



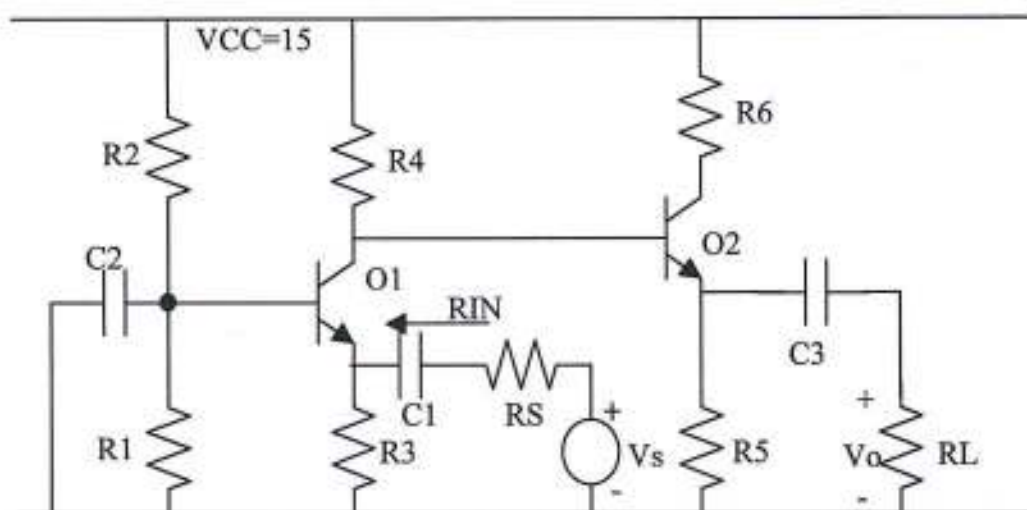
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE**
Seconda sessione 2013
Prima prova scritta del 21 novembre 2013

TEMA DI ELETTRONICA

PROBLEMA 1 (50%)

Dato il circuito riportato nella figura sottostante:

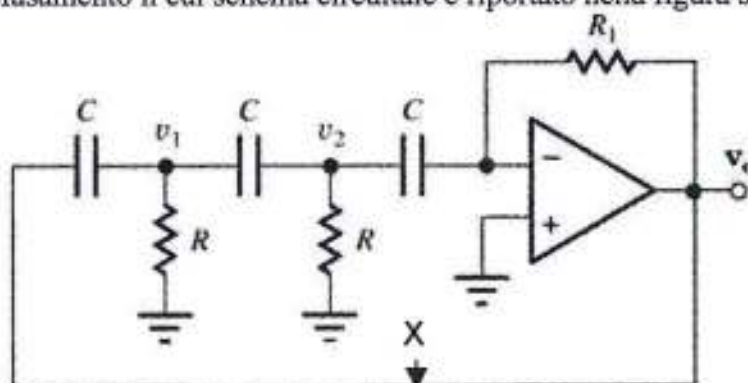


in cui $R_S=500\ \Omega$, $R_1=122\ \text{K}\Omega$, $R_2=556\ \text{K}\Omega$, $R_3=3.5\ \text{K}\Omega$, $R_5=500\ \Omega$, $R_6=500\ \Omega$, $R_L=1\ \text{K}\Omega$, $\beta_1=100$, $\beta_2=100$, $V_{BEQ1}=V_{BEQ2}=0.7\ \text{V}$, $C_3=4.7\ \mu\text{F}$:

- determinare il valore di R_3 in modo che $I_{CQ1}=1\ \text{mA}$ e il valore di R_4 in modo che $I_{CQ2}=2\ \text{mA}$;
- calcolare l'espressione e il valore del guadagno di tensione ac $A_v=v_o/v_s$ a centro banda;
- calcolare l'espressione e il valore della resistenza di ingresso ac R_{IN} a centro banda;
- stimare la frequenza di taglio inferiore f_L dovuta alla sola capacità C_3 (con un corto circuito al posto di C_1 e C_2).

PROBLEMA 2 (50%)

Dato l'oscillatore a sfasamento il cui schema circuitale è riportato nella figura sottostante,





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Seconda sessione 2013
Prima prova scritta del 21 novembre 2013***

TEMA DI INFORMATICA

Si vuole realizzare un sistema informatico per l'inserimento, l'interrogazione e la visualizzazione da remoto, anche mediante l'utilizzo di dispositivi mobili, dei dati necessari alla gestione di un sistema di trasporto pubblico metropolitano. Il sistema dovrà essere in grado di gestire informazioni dettagliate sui percorsi effettuati da ogni linea di trasporto e sugli orari di passaggio alle relative fermate. Dovrà inoltre essere in grado di presentare un insieme di percorsi alternativi per ogni coppia partenza/destinazione richiesta dall'utente.

Il candidato descriva la specifica dei requisiti e delle funzionalità. Presenti inoltre l'architettura del sistema sulla base di un paradigma Model-View-Controller e i possibili strumenti software per l'implementazione del progetto, evidenziandone costi e prestazioni. Il candidato descriva infine uno o più casi d'uso, mediante diagrammi concettuali (ad esempio UML).



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Seconda sessione 2013
Seconda prova scritta del 21 novembre 2013**

TEMA DI AUTOMATICA

Si consideri un processo descritto da una funzione di trasferimento (single-input single-output) $G(s)$, con le seguenti proprietà:

- $G(s)$ è propria ma non strettamente propria (grado del numeratore e del denominatore uguali);
- $G(s)$ ha tutti i poli a parte reale negativa;
- $G(s)$ ha tutti gli zeri a parte reale negativa.

Si considerino due schemi di controllo applicati ad una $G(s)$ siffatta: nel primo (feedforward) viene anteposto al blocco $G(s)$ un blocco avente la funzione di trasferimento inversa ($1/G(s)$), senza effettuare alcuna retroazione. Nel secondo (feedback) viene adottata la classica configurazione con controllore $C(s)$ anteposto a $G(s)$, chiusi in retroazione unitaria negativa. Apparentemente, il primo schema di controllo dovrebbe funzionare meglio, in quanto garantisce l'inseguimento perfetto dell'ingresso da parte dell'uscita. Tuttavia, varie ragioni di tipo pratico rendono decisamente più appetibile ricorrere al secondo schema di controllo.

1) È richiesto al candidato di individuare un certo numero di problematiche che giocano a favore dello schema in retroazione, illustrandone sinteticamente i motivi.

Qualora $G(s)$ non soddisfi ad anche una sola delle 3 ipotesi assunte, lo schema in feedforward diventa inaccettabile anche da un punto di vista strettamente teorico, e non solo per considerazioni di tipo pratico.

2) È richiesto al candidato di esaminare, una per una, la rilevanza delle 3 ipotesi assunte su $G(s)$, spiegando perché lo schema in feedforward risulterebbe in ogni caso inutilizzabile.

Nel caso $G(s)$ sia strettamente propria ma soddisfi alle altre 2 ipotesi, è ancora possibile (ferme restando le problematiche di cui al punto 1) ottenere uno schema di controllo in feedforward che garantisca (in linea teorica) una soddisfacente risposta al gradino in termini di errore a regime (nullo) e di tempi di salita e di assestamento (che possono essere resi arbitrariamente piccoli ma non nulli). Tuttavia, in tal caso non si può ovviamente ricorrere al sistema inverso ma è necessario il ricorso ad una $H(s)$ scelta opportunamente.

3) Si spieghi come una tale $H(s)$ potrebbe essere progettata, motivando la risposta.

Qualora si ricorra ad uno schema in retroazione con controllore $C(s)$, 2 delle 3 ipotesi possono essere rimosse senza problemi, mentre 1 delle 3 fornisce inevitabilmente delle limitazioni sulle prestazioni del sistema retroazionato.

4. Si spieghi quale delle 3 ipotesi è la più importante (nel senso della precedente affermazione) e perché le altre 2 possono essere rimosse mentre la rimozione di quella critica può condurre a prestazioni scadenti, a prescindere dalla scelta del compensatore $C(s)$.

Le considerazioni di cui al punto 2, possono essere esaminate anche ricorrendo ai modelli di stato.

5. È richiesto al candidato di esaminare, se (F, G, H, J) è una realizzazione minima di $G(s)$, le condizioni per l'esistenza del sistema inverso, di valutare le matrici (A, B, C, D) di una realizzazione minima del sistema inverso qualora esso esista, e di determinare le condizioni che garantiscono la stabilità asintotica della connessione serie (sistema inverso in serie all'impianto).



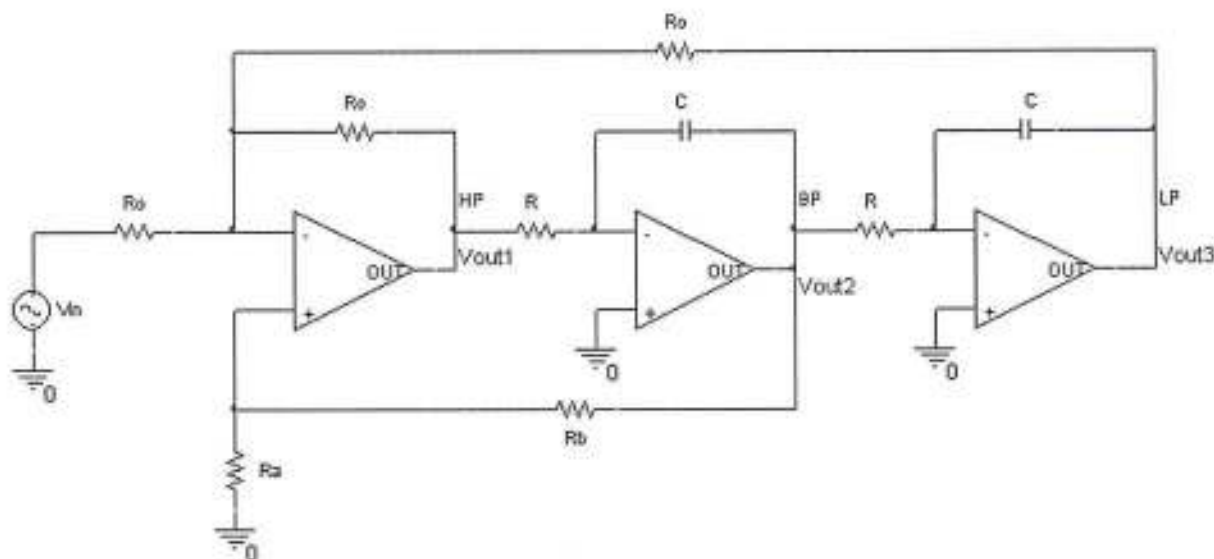
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Seconda sessione 2013
Seconda prova scritta del 21 novembre 2013**

TEMA DI ELETTRONICA

Si analizzi il funzionamento del Filtro Universale (o a Variabili di Stato) rappresentato in figura 1.
In particolare:

1. Si determini la funzione di trasferimento del filtro V_{out1}/V_{in} , V_{out2}/V_{in} e V_{out3}/V_{in} e verificare che il filtro si comporta come passa-alto, passa-banda o passa-basso a seconda di dove viene prelevata l'uscita;
2. Si calcolino i valori dei componenti per avere una risposta passa basso di tipo Bessel ($\xi = 0,866$) e frequenza di taglio 10 kHz. Per il calcolo si considerino gli operazionali Ideali;
3. Si descriva qual è la particolarità di un filtro di tipo Bessel e per quali applicazioni può essere usato.





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Seconda sessione 2013
Seconda prova scritta del 21 novembre 2013***

TEMA DI BIOINGEGNERIA

Il candidato elenchi e descriva i vari parametri costruttivi e di funzionamento di una sonda piezoelettrica per applicazioni in ecografia medica, ne descriva la procedura di dimensionamento, illustrandola con esempi numerici e discutendone le implicazioni sulle prestazioni della strumentazione.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Seconda sessione 2013
Seconda prova scritta del 21 novembre 2013**

TEMA DI TELECOMUNICAZIONI

Sia data una segnalazione PAM a tre livelli. L'alfabeto dei simboli sia $\{-3, 0, 2\}$ con la probabilità $\{\frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}\}$. L'impulso sia in Volt:

$$h(t) = 10 \operatorname{triang} \left(\frac{t - \tau_0}{5} \right)$$

- a) Determinare il periodo di simbolo T minimo per non avere interferenza tra i vari impulsi trasmessi. Determinare inoltre il valore minimo di τ_0 in modo da rendere l'impulso di trasmissione causale. Disegnare l'impulso di trasmissione.
- b) Scrivere l'espressione del segnale modulato (cioè la formula del segnale in trasmissione $s_r(t)$) per la seguente sequenza di cinque simboli:

$$a_0 = 2, a_1 = 0, a_2 = 2, a_3 = -3, a_4 = 2.$$

- c) Disegnare il segnale modulato del punto b)
- d) Per un canale che introduce un'attenuazione di 40dB e un rumore AWGN tale che $(\Gamma)_{dB} = 10$ dB, determinare la varianza del rumore in dBm nel punto di decisione.
- e) Disegnare la costellazione nel punto di decisione, specificando i valori dei vari punti.
- f) Determinare la probabilità di errore del sistema assumendo le due soglie di decisione uguali in valore assoluto (pari a metà del segnale che mappa il simbolo di valore 2) e segno opposto.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Seconda sessione 2013
Seconda prova scritta del 21 novembre 2013**

TEMA DI INFORMATICA

Il candidato risponda in modo esauriente ai seguenti quesiti.

Quesito n.1

Si consideri l'algoritmo di Dijkstra per i cammini minimi. Definire rigorosamente il problema computazionale che esso risolve, descrivere l'algoritmo e analizzarne la complessità temporale. Il candidato si soffermi inoltre su alcune applicazioni pratiche a sua scelta.

Quesito n.2

Con riferimento all'analisi di algoritmi ricorsivi, definire la nozione di relazione di ricorrenza e descrivere i metodi per la sua risoluzione.

Quesito n.3

Alcuni problemi computazionali sono considerati difficili per ciò che riguarda il tempo richiesto da un algoritmo per risolverli. Per caratterizzare tali problemi e distinguerli dai problemi facili sono state introdotte le classi di problemi P, NP, NP-completi, NP-hard. Definire le classi, le relazioni note tra esse, e fare un esempio di problema per ciascuna classe.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Seconda sessione 2013
Prova pratica scritta del 29 novembre 2013**

TEMA DI INFORMATICA

Si vuole realizzare una base di dati per una società che eroga corsi; di questa società vogliamo rappresentare le informazioni relative ai partecipanti, ai corsi e ai docenti.

Per i partecipanti, identificati da un codice, si vuole memorizzare il codice fiscale, il cognome, l'età, il sesso, il luogo di nascita, il nome dei loro attuali datori di lavoro, l'indirizzo, il numero di telefono, i corsi che stanno frequentando o hanno frequentato e, in quest'ultimo caso, il giudizio finale.

I corsi hanno un codice, un titolo e possono avere varie edizioni con data di inizio e fine. Inoltre, per ogni edizione di un corso, si vogliono rappresentare i giorni, i luoghi e le ore delle lezioni. Se i partecipanti sono liberi professionisti, vogliamo conoscere l'area di interesse e, se lo possiedono, il titolo. Per quelli che lavorano alle dipendenze di altri, vogliamo conoscere il loro livello e la posizione ricoperta.

Per i docenti si vuole rappresentare il cognome, l'età, il luogo di nascita, i corsi nei quali insegnano, quelli in cui hanno insegnato nel passato e quelli nei quali possono insegnare. Si vogliono rappresentare anche tutti i loro recapiti telefonici.

I docenti possono essere dipendenti interni della società o collaboratori esterni.

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 query SQL che consentono di ricavare le seguenti informazioni:
 - a. per ogni corso, il titolo e, per tutte le edizioni passate, il docente, i giorni e gli orari delle lezioni
 - b. tutti i corsi offerti, con informazioni sui docenti che possono insegnarli
 - c. per ogni docente, i partecipanti a tutti i corsi in cui sta insegnando
 - d. per ogni corso, il numero di partecipanti che lo hanno frequentato o lo stanno frequentando

Supponendo di eseguire l'interrogazione d) molto frequentemente, ristrutturare se necessario lo schema della base di dati in modo da rispondere efficientemente a questa richiesta. Discutere i problemi di consistenza dei dati introdotti con questa soluzione.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Seconda sessione 2013
Prova pratica del 29 novembre 2013**

TEMA DI ELETTRONICA

Un'azienda deve realizzare un sismografo per un laboratorio di ricerca. Lo schema a blocchi del dispositivo è il seguente:



Il segnale elettrico, proveniente dal sismometro, si presenta all'amplificatore in modo differenziale ed ha valore compreso fra $-0,8 \text{ mV}$ e $+0,8 \text{ mV}$ con componenti armoniche significative in banda $0,1-20 \text{ Hz}$. Detto segnale è disturbato dalla tensione di rete a 50 Hz presente nell'ambiente.

Il candidato, fatte le ipotesi aggiuntive ritenute necessarie:

1. Spieghi il funzionamento di ciascun blocco dello schema;
2. Progetti l'amplificatore differenziale considerando che la tensione d'ingresso al convertitore A/D deve essere compresa tra $+5\text{V}$ e -5V ;
3. Dimensiona il filtro in maniera tale che il segnale non sia disturbato dalla tensione di rete. Per realizzarlo si utilizzi un filtro di Butterworth ($\xi = 0,707$) del secondo ordine;
4. Descriva quali altre tecniche utilizzerebbe per ridurre il disturbo proveniente dall'alimentazione;
5. Indichi il tipo e le caratteristiche di un convertitore A/D adeguato all'impiego nel sistema;
6. Identifichi la strumentazione e le modalità con cui collaudare l'amplificatore e il filtro.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Seconda sessione 2013
Terza prova scritta del 29 novembre 2013**

TEMA DI TELECOMUNICAZIONI

Si consideri un segnale biomedicale $a(t)$, con larghezza di banda di 4kHz ed ampiezze con densità di probabilità gaussiana a media nulla e deviazione standard di 3V. Il segnale viene quantizzato PCM in modo da garantire un SNR di quantizzazione di 20 dB e $P_{sat}=10^{-4}$. I bit risultanti vengono trasmessi usando una trasmissione PAM.

- Si progetti il quantizzatore uniforme con 2^b livelli, specificandone tutti i parametri.
- Usando il quantizzatore del punto a), si determini il bit rate prodotto e il periodo di simbolo del modulatore 8-PAM.
- Supponendo che il segnale sia trasmesso con 8-PAM, determinare la potenza statistica (in dBmV²) in ingresso al ricevitore PAM per garantire un SNR complessivo in uscita al sistema di 15dB, assumendo il rumore di canale gaussiano bianco con densità spettrale di 10^{-12} V²/Hz.
- Si ricalcoli il valore di potenza statistica in ingresso al ricevitore PAM per garantire lo stesso SNR complessivo utilizzando un sistema 2-PAM.

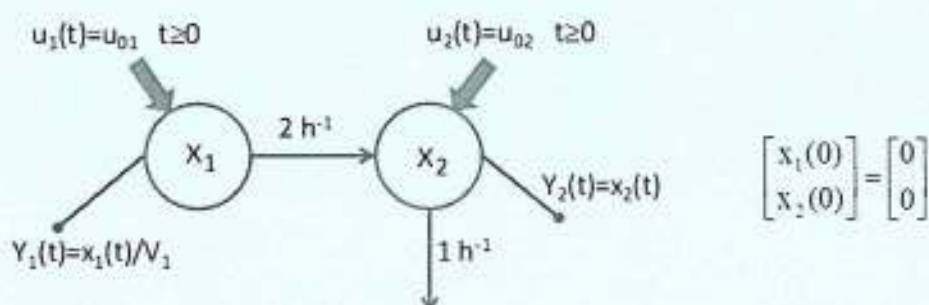


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Seconda sessione 2013
Prova pratica del 29 novembre 2013**

TEMA DI BIOINGEGNERIA

La cinetica di tracciante viene descritta dal seguente sistema non autonomo lineare:



$y_1(t)$ e $y_2(t)$ sono le due uscite misurate del sistema.

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 con u_{01} e u_{02} ingressi costanti.
4. Stabilire se il sistema è stabile.
5. Calcolare la matrice di trasferimento del sistema.

6. Sapendo che $u_1(t) = \begin{cases} 0 \text{ mg/min} & t < 0 \\ 0.9 \text{ mg/min} & t \geq 0 \end{cases}$, $u_2(t) = \begin{cases} 0 \text{ mg/min} & t < 0 \\ 0.005 \text{ mg/min} & t \geq 0 \end{cases}$ e $V_1 = 10 \text{ ml}$, si calcoli il valore e l'unità di misura dell'uscita $y_2(t)$ all'istante temporale $t = 5 \text{ h}$.

7. Si progetti un programma in pseudocodice che, ricevendo come ingresso i valori dei parametri del modello, una griglia temporale di campionamento e due generiche funzioni di ingresso $u_1(t)$ e $u_2(t)$, discretizzata sulla griglia temporale, dia in uscita i grafici dell'andamento temporale dei due compartimenti e dell'uscita $y_2(t)$ discretizzato sulla griglia temporale.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
Seconda sessione 2013
Prova pratica del 29 Novembre 2013**

TEMA DI AUTOMATICA

Dato il sistema

$$\begin{aligned}\dot{x}(t) &= \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -2 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} [u(t) + d(t)] \\ y(t) &= [1 \quad 0] x(t)\end{aligned}$$

dove u è l'ingresso, mentre d un disturbo del tipo $d(t)=a+b \sin(t)$, si vuole implementare una classica retroazione dallo stato $u=Kx+v$, dove il nuovo ingresso v è collegato all'uscita di un controllore puramente integrale I (descritto opportunamente tramite un modello di stato), mentre l'ingresso e del controllore I è realizzato dalla classica retroazione unitaria negativa dall'uscita, cioè $e=r-y$, dove r rappresenta il segnale di riferimento per il sistema complessivo. Si vuole che il sistema complessivo presenti le seguenti caratteristiche

- sia asintoticamente stabile ed abbia tutti gli autovalori coincidenti;
- elimini (in uscita) totalmente la componente costante del disturbo ed attenui quella sinusoidale di esattamente 30 db;
- garantisca errore a regime nullo nella risposta al gradino applicato in $r(t)$.

1) È richiesto di progettare K ed il controllore I in modo tale che le specifiche appena esposte siano soddisfatte, verificando che esiste soluzione unica al problema.

Volendo ottenere l'eliminazione totale del disturbo (mantenendo inalterati gli altri 2 requisiti), il controllore integrale non è più in grado di soddisfare le specifiche.

2) È richiesto di progettare K ed un opportuno controllore - descritto da un modello di stato - in modo tale che le specifiche appena esposte siano soddisfatte.