



Wrocław University
of Science and Technology

Symulacje CFD urządzeń energetycznych

Tytuł

Parametryzacja pracy przy użyciu Matlab/Octave.

Wrocław 2024

Rozdział 1

Wstęp

1.1 Wstęp

Celem kursu jest stworzenie modelu termodynamicznego instalacji energetycznej, określenie parametrów gazu roboczego w charakterystycznych punktach oraz wyznaczenie sprawności obiegu. Dane dotyczące pracy i sprawności poszczególnych elementów instalacji zostaną określone za pomocą trójwymiarowych obliczeń CFD (obliczeniowa mechanika płynów) i włączone do głównego modelu. Podstawą do zaliczenia kursu jest pięć częściowych raportów prezentujących analizę pracy: rurociągów, wymienników ciepła, pomp, źródeł ciepła, kompresorów/ekspanderów oraz raport końcowy na temat analizy pracy całego systemu.

1.2 Narzędzia wykorzystywane w trakcie kursu:

- Matlab lub Octave
- Oprogramowanie Ansys
 - Workbench
 - SpaceClaim
 - Ansys Meshing
 - Ansys Fluent lub CFX
- MS Excel
- MS Word lub Overleaf

1.3 Dostęp do oprogramowania:

Jednym ze źródeł oprogramowania dostępnych dla studentów jest platforma Platon (wymagana rejestracja):

<https://cloud.pionier.net.pl/>

Alternatywą dla komercyjnego Matlab jest darmowy Octave:

<https://www.gnu.org/software/octave/>

Pakiet Ansys CFD (obliczeniowa mechanika płynów) jest dostępny w wersji edukacyjnej na stronie producenta:

<https://www.ansys.com/academic/free-student-products>

Przykładowe ćwiczenia z podstaw używania Ansys są dostępne tutaj:

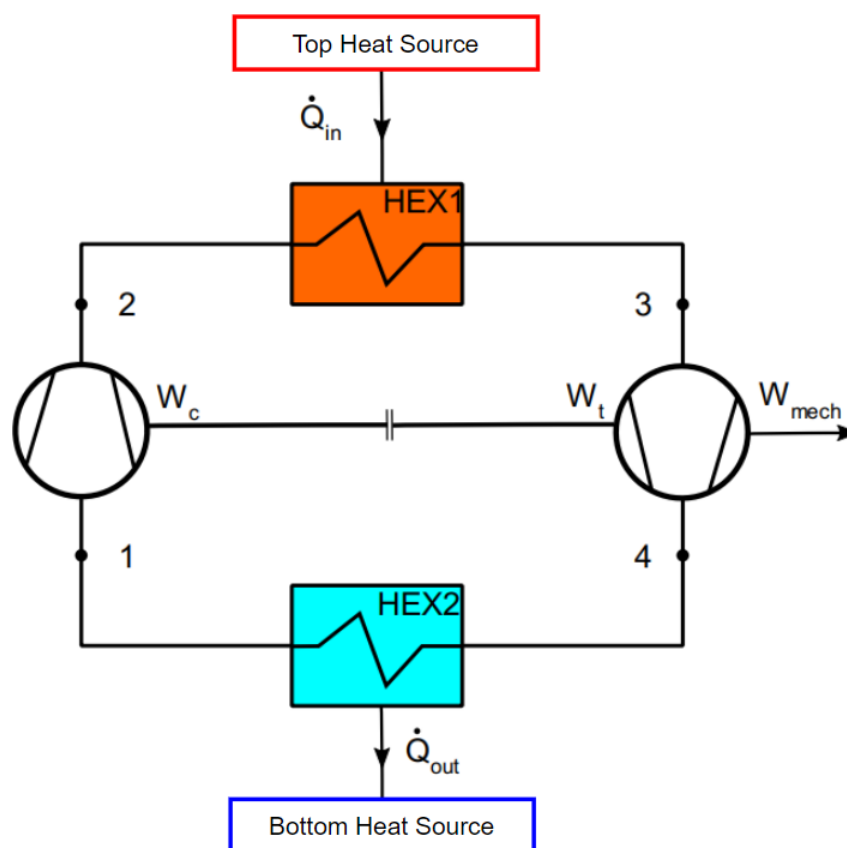
[Instrukcje do kursu: Obliczenia numeryczne](#)

[Instrukcje do kursu: Wybrane problemy procesów przepływu ciepła](#)

Kurs Matlab:

[Instrukcje do kursu: Pakiety obliczeniowe \(zawiera Matlab\)](#)

1.4 Model instalacji energetycznej



Rys. 1.1 Schemat instalacji realizującej zamknięty obieg Braytona.

1.5 Zadania

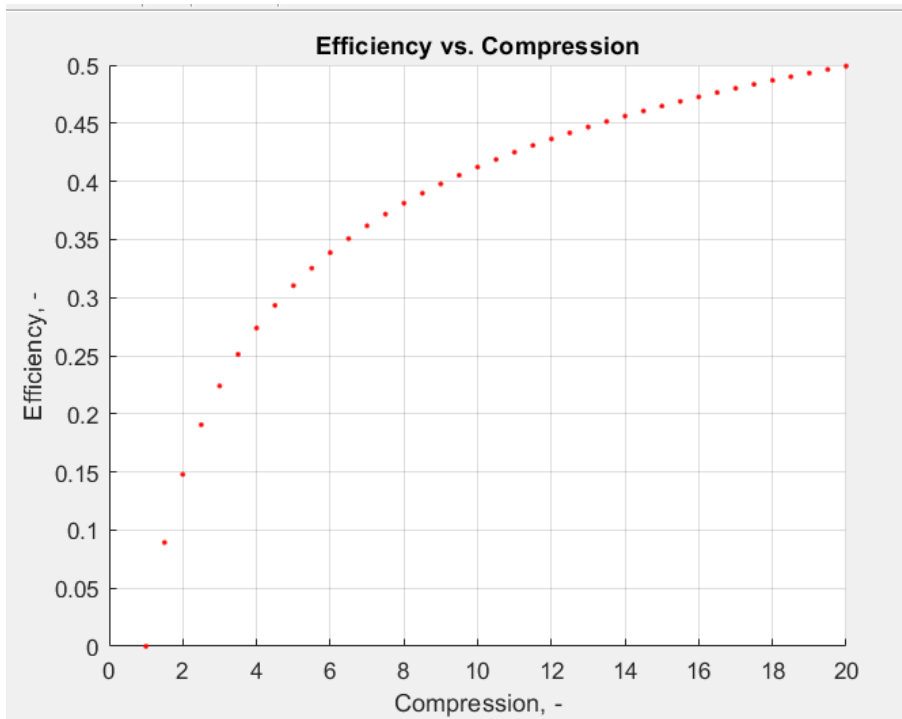
1. Określ parametry wejściowe dla modelu:

- Rodzaj gazu roboczego i jego przepływ masowy.
 - Temperatura T_1 i początkowe ciśnienie obiegu p_1 .
 - Stosunek ciśnień kompresorów i turbin (ekspanderów).
 - Temperatura gazu za HEX1 (T_3).
2. Oblicz parametry termodynamiczne w charakterystycznych punktach obiegu.
 3. Oblicz moc wyjściową z systemu, ilość dostarczonego i odebranego ciepła oraz sprawność termodynamiczną obiegu. Zakłada się, że sprawność wszystkich komponentów systemu wynosi 100% i traktujemy czynnik roboczy jako gaz doskonały.
 4. Sporządź wykresy zależności sprawności i mocy wyjściowej (patrz rys. 1.2) z systemu w funkcji:
 - Przyjętego stosunku ciśnień
 - Temperatury na wejściu do turbiny
 - Przepływu masowego czynnika roboczego.
 5. Zmodyfikuj kod modelu, aby narysować płaszczyznę w funkcji dwóch zmiennych: ciśnienia i temperatury T_3 - użyj funkcji *meshgrid* i *surf*.
 - Sprawność
 - Moc netto
 6. Dla wybranego zestawu parametrów, spróbuj znaleźć rzeczywiste maszyny, urządzenia i akcesoria, które mogą spełniać założenia projektowe w katalogach producentów. Spróbuj wybrać górne i dolne źródło ciepła oraz określ wymiary całej instalacji. Zapisz katalogi i dane w osobnym pliku i dołącz do raportu.

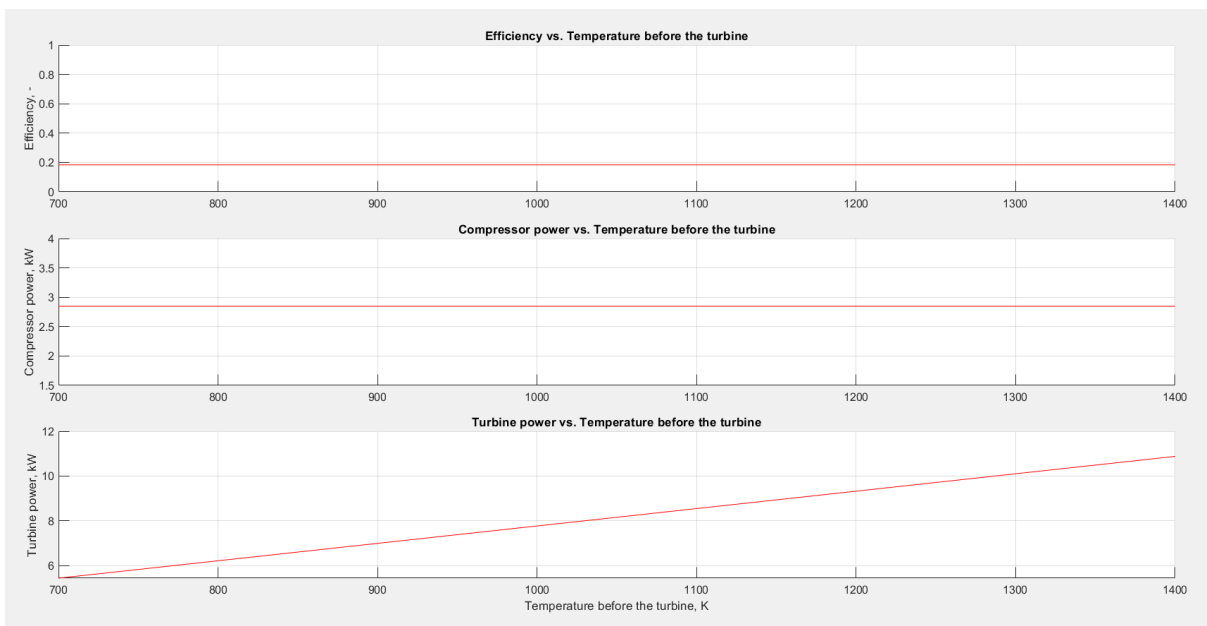
1.6 Sample program code in the Matlab/Octave environment

```
1 clc
2 clear all
3 close all
4 %% Initialization
5 m_air = 1; %Air mass flow, kg/s
6 cp_air = 1.006; %Specific heat, kJ/kg/K
7 k = 1.4; %Adiabate exponent
8 T_1 = 293; %Temp. in point 1, K
9 p_1 = 1013e2; %Pressure at point 1, Pa
10 T_3 = 900; %Temp. in front of turbine, K
11 sprezc = 6; %compressor pressure, -
12 sprezt = sprezc; %turbine pressure, -
13 etaC = 1.0; %Compressor efficiency, -
14 etaT = 1.0; %Turbine efficiency, -
15 %% Compressor Calculations
16 i_1 = T_1 * cp_air; %Enthalpy, kJ/kg/K
17 p_2 = p_1 * sprezc;
18 T_2s = T_1 * (p_2./p_1).^( (k-1)/k );
19 i_2s = T_2s * cp_air;
20 i_2 = i_2s / etaC;
21 T_2 = i_2 / cp_air;
22 Wc = m_air * (i_2-i_1); %Compressor power, W
23 %% Exchanger Calculations 1
24 p_3 = p_2;
25 Q_in = m_air * cp_air * (T_3-T_2); %Heat supplied, kW
26 %% Turbine calculations
27 i_3 = T_3 * cp_air; %Enthalpy, kJ/kg/K
28 p_4 = p_3 * 1/sprezt;
29 T_4s = T_3 * (p_4./p_3).^( (k-1)/k );
30 i_4s = T_4s * cp_air;
31 i_4 = i_4s / etaT;
32 T_4 = i_4 / cp_air;
33 Wt = -m_air * (i_4-i_3); %Turbine power, kW
34 %% Exchanger Calculation 2
35 p_4 = p_1;
36 Q_out = -m_air * cp_air * (T_1-T_4); %Heat received, kW
37 %% Results
38 eta = (Wt-Wc)./(Q_in);
39 fprintf('Circulation efficiency: %3.3f \n Compressor power: %3.2f kW \n
Heat supplied: %3.2f kW \n Turbine power: %3.2f kW \n',eta,Wc,Q_in,
Wt);
```

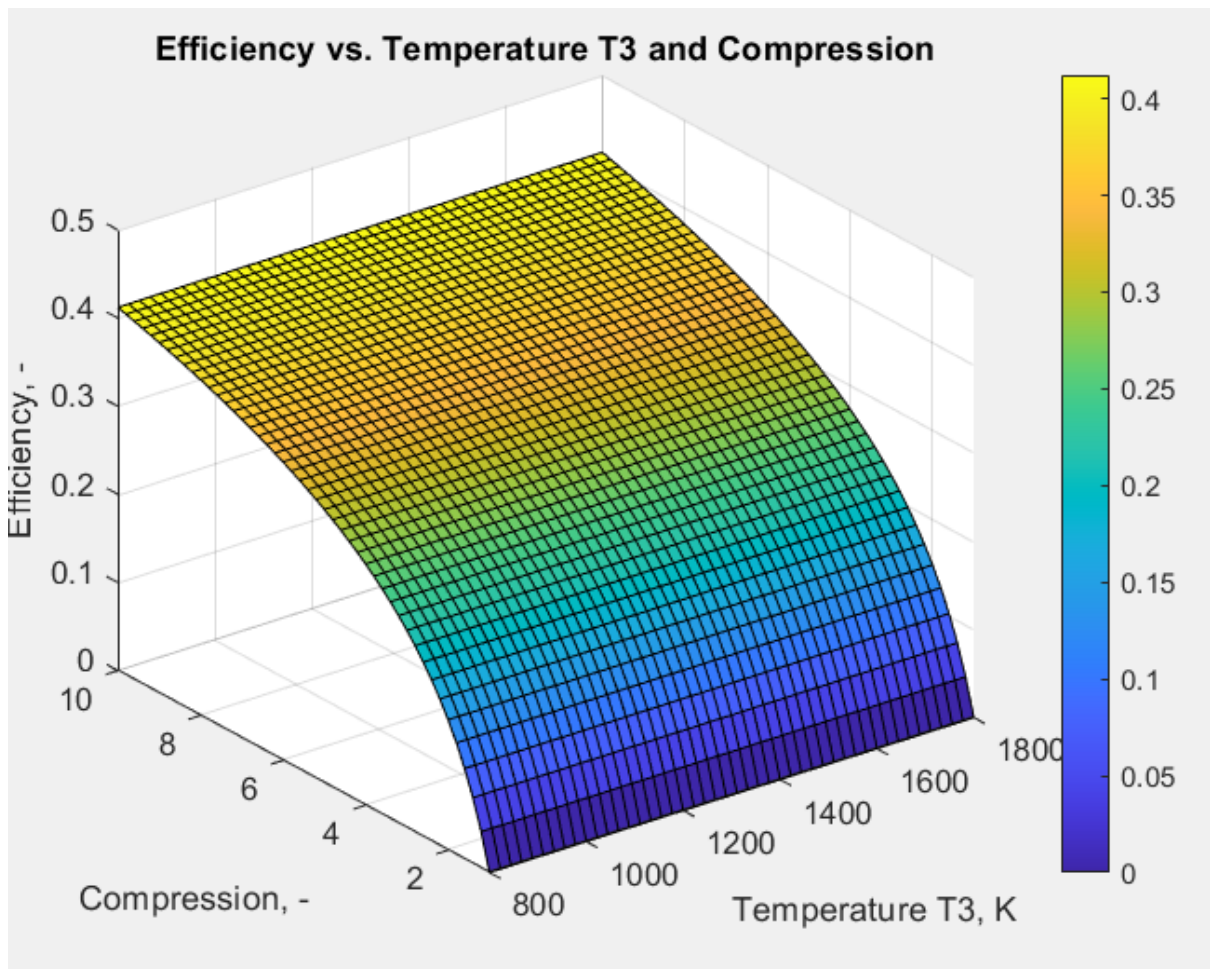
Listing 1.1: Sample program code



Rys. 1.2 Example 1



Rys. 1.3 Example 2



Rys. 1.4 Example 3