

Traccia 1

Si debba rappresentare in forma numerica, utilizzando una quantizzazione uniforme, un segnale a valor medio nullo. Si deve ottenere un rapporto segnale rumore (definito come potenza di picco del segnale su potenza media del rumore) di 50 dB.

Il segnale numerico così ottenuto viene inviato su un sistema trasmissivo con probabilità di errore $P(\varepsilon) = 10^{-6}$, con errori singoli e tra loro statisticamente indipendenti.

Il candidato:

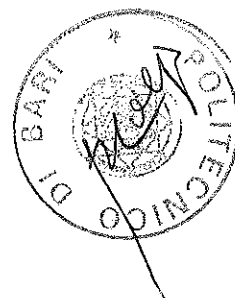
- Determini il numero di bit per campione da richiedere al quantizzatore.
- Calcoli il peggioramento del rapporto segnale/rumore conseguente alla trasmissione con $P(\varepsilon) = 10^{-6}$.
- Spieghi se e come sarebbe possibile utilizzare un quantizzatore con 6 bit/campione, ma che possa lavorare ad una frequenza di campionamento maggiore di quella minima richiesta.

Traccia 2

Il candidato descriva in dettaglio la procedura per la misura dei parametri di diffusione (Scattering parameters) di una rete a due porte con l'uso dell'Analizzatore di reti (Network Analyzer)

Traccia 3

Il candidato dimensiona un amplificatore di transresistenza in grado di amplificare un segnale sinusoidale in corrente fornito da un fotodiodo a frequenza di 10 KHz, con un guadagno di 10^5 V/A. Si disegni lo schema elettrico del circuito dimensionato e si presenti e discuta la procedura di caratterizzazione in laboratorio del guadagno e della banda passante. Inoltre, il candidato descriva come sia possibile rilevare in fase di test l'insorgenza di eventuali oscillazioni, proponendo adeguate misure difensive.



Traccia 4

Un sistema elettro-meccanico è rappresentato da una funzione di trasferimento $G(s)$ nella quale si distinguono: un effetto integrativo; due poli caratterizzati da costanti di tempo $T_1 = 1/4$ secondi e $T_2 = 1/16$ secondi; una costante di guadagno che determina una costante di errore statico pari a $1/64$.

Il sistema deve essere controllato in un sistema di controllo a retroazione unitaria in modo che:

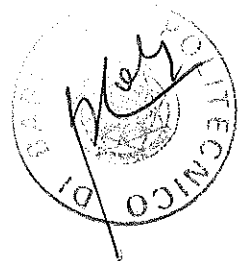
- l'errore nello stato stazionario ad un ingresso a rampa unitaria sia pari a 0.25;
- la risposta al gradino unitario del sistema a ciclo chiuso, se approssimata con quella di un sistema del II ordine, sia caratterizzata da un fattore di smorzamento $\delta \approx 0.6$ e da un tempo di assestamento al 2% pari a $t_a \approx 4/3$ secondi.

Pertanto si indichi la tipologia di rete correttrice da utilizzare per la compensazione, motivando adeguatamente la scelta tenendo conto delle specifiche imposte. Si progetti tale rete utilizzando la tecnica del luogo delle radici.

Una volta noti i parametri della rete correttrice:

- si disegni il luogo delle radici del sistema compensato;
- si individuino approssimativamente le posizioni dei poli del sistema a ciclo chiuso;
- si disegni l'andamento qualitativo della risposta al gradino del sistema a ciclo chiuso;
- si discuta esaurientemente la corrispondenza tra prestazioni ottenute e specifiche di progetto.

Infine, si scriva un codice *Matlab* che consenta sia la sintesi automatica della rete correttrice, in funzione dei parametri del sistema controllato e delle specifiche, sia la verifica delle prestazioni ottenute a progetto ultimato.



Traccia 1

Si debba rappresentare in forma numerica, utilizzando una quantizzazione uniforme, un segnale a valor medio nullo. Si deve ottenere un rapporto segnale rumore (definito come potenza di picco del segnale su potenza media del rumore) di 50 dB.

Il segnale numerico così ottenuto viene inviato su un sistema trasmissivo con probabilità di errore $P(\varepsilon) = 10^{-6}$, con errori singoli e tra loro statisticamente indipendenti.

Il candidato:

- Determini il numero di bit per campione da richiedere al quantizzatore.
 - Calcoli il peggioramento del rapporto segnale/rumore conseguente alla trasmissione con $P(\varepsilon) = 10^{-6}$.
 - Spieghi se e come sarebbe possibile utilizzare un quantizzatore con 6 bit/campione, ma che possa lavorare ad una frequenza di campionamento maggiore di quella minima richiesta.
-

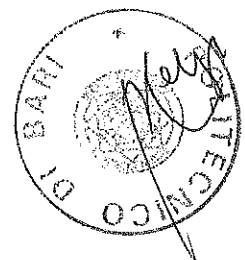


Traccia 2

Si intende progettare un sistema di condizionamento e trasmissione a distanza del segnale riveniente da un sensore di temperatura del tipo Pt100 con TCR nominale pari a $0,00385 \Omega/\Omega/^{\circ}\text{C}$ e avente una resistenza termica sensore-ambiente $T_{SA} = 75 \text{ }^{\circ}\text{C/W}$; il circuito progettato dovrà prevedere una adeguata forma di eccitazione del sensore e dovrà essere in grado di fornire in uscita un segnale in tensione (o corrente) analogica linearmente dipendente dalla temperatura rilevata dal sensore. L'uscita del circuito dovrà essere di tipo standard 0-10 V (o 4-20 mA) per T_{IN} variabile nel range $[0, 100] \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Il candidato:

- a) proponga almeno una soluzione circuitale idonea allo scopo, disegnandone lo schema elettrico e spiegandone il funzionamento nel dettaglio; N.B.: il circuito dovrà consentire la calibrazione dello zero e del guadagno;
 - b) mostri in modo analitico come le principali non idealità del sensore, dei componenti circuitali e del misuratore di uscita impiegati si ripercuotono sulle incertezze complessive (di caso peggiore e standard) della tensione/corrente fornita in uscita.
 - c) Supponendo che il segnale analogico di uscita del circuito progettato debba essere digitalizzato prima della trasmissione su un apposito bus, il candidato ricavi una relazione analitica in grado di fornire la risoluzione nominale minima dell'ADC da utilizzare al fine di ottenere una assegnata risoluzione finale effettiva del dato digitale di uscita portando in conto tutte le non-idealità del sensore, del circuito di condizionamento e dello stesso ADC impiegato, assumendo che esse siano tra loro indipendenti
-




Traccia 3

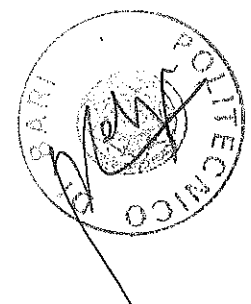
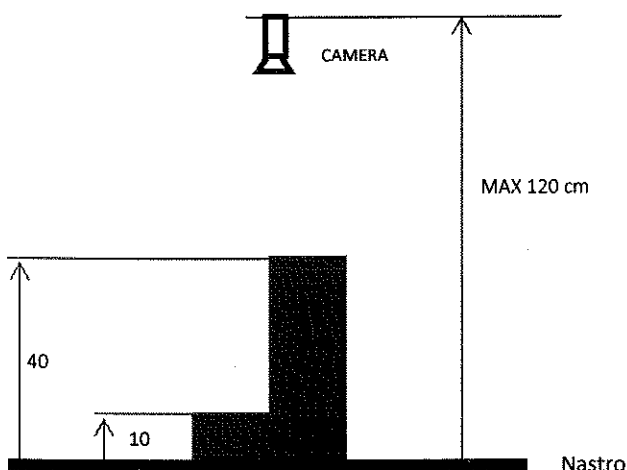
Progettare l'apparato di visione di un sistema preposto ad evidenziare difetti in pezzi meccanici che transitano su un nastro trasportatore.

- d) Poiché sono state dismesse da una linea produttiva non più in funzione, si è deciso di fare uso di telecamere Basler acA2040-180km (si faccia riferimento all'estratto della scheda tecnica riportato di seguito per i dimensionamenti).

Specifications

Basler 	Resolution (H x V pixels)	Sensor	Sensor Technology	Sensor Size (optical)	Pixel Size (μm)	Frame Rate	Power Consumption (typical)
acA2000-140km/kc*	2048 x 1088	CMOSIS CMV2000	CMOS, Global Shutter	2/3"	5.5 x 5.5	140	<3.0 W
acA2000-340km/kc**	2048 x 1088	CMOSIS CMV2000	CMOS, Global Shutter	2/3"	5.5 x 5.5	340	<3.0 W
acA2040-70km/kc**	2048 x 2048	CMOSIS CMV4000	CMOS, Global Shutter	1"	5.5 x 5.5	70	<3.0 W
acA2040-180km/kc**	2048 x 2048	CMOSIS CMV4000	CMOS, Global Shutter	1"	5.5 x 5.5	180	<3.0 W

- e)
- f) L'area da ispezionare per ogni shot è globalmente di $70 \times 40 \text{ cm}^2$ ed è parzializzata in due superfici poste rispettivamente a 10 cm e 40 cm dal nastro trasportatore.
- g) Le possibilità di installazione sono tali da imporre una distanza delle camere non superiore a 120 cm dal piano di lavoro.
- h) Il sistema deve essere idoneo a evidenziare difetti aventi dimensioni (lineari) fino a 0.2 mm.
- i) Dimensionare inoltre l'ottica, le caratteristiche della messa a fuoco, il throughput massimo dei pezzi consentito sul nastro trasportatore (numero di pezzi/secondo, supposto che un frame inquadri un singolo pezzo) e la velocità massima di scorrimento per evitare che le immagini risultino mosse supponendo uno shutter time di 10 ms.
- j) Si facciano infine considerazioni sull'apparato di illuminazione, che deve essere installato allo scopo di ridurre al minimo le ombre, considerato che i pezzi sono scarsamente riflettenti.



Traccia 4

Un sistema elettro-meccanico è rappresentato da una funzione di trasferimento $G(s)$ nella quale si distinguono: un effetto integrativo; due poli caratterizzati da costanti di tempo $T_1 = 1/4$ secondi e $T_2 = 1/16$ secondi; una costante di guadagno che determina una costante di errore statico pari a $1/64$.

Il sistema deve essere controllato in un sistema di controllo a retroazione unitaria in modo che:

- l'errore nello stato stazionario ad un ingresso a rampa unitaria sia pari a 0.25;
- la risposta al gradino unitario del sistema a ciclo chiuso, se approssimata con quella di un sistema del II ordine, sia caratterizzata da un fattore di smorzamento $\delta \approx 0.6$ e da un tempo di assestamento al 2% pari a $t_a \approx 4/3$ secondi.

Pertanto si indichi la tipologia di rete correttrice da utilizzare per la compensazione, motivando adeguatamente la scelta tenendo conto delle specifiche imposte. Si progetti tale rete utilizzando la tecnica del luogo delle radici.

Una volta noti i parametri della rete correttrice:

- si disegni il luogo delle radici del sistema compensato;
- si individuino approssimativamente le posizioni dei poli del sistema a ciclo chiuso;
- si disegni l'andamento qualitativo della risposta al gradino del sistema a ciclo chiuso;
- si discuta esaurientemente la corrispondenza tra prestazioni ottenute e specifiche di progetto.

Infine, si scriva un codice *Matlab* che consenta sia la sintesi automatica della rete correttrice, in funzione dei parametri del sistema controllato e delle specifiche, sia la verifica delle prestazioni ottenute a progetto ultimato.

