

Sabe-se que para o ciclo Diesel a eficiência térmica é função da razão de compressão, r , e da razão de expansão a pressão constante, r_{cp} ($r_{cp} = VC / VB$)

Como $r_{cp2} < r_{cp1}$ e $r2 = r1$

O ciclo 2 tem maior eficiência térmica, isto é $\eta_{t2} > \eta_{t1}$

Item c) Comparação de eficiência dos ciclos ideais combustível-ar

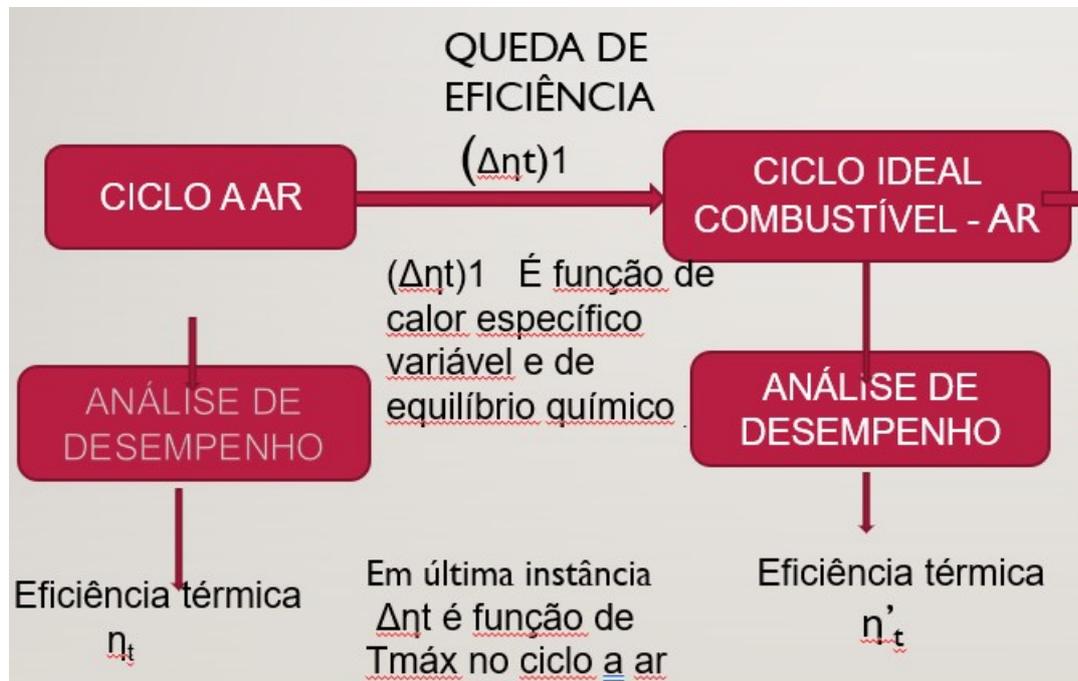
A figura abaixo ilustra a comparação de eficiência térmica entre o ciclo a ar e o ciclo ideal combustível-ar.

A queda de eficiência é maior quanto maior é a temperatura máxima do ciclo

Logo:

$$\Delta\eta_2 < \Delta\eta_1$$

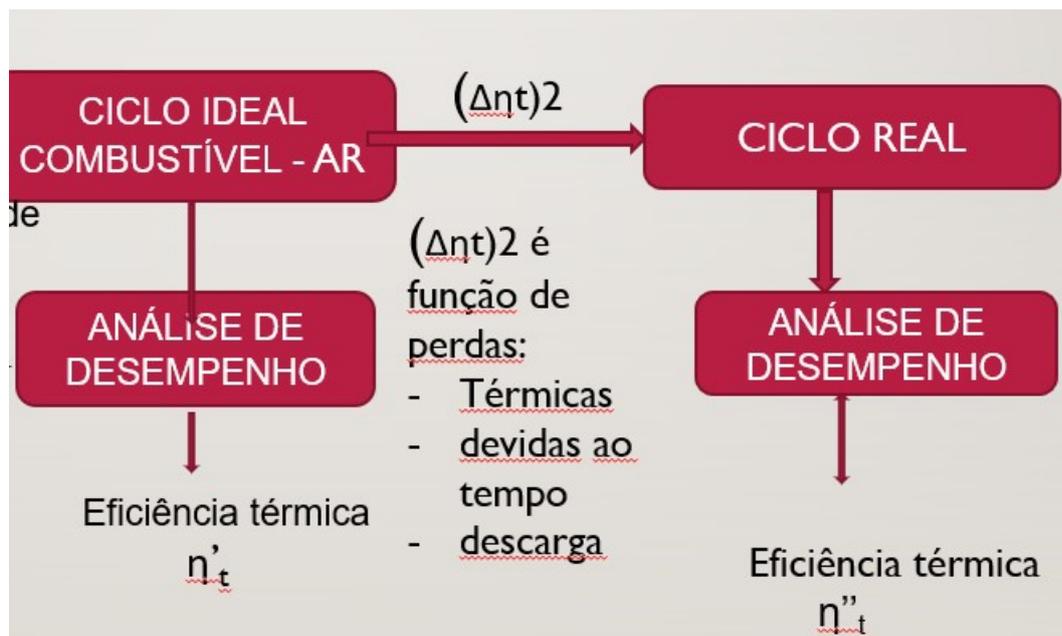
e, assim, para o ciclo ideal combustível-ar aumenta a vantagem do ciclo 2



Item d) Comparação de eficiência dos ciclos reais

A variação de eficiência entre os ciclos ideais e os ciclos reais é ilustrado na seguinte figura. As perdas são essencialmente função do tipo de ciclo. Como os dois motores são de baixa rotação e, portanto, de ciclo Diesel a perda de eficiência é a mesma, de cerca e 20 %.

Logo, para os ciclos reais permanece a vantagem do ciclo 2.



A Tabela 1 apresenta os resultados de ensaio em banco de provas de um Motor Diesel de média rotação, de 6 cilindros, turbocarregado, sem inter-resfriador

- a) Sabendo-se que os pontos 1 e 2 correspondem a condições de um teste de propulsão marítima, determinar a rotação e potência no freio na condição 2?
- b) Qual a relação entre a eficiência térmica nos testes 1 e 2?
- c) Qual é o trabalho líquido por ciclo em cada cilindro do motor na condição 1?
- d) Qual a relação entre o consumo específico de ar nos testes 1 e 2?

Tabela 1 Resultados de ensaio

VARIÁVEL	CONDIÇÃO 1	CONDIÇÃO 2
Rotação (rpm)	400	
Potência no freio (kW)	15.000	
(p.m.e) _i (bar)	16	23
Consumo de Combustível (kg/h)	C_1	$1,4C_1$
Pressão de Admissão (bar)	2,5	2,8
Eficiência Mecânica	0,90	0,92
Eficiência Volumétrica	0,88	0,90

VEJA SOLUÇÃO NAS PÁGINAS SEGUINTE

2ª Questão
Item a

Sabe-se que:

$$\frac{Pot_{p1}}{Pot_{p2}} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3 \quad (1)$$

Sabe-se também que

$$\frac{(pme)_{p1}}{(pme)_{p2}} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \quad (2)$$

pois

$$(pme)_p = \frac{Pot_p}{A_p L z N}$$

e $A_p L z$, características geométricas do Motor, são constantes

Então, de (2), pode-se determinar N_2

$$N_2 = \left[\frac{(pme)_{p2} \eta_{m2}}{(pme)_{p1} \eta_{m1}} \right]^{1/2} N_1$$

Onde $(pme)_p = (pme) \eta_m$

e são conhecidos os valores de η_{m1} e η_{m2}

Com o N_2 , obtém-se N_1

Para $(Pot)_{p2}$ aplica-se (1)

Item b

Sabe-se que

$$(Pot)_p = m_{comb} (PC) \eta_f \eta_m$$

Então

$$\eta_f = \frac{Pot}{m_{comb} PC} \cdot \frac{1}{\eta_m}$$

~~dezenas~~

Logo

$$\frac{\eta_{t1}}{\eta_{t2}} = \frac{Pot_{f1}}{Pot_{f2}} \cdot \frac{\dot{m}_{comb2}}{\dot{m}_{comb1}} \cdot \frac{\eta_{m2}}{\eta_{m1}}$$

Como todos os termos são conhecidos obtêm-se a relação entre as eficiências térmicas

Item c

Sabe-se que

$$Pot_k = W_{chb} z \cdot N/2 \quad \text{PI motores 4T}$$

Assim

$$(W_{chb})_1 = \frac{Pot_{f1}}{\eta_{m1}} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{400/60}$$

Item d

Sabe-se que: $c.e.ar = \dot{m}_{ar} / Pot_f$

Logo

$$\frac{(c.e.ar)_1}{(c.e.ar)_2} = \frac{(\dot{m}_{ar})_1}{(\dot{m}_{ar})_2} \cdot \frac{Pot_{f1}}{Pot_{f2}}$$

A segunda fração é conhecida

A primeira é dada por

$$\dot{m}_{ar} = z V_D N/2 \rho_{ad} \eta_v$$

Logo

$$\frac{\dot{m}_{ar1}}{\dot{m}_{ar2}} = \frac{z_{100}}{N_2} \cdot \frac{\eta_{v1}}{\eta_{v2}} \cdot \frac{\rho_{ad1}}{\rho_{ad2}}$$

N_2 já foi obtido no item a

$\eta_{v1} = \eta_{v2}$ são iguais

ρ_{ad1} / ρ_{ad2} pode ser calculado, admitindo-se que a compressão é isentrópica no compressor do turbo

3ª Questão

O sistema propulsor de um navio porta contêineres é constituído por um motor de baixa rotação acoplado diretamente a um hélice de passo fixo. Para o projeto da instalação propulsora foi adotada uma margem de resistência de 21%.

Em condições médias de casco e mar, com calado de projeto, o navio deve se deslocar a uma velocidade de 20 nós com o motor fornecendo potência 30.000 kW à rotação de 105 rpm.

- a) Descrever um procedimento para determinar a rotação e a potência que o motor deve fornecer em prova de mar para o navio atingir a velocidade de 20 nós com deslocamento de projeto.

Como, na prova de mar realizada, o navio atingiu a velocidade de 20 nós com a rotação de 90 rpm, admitiu-se que o navio estava com calado parcial.

- b) Descrever um procedimento para determinar qual era o calado do navio na prova de mar

Observação: Sabe-se que a resistência ao avanço do navio, para uma dada velocidade, varia com o deslocamento de acordo com a seguinte relação:

$$\frac{(R_T) \Delta \text{ parcial}}{(R_T) \Delta \text{ proj.}} = \left(\frac{\Delta \text{ parcial}}{\Delta \text{ proj.}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

SOLUÇÃO SERÁ COLOCADA MAIS TARDE