



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA**  
**Facoltà di Ingegneria**

**ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE**

(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04)

SEZIONE A - Seconda sessione 2010

**PRIMA PROVA SCRITTA DEL 23 Novembre 2010**

**SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

Nell'ambito del progetto e della realizzazione di sistemi per l'acquisizione, l'elaborazione e la trasmissione dell'informazione, il candidato illustri e discuta criticamente le metodologie e le eventuali norme di riferimento applicabili nella pratica professionale in uno dei seguenti campi a sua scelta (indichi chiaramente il campo prescelto all'inizio dell'elaborato):

- Protocolli di comunicazione nelle reti di calcolatori
- Sistemi distribuiti di elaborazione e memorizzazione
- Progettazione di impianti informatici per l'automazione industriale
- Tecniche di modellazione e simulazione di sistemi complessi
- Reti di comunicazione per l'automazione industriale



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA**  
**Facoltà di Ingegneria**

**ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE**

(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04)

SEZIONE A - Seconda sessione 2010

**SECONDA PROVA SCRITTA DEL 1 Dicembre 2010**

**SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**(classi di laurea appartenenti al settore: 35/S - Ingegneria informatica; 30/S - Ingegneria delle telecomunicazioni; 32/S - Ingegneria elettronica; 23/S - Informatica)**

**Tema n. 2: classe 32/S - Ingegneria elettronica**

Un'azienda produttrice di strumentazione elettronica si accinge a sviluppare un frequenzimetro digitale da banco. Dopo un'attenta analisi dei prodotti già disponibili sul mercato e alcune interviste al personale tecnico di alcune aziende clienti, si decide che le specifiche del sistema saranno le seguenti.

Il frequenzimetro (counter) deve essere in grado di misurare la frequenza o il periodo di un segnale in ingresso; deve inoltre poter misurare la durata di un singolo evento (impulso) o la frequenza di ripetizione di più eventi consecutivi.

Sono previste tre differenti range di misura:

- High range, fino a 150.000 MHz o 1.000 ms, per misure di frequenza o periodo, rispettivamente;
- Midrange, fino a 50.000 kHz o 10.000 ms, per misure di frequenza o periodo, rispettivamente;
- Low range, fino a 100.000 Hz o 1.000 s, per misure di frequenza o periodo, rispettivamente;
- Pulse, fino a 99 eventi catturati al minuto.

Il sistema è dotato di un display per la visualizzazione della misura e di un pannello operatore per la configurazione. I segnali in ingresso sono di tipo "quasi digitale" con ampiezza compresa nell'intervallo  $[0,5]V$ .

Si chiede al candidato di immedesimarsi nel responsabile del progetto e:

- 1) Valutare quale tecnica di conteggio è più indicata per la realizzazione del sistema in esame;
- 2) Valutare la miglior soluzione tecnologica per l'implementazione del sistema di controllo, potendo scegliere tra un sistema basato su Soft core (CPU implementata in un PLD), microprocessore e ASIC. I principali parametri da considerare sono il costo di produzione, la versatilità, i tempi e costi di sviluppo, l'affidabilità e i consumi;

- 3) Fornire uno schema a blocchi del sistema complessivo, completo di unità di misura per ogni blocco, evidenziando la tipologia dei segnali coinvolti;
- 4) Valutare le problematiche inerenti l'alimentazione dello strumento (da rete fissa e a batteria);
- 5) Descrivere l'interfaccia operatore (ovvero disposizione e significato dei comandi sul pannello operatore e indicazioni disponibili sul display);
- 6) Valutare la possibilità di fornire un'interfaccia di comunicazione in grado di consentire un accesso remoto allo strumento;
- 7) Valutare le strategie di implementazione del software/firmware del sistema di controllo, ipotizzando di utilizzare un microprocessore per la supervisione dello strumento.



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA**  
**Facoltà di Ingegneria**

**ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE**

(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04)

SEZIONE A - Seconda sessione 2010

**SECONDA PROVA SCRITTA DEL 1 Dicembre 2010**

**SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**(classi di laurea appartenenti al settore: 35/S - Ingegneria informatica; 30/S - Ingegneria delle telecomunicazioni; 32/S - Ingegneria elettronica; 23/S - Informatica)**

**Tema n. 1: classe 35/S - Ingegneria informatica**

I soci di un noto studio dentistico hanno da poco acquistato un sistema software gestionale che consente a diverse tipologie di utenti (impiegati, assistenti alla poltrona, dentisti) di accedere alle informazioni dei pazienti per la gestione dei dati personali, degli appuntamenti e degli interventi.

Tuttavia, dopo un primo periodo di utilizzo di tale sistema, gli utenti lamentano problemi legati al malfunzionamento di alcune procedure offerte dal sistema, all'inadeguata protezione dei dati, e alla scarsa usabilità dell'interfaccia utente.

I soci dello studio dentistico richiedono pertanto all'azienda fornitrice del software di preparare una proposta di revisione del sistema al fine di risolvere i problemi menzionati. I soci garantiscono ai consulenti la piena disponibilità dei propri dipendenti in qualità di esperti del dominio.

Si richiede al candidato di immedesimarsi nel capo progetto del team di lavoro che dovrebbe realizzare la revisione del sistema. In particolare, si richiede di:

- 1) redigere un piano di lavoro che specifichi le varie attività da svolgere, le competenze richieste da ciascuna di esse, l'ordine in cui tali attività saranno svolte e con quali tempi approssimativi (in termini di giorni/uomo);
- 2) descrivere quali tecniche si intendono adottare per svolgere una valutazione per quanto possibile approfondita e oggettiva delle funzionalità del sistema;
- 3) descrivere quali tecniche si intendono adottare per svolgere una valutazione dell'usabilità del sistema;
- 4) descrivere come i risultati ottenuti applicando le tecniche di cui ai punti (2) e (3) saranno utilizzati per impostare la realizzazione di una nuova versione del sistema;
- 5) descrivere quali metodologie si intendono adottare per garantire che il sistema risponda ad elevati requisiti di affidabilità e usabilità;

- 6) descrivere quali tecniche si intendono adottare per garantire un'adeguata protezione dei dati (integrità e riservatezza);
- 7) descrivere per sommi capi le normative di riferimento, a livello sia di dispositivi di legge sia di standard o raccomandazioni emanati da organismi internazionali.



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA**  
**Facoltà di Ingegneria**

**ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE**

(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04)

SEZIONE A - Seconda sessione 2010

**SECONDA PROVA SCRITTA DEL 1 Dicembre 2010**

**SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**(classi di laurea appartenenti al settore: 35/S - Ingegneria informatica; 30/S - Ingegneria delle telecomunicazioni; 32/S - Ingegneria elettronica; 23/S - Informatica)**

**Tema n. 3: classe 30/S - Ingegneria delle telecomunicazioni**

L'aeroporto Benpensa vuole dotarsi di un nuovo sistema di videosorveglianza per monitorare tutti i punti di accesso degli edifici aeroportuali. Tale sistema è sostanzialmente composto da 200 telecamere "intelligenti", collocate in prossimità degli accessi, e da una centrale di controllo da cui sia possibile monitorare le aree controllate. La particolarità che distingue le telecamere adottate, da quelle convenzionali, consiste nella possibilità di poter eseguire delle elaborazioni del segnale video direttamente onboard. È poi possibile trasmettere ad un punto di controllo, il risultato dell'elaborazione nonché il segnale video parziale o integrale.

Il candidato proponga un elenco di funzionalità che ragionevolmente dovrà fornire il sistema di videosorveglianza e sulla base di queste ne proponga lo schema generale. Si proceda quindi a fornire una descrizione dettagliata dei vari blocchi funzionali individuati.

Il candidato approfondisca alternativamente uno dei seguenti aspetti:

- Progettazione del software di controllo, da caricare sulle telecamere "intelligenti", che permetta di identificare i volti delle persone inquadrati e di trasmettere le porzioni di immagini corrispondenti alla centrale di controllo.
- Progettazione del software di uno dei sistemi di controllo presenti nella centrale, in grado di verificare la corrispondenza o meno delle facce ricevute dalle telecamere con quelle contenute in una lista di soggetti da monitorare.
- Progettazione dei nodi di comunicazione intermedi tra le telecamere e la centrale, ipotizzando la possibilità di utilizzare diverse tipologie di collegamento (radio, cavo/fibra).

Si propongano inoltre delle soluzioni tecniche e/o metodologiche per affrontare i seguenti problemi:

- 1) garantire la possibilità di monitorare un dato punto di accesso anche in caso di guasto della telecamera e/o del sistema di comunicazione tra quest'ultima e la centrale di controllo.

- 2) Prevedere un sistema di comunicazione che supporti il backup remoto (in un luogo fisicamente diverso dall'aeroporto) dei dati raccolti.
- 3) Garantire l'integrità dei dati che potrebbero essere persi a causa di improvvisi blackout, di guasti alla linea di comunicazione o dalla temporanea indisponibilità dei dispositivi di memorizzazione.
- 4) Da ultimo il candidato indichi i parametri da considerare per una valutazione tecnico-economica della soluzione proposta e illustri le normative di riferimento, gli standard o le raccomandazioni emanati da organismi internazionali.



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA**  
**Facoltà di Ingegneria**

**ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE  
DI INGEGNERE**

(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04)

SEZIONE A - Seconda sessione 2010

**PROVA PRATICA DEL 17 Febbraio 2011**

**SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**(classi di laurea appartenenti al settore: 35/S - Ingegneria informatica; 30/S - Ingegneria delle telecomunicazioni; 32/S - Ingegneria elettronica; 23/S - Informatica)**

**Tema n. 2: classe 32/S - Ingegneria elettronica**

La Magneto Terapia utilizzando campi magnetici pulsanti a bassa frequenza è detta da numerosi rapporti medici essere una valida terapia fisica, con effetti biologici positivi, specialmente indicata nel trattamento di fratture ossee e di malattie a carattere infiammatorio e cronico degenerative.

I campi magnetici a bassissima frequenza (ELF) agiscono per effetto di microcorrenti indotte, che interagiscono con strutture "semicristalline" delle membrane cellulari.

Il trasduttore magnetoterapico è costituito da  $N=2400$  spire di filo di rame (resistività  $\rho=1.69 \cdot 10^{-8} \Omega/m$ , diametro  $\phi=0.35mm$ ); la disposizione geometrica è mostrato nella Figura 1.

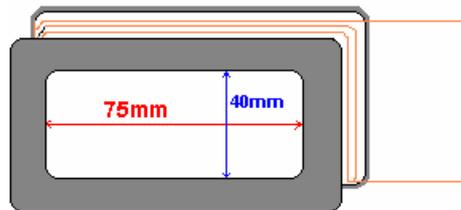


Figura 1. Il trasduttore magnetoterapico

La parzializzazione della corrente inviata al trasduttore permette di variare l'intensità media del campo magnetico applicato; in particolare si vuole poter alimentare il trasduttore con una corrente di eccitazione sinusoidale il cui valore efficace possa essere variato nell'intervallo  $I_{exc,eff}=[0 - 1.5]A$ .

Compito del candidato è progettare l'opportuna circuiteria in grado di soddisfare le specifiche di seguito riportate:

- Il dispositivo è alimentato a +15V/-15V; entrambe le tensioni di alimentazione sono già disponibili stabilizzate;
- L'interfaccia verso l'operatore è costituita da un selettore che consente di impostare la frequenza di eccitazione al valore  $F_{exc}=[25, 50, 100]Hz$  e di una manopola che consente di variare con continuità il valore della corrente di eccitazione  $I_{exc}$  nell'intervallo  $I_{exc}=[0 - 1.5]A$ ;
- L'interfaccia operatore è completata da due indicatori a barra (termometrici) che riportano il valore efficace della corrente effettivamente iniettata nel trasduttore e della frequenza, rispettivamente.

Si dispone dei seguenti blocchi funzionali

- un convertitore AC/DC per la stima dell'ampiezza dei segnali in tensione (schema di principio in figura 2);
- un oscillatore a ponte di Wien, il cui schema di principio è riportato in Figura 3.

- un blocco di conversione I/V costituito da un resistore di shunt di precisione  $R_S$  e un blocco di conversione V/I costituito da un generatore di Howland migliorato (schema di principio in figura 4);
- un convertitore frequenza – tensione per la stima della frequenza costituito da un comparatore con isteresi invertente, un monostabile programmabile, un filtro passa basso realizzato con una cella Sallen-Key (schema di principio in figura 5);
- due indicatori a led a barra (schema di principio in figura 6);
- amplificatori operazionali in configurazione invertente e non – invertente.

Al candidato è richiesto di:

- fornire un diagramma a blocchi del sistema finale (si può utilizzare più di un blocco per ogni tipologia) completo di unità di misura in ingresso ed uscita per ogni blocco;
- fornire lo schematico del circuito complessivo;
- calcolare il valore dei componenti che soddisfino le specifiche indicate sopra, integrando eventualmente i blocchi forniti con circuiti in grado di adattare le tensioni ai livelli richiesti.

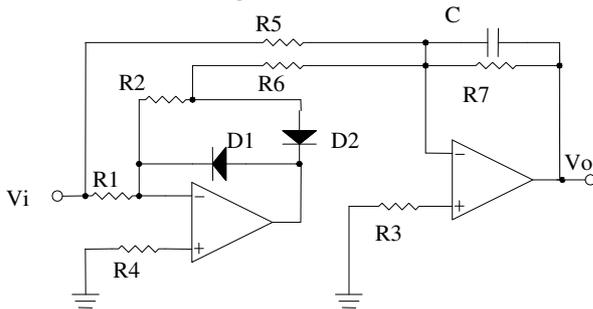


Figura2: Convertitore AC/DC

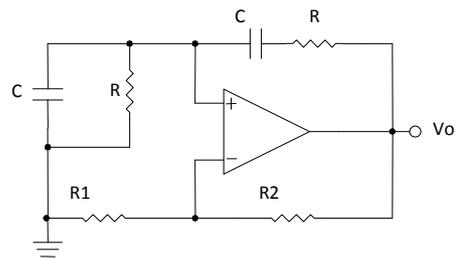


Figura3: Oscillatore a ponte di Wien

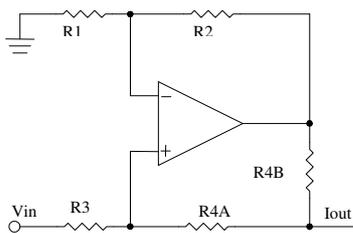


Figura 4 Convertitore V/I

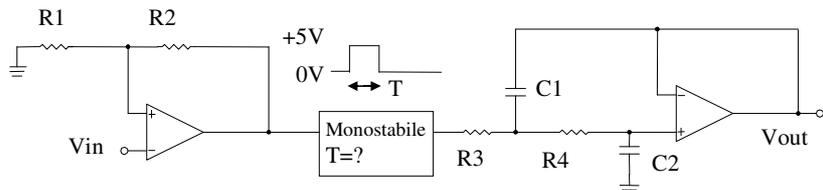


Figura 5: Convertitore frequenza – tensione

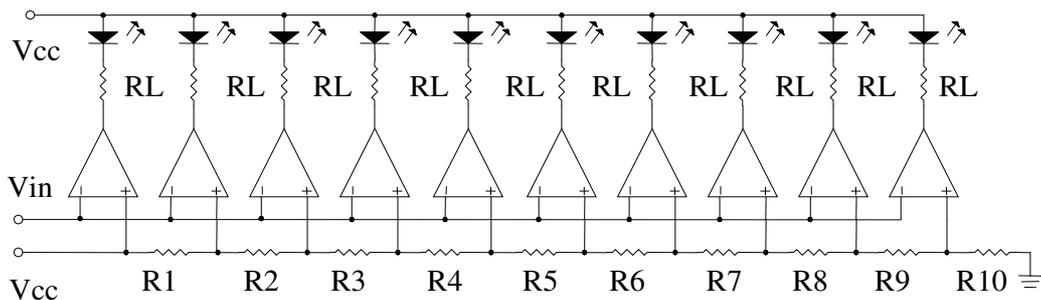


Figura 6: Indicatore a barra

Inoltre:

- Per il blocco convertitore AC/DC, supponendo di utilizzare dispositivi attivi reali, valutare le limitazioni dinamiche (calcolo letterale in funzione dello slew rate  $SR$  e della frequenza a guadagno unitario  $f_t$  degli AO, supposti uguali) e determinare il punto di lavoro in continua (in funzione della tensione di offset  $V_{os1}$  e  $V_{os2}$  e delle correnti di polarizzazione  $I_{n1}$ ,  $I_{n2}$ ,  $I_{p1}$  e  $I_{p2}$ , del primo e del secondo AO rispettivamente)
- Per il blocco di stima della frequenza, stimare la sensibilità del filtro LPF alla variazione di valore dei bipoli passivi.

Se non specificato, per gli amplificatori operazionali è disponibile un estratto di un data book, mentre per gli altri bipoli il candidato può assumere la disponibilità di componenti a caratteristiche standard.



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA**  
**Facoltà di Ingegneria**

**ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE  
DI INGEGNERE**

(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04)

SEZIONE A - Seconda sessione 2010

**PROVA PRATICA DEL 17 Febbraio 2011**

**SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**(classi di laurea appartenenti al settore: 35/S - Ingegneria informatica; 30/S - Ingegneria delle telecomunicazioni; 32/S - Ingegneria elettronica; 23/S - Informatica)**

**Tema n. 1: classe 35/S - Ingegneria informatica**

L'azienda "ViaggiFelici", costituita da diverse agenzie di viaggi operanti su tutto il territorio nazionale, intende dotarsi di un nuovo sistema informativo per consentire una più efficace ed efficiente gestione delle proprie attività.

Ad alto livello di astrazione, il sistema informativo sarà costituito da:

- una componente tramite la quale professionisti esperti nell'organizzazione di viaggi e composizione di pacchetti vacanze, inseriscono nel sistema informazioni relative alle varie destinazioni di viaggio offerte dall'azienda;
- una componente utilizzata dagli impiegati delle agenzie per rispondere alle richieste dei clienti.

Più precisamente, tramite la prima componente gli esperti di viaggi potranno:

- 1) Inserire dati relativi ai mezzi di trasporto (treni, aerei, traghetti, ecc.) per le diverse destinazioni;
- 2) Inserire dati relativi agli alberghi e ai ristoranti convenzionati con l'azienda presenti nelle varie località di villeggiatura;
- 3) Inserire eventuali dati relativi a stabilimenti presenti nelle varie località (ad esempio, stabilimenti balneari, impianti sciistici, strutture termali, etc.);
- 4) Inserire dati relativi ad attività di tipo escursionistico o culturale offerte dalle varie località (ad esempio, gite naturalistiche, visite di siti archeologici, visite di musei, partecipazione a concerti, etc.);
- 5) Comporre pacchetti vacanze di vario tipo a partire dai dati inseriti in relazione ai punti precedenti.

Tramite la seconda componente gli impiegati delle agenzie saranno in grado di:

- 1) Effettuare ricerche sui pacchetti vacanze proposti dall'azienda sulla base delle preferenze dei propri clienti;
- 2) Effettuare prenotazioni di pacchetti vacanze inserendo i dati dei propri clienti e le informazioni da essi fornite (inclusi il desiderio di utilizzare gli stabilimenti e la selezione di attività escursionistiche e/o culturali);
- 3) Registrare richieste specifiche dei propri clienti da segnalare alla compagnia di volo, all'albergo, o al ristorante selezionati (ad esempio: "solo pasti vegetariani");
- 4) Mantenere traccia di richieste relative a destinazioni non coperte dall'azienda o relative ad altre richieste che hanno portato al non soddisfacimento del cliente e alla conseguente mancata vendita del viaggio. Queste informazioni dovranno poi essere inviate agli esperti di programmazione viaggi per poter valutare l'ampliamento dell'offerta dell'azienda.
- 5) Registrare eventuali lamentele del cliente assegnando anche alla risorsa (struttura recettiva, attrazione, compagnia aerea, ecc.) che ha generato la lamentela un punto di demerito; al raggiungimento di una predeterminata soglia di punteggio della risorsa, deve essere attivato un "warning" per gli impiegati delle agenzie su tutti i pacchetti vacanza che includono quella risorsa, oltre ad inviare un warning alla direzione generale dell'agenzia che deciderà se rimuovere la risorsa da quelle proponibili per il pacchetto vacanze.

Si richiede al Candidato di:

- (1) Specificare i requisiti del sistema informativo. Sulla base della propria esperienza e di ragionevoli ipotesi, il Candidato dovrà raffinare e rappresentare tramite un opportuno linguaggio i requisiti relativi alle due componenti del sistema.
- (2) Proporre un progetto di massima del sistema informativo da realizzare sia a livello di infrastruttura fisica sia di architettura software.
- (3) Progettare il modello concettuale di almeno una delle base di dati previste dal progetto del sistema complessivo, ad esempio mediante un diagramma Entità Relazioni adeguatamente commentato.
- (4) Specificare, attraverso opportuni linguaggi grafici (ad esempio, UML), i principali moduli di elaborazione dati per una delle due componenti del sistema.
- (5) Con riferimento ad una delle due componenti, descrivere in maniera dettagliata un aspetto che il Candidato consideri particolarmente qualificante e/o innovativo del sistema da lui proposto e che possa costituire un fattore competitivo per l'azienda "ViaggiFelici".



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA**  
**Facoltà di Ingegneria**

**ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04)

SEZIONE A - Seconda sessione 2010

**PROVA PRATICA DEL 17 Febbraio 2011**

**SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

(classi di laurea appartenenti al settore: 35/S - Ingegneria informatica; 30/S - Ingegneria delle telecomunicazioni; 32/S - Ingegneria elettronica; 23/S - Informatica)

**Tema 3: classe 30/S - Ingegneria delle telecomunicazioni**

Si vuole realizzare un sistema audio professionale per eventi live, che ha come caratteristica peculiare la minimizzazione del numero di cavi richiesti per il trasporto dei segnali provenienti dai microfoni verso il punto di raccolta (mixer). In particolare si chiede di progettare il sottosistema di comunicazione, descritto in Figura 1, composto dai seguenti blocchi funzionali: torrette (T1-T64) ciascuna delle quali può essere utilizzata per acquisire quattro segnali audio analogici (microfoni, strumenti etc.) ed un mixer che raccoglie i dati provenienti dalle diverse torrette. Ogni torretta prevede un sistema di conversione analogico digitale che permette di digitalizzare i quattro flussi audio in ingresso. Ogni torretta ha due connessioni utilizzate per la trasmissione dei dati digitalizzati al mixer, che avviene in utilizzando un unico mezzo trasmissivo attraverso la tecnica di moltiplicazione in frequenza FDM. A questo proposito si assuma che ogni torretta trasmetta automaticamente in una banda allocata a priori utilizzando un cavo coassiale con una attenuazione  $\alpha=2.06\sqrt{f}$  [dB/Km].

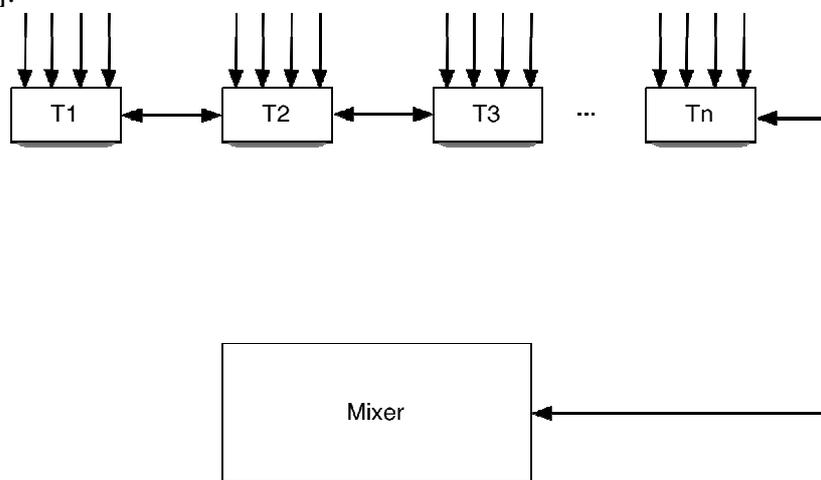
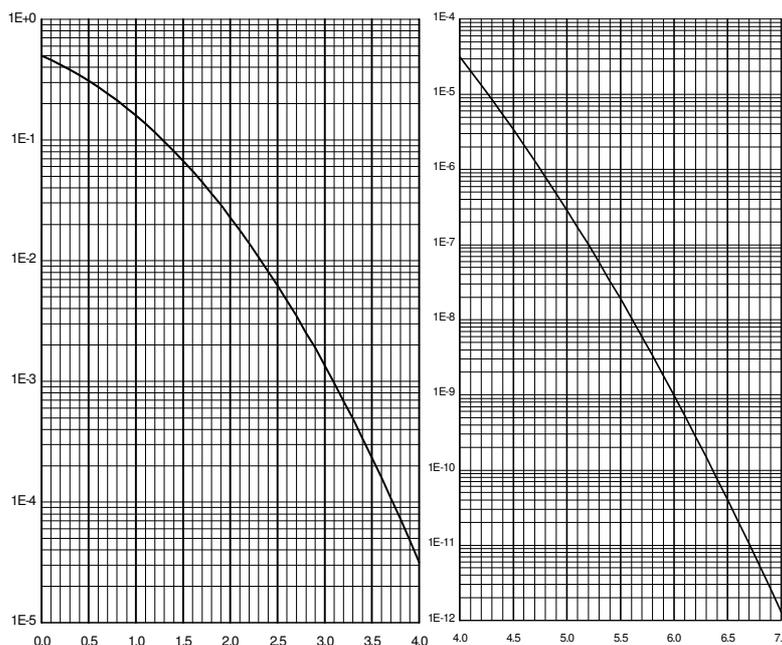


Figura 1. Schema di acquisizione dei segnali audio.

Il candidato affrontare i aspetti progettuali<sup>1</sup>:

1. Si proponga una equalizzazione del mezzo trasmissivo tenendo conto che la massima distanza ammessa tra torretta e torretta è di 500m, mentre tra torretta e mixer è pari a 2.5km.
2. Sapendo che la banda del segnale audio ammessa è limitata a 0-22 [kHz] e che tali segnali vengono quantizzati utilizzando 65536 livelli diversi, si determini il rate [bit/sec] associato ai dati provenienti da ciascuna torretta.
3. Si progetti il sistema di comunicazione N-QAM utilizzato per trasmettere i dati da una torretta verso il mixer. Calcolare la potenza necessaria al fine di trasmettere dati con una probabilità di errore sul bit di  $10^{-5}$  (considerare il caso peggiore) e indicare quale è la banda occupata. Si assuma l'utilizzo di tratte amplificative con  $F=7$ .
4. Utilizzando i dati di progetto calcolati al punto precedente (3), si elenchino vantaggi e svantaggi dovuti all'uso di tratte rigenerative invece che amplificative.
5. Si disegni lo schema a blocchi dettagliato del sistema di comunicazione complessivo, specificando le unità di misura dei segnali in ingresso ed uscita da ciascun blocco.
6. Stimare la capacità del canale discreto che modella la modulazione QAM, considerando una singola torretta, e la si confronti con la capacità di un canale gaussiano che utilizza la stessa potenza. Discutere i risultati ottenuti.
7. Al fine di ridurre l'occupazione del segnale audio si proponga uno schema di codifica di sorgente senza perdita. Si determini il rapporto di compressione teorico ottenibile. Si discuta l'effetto di eventuali errori di trasmissione sulla qualità del flusso audio rispetto al caso di assenza di codifica di sorgente.
8. Si progetti uno schema di codifica di canale in grado di irrobustire il segnale determinato al punto precedente (6). Si consideri un rate massimo pari a 1.2 volte quello determinato al punto 2.



per:  $\gamma > 3$ :

$$Q(\gamma) \approx \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \gamma} \cdot e^{-\frac{\gamma^2}{2}}$$

$$\log_{10} Q(\gamma) \approx -0.22 \cdot \gamma^2 - 1.04$$

$$k \cong 1,37 \cdot 10^{-23} \text{ J}^\circ \text{ K}$$

$$kT_0 \cong 4 \cdot 10^{-21} \text{ Watt} \cdot \text{s}$$

<sup>1</sup> Si ricorda che lo svolgimento dei calcoli è parte fondamentale del lavoro.