



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

Scuola di  
Ingegneria

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE  
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
PRIMA SESSIONE 2025  
Prima Prova Scritta – Sezione A  
25 LUGLIO 2025**

**A**

**SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore AUTOMAZIONE**

Il candidato illustri la struttura, i principali requisiti e le specifiche rilevanti ai fini del progetto di un sistema di controllo a retroazione. Descriva, inoltre, le principali procedure di sintesi dei sistemi di controllo, confrontandone caratteristiche, vantaggi e limiti.

**SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore BIOMEDICA**

Il candidato descriva un sistema biomedicale terapeutico scelto a piacere, evidenziandone in particolare la funzionalità terapeutica, le variabili misurate, l'architettura del sistema e le sue potenziali applicazioni

**SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore ELETTRONICA**


Il candidato proponga lo schema a blocchi di un ricetrasmittitore a super eterodina. Si richiede di descrivere dettagliatamente il funzionamento del circuito e per ogni blocco funzionale se ne descrivano le caratteristiche principali e se ne definiscano le specifiche di massima

**SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore INFORMATICA**

Il candidato illustri i principali aspetti legati al concetto di sicurezza nei sistemi informatici, relativamente ad uno o più dei seguenti ambiti: vulnerabilità delle applicazioni e delle basi di dati in sistemi sia locali che distribuiti; conformità alle normative per la sicurezza e la tutela della privacy dei dati sensibili; meccanismi di autenticazione, crittografia e protezione; buone pratiche di sicurezza per lo sviluppo di software. Il candidato integri inoltre la discussione con esempi pratici e considerazioni sulle sfide emergenti nel panorama.

**SETTORE: INFORMAZIONE**  
**Sotto-settore TELECOMUNICAZIONI**

I sistemi di comunicazione si basano su un'organizzazione a livelli, che consente di gestire la complessità delle reti in modo modulare e scalabile. Il candidato descriva il concetto di architettura a livelli, illustrando un sistema di comunicazione a scelta, analizzandone i livelli funzionali, i protocolli principali e i vantaggi di tale approccio.

	<p>UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE</p> <p>Scuola di Ingegneria</p>	<p><b>ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE</b> <b>ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE</b> <b>PRIMA SESSIONE 2025</b> <b>Seconda Prova Scritta – Sezione A</b> <b>8 settembre 2025</b></p>	<p><b>A</b></p>
---	---	---	-----------------

**SETTORE: INFORMAZIONE**  
**Sotto-settore AUTOMAZIONE**

Il candidato discuta il problema della progettazione di controllori digitali, illustrandone i componenti principali, le tecniche di sintesi più comunemente adottate, le implicazioni introdotte dalla discretizzazione e l'importanza della scelta del tempo di campionamento. L'esposizione potrà essere integrata con esempi applicativi relativi al settore professionale di interesse.

**SETTORE: INFORMAZIONE**  
**Sotto-settore BIOMEDICA**

Il candidato descriva un sistema biomedicale diagnostico scelto a piacere, evidenziandone in particolare la funzionalità diagnostica, le variabili misurate, l'architettura dettagliata del sistema e le sue potenziali applicazioni

**SETTORE: INFORMAZIONE**  
**Sotto-settore ELETTRONICA**

Il candidato proponga lo schema a blocchi per il condizionamento, l'acquisizione, e il trasferimento verso un personal computer del segnale proveniente da un accelerometro. Si richiede di descrivere dettagliatamente il funzionamento del circuito e per ogni blocco funzionale se ne descrivano le caratteristiche principali e se ne definiscano le specifiche di massima.

**SETTORE: INFORMAZIONE**  
**Sotto-settore INFORMATICA**

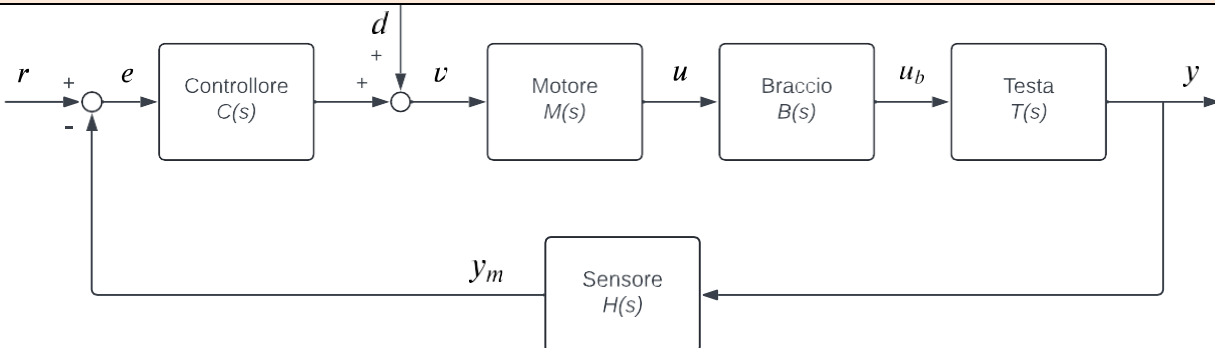
Il candidato descriva ed analizzi le componenti hardware e software necessarie per la progettazione e l'implementazione di un sistema di gestione di una Smart Home, descrivendo le architetture di rete (locale e/o cloud), le soluzioni per l'integrazione e l'interoperabilità di sensori e attuatori. Si discuta inoltre la gestione di possibili regole e logiche di automazione, l'implementazione di scenari multi-utente e le principali sfide legate alla sicurezza e alla privacy dei dati.

**SETTORE: INFORMAZIONE**  
**Sotto-settore TELECOMUNICAZIONI**

Il candidato descriva una tecnica di modulazione digitale a scelta, illustrandone il principio di funzionamento e le caratteristiche principali. Si richiede inoltre di stimare l'andamento del Bit Error Rate (BER) in funzione del rapporto segnale-rumore (SNR)

	UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE  Scuola di Ingegneria	<b>ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE</b> <b>ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE</b> <b>PRIMA SESSIONE 2025</b> <b>Prova Pratica – Sezione A</b> <b>15 OTTOBRE 2025</b>	<b>A</b>
--	---	---	----------

**SETTORE: INFORMAZIONE**  
**Sotto-settore AUTOMAZIONE**



Si consideri il modello di un sistema di lettura/scrittura dati per disco rigido (Hard Disk Drive, HDD). In figura è schematizzato il sistema di controllo per il posizionamento della testina di lettura sulla traccia desiderata del disco. Il sistema di lettura HDD utilizza un

motore a corrente continua per ruotare un braccio su cui è montata, all'estremità, la testina di lettura, collegata al braccio tramite un elemento flessibile di acciaio.

Il motore e il braccio di lettura sono rispettivamente modellati dalle funzioni di trasferimento  $M(s)$ , tra la tensione di comando del motore  $v$  e la forza  $u$  generata dal motore, e  $B(s)$ , tra  $u$  e la forza  $u_b$  esercitata dal braccio sull'elemento flessibile della testa. Tali funzioni di trasferimento valgono

$$M(s) = \frac{K_m}{R_a + L_a s} \qquad B(s) = \frac{1}{s(J s + b)}$$

dove le costanti  $K_m$ ,  $R_a$ ,  $L_a$ ,  $J$ , e  $b$  assumono, in appropriate unità di misura, i seguenti valori:

$$K_m = 5000; \quad R_a = 1000; \quad L_a = 1; \quad J = 1; \quad b = 20.$$

La testa di lettura, collegata all'elemento flessibile, è modellata come un sistema massa-molla-smorzatore descritto dalla seguente funzione di trasferimento tra  $u_b$  e la posizione sul disco  $y$ :

$$T(s) = \frac{\omega^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega^2}$$

con  $\xi = 0.3$  e  $\omega_n = 18.85 \times 10^3$ . Assumendo una misura  $y_m$  della posizione della testina di lettura accurata, il sensore è modellato con una funzione di trasferimento  $H(s) = 1$ .

1. Si progetti la funzione di trasferimento  $C(s)$  del controllore in modo che il sistema di controllo sia stabile e soddisfi le seguenti specifiche statiche e dinamiche:
  - errore di inseguimento a regime nullo per ingressi costanti ( $r(t) = c$ ,  $c \neq 0$ );
  - errore di inseguimento a regime alla rampa unitaria ( $r(t) = t$ ) non superiore a  $e_1 = 0.005$ ;
  - errore a regime prodotto sull'uscita dal disturbo a gradino unitario ( $d(t) = 1$ ) non superiore a  $e_d = 0.005$ ;
  - sovralongazione alla risposta al gradino non superiore a  $S = 0.15$ ;
  - tempo di salita circa uguale a  $T_s = 0.18$ .
2. Si progetti il controllore digitale  $C(z)$  mediante discretizzazione del controllore analogico  $C(s)$  ottenuto al punto precedente, motivando la scelta del tempo di campionamento. In alternativa, si progetti  $C(z)$  direttamente a tempo discreto.

**SETTORE: INFORMAZIONE**  
**Sotto-settore BIOMEDICA**

Con riferimento ad un'applicazione a scelta, appartenente a una delle seguenti macroaree:

- Robotica per assistenza alla persona
- Biofabbricazione di tessuti
- Sistemi ottici per la misura non invasiva di biosegnali

Il candidato descriva, anche mediante schema a blocchi, gli elementi costitutivi del sistema ed il loro funzionamento (ad esempio, componenti hardware, software, aspetti biomeccanici o interfacce utente), ne giustifichi le scelte progettuali ed i dimensionamenti, con particolare riferimento alla scelta dei sensori/attuatori per il controllo del processo.

Il candidato faccia infine riferimento alle specifiche normative per i dispositivi elettromedicali per classificare il sistema scelto mettendo in evidenza le principali limitazioni d'uso con i relativi rischi associati.

**SETTORE: INFORMAZIONE**  
**Sotto-settore ELETTRONICA**

Consideriamo un accelerometro tri-assiale montato su un traliccio per telecomunicazione per monitorare l'ampiezza delle oscillazioni se sottoposta a stimolo. I segnali in tensione in uscita dei tre canali sono:

$$V_x = 5.5 + 0.3 \sin(\omega t), V_y = 5 + 0.4 \sin(\omega t) \text{ e } V_z = 4.5 + 0.5 \sin(\omega t);$$

la componente in continua rappresenta il precarico di ogni sensore in funzione della sua posizione e non è significativo per il monitoraggio.

L'uscita dei tre canali viene sommata in quadratura e la soglia di pericolo è rappresentata da:

$$V_{\text{somma}} = 2.4 \sin(\omega t).$$

Il candidato progetti una elettronica in grado di equalizzare e sommare i tre canali, determinare il superamento della soglia di pericolo e di fornire un segnale di allarme (di qualunque tipo).

**SETTORE: INFORMAZIONE**  
**Sotto-settore INFORMATICA**

Si vuole realizzare una piattaforma web per un sistema di e-commerce di prodotti artigianali. Devono essere previste le seguenti tipologie di utente, e le relative operazioni che ogni categoria di utente può effettuare:

- Gli **acquirenti**: devono registrarsi nella piattaforma creando un proprio profilo utente; possono navigare il catalogo dei prodotti per categoria; possono fare ricerca testuale nel catalogo dei prodotti; possono visualizzare la pagina di un prodotto; possono aggiungere/rimuovere prodotti a/da una propria lista di preferiti; possono aggiungere/rimuovere prodotti al/dal carrello ed eseguire il checkout; al checkout, devono poter pagare gli ordini finalizzati usando sistemi di pagamento salvati nel proprio profilo utente tramite un provider di pagamenti esterno (di cui non è richiesto descrivere l'integrazione); possono consultare lo stato di ogni proprio ordine (ad esempio: "pagato", "in preparazione", "spedito", "consegnato", "annullato", "rimborsato"...); possono visualizzare lo storico dei propri ordini; possono pubblicare recensioni sui prodotti (unicamente sui prodotti effettivamente acquistati); possono visualizzare/modificare il proprio profilo utente.
- I **venditori**: devono registrare il loro profilo venditore (store) nella piattaforma; devono creare/modificare le pagine (schede prodotto) per ogni loro articolo in vendita; devono inserire una descrizione testuale in ogni propria scheda prodotto; devono inserire il prezzo e specificare la disponibilità dell'articolo in vendita in ogni propria scheda prodotto; possono caricare immagini/video in ogni propria scheda prodotto; devono aggiornare/gestire lo stato degli ordini ricevuti (ad esempio: "pagato", "in preparazione", "spedito", "consegnato", "annullato", "rimborsato"...); possono visualizzare lo storico degli ordini ricevuti; opzionalmente, possono consultare una dashboard di analisi con metriche di vendita a scelta del candidato (ad es.: numero ordini, fatturato per periodo, valore medio ordine, tasso di resi/rimborsi...) e/o metriche sugli acquirenti in forma aggregata e anonimizzata (ad es.: visualizzazione

degli ordini per aree geografiche aggregate...) nel rispetto della privacy (l'implementazione della dashboard è facoltativa ma sarà valutata positivamente); devono poter visualizzare l'esito del pagamento degli ordini ricevuti (ad esempio: "in attesa", "pagato", "fallito", "rimborsato"...) come notificato dal provider di pagamenti esterno (di cui non è richiesto descrivere l'integrazione); non gestiscono direttamente i pagamenti, né vedono dati sensibili dei metodi di pagamento.

- Gli **amministratori**: devono gestire le recensioni degli utenti, consentendo la pubblicazione delle sole recensioni relative ad acquisti verificati; hanno a disposizione i seguenti strumenti di monitoraggio e analisi in forma anonimizzata e nel rispetto della privacy: numero di accessi giornalieri alla piattaforma, numero di vendite giornaliere su tutti gli store, percentuale di successo dei pagamenti.

Si assuma che i pagamenti siano gestiti da un provider di pagamenti esterno, di cui non è richiesto dettagliare l'integrazione; sarà sufficiente considerare che l'esito del pagamento (successo o fallimento) venga fornito al sistema per aggiornare lo stato degli ordini. Si assuma che la piattaforma non memorizzi dati sensibili di pagamento (ad esempio il numero di carta di credito).

Il candidato progetti un sistema che soddisfi le suddette specifiche, in particolare si richiede di:

1. Fare l'analisi dei requisiti funzionali e non funzionali.
2. Definire i casi d'uso del sistema che si ritengono necessari, possibilmente tramite diagrammi UML.
3. Identificare le entità trattate dal sistema e definire il modello dati (tramite diagramma E/R o diagramma delle classi UML).
4. Supponendo di utilizzare un DBMS relazionale, si definisca lo schema relazionale, le tabelle necessarie e le query SQL che si considerano più rappresentative per eseguire le operazioni che soddisfino le specifiche date.
5. Definire i flussi informativi coerenti con i casi d'uso, entità e schema relazionale definiti ai punti precedenti.
6. Definire l'architettura hardware/software, progettando i vari moduli software del sistema.
7. Definire i requisiti di sicurezza e di accesso al sistema, i criteri di riservatezza dei dati e l'implementazione delle misure necessarie per garantirli.

**SETTORE: INFORMAZIONE**  
**Sotto-settore TELECOMUNICAZIONI**

Si consideri un sistema di comunicazione radiomobile e, in particolare, il collegamento downlink tra la stazione base e un terminale mobile situato all'interno di una singola cella. La stazione base trasmette mediante un'antenna con guadagno  $G_T = 17$  dBi, installata a un'altezza di  $h_T = 25$  m, Il terminale mobile è dotato di un'antenna con guadagno  $G_R = 1.3$  dBi e si trova a una distanza di 7 km dalla stazione base ad un'altezza  $h_R = 1.8$  m. La sensibilità del ricevitore è di -100 dBm e la frequenza operativa ( $f$ ) è pari a 900 MHz.

1. Si valuti il Path Loss in spazio libero (formula di Friis)

$$PL = 20 \log_{10} d[m] + 20 \log_{10} f[Hz] + 92.45$$

2. Si valuti il Path Loss secondo il modello di Okumura-Hata per aree urbane in grandi città

$$PL = 69.55 + 26.16 \log_{10}(f[MHz]) - 13.82 \log_{10}(h_T[m]) - g(h_R[m]) \\ + (44.9 - 6.55 \log_{10}(h_T[m])) \log_{10}(d[km]) \\ \text{con } g(h_R[m]) = 3.2(\log_{10}(11.75h_R[m]))^2 - 4.97$$

3. Si calcoli la potenza minima necessaria in trasmissione in entrambi i casi.
4. Considerando che la sensibilità del ricevitore dato è calcolato per avere un  $BER = 10^{-6}$  e modulazione BPSK. Stimare il rumore  $N_0$  e stimare l'incremento di potenza necessaria in trasmissione per mantenere invariato il BER con modulazione QPSK e 8QAM.

Si consideri che sia presente alla stazione base una sorgente aleatoria tempo-discreta  $\{Z_n\}$  che generi simboli indipendenti con probabilità  $P(Z_n=0) = 1/8$ ,  $P(Z_n=1) = 3/16$ ,  $P(Z_n=2) = 1/32$ ,  $P(Z_n=3) = 3/32$ ,  $P(Z_n=4) = 1/4$ ,  $P(Z_n=5) = 5/32$ ,  $P(Z_n=6) = 1/16$ ,  $P(Z_n=7) = 3/32$ .

5. Si calcoli la probabilità  $P(A_n=0)$  e  $P(A_n=1)$ , considerando di rendere binaria la variabile aleatoria  $\{Z_n\}$ .
6. Alla sorgente  $A_n$  viene applicata una codifica in linea di tipo AMI (il bit 0 rimane invariato, mentre il bit 1 assume una volta il valore 1 e una volta il valore -1), che generi in uscita il processo aleatorio  $\{B_n\}$ . Si calcoli il valore medio statistico del processo aleatorio risultante  $\{B_n\}$ .

Si assuma ora di avere a disposizione una sorgente discreta senza memoria che emette i simboli  $z_i=\{x_i,y_i\}$ , dove  $x_i$  e  $y_i$  sono descritte dalle variabili aleatorie discrete binarie X e Y.

Si considerino le seguenti realizzazioni di X e Y:

$x = 0, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 1$

$y = 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0$

Si calcoli:

7. La distribuzione di probabilità congiunta  $p(x,y)$  in tutti i casi, ovvero (0,0), (0,1), (1,0) e (1,1)
8. L'entropia di X e Y, ovvero  $H(X)$  e  $H(Y)$
9. L'entropia condizionata  $X|Y$  e  $Y|X$ , ovvero  $H(X|Y)$  e  $H(Y|X)$
10. L'entropia della coppia di variabili aleatorie (X,Y), ovvero  $H(X,Y)$
11. L'informazione mutua  $I(X;Y)$



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

Scuola di  
Ingegneria

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE  
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
SECONDA SESSIONE 2025  
Prima Prova Scritta – Sezione A  
14 NOVEMBRE 2025**

A

SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore AUTOMAZIONE

Il candidato discuta il ruolo della modellistica matematica nella progettazione di sistemi di controllo automatico, evidenziandone la centralità all'interno del processo ingegneristico. Illustri inoltre le principali fonti di incertezza, l'impatto delle approssimazioni modellistiche e la gestione di disturbi e perturbazioni nei sistemi di controllo. L'esposizione potrà essere opportunamente integrata con esempi riferiti al settore professionale in cui il candidato intende operare.

SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore BIOMEDICA

Il candidato descriva, a propria scelta, un sistema assistivo all'operatore sanitario (informatica, robotica, sensoristica, ecc.), evidenziandone in particolare la funzionalità, l'architettura del sistema e le sue potenziali applicazioni. Il candidato identifichi inoltre le variabili del sistema che vengono misurate e ne dia opportuna giustificazione

SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore ELETTRONICA

Il candidato descriva un sistema elettronico per il rilevamento e la misura di distanza in aria.

SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore INFORMATICA

Il candidato illustri i seguenti paradigmi di programmazione: procedurale, orientato agli oggetti e funzionale. Per ciascuno di essi si descrivano le principali caratteristiche e i costrutti tipici, vantaggi e limitazioni, evidenziando anche le differenze tra i diversi paradigmi. Il candidato si avvalga di esempi, utilizzando linguaggi di programmazione noti, per esemplificare nella pratica le nozioni e i contenuti descritti.

SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore TELECOMUNICAZIONI

Il candidato descriva l'architettura generale di un sistema di comunicazione basato sul paradigma dell'Internet of Things (IoT), nel quale dispositivi eterogenei, sensori e attuatori sono connessi in rete per la raccolta e lo scambio di dati. Si richiede di illustrare i principali componenti dell'infrastruttura, i protocolli di comunicazione impiegati e i criteri di progettazione relativi all'interoperabilità, alla scalabilità e alla sicurezza del sistema.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

Scuola di  
Ingegneria

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE  
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
SECONDA SESSIONE 2025  
Seconda Prova Scritta – Sezione A  
16 dicembre 2025**

**A**

SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore AUTOMAZIONE

Il candidato illustri il concetto di stabilità nei sistemi dinamici e ne discuta il ruolo nella progettazione dei sistemi di controllo automatico. Si chiede in particolare di descrivere i principali criteri di stabilità e le tecniche di sintesi di controllori finalizzate alla stabilizzazione dell'impianto.

SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore BIOMEDICA

Il candidato descriva, a propria scelta, un sistema che utilizza biosegnali, evidenziandone in particolare la funzionalità, l'architettura del sistema e le sue potenziali applicazioni. Il candidato identifichi inoltre le variabili del sistema che vengono misurate e ne dia opportuna giustificazione.

SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore ELETTRONICA

Il candidato descriva un sistema di acquisizione dati digitale ad alta risoluzione di sua conoscenza, fornendo uno schema a blocchi, le specifiche di massima per la misura di piccoli segnali dell'ordine dei  $\mu\text{V}$  con banda passante 0-1 kHz.

SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore INFORMATICA

Il candidato descriva l'architettura e le componenti hardware e software necessarie per la progettazione e l'implementazione di un'applicazione web per la gestione di utenze di fornitura idrica. Tale applicativo deve consentire all'utente: la consultazione dello stato di pagamento della bolletta emessa nel periodo corrente di fatturazione; la consultazione dello storico dei pagamenti relativo alle bollette precedenti; la visualizzazione dello storico dell'andamento del consumo d'acqua per ogni periodo di fatturazione (tramite dashboard con opportuni strumenti e widget grafici); l'inserimento di autolettura relativa al consumo d'acqua nel periodo di fatturazione corrente; il pagamento delle bollette tramite Payment Service Provider esterno. Si illustrino in particolare gli aspetti relativi al backend di gestione, l'interfaccia utente e il sistema di archiviazione dati.

SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore TELECOMUNICAZIONI

Il candidato descriva come potrebbe essere progettato un sistema di raccolta e trasmissione dati per il monitoraggio di soggetti fragili, basato su sensori indossabili e ambientali. Il sistema deve consentire la rilevazione continua o periodica di parametri fisiologici e ambientali, la trasmissione dei dati a un centro di controllo e la generazione di allarmi in caso di anomalie o situazioni di rischio.

Si richiede di illustrare l'architettura generale del sistema, evidenziando le funzioni dei dispositivi di misura, del gateway locale e del centro di raccolta, monitoraggio e analisi. Il candidato descriva le tecnologie di comunicazione più idonee, i protocolli di trasporto utilizzabili e i criteri di progettazione in termini di affidabilità, continuità del servizio e sicurezza e tutela della privacy dei dati personali.



SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore AUTOMAZIONE

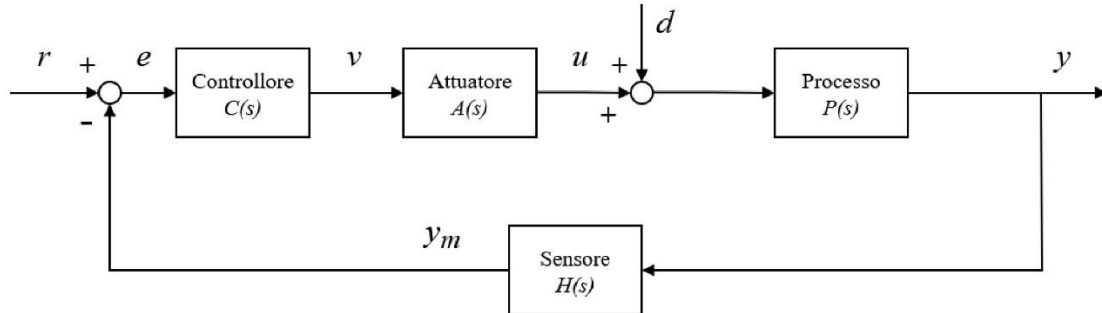


Figure 1: Sistema di controllo della velocità angolare di beccheggio di un velivolo.

In figura è schematizzato un sistema di controllo della velocità angolare di beccheggio (*pitch rate*) di un velivolo. Il riferimento  $r$  rappresenta il comando desiderato, mentre  $y$  è la velocità angolare di beccheggio effettiva. La misura  $y_m$  è ottenuta tramite un giroscopio (*rate gyro*) con guadagno unitario. Il processo (dinamica del velivolo) è descritto, in opportune unità di misura, dalla funzione di trasferimento

$$P(s) = \frac{K_p(1 + \tau_p s)}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

dove  $K_p > 0$  è un parametro dipendente dalla condizione di volo. L'attuatore è descritto (in appropriate unità di misura) dalla seguente funzione di trasferimento

$$A(s) = \frac{K_a}{1 + \tau_a s}$$

con  $K_a = 1$  e  $\tau_a = 0.1$ . Il sensore è modellato come  $H(s) = 1$ .

Si considerino le seguenti condizioni operative (parametri della dinamica  $P(s)$ ):

- **Condizione 1** (crociera):  $\omega_n = 2.5$ ,  $\zeta = 0.3$ ,  $\tau_p = 0.3$ ,  $K_p = 1$ ;
- **Condizione 2** (discesa):  $\omega_n = 2$ ,  $\zeta = 0.3$ ,  $\tau_p = 0.3$ ,  $K_p = 0.7$ .

1. Si progetti la funzione di trasferimento  $C(s)$  del controllore in modo che il sistema di controllo sia stabile e soddisfi le seguenti specifiche statiche e dinamiche (riferite alla **Condizione 1**):

- errore di inseguimento a regime per riferimento a gradino unitario ( $r(t) = 1$ ) non superiore a  $e_0 = 0.08$ ;
- ponendo  $r(t) = 0$ , in presenza di un disturbo additivo a gradino unitario  $d(t) = 1$  sommato al segnale  $u$ , valore a regime dell'uscita non superiore a  $e_d = 0.05$ ;
- sovralongazione alla risposta al gradino non superiore a  $\bar{S} = 0.2$ ;
- banda passante (frequenza a  $-3$  dB) circa uguale a  $B = 4$ .

2. Si progetti il controllore digitale  $C(z)$  mediante discretizzazione del controllore analogico  $C(s)$  ottenuto al punto precedente, motivando la scelta del tempo di campionamento e del metodo di discretizzazione.

3. Utilizzando il controllore progettato in **Condizione 1**, si analizzi l'effetto della variazione di condizione di volo passando alla **Condizione 2**. In particolare, si stabilisca se il sistema controllato rimane stabile e si commenti qualitativamente l'effetto su rapidità e sovralongazione della risposta al gradino.

SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore BIOMEDICA

Con riferimento ad un'applicazione a scelta, appartenente a una delle seguenti macroaree

- Sistemi per la riabilitazione che sfruttano tecniche di "motion capture"
- Sistemi che utilizzano bioimmagini per la diagnosi clinica

Il candidato descriva, anche mediante schema a blocchi, gli elementi costitutivi del sistema ed il loro funzionamento (ad esempio, componenti hardware, software, aspetti biomeccanici o interfacce utente), ne giustifichi le scelte progettuali ed i dimensionamenti, con particolare riferimento alla scelta dei sensori/attuatori per il controllo del processo.

Il candidato faccia infine riferimento alle specifiche normative per i dispositivi elettromedicali per classificare il sistema scelto mettendo in evidenza le principali limitazioni d'uso con i relativi rischi associati.

SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore ELETTRONICA

Per il monitoraggio di una struttura viene richiesto di usare un accelerometro da cui ricavare lo spostamento. Lo spostamento ricavato dall'accelerometro viene confrontato con quello misurato da uno strumento di riferimento per dare un segnale di allerta.

L'accelerometro risponde allo stimolo di vibrazione della struttura come segue:

$$v_{acc} = V_0 + 16 \cdot a(\omega) \cdot \cos(\omega t)$$

Dove  $V_0$  è il precarico che non interessa ai fini dello strumento,  $a(\omega)$  è il guadagno dell'accelerometro e  $\omega$  è la pulsazione. La risposta in frequenza dell'accelerometro è modellata da  $a(\omega)$ .  $a(\omega)$  si comporta come un filtro passa alto ad un polo con frequenza di taglio  $f_L = 25 \text{ Hz}$ .

Il candidato progetti una rete di condizionamento per un accelerometro in modo da equalizzare il guadagno  $A(\omega)$  nella banda 0 – 100 Hz. Realizzi quindi una rete di integratori per ottenere lo spostamento e confronti il segnale con quello di riferimento che è dato da

$$v_{ref} = 10 \cdot \cos(\omega t)$$

in modo che venga generato un segnale di allarme quando

$$\iint v_{acc} dt^2 > 0.5 v_{ref}$$

SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore INFORMATICA

Si vuole realizzare una piattaforma web per la gestione e la prenotazione di visite e prestazioni mediche presso un poliambulatorio. Devono essere previste le seguenti tipologie di utente, e le relative operazioni che ogni categoria di utente può effettuare:

- **Amministratori:** devono creare gli account dei nuovi medici da inserire nella piattaforma; devono definire un catalogo generale inserendo le specialità (ad esempio: “Dermatologia”, “Oculistica” ecc.) e le prestazioni offerte per ogni specialità (ad esempio per “Oculistica”: “Visita oculistica generale”, “Esame fondo oculare”, ecc.); hanno a disposizione una dashboard di monitoraggio e analisi in forma aggregata e nel rispetto della privacy (ad esempio: numero di prenotazioni settimanali/mensili per specialità, percentuale di successo dei pagamenti).
- **Medici:** devono poter accedere alla piattaforma con le credenziali fornite inizialmente dagli amministratori (con l’obbligo di modificare la password al primo accesso); devono scegliere le prestazioni da offrire ai pazienti, selezionandole dal catalogo generale (gestito dagli amministratori); devono poter impostare e modificare i prezzi delle singole prestazioni da loro offerte; devono definire una propria agenda, indicando in una vista calendario gli slot di disponibilità in cui erogare singole prestazioni (scegliendo per ogni slot: giorno, ora di inizio e fine prestazione, e indicando la prestazione); possono visualizzare l’elenco degli slot prenotati per la propria agenda e i dati dei pazienti che hanno effettuato tali prenotazioni; possono, a prestazione ultimata, marcare la prenotazione come “completata” e caricare il file del relativo referto (che potrà essere consultabile unicamente dal paziente associato alla prenotazione specifica); possono consultare lo storico delle proprie prestazioni erogate per le prenotazioni completate (filtrando per prestazione e paziente) e visualizzare e scaricare i relativi referti prodotti.
- **Pazienti:** devono registrarsi autonomamente nella piattaforma creando un profilo utente; possono consultare il catalogo, filtrando per specialità, prestazione e medico; possono effettuare la prenotazione per una determinata prestazione erogata da uno specifico medico, selezionando uno slot libero nel calendario (la vista calendario viene opportunamente modificata in base ai filtri di ricerca precedentemente descritti); al momento della prenotazione possono eventualmente effettuare il pagamento anticipato dell’importo previsto tramite un Payment Service Provider (PSP) esterno (di cui non è richiesto dettagliare l’integrazione, sarà sufficiente considerare lo stato del pagamento ricevuto dal sistema per aggiornare lo stato della prenotazione); possono disdire una prenotazione precedentemente effettuata e non ancora pagata tramite PSP (rimuovendo così la prenotazione dal sistema e rendendo lo slot disponibile per altre prenotazioni); possono consultare lo stato delle proprie prenotazioni (ad esempio: “non pagata”, “pagata”, “completata”); possono consultare lo storico delle proprie prenotazioni completate e visualizzare e scaricare i relativi referti.

Il candidato progetti un sistema che soddisfi le suddette specifiche, in particolare si richiede di:

1. Fare l’analisi dei requisiti funzionali e non funzionali.
2. Definire i casi d’uso del sistema che si ritengono necessari, possibilmente tramite diagrammi UML.
3. Identificare le entità trattate dal sistema e definire il modello dati (diagramma E/R o classi UML).
4. Supponendo di utilizzare un DBMS relazionale, definire le tabelle del sistema e almeno due query SQL rappresentative coerenti con i casi d’uso e il modello dati.
5. Definire i flussi informativi coerenti con i casi d’uso e il modello dati.
6. Definire e progettare le API del sistema coerenti con i casi d’uso descritti, implementando in un linguaggio di programmazione appropriato almeno due funzionalità tra quelle esposte dalle API definite.
7. Definire l’architettura hardware e i moduli software del sistema.

SETTORE: INFORMAZIONE  
Sotto-settore TELECOMUNICAZIONI

Si consideri un sistema di comunicazione radiomobile e, in particolare, il collegamento downlink tra la stazione base e un terminale mobile situato all'interno di una singola cella. La stazione base trasmette mediante un'antenna con guadagno  $G_T = 18$  dBi, installata a un'altezza di  $h_T = 30$  m, Il terminale mobile è dotato di un'antenna con guadagno  $G_R = 2$  dBi e si trova a una distanza di 5 km dalla stazione base ad un'altezza  $h_R = 1.6$  m. La sensibilità del ricevitore è di -98 dBm e la frequenza operativa ( $f$ ) è pari a 800 MHz.

1. Si valuti il Path Loss in spazio libero (formula di Friis)

$$PL = 20 \log_{10} d[m] + 20 \log_{10} f[Hz] + 92.45$$

2. Si valuti il Path Loss secondo il modello di Okumura-Hata per aree urbane in grandi città

$$PL = 69.55 + 26.16 \log_{10}(f[MHz]) - 13.82 \log_{10}(h_T[m]) - g(h_R[m]) \\ + (44.9 - 6.55 \log_{10}(h_T[m])) \log_{10}(d[km])$$

$$\text{con } g(h_R[m]) = 3.2(\log_{10}(11.75h_R[m]))^2 - 4.97$$

3. Si calcoli la potenza minima necessaria in trasmissione in entrambi i casi.
4. Considerando che la sensibilità del ricevitore dato è calcolato per avere un BER =  $10^{-6}$  e modulazione BPSK. Stimare il rumore  $N_0$  e stimare l'incremento di potenza necessaria in trasmissione per mantenere invariato il BER con modulazione QPSK e 8QAM.

Si consideri che sia presente alla stazione base una sorgente aleatoria tempo-discreta  $\{Z_n\}$  che generi simboli indipendenti con probabilità  $P(Z_n=0) = 1/32$ ,  $P(Z_n=1) = 3/32$ ,  $P(Z_n=2) = 5/32$ ,  $P(Z_n=3) = 1/16$ ,  $P(Z_n=4) = 7/32$ ,  $P(Z_n=5) = 3/16$ ,  $P(Z_n=6) = 1/8$ ,  $P(Z_n=7) = 1/8$ .

5. Si consideri la rappresentazione binaria a 3 bit dei simboli generati dalla sorgente discreta  $\{Z_n\}$  in forma binaria su 3 bit. Dalla sequenza di bit ottenuta si definisca una sorgente binaria  $\{A_n\}$ ; si calcolino quindi le probabilità  $P(A_n=0)$  e  $P(A_n=1)$ .

Si assuma ora di avere a disposizione una sorgente discreta senza memoria che emette i simboli  $z_i = \{x_i, y_i\}$ , dove  $x_i$  e  $y_i$  sono descritte dalle variabili aleatorie discrete binarie X e Y.

Si considerino le seguenti realizzazioni di X e Y:

$x = 0, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 0$

$y = 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1$

Si calcoli:

6. La distribuzione di probabilità congiunta  $p(x,y)$  in tutti i casi, ovvero (0,0), (0,1), (1,0) e (1,1)
7. L'entropia di X e Y, ovvero  $H(X)$  e  $H(Y)$
8. L'entropia condizionata  $X|Y$  e  $Y|X$ , ovvero  $H(X|Y)$  e  $H(Y|X)$
9. L'entropia della coppia di variabili aleatorie (X,Y), ovvero  $H(X,Y)$
10. L'informazione mutua  $I(X;Y)$