

POLITECNICO DI TORINO
ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

II Sessione 2024 - Sezione A
Settore dell'Informazione

PRIMA PROVA
14 Novembre 2024

Il/La Candidato/a svolga uno a scelta fra i seguenti temi proposti.

Gli elaborati prodotti dovranno essere stilati in forma chiara, ordinata, sintetica e leggibile.

La completezza, l'attinenza e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

Tema n. 1

I sistemi audio digitali per la registrazione, manipolazione, memorizzazione e distribuzione di suoni, si trovano oggi in moltissime applicazioni, dal mercato musicale all'elettronica di consumo. Un sistema audio digitale converte innanzitutto le onde sonore in segnali elettrici mediante l'uso di un trasduttore. Questi segnali vengono quindi campionati tramite un convertitore analogico-digitale (ADC) che risulta quindi un elemento chiave per la qualità del file audio risultante. Quando si pensa agli ADC per applicazioni audio è importante scegliere opportunamente:

- risoluzione
- frequenza di campionamento
- range dinamico, ovvero il rapporto tra i valori massimo e minimo che un ADC può rappresentare
- rapporto segnale-rumore (SNR)
- distorsione armonica totale (THD)
- latenza (in caso di applicazioni audio in tempo reale)

Altrettanto importante è il problema dell'aliasing: durante la riproduzione del file audio, la sovrapposizione di componenti armoniche indesiderate alla banda utile provoca infatti una distorsione del segnale ricostruito. Per evitare questo fenomeno si utilizza un filtro anti-aliasing analogico.

Considerando una massima frequenza udibile (livello dello spettro -50 dB) di 20 kHz, il/la candidato/a:

1. Discuta su cosa basare la scelta delle specifiche (risoluzione, frequenza di campionamento, etc.) dell'ADC per il campionamento di un segnale audio tenendo conto dei diversi possibili scenari applicativi (registrazione ad alta fedeltà, streaming audio, ...) e dei costi associati al processo di digitalizzazione del segnale;
2. Sviluppi ulteriormente, a scelta, uno dei seguenti aspetti secondo la traccia indicata:

- a. **Filtro analogico:** Un buon compromesso tra roll-off e linearità di fase è rappresentato dai filtri di tipo Butterworth, che offrono inoltre massima piattezza in banda della risposta in ampiezza. A frequenze audio, è possibile realizzare facilmente filtri attivi basati OP-AMP partendo da celle base di tipo Sallen-Key, le quali all'occorrenza possono anche fornire un guadagno in banda.

Utilizzando le informazioni fornite nel formulario, il/la candidato/a:

- i. discuta il problema dell'aliasing e, considerando una frequenza di campionamento di 96 kHz e una risoluzione di 16 bit, stimi la maschera del filtro anti-aliasing necessaria, tenendo conto dell'errore di quantizzazione e dell'interferenza delle code dello spettro dovute all'aliasing;
 - ii. stabilisca l'ordine del filtro di tipo Butterworth necessario a soddisfare i requisiti richiesti e ne scriva la funzione di trasferimento;
 - iii. disegni sulle carte semilogaritmiche fornite il diagramma di Bode di modulo e fase del filtro;
 - iv. descriva la progettazione del filtro disegnandone lo schema a blocchi e motivando la scelta del numero, tipo e disposizione degli stadi in cascata;
 - v. scelga una cella di secondo ordine tra quelle del filtro e lo realizzi come cella Sallen-Key, dimensionando opportunamente i componenti e valutando la sensitivity dei parametri chiave alle tolleranze dei componenti.
- b. **Convertitore analogico/digitale con sovracampionamento:** Per rilassare le specifiche richieste al filtro anti-aliasing spesso si utilizza la tecnica del sovracampionamento, permettendo così l'utilizzo combinato di filtri analogici più semplici e filtri digitali. Il/La candidato/a:
- i. discuta vantaggi e svantaggi delle diverse tipologie di ADC e selezioni la soluzione migliore per il segnale audio illustrandone lo schema;
 - ii. discuta il problema dell'aliasing e il processo di sovracampionamento (e decimazione), descrivendone gli effetti sulle specifiche del filtro analogico e sul rumore del segnale campionato; proponga quindi un'opportuna frequenza di sovracampionamento per il segnale in esame;
 - iii. descriva il processo di quantizzazione ed il contributo di rumore ad esso associato e determini il numero di bit opportuno per il segnale dato e il sovracampionamento scelto;
 - iv. discuta l'applicazione di dithering e/o noise shaping al caso in esame.

Tema n. 2

L'azienda Antares intende realizzare una piattaforma software per la gestione dei messaggi di allerta meteo. Il sistema raccoglie le informazioni da sensori meteorologici in una base dati centralizzata ed applica un modello previsionale sui dati raccolti. Il modello elabora i dati periodicamente con una frequenza configurabile ed in caso individui situazioni di criticità

provvede a inviare i relativi messaggi di allerta tramite i canali: sms, mail, dispositivi di visualizzazione (monitor, display scorrevoli, etc.).

Ciascuna tipologia di sensore può gestire una grandezza specifica (es. velocità del vento, umidità, temperatura, etc.). Ogni grandezza ha una unità di misura specifica.

Prima del processo di previsione, i dati sono validati (es. temperatura non negativa, etc) ed in caso siano rilevati degli errori viene inviato un messaggio di allarme relativo al sensore che lo ha generato al gestore dei sensori (che nel sistema potrà essere identificato da una stringa alfanumerica es. *Azienda XYZ*).

Le misure dei sensori sono esposte sulla piattaforma cloud del gestore dei sensori. La piattaforma mette a disposizione API di tipo HTTP/REST per poter leggere i dati e misure previa autenticazione al servizio CONNECT, così definito:

<https://<ip:porta>/connect/token>

Tramite una chiamata di tipo HTTP POST, il servizio riceve in input i campi username e password e ritorna il token di autenticazione secondo il seguente formato JSON:

```
{  
  "access_token": "<string>"  
}
```

Nelle successive chiamate ai servizi è necessario valorizzare l'HEADER "bearer-token" con il valore del token ricevuto dal servizio CONNECT.

Per ricavare l'elenco di tutti i sensori connessi è disponibile il servizio HTTP/REST di tipo GET:

<https://<ip:porta>/api/v1/elements/list>

che ritorna una lista con gli id dei sensori secondo il seguente formato JSON:

```
[  
  {  
    "elementId": "<string>",  
    "elementDescription": "<string>"  
  }, {  
    "elementId": "<string>",  
    "elementDescription": "<string>"  
  }, ...  
]
```

L'API HTTP/REST di tipo GET per ricevere le informazioni sul singolo sensore è la seguente:

<https://<ip:porta>/api/v1/elements/{elementID}>

E ritorna le seguenti informazioni:

```
{  
  "elementName": "<string>",  
  "elementID": "<string>",  
  "latitudine": <number>,  
  "longitudine": <number>,  
  "tipologia": "<string>",  
  "unita-misura": "<string>"  
}
```

Per ricevere le letture del sensore, l'API HTTP/REST di tipo GET è la seguente

<https://<ip:porta>/api/v1/elements/{elementID}/data>

```
{
  "elementID": "<string>",
  "valore": <number>,
  "timestamp": <unix timestamp as a number>
}
```

Per visualizzare i messaggi di allerta i dispositivi di visualizzazione espongono la seguente API HTTP/REST usando il metodo POST:

<https://<ip:porta>/show>

e inviando i i seguenti dati nel body message nel formato JSON:

```
{
  "Username": "<string>"
  "Password": "<string>"
  "HTMLMessage": "<string >"
}
```

Le misure raccolte sono consultabili su un portale web, accessibile previa autenticazione. Sul portale è possibile ricercare un sensore specifico o visualizzare l'elenco di tutti i sensori. Per ciascun sensore è possibile avere il dettaglio delle misure registrate filtrate per data/ora.

*Il/La Candidato/a svolga **uno a scelta** fra i seguenti quesiti proposti.*

QUESITO 1:

Progettare l'architettura complessiva del sistema indicando i layer da cui il sistema è composto. Si indichi il diagramma delle componenti ed il modello entità relazioni della base dati da progettare. Indicare il diagramma di sequenza delle chiamate alle API per poter leggere le misure.

Evidenziare, ove possibile, i pattern architeturali utilizzati e motivarne le scelte.

Considerare nella soluzione da adottare la possibilità di potersi svincolare dal fornitore dei sensori o poter integrarne degli altri proposti da altro fornitore. Valutare eventuali strategie da utilizzare per la gestione della sicurezza dei messaggi e validazione e test del sistema.

QUESITO 2:

In qualità di Project manager IT dell'azienda, è richiesto al candidato di redigere il piano di progetto del sistema da realizzare. In particolare si illustri:

- Elenco dei deliverable di progetto
- Elenco delle attività necessarie alla realizzazione
- Stima di tempi e costi del progetto e relativo cronoprogramma (Gantt) delle attività
- Gestione dei possibili rischi legati alla realizzazione

Si scelga una metodologia di gestione (Agile, PMP, o altro) e si riportino i principi da seguire nel rispetto della metodologia scelta. Come si potrebbe organizzare la

manutenzione dell'applicazione nel tempo? Principi di base, eventuale cenno sulle metodologie in uso. Poiché La soluzione deve essere venduta sul mercato, quali considerazioni si possono fare preliminarmente per capire la tipologia dei clienti a cui rivolgersi? Come si potrebbe immaginare di costruire un prezzo finale in base al mercato che si intende indirizzare?

Formulario allegato al Tema n.1 (a)

Filtro Butterworth

- Funzione di trasferimento

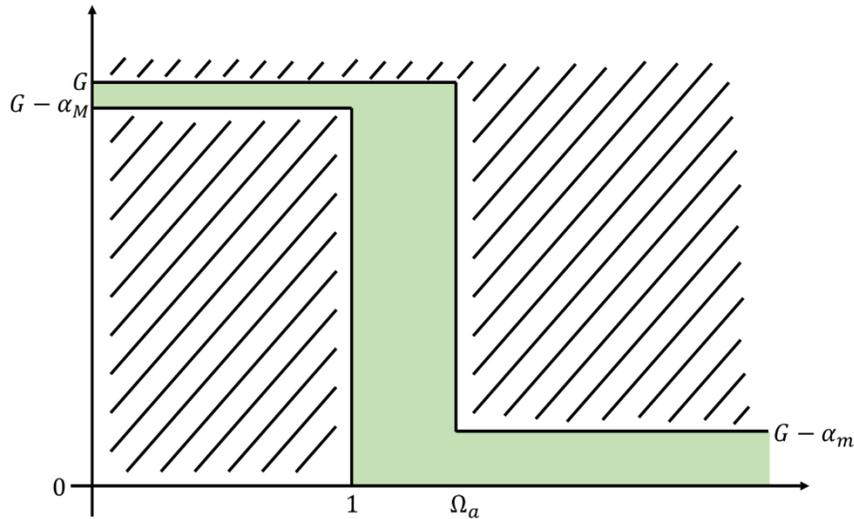
$$H(s) = \frac{H_0}{B_n(s)}$$

- Ordine del filtro

$$n \geq \frac{\log_{10} G}{2 \log_{10} \Omega_a}$$

dove, definiti G , α_m e α_M come nella figura sotto:

$$G = \frac{10^{\frac{\alpha_m}{10}} - 1}{(10^{\frac{\alpha_M}{10}} - 1)^2}$$

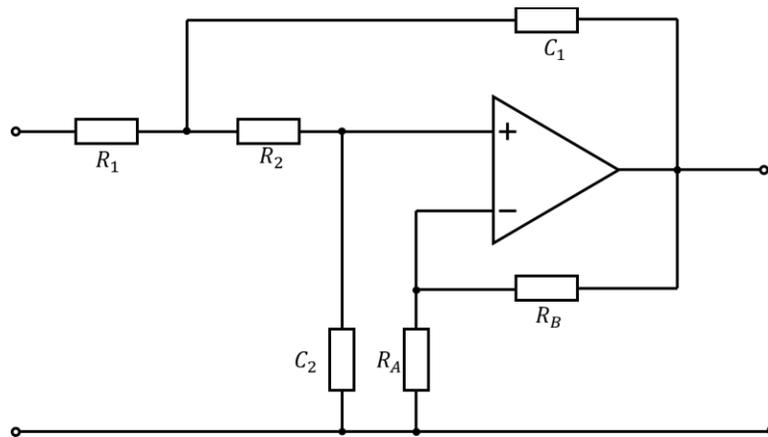


- Polinomi di Butterworth normalizzati (pulsazione unitaria) $B_n(s)$

Grado	Espressione
1	$s + 1$
2	$s^2 + 1.414s + 1$
3	$(s + 1)(s^2 + s + 1)$
4	$(s^2 + 0.765s + 1)(s^2 + 1.848s + 1)$
5	$(s + 1)(s^2 + 0.618s + 1)(s^2 + 0.618s + 1)$
6	$(s^2 + 0.518s + 1)(s^2 + 1.414s + 1)(s^2 + 1.932s + 1)$
7	$(s + 1)(s^2 + 0.445s + 1)(s^2 + 1.247s + 1)(s^2 + 1.802s + 1)$
8	$(s^2 + 0.390s + 1)(s^2 + 1.111s + 1)(s^2 + 1.663s + 1)(s^2 + 1.962s + 1)$

Cella Sallen-Key

- Schema



- Funzione di trasferimento

$$H(s) = \frac{K_0 \omega_0^2}{s^2 + \frac{\omega_0}{Q} s + \omega_0^2}$$

- Equazioni, data $R_1 = mR_2$ e $C_1 = nC_2$

$$K_0 = 1 + \frac{R_B}{R_A}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{RC\sqrt{mn}}$$

$$Q = \frac{\sqrt{mn}}{(1 - K_0)mn + m + 1}$$