

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 28 novembre 2007**

Settore Civile-Ambientale

II Prova scritta – Trasporti

Il candidato illustri, con riferimento alle normative in vigore, le procedure ed i criteri per la progettazione e la valutazione economica e finanziaria di un collegamento stradale tra due centri urbani caratterizzata da una domanda di trasporto di 15.000 veicoli/giorno.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 18 dicembre 2007**

Settore Civile-Ambientale

Prova progettuale – Trasporti

Sia dato il sistema territoriale schematizzato in Figura 1 e suddiviso in tre zone di traffico omogenee (A, B, C).

Le caratteristiche del sistema di offerta stradale sono riportate nella Tabella 1, mentre la matrice *O/D* degli spostamenti nell'ora di punta mattutina è riportata in Tabella 2.

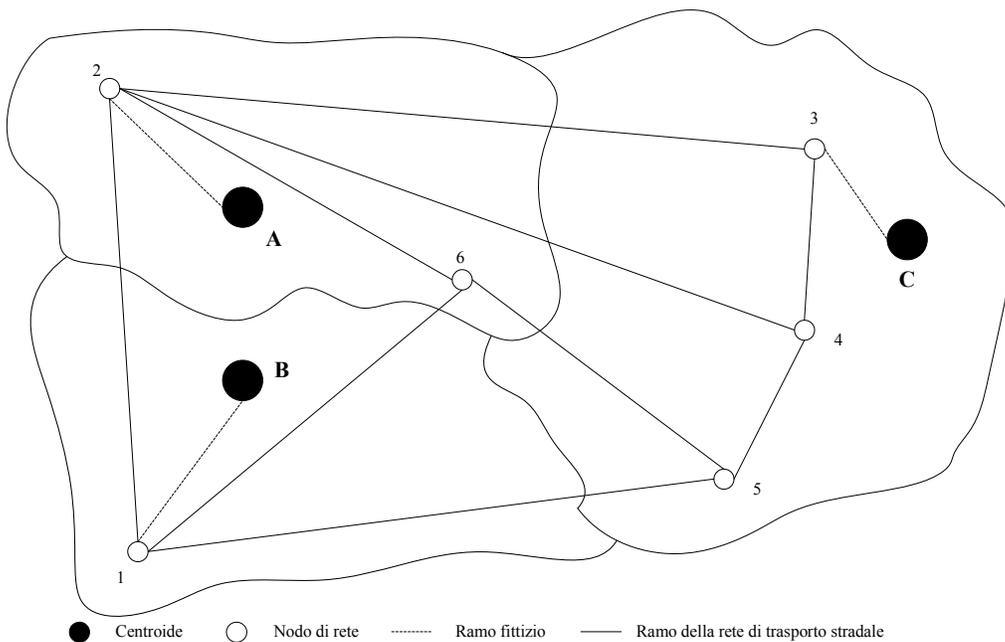


Figura 1 – Sistema territoriale di analisi

Tabella 1 – Caratteristiche rete di trasporto stradale

Arco	lunghezza [m]	n. corsie	velocità a flusso nullo in autovettura [km/h]	velocità media con flusso pari alla capacità in autovettura [km/h]
Fittizio	500	---	30	30
2-3 / 1-5 e viceversa	6000	2	45	25
Tutti gli altri archi	2500	1	35	20

Tabella 2 – Matrice O/D (spostamenti/ora)

O/D	A	B	C
A	300	900	800
B	800	200	1000
C	1000	2000	400

Si progetti un sistema di trasporto collettivo nella situazione di progetto (ad anello unidirezionale il cui percorso è individuato dalla sequenza di nodi 1-2-3-4-5-1):

- assumendo che il sistema riesca a servire il 30% della domanda di ciascuna relazione O/D,
- utilizzando mini-bus da 110 utenti/bus di capacità.

Con riferimento alla situazione di progetto e di non progetto si valuti:

- il costo generalizzato di trasporto complessivo, \hat{C} , per gli utenti, assumendo che il costo generalizzato di trasporto per ciascun percorso k sia dato da:

$$\hat{C}_k = 0,9T_k + 0,15CM_k$$

dove

T_k è il tempo di percorrenza a flusso nullo sul generico percorso k , espresso in ore;

CM_k è il costo monetario sul generico percorso k , espresso in euro, pari a:

$$CM_k = 0,25 \square L_k \quad [€]$$

con L_k è la lunghezza, espressa in km, del percorso k ;

- l'emissione complessiva di monossido di carbonio CO utilizzando un modello di emissione del tipo

$$e_{ij} = 4 + 742 v_{ij}^{-0,63} \quad [g / (veic \cdot m)]$$

dove

e_{ij} rappresenta l'emissione di CO per veicolo e per metro percorso sull'arco $i-j$,

v_{ij} rappresenta la velocità media di percorrenza a carico dell'arco espressa in km/h;

- la saturazione per il ramo più carico della rete di trasporto privato;
- il livello di pressione sonora equivalente L_{eq} , sull'arco più carico della rete di trasporto stradale, dato da:

$$L_{eq} = 52,78 + 5,20 \ln (f_{ij}/d) + 0,68 v_{ij} \quad [db(A)]$$

dove:

f_{ij} rappresenta il flusso sull'arco $i-j$ (arco più carico),

d la distanza in metri dal bordo della carreggiata, pari a 5 m,

v_{ij} la velocità media di percorrenza a carico dell'arco $i-j$ espressa in km/h;

- il Valore Attuale Netto (VAN) relativo al progetto del servizio di trasporto collettivo assumendo opportuni valori per le principali variabili in gioco (es. vita utile, costo di esercizio, tasso di attualizzazione, esternalità in termini monetari, etc.).

Inoltre, si assuma:

- di utilizzare, per la stima dei flussi sulla rete, un modello di assegnazione per reti non congestionate e modello di scelta del percorso di tipo deterministico (modello di assegnazione AoN – All or Nothing);
- che la velocità media di percorrenza a carico dell'arco $i-j$ (v_{ij}) sia pari a:

$$v_{ij} = \frac{L_{ij}}{\frac{L_{ij}}{V_0} + \left(\frac{L_{ij}}{V_{ij}^c} - \frac{L_{ij}}{V_0} \right) \left(\frac{f_{ij}}{Cap_{ij}} \right)^3} \quad [km/h]$$

dove

L_{ij} è la lunghezza dell'arco $i-j$, espressa in km;

V_0 è la velocità media di percorrenza dell'arco $i-j$ a flusso nullo, espressa in km/h;

V_{ij}^c è la velocità media di percorrenza con flusso pari alla capacità dell'arco $i-j$, espressa in km/h;

f_{ij} è il flusso medio sull'arco $i-j$, espresso in $veic./h$;

Cap_{ij} è la capacità dell'arco pari a $1.800 veic./h$ per corsia di marcia.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 18 dicembre 2007**

Settore Civile-Ambientale

Prova progettuale – Sanitaria-Ambientale

Utilizzando i dati di portata e BOD influenti in un impianto di depurazione delle acque riportate in tabella, si definisca un layout delle unità di trattamento e si determini:

- a) il volume del bacino di equalizzazione in-line necessario per ottenere un valore costante della portata di afflusso all'impianto;
- b) l'effetto dell'equalizzazione di portata sul carico organico in ingresso
- c) il volume della vasca di ossidazione biologica necessario per ottenere un effluente conforme alla normativa nazionale vigente
- d) le dimensioni della vasca di sedimentazione secondaria

Intervallo di tempo (h)	Portata media oraria (m ³ /s)	Concentrazione media oraria BOD (mg/l)
0-1	0.275	150
1-2	0.220	115
2-3	0.165	75
3-4	0.130	50
4-5	0.105	45
5-6	0.100	60
6-7	0.120	90
7-8	0.205	130
8-9	0.355	175
9-10	0.410	200
10-11	0.425	215
11-12	0.430	220
12-13	0.425	220
13-14	0.405	210
14-15	0.385	200
15-16	0.350	190
16-17	0.325	180
17-18	0.325	170
18-19	0.330	175
19-20	0.365	210
20-21	0.400	280
21-22	0.400	305
22-23	0.380	245
23-24	0.345	180

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 28 novembre 2007**

Settore Civile-Ambientale

II Prova scritta – Sanitaria-Ambientale

In un centro urbano (150.000 abitanti) deve essere realizzato un impianto di depurazione a cui affluisce una fognatura nera: redigere la relazione progettuale dell'impianto di trattamento definendo in esso i criteri di progettazione (anche strutturali) da adottare, le verifiche ed i collaudi ipotizzabili.

Dotazione idrica 250 l/ab/g
Coefficiente di afflusso 0,80
BOD 5 60gr ab/g
Cp = 1,5
COD = 120gr ab/g
SST = 120gr ab/g
Ntot = 12gr ab/g
P = 2gr ab/g

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 28 novembre 2007**

Settore dell'Informazione

II Prova scritta - Automazione

I processi per i quali si desidera progettare sistemi di controllo sono descritti spesso da modelli approssimati, o dipendenti da parametri non noti con esattezza. Storicamente sono state sviluppate diverse metodologie per progettare sistemi di controllo che tengono conto di questo problema; esse utilizzano sia a tecniche di “controllo robusto” che tecniche di “controllo adattativo”. Il candidato illustri almeno due di tali metodologie, servendosi di opportuni esempi applicativi, per i quali si chiede di evidenziare esplicitamente le approssimazioni e incertezze più rilevanti e il modo in cui esse intervengono nel modello del processo da controllare.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione 2007**

Settore Civile-Ambientale

II Prova scritta - Civile

Descrivere i principi e la metodologia per effettuare il dimensionamento di un capannone in acciaio per il ricovero di auto e autocarri, con riferimento ad una zona sismica.

Prova progettuale - Civile

Redigere un progetto di massima per le strutture di un serbatoio interrato a servizio di una comunità di circa 2000 ab, con richiesta pro-capite di 300 l/giorno.

Il candidato è libero nella scelta dei materiali, della tipologia costruttiva e delle assunzioni sul terreno di fondazione. Si producano tavole, grafici e verifiche in grado di illustrare gli elementi più significativi e rappresentativi dell'opera.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione 2007**

Settore Civile-Ambientale

II Prova scritta - Edile

Il candidato esponga i criteri di progettazione di un edificio destinato a museo posto alla periferia di un centro urbano, riferito ad un grande bacino di utenza.

Il tema va svolto nella forma di una relazione progettuale generale, con l'eventuale uso di schemi grafici, toccando gli aspetti urbanistici, funzionali-distributivi, costruttivi, statici, ecc.

Prova progettuale - Edile

In un'area libera prospiciente una strada urbana, il candidato progetti una biblioteca pubblica per un quartiere per 10.000 abitanti.

La biblioteca dovrà contenere:

- a) al piano terra una sala di lettura per bambini, una sala di lettura per adulti con emeroteca (entrambi con magazzino aperto agli utenti) e i servizi accessori (servizi igienici, cataloghi, impianti ecc.).
- b) al primo piano gli uffici (direzione, amministrazione ecc.).

Il candidato aggiunga, eventualmente e a sua discrezione, altri spazi funzionali complementari (spazi per riunioni, mostre, caffetteria ecc.).

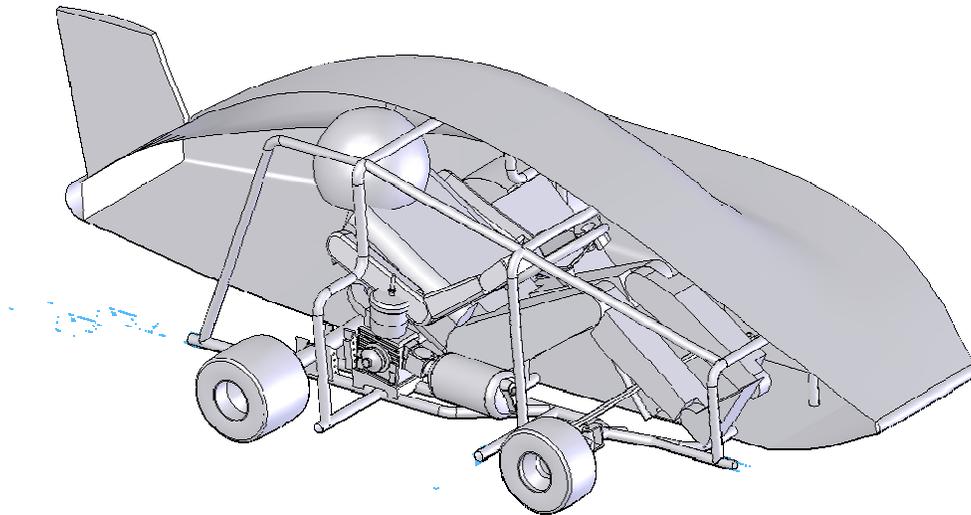
Disegnare:

- 1) planimetria generale (scala 1:500) indicando la viabilità, le aree di parcheggio, le aree verdi, ecc.
- 2) piante dei due livelli con indicazione della struttura portante;
- 3) almeno due prospetti (scala 1:200)
- 4) una (trasversale) o più sezioni;
- 5) altri disegni generali o di dettagli o descrizioni tecniche utili ad illustrare i contenuti del progetto.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 28 novembre 2007**

Settore Industriale

II Prova scritta – Costruzione di macchine



Nell'ambito di un progetto di record di velocità per go-kart si è deciso di ricorrere all'uso di un rollbar e di dotare il veicolo di cinture di sicurezza (nel veicolo in condizioni originali tali dispositivi sono assenti ed il pilota può separarsi dal veicolo in caso di incidente).

Considerando che la normativa prevede che il rollbar debba superare le seguenti condizioni di collaudo statico (w è il peso del veicolo):

- The front cage had to withstand a load of $3.5w$ daN (w = vehicle weight + 150kg) applied to the top of the windscreen at an angle of 25 deg x 5 deg (+/- 1 deg).
- The complete roll cage must withstand a vertical load of $7.5w$ daN (w = weight of the car + 150 kg) applied on the top of the main roll hoop.

è stata proposta la soluzione illustrata in figura.

Analizzare criticamente tale soluzione e proporre una metodologia per la verifica della conformità della struttura (considerando sia un approccio semplificato che un approccio numerico più preciso).

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 18 dicembre 2007**

Settore Industriale

Prova progettuale – Medica

Un imprenditore nel campo dei giocattoli commissiona ad uno studio di ingegneria lo sviluppo della parte elettronica di un nuovo prodotto da immettere sul mercato. Tale prodotto è composto da due parti: un robot ed un bersaglio dotato di una sistema di trasmissione a radiofrequenza. Secondo le specifiche del committente, una volta messo in funzione il sistema a radio frequenza del bersaglio, il robot cercherà di raggiungere il bersaglio evitando gli ostacoli sul suo cammino.

L'elettronica da sviluppare per il robot dovrà:

- *comandare il movimento del robot (avanti, indietro, destra ,sinistra);*
- *acquisire il segnale proveniente dai sensori di prossimità che rilevano la presenza di ostacoli nelle immediate vicinanze del robot e utilizzare tale informazione per l'algoritmo di gestione del movimento;*
- *acquisire il segnale proveniente dal bersaglio e segnalare il suo raggiungimento attraverso un segnale luminoso.*

L'elettronica del bersaglio dovrà

- *essere progettata affinché guidi il robot verso di esso;*
- *lo avverta quando è arrivato in prossimità del bersaglio.*

Il candidato progetti il sistema inizialmente a blocchi con le caratteristiche sopra indicate, illustrandone il funzionamento e sapendo che la ditta chiede di minimizzare sia il numero dei componenti che la potenza dissipata.

Il candidato inoltre dovrà progettare l'interfaccia elettronica e la posizione dei sensori di prossimità, rappresentabili dal punto di vista circuitale come delle capacità (con un valore nominale di ogni sensore in assenza di ostacoli pari a 20nF), sapendo che:

- *la capacità aumenta all'avvicinarsi del robot all'ostacolo di quantità pari 20pF/cm;*
- *il robot deve fermarsi, per poter muoversi correttamente, a 10 cm dall'ostacolo;*
- *le dimensioni del robot sono assimilabili in prima approssimazione ad un cilindro di altezza pari a 60cm e il raggio della base pari a 20 cm.*

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 18 dicembre 2007**

Settore dell'Informazione

Prova progettuale - Elettronica

Un imprenditore nel campo dei giocattoli commissiona ad uno studio di ingegneria lo sviluppo della parte elettronica di un nuovo prodotto da immettere sul mercato. Tale prodotto è composto da due parti: un robot ed un bersaglio dotato di una sistema di trasmissione a radiofrequenza. Secondo le specifiche del committente, una volta messo in funzione il sistema a radio frequenza del bersaglio, il robot cercherà di raggiungere il bersaglio evitando gli ostacoli sul suo cammino.

L'elettronica da sviluppare per il robot dovrà:

- *comandare il movimento del robot (avanti, indietro, destra ,sinistra);*
- *acquisire il segnale proveniente dai sensori di prossimità che rilevano la presenza di ostacoli nelle immediate vicinanze del robot e utilizzare tale informazione per l'algoritmo di gestione del movimento;*
- *acquisire il segnale proveniente dal bersaglio e segnalare il suo raggiungimento attraverso un segnale luminoso.*

L'elettronica del bersaglio dovrà

- *essere progettata affinché guidi il robot verso di esso;*
- *lo avverta quando è arrivato in prossimità del bersaglio.*

Il candidato progetti il sistema inizialmente a blocchi con le caratteristiche sopra indicate, illustrandone il funzionamento e sapendo che la ditta chiede di minimizzare sia il numero dei componenti che la potenza dissipata.

Il candidato inoltre dovrà progettare l'interfaccia elettronica e la posizione dei sensori di prossimità, rappresentabili dal punto di vista circuitale come delle capacità (con un valore nominale di ogni sensore in assenza di ostacoli pari a 20nF), sapendo che:

- *la capacità aumenta all'avvicinarsi del robot all'ostacolo di quantità pari 20pF/cm;*
- *il robot deve fermarsi, per poter muoversi correttamente, a 10 cm dall'ostacolo;*
- *le dimensioni del robot sono assimilabili in prima approssimazione ad un cilindro di altezza pari a 60cm e il raggio della base pari a 20 cm.*

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione 2007**

Settore dell'Informazione

II Prova Scritta - Gestionale

Dopo aver descritto le problematiche che a livello strategico investono l'organizzazione di una azienda nella gestione di progetti, il candidato esponga i metodi quantitativi per la pianificazione ed il controllo delle attività del/i progetto/i. Si evidenzino le principali differenze che si manifestano in presenza o assenza di vincoli sulla disponibilità di risorse, ed in presenza o assenza di finestre temporali per l'esecuzione delle attività.

Prova Progettuale - Gestionale

In un impianto produttivo devono essere realizzati tre manufatti, denominati prodotto *A*, prodotto *B* e prodotto *C*. L'impianto lavora 250 giorni l'anno, e per ogni giorno lavorativo vi è un unico turno di 8 ore. Ci sono 5 operazioni complessivamente richieste dai tre prodotti: *tranciatura*, *dentellatura*, *punzonatura*, *piegatura* e *finitura*. In particolare, il prodotto *A* richiede la sequenza di operazioni: *tranciatura*, *dentellatura*, *piegatura* e *finitura*; il prodotto *B* richiede la sequenza: *tranciatura*, *punzonatura*, *piegatura* e *finitura*; infine, il prodotto *C* richiede la sequenza: *tranciatura*, *piegatura*, *punzonatura* e *finitura*.

La domanda dei tre prodotti è nota e costante, e con essa i volumi di produzione pari a 32000 unità per il prodotto *A*, 20000 per il prodotto *B*, e 25000 per il prodotto *C*. Sono anche noti i tempi medi che intercorrono tra due avarie consecutive di una macchina (denominati MTBF, *Mean Time Before Failure*), la percentuale degli scarti prodotti da ogni macchina, ed i tempi ciclo di targa delle macchine che svolgono in maniera dedicata ciascuna fase di lavorazione, come riportato nella tabella seguente:

<i>Macchina</i>	<i>Tempo ciclo</i>	<i>MTBF</i>	<i>%scarti</i>	<i>Costo</i>
Tranciatura	1,6 min	2420 ore	0%	200KEuro
Dentellatura	1.8 min	2320 ore	8%	150KEuro
Punzonatura	1,8 min	3620 ore	10%	150KEuro
Piegatura	2,0 min	1245 ore	8%	80KEuro
Finitura	1,6 min	2420 ore	2%	90KEuro

Si noti che il tempo medio necessario per riparare una macchina in avaria è di 25 ore. Inoltre, ogni macchina è in grado di effettuare il controllo di qualità della lavorazione effettuata e, in caso esso dia esito negativo, di scartare il pezzo lavorato.

Dato il costo unitario dei macchinari (riportato nella tabella soprastante), si stabilisca se sia più conveniente progettare il layout produttivo per linea o per reparti, riportando tutti i dettagli dei due progetti.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione 2007**

Settore Industriale

Seconda Prova Scritta – Impianti Industriali

Il candidato illustri la procedura di progettazione di massima di un impianto di produzione industriale descrivendo obiettivi, criteri di progettazione e metodologie di dimensionamento da seguire per le singole fasi.

Prova progettuale – Impianti industriali

Si deve realizzare uno stabilimento per la realizzazione di guide per cancelli automatici. L'impianto dovrà essere in grado di realizzare due macro-tipologie di prodotti contraddistinte dalla stessa sequenza delle lavorazioni, per le quali sono state stimate le domande massime alle quali poter aspirare, il costo variabile unitario ed il prezzo di vendita (si veda tabella I). Le lavorazioni verranno effettuate a partire dalla stessa tipologia di materia prima (si veda tabella II).

Le operazioni necessarie con i relativi tempi ciclo per la produzione allo studio sono riportati nella tabella III, mentre i macchinari individuati per la loro realizzazione e le relative caratteristiche sono riportate in tabella IV.

Lo studio e la progettazione vanno eseguiti tenendo conto delle seguenti informazioni di carattere generale:

- ❑ apertura dell'impianto 220 gg/anno (44 settimane – 5 gg/settimana) con uno o due turni al giorno (per l'intero impianto), per 8h/turno;
- ❑ dovrà essere previsto un magazzino materie prime dimensionato in modo da soddisfare le richieste di produzione di 15 giorni lavorativi.
- ❑ dovrà essere previsto un magazzino prodotti finiti, dimensionato in modo da garantire una capacità di stoccaggio pari a 10 giorni lavorativi.

Il dimensionamento dello stabilimento dovrà comprendere:

- 1) individuazione della configurazione di impianto e dei volumi di produzione economicamente più convenienti, tenendo conto dei costi delle macchine operatrici, delle relative attrezzature e delle altre voci di costo fornite nella tabella V;
- 2) studio e rappresentazione grafica schematica su pianta rettangolare del plant layout di massima, con l'individuazione:
 - ❑ del numero e della disposizione ottimale dei macchinari e dei magazzini (si trascurino le zone accessorie come manutenzione, uffici, servizi, ecc.);
 - ❑ del numero totale di addetti alla produzione (costo di 25.000 €/persona anno per il primo turno e 30.000 €/persona anno per il secondo turno);
 - ❑ delle soluzioni adottate (non ne è richiesto il dimensionamento) per la movimentazione dei materiali tra i macchinari e nei magazzini.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione 2007**

Settore dell'Informazione

II Prova scritta - Informatica

Descrivere, utilizzando, ove necessario adeguati esempi a scelta del candidato, le principali tecniche per la sicurezza/protezione dei dati, dei sistemi informatici e della comunicazione in rete.

Prova Progettuale - Informatica

Si progetti una applicazione web per la prenotazione e/o acquisto online di biglietti per un cinema multisala. Il sistema deve consentire ai clienti di scegliere il posto e l'acquisto online tramite carta di credito. Il candidato produca un documento di specifica seguendo la metodologia object-oriented e faccia uso del linguaggio UML (Unified Modeling Language) per lo sviluppo dei modelli di sistema. Il candidato produca, inoltre, una stima dei costi di sviluppo.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione 2007**

Settore dell'Informazione

II Prova scritta - Telecomunicazioni

Il candidato descriva il principio di funzionamento di un moderno sistema di navigazione satellitare evidenziandone i vantaggi e svantaggi rispetto ai radioaiuti terrestri (LORAN, OMEGA, DME, ILS ecc) in termini di prestazioni, di copertura, di costo ecc.

Prova progettuale – Telecomunicazioni

Si progetti una catena di radar per la scoperta aerea da installare a livello nazionale.
Si indichino le caratteristiche generali di questi radar e della rete di telecomunicazioni di collegamento per distribuire i dati radar verso i centri di controllo.

Per il singolo Radar si fornisca:

- La potenza di picco e la potenza media necessari al radar per funzionare
- Le dimensioni e l'area equivalente dell'antenna scelta ed il suo guadagno (efficienza al 60%)
- Larghezza (durata temporale) dell'impulso
- la PRT del radar (considerando un duty cycle non maggiore di 1/1000) e la portata strumentale, che deve essere tale da non avere ambiguità in distanza.
- Periodo di rotazione dell'antenna

Si consideri che

- si preferisce lavorare in Banda L (lunghezza d'onda 23 cm) con portate al limite della visibilità (300 Km per bersagli con Radar Cross Section di 2 m^2).
- la probabilità di rivelazione richiesta, è di 90% con probabilità di Falso allarme 10^{-6} (tipicamente ottenuta con un SNR= 13,2 dB).
- Il suddetto radar deve fornire dati aggiornati ogni 8 secondi e deve avere un lobo largo 5° in elevazione e una capacità di discriminazione angolare migliore di 1.5° .
- La capacità di rilevare bersagli diversi in distanza (discriminazione) deve essere di 500 metri.

Si considerino inoltre le perdite a RF tra antenna e ricevitore pari ad 1 dB, la temperatura di Antenna posta a 103 K ed il LNA con Banda equivalente di rumore di 1 MHz.e cifra di rumore 1,5 dB.