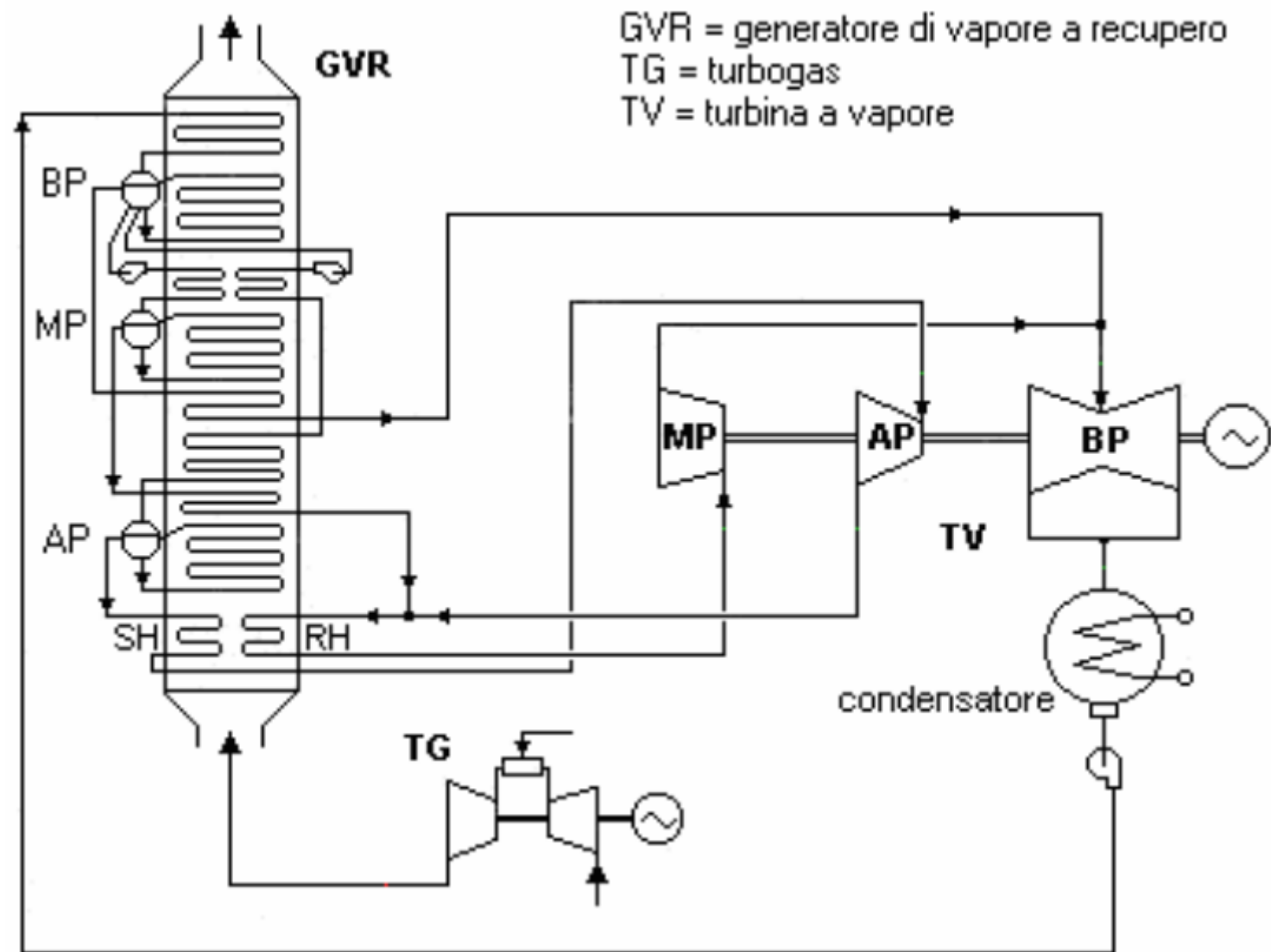


Ciclo combinato con turbina a gas FIAT-Mitsubishi 701F



Turbogas e GVR

- *all'aspirazione del compressore:*
 temperatura aria = 15°C
 pressione aria = 1013 mbar
- *alla mandata del compressore:*
 portata aria = 522,3 kg/s³
 temperatura aria = 382,3°C
 pressione aria = 1396 kPa
- *all'ingresso della turbina a gas:*
 portata gas = 464,1 kg/s
 temperatura gas = 1405°C
- *all'uscita della turbina a gas – ingresso del GVR:*
 portata gas⁴ = 574,1 kg/s
 temperatura gas = 615,6°C
- *all'uscita del GVR – ingresso del camino:*
 temperatura gas = 99°C

Turbina a vapore

- vapore SH:
 portata = 252,8 t/h
 pressione = 12,87 MPa
 temperatura = 550°C
- vapore RH:
 portata = 292 t/h
 pressione = 2,73 MPa
 temperatura = 540°C
- vapore MP:
 portata = 48,3 t/h
 pressione = 2,86 MPa
 temperatura = 332°C
- vapore BP:
 portata = 24,9 t/h
 pressione = 0,63 MPa
 temperatura = 232°C
- vapore scaricato al condensatore:
 pressione = 0,04 ata

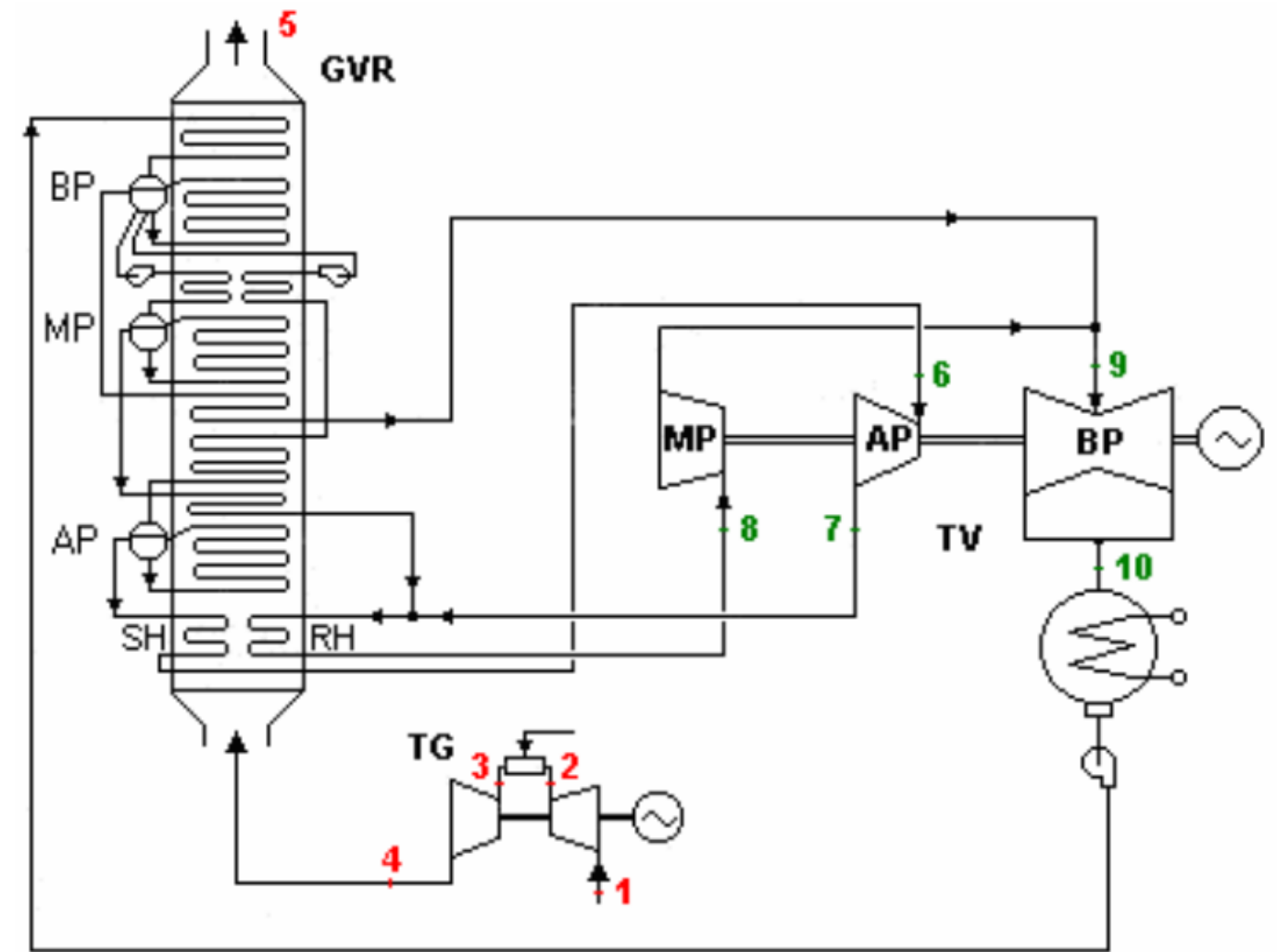
³ Comprende anche l'aria di raffreddamento delle parti rotoriche del turbogas

⁴ Comprende anche l'aria spillata dal compressore, pari a 37 kg/s, per raffreddare le parti statoriche del turbogas

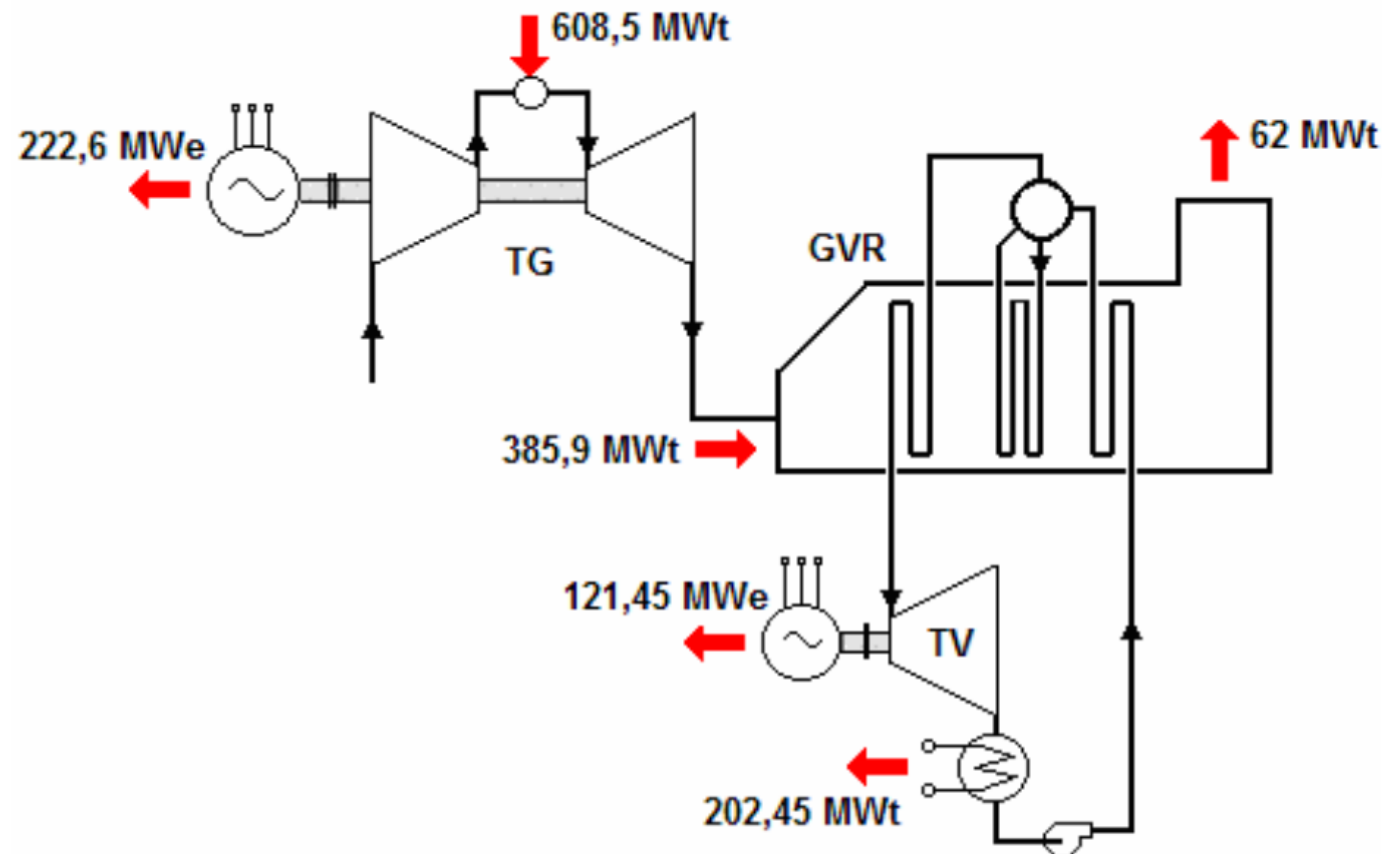
⁵ Potere calorifico inferiore (pci) = 8250 kcal/Sm³

Calcolare:

- la potenza assorbita dal compressore,
- la portata di gas naturale⁵ alla camera di combustione,
- la potenza generata dal turbogas,
- il rendimento del ciclo Brayton,
- la potenza assorbita dal GVR,
- la potenza generata dalla turbina a vapore,
- la potenza persa al camino,
- il rendimento del ciclo a vapore,
- il rendimento totale del ciclo combinato.
- La superficie di scambio termico del GVR
- La superficie del condensatore e la portata di acqua fredda
- Disegnare la turbina e il compressore in Inventor
- Dimensionare la pompa del ciclo a vapore



Flusso energetico indicativo



CICLO A VAPORE

| PUNTO | TEMPERATURA T (°C) | PRESSIONE p (bar) | ENTALPIA h (kJ/kg) | TITOLO x | PORTATA m' | |
|-------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-------------|---------------|--------|
| | | | | | (t/h) | (kg/s) |
| 6 | 550,0 | 128,70 | 3470,6 | 1,00 | 252,80 | 70,22 |
| 7 | 332,0 | 28,60 | 3078,1 | 1,00 | 252,80 | 70,22 |
| 8 | 540,0 | 27,30 | 3548,3 | 1,00 | 292,00 | 81,11 |
| 9 | 232,0 | 6,30 | 2918,1 | 1,00 | 316,90 | 88,03 |
| 10 | 28,7 | 0,04 | 2432,2 | 0,95 | 316,90 | 88,03 |

DATI

IPOTESI

Metodi per aumentare l'efficienza di cicli combinati riducendo la temperatura dell'aria aspirata dal turbogas

La potenza prodotta e l'efficienza di una turbina a gas dipendono fortemente dalle condizioni ambientali in cui essa opera.

Le prestazioni dei turbogas vengono normalmente definite in condizioni ISO di riferimento, corrispondenti ad una temperatura ambiente di 15°C e pressione di 1013 mbar.

Al di fuori delle condizioni di riferimento, la potenza ed il rendimento di un turbogas diminuiscono con continuità all'aumentare della temperatura. Questa dipendenza è sostanzialmente legata alle prestazioni del compressore, per il quale un aumento di temperatura determina la diminuzione della densità (e, quindi, della portata in massa) dell'aria elaborata e la richiesta di un maggior lavoro di compressione.

Risulta, quindi, chiaro che, un sistema in grado di ridurre la temperatura dell'aria in ingresso al compressore, specialmente in aree in cui il clima sia molto caldo, possa, almeno in teoria, essere vantaggioso per il sistema, sia dal punto di vista economico che ambientale. In particolare:

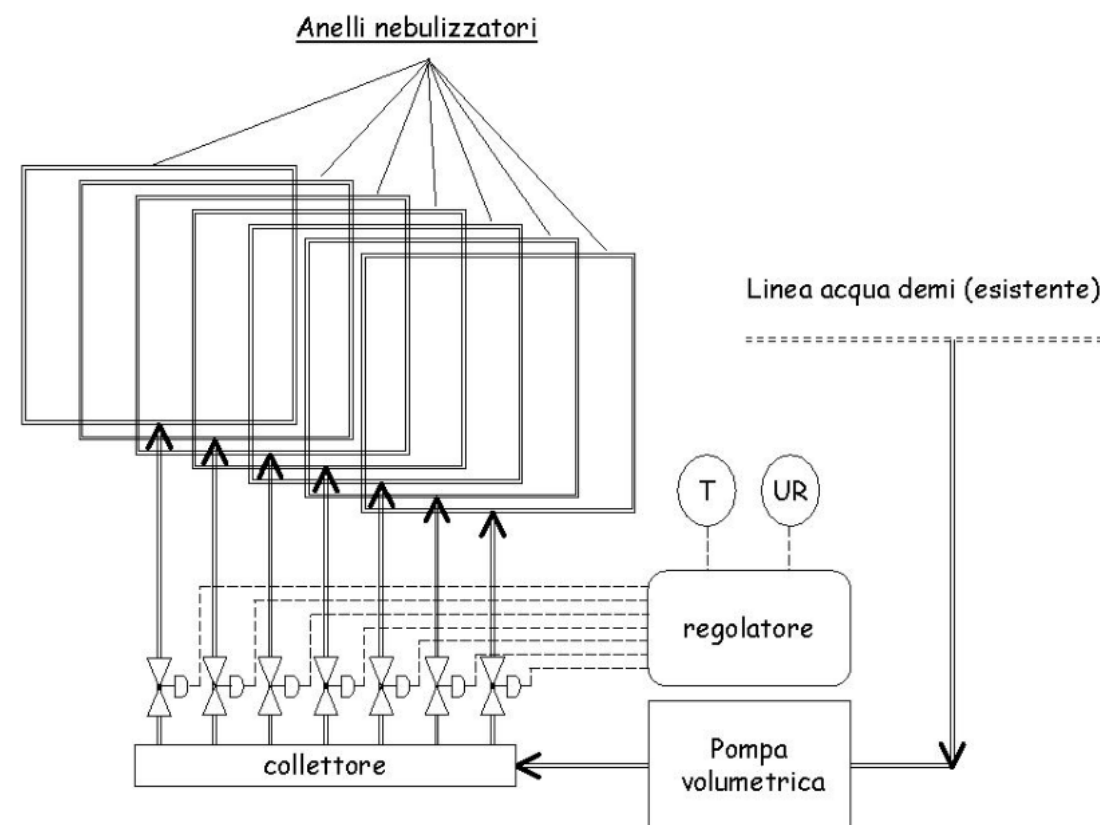
- l'aumento di potenza consente di produrre più energia, senza gravare troppo sui costi di investimento, riducendo, quindi, la quota di costo fisso (ammortamento);
- un aumento di rendimento significa riduzione del consumo di combustibile (a pari energia prodotta). Ciò produce non solo un vantaggio di tipo economico, facendo scendere il costo variabile del kWh (legato al combustibile), ma anche ambientale, poiché consente di diminuire le emissioni specifiche di CO₂ ed NO_x.

Sistema di raffreddamento per umidificazione dell'aria

Il sistema di umidificazione permette di ridurre la temperatura dell'aria in ingresso al compressore, umidificandola con acqua finemente polverizzata. L'atomizzazione dell'acqua (che conviene sia demineralizzata per evitare la formazione di depositi salini) deve essere spinta sino ad avere gocce del diametro di alcune decine di micron, in modo da alimentare il compressore con una sorta di nebbia, evitando rischi di danneggiamento delle pale. Il processo di umidificazione, che viene spinto sino al raggiungimento di un'umidità relativa del 95% (valore che rappresenta un valido compromesso tra un buon livello di umidificazione ed il rischio di ammettere acqua nel compressore), può essere considerato isoentalpico e consente di abbassare la temperatura dell'aria a valori prossimi alla sua temperatura di rugiada.

EX:

valutare incremento prestazionale ciclo combinato ipotizzando il processo di umidificazione di aria (a pressione atmosferica), inizialmente a 35°C e con umidità relativa del 50% (tipica condizione estiva) sino ad avere un'umidità relativa del 95%.



DISEGNO COMPRESSORE E TURBINA

