# C.02.01 – Ciclo Otto Ar-Combustível de Tempo Finito de Combustão

FTAF – Finite Time Air-Fuel Otto Engine Model

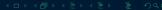
Prof. C. Naaktgeboren, PhD



https://github.com/CNThermSci/ApplThermSci Compiled on 2020-09-14 16h09m47s UTC







• Modelo do livro-texto (tópicos de leitura) adiciona combustão ao Ciclo Otto ideal;

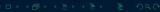




- Modelo do livro-texto (tópicos de leitura) adiciona combustão ao Ciclo Otto ideal;
  - Permite variação de combustíveis;







- Modelo do livro-texto (tópicos de leitura) adiciona combustão ao Ciclo Otto ideal;
  - Permite variação de combustíveis;
  - Porém, desde que sejam carbonados: norm. em C; excluindo H<sub>2</sub> e H<sub>4</sub>N<sub>2</sub> puros, p. ex.;
  - Ênfase nas propriedades  $\bar{c}_{p,\nu}(T)$ , k(T),  $\bar{u}(T)$ , etc. das misturas;







- Modelo do livro-texto (tópicos de leitura) adiciona combustão ao Ciclo Otto ideal;
  - Permite variação de combustíveis;
  - Porém, desde que sejam carbonados: norm. em C; excluindo H<sub>2</sub> e H<sub>4</sub>N<sub>2</sub> puros, p. ex.;
  - Ênfase nas propriedades  $\bar{c}_{p,\nu}(T)$ , k(T),  $\bar{u}(T)$ , etc. das misturas;
  - Incorpora combustão e equilíbrio químico;



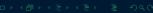




- Modelo do livro-texto (tópicos de leitura) adiciona combustão ao Ciclo Otto ideal;
  - Permite variação de combustíveis;
  - Porém, desde que sejam carbonados: norm. em C; excluindo H<sub>2</sub> e H<sub>4</sub>N<sub>2</sub> puros, p. ex.;
  - Ênfase nas propriedades  $\bar{c}_{p,\nu}(T)$ , k(T),  $\bar{u}(T)$ , etc. das misturas;
  - Incorpora combustão e equilíbrio químico;
  - Não emprega o calor liberado na combustão!







- Modelo do livro-texto (tópicos de leitura) adiciona combustão ao Ciclo Otto ideal;
  - Permite variação de combustíveis;
  - Porém, desde que sejam carbonados: norm. em C; excluindo H<sub>2</sub> e H<sub>4</sub>N<sub>2</sub> puros, p. ex.;
  - Ênfase nas propriedades  $\bar{c}_{p,\nu}(T)$ , k(T),  $\bar{u}(T)$ , etc. das misturas;
  - Incorpora combustão e equilíbrio químico;
  - Não emprega o calor liberado na combustão!
- Modelo ar-combustível de tempo finito, FTAF:







- Modelo do livro-texto (tópicos de leitura) adiciona combustão ao Ciclo Otto ideal;
  - Permite variação de combustíveis;
  - Porém, desde que sejam carbonados: norm. em C; excluindo H<sub>2</sub> e H<sub>4</sub>N<sub>2</sub> puros, p. ex.;
  - Ênfase nas propriedades  $\bar{c}_{p,\nu}(T)$ , k(T),  $\bar{u}(T)$ , etc. das misturas;
  - Incorpora combustão e equilíbrio químico;
  - Não emprega o calor liberado na combustão!
- Modelo ar-combustível de tempo finito, FTAF:
  - Adiciona combustão, mantendo as demais características do FTHA;







- Modelo do livro-texto (tópicos de leitura) adiciona combustão ao Ciclo Otto ideal;
  - Permite variação de combustíveis;
  - Porém, desde que sejam carbonados: norm. em C; excluindo H<sub>2</sub> e H<sub>4</sub>N<sub>2</sub> puros, p. ex.;
  - Ênfase nas propriedades  $\bar{c}_{p,\nu}(T)$ , k(T),  $\bar{u}(T)$ , etc. das misturas;
  - Incorpora combustão e equilíbrio químico;
  - Não emprega o calor liberado na combustão!
- Modelo ar-combustível de tempo finito, FTAF:
  - Adiciona combustão, mantendo as demais características do FTHA;
  - Obtém tanto as propriedades quanto o calor liberado pelas reações!







- Modelo do livro-texto (tópicos de leitura) adiciona combustão ao Ciclo Otto ideal;
  - Permite variação de combustíveis;
  - Porém, desde que sejam carbonados: norm. em C; excluindo H<sub>2</sub> e H<sub>4</sub>N<sub>2</sub> puros, p. ex.;
  - Ênfase nas propriedades  $\bar{c}_{p,\nu}(T)$ , k(T),  $\bar{u}(T)$ , etc. das misturas;
  - Incorpora combustão e equilíbrio químico;
  - Não emprega o calor liberado na combustão!
- Modelo ar-combustível de tempo finito, FTAF:
  - Adiciona combustão, mantendo as demais características do FTHA;
  - Obtém tanto as propriedades quanto o calor liberado pelas reações!
  - Permite modelar combustão de HC's, H<sub>2</sub> e H<sub>4</sub>N<sub>2</sub>; tanto puros quanto suas misturas!







- Modelo do livro-texto (tópicos de leitura) adiciona combustão ao Ciclo Otto ideal;
  - Permite variação de combustíveis;
  - Porém, desde que sejam carbonados: norm. em C; excluindo H<sub>2</sub> e H<sub>4</sub>N<sub>2</sub> puros, p. ex.;
  - Ênfase nas propriedades  $\bar{c}_{p,\nu}(T)$ , k(T),  $\bar{u}(T)$ , etc. das misturas;
  - Incorpora combustão e equilíbrio químico;
  - Não emprega o calor liberado na combustão!
- Modelo ar-combustível de tempo finito, FTAF:
  - Adiciona combustão, mantendo as demais características do FTHA;
  - Obtém tanto as propriedades quanto o calor liberado pelas reações!
  - Permite modelar combustão de HC's, H<sub>2</sub> e H<sub>4</sub>N<sub>2</sub>; tanto puros quanto suas misturas!
  - Desenvolvido em um TCC defendido em 2018 (citação nos tópicos de leitura);





- Modelo do livro-texto (tópicos de leitura) adiciona combustão ao Ciclo Otto ideal;
  - Permite variação de combustíveis;
  - Porém, desde que sejam carbonados: norm. em C; excluindo H<sub>2</sub> e H<sub>4</sub>N<sub>2</sub> puros, p. ex.;
  - Ênfase nas propriedades  $\bar{c}_{p,\nu}(T)$ , k(T),  $\bar{u}(T)$ , etc. das misturas;
  - Incorpora combustão e equilíbrio químico;
  - Não emprega o calor liberado na combustão!
- Modelo ar-combustível de tempo finito, FTAF:
  - Adiciona combustão, mantendo as demais características do FTHA;
  - Obtém tanto as propriedades quanto o calor liberado pelas reações!
  - Permite modelar combustão de HC's, H<sub>2</sub> e H<sub>4</sub>N<sub>2</sub>; tanto puros quanto suas misturas!
  - Desenvolvido em um TCC defendido em 2018 (citação nos tópicos de leitura);
  - Não modela a cinética química: tempos de combustão permanecem dados de entrada.







Modela combustão de forma não instantânea:





- Modela combustão de forma não instantânea:
  - Interações simultâneas de liberação de energia interna e trabalho;



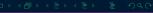




- Modela combustão de forma não instantânea:
  - Interações simultâneas de liberação de energia interna e trabalho;
  - Tempos de motor discretizados em sub-processos;



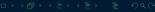




- Modela combustão de forma não instantânea:
  - Interações simultâneas de liberação de energia interna e trabalho;
  - Tempos de motor discretizados em sub-processos;
  - Elemento computacional: sub-processo localmente politrópico em base extensiva;



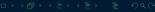




- Modela combustão de forma não instantânea:
  - Interações simultâneas de liberação de energia interna e trabalho;
  - Tempos de motor discretizados em sub-processos;
  - Elemento computacional: sub-processo localmente politrópico em base extensiva;
  - Remoção de calor permanece isocórica (instantânea);







- Modela combustão de forma não instantânea:
  - Interações simultâneas de liberação de energia interna e trabalho;
  - Tempos de motor discretizados em sub-processos;
  - Elemento computacional: sub-processo localmente politrópico em base extensiva;
  - Remoção de calor permanece isocórica (instantânea);
  - Requer modelos de mistura e reações não instantâneos!







- Modela combustão de forma não instantânea:
  - Interações simultâneas de liberação de energia interna e trabalho;
  - Tempos de motor discretizados em sub-processos;
  - Elemento computacional: sub-processo localmente politrópico em base extensiva;
  - Remoção de calor permanece isocórica (instantânea);
  - Requer modelos de mistura e reações não instantâneos!
- Não mais um modelo padrão a ar:





- Modela combustão de forma não instantânea:
  - Interações simultâneas de liberação de energia interna e trabalho;
  - Tempos de motor discretizados em sub-processos;
  - Elemento computacional: sub-processo localmente politrópico em base extensiva;
  - Remoção de calor permanece isocórica (instantânea);
  - Requer modelos de mistura e reações não instantâneos!
- Não mais um modelo padrão a ar:
- Não mais um modelo de substância pura:





- Modela combustão de forma não instantânea:
  - Interações simultâneas de liberação de energia interna e trabalho;
  - Tempos de motor discretizados em sub-processos;
  - Elemento computacional: sub-processo localmente politrópico em base extensiva;
  - Remoção de calor permanece isocórica (instantânea);
  - Requer modelos de mistura e reações não instantâneos!
- Não mais um modelo padrão a ar:
- Não mais um modelo de substância pura:
  - Inclui combustão e equilíbrio químico;



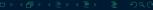




- Modela combustão de forma não instantânea:
  - Interações simultâneas de liberação de energia interna e trabalho;
  - Tempos de motor discretizados em sub-processos;
  - Elemento computacional: sub-processo localmente politrópico em base extensiva;
  - Remoção de calor permanece isocórica (instantânea);
  - Requer modelos de mistura e reações não instantâneos!
- Não mais um modelo padrão a ar:
- Não mais um modelo de substância pura:
  - Inclui combustão e equilíbrio químico;
  - Requer modelagem termodinâmica de misturas reativas.







• Inclui todos os parâmetros do FTHA:

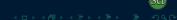




- Inclui todos os parâmetros do FTHA:
  - Todos os do ciclo Otto ideal, mais







- Inclui todos os parâmetros do FTHA:
  - Todos os do ciclo Otto ideal, mais
  - Todos os parâmetros construtivos do motor, mais





- Inclui todos os parâmetros do FTHA:
  - Todos os do ciclo Otto ideal, mais
  - Todos os parâmetros construtivos do motor, mais
  - Todos os parâmetros operacionais do motor;







- Inclui todos os parâmetros do FTHA:
  - Todos os do ciclo Otto ideal, mais
  - Todos os parâmetros construtivos do motor, mais
  - Todos os parâmetros operacionais do motor;
- Inclui parâmetros da mistura ar-combustível:





- Inclui todos os parâmetros do FTHA:
  - Todos os do ciclo Otto ideal, mais
  - Todos os parâmetros construtivos do motor, mais
  - Todos os parâmetros operacionais do motor;
- Inclui parâmetros da mistura ar-combustível:
  - Proporções dos gases do ar;





- Inclui todos os parâmetros do FTHA:
  - Todos os do ciclo Otto ideal, mais
  - Todos os parâmetros construtivos do motor, mais
  - Todos os parâmetros operacionais do motor;
- Inclui parâmetros da mistura ar-combustível:
  - Proporções dos gases do ar;
  - Composições e proporções do combustíveis;



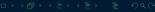




- Inclui todos os parâmetros do FTHA:
  - Todos os do ciclo Otto ideal, mais
  - Todos os parâmetros construtivos do motor, mais
  - Todos os parâmetros operacionais do motor;
- Inclui parâmetros da mistura ar-combustível:
  - Proporções dos gases do ar;
  - Composições e proporções do combustíveis;
  - Proporções da mistura ar-combustível em relação à estequiometria.







# Tópicos de Leitura I

Brunetti, F. *Motores de combustão interna*. Capítulos 1 e 2.

Blücher, São Paulo, ISBN 978-85-2120-708-5.

Silva, R. K. de O.

Modelo ar-combustível de tempo finito de adição de calor de motores Otto.

Repositório Roca UTFPR.

repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/8786.





