

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE (Sezione A)**

***Seconda sessione 2014***

***Prima prova scritta***

**TEMA DI INFORMATICA**

**19 novembre 2014**

Il candidato illustri l'architettura hardware e software di un sistema informativo per il controllo delle apparecchiature e degli impianti domestici (sistema domotico) indicando le principali funzioni e caratteristiche dei moduli presi in considerazione. Lo svolgimento della progettazione deve prevedere il dimensionamento hardware e software, quello della connettività di rete esplicitando anche l'aspetto economico. Oltre alla correttezza dei risultati verranno anche valutati l'ordine e la chiarezza di esposizione.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Piero Telle', is located in the bottom right corner of the page.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO  
DELLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE (Sezione A)  
Seconda sessione 2014  
Prima prova scritta**

**TEMA DI ELETTRONICA**

Il candidato descriva due topologie a sua scelta di amplificatore a singolo transistor. In particolare, per ciascuno dei due circuiti:

1. si riporti lo schematico e si spieghi la rete di polarizzazione;
2. si riporti l'analisi al piccolo segnale del circuito, trascurando gli effetti capacitivi, ricavando la funzione di trasferimento, l'impedenza di ingresso e quella di uscita;
3. si stimi la massima variazione di tensione ammissibile sul nodo di uscita;
4. si rivalutino la funzione di trasferimento e le impedenze di ingresso e uscita, considerando gli effetti delle capacità parassite del transistor.

*Alu Rosa*

Esame di Stato di abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere  
dell'Informazione

Seconda Sessione dell'Anno 2014  
Seconda Prova Scritta

Tema di: Automatica

Si discutano alcune strategie di controllo controllo a catena aperta e a catena chiusa mettendo in evidenza i vantaggi e svantaggi di ciascuna delle due metodologie rispetto alle molteplici problematiche relative all'Ingegneria del controllo e con particolare riferimento a:

- stabilità;
- sensibilità a disturbi e a variazioni parametriche e, più in generale, robustezza;
- caratteristiche dinamiche del sistema controllato;
- costi del sistema di controllo.

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

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a final flourish.



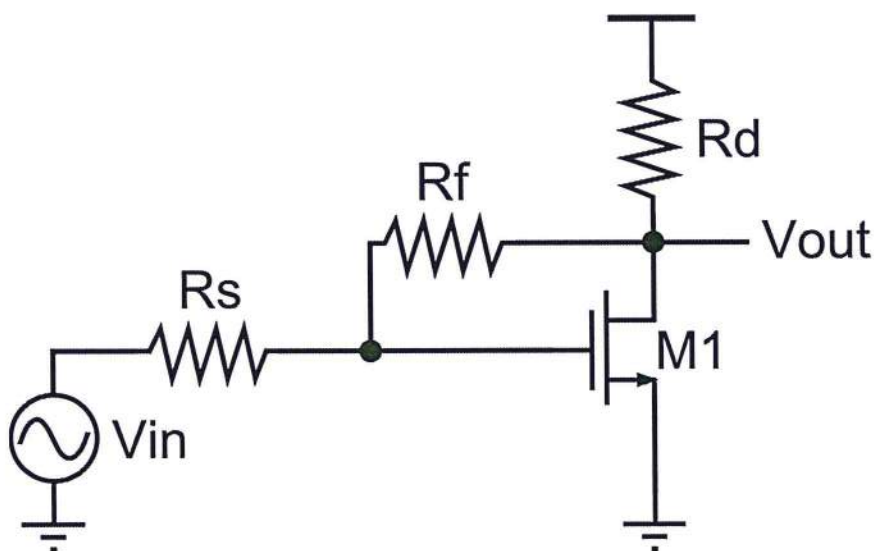
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO  
DELLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE (Sezione A)  
Seconda sessione 2014  
Seconda prova scritta**

**TEMA DI ELETTRONICA**

Il candidato descriva il principio della retroazione applicato agli amplificatori elettronici. In particolare si illustri l'analisi della retroazione modellando l'amplificatore e la rete di retroazione con un modello a doppio bipolo. Si mettano in evidenza le quattro topologie di base che si ottengono a seconda del tipo di prelievo del segnale di uscita e della modalità con cui il segnale di retroazione viene sottratto a quello di ingresso.

Si applichi la teoria della retroazione descritta all'esempio riportato nella figura sottostante, ricavando in particolare la funzione di trasferimento e le impedenze di ingresso e uscita in funzione delle resistenze indicate e dei parametri del transistor MOS.



S. Zollo

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE (Sezione A)**

**Seconda sessione 2014**

**Seconda prova scritta**

**TEMA DI INFORMATICA**

**19 novembre 2014**

Il candidato risponda in modo esauriente ai seguenti quesiti

**Quesito n.1 (40 punti)**

Con la diffusione ormai capillare di Internet, la capacità di sviluppare applicazioni Web rappresenta un requisito fondamentale per un ingegnere chiamato ad operare su sistemi software. Il candidato descriva quali tecnologie, metodologie e strumenti possono essere sfruttati per la progettazione e lo sviluppo di applicazioni web moderne, che siano allo stesso tempo scalabili, mantenibili, efficienti e con elevato grado di interattività con l'utente. Attraverso esempi, si offra un'analisi comparativa delle varie soluzioni evidenziandone punti di forza e di debolezza, anche in relazione agli aspetti di sicurezza (AAA), interoperabilità ed usabilità delle applicazioni.

**Quesito n.2 (20 punti)**

Si svolga un'analisi comparativa delle principali metodologie di sviluppo software illustrandone lo scopo e le attività coinvolte e mettendo in luce differenze ed aspetti comuni. Si scelga una di tali metodologie e si fornisca, motivandolo, uno scenario di progetto al quale la metodologia risulti adatta.

*S. Role*



# Esame di stato di abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere dell'Informazione

Seconda sessione dell'anno 2014

Seconda Prova Scritta

Tema di: Bioingegneria

## QUESITO

Molte grandezze fondamentali per valutare quantitativamente il funzionamento di sistemi fisiologici in vivo, quali flussi di produzione, trasporto e utilizzazione di substrati e ormoni, sono inaccessibili. Queste informazioni devono quindi essere derivate tramite opportuni modelli matematici che collegano l'ingresso noto con l'uscita del sistema fisiologico sotto esame misurata in modo opportuno.

Il candidato illustri i principali approcci modellistici utilizzabili per lo studio di tali sistemi, evidenziando i passi principali da affrontare nella formulazione, identificazione e validazione del modello.

Il candidato descriva anche un esempio di utilizzo di un modello matematico formulato per misurare informazioni fisiologiche/biologiche non accessibili.

.

S. Rolle

# Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere dell'Informazione

Seconda sessione dell'anno 2014

Seconda prova scritta

19 novembre 2014, ore 14

## Tema di Telecomunicazioni

- 1) Il candidato discuta il problema della conversione di segnali analogici in formato numerico (conversione A/D). Si illustrino le possibili soluzioni con schemi a blocchi, si evidenzino i parametri che le caratterizzano, e si descrivano le misure di prestazione e/o efficienza sulla base delle quali valutare e confrontare diverse soluzioni.
- 2) Si consideri il problema di progettare un convertitore A/D (e il corrispondente convertitore D/A) per un segnale analogico  $x(t)$ , stazionario in senso stretto con densità di probabilità non uniforme ed estensione spettrale infinita in modo che sia minimo il flusso d'informazione nominale (*bit rate*) del segnale numerico, sotto il vincolo di garantire un dato valore minimo del rapporto segnale / errore di ricostruzione complessivo. Il candidato indichi come affronterebbe il problema e quali calcoli sarebbero necessari per determinare i parametri dello schema
- 3) Si consideri ora che un segnale  $x(t)$ , stazionario in senso stretto con densità di probabilità

$$f_x(a) = \frac{1}{2V_0} e^{-|a|/V_0} \quad , \quad V_0 = 0.2 \text{ V}$$

e con densità spettrale di potenza statistica

$$\mathcal{P}_x(f) = P_0 \text{rect}\left(\frac{f}{F}\right) \quad , \quad F = 1 \text{ MHz}$$

venga opportunamente campionato e quantizzato in maniera uniforme con un numero pari  $L$  di livelli e passo  $\Delta = V_0 \ln 2$ . Detto  $x_q(kT_c)$  il segnale quantizzato, il candidato:

- a) determini la distribuzione di massa, l'entropia e il flusso di informazione (*information rate*) di  $x_q(kT_c)$
- b) determini uno schema di codifica di sorgente ottimo per  $x_q(kT_c)$  con  $L = 8$ , e ne valuti l'efficienza

S. P. 2014

Esame di Stato di abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere  
dell'Informazione

Seconda Sessione dell'Anno 2014  
Terza Prova Scritta

Tema di: Automatica

Si consideri il sistema descritto dalle equazioni

$$\begin{aligned}x(t+1) &= Ax(t) + Bu(t) \\ y(t) &= Cx(t) + Du(t)\end{aligned}$$

$$\text{con } A = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 3 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}, C = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, D = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

1. Si progetti (calcolando una approssimazione numerica della corrispondente equazione algebrica di Riccati) un sistema di controllo in retroazione dallo stato che stabilizzi il sistema a catena chiusa e che minimizzi l'indice di costo

$$J = \sum_{t=0}^{\infty} \|y(t)\|^2.$$

2. Si dica se eliminando il requisito di stabilità della catena chiusa si può ottenere un valore minore dell'indice di costo.
3. Si discuta, in generale, l'importanza del controllo ottimo nella pratica ingegneristica.

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





# Esame di Stato di Abilitazione all'Esercizio della Professione di Ingegnere dell'Informazione Senior

Seconda Sessione, Anno 2014

Terza Prova Scritta

Tema di: Bioingegneria

Si partecipa allo sviluppo di un sistema di teleconsulto neurologico a beneficio di un piccolo ospedale e dei suoi ricoverati. Del sistema si devono in particolare progettare la parte relativa alla gestione informatizzata dei dati relativi alle visite telematiche ai pazienti e quella riguardante la misura e l'archiviazione dei tracciati EEG (multicanale) acquisiti in loco prima delle visite stesse. Si affrontino in particolare, nell'ordine desiderato, le problematiche A) e B) sotto descritte.

A) Usando una quantità di attributi ragionevolmente informativa ai fini della effettiva gestione clinica dei pazienti, eseguire progetto concettuale e logico di un data base che contenga:

- anagrafica dei pazienti;
- dati dei ricoveri (compresi quelli necessari al calcolo del DRG);
- dati delle visite a distanza e dei relativi medici consultati;
- referti delle visite, comprensivi di liste dei farmaci prescritti come terapia e delle informazioni base su di questi;
- link al file che memorizza il tracciato EEG, acquisito localmente, su cui lo specialista ha fatto a distanza la valutazione (nb: ogni paziente può essere sottoposto a più visite).

B) Eseguire il progetto di massima del sistema di acquisizione dell'EEG, discutendo in particolare, anche ai fini della robustezza del dato clinico nello specifico sistema di telemedicina, le questioni riguardanti:

- elettrodi;
- amplificazione;
- filtri analogici,
- ADC;
- filtri numerici;
- analisi di spettro nelle bande EEG standard;
- archiviazione dei tracciati in forma compressa.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Luis Polo', is located in the bottom right corner of the page.



**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO  
DELLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE (Sezione A)  
Seconda sessione 2014  
Terza prova scritta (prova pratica)**

**TEMA DI ELETTRONICA**

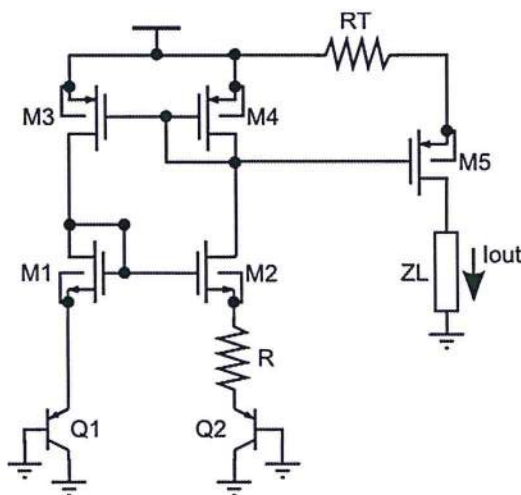
Dato il circuito di figura, sapendo che  $W/L_1=W/L_2$ ,  $W/L_3=W/L_4=W/L_5=100$ ,  $L=0,5\mu\text{m}$  per tutti i transistor MOS, l'area di giunzione di Q2 è 9 volte quella di Q1,  $R=56,8\Omega$  e che il circuito opera a una temperatura pari a 300K.

Assumendo  $R_T=0$ :

1. Calcolare la corrente  $I_{OUT}$ ;
2. Calcolare il valore massimo della parte reale di  $Z_L$ , tale per cui il transistor M5 lavori in zona di saturazione.
3. Calcolare la deviazione standard dell'errore relativo sulla corrente  $I_{OUT}$  ( $\Delta I_{OUT}/I_{OUT}$ ) dovuto al mismatch tra M4 e M5 [quindi assumere che le coppie M1-M2 e M3-M4 siano perfettamente identiche] (la deviazione standard della tensione di soglia e del fattore  $k'$  per un MOS di area unitaria è indicata tra i dati del problema rispettivamente con  $A_{VT}$  e  $A_{K'}$ );

Assumendo  $R_T=10\Omega$ :

4. Calcolare l'errore relativo sulla corrente  $I_{OUT}$  ( $\Delta I_{OUT}/I_{OUT}$ ) dovuto a  $R_T$  [assumere che le tensioni di polarizzazione dei transistor varino poco rispetto al punto operativo].



Dati:

$k'_n$	$165\mu\text{A/V}^2$	$k'_p$	$55\mu\text{A/V}^2$	$K_B T$	$4,14 \cdot 10^{-21} \text{J}$
$V_{Tn0}$	0,5V	$V_{Tp0}$	-0,6V	q	$1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$
$\lambda_n$	$0,1 \text{V}^{-1}$	$\lambda_p$	$0,16 \text{V}^{-1}$	$V_{DD}$	3,3V
$A_{VTn}$	$9,6 \text{mV} \cdot \mu\text{m}$	$A_{VTp}$	$16 \text{mV} \cdot \mu\text{m}$	$A_{K'}$	$1,1\% \cdot \mu\text{m}$

*Aut. Rob*

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE (Sezione A)**

**Seconda sessione 2014**

**Terza prova: Prova pratica**

**TEMA DI INFORMATICA**

**27 novembre 2014**

Si vuole realizzare un progetto di virtualizzazione della sala server di un'azienda o ente di medie dimensioni.  
In particolare si vogliono virtualizzare i seguenti servizi:

- Autenticazione utenti
- Web Server
- Mail server
- Dns
- Database server
- Server di monitoraggio

Al candidato si chiede di

- 1) Proporre il tipo di virtualizzazione da adottare
- 2) Descrivere lo schema architetturale proposto
- 3) Definire gli strumenti hardware e software da utilizzare
- 4) Descrivere la sicurezza dell'intero sistema

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Piero Pollo", is located in the lower right quadrant of the page.



# Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere dell'Informazione

Seconda sessione dell'anno 2014

Prova pratica

27 novembre 2014, ore 8.30

## Tema di Telecomunicazioni

Il Primo Ministro della Repubblica di Favolia, vi incarica di progettare l'infrastruttura del Paese per le comunicazioni digitali e l'accesso ad Internet.

Le specifiche del vostro progetto sono le seguenti:

- La dorsale (*backbone*) della rete deve svilupparsi per una lunghezza di  $D = 2000$  km, da coprire con tratti di fibra ottica avente, per unità di lunghezza, attenuazione  $A_1 = 0.1$  dB/km e dispersione  $\sigma_1 = 0.01$  ps/km. Essa deve offrire un traffico complessivo allo strato fisico di  $R = 40$  Gb/s. Su ogni tratto, il trasmettitore impiega una sorgente laser con potenza in trasmissione  $P_T = 100$  mW e il ricevitore/rigeneratore richiede un'energia media per bit in ingresso pari a  $E_R = 0.01$  pJ.
- I collegamenti di accesso via cavo devono garantire un rate di trasmissione allo strato fisico di  $R_0 = 30$  Mb/s con probabilità d'errore sul bit  $\varepsilon = 10^{-4}$ , su un canale AWGN in banda base  $(-B_0, B_0)$  con larghezza di banda  $B_0 = 7.5$  MHz e con densità spettrale del rumore in ricezione pari a  $N_0/2 = 10^{-10}$  V<sup>2</sup>/Hz.
- I collegamenti wireless devono garantire
  - in downlink, una capacità trasmissiva di  $R_1 = 4$  Mb/s su un canale con risposta impulsiva di durata pari a  $\tau = 40$   $\mu$ s, occupando una banda passante di larghezza  $B_1 = 1$  MHz.
  - in uplink, ipotizzando un traffico generato da  $N = 10$  terminali, ciascuno modellabile come una sorgente Poissoniana (senza memoria) di pacchetti con intensità media  $\lambda = 0.1$  pacchetti/s, pacchetti di dimensione costante pari a 1000 byte e trascurando le ritrasmissioni si richiede che la probabilità che un pacchetto venga ricevuto senza collisione sia inferiore all'1%

Vi è richiesto quindi di fornire, rispettando le specifiche sopraelencate, la soluzione ai seguenti problemi:

- 1) Progettare la backbone in fibra ottica utilizzando una modulazione binaria di tipo *on/off keying*. Scegliete il periodo di simbolo della modulazione, la lunghezza e il numero dei tratti di fibra che la compongono.
- 2) Progettare un sistema di trasmissione numerica in banda base per il canale di accesso via cavo, utilizzando una modulazione di ampiezza "tridimensionale" in cui le forme d'onda utilizzate sono

$$s_{\alpha}(t) = \alpha_1 \frac{1}{\sqrt{2}} h(t) + \alpha_2 h(t) \cos(2\pi f_0 t) + \alpha_3 h(t) \sin(2\pi f_0 t) \quad , \quad f_0 = 200 \text{ kHz}$$

con  $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$  e ciascun  $\alpha_i$  è preso da un alfabeto PAM  $L$ -ario,  $\alpha_i \in \{-L+1, -L+3, \dots, L-3, L-1\}$  mentre  $h(t)$  è una forma d'onda reale con larghezza di banda  $B_h$ . Determinate il periodo di simbolo e la cardinalità della costellazione utilizzata, dandone una rappresentazione grafica. Indicate il valore di  $B_h$  scelto e l'energia  $E_h$  della forma d'onda

- 3) Progettare un sistema di modulazione multiportante (OFDM) per il collegamento wireless downlink: scegliete la durata del prefisso ciclico e del periodo di simbolo OFDM, il numero di portanti, e la loro spaziatura in frequenza e la cardinalità della costellazione trasmessa su ogni portante.
- 4) Progettare lo schema di gestione dell'accesso al mezzo per il collegamento wireless uplink, indicando la durata di ciascun pacchetto e la capacità trasmissiva richiesta al protocollo di strato fisico sottostante.

