



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 μV 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

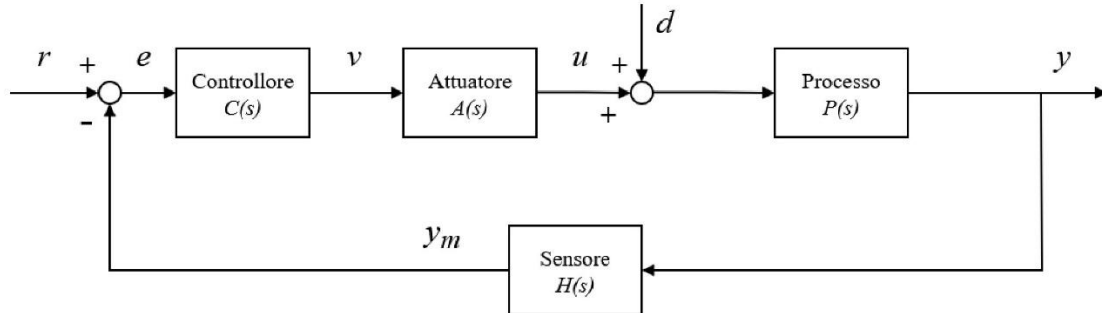


Figure 1: Sistema di controllo della velocità angolare di beccheggio di un velivolo.

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 ω 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 $I(X;Y)$