Exercício 4

Um motor diesel 4T e de 12 L de cilindrada total tem curvas de desempenho em plena carga Ne x n e Ce x n, mostradas abaixo.

Adotando $\rho_{ar\ atm}$ = 1,1 kg/ m^3, pede-se:

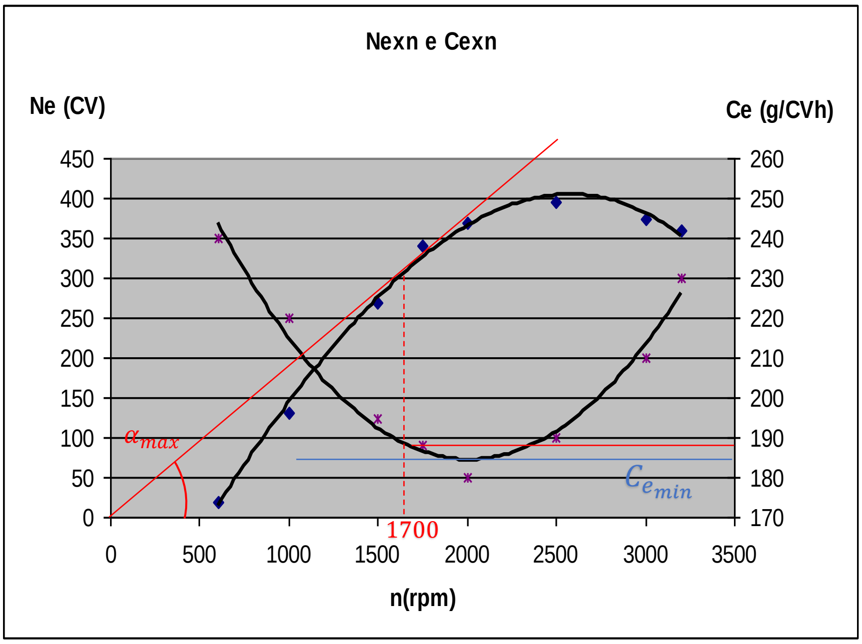
a) o rendimento global máximo, sabendo que consome biodiesel de soja (PCI=39MJ/kg);

b) o rendimento mecânico do motor na rotação de torque máximo, adotando rendimento térmico de 43%;

c) a pressão média efetiva máxima;

d) a pressão média indicada na rotação de torque máximo.

Retirar dados do gráfico considerando as curvas ajustadas.



Solução:

a) Para determinar o rendimento global máximo ($\eta_{g_{max}}$), deve-se encontrar o consumo específico mínimo ($C_{e_{min}}$). Então, observando o gráfico conclui-se que o $C_{e_{min}} \cong 184\ g/CVh$ (linha azul) e calcula-se $\eta_{g_{max}}$ conforme expressão abaixo:

$$\eta_{g_{max}} = \frac{1}{PCI \times C_{e_{min}}}$$

Convertendo para unidades do SI: $C_{e_{min}} = \frac{184}{1000 \times 735{,}5 \times 3600} = 6{,}95 \times 10^{-8}\ kg/J$

Assim: $\eta_{g_{max}} = \frac{1}{PCI \times C_{e_{min}}} = \frac{1}{39 \times 10^6 . 6{,}95 \times 10^{-8}} \cong \mathbf{37\%}$

b) Para determinar o rendimento mecânico (η_m) na rotação de torque máximo, necessita-se saber qual o rendimento global (η_g) do motor nessa condição e para isso há necessidade de saber o consumo específico também. Do gráfico (linhas vermelhas), obtém-se $C_e \cong 187\ g/CVh$ na condição de torque máximo. Dessa forma, calcula-se o rendimento global e posteriormente o rendimento mecânico.

$$\eta_g = \frac{1}{PCI \times C_{e_{min}}} = \frac{1}{39 \times 10^6 \left(\frac{187}{1000 \times 735{,}5 \times 3600}\right)} \cong 36{,}3\%$$

$$\eta_m = \frac{\eta_g}{\eta_t} = \frac{0{,}363}{0{,}43} = 0{,}78 \ \rightarrow \quad \boldsymbol{\eta_m = 84{,}4}\%$$

c) A pressão média efetiva máxima (pme_{max}) ocorre na mesma condição que o torque é máximo. Portanto, da análise do gráfico nesta condição (linhas vermelhas) sabe-se que $N_e \cong 300\ cv$ e $n \cong 1700\ rpm$. Assim:

$$pme_{\max} = \frac{N_e.x}{V_t.n} = \frac{300 \times 735{,}5 \times 2}{12 \times 10^{-3}.\left(\frac{1700}{60}\right)} = 12{,}9 \times 10^5\ Pa = \boldsymbol{12{,}9\ bar}$$

d) A pressão média indica (pmi) na condição de torque máximo é calculada utilizando o rendimento mecânico e a pressão média efetiva. Dessa forma:

$$pme = pmi.\eta_m \ \rightarrow \ pmi = \frac{pme}{\eta_m}$$

$$pmi = \frac{pme}{\eta_m} = \frac{12{,}9}{0{,}844} = \boldsymbol{15{,}3\ bar}$$

<u>Exercício 5</u>

Determine o momento torsor mínimo de um motor de ignição por faísca que equipa um veículo de peso G = 12.000 N, para que consiga superar um aclive de 2º com uma velocidade de 100 km/h utilizando sua 6ª marcha (i_C = 0,85).

Sabe-se que:

- i_D = 4,5
- raio da roda r_{roda} = 300 mm
- área frontal do veículo Af = 0,8 m^2

Adote:

- coeficiente de arrasto C_D = 0,45;
- rendimento de transmissão igual a 90%;
- Ce= 300 g/kWh

Dado ρ_{ar} = 1,2 kg/m^3 e ρ_c = 745 kg/m^3, qual seu consumo em km/l nessas condições?

Solução:

O momento torsor mínimo pode ser calculado pela expressão:

$$M_t = \frac{r_{roda}}{i_c . i_D . \eta_T} [C . V^2 + (B . G) . V^{1,1} + (A + sen\alpha) . G]$$

Calculando C:

$$C = C_D \frac{1}{2} \rho_{ar} A_f = 0,45 \times 0,5 \times 1,2 \times 0,8 = 0,216\ kg/m$$

Utilizando o valor encontrado para C, os valores dados no enunciado e lembrando dos slides da aula que $A = 0,012$ e $B = 0,0003$.

$$M_t = \frac{0,3}{0,85 \times 4,5 \times 0,9} \left[0,216 . \left(\frac{100}{3,6}\right)^2 + (0,0003 \times 12000) . \left(\frac{100}{3,6}\right)^{1,1} + (0,012 + sen(2°)) . 12000 \right] = \mathbf{75,7\ N . m}$$

O consumo em km/l pode ser calculado pela expressão abaixo:

$$Consumo\ (km/l) = \frac{\rho_c . V}{N_e . C_e}$$

A potência efetiva é calculada por $N_e = M_t . \omega_M$ e a velocidade angular do motor (ω_M) pode ser calculada utilizando-se a expressão abaixo:

$$V = \frac{2\pi . n_M . r_{roda}}{i_c . i_D}$$

$$\omega_M = 2\pi . n_M = \frac{V . i_c . i_D}{r_{roda}} = \frac{(100/3,6) \times 0,85 \times 4,5}{0,3} = 354,2\ rad/s$$

Portanto:

$$N_e = M_t . \omega_M = 75,7 \times 354,2 = 26812,94\ W \quad \rightarrow \quad N_e = 26,8\ kW$$

Colocando os dados nas devidas dimensões para cálculo do consumo:

$\rho_c = 745\ kg/m^3 = 0,745\ kg/l$

$C_e = 300\ g/kWh = 0,3\ kg/kWh$

Finalizando:

$$Consumo\ (km/l) = \frac{0,745 \times 100}{26,8 \times 0,3} = \mathbf{9,27\ km/l}$$