



Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere

Sezione A - Settore Civile e Ambientale

Prova pratica di progettazione del 30 Luglio 2013

Il candidato sviluppi una delle seguenti tracce.

Traccia n. 1 - Idraulica

Si dimensioni l'altezza delle arginature per la difesa dalle piene di un tratto di corso d'acqua di sezione rettangolare, delimitato a valle da un ponte le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 1. Il dimensionamento deve essere effettuato per una portata con tempo di ritorno di 200 anni. Si assuma un franco di sicurezza di 1 m.

Tabella 1. Dati

Caratteristiche fisiografiche del bacino sotteso alla sezione della strizione:		
Area	A (km ²)	1500
Lunghezza dell'asta principale	L (km)	66
Quota media	H_m (m s.m.)	442
Quota della sezione di chiusura	H_c (m s.m.)	134
Coefficiente di deflusso medio del bacino	f	0,72
Parametri della curva di probabilità pluviometrica*:		
Esponente della curva di crescita dell'altezza di precipitazione con la durata	N	0,295
Media delle altezze orarie (regolarizzate) di precipitazione	m	33,5
Deviazione standard delle altezze orarie (regolarizzate) di precipitazione	s	12,39
Caratteristiche geometriche e idrauliche dell'alveo:		
Pendenza longitudinale del fondo	i_f	0,002
Larghezza della sezione	b (m)	100
Coefficiente di scabrezza di Manning	n (m ^{-1/3} s)	0,035
Caratteristiche geometriche del ponte		
Numero di pile	N_p	10
Larghezza di ogni pila**	L_p (m)	1.5

* Si assuma per le altezze di precipitazione orarie la distribuzione di probabilità di Gumbel.

** Le pile hanno sezione orizzontale rettangolare.

Traccia n. 2 - Strade

Il progetto di una nuova ed importante infrastruttura di trasporto ferroviario prevede una interferenza con una viabilità ordinaria esistente di categoria C1.

Al candidato è richiesto di risolvere tale interferenza attraverso un progetto in variante della strada, assumendo il progetto dell'infrastruttura ferroviaria non modificabile.

Il candidato assuma i seguenti elementi.

1. L'attuale sede stradale si articola in piano a quota relativa coincidente con la quota del piano campagna pari a 0.0.
2. L'articolazione planimetrica della strada in corrispondenza dell'interferenza prevede un rettilineo di approccio a una curva circolare il cui raggio R_1 è pari a 350 m e il cui sviluppo è pari a 350 m. A tale curva segue un rettilineo di sviluppo pari a 460 m, cui segue una seconda curva di raggio R_2 pari a 440 m e di sviluppo pari a 470 m. La strada è poi in rettilineo.
3. Sulla strada esistente non esistono attualmente curve di transizione.
4. L'infrastruttura ferroviaria si sviluppa interamente in rilevato.
5. Il rilevato della ferrovia poggia sul piano campagna a quota relativa 0.0 e ha un'altezza pari a 1.0 m.
6. Le dimensioni del rilevato e l'ingombro della linea sono riportate nella figura schematica allegata.

Il progetto in variante della strada deve prevedere:

1. il calcolo degli elementi planimetrici ivi comprese le curve di transizione,
2. il calcolo delle livellette e dei raccordi verticali,
3. la sistemazione altimetrica e planimetrica dei cigli,
4. la descrizione dei manufatti e delle opere d'arte previste.

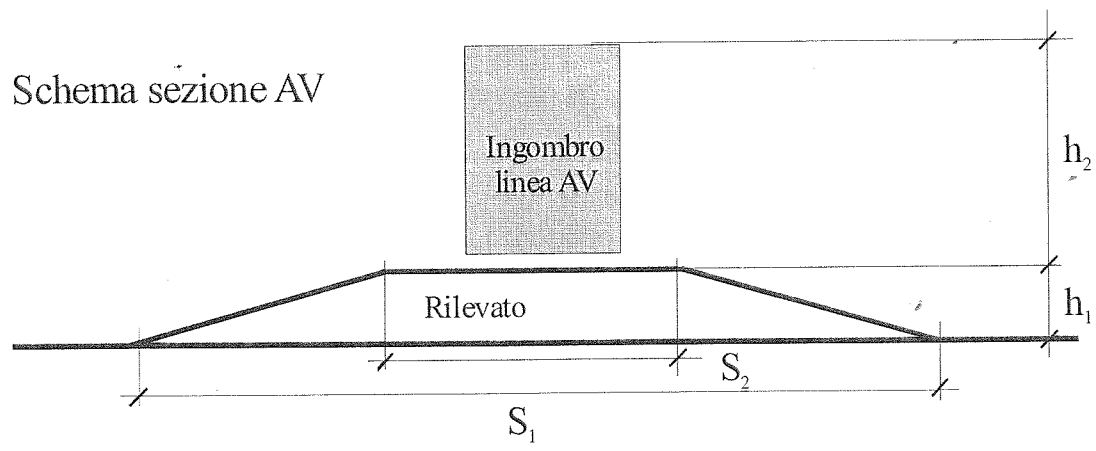
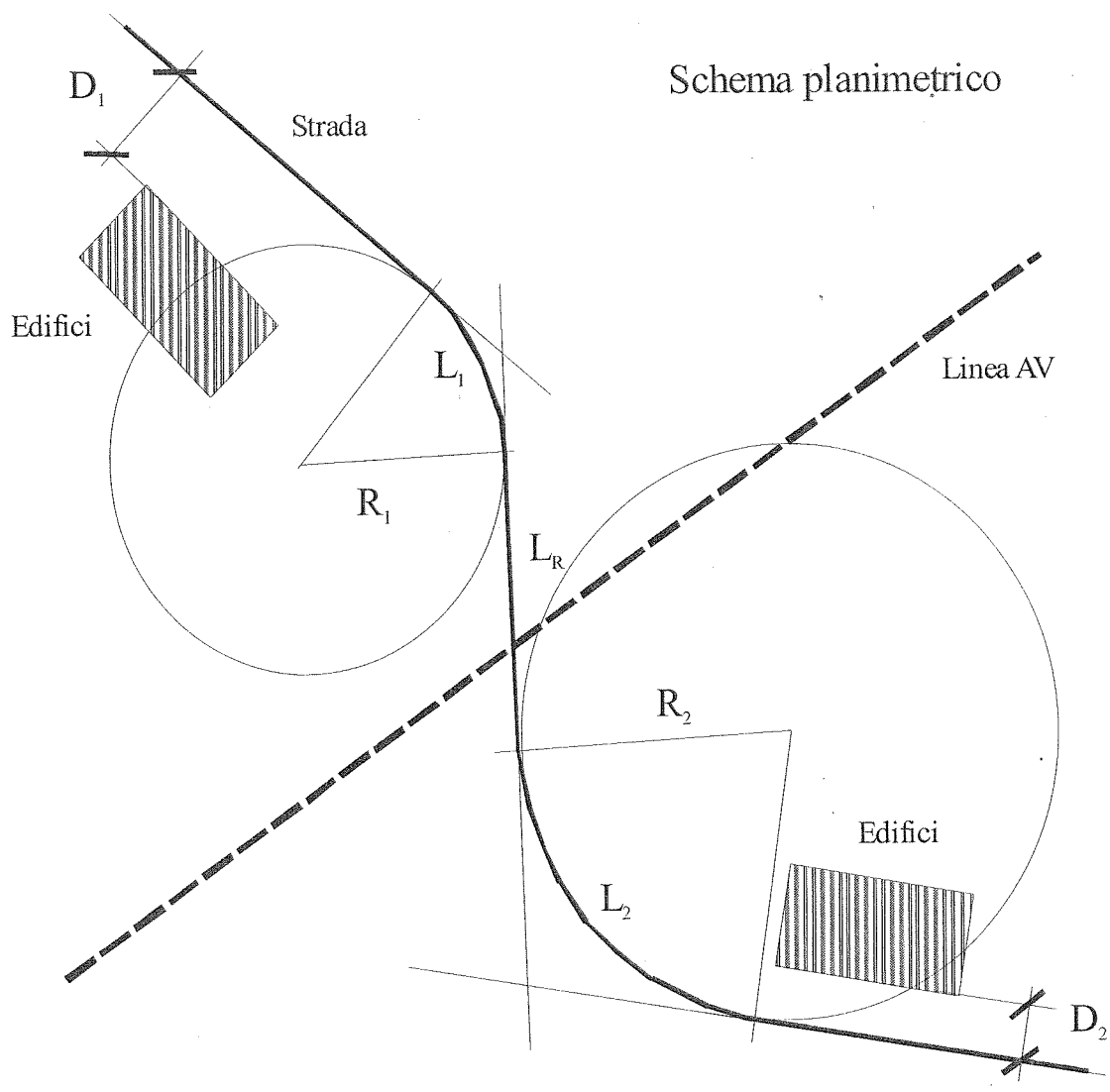
Tali risultanze dovranno essere inoltre sintetizzati in:

1. un elaborato planimetrico di tracciamento,
2. un profilo altimetrico,
3. le sezioni tipo e alcune sezioni correnti.

L'intero progetto deve essere coerente con le norme vigenti di progettazione geometrica e funzionale delle strade.

Dati:

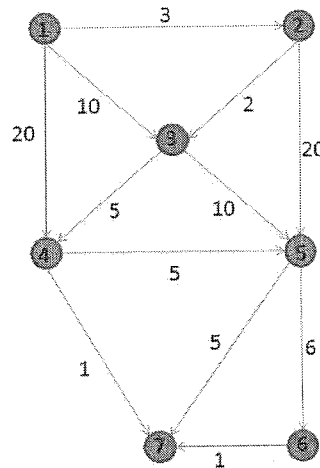
$L_1 = 350$ m	$L_2 = 470$ m	$L_R = 460$ m
$R_1 = 350$ m	$R_2 = 440$ m	
$D_1 = 180$ m	$D_2 = 130$ m	
$h_1 = 1.0$ m	$h_2 = 7.5$ m	
$S_1 = 25$ m	$S_2 = 8$ m	



h
L
ppf

Traccia n. 4 – Trasporti

Un'area metropolitana è costituita da 7 zone di traffico e presenta un sistema di trasporto stradale schematizzato nella rete riportata in figura.



La domanda di spostamento nell'ora di punta della mattina è pari a: $d_{1,5}=700$ veic/h, $d_{5,7}=1.000$ veic/h. Sui singoli archi sono riportati i tempi di percorrenza [min] a flusso nullo.

La prima componente ($d_{1,5}$) sceglie il cammino minimo tra la sua origine e la sua destinazione in maniera deterministica; la seconda componente si distribuisce tra i percorsi a disposizione secondo un comportamento di natura stocastica in funzione di costi costanti. Da indagini effettuate sul territorio è stata stimata la matrice di varianza-covarianza tra le alternative di percorso per gli utenti che si spostano dalla zona 5 alla zona 7:

$$\begin{bmatrix} \frac{\pi^2 \theta^2}{6} & 0 \\ 0 & \frac{\pi^2 \theta^2}{6} \end{bmatrix} \text{ con } \theta=10$$

Il candidato determini i valori dei flussi d'arco e li rappresenti sulla rete (le procedure da utilizzare non dovranno essere basate su un'enumerazione esplicita dei percorsi).

La zona 6 è anche terminale di intensi traffici commerciali di scambio con un'area industriale distante 1.500 Km. Il collegamento è assicurato da una ferrovia che garantisce un tempo totale di viaggio in una direzione, indipendente dai volumi di traffico, di 15 ore ad una tariffa di 650 €/ton.

Su una strada parallela si svolge un servizio di camion in competizione con la ferrovia, con velocità media di 50 Km/h ad una tariffa di 800€/ton. La funzione di domanda della ferrovia è la seguente: $(D_{ferro} / D_{cam}) = 0,83 (t_{ferro} / t_{cam})^{-0,8} (c_{ferro} / c_{cam})^{-1,6}$ (essendo c i costi) con un volume totale trasportato pari a 250 camion/h. Il candidato calcoli la ripartizione modale attuale e determini le eventuali modifiche tariffarie per uguagliare tale ripartizione sui due modi alternativi.

Handwritten signatures and initials.



Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere

Sezione A - Settore dell'Informazione

Prova pratica di progettazione del 30 Luglio 2013

Il candidato sviluppi una delle seguenti tracce.

Traccia n. 1 - Automatica

Il candidato sviluppi un progetto di fattibilità per un sistema di auto-localizzazione e navigazione, da installarsi su un robot mobile, per la sorveglianza interna di una struttura industriale, priva di guide ottiche o altri landmark specifici. Il robot deve poter fare uso solo dei sensori seguenti: gli encoder presenti sulle ruote, un accelerometro tri-assiale e una magnetometro triassiale.

A bordo sono tuttavia presenti sensori di distanza (rangefinders) al fine di evitare gli ostacoli. Si suppone che la mappa della struttura sia nota, così come il punto di partenza e l'assetto iniziale della piattaforma mobile.

- Il candidato sviluppi il progetto considerando le seguenti ipotesi semplificative:
- Il robot mobile si muove liberamente all'interno di edifici (non vanno considerate asperità o inclinazioni della superficie);
- Il robot si muove entro il campo magnetico terrestre, che è misurabile e costante nel tempo;
- Il tempo è da considerarsi discreto, con un periodo di campionamento costante pari a $T = 10\text{ms}$;
- Il modello del robot è quello dell'uniciclo con due ruote attuate;
- D contatto tra ruota e terreno è ideale (puntiforme) e il moto avviene senza strisciamento tra ruota e terreno (*rolling without slipping*);
- Ciascun motore è dotato di un encoder incrementale;
- Il robot ha massa totale m (telaio + ruota + motori + motoriduttori, ecc), un momento d'inerzia intorno all'asse orizzontale $J1$ e un momento d'inerzia intorno all'asse verticale $J2$, entrambi costanti nel tempo.

Fornire i requisiti funzionali del sistema di auto-localizzazione e navigazione. Discutere la necessità di utilizzare ulteriori sensori a bordo per auto-localizzazione e navigazione.

Ricavare il modello cinematico del robot e dinamico del robot.

Poiché si vogliono utilizzare gli encoder, l'accelerometro e il magnetometro per la localizzazione e la navigazione, il candidato presenti un progetto a livello di sistema (con l'ausilio di schemi a blocchi funzionali, diagrammi ecc.) dove risulti come su può realizzare la fusione sensoriale.

Discutere la relazione tra le prestazioni dei sensori e la precisione ottenibile per la localizzazione (soprattutto a bassa velocità, quando gli encoder tendono a fornire misure affette da maggiore errore).

Traccia n. 2 - Bioingegneria

Si vuole progettare un sistema multisensoriale per l'analisi della corsa di un atleta maratoneta basato sui seguenti sensori:

- Accelerometro posizionato all'altezza della vita
- Sensori basografici per ogni piede
- Fascia cardiaca

Il sistema dovrà prevedere inoltre un'unità centrale di acquisizione dei dati comunicante con i sensori in modalità wireless.

Dopo aver descritto le caratteristiche della strumentazione necessaria, con particolare attenzione alla scelta ottimale delle prestazioni dei sensori, si delinea lo schema a blocchi del funzionamento del sistema.

Si richiede inoltre che venga dettagliata una soluzione per l'acquisizione sincrona dei dati e per la memorizzazione su unità centrale, valutando le opportune frequenza di campionamento, le velocità di comunicazione tra i dispositivi wireless e la capacità della memoria dell'unità centrale, ipotizzando una risoluzione massima per ogni singolo sensore di 12 bit ed una autonomia di memoria di almeno 10 ore.

Ipotizzando di lavorare in logica programmabile, scrivere lo pseudo- codice dell'unità master e delle corrispondenti unità slave.

Traccia n. 3 - Elettromagnetismo

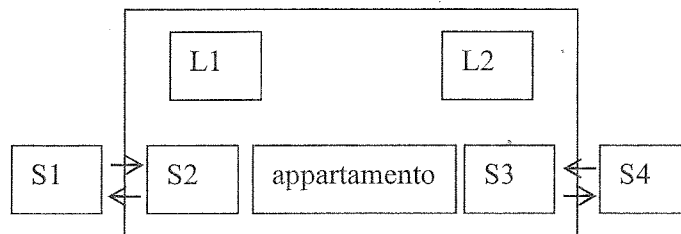
Si consideri una radio comunicazione FM con portante a 100 MHz. L'antenna del trasmettitore è a 700 m sul livello del mare, mentre il ricevitore è a 550 m. Le due antenne distano 20 km tra loro.

Il candidato, assumendo gli opportuni guadagni d'antenna e le condizioni di adattamento, determini la potenza minima che deve essere trasmessa affinché sul ricevitore arrivi un segnale con una potenza pari almeno a 2.5 mW.

Handwritten signature and initials:
F. S. ...
R. G. ...

Traccia n. 4 – Elettronica

Progettare un sistema domotico di sicurezza e illuminazione di un appartamento (vedi pianta), secondo la logica di funzionamento sotto illustrata.



La logica di funzionamento è la seguente:

- 1) Se l'allarme è inserito, nessuno può entrare; in questo caso S1 e S4 rappresentano i sensori che faranno scattare l'allarme.
- 2) Nel funzionamento normale (non allarmato) i sensori vanno utilizzati in modo che l'entrata di una persona (cioè l'attraversamento dei sensori nella direzione S1-S2 e S4-S3) deve determinare l'accensione delle lampade L1 e L2, mentre l'uscita (cioè l'attraversamento dei sensori nella direzione S2-S1 e S3-S4) deve determinare lo spegnimento delle lampade L1 e L2.
- 3) Il sistema deve essere progettato in modo che le lampade rimangono accese se sono presenti persone all'interno dell'appartamento.
- 4) Il sistema di allarme deve essere comandato soltanto con l'invio di un livello logico ALTO.

Tutti gli eventuali dispositivi logici adoperati hanno una capacità di corrente massima erogabile, per entrambi i livelli logici, di 5 mA ed un livello di tensione di 0 o 5 Volt (logica TTL).

I transistor, gli operazionali, i diodi avranno caratteristiche possibili che imporrà il candidato.

Le lampade L1 e L2 richiedono una tensione di 12 Volt 1 Amp.

I sensori S1, S2, S3, S4 presentano una tensione di 5 Volt se nessuna persona passa davanti al corrispondente sensore, mentre presentano un livello di tensione di 0 Volt se la persona si pone davanti al sensore.

Per alimentare il tutto si utilizza la tensione di rete.

Traccia n. 5 – Informatica

Si progetti un web crawler che possa scaricare nell'ordine di 10^6 di pagine web in un mese di lavoro per una quantità di dati complessivamente nell'ordine di 100 TB, anche su un singolo server dotato di hardware moderno ma non particolarmente avanzato, come ad es. una quad-CPU da 2.6 Ghz con 16 GB RAM, con molteplici disk RAID-5 di ampia capienza, e connessa mediante 1-Gb/s link ad internet.

h z p q

Si illustri una metodologia per la gestione e lo svolgimento del progetto tenendo conto del necessario compromesso tra i requisiti di scalabilità, prestazioni ed utilizzo delle risorse che ogni crawler deve realizzare.

Si stimi il numero di pagine per secondo che il crawler realizzato dovrebbe riuscire a raggiungere e sostenere a regime, si discutano esplicitamente le misure adottate per garantire che le prestazioni siano simili nel transitorio iniziale ed a regime, quando sono giù state accumulate milioni di pagine.

Facoltativamente, si dettaglino nel progetto anche le tecniche utilizzate per prevenire il decadimento di prestazioni che potrebbe verificarsi al crescere del numero di pagine scaricate a causa della presenza di comportamenti *ostili* dei siti visitati, come ad esempio:

- siti che tentano di "intrappolare" il crawler (*link farm*, e *spam sites*) all'interno di percorsi infiniti
- siti che cercano di limitare il consumo di banda aumentando i tempi di risposta all'aumentare del numero di richieste ricevute
- provider che cercano di limitare il consumo di banda aumentando i tempi di risposta dei propri DNS all'aumentare del numero di richieste ricevute
- siti che impongono alcune limitazioni nella visita dei crawler tramite un file robots.txt

Traccia n. 6 – Telecomunicazioni

Si consideri il problema del dimensionamento delle celle di un sistema radiomobile. Si assuma di dover coprire l'area di interesse avendo a disposizione 4 Mhz di banda da sfruttare con trasmissione GSM, e che l'assegnazione delle frequenze possa essere statica, per semplicità.

La densità di popolazione nell'area interessata è pari a 1500 utenti/km². Si assuma che in ogni trama GSM due time slot siano allocati per la segnalazione, ed i restanti per traffico voce. Si assuma inoltre di avere a disposizione un canale radio stabile nel tempo, in cui si possano trascurare i fenomeni di riflessione e rifrazione, ed in cui si possa considerare come effetto predominante una attenuazione della potenza ricevuta da un trasmettitore che sia proporzionale alla distanza della sorgente, elevata ad una potenza $\alpha = 4$.

Il valore minimo del rapporto segnale-interferente desiderato è pari a $C/I = 10.6$ dB. Ciò posto, si determini:

- a) la dimensione del cluster necessaria a garantire il rapporto segnale-interferente desiderato, assumendo che solo l'interferenza delle celle più vicine possa essere significativa. Si considerino trascurabili gli effetti relativi alla portata di un trasmettitore rispetto a quelli di interferenza;
- b) il raggio R da impiegare per le celle da realizzare, identificato come distanza tra il centro ed i vertici dell'esagono con cui ogni cella può essere per convenienza rappresentata. La percentuale di utenti attivi contemporaneamente

Handwritten signatures and initials:
M
R
R

Allegato n.2 al verbale n.8 5/5

nell'ora di punta è del 60% sul totale, mentre la durata media delle chiamate è di 3 minuti. Si vuole garantire una probabilità di blocco delle chiamate pari all'1%.

Per riferimento, vengono riportati nella tabella seguente alcune combinazioni di intensità media di traffico (variabile A , espressa in Erlang) e minimo numero di server (variabile m) che risultano in una probabilità di blocco inferiore all'1% secondo la Formula B di Erlang:

m	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
A	1.3	4.5	8.1	12.0	16.1	20.3	24.6	29.0	33.4	37.9

Handwritten signatures and initials at the bottom right of the page.



Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere

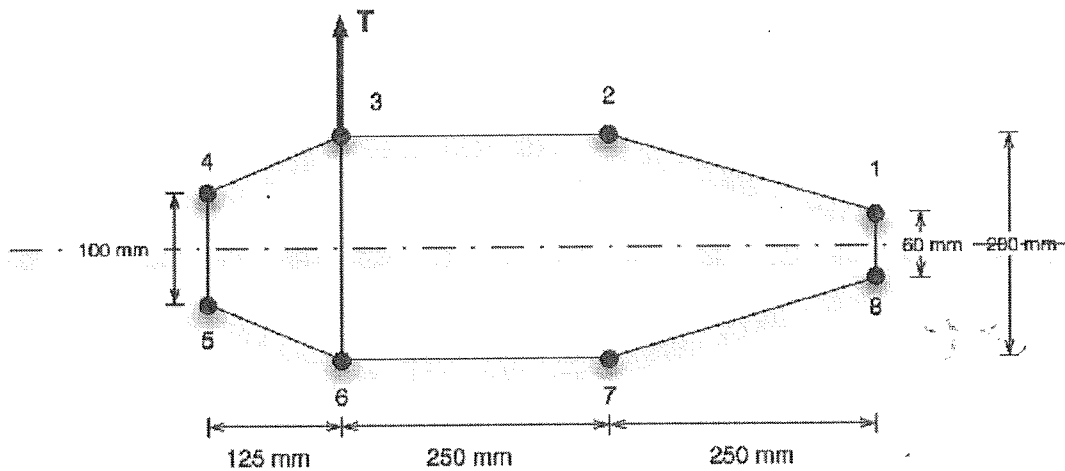
Sezione A - Settore Industriale

Prova pratica di progettazione del 30 Luglio 2013

Il candidato sviluppi una delle seguenti tracce.

Traccia n. 1 – Aeronautica

La struttura idealizzata in figura rappresenta la sezione resistente di un'ala dotata di cassone a due celle. Il carico T è dovuto alla risultante sulla sezione in esame della distribuzione di portanza (ellittica lungo l'apertura), ed agisce lungo la retta passante per i booms 3 e 6. Assumendo che la sezione in esame sia quella posta al 30% dell'apertura alare, calcolare la distribuzione dei flussi di taglio lungo la sezione stessa.



Utilizzare i seguenti dati

- Area dei booms: $B_1 = B_8 = 250 \text{ mm}^2$, $B_2 = B_7 = 270 \text{ mm}^2$, $B_3 = B_6 = 420 \text{ mm}^2$, $B_4 = B_5 = 120 \text{ mm}^2$.
- Corda (uniforme lungo l'apertura), $c = 800 \text{ mm}$.
- Spessore del rivestimento (uniforme lungo la sezione), $t = 2.5 \text{ mm}$
- Apertura alare, $b = 14 \text{ m}$.
- Utilizzare la tecnica della *strip-theory* per il calcolo della distribuzione di portanza in condizioni stazionarie, assumendo il coefficiente di portanza

[Handwritten signatures and initials]

fornito dalla teoria di Glauert, con un angolo di attacco di sezione ottenuto sommando l'incidenza di fusoliera, $\alpha_F = 2^\circ$, al calettamento costruttivo. Quest'ultimo ha un andamento lineare tra un valore alla radice $\alpha_R = 2.5^\circ$ ed uno all'estremità $\alpha_T = 3.2^\circ$.

- Si assumano le pelli della struttura idealizzata come capaci di trasmettere esclusivamente flussi di taglio.

Traccia n. 2 – Meccanica Calda

In un impianto motore con turbina a gas, l'aria entra nel compressore alla pressione di 0,1 MPa e alla temperatura $T_1 = 300\text{K}$. Il rapporto tra le pressioni del ciclo è $\beta = p_2/p_1 = 6$, mentre la temperatura massima è $T_3 = 1200\text{K}$. La caduta di pressione $P_2 - P_3$ tra compressore e turbina è pari a 20kPa. Si consideri l'aria un gas perfetto con $\gamma = 1,4$. Determinare pressione e temperatura nei vari punti del ciclo, lavori interni del compressore l_c e della turbina l_t , rapporto l_c/l_t e lavoro effettivo del ciclo l , calore somministrato q_s e rendimento del ciclo nell'ipotesi che i rendimenti interni del compressore e della turbina valgano rispettivamente:

a) rendimento compressore = 0,65; rendimento turbina = 0,8

b) rendimento compressore = 0,85; rendimento turbina = 0,9

Confrontare i risultati ottenuti nei due casi e commentarli.

Scegliere una delle due configurazioni e dimensionare un dispositivo a recupero per la fornitura di acqua pressurizzata a 130 gradi centigradi verso un utilizzatore. L'acqua pressurizzata ha una temperatura di ritorno pari a 110 gradi centigradi e in tali condizioni l'utilizzatore richiede 600 kW.

Traccia n. 3 – Meccanica Fredda

Il candidato esegua ed illustri uno schema meccanico di un impianto ascensore elettrico a funi adibito al trasporto di persone, da installare in un edificio a destinazione d'uso residenziale.

Relativamente al suddetto schema il candidato inoltre:

Elenchi i principali componenti dell'impianto e ne descriva la funzione;

Dimensioni il contrappeso;

Scelga il motoriduttore;

Dimensioni le pulegge e le funi.

Nello svolgimento dell'elaborato fare riferimento alle normative da seguire nella progettazione.

Dati di progetto.

Portata: 4 persone;

corsa totale: 14 m;

velocità a regime: 0,5 m/s;

accelerazione massima: $0,4\text{m/s}^2$.

Traccia n. 4 – Biongegneria

Il candidato illustri il possibile progetto di una pompa a siringa per infusione, dettagliando il principio di funzionamento degli elementi meccanici e dei sensori di controllo. Si definisca quindi il diagrammi a blocchi che rappresenta lo schema funzionale della pompa per infusione.

Ipotizzando un limite massimo di pressione di infusione sopra la pressione sistolica di 450mmHg e l'utilizzo di una siringa da 50ml si determini la coppia necessaria del motore che garantisca il funzionamento della pompa.

Ipotizzando di lavorare in logica programmabile, scrivere lo pseudo- codice per il controllo delle seguenti funzioni:

- Impostazione del flusso nella gamma $0.1 \div 99.9 \text{ml} \cdot \text{h}^{-1}$
- Allarmi per presenza di ostruzione, fine corsa, pressione fuori gamma.

[Handwritten signature and initials]