# Seconda Sessione Novembre 2019

#### PROVA PRATICA SCRITTA

(Caratterizzante la classe)

Il President

# CLASSE 29/S – LM25 - Ing. dell'AUTOMAZIONE

11 Febbraio 2020

### Sez. A - Ingegneria dell'INFORMAZIONE

### Tema n. 1

Un sistema di controllo deve essere progettato per lavorare in ambienti con atmosfera a rischio di esplosione. Per evitare rischi derivanti dall'utilizzo di apparecchiature elettroniche, il controllore deve essere implementato tramite un sistema puramente meccanico costituito da molle e smorzatori, il cui schema di massima è quello rappresentato in Figura 1.

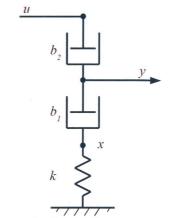


Figura 1. Controllore meccanico

In particolare,  $b_1$  e  $b_2$  sono le costanti di smorzamento dei due pistoni, k la costante elastica della molla. La posizione verticale u è comandata dal sistema che misura la quantità da retro-azionare (non rappresentato in figura), mentre la posizione verticale y comanda l'attuatore utilizzato per controllare il processo (anche esso non rappresentato in figura).

Considerando come ingresso del sistema controllore la posizione u e come uscita la posizione y, il candidato:

- A) modelli il sistema con un opportuno sistema di equazioni differenziali
- B) descriva la funzione di trasferimento tra ingresso ed uscita del sistema
- C) ne discuta la stabilità, e le principali caratteristiche.

Supponendo di dover utilizzare il sistema di figura per controllare in retroazione un sistema descritto dalla seguente funzione di trasferimento

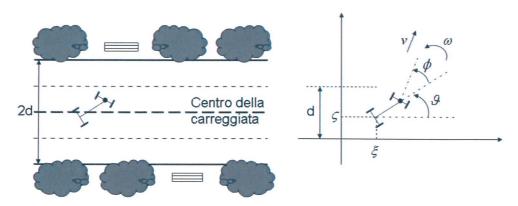
$$G = \frac{1}{s(s+0.1)}$$

e di disporre di un opportuno sistema di riduzione per la regolazione del guadagno di anello  $K_{\theta}$ 

- E) si rappresenti uno schema a blocchi del sistema di controllo in anello chiuso
- F) si dimensionino i valori di  $b_1$ ,  $b_2$ , k e  $K_0$  per rispettare le seguenti specifiche:
  - E1) errore a gradino nullo
  - E2) tempo di assestamento al 95% minore di 1 secondo
  - E3) sovra-elongazione nulla
- **G**) Si discuta sulla robustezza della soluzione trovata.

### Tema n. 2

Si consideri il modello cinematico di un veicolo a doppio assale di cui uno sterzante, come quello in figura.



La dinamica dello stato del sistema può essere descritta dalle seguenti equazioni non lineari

$$\begin{cases} \dot{\xi} &= v \cos \theta \cos \phi \\ \dot{\zeta} &= v \sin \theta \cos \phi \\ \dot{\theta} &= \frac{\sin \phi}{L} v \\ \dot{\phi} &= \omega \end{cases}$$

Dove L = 2 m è la distanza tra i due assali e v = 10 m/s la velocità di avanzamento dell'assale anteriore, considerata costante.

Considerando come uscita del sistema la distanza dal centro della carreggiata  $\varsigma$ , e come ingresso la velocità di sterzo  $\omega$ , il candidato:

- A) riporti la linearizzazione approssimata del sistema attorno alla posizione di equilibrio  $\varsigma = 0$
- B) valuti le proprietà di osservabilità e raggiungibilità del sistema linearizzato

C) progetti un controllore in retroazione (sul sottosistema osservabile e raggiungibile) del sistema linearizzato al punto A) che rispetti le seguenti specifiche

- C1) errore al gradino nullo
- C2) sovra-elongazione nulla
- C3) tempo di assestamento al 95% inferiore a 1 secondo

**D**) utilizzando sempre lo stesso ingresso e la stessa uscita, il candidato descriva un controllore nonlineare in grado di eseguire la linearizzazione **esatta** in retroazione (eventualmente parziale) del sistema

E) il candidato discuta la stabilità di eventuali zero-dinamiche trovate



Secondo Sessione Novembre 2019 PROVA PRATICA SCRITTA (Caratterizzante la classe)

Il Presidente del

# <u>CLASSE 26/S – LM21 - Ing. BIOMEDICA</u>

11 Febbraio 2020

### Sez. A - Ingegneria dell'INFORMAZIONE

### Tema n. 1

Il candidato dimensioni le componenti della seguente protesi cervicale per un individuo standard. La protesi è realizzata in titanio ricoperto da idrossiapatite nelle componenti vertebrali ed in polietilene ad ultra alto peso molecolare per la parte discale. Si mettano in luce le problematiche legate al dimensionamento ed alla fabbricazione della suddetta protesi.



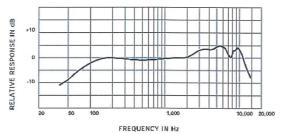
### Tema n. 2

Si vuole progettare un sistema per effettuare esami audiometrici in campo aperto (senza cuffie) con le seguenti caratteristiche:

- sia tarabile in funzione del locale nel quale il sistema è installato, permettendo così di compensare gli effetti di amplificazione e attenuazione dell'ambiente nel range di frequenze [ 50 e 10.000] Hz tra gli 0 e 80dB.
- permetta di identificare e segnalare eventuali distorsioni dovute all'interazione del suono con il locale specifico. Il sistema deve comprendere i seguenti dispositivi:
  - a. piattaforma PC;
  - b. altoparlante con potenza sufficiente ad ottenere 80db nell'intervallo frequenziale d'interesse interfacciato con la piattaforma PC. L'altoparlante è tarato ed è disponibile la funzione Sound(f,p) che permette di riprodurre un tono puro alla frequenza f (Herz) con potenza p (Watt) per un tempo prefissato.
  - c. Un microfono che fornisce una tensione compresa tra +1 e -1 Volt e che satura per un suono a 120db.

Al fine di sviluppare detto sistema si devono affrontare i seguenti punti:

- 1. Selezionare opportuna interfaccia hardware tra microfono e PC che permetta di convertire il segnale di tensione in digitale su 16 bit e con opportuna frequenza di campionamento da definire.
- 2. Il microfono fornisce la seguente risposta in frequenza relativa rispetto a quella di riferimento ideale:



Si definisca con pseudo codice o diagramma a blocchi una routine per equalizzare in digitale sulla piattaforma PC la risposta del microfono, al fine di avere guadagno relativo pari a 1 (0dB) sul range frequenziale d'interesse. Inoltre, sapendo che alla frequenza di di 5.500 Hz il guadagno relativo è pari a +5dB (come da grafico), si calcoli il valore di picco del segnale equalizzato per un tono puro alla medesima frequenza che sul microfono ha picco pari a 0.5Volt.

- 3. Implementare con pseudocodice o linguaggio a piacere una routine per individuare eventuali distorsioni (alterazione della forma d'onda e conseguente variazione dello spettro rispetto al segnale d'ingresso) introdotte dall'ambiente nel quale il sistema è installato per un segnale prodotto dall'altoparlante al massimo della potenza.
- 4. Si descriva come potrebbe essere implementata una procedura per determinare la soglia uditiva alle varie frequenze di un paziente (facendo uso di detto microfono in prossimità del paziente). Corredare la descrizione con diagramma a blocchi o pseudocodice della relativa routine. Non è necessario il calcolo della soglia in dB<sub>HL</sub> (hearing loss).

Il Preside de de la Commissione

Il Preside

Seconda Sessione Novembre 2019 PROVA PRATICA SCRITTA

(Caratterizzante la classe)

CLASSE 32/S – LM29 - Ing. ELETTRONICA

11 Febbraio 2020

Sez. A - Ingegneria dell'INFORMAZIONE

# Tema n. 1

Sapendo che il polinomio normalizzato di Butterworth del quinto ordine è pari a  $(s+1)(s^2+0.618\ s+1)(s^2+1.618\ s+1)$ , progettare un filtro di Butterworth del quinto ordine, avente guadagno in banda passante pari a -10 e frequenza 1 KHz. Fare in modo tale che la sua funzione di trasferimento sia indipendente dal valore della resistenza della sorgente e del carico. Se ne disegni lo schema circuitale e si dimensionino i vari componenti.

### Tema n. 2

Disegnare e discutere lo schema circuitale di un sistema elettronico che svolge la seguente funzione. Il sistema riceve in ingresso un segnale sinusoidale a frequenza 1 KHz, la cui ampiezza varia molto lentamente nel tempo rimanendo compresa tra 1 e 5 V. Se l'ampiezza del segnale in ingresso è inferiore a 3 V, il sistema deve accendere in modo intermittente un LED, con durata di ciascun intervallo di accensione pari a 5 s e intervallo di tempo compreso tra successivi intervalli di accensione pari anch'esso a 5 s; altrimenti il LED deve rimanere spento. Si dimensionino tutti i componenti utilizzati.

Il Presidente

Seconda Sessione Novembre 2019 PROVA PRATICA SCRITTA

(Caratterizzante la classe)

CLASSE 35/S – LM32 - Ing. INFORMATICA EMBEDDED COMPUTING SYSTEMS

**COMPUTER ENGINEERING** 

11 Febbraio 2020

Sez. A - Ingegneria dell'INFORMAZIONE

### Tema n. 1

Si richiede al candidato di progettare un sistema software che realizza un servizio per la gestione delle prenotazioni di camere d'albergo di una catena alberghiera, in cui diverse strutture indipendenti sono federate. Il sistema dovrà esporre due interfacce, una pubblica (interfaccia utente) a disposizione dei clienti e una privata (interfaccia amministratore) a disposizione solamente dei proprietari delle varie strutture alberghiere. L'interfaccia pubblica dovrà permettere a potenziali clienti di visualizzare le varie strutture alberghiere, controllare la disponibilità di camere su ciascuna di esse ed effettuare una prenotazione, finalizzandola attraverso il pagamento con carta di credito. L'interfaccia amministratore, invece, dovrà permettere agli amministratori delle strutture alberghiere di visualizzare le prenotazioni e il loro stato.

Un Utente non registrato può usare il servizio per visualizzare la lista delle strutture alberghiere della catena, senza però visualizzare le camere disponibili e i prezzi. Un Utente può registrarsi al sistema fornendo i propri dati e il proprio indirizzo.

Un Utente registrato può consultare i prezzi e richiedere la disponibilità delle camere delle varie strutture alberghiere per un periodo specificato dall'utente.

Un Utente registrato una volta verificata la disponibilità di una camera per un dato periodo in una struttura alberghiera può effettuare la prenotazione effettuando un pagamento tramite carta di credito.

Un Utente registrato può inviare richieste alla struttura attraverso un sistema di messaggistica offerto dal sistema stesso.

L'Amministratore di una struttura alberghiera riceve la prenotazione e le informazioni relative al pagamento. Il sistema dovrà dare all'Amministratore la possibilità di scambiare messaggi con l'Utente registrato per eventualmente gestire richieste particolari.

Al candidato è richiesto di svolgere i seguenti punti, motivando le scelte progettuali.

- 1. Eseguire analisi e specifica dei requisiti, preferibilmente utilizzando diagrammi di casi d'uso UML.
- 2. Progettare una strutturazione delle informazioni memorizzate, assumendo di avere a disposizione un database relazionale.

3. Progettare l'architettura del sistema, descrivendo i principali design pattern utilizzati e fornendo un'indicazione delle tecnologie ritenute più adatte per la realizzazione del sistema, tenendo anche conto di esigenze di sicurezza e scalabilità.

### Tema n. 2

Si richiede al candidato di progettare un sistema hardware/software per un azienda di macchinari industriali per permettere la gestione e controllo remoto al fine di garantire assistenza in caso di guasti e di analizzare le prestazioni degli stessi.

Il sistema dovrà offrire un'interfaccia web attraverso la quale gli operatori dell'azienda produttrice dei macchinari possono visualizzare lo stato di funzionamento e analizzare i dati raccolti.

Il candidato illustri l'architettura generale del sistema dalla raccolta dei dati alla loro elaborazione. In particolare è richiesto di svolgere i seguenti punti:

- 1. Eseguire analisi e specifica dei requisiti, preferibilmente utilizzando diagrammi di casi d'uso UML.
- 2. Progettare il sistema per la raccolta dei dati specificando le tecnologie necessarie per permettere la comunicazione da/verso i macchinari installati presso i clienti
- 3. Progettare l'architettura generale del sistema, descrivendo in particolare il flusso delle informazioni tra le varie componenti e descrivendo come vengono

Il Presidente de la Commissione

Il Presidente della

Commissione

#### Seconda Sessione Novembre 2019 PROVA PRATICA SCRITTA

(Caratterizzante la classe)

<u>CLASSE 30/S – LM27 – Ing. delle TELECOMUNICAZIONI</u> 11 Febbraio 2020

Sez. A - Ingegneria dell'INFORMAZIONE

### Tema n. 1

Si consideri il modello semplificato di rete a commutazione di pacchetto mostrato in figura 1. I pacchetti arrivano alla rete secondo due processi di Poisson indipendenti di tasso  $\lambda_1$ = 2 pacchetti/s e  $\lambda_2$ = 4 pacchetti/s. I router R1, R2 e R3 possono essere schematizzati come sistemi a coda a singolo servente dotati di fila di attesa di elevate dimensioni e disciplina di servizio FIFO.

I tempi di servizio hanno distribuzione esponenziale con frequenze di terminazione di servizio pari a  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu$  pacchetti/s. I pacchetti vengono instradati secondo le probabilità di routing riportate in figura 1.

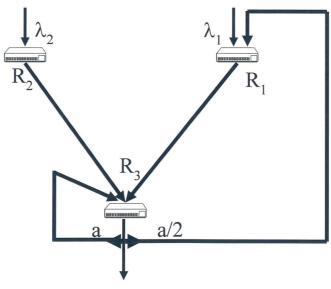


Figura 1

1. Si determini il valore di a tale che i router R1 e R2 abbiano lo stesso coefficiente di utilizzazione.

Assumendo a=1/3 e  $\mu$ = 24 pacchetti/s,

2. si determini il numero medio di pacchetti nella rete,

- 3. si calcoli il tempo medio trascorso nella rete da un generico pacchetto proveniente dall'esterno,
- 4. si determini il numero medio di visite al router R3 da parte di un pacchetto entrato nella rete dal router R1,

Nell'ipotesi a=2/3,  $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$  ed un numero di pacchetti nella rete pari a 10, si determinino:

- 5. lo stato della rete e le probabilità stazionarie di occupazione di stato;
- 6. il numero medio di pacchetti presenti in ciascun router;
- 7. i coefficienti di utilizzazione dei serventi relativi ai router R1 e R3;
- la probabilità di avere nel router R1 un numero di pacchetti maggiore di quello nel router
  R3.

### Tema n. 2

Un chip impiegato per l'identificazione a radiofrequenza (RFID) ha impedenza pari a  $Z_{chip} = 18$  - j420 Ohm.

- 1. Dimensionare una opportuna rete di adattamento per il matching con una linea di trasmissione con impedenza caratteristica 50 Ohm. Si consideri la frequenza di 868 MHz.
- 2. Calcolare la distanza massima,  $d_{MAX}$ , dal tag RFID affinché un reader con una EIRP di 2W possa attivare il chip che richiede almeno 15dBm per il wake-up. Si supponga che la propagazione avvenga solo attraverso il raggio diretto (*i.e.* contributo di *line of sight*).
- 3. Calcolare la radar cross section di un RFID completamente passivo per fare arrivare una potenza di -100 dBm al reader che si suppone avere un guadagno  $G_r = 5$  dB.
- 4. Riconsiderare le richieste del punto 2) e 3) nel caso in cui l'efficienza di radiazione del reader sia pari a 0.8.
- 5. Stimare, almeno qualitativamente, la variazione di prestazioni nel caso si tenga conto del multipath in un ambiente di tipo industriale (elevato numero di riflessioni).

