



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Prima sessione 2015
Prima prova scritta**

TEMA DI ELETTRONICA

PROBLEMA 1

Partendo dalle equazioni che descrivono il comportamento elettrostatico e il trasporto di carica nei semiconduttori, il candidato:

1. Ricavi l'espressione analitica delle equazioni che descrivono le caratteristiche corrente-tensione (I-V) ai grandi segnali dc del transistor BJT, evidenziando le ipotesi sotto cui la derivazione è valida.
2. Riporti in forma grafica l'andamento approssimato delle caratteristiche di uscita e della transcaratteristica di un BJT npn.
3. Descriva il modello equivalente ai piccoli segnali ac del BJT derivando l'espressione analitica dei parametri.

PROBLEMA 2

Con riferimento all'architettura logica CMOS statica complementare, il candidato:

1. Descriva i meccanismi che determinano il consumo di potenza di una porta logica derivandone, ove possibile, le relative espressioni analitiche.
2. Illustri la procedura di sintesi circuitale di una porta logica prendendo come esempio la funzione booleana: $Y = \overline{A \cdot (B + C) + D \cdot E}$

A



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Esame di Stato per l'abilitazione alla professione
di Ingegnere dell'Informazione
I sessione, anno 2015

Prima prova scritta – 17 giugno 2015
Tema di Informatica

Il candidato discuta cosa si intende e qual è l'utilizzo del compilatore, linker, debugger e interprete software. Inoltre si elenchino i pro e i contro, mediante esempi, dei linguaggi compilati ed interpretati.

Come la complessità computazionale di un algoritmo influenza la scelta del linguaggio da utilizzare? Motivare la risposta mediante esempi.

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

1/



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

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

Prima sessione dell'anno 2015

Seconda prova scritta – 17 giugno 2015

Tema di Telecomunicazioni

Il candidato:

1. Illustri le tecniche di modulazione PSK e QAM.
2. Confronti i due sistemi in termini di efficienza spettrale e probabilità d'errore.
3. Determini il massimo bit-rate utilizzando QAM con una potenza di trasmissione di 0 dBm, antenne con guadagno di 10 dB, ricevitore con figura di rumore $F = 6$ dB alla temperatura assoluta di 290 K, banda disponibile tra 5 GHz e 5,1 GHz, imponendo una probabilità d'errore inferiore a 10^{-6} per una distanza del collegamento di 25 km.
4. Determini il massimo bit-rate nelle condizioni precedenti se la frequenza della portante viene dimezzata o se la distanza del collegamento viene raddoppiata.
5. Confronti i due sistemi in quanto a robustezza agli effetti di non-linearità dell'amplificatore di potenza prima dell'antenna e robustezza al rumore di fase degli oscillatori.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Esame di Stato per l'abilitazione alla professione
di Ingegnere dell'Informazione
I sessione, anno 2015

Seconda prova scritta – 17 giugno 2015
Tema di informatica

Con il progresso tecnologico il massivo trasferimento dei dati in digitale ha posto una maggiore attenzione sugli aspetti della sicurezza.

Il candidato discuta i principali aspetti delle funzioni di hash, anche declinate nell'ambito della crittografia.

Il candidato illustri infine, anche attraverso la descrizione di un esempio applicativo, il possibile uso delle funzioni di hash e delle funzioni di hash crittografiche nell'ambito di un DBMS (DataBase Management System).

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

A



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Prima sessione 2015
Seconda prova scritta**

TEMA DI ELETTRONICA

PROBLEMA

Il candidato, utilizzando componenti passivi ideali e al più tre amplificatori operazionali ideali, progetti un filtro passa-banda che soddisfi le specifiche seguenti:

1. frequenza centrale: 4 kHz
2. banda passante: 500 Hz
3. guadagno a centro banda: 20 dB

La soluzione deve includere lo schema elettrico del circuito proposto per realizzare il filtro, la dimostrazione, attraverso derivazione analitica, che la funzione di trasferimento del circuito è quella desiderata (cioè passa-banda), le equazioni utilizzate per fissare i valori dei componenti passivi.

A



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Esame di Stato per l'abilitazione alla professione
di Ingegnere dell'Informazione
I sessione, anno 2015

Seconda prova scritta – 17 giugno 2015
Tema di Bioingegneria

Molti dei segnali biomedici sono generati da fenomeni elettrochimici e sono quindi misurabili tramite trasduttori elettrici. Le informazioni fisiologiche che li caratterizzano sono, però, deducibili solo dopo opportuni processi di elaborazione. In particolare, uno dei problemi più importanti nello studio dei segnali biomedici è rappresentato dalla presenza di disturbi e rumore che contaminano il segnale di interesse, impedendo una determinazione corretta del suo andamento. Successivamente, l'elaborazione del segnale viene solitamente operata nel dominio del tempo e/o della frequenza.

Il candidato illustri i principali metodi utilizzabili per il filtraggio e lo studio tramite analisi dello spettro di potenza di un segnale bioelettrico, considerato come realizzazione di un processo aleatorio stazionario.

Il candidato descriva le metodologie più rilevanti nel caso in cui l'ipotesi di stazionarietà non sia verosimile, e si vogliano monitorare nel tempo le variazioni dello spettro.

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



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

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

Prima Sessione dell'Anno 2015
Seconda Prova Scritta

Tema di Automatica

Si discuta il ruolo del sensore nell'Ingegneria del controllo evidenziandone le problematiche connesse. Si discuta, in particolare, di come i segnali ottenuti dal sensore vanno filtrati per limitare i problemi dovuti al rumore e per stimare le variabili di stato a partire da grandezze misurate rumorose. Si discuta anche del "principio di separazione" che consente di disaccoppiare la dinamica dello stimatore da quella del controllore.

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

1/1



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

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

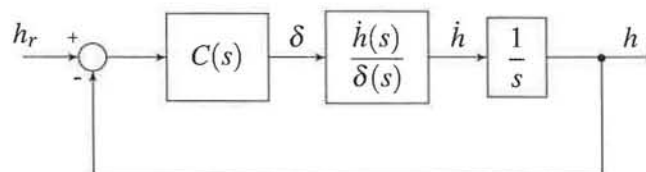
Prima Sessione dell'Anno 2015
Prova Pratica

Tema di: Automatica

Il pilota automatico di un aereo jet può essere usato in una delle sue modalità per controllare la quota di volo. Per progettare la porzione dell'anello relativa al controllo di quota, è rilevante la sola dinamica dell'aereo a lungo termine. La relazione linearizzata tra l'altezza e l'angolo del timone di profondità per la dinamica a lungo termine è:

$$G(s) = \frac{h(s)}{\delta(s)} = \frac{20(s+0.01)}{s(s^2+0.01s+0.0025)} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{deg}} \right]$$

Il pilota automatico riceve dall'altimetro un segnale elettrico proporzionale alla quota. Questo segnale è confrontato con il segnale di riferimento, proporzionale alla quota prescelta dal pilota, e la differenza rappresenta il segnale di errore. Il segnale di errore viene elaborato da un compensatore e utilizzato per comandare l'attuatore del timone di profondità. Uno schema a blocchi del sistema è rappresentato in figura.



A

☐ Considerare dapprima l'impiego della sola azione proporzionale $C(s) = K$.

- (a) Si tracci il diagramma di Bode del sistema ad anello aperto per $C(s) = K = 1$.
- (b) Quale valore di K comporta una pulsazione di attraversamento pari a 0.16 rad/s?
- (c) Con tale valore di K , se si chiudesse l'anello di retroazione, il sistema risulterebbe stabile?
- (d) Qual è il margine di fase con tale valore di K ?
- (e) Si tracci l'andamento qualitativo del luogo positivo delle radici e discutere la stabilità del sistema a catena chiusa al variare di K .
- (f) Quale sarebbe l'errore a regime se il comando di riferimento fosse un cambiamento a gradino di 300 metri?

☐ Si assuma ora un compensatore del tipo:

$$C(s) = K \frac{\tau s + 1}{\alpha \tau s + 1}$$

- (g) Si progettino i parametri K , τ e α in modo che la pulsazione di attraversamento sia pari a 0.16 rad/s e il margine di fase risulti maggiore di 50° .



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

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

Prima Sessione, Anno 2015
Prova Pratica
Tema di: Bioingegneria

Si viene assunti presso una struttura sanitaria che deve realizzare ex-novo un laboratorio di misura ed analisi di segnali elettrofisiologici ad uso clinico. Prendendo a riferimento un paradigma specifico (es. EEG o potenziali evocati, EMG, ECG, ...), realizzare un progetto di massima delle componenti del sistema relative a:

- a) acquisizione dei segnali;
- b) registrazione degli stessi segnali, in formato grezzo, su memorie di massa;
- c) elaborazione (fuori linea) dei segnali per rimozione disturbi, interferenze e artefatti (di origine sia strumentale che fisiologica);
- d) analisi dei segnali (fuori linea) a scopo di estrazione di parametri ad uso clinico;
- e) data base per l'archiviazione, ad ogni visita, dei suddetti parametri e delle conseguenti valutazioni diagnostiche e piani terapeutici (nb: ogni paziente può essere sottoposto a più visite; considerare gli attributi ragionevolmente informativi ai fini della effettiva gestione clinica dei pazienti e delle visite e prevedere, ove necessario, l'uso dei codici ICD appropriati).

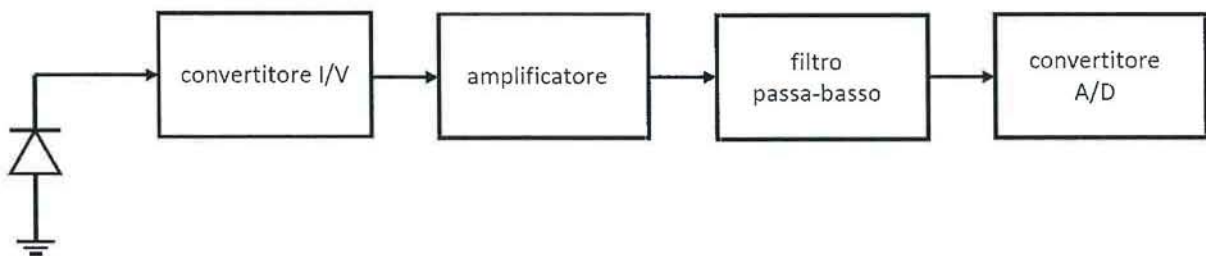


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Prima sessione 2015
Prova pratica**

TEMA DI ELETTRONICA

Si deve realizzare un sistema di acquisizione di segnali provenienti da un rivelatore di radiazione (rappresentato dal diodo) con l'architettura riportata nella figura sottostante.



Il rivelatore produce segnali in corrente (uscente dal catodo del diodo) di ampiezza compresa tra 0 e $I_{max}=500$ nA e banda da $f_L=100$ Hz a $f_H=50$ kHz, che il sistema di acquisizione deve convertire in tensione, amplificare e filtrare in modo da produrre un segnale in tensione che sfrutti al massimo la dinamica del convertitore A/D e tale da limitare il fenomeno dell'aliasing.

Usando amplificatori operazionali ideali e componenti passivi, il candidato proponga una realizzazione del sistema di acquisizione (convertitore A/D escluso) che soddisfi i seguenti requisiti:

1. il rivelatore (diodo) deve essere polarizzato con una tensione inversa $V_R=2.5$ V;
2. il convertitore I/V deve produrre un segnale di tensione di ampiezza pari a 10 mV in corrispondenza del valore massimo del segnale di ingresso;
3. il convertitore A/D opera su un intervallo di valori di ingresso tra 0 e 5 V con una frequenza di campionamento $F_C=1$ MHz;
4. il filtro passa-basso deve essere progettato tenendo conto della frequenza massima del segnale di ingresso e che l'attenuazione delle componenti che possono dare origine ad aliasing deve essere di almeno 40 dB;
5. l'amplificatore deve essere progettato tenendo conto dell'intervallo di valori di ingresso del convertitore A/D.

Il candidato riporti lo schema circuitale complessivo del sistema, i valori dei componenti e i passaggi seguiti per il dimensionamento degli stessi.

10



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Esame di Stato per l'abilitazione alla professione
di Ingegnere dell'Informazione
I sessione, anno 2015

Prova pratica – 25 giugno 2015
Tema di Informatica

La **conservazione sostitutiva** è una procedura legale/informatica regolamentata dalla legge italiana, in grado di garantire nel tempo la validità legale di un documento informatico, inteso come una *rappresentazione di atti o fatti e dati su un supporto sia esso cartaceo o informatico* (delibera CNIPA 11/2004).

La conservazione sostitutiva equipara, sotto certe condizioni, i documenti cartacei con quelli elettronici e dovrebbe permettere ad aziende e all'amministrazione pubblica di risparmiare sui costi di stampa, di stoccaggio e di archiviazione. Il risparmio è particolarmente alto per la documentazione che deve essere, a norma di legge, conservata per più anni.

Conservare digitalmente significa sostituire i documenti cartacei, che per legge alcuni soggetti giuridici sono tenuti a conservare, con l'equivalente documento in formato digitale che viene "bloccato" nella forma, contenuto e tempo attraverso la firma digitale e la marca temporale. È infatti la tecnologia della firma digitale che permette di dare la paternità e rendere imm modificabile un documento informatico, affiancata poi dalla marcatura temporale permette di datare in modo certo il documento digitale prodotto.

Il candidato prenda in considerazione la richiesta di una azienda di servizi che ha la necessità di implementare il proprio sistema informatico ERP (Enterprise Resource Planning) in modo da poter usufruire della conservazione sostitutiva dei propri documenti e in particolar modo di quelli in transito da e per la Pubblica Amministrazione.

Illustri la soluzione proposta anche attraverso un diagramma a blocchi, esplicitando l'architettura hardware, software e di telecomunicazioni prevista dal progetto stesso: la capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

h



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

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

Prima sessione dell'anno 2015

Prova Pratica – 25 giugno 2015

Tema di Telecomunicazioni

Per un sistema di comunicazione per una missione da Marte, che si trova a 0.372 AU (AU = Astronomical Unit = 149597871 km), si prevede un sistema integrato, ottico e a radiofrequenza (RF). Il candidato progetti i due sistemi confrontando le prestazioni, sapendo che si richiede una probabilità d'errore per il bit-rate utile (bit-rate netto in uscita dal sistema a valle dell'eventuale codifica di canale) di 10^{-5} .

Per il sistema ottico:

- Il laser può essere scelto con lunghezza d'onda di 880 nm o di 1550 nm.
- Per la lunghezza d'onda di 880 nm si ha a disposizione un laser con potenza massima di 3 W mentre per la lunghezza d'onda di 1550 nm la potenza massima del laser è di 1 W ma si può utilizzare un amplificatore ottico con potenza di uscita massima di 5 W. L'uso dell'amplificatore ottico comporta un fattore di forma di 3 dB, cioè un aumento di 3 dB della varianza del rumore shot.
- In trasmissione si usa un telescopio con diametro di 30 cm e in ricezione con diametro di 4 m.
- Il rivelatore a disposizione è un fotodiodo la constraint length con efficienza $\eta = 70\%$ a 880 nm o 60% a 1550 nm, corrente al buio trascurabile.
- Si consideri gaussiano il rumore shot e trascurabile il rumore termico.
- Per il 20% del tempo la presenza di nuvole introduce un'attenuazione aggiuntiva di 40 dB.

Per il sistema RF:

- Si ha a disposizione un canale RF con larghezza di banda di 5 MHz.
- La potenza massima di trasmissione è di 5 W.
- L'antenna di trasmissione ha diametro massimo di 3 m e quella di terra di 10 m.
- La frequenza della portante può essere scelta di 5 o di 15 GHz.
- Il ricevitore è raffreddato a 50 K (Kelvin) e ha una figura di rumore $F = 1$ dB.
- L'attenuazione aggiuntiva per pioggia in dB può essere modellata da una v.a. esponenziale unilatera con media 6 dB a 5 GHz e media 8 dB a 15 GHz.
- La probabilità di pioggia è del 10%.

Per il codice convoluzionale si consideri la seguente tabella di guadagno di codifica in funzione del rate del codice e della constraint length K .

	$K = 3$	$K = 4$	$K = 5$	$K = 6$	$K = 7$	$K = 8$
Rate 1/2	1.5 dB	1.8 dB	2.1 dB	2.6 dB	3.1 dB	3.6 dB
Rate 1/3	1.2 dB	1.7 dB	2.2 dB	2.8 dB	3.5 dB	4.3 dB

Per il guadagno G di antenne e telescopi si usi la relazione

$$G = \frac{4\pi A}{\lambda^2}$$

con A area dell'apertura dell'antenna/telescopio e λ lunghezza d'onda.