

TEMA D'ESAME 4-2-2014

CORSO PRODUZIONE DI POTENZA DA FONTI RINNOVABILI (a.a. 2013-14)

(Tempo a disposizione 2 ore)

Tutti gli strumenti necessari per la risoluzione del tema d'esame sono riportati sul tema stesso. Non è consentito l'utilizzo degli appunti né la consultazione con i colleghi.

Esercizio 1 (Punti 11)

Si confrontino dal punto di vista economico, due configurazioni di impianto geotermico per sola produzione di energia elettrica: configurazione a scarico libero e a piena condensazione. La sorgente è vapore secco a 300°C e 15 bar per una portata disponibile di 35 kg/s con incondensabili in frazione massica pari al 7% (per semplicità si ipotizzi che tutti gli incondensabili siano CO₂). Si determini la potenza generata (5 punti) nei due casi con le seguenti assunzioni:

Rendimento adiabatico turbina	0.9
Rendimento organico elettrico turbina	0.94
Rendimento compressore incondensabili	0.8
Rendimento motore elettrico compressore	0.95
Condensazione ad aria, T condensazione	45°C
Ausiliari cessione calore in ambiente	2% calore ceduto in ambiente
Compressore interrefrigerato	Due stadi identici, T uscita intercooler 45°C
Cp CO ₂ /teta CO ₂	0.9 kJ/kg K, 0.21 -

Il costo della turbina è pari a 400 €/kW_{el}, quello del condensatore e degli ausiliari è 50 €/kW_{th} ceduto in ambiente e del compressore della CO₂ pari a 200 €/kW_e. Determinare il costo dell'elettricità generata assumendo costi indiretti pari al 35% dei costi di impianto, un capital carrying charge del 12%, un costo manutenzione pari a 0.6 €/MWh. Le ore equivalenti di funzionamento sono a pari a 6800 h (4 punti).

Per la configurazione che lo consente, si ipotizzi di reiniettare l'acqua nel pozzo. Si calcolino la quota di energia elettrica rinnovabile generata nel caso a scarico libero sapendo che il flusso di energia geotermica è pari a 50 W/m² e la superficie del pozzo corrisponde a 70 ha (2 punti).

	p (bar)	LIQUIDO			VAPORE		
		h (kJ/kg)	s (kJ/kg K)	v (m ³ /kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg K)	v (m ³ /kg)
45	0.09582	188.3509	0.6383	0.0010	2583.2970	8.1661	15.2762
50	0.123353	209.2556	0.7035	0.0010	2592.1695	8.0776	12.0457
90	0.701088	376.9397	1.1925	0.0010	2660.1370	7.4799	2.3613
100	1.013253	419.0647	1.3069	0.0010	2676.0088	7.3554	1.6730
110	1.432659	461.3156	1.4185	0.0011	2691.3053	7.2388	1.2099
120	1.985429	503.7195	1.5276	0.0011	2705.9603	7.1293	0.8915
190	12.55124	807.5173	2.2356	0.0011	2784.2607	6.5036	0.1563
205	17.24296	874.9850	2.3778	0.0012	2793.7531	6.3906	0.1150

Risultati:

	scarico libero	piena condensazione
POTENZA (kW)	14888.6	22105.8
COE (€/MWh)	10.1	10.2
h eq/%	3100/46	-

Esercizio 2 (Punti 11)

Si calcoli il numero di loop e la potenza elettrica generata da un impianto solare termodinamico progettato con multiplo solare pari a 1.75, radiazione di progetto 900 W/m^2 e con un rendimento del ciclo di potenza di secondo principio pari al 65% e le seguenti caratteristiche (5 punti):

Superficie	450000 m^2	Riflettanza specchio	0.94	Potenza ausiliari	2.7 MW_{el}
Diametro collettore	5.9 m	Trasmittanza vetro	0.95	IAM	$\text{Cos}(\theta) - 5 \cdot 10^{-4} \cdot \theta$
Portata per loop	6 kg/s	Assorbanza ricevitore	0.89	$C_{p\text{fluido}}$	2.4 kJ/kg K
Tin, campo	290°C	Fattore intercettamento	0.95	ρ_{fluido}	800 kg/m^3
Tout, campo	450°C	Perdite termiche	$85 \text{ W/m}^2_{\text{campo}}$		

Si calcoli l'energia elettrica prodotta durante l'anno dall'impianto considerando che la radiazione solare complessiva è pari a 2168 kWh/m^2 , radiazione media pari a 650 W/m^2 , angolo di incidenza medio pari a 30° , perdite termiche e consumo degli ausiliari costante durante il funzionamento dell'impianto (4 punti)

Considerando un accumulo di tipo diretto, quanto è grande in termini volumetrici se ha una capacità pari a 5 h equivalenti? (2 punto)

Risultati:

Potenza Campo	267.5 MW
Potenza PB	152.9 MW
potenza ausiliari	2.7 MW
potenza netta	51.9 MW

Energia al ricevitore	632324.4 MWh
Energia al PB	504760.6 MWh
Energia netta PB	180153.8 MWh
Energia netta impianto	171239.2 MWh

dimensioni accumulo 8957.737 m^3

Quesito 3: Produzione di biogas da fermentazione anaerobica: tipologia, tecnologie, applicazioni

Quesito 4: Cosa è un sistema EGS (Enhanced Geothermal System)?

THERMODYNAMIC PROPERTIES OF WATER

