



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

Scuola di  
Ingegneria

**Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2015**

Classe	Sezione	Prova	Data
<b>INFORMAZIONE</b>	<b>A</b>	<b>I Prova scritta</b>	<b>18 Novembre 2015</b>

<b>Tema di:</b>	<b>Automazione</b>
-----------------	--------------------

Il candidato descriva il processo di progettazione di un sistema di controllo industriale, illustrandone le fasi, gli strumenti, le metodologie, le possibili soluzioni tecnologiche e motivando con opportuni esempi.

<b>Tema di:</b>	<b>Biomedica</b>
-----------------	------------------

Il candidato analizzi le problematiche relative alla progettazione e realizzazione di un dispositivo medico analizzando in particolare gli aspetti legati alla gestione del rischio, alla certificazione e alla validazione.

<b>Tema di:</b>	<b>Telecomunicazioni</b>
-----------------	--------------------------

Il candidato descriva le principali tappe che hanno contraddistinto l'evoluzione dei sistemi di comunicazione cellulare, soffermandosi dettagliatamente sulla transizione tra seconda e terza generazione. In proposito, si richiede la caratterizzazione delle procedure di gestione della qualità del servizio e di supporto della mobilità, fornendo alcuni esempi specifici.

<b>Tema di:</b>	<b>Informatica</b>
-----------------	--------------------

Il candidato descriva cosa si intende e a cosa servono il pre-processore, compilatore, linker, debugger, e interprete software. Se ne evidenzino quindi i concetti chiave con esempi.

<b>Tema di:</b>	<b>Elettronica</b>
-----------------	--------------------

La disponibilità tecnologica di processi di fonderia in grado di supportare la contemporanea realizzazione on chip tanto di dispositivi indirizzati ad applicazioni analogiche, anche a radiofrequenza, quanto di dispositivi finalizzati ad applicazioni digitali ha reso possibile incrementare la flessibilità delle architetture dei transceiver commerciali.

Il candidato illustri come tale risultato sia stato raggiunto, quali siano i vantaggi di tale approccio, come questo incrementi la flessibilità e semplifichi le architetture dei front end rispetto alle soluzioni convenzionali interamente analogiche.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

**Scuola di  
Ingegneria**

Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2015

Classe	Sezione	Prova	Data
<b>INDUSTRIALE</b>	<b>A</b>	<b>I Prova scritta</b>	<b>18 Novembre 2015</b>

**Tema di:** *Automazione*

Il candidato descriva il processo di progettazione di un sistema di controllo industriale, illustrandone le fasi, gli strumenti, le metodologie, le possibili soluzioni tecnologiche e motivando con opportuni esempi.

**Tema di:** *Biomedica*

Il candidato analizzi le problematiche relative alla progettazione e realizzazione di un dispositivo medicale analizzando in particolare gli aspetti legati alla gestione del rischio, alla certificazione e alla validazione.

**Tema di:** *Meccanica*

Il candidato descriva le principali prove di caratterizzazione dei materiali e come le informazioni relative possono essere usate durante le fasi di progettazione, sviluppo e vita di un generico componente meccanico; presenti, se lo ritiene necessario, un esempio applicativo specifico

**Tema di:** *Meccanica Calda*

Il candidato illustri l'impiego, le possibili soluzioni e le recenti innovazioni della turbina a vapore sia per utilizzo industriale in cogenerazione, sia per produzione di energia elettrica (da combustibile fossile e da fonti rinnovabili come solare e geotermico)

**Tema di:** *Elettrica*

Il Candidato descriva le modalità di gestione della rete elettrica nazionale con particolare riferimento alle problematiche collegate alla generazione distribuita.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

Scuola di  
Ingegneria

Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2015

Classe	Sezione	Prova	Data
<b>CIVILE EDILE AMBIENTALE</b>	<b>A</b>	<b>I Prova scritta</b>	<b>18 Novembre 2015</b>

**Tema di:** *Ambiente*

Il candidato descriva il ruolo della sedimentazione negli impianti di depurazione delle acque reflue.

**Tema di:** *Strutture*

Nel processo di progettazione, analisi e valutazione della sicurezza delle strutture la realtà viene modellata perseguendo contestualmente la massima semplificazione e la massima fedeltà mediante opportuni modelli. Il candidato commenti i passi del processo di progettazione, analisi e valutazione della sicurezza mostrando le principali approssimazioni di cui si fa uso e spiegandone vantaggi e conseguenze. Sviluppare a questo fine un esempio di progettazione di un semplice elemento strutturale.

**Tema di:** *Idraulica*

Il candidato descriva il comportamento delle onde di piena nei corsi d'acqua naturali

**Tema di:** *Infrastrutture*

Il candidato illustri i criteri di pianificazione nella definizione di un itinerario ciclabile ed il contenuti degli strumenti normativi di cui un progettista può avvalersi (cogenti e non) per la definizione di un percorso ciclabile e delle sue caratteristiche infrastrutturali.

**Tema di:** *Geotecnica*

Il metodo semi-probabilistico agli stati limite nella normativa geotecnica. Vantaggi e limiti.

**Tema di:** *Edile*

Il candidato svolga un tema relativo agli involucri tecnologicamente avanzati. Riguardo a tali sistemi tecnologici evidenzi altresì i rapporti fra progetto e produzione industriale.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

Scuola di  
Ingegneria

Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2015

Classe	Sezione	Prova	Data
<b>CIVILE EDILE AMBIENTALE</b>	<b>A</b>	<b>Il Prova scritta</b>	<b>25 Novembre 2015</b>

<b>Tema di:</b>	<b>Ambiente</b>
-----------------	-----------------

Con riferimento alla progettazione di un impianto di trattamento meccanico-biologico di rifiuti solidi, il candidato discuta dell'importanza della caratterizzazione del rifiuto in ingresso al sistema.

<b>Tema di:</b>	<b>Strutture</b>
-----------------	------------------

Il candidato delinei le procedure necessarie per acquisire l'agibilità strutturale di un edificio industriale monopiano prefabbricato in c.a. e c.a.p., danneggiato da un evento sismico e progettato per i soli carichi gravitazionali.

<b>Tema di:</b>	<b>Idraulica</b>
-----------------	------------------

Il candidato descriva la metodologia per il progetto di una briglia per la sistemazione di un torrente montano.

<b>Tema di:</b>	<b>Infrastrutture</b>
-----------------	-----------------------

Il candidato illustri i criteri su cui si basa il dimensionamento di una pavimentazione stradale soffermandosi sul confronto tra i metodi empirici e quelli empirico-razionali evidenziando inoltre i vantaggi di questi ultimi nella definizione degli interventi di manutenzione.

<b>Tema di:</b>	<b>Geotecnica</b>
-----------------	-------------------

Il ruolo dell'acqua nei problemi di ingegneria geotecnica.

<b>Tema di:</b>	<b>Edile</b>
-----------------	--------------

Il candidato rediga una relazione progettuale in cui descriva il progetto di un edificio universitario, evidenziando altresì metodi e criteri di progetto, riferendosi anche alla normativa vigente ed ipotizzando il sistema costruttivo ed i pacchetti tecnologici.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

Scuola di  
Ingegneria

Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2015

Classe	Sezione	Prova	Data
<b>INFORMAZIONE</b>	<b>A</b>	<b>Il Prova scritta</b>	<b>25 Novembre 2015</b>

**Tema di:** *Automazione*

Il candidato descriva con l'ausilio di opportuni esempi le principali cause di errore, rumore e incertezza in un processo automatico ed illustri quali soluzioni metodologiche e tecnologiche possono essere utilizzate con profitto nei contesti in cui la loro presenza non possa essere trascurata.

**Tema di:** *Biomedica*

Il candidato descriva il progetto preliminare di sistema per la valutazione di un parametro, a scelta del candidato, di interesse clinico/diagnostico. Il progetto dovrà analizzare le modalità di acquisizione ed elaborazione dei dati necessari per la determinazione del parametro di interesse, riportando lo schema a blocchi di principio, con le relative caratteristiche principali e le normative di riferimento. In particolare si chiede di analizzare i criteri e le metodologie per la valutazione della capacità del sistema di fornire l'uscita corretta.

**Tema di:** *Telecomunicazioni*

Il candidato enunci i principali vantaggi introdotti dalla tecnologia di trasmissione adottata dalla terza generazione di sistemi cellulari in termini di affidabilità, flessibilità, adattabilità e scalabilità. Evidenzi, infine, come le procedure di pianificazione e gestione della rete siano da essa influenzate.

**Tema di:** *Informatica*

Il candidato illustri e discuta l'architettura hardware/software di un sistema informativo per la gestione di pagamenti con carta di credito mediante add-on hardware da aggiungere a dispositivo mobile. Si presentino le principali funzioni e caratteristiche dei moduli presi in considerazione.

**Tema di:** *Elettronica*

Definito quale scenario di riferimento quello di un paziente che deve essere monitorato in continuo da remoto in alcuni parametri vitali il candidato discuta le caratteristiche di un sistema completamente wireless che consenta di implementare tale funzionalità.

E' richiesto al candidato di delineare:

- Le possibili architetture di sistema
- Individuare e descrivere i blocchi funzionali
- Delineare una metodologia per individuare, anche sulla base della normativa, le specifiche di sistema e quelle dei singoli blocchi funzionali.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

Scuola di  
Ingegneria

Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2015

Classe	Sezione	Prova	Data
<b>INDUSTRIALE</b>	<b>A</b>	<b>Il Prova scritta</b>	<b>25 Novembre 2015</b>

<b>Tema di:</b>	<b>Automazione</b>
-----------------	--------------------

Il candidato descriva con l'ausilio di opportuni esempi le principali cause di errore, rumore e incertezza in un processo automatico ed illustri quali soluzioni metodologiche e tecnologiche possono essere utilizzate con profitto nei contesti in cui la loro presenza non possa essere trascurata.

<b>Tema di:</b>	<b>Biomedica</b>
-----------------	------------------

Il candidato descriva il progetto preliminare di sistema per la valutazione di un parametro, a scelta del candidato, di interesse clinico/diagnostico. Il progetto dovrà analizzare le modalità di acquisizione ed elaborazione dei dati necessari per la determinazione del parametro di interesse, riportando lo schema a blocchi di principio, con le relative caratteristiche principali e le normative di riferimento. In particolare si chiede di analizzare i criteri e le metodologie per la valutazione della capacità del sistema di fornire l'uscita corretta.

<b>Tema di:</b>	<b>Meccanica Calda</b>
-----------------	------------------------

Il candidato illustri le soluzioni impiantistiche, i componenti principali e i criteri di progettazione di impianti con turbina a vapore a condensazione.

<b>Tema di:</b>	<b>Elettrica</b>
-----------------	------------------

Il Candidato illustri le definizioni dei diversi tipi di potenza in una rete elettrica in regime distorto, evidenziando le differenze sostanziali rispetto al caso di regime sinusoidale puro. Inoltre derivi, in via teorica, l'espressione per la valutazione della componente distorta e il suo contributo nella determinazione del fattore di potenza.



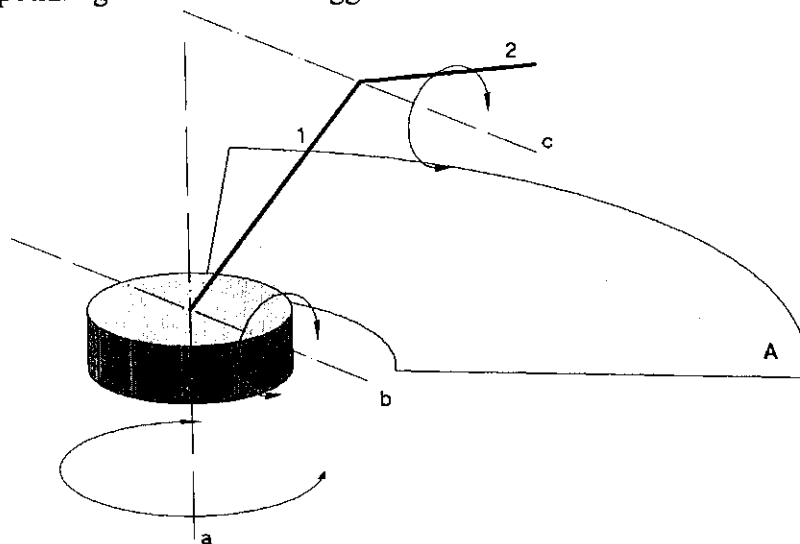
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

Scuola di  
Ingegneria

Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2015

Tema di:	Meccanica
----------	-----------

Il braccio robotizzato a 3 gradi di libertà (assi di rotazione a, b, c) schematizzato in figura deve movimentare degli oggetti (massa 10 kg, accelerazione massima  $2 \text{ m/s}^2$ ) all'interno dell'area A (settore circolare: Raggio minimo = 1 m, Raggio massimo = 3 m, angolo di apertura  $90^\circ$ ). Il candidato effettui un dimensionamento di massima dei segmenti 1 e 2, definisca i sistemi di movimentazione e dimensioni i relativi motori, tralasciando il sistema di afferraggio. Il candidato ipotizzi gli eventuali dati aggiuntivi necessari.



*Antonio Lucifora*



Classe	Sezione	Prova	Data
Industriale	A	IV	14/01/2016

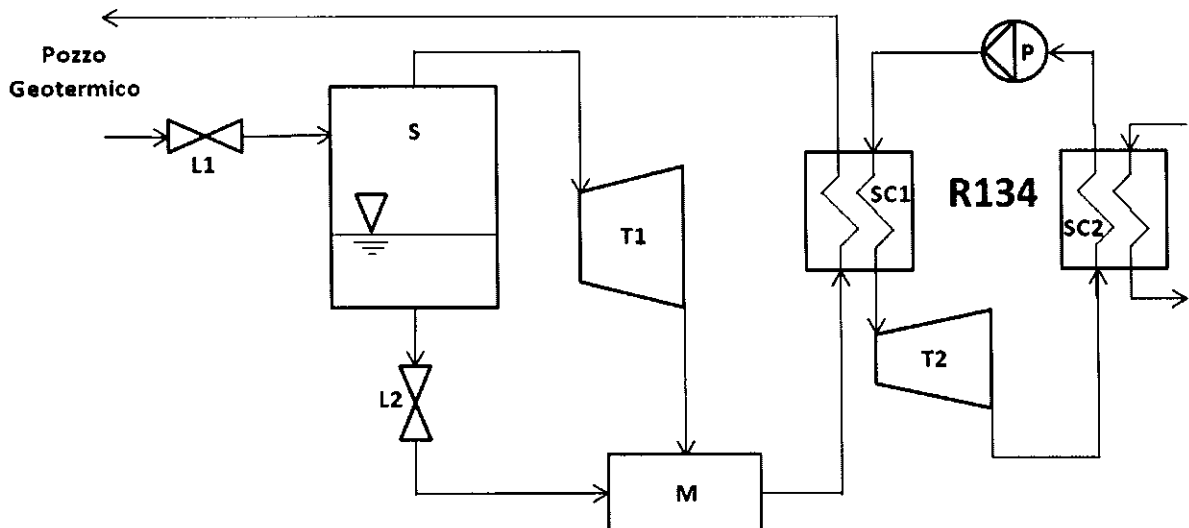
**Tema di:** *Meccanica Calda*

Nell'impianto rappresentato nella figura 1.2 kg/s di fluido geotermico (assimilabile ad acqua pura) escono dal sottosuolo alla temperatura di 291°C, alla pressione di 100 bar e ad entalpia di 1293.4kJ/kg. Sono laminati nella valvola L1 ed immessi nel separatore S alla pressione di 30 bar. Dal separatore viene prelevato vapore saturo secco che attraversa la turbina T1 e si espande fino a 2 bar con rendimento isoentropico 0,95. Il liquido, nello stato saturo nel separatore, è laminato nella valvola L2 fino a 2 bar, in modo da essere miscelato con il vapore che esce dalla turbina T1 nel miscelatore M. Utilizzando i dati delle tabelle a disposizione, si determini la potenza meccanica prodotta dalla turbina T1.

Allo scopo di recuperare, in parte, l'energia posseduta dal fluido all'uscita del miscelatore, si realizza un ciclo "binario" unendo al precedente un secondo impianto, come schematizzato in figura. Il fluido geotermico viene ora interamente condensato (a pressione costante di 2 bar) scambiando calore, nello scambiatore SC1, con un secondo fluido (R134a) prima di essere reinviato al pozzo geotermico. Il ciclo con R134a è un ciclo Rankine puro, senza surriscaldamento del vapore saturo all'uscita del generatore, con temperatura di saturazione al generatore pari a 95°C e temperatura di saturazione al condensatore pari a 55°C. La turbina T2 ha un'efficienza isoentropica pari a 0.92). Si determini la potenza meccanica prodotta dalla turbina T2 e l'efficienza del ciclo con R134a.

Per il raffreddamento del fluido R134a al condensatore del ciclo è a disposizione acqua alla temperatura di 30°C ed alla pressione di 1.5bar. Fatte le opportune ipotesi, si proceda al dimensionamento di massima del condensatore.

Calcolare la prevalenza della pompa necessaria a vincere le perdite di carico distribuite dell'acqua nei tubi del condensatore.







Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
I Sessione 2015

**N.B: Traccia non obbligatoria per il dimensionamento del condensatore:**

Scambiatore a tubi e mantello con un passaggio nei tubi ed uno nel mantello, acqua di raffreddamento interna ai tubi. Tubi in rame, tutti uguali, lisci internamente ed esternamente.

Per il calcolo del valor medio  $\alpha_w$  del coefficiente di convezione dell'acqua all'interno dei tubi è possibile usare l'equazione:

$$\text{Per } 2300 < Re < 5 \cdot 10^6 \quad Nu_w = \frac{Pr (Re - 1000) z}{1 + 12.7 (Pr^{1/3} - 1) z^{1/2}} \quad \text{con } z = \frac{0.5}{(1.58 \ln(Re) - 3.28)^2}$$

$$\text{per } Re < 2300 \quad Nu_w = 3.66$$

Per il calcolo del valor medio  $\alpha_f$  del coefficiente di scambio termico del R134a in condensazione su tubi lisci orizzontali è possibile usare l'equazione:

$$\alpha_f = 0.728 \left[ \frac{g \rho_l (\rho_l - \rho_v) k_l^3 r'}{D \mu_l \Delta T} \right]^{1/4}$$

$k_l$  è conduttività termica del liquido,  $D$  è il diametro esterno dei tubi,  $g$  è l'accelerazione di gravità,  $\rho_l$  e  $\rho_v$  sono rispettivamente le densità del liquido saturo e del vapore saturo,  $\mu_l$  è la viscosità dinamica del liquido,  $\Delta T$  è la differenza fra la temperatura di saturazione di R134a condensante e la temperatura di parete calcolata come temperatura media fra ingresso e uscita dell'acqua di raffreddamento esterna.

$r' = r + 3/8 c_p \Delta T$  dove  $r$  è il calore latente di condensazione,  $c_p$  è il calore specifico del liquido assunto pari a 4.18 kJ/kgK.

Per il calcolo delle perdite di carico distribuite usare il fattore di attrito secondo la seguente espressione:

Per  $Re < 2300$   $\lambda = 64/Re$

$$\text{Per } Re > 2300 \quad \lambda = 0.0055 \left[ 1 + \left( 2 \cdot 10^{-5} \frac{\epsilon}{D} + \frac{10^{-6}}{Re} \right) \right]$$

**PROPRIETA' DELL'ACQUA DI RAFFREDDAMENTO AL CONDENSATORE:**

Temperatura (C)	Densità (kg/m³)	Cond. Termica (W/m-K)	Viscosità (Pa-s)	Prandtl
30	995.67	0.616	7.97E-04	5.41
31	995.36	0.617	7.81E-04	5.29
32	995.05	0.619	7.65E-04	5.16
33	994.73	0.620	7.49E-04	5.05
34	994.39	0.622	7.34E-04	4.93
35	994.05	0.623	7.19E-04	4.82
36	993.71	0.625	7.05E-04	4.72
37	993.35	0.626	6.92E-04	4.61
38	992.99	0.628	6.78E-04	4.52
39	992.62	0.629	6.65E-04	4.42
40	992.24	0.631	6.53E-04	4.33
41	991.85	0.632	6.41E-04	4.24
42	991.46	0.633	6.29E-04	4.15

Temperatura (C)	Densità (kg/m³)	Cond. Termica (W/m-K)	Viscosità (Pa-s)	Prandtl
43	991.65	0.635	6.18E-04	4.06
44	990.65	0.636	6.07E-04	3.99
45	990.23	0.637	5.96E-04	3.91
46	989.81	0.639	5.86E-04	3.83
47	989.38	0.640	5.76E-04	3.76
48	988.95	0.641	5.66E-04	3.69
49	988.51	0.642	5.56E-04	3.62
50	988.06	0.644	5.47E-04	3.55
51	987.6	0.645	5.38E-04	3.49
52	987.14	0.646	5.29E-04	3.42
53	986.67	0.647	5.20E-04	3.36
54	986.2	0.648	5.12E-04	3.30
55	985.71	0.649	5.04E-04	3.25



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
I Sessione 2015

**PROPRIETA' DEL FLUIDO GEOTERMICO (acqua) IN CONDIZIONI DI SATURAZIONE**

Pressione (bar)	Temperatura (C)	Densità		Energia Interna			Entalpia			Entropia		
		(kg/m <sup>3</sup> ) L	(kg/m <sup>3</sup> ) V	(kJ/kg) L	(kJ/kg) LV	(kJ/kg) V	(kJ/kg) L	(kJ/kg) LV	(kJ/kg) V	(kJ/kg-K) L	(kJ/kg-K) LV	(kJ/kg-K) V
0.1	45.8	989.83	0.0682	191.8	2245.4	2437.2	191.8	2392.1	2583.9	0.649	7.500	8.149
0.2	60.1	983.13	0.131	251.4	2204.6	2456.0	251.4	2357.5	2608.9	0.832	7.075	7.907
0.3	69.1	978.25	0.191	289.2	2178.5	2467.7	289.3	2335.2	2624.5	0.944	6.823	7.768
0.4	75.9	974.3	0.250	317.6	2158.7	2476.3	317.6	2318.5	2636.1	1.026	6.643	7.669
0.5	81.3	970.94	0.309	340.5	2142.7	2483.2	340.5	2304.7	2645.2	1.091	6.502	7.593
0.6	85.9	967.99	0.366	359.8	2129.2	2489.0	359.9	2293.0	2652.9	1.145	6.386	7.531
0.7	89.9	965.34	0.423	376.7	2117.2	2493.9	376.8	2282.7	2659.4	1.192	6.287	7.479
0.8	93.5	962.93	0.479	391.6	2106.6	2498.2	391.7	2273.5	2665.2	1.233	6.201	7.434
0.9	96.7	960.7	0.535	405.1	2097.0	2502.1	405.2	2265.1	2670.3	1.270	6.125	7.394
1	99.6	958.63	0.590	417.4	2088.2	2505.6	417.5	2257.4	2674.9	1.303	6.056	7.359
1.1	102.3	956.69	0.645	428.7	2080.0	2508.7	428.8	2250.4	2679.2	1.333	5.994	7.327
1.2	104.8	954.86	0.700	439.2	2072.5	2511.7	439.4	2243.7	2683.1	1.361	5.937	7.298
1.3	107.1	953.13	0.755	449.1	2065.4	2514.4	449.2	2237.4	2686.6	1.387	5.884	7.271
1.4	109.3	951.49	0.809	458.3	2058.6	2516.9	458.4	2231.6	2690.0	1.411	5.835	7.246
1.5	111.4	949.92	0.863	467.0	2052.2	2519.2	467.1	2226.0	2693.1	1.434	5.789	7.223
1.6	113.3	948.41	0.916	475.2	2046.2	2521.4	475.4	2220.6	2696.0	1.455	5.746	7.201
1.7	115.2	946.97	0.970	483.0	2040.5	2523.5	483.2	2215.6	2698.8	1.475	5.706	7.181
1.8	116.9	945.57	1.02	490.5	2035.0	2525.5	490.7	2210.7	2701.4	1.495	5.668	7.162
1.9	118.6	944.23	1.08	497.7	2029.7	2527.3	497.9	2206.1	2703.9	1.513	5.631	7.144
2	120.2	942.94	1.13	504.5	2024.6	2529.1	504.7	2201.5	2706.2	1.530	5.597	7.127
3	133.5	931.82	1.65	561.1	1982.1	2543.2	561.4	2163.5	2724.9	1.672	5.320	6.992
4	143.6	922.89	2.16	604.2	1948.9	2553.1	604.7	2133.5	2738.1	1.777	5.119	6.896
5	151.8	915.29	2.67	639.5	1921.2	2560.7	640.1	2108.0	2748.1	1.860	4.960	6.821
6	158.8	908.59	3.17	669.7	1897.1	2566.8	670.4	2085.7	2756.1	1.931	4.828	6.759
7	165.0	902.56	3.67	696.2	1875.6	2571.8	697.0	2065.8	2762.8	1.992	4.715	6.707
8	170.4	897.04	4.16	720.0	1856.0	2576.0	720.9	2047.4	2768.3	2.046	4.616	6.662
9	175.4	891.92	4.65	741.6	1838.1	2579.6	742.6	2030.4	2773.0	2.094	4.527	6.621
10	179.9	887.13	5.15	761.4	1821.3	2582.7	762.5	2014.6	2777.1	2.138	4.447	6.585
11	184.1	882.62	5.64	779.8	1805.7	2585.5	781.0	1999.6	2780.6	2.179	4.374	6.552
12	188.0	878.35	6.13	797.0	1790.8	2587.8	798.3	1985.4	2783.7	2.216	4.306	6.522
13	191.6	874.28	6.61	813.1	1776.8	2589.9	814.6	1971.9	2786.5	2.251	4.243	6.494
14	195.0	870.39	7.10	828.4	1763.4	2591.8	830.0	1958.8	2788.8	2.284	4.184	6.468
15	198.3	866.65	7.59	842.8	1750.6	2593.4	844.6	1946.4	2791.0	2.314	4.129	6.443
16	201.4	863.05	8.08	856.6	1738.2	2594.8	858.5	1934.3	2792.8	2.344	4.076	6.420
17	204.3	859.58	8.57	869.8	1726.3	2596.1	871.7	1922.8	2794.5	2.371	4.027	6.398
18	207.1	856.22	9.06	882.4	1714.8	2597.2	884.5	1911.4	2795.9	2.398	3.980	6.378
19	209.8	852.96	9.55	894.5	1703.7	2598.2	896.7	1900.5	2797.2	2.423	3.935	6.358
20	212.4	849.8	10.04	906.1	1693.0	2599.1	908.5	1889.8	2798.3	2.447	3.892	6.339
30	233.9	821.9	15.00	1004.7	1598.5	2603.2	1008.3	1794.9	2803.2	2.646	3.540	6.186
40	250.4	798.37	20.09	1082.5	1519.2	2601.7	1087.5	1713.3	2800.8	2.797	3.273	6.070
50	263.9	777.37	25.35	1148.2	1448.8	2597.0	1154.6	1639.6	2794.2	2.921	3.053	5.974
60	275.6	758	30.82	1206.0	1383.9	2589.9	1213.9	1570.7	2784.6	3.028	2.862	5.890
70	285.8	739.72	36.53	1258.2	1322.8	2581.0	1267.7	1504.9	2772.6	3.122	2.692	5.815
80	295.0	722.2	42.51	1306.2	1264.3	2570.5	1317.3	1441.4	2758.7	3.208	2.537	5.745
90	303.3	705.16	48.80	1351.1	1207.4	2558.5	1363.9	1379.0	2742.9	3.287	2.392	5.679
100	311.0	688.42	55.46	1393.5	1151.7	2545.2	1408.1	1317.4	2725.5	3.361	2.255	5.616
150	342.2	603.52	96.73	1585.3	870.3	2455.6	1610.2	1000.5	2610.7	3.685	1.626	5.311
200	365.8	490.19	170.50	1786.4	508.6	2295.0	1827.2	585.1	2412.3	4.016	0.916	4.931



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
I Sessione 2015

**PROPRIETA' DEL FLUIDO R134a IN CONDIZIONI DI SATURAZIONE**

Temperatura (C)	Pressione (Mpa)	Densità		Energia Interna			Entalpia			Entropia		
		(kg/m <sup>3</sup> ) L	(kg/m <sup>3</sup> ) V	(kJ/kg) L	(kJ/kg) LV	(kJ/kg) V	(kJ/kg) L	(kJ/kg) LV	(kJ/kg) V	(kJ/kg-K) L	(kJ/kg-K) LV	(kJ/kg-K) V
0	0.293	1294.8	14.43	199.8	178.5	378.3	200.0	198.6	398.6	1.000	0.727	1.727
2.5	0.320	1286.5	15.73	203.1	176.6	379.7	203.4	196.7	400.1	1.012	0.714	1.726
5	0.350	1278.1	17.13	206.5	174.6	381.1	206.8	194.7	401.5	1.024	0.700	1.725
7.5	0.381	1269.6	18.63	209.9	172.6	382.5	210.2	192.8	402.9	1.036	0.687	1.723
10	0.415	1261.0	20.23	213.3	170.6	383.8	213.6	190.7	404.3	1.049	0.674	1.722
12.5	0.450	1252.2	21.93	216.7	168.5	385.2	217.0	188.7	405.7	1.061	0.661	1.721
15	0.488	1243.4	23.76	220.1	166.4	386.5	220.5	186.6	407.1	1.072	0.648	1.720
17.5	0.529	1234.4	25.71	223.5	164.3	387.9	224.0	184.5	408.4	1.084	0.635	1.719
20	0.572	1225.3	27.78	227.0	162.2	389.2	227.5	182.3	409.8	1.096	0.622	1.718
22.5	0.617	1216.1	29.99	230.5	160.0	390.5	231.0	180.1	411.1	1.108	0.609	1.717
25	0.665	1206.7	32.35	234.0	157.8	391.8	234.6	177.8	412.3	1.120	0.596	1.716
27.5	0.716	1197.2	34.86	237.5	155.5	393.0	238.1	175.5	413.6	1.132	0.584	1.715
30	0.770	1187.5	37.54	241.1	153.2	394.3	241.7	173.1	414.8	1.144	0.571	1.715
32.5	0.827	1177.6	40.38	244.7	150.9	395.5	245.4	170.7	416.0	1.155	0.558	1.714
35	0.887	1167.5	43.42	248.3	148.5	396.8	249.0	168.2	417.2	1.167	0.546	1.713
37.5	0.950	1157.2	46.65	251.9	146.1	398.0	252.7	165.6	418.3	1.179	0.533	1.712
40	1.017	1146.7	50.09	255.5	143.6	399.1	256.4	163.0	419.4	1.191	0.521	1.711
42.5	1.087	1136.0	53.75	259.2	141.1	400.3	260.2	160.3	420.5	1.202	0.508	1.710
45	1.160	1125.1	57.66	262.9	138.5	401.4	263.9	157.6	421.5	1.214	0.495	1.709
47.5	1.237	1113.8	61.82	266.7	135.8	402.5	267.8	154.7	422.5	1.226	0.483	1.708
50	1.318	1102.3	66.27	270.4	133.1	403.6	271.6	151.8	423.4	1.238	0.470	1.707
52.5	1.403	1090.5	71.02	274.2	130.3	404.6	275.5	148.8	424.3	1.249	0.457	1.706
55	1.492	1078.3	76.10	278.1	127.5	405.6	279.5	145.7	425.2	1.261	0.444	1.705
57.5	1.585	1065.8	81.55	282.0	124.5	406.5	283.5	142.5	425.9	1.273	0.431	1.704
60	1.682	1052.9	87.38	285.9	121.5	407.4	287.5	139.1	426.6	1.285	0.418	1.702
62.5	1.784	1039.5	93.65	289.9	118.3	408.2	291.6	135.7	427.3	1.297	0.404	1.701
65	1.890	1025.6	100.40	293.9	115.1	409.0	295.8	132.1	427.8	1.309	0.391	1.699
67.5	2.001	1011.2	107.68	298.0	111.7	409.7	300.0	128.3	428.3	1.321	0.377	1.698
70	2.117	996.3	115.57	302.2	108.2	410.3	304.3	124.4	428.7	1.333	0.362	1.696
72.5	2.238	980.6	124.14	306.4	104.5	410.9	308.7	120.2	428.9	1.346	0.348	1.693
75	2.364	964.1	133.49	310.7	100.6	411.3	313.1	115.9	429.0	1.358	0.333	1.691
77.5	2.496	946.7	143.75	315.1	96.6	411.7	317.7	111.3	429.0	1.371	0.318	1.688
80	2.633	928.2	155.08	319.6	92.3	411.8	322.4	106.4	428.8	1.384	0.301	1.685
82.5	2.777	908.5	167.68	324.2	87.7	411.9	327.2	101.2	428.4	1.397	0.285	1.681
85	2.926	887.2	181.85	328.9	82.7	411.7	332.2	95.5	427.8	1.410	0.267	1.677
87.5	3.082	863.8	198.00	333.9	77.4	411.2	337.4	89.4	426.8	1.424	0.248	1.672
90	3.244	837.8	216.76	339.1	71.4	410.5	342.9	82.5	425.4	1.439	0.227	1.666
92.5	3.414	808.1	239.16	344.6	64.6	409.2	348.8	74.7	423.5	1.455	0.204	1.659
95	3.591	772.7	267.14	350.6	56.6	407.2	355.3	65.4	420.7	1.472	0.178	1.649
97.5	3.777	726.9	305.31	357.6	46.4	404.0	362.7	53.6	416.3	1.491	0.145	1.636
100	3.972	651.2	373.01	367.2	29.8	397.0	373.3	34.4	407.7	1.519	0.092	1.611



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

Scuola di  
Ingegneria

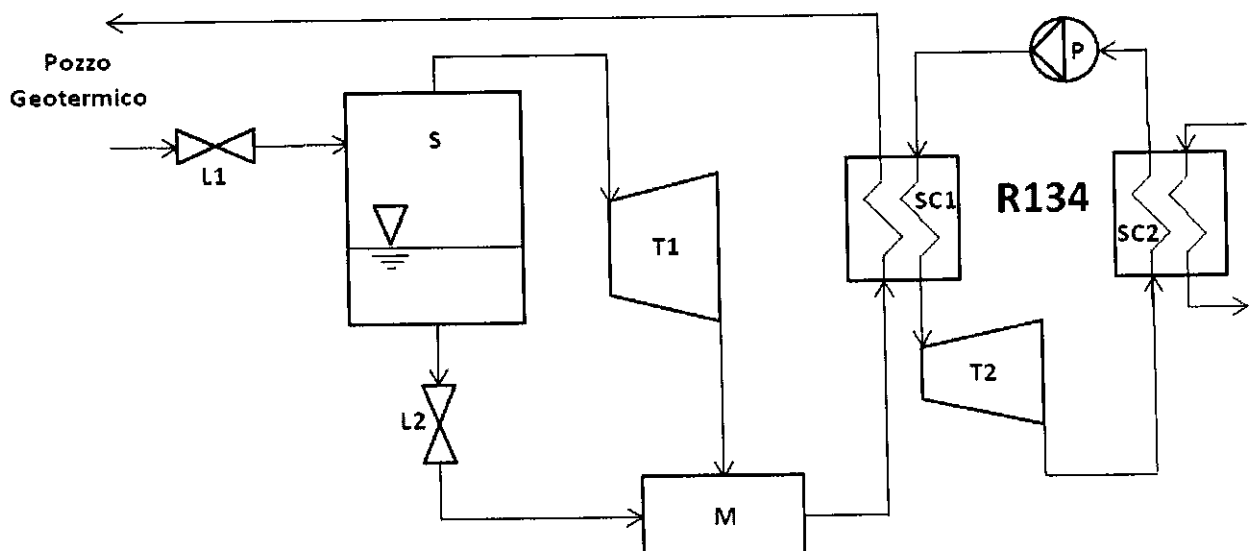
Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2015

Classe	Sezione	Prova	Data
<b>INDUSTRIALE</b>	<b>B</b>	<b>Prova Pratica</b>	<b>14 gennaio 2016</b>

**Tema di:** *Indirizzo: Meccanica Calda*

Nell'impianto rappresentato nella figura 1.2 kg/s di fluido geotermico (assimilabile ad acqua pura) escono dal sottosuolo alla temperatura di 291°C, alla pressione di 100 bar e ad entalpia di 1293.4kJ/kg. Sono laminati nella valvola L1 ed immessi nel separatore S alla pressione di 30 bar. Dal separatore viene prelevato vapore saturo secco che attraversa la turbina T1 e si espande fino a 2 bar con rendimento isoentropico 0,95. Il liquido, nello stato saturo nel separatore, è laminato nella valvola L2 fino a 2 bar, in modo da essere miscelato con il vapore che esce dalla turbina nel miscelatore M. Utilizzando i dati delle tabelle a disposizione, si determini la potenza meccanica prodotta dalla turbina T1.

Allo scopo di recuperare, in parte, l'energia posseduta dal fluido all'uscita del miscelatore, si realizza un ciclo "binario" unendo al precedente un secondo impianto, come schematizzato in figura. Il fluido geotermico viene ora interamente condensato (a pressione costante di 2 bar) scambiando calore, nello scambiatore SC1, con un secondo fluido (R134a) prima di essere reinviato al pozzo geotermico. Il ciclo con R134a è un ciclo Rankine puro, senza surriscaldamento del vapore saturo all'uscita del generatore, con temperatura di saturazione al generatore pari a 95°C e temperatura di saturazione al condensatore pari a 55°C. La turbina T2 ha un'efficienza isoentropica pari a 0.92). Si determini la potenza meccanica prodotta dalla turbina T2 e l'efficienza del ciclo con R134a.



*Antonio Sestini*



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

Scuola di  
Ingegneria

Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2015

Tema di: *Elettrica*

**Progetto di un impianto fotovoltaico di media potenza.**

A seguito dell'emanazione dei nuovi decreti per l'incentivazione delle fonti rinnovabili, un centro commerciale ha deciso di realizzare un impianto fotovoltaico con potenza di picco pari a 350 kW.

Per la realizzazione sono stati selezionati i seguenti pannelli fotovoltaici e inverter:

Pannelli fotovoltaici			Inverter	
DATI ELETTRICI			Dati tecnici	STP 15000 /
	X21-335-BLK	X21-345		
Potenza nominale <sup>12</sup> (P <sub>nom</sub> )	335 W	345 W	Ingresso (CC)	15260 W
Tolleranza di potenza	+5/-0%	+5/-0%	Potenza CC max. (@ cos φ=1)	1000 V
Efficienza media del modulo <sup>13</sup>	21,1%	21,5%	Tensione d'ingresso max.	580 V - 800 V / 580 V
Tensione al punto di massima potenza (V <sub>mpp</sub> )	57,3 V	57,3 V	Range di tensione MPP / Tensione nominale d'ingresso	570 V / 620 V
Corrente al punto di massima potenza (I <sub>mpp</sub> )	5,85 A	6,02 A	Tensione di ingresso min. / Tensione d'avviamento	36 A / 36A
Tensione a circuito aperto (V <sub>oc</sub> )	67,9 V	68,2 V	Corrente d'ingresso max. / Corrente d'ingresso max. per stringa	1 / 6
Corrente di cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	6,23 A	6,39 A	Numero ingressi MPP indipendenti / Stringhe per ingresso MPP	
Tensione massima del sistema	1000 V IEC & 600 V UL		Uscita (CA)	15000 W
Corrente massima del fusibile	20 A		Potenza nominale (@230 V, 50 Hz)	15000 VA
Coef. temp. potenza	-0,30% / °C		Potenza apparente CA max.	3 / N/ PE, 230 V/ 400V;
Coef. temp. tensione	-167,4 mV / °C		Tensione nominale CA / Range	160V - 280V
Coef. temp. corrente	3,5 mA / °C		Frequenza di rete CA / Range	50 Hz, 60 Hz / -6 Hz, +5 Hz
			Frequenza di rete nominale / Tensione di rete nominale	50 Hz / 230 V
			Corrente d'uscita max.	24 A
			Fattore per potenza nominale	1
			Fasi di immissione / Fasi di collegamento	3 / 3

Supponendo che non ci siano vincoli particolari sul posizionamento dei pannelli e degli inverter, al candidato è chiesto di:

1. individuare il numero di pannelli e il numero di inverter necessari per la realizzazione dell'impianto;
2. proporre una possibile implementazione in sottocampi fotovoltaici di identica potenza, indicando il numero di pannelli per stringa e il numero di stringhe necessarie per ciascun sottocampo;
3. descrivere le procedure previste per le operazioni di manutenzione ordinaria e di verifica del funzionamento e dell'efficienza dell'impianto;
4. disegnare lo schema a blocchi della distribuzione elettrica;
5. dimensionare le protezioni previste per l'impianto in oggetto, con particolare attenzione alle protezioni da corto circuito.
6. redigere la bozza del certificato di collaudo.

Per lo svolgimento della prova, il Candidato è libero di effettuare tutte le ipotesi che riterrà necessarie e di operare le scelte che riterrà più opportune.

Il Candidato dovrà presentare una relazione dettagliata e ordinata e dovrà esporre con chiarezza le motivazioni delle scelte operate.

La capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

*Autore della bozza*



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

**Scuola di  
Ingegneria**

Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2015

**Tema di:** *Indirizzo: Meccanica*

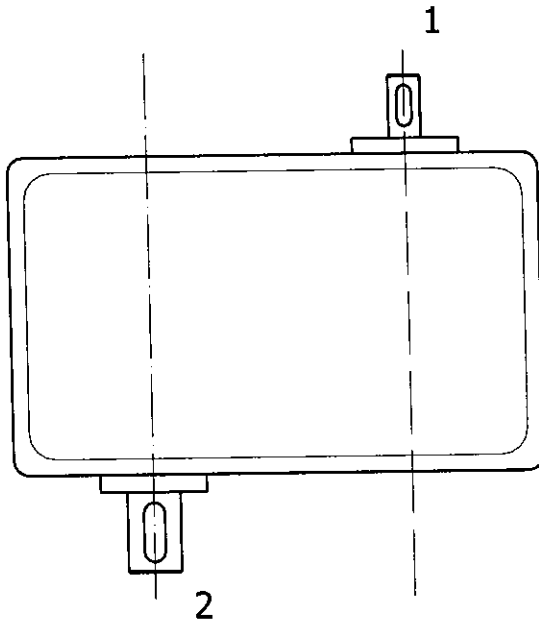
Il candidato esegua il disegno costruttivo di massima del riduttore mostrato in figura (visto dall'alto), considerando le seguenti specifiche:

velocità albero primario  $n_1 = 1400$  rpm  
potenza  $P = 10$  kW  
indice di riduzione  $i = 10,5$

In particolare esegua il candidato il progetto dei seguenti elementi:

- ruote dentate
- alberi
- cuscinetti

e le verifiche ritenute necessarie; il candidato ipotizzi gli eventuali dati aggiuntivi necessari.



*Autore: [Signature]*