

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE  
DI INGEGNERE INDUSTRIALE JUNIOR****I Sessione 2011 - Sezione B  
Settore industriale junior****Classe 10 – Ingegneria ENERGETICA****Prova Pratica del 28 Luglio 2011**

Si consideri un impianto a ciclo combinato come quello schematizzato in figura 1.

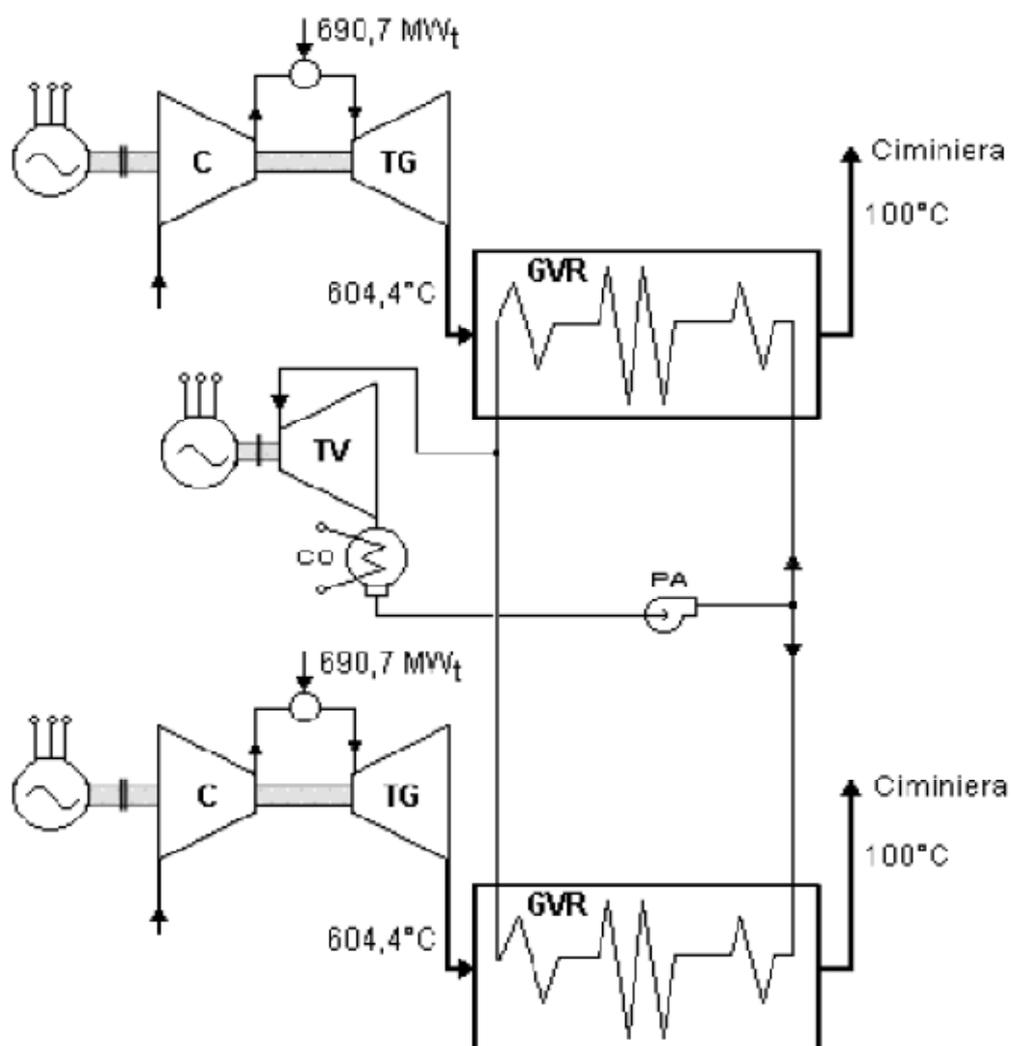


Fig. 1 : Schema di un impianto a ciclo combinato

La turbina a vapore sia alimentata dai due generatori di vapore a recupero secondo lo schema di fig. 2 dove è rappresentato un solo generatore di vapore a recupero.

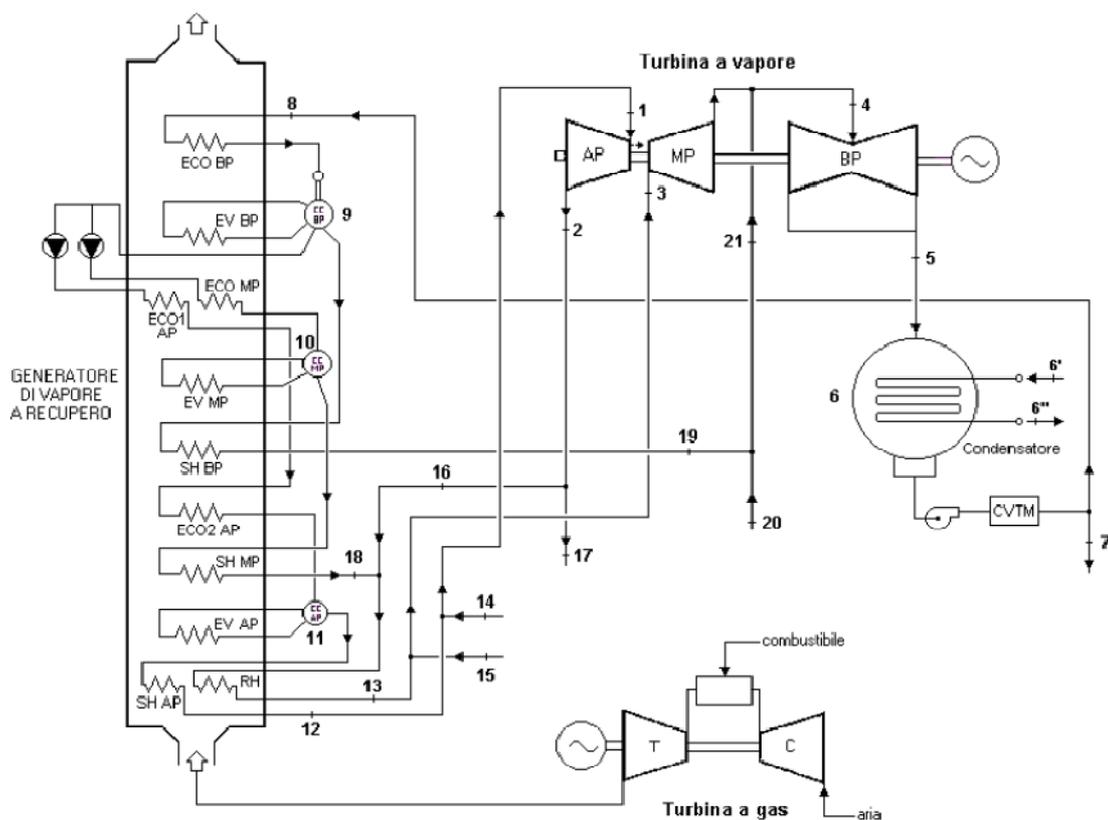


Fig.2 Schema di uno dei generatori di vapore a recupero connesso alla turbina a vapore.

Con riferimento ai dati di esercizio della turbina a gas (GE MS9001FA) riportati in tabella 1:

grandezza	valore	unità di misura
Temperatura dell'aria all'ingresso di ogni turbogas	15	°C
rapporto di compressione	15,4	-
Potere calorifico inferiore del gas naturale	47,000	MJ/kg
Temperatura dei prodotti di combustione all'uscita del turbogas	604,4	°C
Portata gas di scarico per ogni turbogas	656	kg/s
Potenza termica introdotta nel combustore	690,7	MWt
Temperatura dei gas di scarico all'uscita del GVR	100	°C

Tabella 1: Dati di esercizio della turbina a gas

e ad alcuni capisaldi dell'impianto a vapore (turbina e GVR) riportati in tabella 2:

localizzazione nello schema	n.ro	pressione bar	temperatura °C	Portata t/h
Ingresso turbina alta Pressione	1	102	534	598
scarico turbina di alta pressione	2	30	365	566
ingresso turbina di media pressione	3	27	357	618

ingresso turbina di bassa pressione	4	7	346	741
condensatore	6	0,043		
Pressione nel corpo cilindrico di alta pressione	11	110		
Pressione nel corpo cilindrico di media pressione	10	30		
Pressione nel corpo cilindrico di bassa pressione	9	8,5		
uscita surriscaldatore di alta pressione	12	106	537	300
uscita risurriscaldatore	13	27,4	539	309
uscita surriscaldatore di media pressione	18	29	312	25,8
uscita surriscaldatore di bassa pressione	19	7,3	305	46,2

Tabella 2 Capisaldi Turbina a vapore e generatore di vapore a recupero

Si supponga che i due GVR stiano lavorando in modo bilanciato per quanto riguarda pressioni, portate e temperature. Per i dati mancanti si faccia riferimento alle proprietà dell'acqua riportate nei manuali tecnici.

Il calore specifico dei fumi sia rappresentato con la relazione:

$$c_p(T) = (0,9378 + 2,045 * 10^{-4} T) \left(1 + \frac{1}{\lambda}\right)^{1,78} \text{ in kJ/(kg*K)}$$

$$\lambda = \frac{\dot{m}_{aria}}{\dot{m}_{GN}}$$

La candidata, il candidato valuti ed esponga in modo chiaro, organico e puntuale:

- a) la potenza elettrica generata da ogni turbogas;
- b) il rendimento del ciclo Brayton;
- c) la portata di gas naturale utilizzata da ogni turbogas e il rapporto portata d'aria, portata di gas naturale
- d) la potenza termica assorbita da ogni generatore di vapore a recupero;
- e) il rendimento del generatore di vapore;
- f) la potenza termica persa al camino;
- g) la potenza elettrica generata dalla turbina a vapore nelle condizioni nominali;
- h) il rendimento del ciclo Rankine;
- i) il rendimento totale del ciclo combinato;
- j) caratterizzi le finestre di temperatura all'interno delle quali operano i componenti presenti nel GVR presentando una chiara tabella in cui siano indicate le temperature di riferimento per i fumi (ingresso-uscita) e per il fluido termovettore (ingresso –uscita) insieme ai pinch –point, approach point, sottoraffreddamento;
- k) rappresenti graficamente i cicli realizzati ed accoppiati in cascata.