**ES624 – Sistemas Fluidotérmicos I – turma A**

**Primeiro semestre de 2020**

**Problema proposto 04**

No relatório final, **todas as hipóteses feitas devem ser explicitadas.**

O problema proposto pode ser resolvido individualmente ou em grupos de duas pessoas. A data limite para a entrega da solução final é 22/07/2020, via Moodle. Na sessão do dia 24/07 alguns grupos farão apresentação do desenvolvimento e dos resultados; será dada oportunidade a voluntários, e também serão sorteados grupos.

A planilha “Método experimental\_MCI” apresenta uma solução para um motor ICE (ignição por centelha), com estimativa da potência máxima efetiva em operação à plena carga. O procedimento está associado às equações e análises apresentadas no livro de Khovakh (1980), e é adequado para a estimativa de potência e torque na condição de operação a plena carga. Na planilha, o melhor resultado, em relação ao que é declarado pelo fabricante, é quando da consideração do procedimento de Arquès (1987)[[1]](#footnote-0) para a estimativa da pressão média de atrito.

O “método” deve ser utilizado para que potência e torque máximos declarados pela Honda (motor R20Z1), Audi (motor A4 1.8) ou pela Porsche (968) (ou por qualquer outro fabricante, para qualquer modelo de motor), sejam estimados com a melhor precisão possível. Parâmetros geométricos do motor são apresentados na Tabela 1, bem como seus resultados operacionais. Os resultados conhecidos são para operação com gasolina pura.

Tabela 1: Parâmetros conhecidos dos dois motores (e dos veículos) e resultados para operação a plena carga

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Parâmetro | Honda R20Z1 | Audi A4 1.8 | Porsche 968 | Unidade |
| Número de cilindros | 4 | 4 | 4 | --- |
| # de tempos (de operação) | 4 | 4 | 4 | --- |
| Cilindrada (declarada) | 2.000 | 1.800 | 2.990 | cm3 |
| Taxa de compressão | 11,1:1 | 10,3:1 | 11,0:1 | --- |
| Curso dos pistões | 96,9 | 86,4 | 88,0 | mm |
| Diâmetro dos pistões | 81,0 | 81,0 | 104,0 | mm |
| Potência máxima | 155 @ 6.000 rpm | 123 @ 5.800 rpm | 237 @ 6.200 rpm | HP |
| Torque máximo | 190 @ 4.500 rpm | 173 @ 3.950 rpm | 306 @ 4.100 rpm | N.m |
| Velocidade máxima | 190 | 202 | 253 | km/h |

Para os três motores, dados e/ou curvas de desempenho são apresentados em: <https://x-engineer.org/automotive-engineering/internal-combustion-engines/performance/power-vs-torque/> (Honda), <https://www.ultimatespecs.com/car-specs/Audi/3833/Audi-A4-(B5)-18-Quattro.html> (Audi) e <http://www.studiodual.com/968/968.html> (Porsche).

Para o motor escolhido, ajuste o procedimento para que os **resultados de potência efetiva e torque máximos sejam adequados em relação aos parâmetros de desempenho divulgados pelos fabricante**.

Compare a **temperatura máxima operacional** do ciclo nos dois pontos em que o modelo foi ajustado (i.e. para a reproduzir potência efetiva e torque máximos).

Compare **os parâmetros operacionais** listados a seguir para os dois pontos em que o modelo foi ajustado (potência e torque máximos): **rendimento mecânico, rendimento volumétrico, rendimento indicado, rendimento térmico e CEC**.

Qual o **efeito das condições ambiente (temperatura e pressão atmosférica)** (i.e. varie no modelo ambos parâmetros) sobre os seguintes parâmetros de desempenho: **potência efetiva, torque, rendimento térmico e CEC**?

O procedimento disponível permite a análise do impacto do combustível usado. O ajuste disponível é para a consideração de operação com gasolina pura (do ponto de vista químico, é suposto octano). **Qual o impacto da operação com etanol puro**? Simplificadamente, suponha que os parâmetros para etanol são os mesmos da operação com gasolina, e compare os resultados dos parâmetros a seguir: **potência efetiva, torque, rendimento térmico, CEC e fluxo de combustível**. Em um **motor *flex-fuel***, **quais parâmetros são ajustados quando a operação passa de etanol para gasolina, e vice versa**? Nesses motores, no Brasil, **qual dispositivo permite a identificação do combustível em uso?**

**Qual o impacto do parâmetro “ALFA”** (célula c17 na planilha) sobre os seguintes resultados de desempenho: **potência efetiva, torque, rendimento térmico e CEC**? **Há uma situação em que o motor tem maior potência, e uma em que é mais eficiente?** Caso a resposta seja afirmativa, em que condição o motor deve operar em trânsito normal? Diz-se que quando o motor é instantaneamente acelerado, o condutor quer ter maior torque. Assim, **como é feito o controle para que o motor tenha resposta imediata, quando é acelerado?**

Observe o estado termodinâmico dos gases no fim do processo de expansão. **O que sugere esse estado termodinâmico?** **É possível aproveitar a energia associada?** **Como?**

Na regulação Europeia, os veículos leves devem emitir menos de 180 gCO2/km rodado, e essas emissões deverão estar abaixo de 120-130 gCO2/km rodado em poucos anos. A partir dos resultados do procedimento disponível, **qual a estimativa de emissões de CO2 (em gCO2/km) quando da operação do veículo em velocidade máxima, com gasolina pura?**

1. Arquès, P. 1987. Moteurs Alternatifs à Combustion Interne. Paris: Masson. [↑](#footnote-ref-0)