



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Prima sessione 2013
Prima prova scritta del 20 giugno 2013***

TEMA DI INFORMATICA

Dopo aver descritto il concetto di sistema client-server, il candidato illustri, mediante uno o più diagrammi a blocchi, il progetto di un sistema informatico per l'interrogazione e la visualizzazione da remoto dei dati forniti da una biblioteca digitale di contenuti audiovisivi. L'applicazione dovrà utilizzare un'interfaccia web dinamica lato client e un sistema per la gestione delle informazioni multimediali lato server, ad esempio i metadati legati ai contenuti come Autore, Titolo, Genere, Durata.

Il candidato descriva l'analisi dei requisiti e l'analisi funzionale del sistema, proponendo più possibili soluzioni in termini di architettura e strumenti software. Delle possibili soluzioni si evidenzino vantaggi e difetti, in termini di costi e prestazioni. Si illustri infine in dettaglio il progetto di uno dei moduli software che compongono il sistema.



**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Prima sessione 2013
Prima prova scritta del 20 giugno 2013**

TEMA DI ELETTRONICA

PROBLEMA 1 (50%)

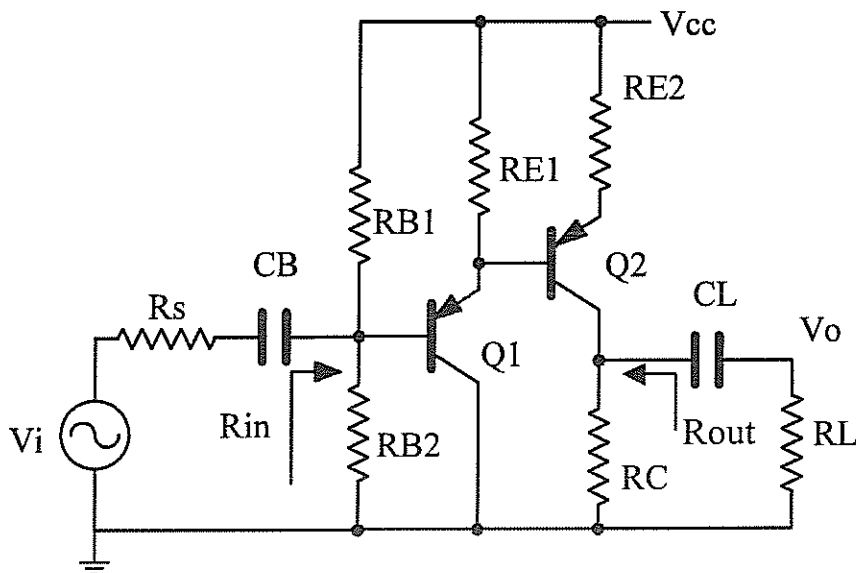
Dato l'amplificatore il cui schema elettrico è riportato nella figura sottostante, il candidato determini:

- 1) il punto di lavoro dei transistor Q1 e Q2;
- 2) il guadagno di tensione ai piccoli segnali $A_v = v_o/v_i$ a centro banda;
- 3) il valore della resistenza di ingresso R_{in} evidenziata in figura;
- 4) il valore della resistenza di uscita R_{out} evidenziata in figura;
- 5) una stima del valore della frequenza di taglio inferiore f_L .

Dati: $V_{CC}=15\text{ V}$, $R_S=1\text{ k}\Omega$, $R_{B1}=56\text{ k}\Omega$, $R_{B2}=470\text{ k}\Omega$, $R_{E1}=10\text{ k}\Omega$, $R_{E2}=150\text{ }\Omega$, $R_C=4.7\text{ k}\Omega$, $R_L=1\text{ k}\Omega$, $C_B=1\text{ }\mu\text{F}$, $C_L=10\text{ }\mu\text{F}$.

Q1: $V_{BE1}=-0.56\text{ V}$, $\beta_i=200$, $V_A=100\text{ V}$.

Q2: $V_{BE2}=-0.71\text{ V}$, $\beta_i=200$, $V_A=100\text{ V}$.

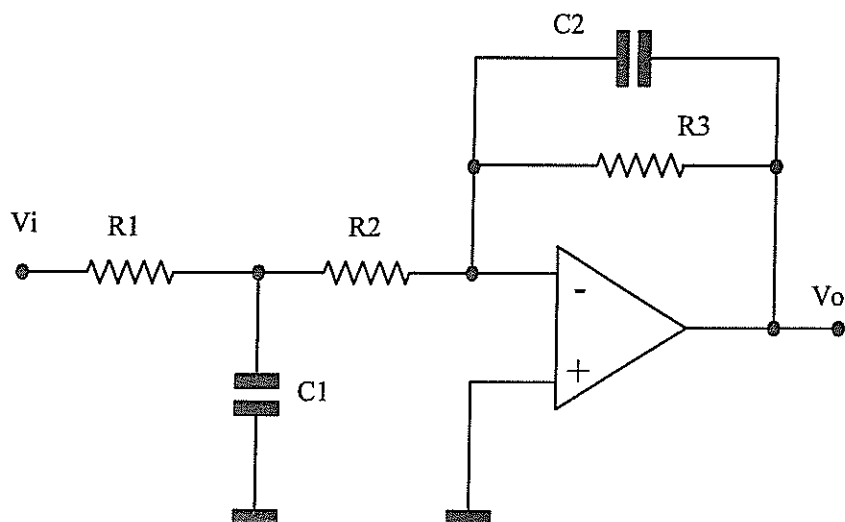


PROBLEMA 2 (50%)

Dato il circuito di figura, realizzato con un amplificatore operazionale ideale, ed utilizzando i dati forniti, il candidato:

- 1) determini l'espressione della funzione di trasferimento (FdT) $W(s)=V_o(s)/V_i(s)$;
- 2) tracci i diagrammi di Bode del modulo e della fase della FdT così ottenuta (indicando con T la costante di tempo $R \cdot C$);
- 3) ricavi il valore della capacità C in modo che il modulo della FdT valga 6 dB alla frequenza di 20 kHz, supponendo che $R=5 \text{ k}\Omega$;
- 4) usando il valore di C ricavato al punto 3, determini la frequenza dei punti di spezzamento sui due diagrammi di Bode e i valori del modulo e della fase della FdT corrispondenti.

Dati: $R_1=R/2$, $R_2=R/2$, $R_3=5R$, $C_1=C$, $C_2=C$





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Prima sessione 2013
Seconda prova scritta del 20 giugno 2013**

TEMA DI AUTOMATICA

Dato un impianto, descritto da un modello di stato a tempo continuo

- (1) si spieghi che dispositivi e che connessioni sono necessarie per interfacciare l'impianto ad un controllore digitale (si assuma costante il tempo di campionamento T_c), e si discutano alcune problematiche che possono insorgere come conseguenza di una tale connessione ibrida;
- (2) si spieghino alcuni metodi (esatti o approssimati) per ricavare le matrici del modello di stato a tempo discreto che approssima il comportamento del sistema originario, discutendo vantaggi e svantaggi delle varie metodologie.
- (3) La discretizzazione permette la sintesi di un controllore dead-beat, che tuttavia è raramente preferibile a controllori realizzati ricorrendo a diverse tecniche di progetto, tipo il controllo ottimo e l'high-gain feedback. Si discutano pertanto vantaggi e svantaggi delle tecniche di progetto ora menzionate (o di altre che possano venir in mente al candidato).
- (4) Infine, si effettui un'analisi comparativa tra controllo analogico e digitale (applicato all'impianto originario), discutendo alcuni motivi che possono far propendere per una soluzione piuttosto che per l'altra.

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



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Handwritten signature

***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Prima sessione 2013
Seconda prova scritta del 20 giugno 2013***

TEMA DI BIOINGEGNERIA

Il candidato descriva le principali componenti e modalità di funzionamento di un dispositivo pacemaker. Illustri poi i vari parametri costruttivi e di funzionamento il cui valore può essere scelto dall'utilizzatore medico in base alle specifiche esigenze del paziente, discutendone le implicazioni sul funzionamento e sulle prestazioni del dispositivo.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Prima sessione 2013
Seconda Prova scritta del 20 giugno 2013**

TEMA DI ELETTRONICA

Progettare un amplificatore di tensione per un canale telefonico in grado di fornire un guadagno di tensione pari a $A_v = 90dB$ nella banda passante a $-3dB$ $100Hz \div 4.5kHz$ con impedenza di ingresso $R_{IN} \geq 68K\Omega$ e impedenza di uscita $R_{OUT} = 4.7K\Omega$.

Si hanno a disposizione condensatori con tolleranze del 10%, resistori con tolleranze del 5% e amplificatori operazionali con le seguenti caratteristiche:

- $A_v = 106dB$
- $CMRR = 80dB$
- $SR = 0.2V/\mu sec$
- $R_{ID} = 2M\Omega$
- $R_O = 75\Omega$
- $GBW = 1MHz$
- $I_{OS} < 500nA$
- $I_B < 500nA$
- $V_O(max) = \pm 18V$ con $RL > 2K\Omega$
- Pendenza in banda di transizione $-20 dB/dec$

L'amplificatore sarà prodotto in serie. Per questo motivo, per contenere i costi di produzione, è richiesto di utilizzare il minor numero possibile di componenti attivi e passivi.

In fase di test viene applicato all'ingresso dell'amplificatore un segnale sinusoidale con frequenza $4kHz$. Determinare il valore massimo di tensione *picco-picco* che possiamo applicare in ingresso senza provocare distorsioni in uscita.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Prima sessione 2013
Seconda prova scritta del 20 giugno 2013
TEMA DI INFORMATICA**

Il candidato risponda in modo esauriente ai seguenti quesiti.

Quesito n.1

Dire quale dei seguenti algoritmi conviene usare per ordinare una sequenza S di n chiavi in cui solo un numero costante di chiavi è "fuori posto" rispetto all'ordinamento: *MergeSort*, *InsertionSort*, *SelectionSort*. Motivare la risposta.

Quesito n.2

Sia $G = (V, E)$ un grafo non diretto con n vertici ed m archi. Definire le nozioni di: grafo connesso, albero di copertura, e albero di copertura minimo, evidenziando l'importanza pratica di tali nozioni. Descrivere e analizzare un algoritmo efficiente per decidere se G è connesso.

Quesito n.3

Dato un file sull'alfabeto $\Sigma = \{'A', 'B', 'C', 'D', 'E', 'F'\}$ con frequenze 'A':9%, 'B':10%, 'C':15%, 'D':13%, 'E':14%, 'F':39%, si determini la codifica di Huffman per ciascun simbolo e la lunghezza media delle codeword, confrontando tale lunghezza con quella ottenuta con una codifica banale che associa a ciascun simbolo lo stesso numero di bit.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Prima sessione 2013
Seconda prova scritta del 20 giugno 2013
TEMA DI TELECOMUNICAZIONI**

Si consideri un collegamento radio di 50 Km, che utilizza due antenne, una di trasmissione e l'altra di ricezione con guadagno rispettivamente di 6 e 10 dB alla frequenza portante di 900 MHz. L'impedenza di uscita e di ingresso alle antenne sia 100 ohm. Si desidera trasmettere un flusso di dati al bit rate di 2 Mbit/s utilizzando uno schema QPSK, con filtro di trasmissione avente risposta impulsiva $h(t)$ del tipo

$$h(t) = A \text{ rect}[(t - (d+0.5)P)/dP]$$

Con $d=0.8$, dove P è il periodo di simbolo. L'antenna di ricezione abbia una temperatura di rumore di T kelvin. Anche il ricevitore abbia una temperatura di rumore pari a T .

Determinare:

- Il periodo di simbolo del sistema
- Disegnare l'impulso $h(t)$ nel tempo assumendo $A=1$
- Si consideri uno dei possibili segnali della segnalazione in trasmissione. Riportare l'espressione del segnale nel tempo ed in frequenza. Riportare inoltre i corrispondenti andamenti (solo modulo nel caso frequenziale). Solamente ai fini di questo quesito, normalizzare il segnale ad avere energia unitaria.
- Utilizzando una delle varie definizioni di banda pratica, valutare la larghezza di banda del segnale al punto precedente. Esplicitare la definizione di banda pratica utilizzata.
- Determinare il valore minimo del SNR di riferimento affinché la probabilità di errore di bit del sistema non superi 10^{-9} (dieci alla meno nove).
- Determinare la potenza trasmessa (in dBm) affinché sia verificato il punto precedente.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Prima sessione 2013
Prova pratica del 28 giugno 2013
TEMA DI TELECOMUNICAZIONI**

Una radio locale vuole diffondere il proprio segnale audio $a(t)$ su di una regione circolare di raggio 20 Km, sfruttando una larghezza di banda di 68KHz attorno alla frequenza centrale di 90 MHz. Dopo un'analisi preliminare, due sono le possibili modulazioni da usare:

- 1) un approccio analogico di tipo FM che operi sopra soglia;
- 2) un approccio digitale con quantizzatore uniforme a 16 bit e modulazione M-QAM.

Sapendo che $a(t)$ ha una larghezza di banda di 4KHz e fattore di forma $k^2 = 1/6$, occorre valutare quale modulazione è più conveniente seguendo la seguente traccia per ottenere il dimensionamento delle grandezze:

- a) Attenuazione (in dB) introdotta dal canale, assumendo guadagni unitari nelle antenne di ricezione e trasmissione.
- b) Assumendo che il ricevitore abbia una figura di rumore di 17 dB e che tutto il sistema sia alla temperatura standard $T_0 = 290K^\circ$, si espliciti l'espressione del rapporto segnale-rumore di riferimento all'ingresso del ricevitore e se ne calcoli l'espressione per una potenza trasmessa di 1mW. Tale rapporto, dipende dalla modulazione analogica scelta?
- c) Nel caso 1), valutare l'indice di modulazione da usare e la più piccola potenza in trasmissione (in dBm) che garantisca un rapporto segnale-rumore all'uscita del sistema di 40 dB.
- d) Nel caso 2) ed assumendo la banda minima come misura di occupazione di banda, si valuti la cardinalità della costellazione più adatta.
- e) Nelle ipotesi illustrate nel punto precedente, valutare la più piccola potenza in trasmissione (in dBm) che garantisca un rapporto segnale-rumore all'uscita del sistema di 40 dB



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

(Handwritten signature)

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Prima sessione 2013
Prova pratica del 28 giugno 2013**

TEMA DI INFORMATICA

Si vuole progettare un database per una compagnia aerea la cui principale attività riguarda i voli di linea. Il database deve avere le caratteristiche riportate di seguito.

Ogni volo di linea è caratterizzato da un codice identificativo, gli orari di partenza e di arrivo, gli aeroporti di partenza e di arrivo. Si ha anche un elenco di tutti gli aeroporti toccati dalla compagnia; questi sono caratterizzati da un codice identificativo, un nome, la città e la nazione. Per ogni volo di linea si devono conoscere i viaggi effettuati, previsti o soppressi. In particolare, ogni viaggio è identificato dalla data e da un attributo che indica se il viaggio è effettuato, previsto o soppresso. I viaggi sono effettuati con velivoli identificati da un numero di matricola e caratterizzati da modello, marca e anno di acquisto. Ogni viaggio viene effettuato con uno e un solo velivolo. Ad ogni viaggio partecipa il personale viaggiante identificato dal numero di matricola e caratterizzato da nome, cognome e data di nascita. Il personale viaggiante è costituito da piloti e assistenti; per i piloti, si vuole conoscere il grado. Per ogni viaggio si deve conoscere il comandante, il vice pilota e gli assistenti di viaggio (minimo uno).

Il candidato:

- 1) individui le principali entità coinvolte;
- 2) realizzi la progettazione concettuale del database sopra descritto mediante il modello E/R e la successiva progettazione logica;
- 3) definisca e implementi le queries SQL che consentano di effettuare le seguenti operazioni:
 - a. quanti voli sono previsti in partenza per ogni nazione;
 - b. quanti voli interni sono previsti per ogni nazione;
 - c. quanti viaggi svolti nell'anno 2013 sono partiti da aeroporti italiani.
 - d. Il numero di componenti del personale di volo per ogni viaggio.
 - e. Il personale di volo che ha effettuato più viaggi di tutti.

Il candidato implementi, se lo ritiene opportuno, altre operazioni SQL ritenute importanti oltre a quelle già citate. Tutte le scelte progettuali effettuate devono essere adeguatamente giustificate. Infine, discutere in dettaglio la scelta delle strutture dati per l'indicizzazione delle informazioni contenute nel database.



**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Prima sessione 2013
Prova pratica del 28 giugno 2013**

TEMA DI ELETTRONICA

Viene commissionata ad un'azienda la realizzazione di un sistema di distanziamento treni da installare nei tratti di linea tra due stazioni di una linea metropolitana. Il sistema ha il compito di inoltrare nella tratta un solo treno per volta, evitando collisioni tra i convogli.

Il principio di funzionamento del sistema richiesto è denominato "conta-assi".

Per determinare se la tratta è libera, nei punti di confine tra la linea e le stazioni sono installati dei punti di conteggio (fig.1). I punti di conteggio sommano gli assi che transitano in uscita dalla Stazione A e sottraggono quelli in ingresso alla Stazione B. Se la differenza non è zero, il sistema rileva la presenza di un treno in linea, dispone al rosso il semaforo e impedisce che nuovi treni dalla Stazione A partano. Viceversa, se la differenza è pari a zero la tratta è considerata libera, il semaforo si dispone al verde ed un treno presente nella Stazione A può partire.

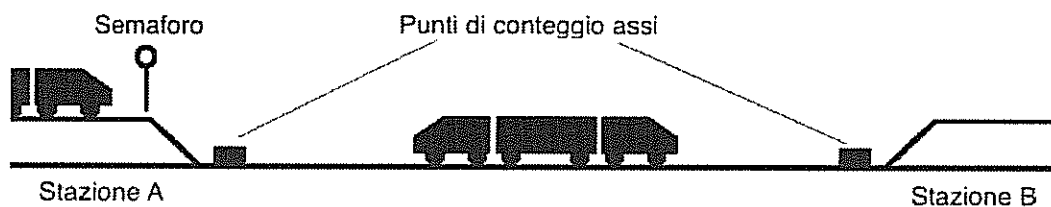


Fig.1 – Sistema conta-assi

Tenendo conto delle esigenze funzionali appena descritte, si chiede di:

- 1) Disegnare un possibile schema a blocchi del sistema descrivendo la funzione di ciascun blocco e gli elementi che lo compongono.
- 2) Per il rilevamento degli assi dei treni, il committente dà la possibilità di scegliere tra un dispositivo elettromeccanico, uno ottico e uno magnetico. Analizzare vantaggi e svantaggi di ciascun dispositivo considerando l'ambiente in cui sarà installato.
- 3) Rappresentare lo schema circuitale di un possibile sistema di conteggio.
- 4) Analizzare l'intero sistema dal punto di vista dell'affidabilità. Evidenziare eventuali elementi che potrebbero essere critici e proporre soluzioni mitigative.
- 5) Lungo la linea sono presenti videocamere di videosorveglianza, sistemi di areazione e impianti antincendio. Tutti i segnali di controllo provenienti da questi sottosistemi, insieme alle informazioni sullo stato della tratta, sono inviati a un elaboratore posto a circa 300 Km di distanza. Descrivere 3 modalità per inviare le informazioni appena descritte analizzando per ciascuna costi e benefici.



**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Prima sessione 2013
Prova pratica del 28 giugno 2013**

TEMA DI BIOINGEGNERIA

Un farmaco viene introdotto in un sistema biologico. Si sa che, una volta somministrato, si distribuisce all'interno del sistema in 3 diversi compartimenti. Se ne modelli la cinetica tenendo in considerazione che i flussi tra i compartimenti sono proporzionali al compartimento di origine attraverso una costante di proporzionalità e sapendo che :

- il farmaco è introdotto nel primo compartimento (x_1) con un flusso pari a $u(t)$. Il farmaco passa al secondo compartimento (x_2) con un flusso descritto dalla costante k_1 .

Una volta raggiunto il secondo compartimento esso può:

- tornare verso il primo compartimento (con costante di proporzionalità k_2), oppure
- passare al terzo (x_3) compartimento (con costante di proporzionalità k_3) da dove non può più uscire.

Si consideri come uscita del sistema (y) la concentrazione del farmaco nel secondo compartimento, noto il suo volume di distribuzione $V=1$ litro.

1. Scrivere le equazioni del modello di stato 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 determinino eventuali punti di equilibrio del sistema nel caso in cui $u(t)=U$ costante.
4. Sapendo che $k_1 = 0.1 \text{ min}^{-1}$, $k_2 = 0.2 \text{ min}^{-1}$, $k_3 = 0.25 \text{ min}^{-1}$, e che $u(t) = \begin{cases} 0 \text{ mg/min} & t < 0 \\ 0.01 \text{ mg/min} & t \geq 0 \end{cases}$, si calcoli il valore e l'unità di misura dell'uscita $y(t)$ all'istante temporale $t = 1080 \text{ s}$.
5. Sapendo $u(t) = 0.01\delta(t) \text{ mg/min}$, $k_1 = 0.1 \text{ min}^{-1}$, $k_2 = 0.2 \text{ min}^{-1}$, $k_3 = 0.25 \text{ min}^{-1}$ si calcoli il valore e l'unità di misura dell'uscita $y(t)$ all'istante temporale $t = 1080 \text{ s}$.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Handwritten signature

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Prima sessione 2013
Prova pratica del 28 giugno 2013**

TEMA DI AUTOMATICA

Si consideri un impianto descritto dalle equazioni:

$$\begin{aligned}\dot{x}(t) &= Fx(t) + Gu(t) \\ y(t) &= Hx(t)\end{aligned}\tag{1}$$

con

$$F = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -6 & -5 \end{bmatrix}, G = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \text{ e } H = \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix}.$$

È richiesto di

1. Progettare una retroazione dallo stato $u = Kx + r$ in modo che la risposta al gradino unitario del sistema retroazionato (ovvero la risposta in uscita in corrispondenza all'ingresso $r(t) = \delta_{-1}(t)$) esibisca il solo modo e^{-100t} . Si valuti quindi se K è stabilizzante (ovvero se rende il sistema retroazionato asintoticamente stabile e/o BIBO stabile) o meno e si determini il valore dell'errore a regime alla risposta al gradino.
2. Progettare un compensatore dall'uscita di tipo proporzionale (P), $C(s) = K$ che, messo in serie all'impianto (1) (non retroazionato dallo stato) e chiuso nella classica configurazione in retroazione unitaria negativa dall'uscita, allochi uno dei due poli esattamente in $s = -100$. Si valuti dove viene allocato l'altro polo e quindi si verifichi che tale compensatore rende il sistema retroazionato BIBO stabile ed induce una risposta al gradino simile a quella ottenuta al punto precedente, con due differenze sostanziali: è presente anche un altro modo ma di entità trascurabile (perché?), e l'errore al gradino è molto più piccolo (perché?)
3. Per ovviare all'inconveniente dell'enorme errore al gradino ottenuto con lo schema al punto 1, detta $G_K(s)$ la funzione di trasferimento ottenuta per retroazione dallo stato con matrice di retroazione K , si anteponga a $G_K(s)$ un controllore di funzione di trasferimento $C(s) = \frac{A(s+1)}{s}$, e si effettui sullo schema così costruito la classica retroazione unitaria negativa dall'uscita. Si progetti quindi la nuova K ed il valore della costante A di modo che continui ad essere verificato il requisito richiesto al punto 1. Si verifichi che il sistema retroazionato così ottenuto è BIBO stabile, ma che ora l'errore al gradino è nullo (perché?)