UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE

Prima Sessione 2017

Prima Prova Scritta

TEMA DI ELETTRONICA

Il circuito mostrato in Figura 1, rappresenta un generatore di forma d'onda a rampa ed impiega un circuito integratore, realizzato con amplificatore operazionale OA_1, seguito da un comparatore con isteresi C (Trigger di Schmitt).

Il candidato illustri il funzionamento del comparatore con isteresi nelle seguenti condizioni:

a) considerando il comparatore completamente ideale;

b) considerando il comparatore ideale in tutti gli aspetti tranne che per il guadagno finito A_0.

In relazione al circuito mostrato in Figura 1, l'interruttore controllato in tensione si accende con una tensione ai morsetti di controllo pari a $V_{SWon} = 5$ V ed ha una resistenza in conduzione pari a $R_{sw} = 100\ \Omega$, mentre quando è spento è equivalente ad un circuito aperto. Considerando inizialmente ideali sia l'amplificatore operazionale OA_1 sia il comparatore C, si richiede di:

1. determinare i valori delle resistenze R_1 e R_2 e della tensione di riferimento V_R in modo che la tensione di rampa $v_o(t)$ abbia un'ampiezza minima pari a V_{th1} ed una ampiezza massima pari a V_{th2} (si assuma una tensione di uscita del comparatore variabile tra 0 e V_{CC}).
2. Determinare i valori di R_i e C_i in modo da ottenere una frequenza di oscillazione pari a f_{osc}, ed un duty-cycle della forma d'onda impulsiva $v_Q(t)$ pari a D (il duty-cycle è definito come il rapporto tra la larghezza dell'impulso ed il periodo della forma d'onda). Per la soluzione esatta si applichi il metodo iterativo Newton-Rapson (si adotti, come valore iniziale ipotizzato $R_i = 2.5$ kΩ). In alternativa, si adottino delle ipotesi semplificative ragionevoli e si determini una soluzione approssimata.

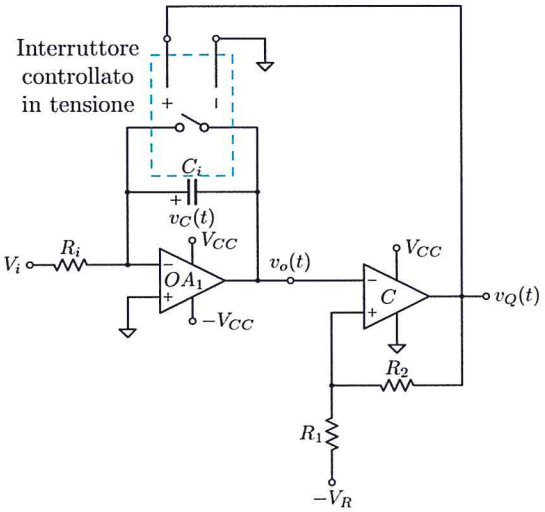

Figura 1 - Generatore di forma d'onda a rampa

3. D isegnare l'andamento nel tempo delle tensioni $v_o(t)$ e $v_Q(t)$ in un periodo di oscillazione.
4. Calcolare la massima variazione delle ampiezze V_{th1} e V_{th2} in presenza di una tolleranza sui valori delle resistenze R_1 e R_2 pari a 5%.
5. Discutere l'effetto di uno slew-rate finito del comparatore.
6. Discutere l'effetto della tensione di offset dell'operazionale OA_1 sulle forme d'onda $v_o(t)$ e $v_Q(t)$.
7. Suggerire eventuali modifiche al circuito per avere una tensione $v_o(t)$ con andamento a rampa positiva.

La capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

Dati: $V_{CC} = 10$ V, $V_i = 3$V, $f_{osc} = 100$ kHz, $V_{th1} = -6$ V, $V_{th2} = -1$ V, D = 0.05

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE

Prima Sessione 2017 - Prima Prova Scritta

TEMA DI INFORMATICA

Si illustrino le caratteristiche fondamentali della valutazione teorica delle prestazioni temporali asintotiche degli algoritmi mediante la "notazione O-grande" (ed eventualmente anche le notazioni Ω, "omega-grande", e Θ, "theta grande"), in funzione della dimensione del problema computazionale, a partire dalla descrizione dell'algoritmo mediante pseudocodice (o codice in linguaggio Java o C/C++).
La trattazione deve necessariamente includere almeno i seguenti aspetti:

- caratteristiche del modello computazionale di riferimento, in particolare nei casi di algoritmi operanti su dati contenuti in array (monodimensionali e bidimensionali) e di algoritmi operanti su dati contenuti in strutture concatenate (liste, alberi, grafi ecc.), con definizione del concetto di "dimensione" del problema computazionale nei diversi casi;
- cenni alle motivazioni (principalmente hardware e relative all'organizzazione della memoria e al funzionamento dei processori) che rendono valido il modello comunemente adottato, di nuovo in riferimento ai casi di algoritmi per array e di algoritmi per strutture concatenate;
- significato (e rilevanza nella progettazione e nel dimensionamento di sistemi di elaborazione) della valutazione delle prestazioni temporali asintotiche nel caso pessimo, nel caso medio e nel caso ottimo, con esempi di algoritmi "ben noti" per i quali le tre valutazioni coincidono oppure, invece, differiscono asintoticamente;
- analisi delle prestazioni temporali asintotiche di almeno tre algoritmi di ordinamento per numeri interi memorizzati in array monodimensionali, a partire dalla loro definizione mediante pseudocodice (o codice in linguaggio Java o C/C++);
- analisi delle prestazioni temporali asintotiche dell'algoritmo di ricerca di un valore all'interno di un albero binario di ricerca realizzato mediante nodi concatenati e dell'algoritmo di ricerca di un valore all'interno di un array monodimensionale ordinato con valori crescenti al crescere dell'indice nell'array, a partire dalla loro definizione mediante pseudocodice (o codice in linguaggio Java o C/C++).

La capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

Prima sessione
Seconda prova scritta del 15 giugno 2017

Tema di: Automatica

Si discutano il ruolo e l'importanza dell'ottimizzazione nel progetto dei sistemi di controllo. Se ne evidenzino, in particolare, i vantaggi e le criticità rispetto alle molteplici problematiche relative all'Ingegneria del Controllo, con specifico riferimento a:

- obiettivi di controllo;
- scelta della struttura e dei parametri dell'indice da ottimizzare;
- stabilità;
- aspetti computazionali ed algoritmici.

N.B. Verranno valutate positivamente chiarezza, precisione e sinteticità delle risposte.

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

Prima sessione 2017

Seconda prova scritta del 15 Giugno 2017

TEMA DI INFORMATICA

Il candidato sviluppi l'argomento "Sicurezza informatica" con specifico riferimento ai servizi erogati da un'azienda di medie dimensioni e con più sedi, anche al di fuori del territorio nazionale.

Nella trattazione è richiesta l'esposizione dei seguenti punti:

- Analisi dei rischi e misure di sicurezza
- Sicurezza dei dati
- Sicurezza dei programmi
- Sicurezza della comunicazione
- Continuità operativa

Oltre alla correttezza dei risultati verranno anche valutati l'ordine e la chiarezza espositiva.

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE

Prima sessione
Seconda prova scritta del 15/06/2017

TEMA DI ELETTRONICA

Si consideri un attraversamento pedonale stradale. Su entrambe le corsie della strada sono posti dei sensori che individuano la presenza di veicoli (segnale SENS=1). L'attraversamento pedonale è regolato da un impianto semaforico. Si progetti una FSM sincrona per la gestione dell'impianto semaforico, che abbia le caratteristiche di seguito indicate.

La FSM ha due segnali di ingresso,

- ✓ SENS: proveniente dai sensori che individuano la presenza di veicoli (SENS =1 se sono presenti veicoli);
- ✓ PULS: proveniente dal pulsante di richiesta di attraversamento pedonale (PULS=1 se è stato premuto il pulsante);

e cinque segnali di uscita,

- ✓ AVANTI: segnale che accende la scritta "AVANTI" (AVANTI=1) per permettere l'attraversamento dei pedoni;
- ✓ STOP: segnale che accende la scritta "STOP" (STOP=1) che vieta l'attraversamento dei pedoni;
- ✓ V: segnale che accende la luce verde (V=1) per permettere il passaggio dei veicoli;
- ✓ G: segnale che accende la luce gialla (G=1) per avvisare i veicoli che la luce si sta disponendo al Rosso;
- ✓ R: segnale che accende la luce rossa (R=1) per vietare il passaggio dei veicoli.

Normalmente il semaforo è nella condizione di "STOP" per i pedoni (AVANTI=0, STOP=1), mentre viene consentito il passaggio ai veicoli (R=0, G=0, V=1). Se sono presenti veicoli in transito (SENS=1), il semaforo pedonale permane in tale condizione. Se non sono presenti veicoli (SENS=0) e non è attivata la richiesta di attraversamento da parte dei pedoni (PULS=0) il semaforo permane nella condizione attuale. Indipendentemente dalla presenza di veicoli (SENS=0 o SENS=1) quando viene premuto il pulsante (PULS=1) il semaforo attiva la procedura per permettere l'attraversamento dei pedoni, ovvero in sequenza:

1. Condizione di stop (STOP =1, AVANTI=0) e luce gialla accesa (R=0, G=1, V=0)
2. Condizione di stop (STOP=1, AVANTI=0) e luce rossa accesa (R=1, G=0, V=0)
3. Condizione di attraversamento consentito (STOP=0, AVANTI=1) e luce rossa accesa (R=1, G=0, V=0)

Giunto in questa condizione il semaforo verifica se è stato ripremuto il pulsante (PULS=1): in tal caso rimane nella condizione attuale. Se non è stato ripremuto (PULS=0) e non ci sono veicoli (SENS= 0), il semaforo permane ancora nella situazione attuale. Se sono presenti veicoli (SENS=1) allora il sistema, dopo 20 secondi, si porta nella condizione AVANTI=0, STOP=1, R=1 G=0, V=0, per poi tornare nella situazione iniziale AVANTI=0, STOP=1, R=0, G=0, V=1.

Si progetti una FSM utilizzando la struttura di Moore. Si richiede di:

1) Disegnare il diagramma ASM;
2) Scrivere la tabella della FSM;
3) Disegnare la struttura della FSM;
4) Sintetizzare almeno un'uscita ed una variabile di stato (utilizzare FF di tipo JK "edge sensitive" e sintesi di tipo NOR-NOR).

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

Prima sessione dell'anno 2017
Seconda prova scritta

TEMA DI BIOINGEGNERIA

Il candidato descriva:

1. le basi fisiche del fenomeno della risonanza magnetica nucleare (legge di Larmor, fenomeni di rilassamento, segnale FID, etc.)

e in alternativa

2. la specifica procedura per la codifica spaziale dell'informazione, basata sulla codifica in frequenza e fase (metodo di Fourier)

oppure

2. la specifica procedura che utilizza questi fenomeni per la misura del parametro T1.

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
Prima sessione 2017
Prova pratica del 23 Giugno 2017
Tema di INFORMATICA

Il candidato prenda in considerazione la richiesta di una rete di imprese commerciali di diverse tipologie associata ad un consorzio turistico che ha deciso di attivare una linea di vendita ai consumatori finali con strumenti di e-commerce.
Si chiede al candidato di impostare il sistema informativo per la gestione del commercio elettronico, considerando le seguenti specifiche di sistema:

- ✓ la rete di aziende vende a consumatori finali beni di consumo specifici del territorio comprendente sia prodotti alimentari a km 0 confezionati quali salumi, formaggi, miele, etc. (le confezioni non sono frazionabili, sono singolarmente identificate e codificate), sia oggetti tipici vari non deteriorabili riconducibili all'artigianato locale (utensili prodotti a mano in legno, oggetti di arredo, creme per il corpo realizzate con prodotti naturali, etc.); ha una centrale di acquisto, un magazzino ed il parco fornitori è in continua evoluzione. Non ha punti di vendita diretta. Si ipotizzino inizialmente 10.000 codici prodotto a sistema.
- ✓ Il sistema gestionale è centralizzato e comunica con il sistema di gestione del commercio elettronico (lo sviluppo del sistema gestionale non è oggetto di questo esercizio).
- ✓ Gli acquisti possono essere effettuati solo da utenti registrati e i pagamenti vengono effettuati tramite strumenti commerciali di pagamento elettronico.

I requisiti del sistema richiesto sono:

- ✓ Facilità di uso per gli utenti finali
- ✓ Sicurezza ed affidabilità del sistema per i gestori e gli utilizzatori
- ✓ Controllo puntuale delle giacenze e gestione delle scadenze dei prodotti
- ✓ Flessibilità nella gestione della banca dati fornitori e prodotti

Si richiede al candidato:

- ✓ esprimere e motivare ipotesi addizionali su specifiche e caratteristiche del sistema che il candidato ritenga utili per soddisfare i requisiti generali espressi;
- ✓ elencare e dettagliare le funzionalità del sistema ed i principali processi;
- ✓ definire e descrivere sinteticamente i macro-blocchi del sistema informativo ed i flussi di informazioni; motivare le scelte effettuate;
- ✓ definire la architettura hardware, valutando anche ipotesi di utilizzo di soluzioni in cloud;
- ✓ descrivere le soluzioni software da adottare motivando le scelte effettuate, eventualmente selezionando alcune piattaforme conosciute che possano rendere più rapido ed efficace lo sviluppo e possibilmente indicando quali strumenti e linguaggi utilizzare;
- ✓ sviluppare un'analisi dei rischi del sistema indicando quali azioni e soluzioni adottare per il loro controllo;
- ✓ discutere in modo maggiormente dettagliato uno degli aspetti che il candidato considera particolarmente qualificante per il sistema da lui proposto (es. aspetti di sicurezza del sistema, usabilità, o di reti di comunicazione) oppure il dettaglio di una procedura/classe software.
- ✓ facoltativamente proporre un insieme di parametri che andranno considerati per stimare il costo di realizzazione del sistema informatico.

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE

Prima sessione
Prova pratica di ELETTRONICA del 23/06/2017

Vi sono diverse possibilità per trasformare un segnale digitale in un segnale elettrico analogico, in grado di pilotare un carico. Una delle modalità utilizzate è quella della modulazioni ad impulsi PPM (Pulse Proportion Modulation) detta anche PDM (Pulse Density Modulation).

Nella tecnica PPM, il numero di impulsi, di durata fissa su in un determinato intervallo di tempo, è proporzionale al valore digitale da convertire. Gli impulsi sono distribuiti in modo uniforme (o pseudo uniforme) nell'intervallo di tempo e un blocco di filtraggio estrae il segnale analogico corrispondente al valor medio nell'intervallo di tempo.

Si progetti un sistema di conversione PPM che, a partire da un segnale digitale a 10 bit, disponibile all'uscita di un microcontrollore, generi un segnale analogico con dinamica 0-10V su un carico RL, con valore minimo 1 KΩ, e sia in grado di effettuare 200 conversioni al secondo. Si assuma che la logica operi con tensione di alimentazione di 3.3V e che sia disponibile un segnale di clock alla frequenza di 50 MHz.

Il progetto dovrà comprendere:

- La logica del sistema conversione descritta in un linguaggio ad alto livello (VHDL o Verilog);
- Il progetto dell'interfaccia con il carico incluso il filtro di uscita;
- Le specifiche del sistema di alimentazione richiesto.

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE SENIOR

Prima sessione, Anno 2017
Prova pratica del 23 Giugno 2017
Tema di Bioingegneria

Si consideri di essere assunti da una azienda farmaceutica che sta sviluppando un nuovo farmaco per il trattamento dell'insufficienza renale in soggetti cirrotici. Il nuovo farmaco viene testato in due popolazioni (sana e cirrotica) con il seguente protocollo sperimentale:

- Ogni individuo è sottoposto ad una infusione costante (100 pmol/min) del nuovo farmaco a partire dall'instante 0 minuti, per una durata totale di 6 ore.
- La concentrazione del nuovo farmaco viene misurata nel plasma (pmol/L) agli istanti temporali 0, 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 150, 180, 210, 240, 300, 360 minuti.

Dalla letteratura, è noto che:

- la cinetica del farmaco è ragionevolmente lineare in ampi range di concentrazione e descrivibile con 2 equazioni differenziali lineari del primo ordine.
- vi è scambio biunivoco del farmaco tra il plasma ed il fegato.
- l'eliminazione del farmaco avviene attraverso il compartimento renale, che è in rapido equilibrio col compartimento plasmatico.
- le costanti di trasferimento $k_{i \leftarrow j}$ (dal compartimento j al compartimento i) del modello hanno valori compresi tra 0.1 min^{-1} e 0.01 min^{-1} mentre il volume di distribuzione del farmaco nel pool ematico ha un valore di circa 4 L, variabile tra soggetto e soggetto.

1) Derivare il modello compartimentale relativo al nuovo farmaco e scrivere le equazioni di bilancio di massa del modello a tempo continuo che descrivono il sistema, specificandone i valori iniziali e le rispettive matrici F, G, H, J:

$$\dot{x}(t) = Fx(t) + Gu(t)$$
$$y(t) = Hx(t) + Ju(t)$$

2) Studiare l'identificabilità a priori del modello.

3) Si progetti un programma in pseudocodice che, ricevendo in ingresso i valori dei parametri del modello, una griglia temporale di campionamento e una generica funzione u(t) discretizzata sulla griglia temporale, dia in uscita i grafici degli andamenti temporali delle concentrazioni dei vari compartimenti del modello e dell'uscita y(t) discretizzati sulla griglia temporale.

4) Ipotizziamo ora di aver identificato i parametri del modello in un soggetto cirrotico tramite l'esperimento sopra descritto con infusione 100 pmol/min. I valori dei parametri sono $k_{fegato \leftarrow plasma}$ = 0.05 min^{-1}, $k_{plasma \leftarrow fegato}$ = 0.07 min^{-1}, $k_{eliminazione_renale}$ = 0.04 min^{-1} e V_{plasma} = 4.2 L.

   a. Si calcoli il valore (e l'unità di misura) dell'uscita y(t) all'istante temporale t = 45 minuti e si descriva graficamente l'andamento temporale di y(t).
   b. Si determinino i livelli minimi e massimi di infusione, sapendo che la concentrazione del farmaco nel fegato deve superare le 1000 pmol/L per essere efficace e non può eccedere le 7000 pmol/L per non risultare tossica (si assuma il volume del fegato pari ad un quarto del volume di distribuzione del plasma).

5) Si ipotizzi ora di aver calcolato i livelli massimi e minimi di infusione in una popolazione di n = 100 soggetti cirrotici (le distribuzioni dei livelli possono essere ragionevolmente approssimate con delle Gaussiane). L'obiettivo è fornire all'azienda farmaceutica un (eventuale) valore finale di infusione (che sia efficace ma non tossico) da utilizzare per un generico individuo affetto da cirrosi ed un range di tolleranza di questo valore (si presti particolare attenzione a descrivere la strategia con la quale si è giunti a fornire i valori finali).

2/2

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

Prima sessione
Prova pratica del 23 giugno 2017

Tema di: Automatica

Si consideri il sistema discreto di funzione di trasferimento

$$G(z) = \frac{1}{(z-1)(z+2)}.$$

1. Si calcoli una realizzazione minima

$$\Sigma : \begin{cases} x(t+1) = Ax(t) + Bu(t) \\ y(t) = Cx(t) \end{cases}$$

   di $G(z)$.

2. Si progetti uno stimatore dello stato $x(t)$ di Σ in funzione dell'ingresso $u(t)$ e dell'uscita $y(t)$ e una matrice K di retroazione dallo stato stimato $\hat{x}(t)$ in modo che tutti i modi del sistema a catena chiusa complessivo (con $u(t) = K\hat{x}(t) + r(t)$) si annullino in un numero finito di passi.

3. Si chiarisca, da un punto di vista ingegneristico, l'importanza di progettare un controllore in modo da avere errore che si annulla in un numero finito di passi.

4. Infine, si discutano le differenze fra quanto accade nel modello matematico $G(z)$ e quanto accade per il sistema reale che $G(z)$ rappresenta chiarendo, in particolare, i motivi per i quali, in pratica, l'errore non si annullerà mai esattamente.

N.B. Verranno valutate positivamente chiarezza, precisione e sinteticità delle risposte.