

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della
Professione di Ingegnere Magistrale
II Sessione 2014**

Settori Civile-Ambientale, Industriale, dell'Informazione

I Prova Scritta

Il candidato illustri, per una attività del settore di propria competenza, una o più problematiche (tecnologiche e/o progettuali e/o metodologiche e/o operative e/o normative e/o procedurali) che ne rendono difficoltosa l'attuazione.

Settore Civile – Ambientale

II Prova Scritta – Ing. Ambiente e Territorio

Il candidato illustri le problematiche di maggior rilievo nel progetto e nella realizzazione di argini di difesa fluviale.

Sviluppi quindi il progetto preliminare di un argine, finalizzato al contenimento di una corrente fluviale in regime di piena con altezza 4 m (dalla base dell'argine)**Esame di stato**

Prova Progettuale – Ing. Ambiente e Territorio

Il candidato rediga in maniera esaustiva e completa parte della relazione di processo relativa ad un impianto di trattamento biologico (10.000 ab eq) a fanghi attivi (ad ossidazione totale senza denitrificazione). In particolare è richiesto il calcolo:

- dei volumi delle vasche di trattamento biologico a fanghi attivi e di sedimentazione primaria e secondaria;
- dei volumi orari di aria necessari per l'ossidazione biologica;
- la quantità di fanghi prodotti in peso e volume;

Per il calcolo si assumano i dati riportati di seguito:

Dotazione idrica 250 l/ab g

BOD5 = 60 gr/ab d

N = 10 gr/ab d

SST = 120 gr /ab d

P = 2 gr /ab d

Si diagrammi l'andamento del taglio e del momento relativi alla parete della vasca ipotizzandola interrata per 1/3 della sua altezza.

II Prova Scritta – Ing. Civile

Il candidato organizzi una relazione di calcolo relativa al progetto di una struttura sportiva contenente una piscina di dimensione pari a 8x12.5m, e relativi spogliatoi e uffici. Nella relazione il candidato illustri le scelte progettuali ed i materiali utilizzati, con particolare riferimento agli elementi di copertura.

Prova Progettuale – Ing. Civile

Con riferimento alla normativa vigente, il candidato rediga un progetto di massima, con dimensionamento dei principali elementi strutturali, di un parcheggio multipiano con 4 piani fuori terra in c.a., e dimensione in pianta pari a 25 x 30 m². La struttura ricade nel comune di Veroli, caratterizzato dai seguenti parametri sismici (relativi allo spettro elastico):

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.212 g
F_o	2.479
T_C^*	0.351 s
S_S	1.189
C_C	1.357
S_T	1.000

Parametri dipendenti

S	1.189
η	0.333
T_B	0.159 s
T_C	0.476 s
T_D	2.449 s

Il candidato produca i seguenti elaborati:

- Pianta e sezioni tipo per descrizione dello schema strutturale, con particolare attenzione alla disposizione dei parcheggi e agli spazi di manovra;
- Carpenteria di solaio tipo;
- Pianta delle fondazioni;
- Schema di armatura dei principali elementi strutturali.

II Prova Scritta – Ing. Ing. e Tecniche del Costruire/Ing. Edile-Architettura

Il candidato illustri i criteri base di progettazione di una piscina comunale di quartiere con doppia vasca all'aperto e al coperto e servizi accessori.

Il candidato, dopo essersi soffermato sugli aspetti funzionali degli spazi interni e delle aree circostanti in relazione al flusso degli utenti, esponga i criteri di scelta del sistema strutturale e delle opere di completamento, in relazione, rispettivamente, agli aspetti statici e costruttivi e al comfort ambientale.

Il candidato approfondisca in particolare il punto relativo ai sistemi costruttivi, eventualmente prefabbricati, atti a superare grandi luci, con eventuale riferimento ad aspetti cantieristici.

Prova Progettuale – Ing. Ing. e Tecniche del Costruire/Ing. Edile-Architettura

Progetto di un edificio alto (10 piani) destinato a uffici (superficie lorda di piano intorno ai 400 m²). Il lotto su cui insiste fiancheggia una strada urbana di grande traffico; l'edificio è arretrato dal fronte stradale e possiede un'area di parcheggio all'aperto antistante e un parcheggio interrato.

Elaborati richiesti:

- Una planimetria generale in scala 1:500 dell'insieme con indicazione dello schema planimetrico del piano terra di accesso all'edificio parzialmente porticato e dell'organizzazione del lotto (parcheggi, arredo urbano, marciapiedi, alberature ecc.);
 - Una sezione schematica in scala 1:500 in cui sia indicato il parcheggio interrato;
 - Studio architettonico e costruttivo di un piano tipo con indicazione della struttura portante; almeno due prospetti e una sezione trasversale quotati in scala 1:100; carpenteria del solaio tipo in scala 1:100; almeno due disegni di particolari costruttivi significativi in scala 1:10 con indicazione dei materiali impiegati (ad esempio un disegno di facciata in pianta, uno in sezione all'altezza di un solaio intermedio; uno in sezione all'altezza del solaio di copertura...).
- (Di ciascun prospetto e della sezione possono essere disegnate solo due tracce: il piano di ingresso con il primo piano e l'ultimo piano.)
- Relazione sintetica che illustri il progetto negli aspetti architettonici e costruttivi.

Settore Industriale

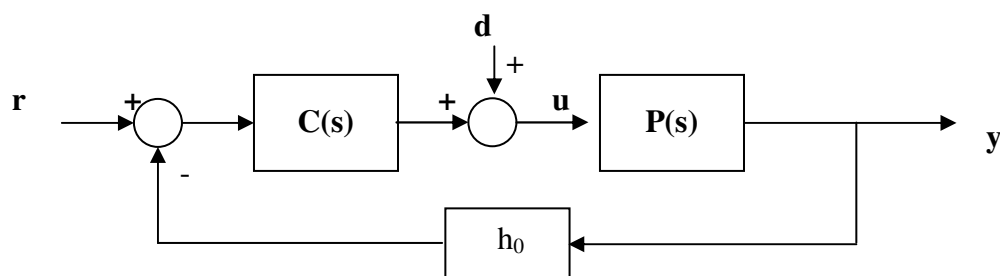
II Prova Scritta – Automatica

Il candidato descriva cosa si intende per specifica di precisione di un sistema di controllo e, con riferimento ai sistemi lineari e stazionari, illustri quali metodologie possono essere impiegate per la sintesi di un controllore che assicuri tale specifica nel caso di segnali di riferimento di tipo polinomiale e in presenza di disturbi costanti. Il candidato discuta quindi le conseguenze sulla stabilizzazione e sul comportamento transitorio del sistema che possono avere alcune delle scelte adottate per soddisfare la specifica di precisione.

**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione
di Ingegnere Specialista/Magistrale
II sessione 2014 – 2 febbraio 2015
Prova progettuale – AUTOMATICA**

Si consideri un processo avente funzione di trasferimento $P(s) = (s^2 - Ks + K^2)/(s^2 + Ks + K^2)$, essendo $K = 10$ rad/s.

1. Mostrare che il sistema con la funzione di trasferimento indicata risponde con uscite limitate a segnali di ingresso sinusoidali e riportare in un grafico l'amplificazione di tali segnali in funzione della loro pulsazione ω al variare di $\omega > 0$.
2. Con riferimento alla figura riportata in fondo (considerando per ora nullo il disturbo d), supponendo $h_0 = 0.1$ ed essendo $P(s)$ la funzione indicata sopra, progettare il blocco di controllo $C(s)$ in modo da garantire un errore di inseguimento a regime nullo rispetto a riferimenti $r(t)$ costanti, una pulsazione di attraversamento di circa 2 rad/s e un margine di fase di almeno 40 gradi.
3. Valutare l'effetto a regime sull'uscita di un disturbo d costante nell'ipotesi che il blocco di controllo $C(s)$ sia quello progettato al punto 2.
4. Valutare l'errore a regime rispetto a riferimenti a rampa. Calcolare quindi l'errore a regime che si ottiene se $r(t) = 0.2t + 3$ e $d(t) = -1$.
5. Analizzare l'effetto sulle specifiche di un'incertezza sui parametri di $P(s)$: in particolare si chiede di valutare quantitativamente come (e se) si deteriorano le tre specifiche del punto 2 se il valore reale di K è circa 12 rad/s e il blocco $C(s)$ è quello progettato nel punto 2 (cioè con il valore nominale di $K=10$). E se il valore reale di K fosse 8 rad/s? Più in generale, per quali valori di $K > 0$ qualcuna delle specifiche non è soddisfatta? E per quali $K > 0$ il sistema controllato diventa instabile?
6. Ricavare un modello di stato minimo (cioè una realizzazione) per la $P(s)$ indicata (nel valore nominale $K=10$) e calcolare quindi la risposta forzata nello stato nell'ipotesi di un ingresso u costante e pari a 1.



II Prova Scritta – Energetica

Il candidato illustri opportunità e criticità connesse alla crescente penetrazione delle fonti rinnovabili nel settore della generazione di energia elettrica, con particolare riferimento alla situazione del mercato elettrico nazionale.

Prova Progettuale – Energetica

Si consideri un impianto combinato costituito da:

- una TG aeroderivativa di potenza nominale $P=42\text{ MW}_e$
- un generatore di vapore a recupero (GVR) a due livelli di pressione con sistema post-combustione alimentato con una portata di combustibile (gas naturale) pari al 10% della portata inviata alla camera di combustione della TG;
- un ciclo a vapore sottoposto con condensatore raffreddato ad aria e con linea rigenerativa costituita dal solo degassatore.

Assumendo in linea con lo stato dell'arte e con buon senso tecnico i valori delle grandezze e dei parametri necessari, il candidato disegni innanzitutto uno schema d'impianto rispondente alla configurazione proposta e i diagrammi termodinamici nei piani H/S per la TG e per la TV e il diagramma di scambio termico nel piano Φ/T per il GVR.

Calcoli quindi le caratteristiche e prestazioni nominali dei singoli componenti (TG, GVR e TV) e del ciclo combinato nel suo complesso, ed in particolare:

- portata fumi e temperatura fumi allo scarico della TG;
- portata di combustibile alla TG e al GVR;
- temperatura fumi all'ingresso e allo scarico del GVR;
- portate e temperature del vapore AP e BP prodotte in relazione alle pressioni e agli altri parametri rilevanti assunti (ΔT ai pinch point e ΔT approach caldo);
- potenza generata dalla TV;
- potenza e rendimento dell'impianto combinato così configurato.

Proceda infine al dimensionamento progettuale di almeno uno dei banchi del GVR.

II Prova Scritta – Gestionale

Il candidato esponga le differenze tra “production planning” e “production scheduling” e definisca i principali strumenti per la loro realizzazione.

Prova Progettuale – Gestionale

Si deve realizzare uno stabilimento per la produzione di contenitori in plastica per il confezionamento di alimenti.

L'impianto dovrà essere in grado di realizzare 9 tipologie di prodotti differenti per i quali sono stati previsti i volumi di produzione riportati nell'ALLEGATO I.

I prodotti finiti sono confezionati in scatole e quindi in pallet secondo quantità variabili in base alla tipologia di prodotto (si veda ALLEGATO II).

La sequenza di operazioni necessarie per la produzione allo studio sono riportate e descritte nell'ALLEGATO III. Le caratteristiche dei macchinari utilizzati per la produzione sono invece riportate nell'ALLEGATO IV.

La movimentazione dei materiali tra i macchinari e lo stoccaggio delle materie prime e dei prodotti finiti nei relativi magazzini avviene in apposite unità di carico secondo quanto riportato dalla tabella V.

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

- ❑ andrà previsto 1 operatore a macchina ed altre 4 persone per ogni turno di lavoro ad un costo pari a 25.000€/anno cadauno;
- ❑ dovranno essere previsti opportuni magazzini di semilavorati necessari per realizzare la produzione secondo le dinamiche stabilite;
- ❑ dovrà essere previsto un magazzino prodotti finiti dimensionato in modo da garantire una capacità di stoccaggio pari a una settimana di produzione;
- ❑ costo del fabbricato 500 €/mq (comprensivo dei costi per terreno e altre costruzioni).

Il candidato, formulando delle ipotesi coerenti per i dati mancanti, effettui il dimensionamento di massima dello stabilimento ed una sua rappresentazione grafica schematica su pianta rettangolare (proporzione 1 x 2), con l'individuazione:

- ❑ del numero di turni di lavoro tra 1, 2 o 3 turni al giorno (anche differente per i diversi reparti) da 8 ore (comprensivi di 1 ora di pausa mensa a turno) per 5 gg/settimana;
- ❑ del numero, delle dimensioni e della disposizione ottimale dei centri di lavoro, e dei magazzini (si individui anche un'area complessiva da destinare ai servizi accessori quali manutenzione, uffici, servizi, ecc.);
- ❑ del flusso dei materiali all'interno dello stabilimento (espresso in unità di carico);
- ❑ del numero totale di addetti alla produzione;
- ❑ delle soluzioni da adottare per la movimentazione dei materiali tra i centri di lavoro e all'interno dei magazzini (individuazione del tipo di sistema e descrizione qualitativa).

ALLEGATO I – Prodotti e volumi di produzione base richiesti

<i>Prodotto</i>	<i>Pallet settimana</i>
P1	88
P2	99
P3	125
P4	21
P5	28
P6	29
P7	80
P8	30
P9	80

ALLEGATO II – Caratteristiche dei prodotti finiti

<i>Prodotto</i>	<i>Scatole a pallet</i>	<i>Materiale per pezzo (gr/u)</i>	<i>Materiale per scatola (kg/scatola)</i>
P1	32	5	5
P2	32	8	6
P3	32	10	7
P4	32	8	11
P5	32	13	15
P6	32	15	17
P7	8	4	5
P8	8	4	15
P9	8	5	7

Materie Prime

La materia prima principale per tutti i prodotti è il polistirene sotto forma di piccoli granuli (diametro medio 2,5 mm) da stoccare in appositi silos esterni al momento della ricezione.

ALLEGATO III – Cicli di produzione

La trasformazione della materia prima in prodotto finito avviene per i prodotti da P1 a P6 attraverso la termoformatura e per i prodotti da P7 a P9 attraverso lo stampaggio ad iniezione, secondo lo schema seguente.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Estrusione	X	X	X	X	X	X			
Termoformatura	X	X	X	X	X	X			
Tranciatura	X	X	X	X	X	X			
Iniezione							X	X	X
Confezionatrice	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pallettizzatore	X	X	X	X	X	X	X	X	X

- a) **ESTRUSIONE** - Il polistirene sotto forma di grani viene trasformato da estrusore in un sottile film (circa 0.5 mm) avvolto da una macchina bobinatrice. L'estrusore e il bobinatore sono le macchine più costose dell'impianto e non devono fermarsi tranne che per manutenzioni programmate o straordinarie in quanto occorre molto tempo e materiale riavviarle.



un

per

- b) **TERMOFORMATURA** – Il film di polistirene viene dunque scaldato, fatto aderire ad appositi stampi e quindi raffreddato all'interno di una termoformatrice.



- c) **TRANCIATURA** – la bava attorno al prodotto viene eliminata taglio netto e quindi riciclata attraverso dei mulini che macerano scarti e li mandano ai silos.

con un
gli

- d) **INIEZIONE** – i grani di materia prima vengono scaldati per attrito una vite conica fino alla plastificazione senza bruciarli, il materiale stato liquido ottenuto viene quindi sospinto entro uno stampo tramite apposito canale.



da
allo
un

- e) **CONFEZIONAMENTO** – il prodotto finito viene disposto ordinatamente nelle scatole.

- f) **PALLETTEZZAZIONE** – le scatole vengono disposte in modo da formare dei pallet pronti per l'immagazzinamento e la successiva spedizione.

A valle delle lavorazioni in tabella avviene l'invio del prodotto finito al magazzino dedicato per lo stoccaggio dei prodotti finiti in attesa di spedizione.

ALLEGATO IV – Caratteristiche dei macchinari

Id	Tipo Macchina	Tempo Setup (min)	Capacità produttiva	Ingombro	Costo Macchina e attrezzature (€)
T1	ESTRUSORE	180	40 gr/s	10m x 5m	415.000
T2	BOBINATRICE	Asservita	Asservita	5m x 5m	105.000
T3	TERMOFORMATRICE	120	8 u/s	8m x 5m	95.000
T4	TRANCIATRICE	Asserv.	Asservita	4m x 5m	50.000
S1	PRESSA AD INIEZIONE	120	6 u/s	8m x 5m	205.000
I	INSCATOLATRICE	30	60 sc/h	4m x 5m	15.000
P	PALLETtizzatore	Asservito	Asservito	4m x 5m	25.000

Setup

Termoformatrice e Pressa ad iniezione necessitano di tempi di setup significativi ad ogni cambio prodotto per il cambio degli stampi.

Particolare attenzione va posta all'Estrusore perché nonostante in questa fase il prodotto si possa assumere indifferenziato, il macchinario necessita di lunghi tempi per ogni singolo riavvio che causa anche una significativa produzione di scarti (quantificabile in c.a 1 ora di produzione).

Guasti

Si assuma che i macchinari, ad eccezione dell'estrusore, presentino un tempo medio di funzionamento tra due guasti successivi di 98 ore ed un tempo medio per il ripristino del funzionamento pari a 2 ore.

Per l'estrusore si assuma invece un tempo medio di funzionamento tra due guasti successivi di 392 ore ed un tempo medio per il ripristino del funzionamento pari a 8 ore (comprensivo delle operazioni di riavvio citate precedentemente).

Microfermate e rallentamenti

Si assuma che le perdite di velocità per microfermate e rallentamenti siano mediamente pari:

- al 5 % del tempo operativo se il macchinario lavora un unico articolo;
- al 10 % del tempo operativo se il macchinario lavora più di un articolo.

Scarti e sfridi

Si assuma una percentuale media di sfridi pari al 2% del prodotto che vengono realizzati presso la tranciatrice. Sia assumano trascurabili gli sfridi per lo stampaggio ad iniezione.

Si assuma una percentuale media di prodotti difettosi pari al 3% (si assuma per semplicità che i prodotti difettosi siano tutti individuati ed allontanati immediatamente prima del confezionamento).

ALLEGATO V – Unità di carico

Unità di carico	Dimensione (mm)	Peso
Bobine	420mm diametro e 200 mm di altezza	80 kg/bobina
Pallet	base 1200 x 800 mm altezza 1400 mm	In base al prodotto (vedi dati)

II Prova Scritta – Meccanica

Il candidato, sulla base delle proprie conoscenze, faccia una relazione sui differenti tipi d'impianto frigorifero attualmente utilizzati, specificandone lo schema costruttivo, le caratteristiche di eventuali fluidi frigoriferi, la descrizione del ciclo su piani termodinamici di interesse, i parametri di valutazione ed, infine, i possibili impieghi e campi di applicazione.

Prova Progettuale – Meccanica

Si consideri un motore diesel aspirato 4 tempi, 4 cilindri, avente una cilindrata complessiva di 2000 cm³ ed un rapporto volumetrico pari a 20. Il motore, a 3000 r.p.m. ed una velocità del veicolo di 110 km/h, consuma 1 kg di combustibile (gasolio con potere calorifero inferiore pari a 43MJ·kg⁻¹) per un percorso di 15 km. Sia la temperatura dell'aria in ingresso pari a 35°C, alla pressione di 1 bar.

Il candidato, considerando ciclo termodinamico e fluido evolvente ideali, determini:

- ☐ gli stati termodinamici dei punti caratteristici del ciclo;
- ☐ il lavoro e la pressione media indicata;
- ☐ il rendimento termodinamico;
- ☐ l'andamento teorico della pressione, al variare dell'angolo di manovella, per alcune posizioni notevoli occupate dal pistone in un ciclo completo di funzionamento.

Il candidato, inoltre, tenendo conto di un rapporto alesaggio/corsa tipico per questa tipologia di propulsori compreso tra 0.8 e 1.2 e di un rapporto tra le lunghezze della biella e della manovella nell'intervallo 3÷4, provveda a:

- ☐ calcolare le lunghezze di biella e manovella;
- ☐ determinare la forza agente sui cuscinetti tra pistone e biella, biella e manovella e tra manovella e blocco motore (relativa ad un singolo cilindro), sottolineandone le caratteristiche di dipendenza dall'angolo di rotazione;
- ☐ dimensionare il cuscinetto a strisciamento tra biella e manovella;
- ☐ dimensionare il cuscinetto a rullini tra biella e pistone.

Note.

Riguardo ad eventuali dati non forniti, il candidato faccia delle assunzioni verosimili, fornendone una giustificazione.

II Prova Scritta – Medica

Tenendo conto dei recenti sviluppi nell'elettronica e nella scienza dei materiali (dispositivi wireless, sensori, microsistemi, nanotecnologia, grafene e altri materiali 2D,...), quali possono essere gli elementi di forza per innovare nel settore della strumentazione biomedicale?

Prova Progettuale – Medica

Progettare un amplificatore per strumentazione (guadagno variabile e risposta in frequenza di tipo passa-basso con frequenza di taglio pari a 1kHz) da inserire in un elettrocardiografo e discutere la scelta di tutti i componenti circuitali, con particolare riferimento alla dissipazione di potenza, al rumore, alla reiezione del modo comune, alle correnti di ingresso, alla robustezza rispetto alle variazioni di temperatura e rispetto alle variazioni della tensione di alimentazione.

Settore dell'Informazione

II Prova Scritta – Elettronica

Il candidato illustri, avvalendosi anche di schemi circuitali, il ruolo degli amplificatori operazionali nella progettazione dei filtri attivi, discutendo anche l'effetto delle loro non idealità sulle prestazioni finali di tale classe di circuiti.

Prova Progettuale – Elettronica

Una ditta che si occupa dell'installazione di sistemi di sorveglianza ha commissionato ad uno studio di ingegneria la progettazione di due circuiti di interfaccia per sensori resistivi e della scheda di controllo.

In particolare le tre schede dovranno soddisfare le seguenti specifiche:

- Circuito n°1
 - Il circuito dovrà dare in uscita un segnale ad onda quadra che dovrà contenere l'informazione relativa al valore delle resistenze dei due sensori (Sensore 1, Sensore 2), in modo da poter risalire al valore delle resistenze dei singoli dispositivi.
Il circuito dovrà essere progettato in maniera tale da essere in grado di apprezzare variazioni almeno pari allo 0.01% del valore massimo delle resistenze dei due sensori in tutto il loro intervallo di funzionamento. [$R_{\text{sensore1}}=5\div 10\text{k}\Omega$, $R_{\text{sensore2}}=6\div 8\text{k}\Omega$, $V_{\text{alimentazione}}=5\text{V}$, $P_{\text{max}}=200\text{mW}$].
Suggerimento: si consideri la possibilità di correlare i valori delle resistenze dei sensori o ai singoli semiperiodi oppure alla frequenza del segnale di uscita.
- Circuito n°2
 - Il circuito dovrà dare in uscita un segnale sinusoidale con ampiezza relativa al valore della resistenza del sensore 3 e la frequenza proporzionale a quella del sensore 4.
 - Il circuito dovrà essere progettato in modo tale da essere in grado di apprezzare variazioni almeno inferiori allo 0.01% del valore massimo delle resistenze dei due sensori in tutto il loro intervallo di funzionamento. [$R_{\text{sensore3}}=1\div 1.5\text{k}\Omega$, $R_{\text{sensore2}}=2\div 4\text{k}\Omega$, $V_{\text{alimentazione}}=5\text{V}$, $P_{\text{max}}=200\text{mW}$].
- Scheda di controllo
 - Progettazione del convertitore A/D che deve acquisire i segnali provenienti dai due circuiti con una risoluzione sufficiente a garantire le specifiche fornite dalla ditta committente.
 - La scheda dovrà prevedere la possibilità di immagazzinare i dati, confrontarli con dei valori predefiniti e in caso di superamento di tali soglie mandare un allarme alla ditta tramite email o sms.

Il candidato sulla base delle specifiche fornite dalla ditta, illustri dapprima con schemi a blocchi poi con schematici, i circuiti richiesti giustificando le soluzioni proposte dal punto di vista dei costi e delle prestazioni. Il candidato illustri anche quali contromisure potrebbero essere introdotte in presenza di rumore durante l'acquisizione del segnale.

II Prova Scritta – Informatica

Il candidato descriva i concetti di base della teoria della decidibilità e della complessità computazionale, inquadrandone l'importanza nel processo di sviluppo del software. In particolare si illustrino i concetti di decidibilità e indecidibilità dei problemi, i problemi della classe P (polinomiale), i problemi della classe NP (nondeterministica polinomiale) e le riduzioni polinomiali tra problemi, fornendo esempi di problemi nelle diverse classi sopra indicate. Si descrivano inoltre alcune strategie applicabili in pratica per la soluzione di problemi con complessità esponenziale.

Prova Progettuale – Informatica

Il candidato sviluppi il seguente progetto riguardante la realizzazione di un sistema informativo per la gestione elettronica degli accessi di una mensa in un campus universitario. Il sistema, per mezzo di opportune applicazioni informatiche, deve consentire:

- (1) il riconoscimento degli utenti della mensa tramite tesserino magnetico
 - (2) la gestione dei pagamenti di ciascun pasto (individuale o in abbonamento), per diverse categorie di utenti (studenti, docenti, altro personale, esterni)
 - (3) il controllo sulla regolarità dell'utilizzo della mensa (ad esempio, a ciascun utente deve essere consentito di consumare un solo pasto "pranzo" in una singola giornata)
 - (4) la verifica del funzionamento della mensa da parte del personale addetto (ad esempio, statistiche sul numero di pasti erogati, sugli utenti della mensa, sugli incassi).
- Si produca il documento di specifica per il sistema descritto, adottando metodologie e linguaggi di modellazione appropriati.

II Prova Scritta – Ing. delle Tecnologie di Internet e Telecomunicazioni

Si descriva il problema della condivisione di un canale radio da parte di una molteplicità di utenti illustrando le principali tecniche che permettono una suddivisione efficiente delle risorse. Al candidato viene richiesto inoltre di illustrare dettagliatamente un sistema di accesso multiplo di propria conoscenza in un reale contesto applicativo, identificandone vantaggi e svantaggi prestazionali.

Prova pratica

Il candidato sviluppi i quesiti del problema formulando e motivando eventuali ipotesi aggiuntive per tutto ciò che non è esplicitamente specificato.

E' necessario dimensionare un sistema di comunicazione basato su un satellite geostazionario (altezza del satellite $H_{\text{sat}}=35790$ km) trasparente. Il sistema prevede la trasmissione monodirezionale da una gateway (GW) terrestre verso 10 terminali di utente. L'informazione trasmessa è costituita da 10 stream informativi multiplati a divisione di frequenza. La banda utile viene quindi suddivisa in 10 portanti (con opportuni intervalli di guardia), ciascun terminale di utente è progettato per ricevere una sola di queste portanti. La GW è situata ad una latitudine di 41°N , mentre il satellite è posizionato sullo stesso meridiano della GW.

I terminali sono tutti localizzati nella stessa area geografica, ad una latitudine di 52°N e stessa longitudine della GW.

Il feeder link (collegamento fra GW e satellite) utilizza l'innovativa banda di frequenze denominata V, con portante di uplink a 48 GHz. Lo user link (collegamento fra satellite e terminali) utilizza la banda Ka, con portante di downlink centrata a 19.7 GHz.

La GW ha le seguenti caratteristiche:

- Antenna parabolica con diametro di 7 m ed efficienza di 0.6
- Amplificatore di alta potenza (HPA) in grado di erogare 400 W in saturazione, operante con 4 dB di output backoff

Il terminale di utente ha le seguenti caratteristiche (riportate in Figura 1):

- Antenna parabolica con diametro di 0.7 m ed efficienza di 0.7.
- Perdite del feeder (L_{FRx}) pari a 0.9 dB, temperatura termodinamica del feeder (T_{FRx}) pari a 290 K.
- Figura di rumore del ricevitore (F_{Rx}) pari a 3 dB.
- Temperatura di rumore dell'antenna (T_{A}) pari a 30 K.

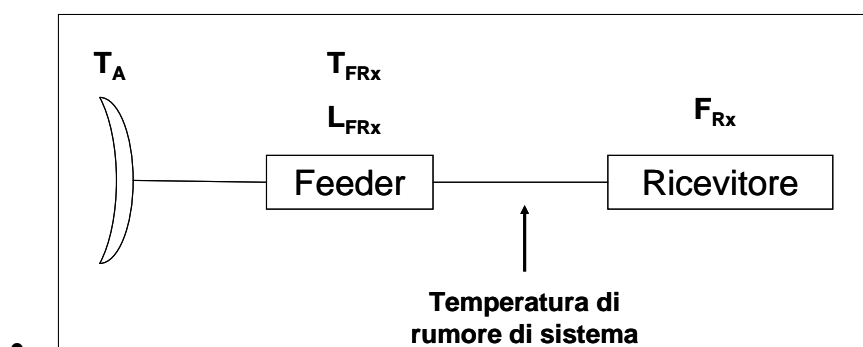


Fig.1: Caratteristiche del terminale di utente

Il satellite ha le seguenti caratteristiche per forward link (collegamento fra la GW e il terminale di utente):

- l'antenna puntata sulla GW ha una larghezza di fascio a 3 dB (θ_{3dB}) di 0.25° , una efficienza di 0.6 e una temperatura di rumore di 290 K, inoltre le perdite di feeder sono trascurabili.
- la temperatura equivalente di rumore del ricevitore (T_{eSat}) è 460 K.
- Per il collegamento satellite-terminale di utente, l'EIRP per portante è 65 dBW.

Considerate le frequenze operative del sistema, oltre l'attenuazione di spazio libero, occorre considerare le perdite supplementari atmosferiche. Per il sito dove è ubicata la GW, la distribuzione cumulativa dell'attenuazione supplementare (per la banda V, 48 GHz) è riportata in Figura 2. In ascissa è riportata la percentuale del tempo per la quale l'attenuazione in ordinata viene superata.

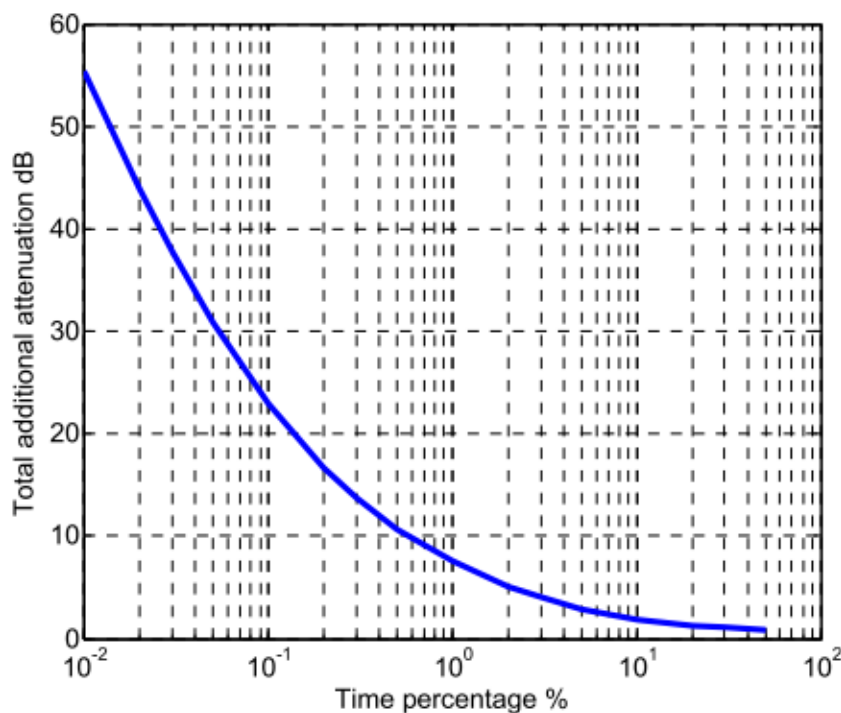


Fig.2: Distribuzione cumulativa dell'attenuazione supplementare atmosferica per la GW operante in banda V (48 GHz).

Quesito 1 - considerando come requisiti di servizio una disponibilità del 99.9% sul collegamento GW-satellite e una disponibilità del 99.7% sul collegamento satellite-terminale di utente, calcolare:

- il C/N_0 in uplink; per il calcolo si consideri la GW posizionata al centro della copertura dell'antenna satellitare;

- il C/N_0 in downlink; per il calcolo si consideri il caso peggiore, in cui il terminale di utente è localizzato al bordo della copertura dell'antenna satellitare. Si consideri inoltre che, per il sito dove sono localizzati i terminali di utente, l'attenuazione atmosferica supplementare non superata per il 99.7% del tempo totale di collegamento è 3.8 dB.
- il C/N_0 totale misurabile al terminale di utente.

Per il calcolo della distanza di collegamento si ricorda che il raggio medio terrestre è 6371 km. Si ricorda inoltre che la costante di Boltzman è -228.6 dBW/KHz.

La GW trasmette su ciascuna portante un differente stream audio/video real time (il ritardo di propagazione satellitare può essere accettato). Ogni flusso video trasmette 50 frame per secondo di 720x576 pixel; ad ogni pixel sono associati due valori di crominanza e uno di luminanza, (tutti con 256 livelli di risoluzione). L'informazione di crominanza è spazialmente sottocampionata 2:1, sia in orizzontale che in verticale. Il segnale audio digitale associato al video ha un data rate di circa 1.3 Mbps.

Ciascun segnale audio/video viene compresso e predisposto per lo streaming; questa operazione ha un'elevata efficienza di compressione, il data rate del segnale viene infatti ridotto del 96.5%.

Quesito 2 - calcolare il data rate totale di trasmissione richiesto

Per la trasmissione possono essere utilizzate alcune delle coppie modulazione/codifica di canale dello standard DVB-S2. Le loro caratteristiche principali (il data rate utile di trasmissione supportato e il C/N_0 minimo per ottenere il "frame error rate" richiesto dal servizio) sono riportate in tabella I.

Tabella I: Caratteristiche delle coppie modulazione/codifica di canale utilizzabili.

	QPSK 1/4	QPSK 5/6	8PSK 2/3	8PSK 5/6	16APSK 3/4	16 APSK 8/9
Data rate utile (information rate) - Mbit/s	18,5	61,222	73,283	91,7	109,768	130,356
C/N_0 richiesto - dBHz	74,42	82,38	84,60	87,33	89,18	91,87

Quesito 3 – identificare le coppie modulazione/codifica di canale che possono essere impiegate per supportare il servizio di streaming audio/video precedentemente descritto. Si ricorda di considerare un adeguato margine nel progetto del collegamento.