



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TRIESTE**



**dipartimento  
di ingegneria  
e architettura**

## **Corso di Macchine**

**ESERCITAZIONE EES - CICLO BRAYTON**

**Prof. Rodolfo Taccani**

**Prof. Ronelly De Souza**

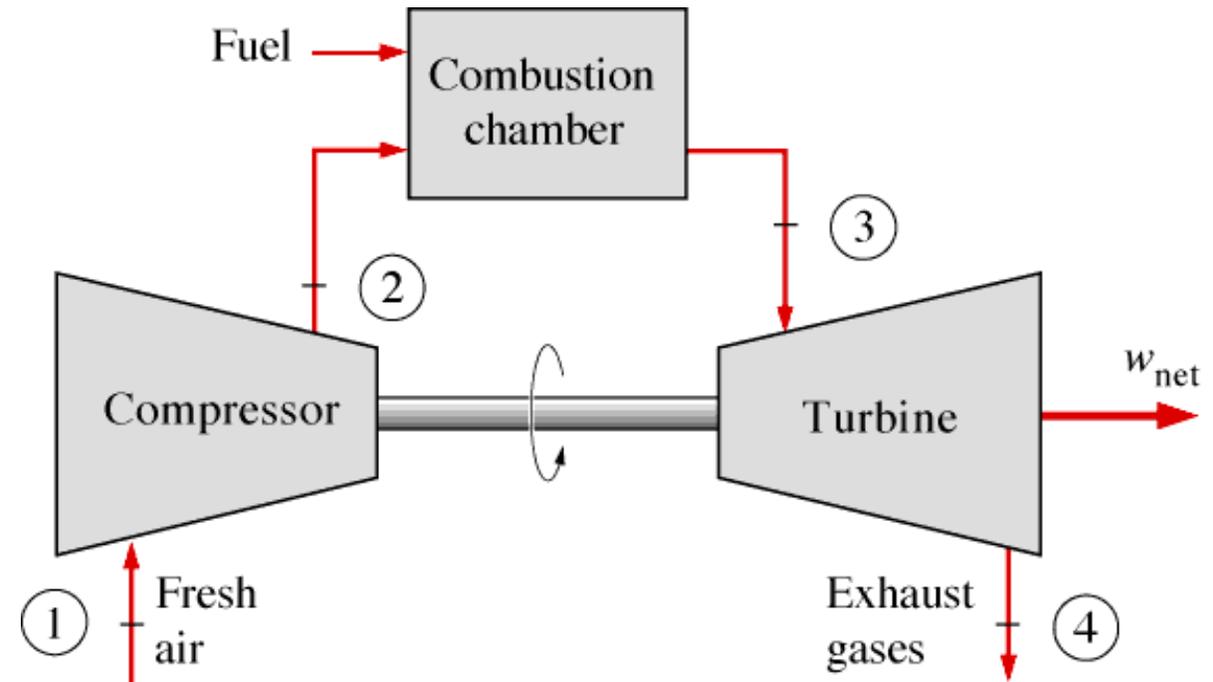
**A.A. 2024-2025**

## Ciclo di potenza a gas: Il Ciclo Brayton

- Ciclo ideale per la rappresentazione delle turbine a gas.
- Fluido di lavoro: aria

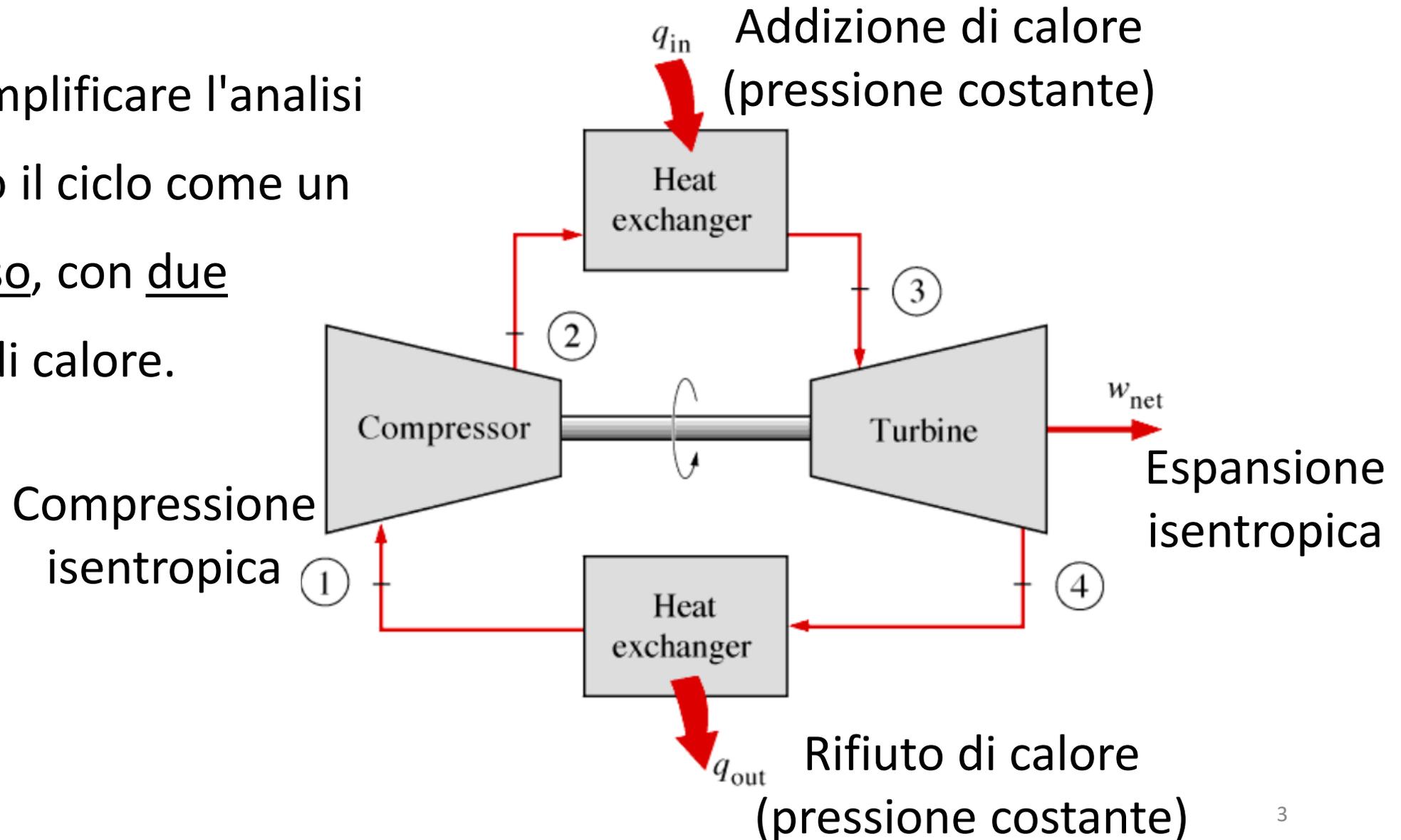
Essenzialmente, il ciclo consiste in:

- Compressione dal punto 1 al punto 2
- Combustione dal punto 2 al punto 3 (assunzione:  $P$  cte)
- Espansione dal punto 3 al punto 4



## Ciclo di potenza a gas: Il Ciclo Brayton

- Possiamo semplificare l'analisi considerando il ciclo come un sistema chiuso, con due scambiatori di calore.



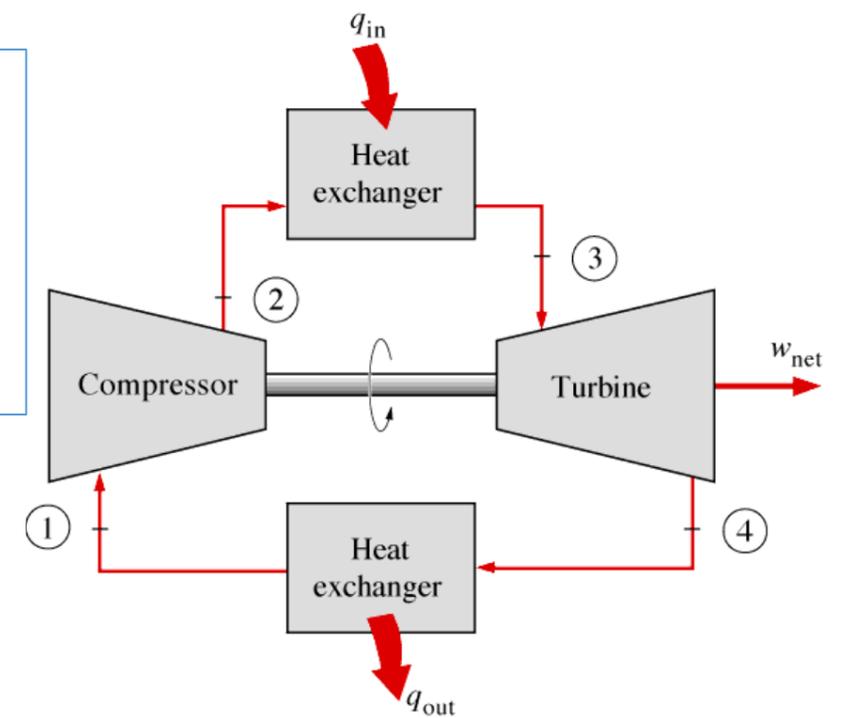


## Esercizio 1 - Ciclo Brayton

- Temperatura ambiente  $30^{\circ}\text{C}$
- Pressione ambiente 1 bar
- Temperatura massima del ciclo  $900^{\circ}\text{C}$
- Rapporto di pressione = 5
- Potenza netta 100 kW

Ipotesi:

- Gas ideale
- Proprietà corrispondenti all'aria



Costruire i dovuti grafici per analizzare:

Calcolare:

- Rendimento del ciclo
- Addizione di calore
- Rifiuto di calore
- Potenza ottenuta dalla turbina
- Potenza richiesta dal compressore

- Comportamento dell'efficienza per diversi rapporti di pressione
- Comportamento della potenza netta per diversi rapporti di pressione e livelli di temperatura massima ( $800^{\circ}\text{C}$ ,  $900^{\circ}\text{C}$ ,  $1000^{\circ}\text{C}$ )

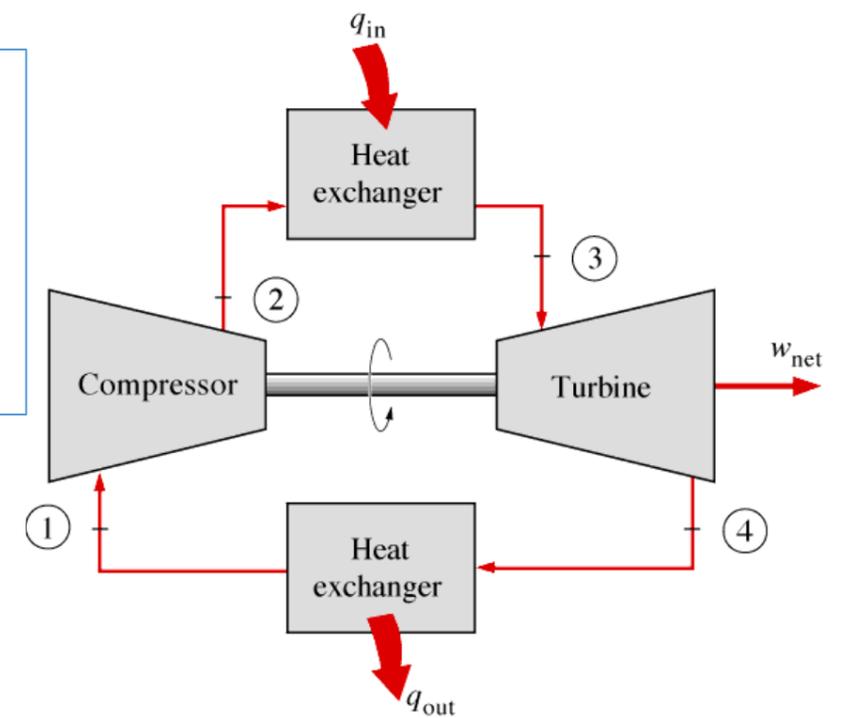


## Esercizio 1 - Ciclo Brayton

- Temperatura ambiente  $30^{\circ}\text{C}$
- Pressione ambiente 1 bar
- Temperatura massima del ciclo  $900^{\circ}\text{C}$
- Rapporto di pressione = 5
- Potenza netta 100 kW

Ipotesi:

- Gas ideale
- Proprietà corrispondenti all'aria



Unit Settings: SI C bar kJ mass deg

$$\beta = 5$$

$$\eta_{th} = 0.3508$$

$$\dot{m} = 0.3726$$

$$\dot{P}_{comp} = 66.24$$

$$\dot{P}_{net} = 100$$

$$\dot{P}_{turb} = 166.2$$

$$\dot{Q}_{in} = 285.1$$

$$\dot{Q}_{out} = 118.8$$

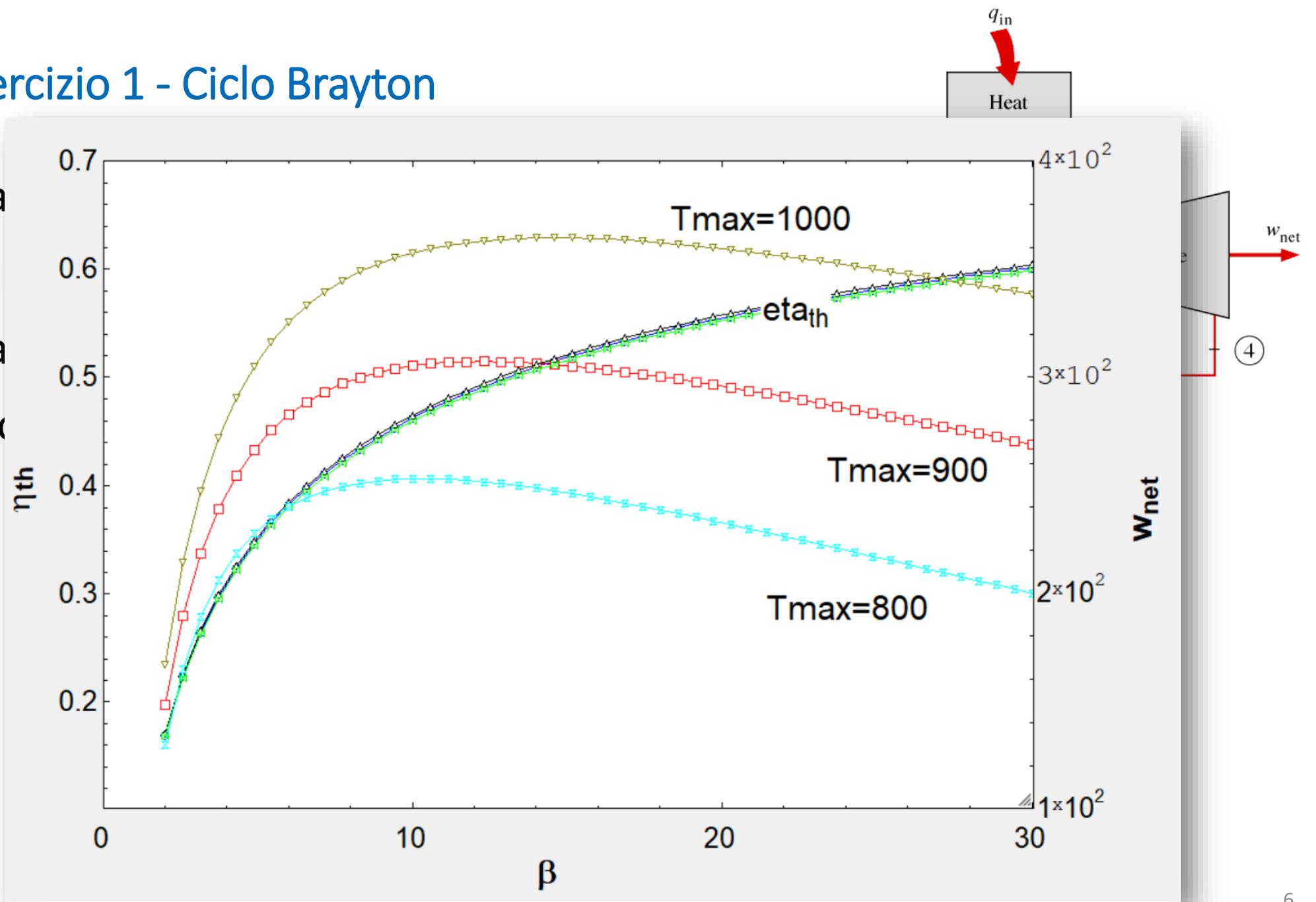
$$T_{max} = 900$$

$$w_{net} = 268.4$$



# Esercizio 1 - Ciclo Brayton

- Temperatura
- Pressione
- Temperatura
- Rapporto
- Potenza

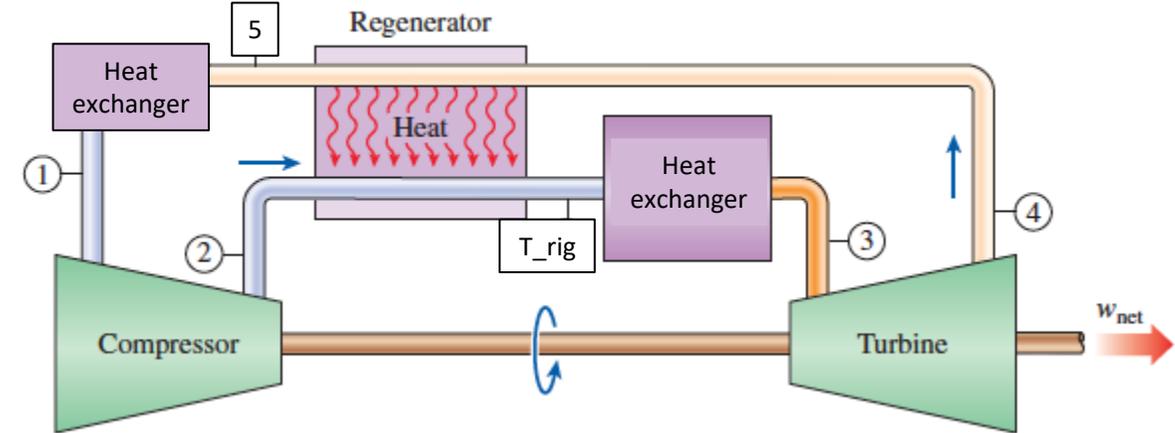


## Esercizio 2 - Ciclo Brayton con rigenerazione

- Temperatura ambiente  $30^{\circ}\text{C}$
- Pressione ambiente 1 bar
- Temperatura massima del ciclo  $900^{\circ}\text{C}$
- Rapporto di pressione = 5
- Potenza netta 100 kW
- Efficienza turbina 90%
- Efficienza compressore 87%
- Efficacia del rigeneratore: 70%, 80%, 90%

Ipotesi:

- Gas ideale
- Proprietà corrispondenti all'aria

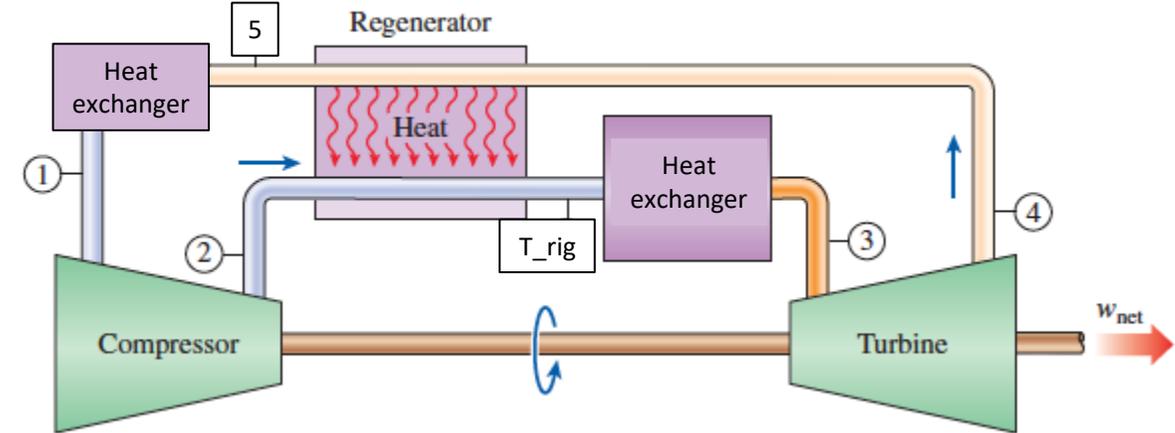


Calcolare:

- Rendimento del ciclo (con e senza il rigeneratore)
- Addizione di calore
- Rifiuto di calore
- Potenza ottenuta dalla turbina
- Potenza richiesta dal compressore
- Calore ottenuto dal rigeneratore

## Esercizio 2 - Ciclo Brayton con rigenerazione

- Temperatura ambiente 30°C
- Pressione ambiente 1 bar
- Temperatura massima del ciclo 900°C
- Rapporto di pressione = 5
- Potenza netta 100 kW
- Efficienza turbina 90%
- Efficienza compressore 87%
- Efficacia del rigeneratore: 70%, 80%, 90%

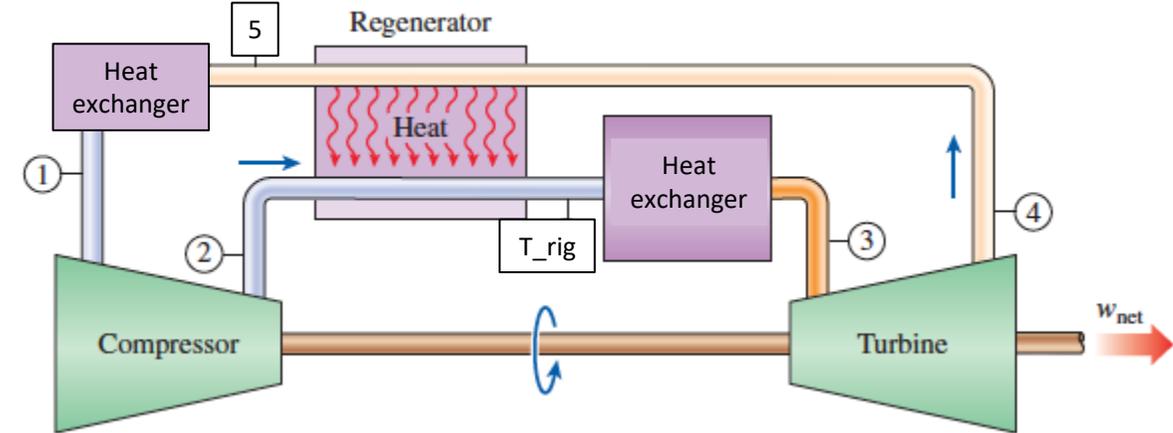


### Unit Settings: SI C bar kJ mass deg

$\beta = 5$	$\epsilon = 0.8$	$\eta_c = 0.87$	$\eta_{iso} = 0.3508$	$\eta_{no.rig} = 0.267$	$\eta_{rig} = 0.4205$
$\eta_t = 0.9$	$\dot{m} = 0.507$	$\dot{P}_{comp} = 103.6$	$\dot{P}_{net} = 100$	$\dot{P}_{turb} = 203.6$	$\dot{Q}_{in} = 374.5$
$\dot{Q}_{out} = 170.9$	$\dot{Q}_{rig} = 136.7$	$\dot{Q}_{saved} = 237.8$	$T_{max} = 900$	$w_{net} = 197.2$	

## Esercizio 2 - Ciclo Brayton con rigenerazione

- Temperatura ambiente  $30^{\circ}\text{C}$
- Pressione ambiente 1 bar
- Temperatura massima del ciclo  $900^{\circ}\text{C}$
- Rapporto di pressione = 5
- Potenza netta 100 kW
- Efficienza turbina 90%
- Efficienza compressore 87%
- Efficacia del rigeneratore: 70%, 80%, 90%

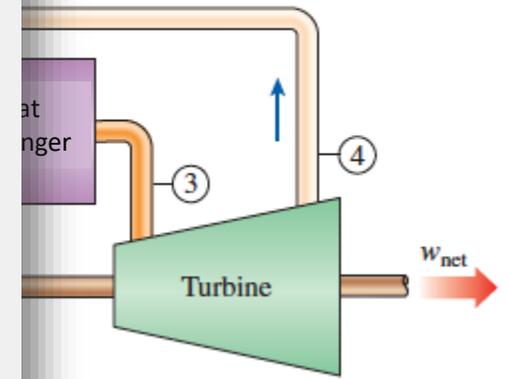
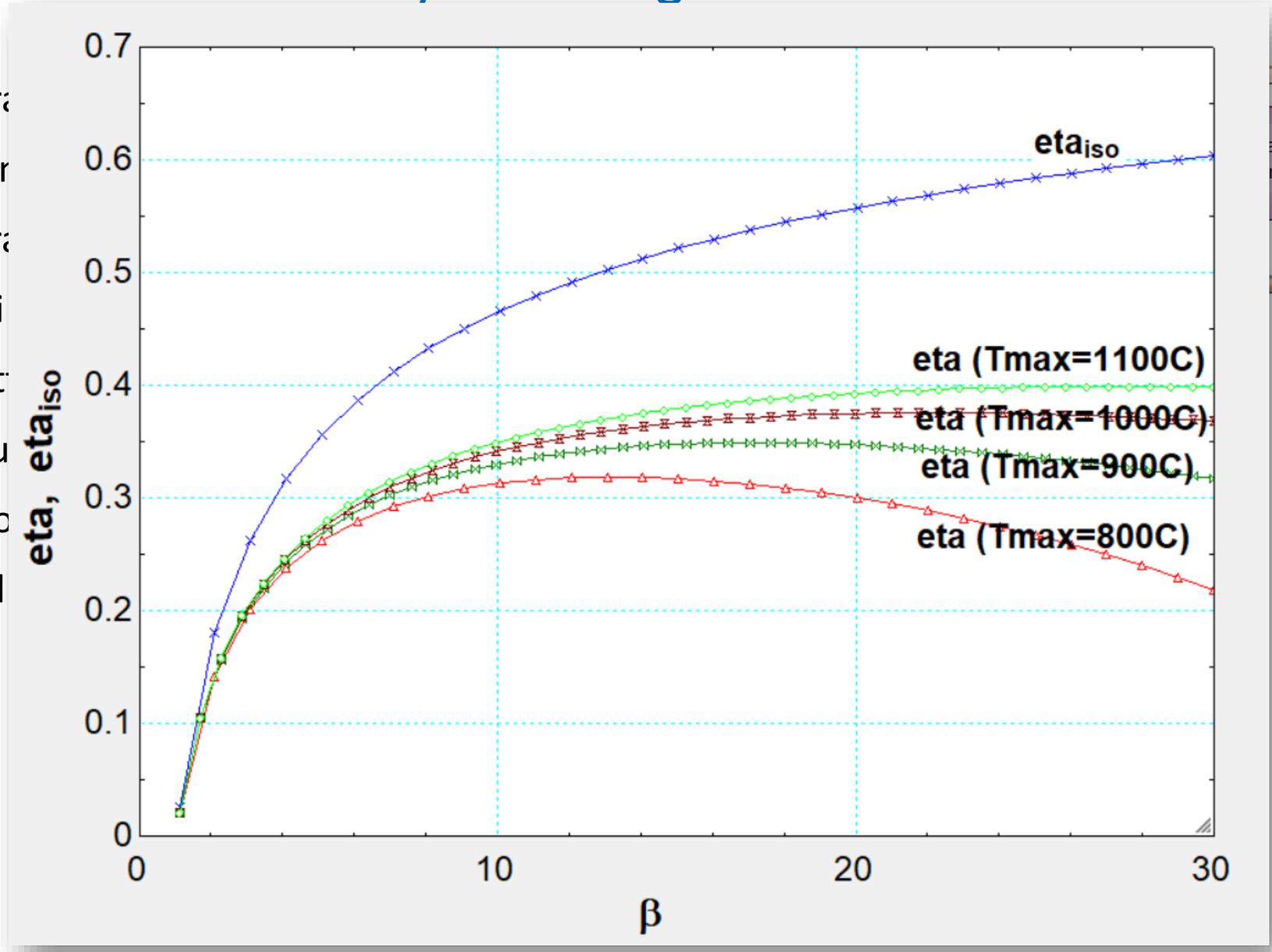


Costruire i dovuti grafici per analizzare:

- Comportamento dell'efficienza del ciclo per diversi rapporti di pressione e diversi livelli di temperatura massima ( $800^{\circ}\text{C}$ ,  $900^{\circ}\text{C}$ ,  $1000^{\circ}\text{C}$ ,  $1100^{\circ}\text{C}$ ).
- Comportamento dell'efficienza del ciclo per diversi rapporti di pressione, quando la efficacia del rigeneratore è 0%, 70%, 80%, 90% e 100%.
- Comportamento della potenza netta per diversi rapporti di pressione e diversi livelli di temperatura massima ( $800^{\circ}\text{C}$ ,  $900^{\circ}\text{C}$ ,  $1000^{\circ}\text{C}$ ,  $1100^{\circ}\text{C}$ ).

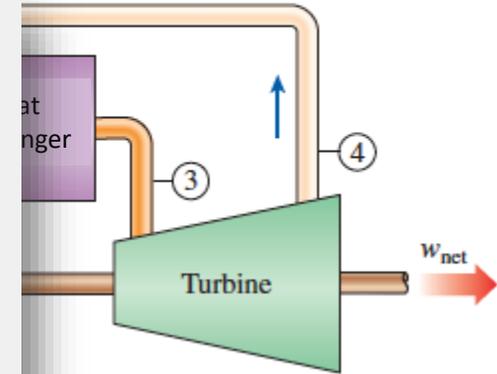
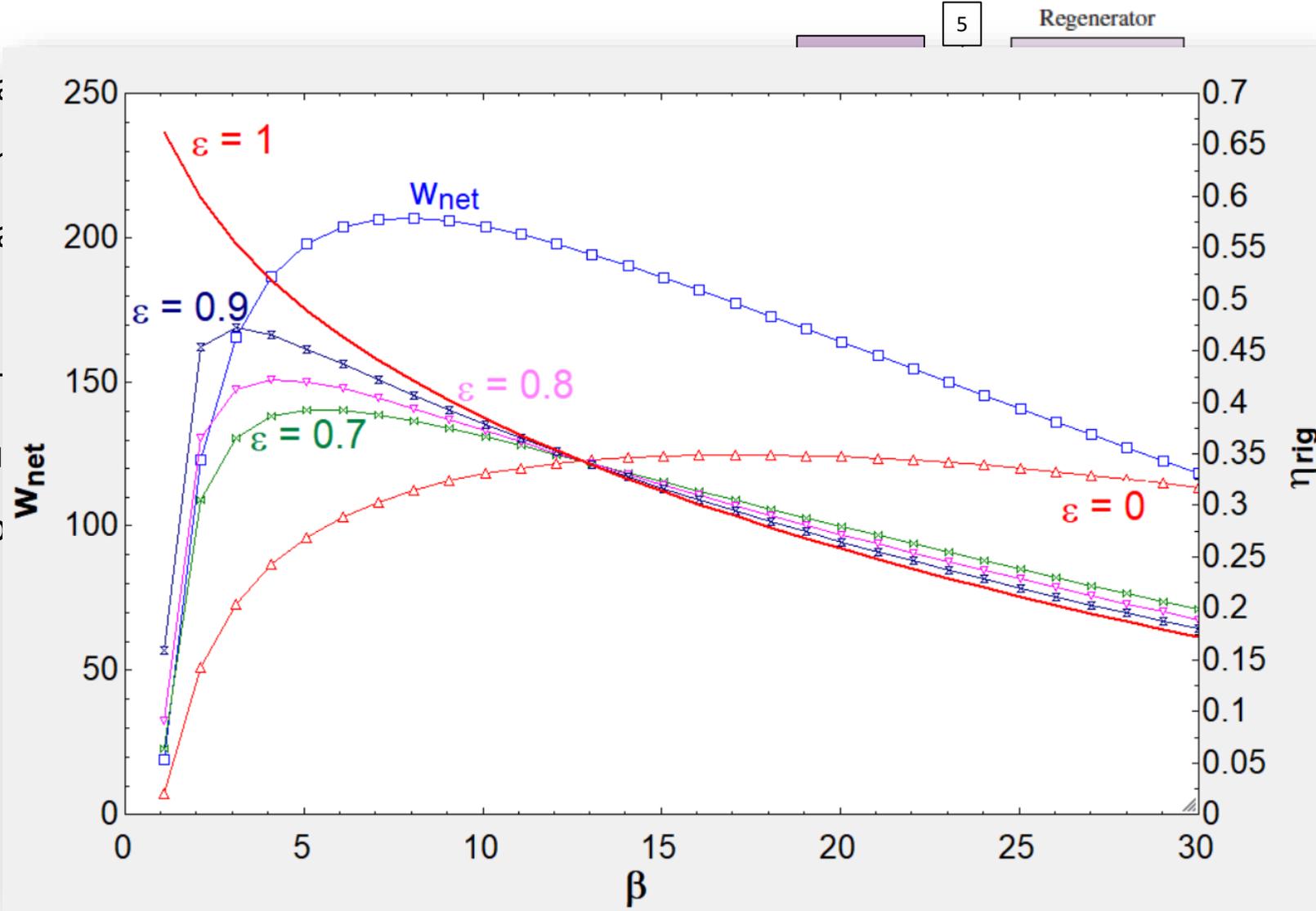
# Esercizio 2 - Ciclo Brayton con rigenerazione

- Temperatura
- Pressione ar
- Temperatura
- Rapporto di
- Potenza net
- Efficienza tu
- Efficienza co
- Efficacia del



# Esercizio 2 - Ciclo Brayton con rigenerazione

- Temperatura
- Pressione ar
- Temperatura
- Rapporto di
- Potenza net
- Efficienza tu
- Efficienza co
- Efficacia del



5

Regenerator

