

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2025 - 25 LUGLIO 2025
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

**PROVA SCRITTA
(PROVA DI SETTORE)**

TEMA N. 1

La domotica (dal latino *domus* = casa e *automatica*) è il settore dell'informatica applicata che si occupa dello studio, della progettazione e dell'implementazione di sistemi digitali integrati per l'automazione e il controllo intelligente degli ambienti abitativi. Essa si basa sull'interconnessione di dispositivi elettronici, sensori, attuatori e sistemi di comunicazione, coordinati da un "nodo" centrale di controllo, tipicamente un microcontrollore, un PC embedded, eventualmente connessi ad una piattaforma cloud.

Un sistema domotico può operare in modo prefissato oppure interagire, spesso da remoto mediante uno smartphone, con un utente permettendogli di monitorare e/o controllare i sistemi connessi. Le più comuni funzionalità domotiche consentono di climatizzare e regolare la temperatura dei vari ambienti domestici, programmare funzionamento, accensione e spegnimento degli elettrodomestici di uso comune, gestire il riscaldamento dell'acqua a uso sanitario attraverso caldaia, scaldabagno o pannelli solari, programmare e gestire sistemi di ingresso/accesso all'abitazione, sistemi di sicurezza e antintrusione, di comunicazione tra interno ed esterno, antincendio o antiallagamento, videocontrollare a distanza gli ambienti domestici e monitorare costantemente i consumi energetici.

Il candidato consideri un sistema domotico specificamente concepito per il monitoraggio ed il controllo dell'abitazione di una persona anziana autosufficiente. Il sistema è concepito sia per i familiari dell'anziano sia eventualmente per personale sanitario paramedico e pertanto deve garantire un livello sufficiente di privacy.

A partire dallo scenario descritto, il candidato:

- 1) proponga una struttura d'insieme del sistema e descriva la tipologia di apparecchi e sensori ambientali da installare nell'abitazione, le loro caratteristiche e le modalità di impiego di ciascuno;
- 2) valuti quali sensori aggiuntivi indossabili (wearable) potrebbero complementare la soluzione proposta ai fini di un monitoraggio clinico/funzionale di base della persona. Per uno di questi sensori, si spieghi il principio di trasduzione, dalla grandezza fisica sino all'uscita del segnale digitale;
- 3) discuta le caratteristiche software del "nodo" centrale della rete in relazione al problema della sicurezza informatica e della privacy, con particolare riferimento all'accesso mediante dispositivi remoti;
- 4) discuta le caratteristiche logiche e fisiche dei sistemi e dei protocolli di comunicazione più indicati per i diversi tipi di apparecchi e/o sensori utilizzati nel sistema proposto.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2025 - 25 LUGLIO 2025
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

**PROVA SCRITTA
(PROVA DI SETTORE)**

TEMA N. 2

Un'importante catena di alberghi di lusso dispone nelle proprie strutture di palestre, SPA, aree wellness e business centers. Per ampliare l'offerta di servizi e fidelizzare la clientela, la direzione intende rinnovare il proprio sistema informativo per integrare al sistema di prenotazione delle camere un insieme di servizi aggiuntivi legati alle strutture accessorie, tra cui prenotazione dei servizi (palestra, SPA, ...), prenotazione degli spazi (business center, area wellness, ...) e creazione del proprio profilo utente.

Ciò premesso, il candidato:

- 1) Descriva un sistema informativo per le palestre in grado di autenticare l'utente e monitorare le prestazioni sportive ottenute sui diversi attrezzi. A tale scopo si ricorra ad uno schema a blocchi che mostri gli elementi – logici e/o fisici – del sistema e metta in evidenza l'integrazione con il sistema principale di prenotazione delle camere.
- 2) Considerando almeno due tipologie di attrezzi da palestra, descriva la sensoristica necessaria al monitoraggio delle prestazioni, facendo particolare riferimento alla natura del segnale grezzo generato dal sensore e all'eventuale elaborazione di tale dato.
- 3) Proponga un sistema hardware e software per l'autenticazione ed il tracciamento dell'utente nei vari spazi delle strutture alberghiere.
- 4) Proponga un insieme di metriche significative per la profilazione degli utenti finalizzata ad un sistema di reward e fidelizzazione e possibili ritorni economici legati alla realizzazione di un tale sistema.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2025 - 25 LUGLIO 2025
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

**SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)**

TEMA N. 1

Si descriva il concetto di ricorsione nella programmazione, discutendo le differenze tra l'implementazione di una funzione mediante un ciclo rispetto ad una implementazione ricorsiva.

Si approfondiscano quindi i seguenti punti:

- 1) Si valutino la efficienza computazionale, occupazione di memoria, testabilità e manutenibilità delle due possibili implementazioni ricorsiva e iterativa
- 2) Si considerino le due definizioni ricorsive:

per il calcolo del fattoriale:
 $FACT(n) = n * FACT(n-1)$

e per il calcolo della sequenza di Fibonacci:
 $FIB(n) = FIB(n-1) + FIB(n-2)$

Per ognuna di esse si calcoli – in funzione n – il numero di operazioni aritmetiche sia per l'implementazione ricorsiva sia per quella equivalente iterativa. Si commenti in modo critico la differenza tra la complessità computazionale delle due soluzioni.

- 3) In un linguaggio a scelta oppure in pseudocodice si fornisca una implementazione ricorsiva della sola funzione per il calcolo della sequenza di Fibonacci.
- 4) Si spieghi il concetto di mutua ricorsione, eventualmente fornendo un esempio in un linguaggio a scelta oppure in pseudocodice.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2025 - 25 LUGLIO 2025
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

**SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)**

TEMA N. 2

Il candidato consideri la realizzazione di protesi di arto inferiore per un soggetto amputato al di sotto del ginocchio, a seguito di un evento traumatico. Si ipotizzi un utilizzo in ambito sportivo dove è fondamentale, oltre alla funzionalità della protesi, il benessere dell'atleta.

Si richiede che il candidato sviluppi, con adeguato dettaglio strumentale e tecnologico, i seguenti punti:

- 1) Si tracci una descrizione complessiva degli aspetti progettuali di un sistema di acquisizione e valutazione di dati fisiologici e funzionali relativi all'atleta e alla protesi.
- 2) Si descriva l'insieme dei componenti necessari per l'acquisizione dei segnali e dei dati biometrici dell'atleta e della protesi e si approfondiscano le metodologie per la corretta acquisizione ed elaborazione dei dati (ad esempio tipo di sensori, modalità di conversione analogico digitale, trasmissione dati, ecc...).
- 3) Si individui un possibile sistema di controllo dell'attività motoria del gesto atletico sulla base dei dati acquisiti.
- 4) Si traccino le principali problematiche di tale sistema e si propongano eventuali soluzioni correttive.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2025 - 25 LUGLIO 2025
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 3

Sia dato il modello a tempo continuo di un processo caratterizzato dalla presenza di non-linearità, rappresentato dall'equazione di stato:

$$\frac{dx(t)}{dt} = f(x(t), u(t))$$

dove il vettore $x \in \mathbb{R}^n$ comprende le variabili di stato, e $u \in \mathbb{R}$ è la variabile di controllo.

Si assuma che il sistema sia soggetto a un ingresso costante $u(t) = \bar{u}, \forall t \geq 0$, e che lo stato \bar{x} sia di equilibrio, cioè che $f(\bar{x}, \bar{u}) = 0$. Si ipotizzi inoltre che si possa definire un sistema linearizzato nell'intorno di \bar{x} .

Si svolgano i punti seguenti:

- 1) Si discuta la possibilità di affrontare lo studio di stabilità dello stato di equilibrio secondo il metodo di Lyapunov.
- 2) Si chiarisca il legame tra funzioni energia di un sistema fisico e funzioni di Lyapunov.
- 3) Si discuta la possibilità di affrontare lo studio di stabilità dello stato di equilibrio localmente sfruttando la linearizzazione nell'intorno del punto.
- 4) Si discuta il problema dello studio dello stato di equilibrio, facendo riferimento al modello di un processo fisico, impianto o macchinario a scelta del candidato e coerente con la situazione descritta.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2025 - 25 LUGLIO 2025
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

**SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)**

TEMA N. 4

Si consideri la rete di trasporto in un sistema cellulare come LTE e 5G.

Il candidato svolga i seguenti punti:

- 1) Descriva le caratteristiche e le principali differenze tra LTE e 5G e l'architettura tipica di una tecnologia di trasmissione per elevate capacità di traffico su fibra ottica oppure su canale radio.
- 2) Descriva le tecniche di multiplexing più adatte su fibra ottica e su canale radio.
- 3) Descriva il caso di utilizzo di bande ad onde millimetriche, caratteristiche, vantaggi e svantaggi e le principali tecniche di ottimizzazione della propagazione.
- 4) Descriva i protocolli a livello di trasporto TCP e UDP e le principali differenze e fornisca esempi di utilizzo in questo contesto specifico.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2025 - 25 LUGLIO 2025
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

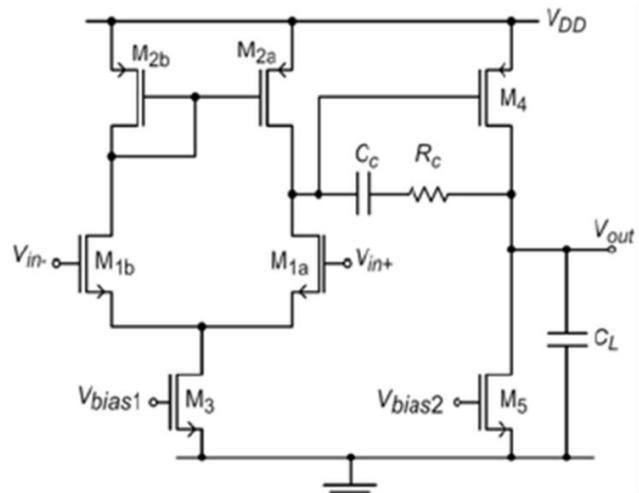
SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 5

Si consideri uno dei circuiti più comunemente progettati nell'ambito dell'elettronica analogica integrata, ovvero un amplificatore operazionale.

- 1) Si tracci la caratteristica ingresso-uscita e si spieghi perché tale circuito è sempre usato in configurazioni reazionate. Si disegnino due circuiti di amplificazione e/o filtraggio facenti uso del detto stadio, se ne spieghi il funzionamento e si derivi la funzione di trasferimento.

- 2) In figura è mostrata una tipologia di amplificatore molto utilizzata, il classico OTA a due stadi con uscita single-ended. Considerando $R_C = 0$, se ne illustri il funzionamento e si derivino tutti i parametri di piccolo segnale, ovvero il guadagno, risposta in frequenza (poli, zeri, prodotto guadagno banda), guadagno di modo comune (sia deterministico sia statistico), offset (sia deterministico sia statistico), rumore riferito all'ingresso (sia bianco sia flicker), dinamica di modo comune e differenziale di uscita. Si assumano noti tutti i parametri di piccolo segnale dei transistori, ovvero g_m e r_0 , identificandoli con il numero del transistoro a cui corrispondono (esempio g_{m1} , r_{01} , etc.). Infine, si motivi l'utilità di un "nulling resistor", ovvero R_C in serie alla capacità di compensazione, specificando il suo dimensionamento classico e come si modifica la risposta in frequenza.



- 3) Si disegnino due possibili strutture di OTA a singolo stadio e single-ended, tali da mantenere caratteristiche di guadagno simili alla topologia a due stadi proposta. Si spieghino vantaggi e svantaggi della soluzione a singolo stadio rispetto alla topologia a due stadi. Infine, per una delle due architetture a singolo stadio, si derivino tutti i parametri di cui al punto precedente.
- 4) Nella maggior parte dei circuiti integrati, ed in particolar modo in quelli mixed-signal, l'OTA è implementato con una topologia fully-differential. Si spieghino i motivi di queste scelte e si illustrino i vantaggi di tale topologia rispetto a quella single-ended. Infine, si disegni un OTA fully-differential completo di circuito di modo comune. Per quale motivo quest'ultimo è fondamentale per il corretto funzionamento dell'OTA?

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2025 - 25 LUGLIO 2025
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

**SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)**

TEMA N. 6

La capacità di innovazione è uno degli aspetti fondamentali per la crescita ed il successo di una impresa e per l'adattamento della stessa ad un contesto sempre più globale e competitivo.

Il candidato descriva, argomentando adeguatamente, i seguenti punti:

- 1) possibili tipologie di capacità di innovazione, adottando criteri di classificazione in base alle proprie conoscenze, esperienze ed individuando il contesto di riferimento;
- 2) i principali elementi e fattori critici della capacità di innovazione, dettagliando in particolare gli aspetti di adattamento al contesto ed alla gestione del rischio;
- 3) il processo di sviluppo di un nuovo prodotto o servizio, scegliendo un contesto specifico ad alta tecnologia;
- 4) i principali indicatori finanziari e non finanziari per valutare la strategia di sviluppo del nuovo prodotto o servizio scelto.