

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE IUNIOR
II SESSIONE 2025 - 20 NOVEMBRE 2025
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE B

**PROVA SCRITTA
(PROVA DI SETTORE)**

TEMA N. 1

Il termine “food delivery” fa riferimento al servizio di consegna di cibo a domicilio; il servizio offre la possibilità di ordinare da pizzerie, ristoranti, negozi, ecc... tipicamente attraverso app ed anche via sito web o in alcuni casi anche via telefono.

La società che gestisce il servizio di food delivery svolge il ruolo di intermediazione tra le 3 categorie di attori (clienti, ristoranti, rider) e gestisce le transazioni ed il coordinamento tra i vari attori in differenti modalità. Nel contesto di questa tipologia di servizio il candidato:

- a) descriva gli elementi di una possibile architettura software del servizio, individuando i principali sottosistemi sia per la società gestore sia per gli attori coinvolti e le interazioni, e descriva il processo di ordine di una cena.
- b) descriva e dettagli adeguatamente i principali flussi di dati e le tecnologie di comunicazione tra i sottosistemi. Con riferimento alla gestione della posizione del rider si descriva il funzionamento del sistema di localizzazione basato su GPS.
- c) identifichi tutte le informazioni e tutti gli aspetti che dovrebbero essere considerati da un algoritmo per il calcolo e l'ottimizzazione del percorso di consegna. Il candidato proponga e descriva quindi una struttura dati adeguata ad accogliere le informazioni identificate ed a supportare in modo efficiente l'algoritmo di calcolo del percorso.
- d) descriva i criteri per valutare l'efficacia nella qualità del servizio e la convenienza economica del punto precedente.

Ordine della trattazione e leggibilità della calligrafia sono considerati nella valutazione della prova.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE IUNIOR
II SESSIONE 2025 - 20 NOVEMBRE 2025
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE B

**PROVA SCRITTA
(PROVA DI SETTORE)**

TEMA N. 2

In un moderno ospedale si intende introdurre un sistema robotico autonomo per supportare il personale infermieristico e ausiliario nello svolgimento delle attività quotidiane di logistica interna, con l'obiettivo di ridurre i tempi di spostamento, migliorare la sicurezza e ottimizzare l'efficienza del servizio. I robot devono essere in grado di:

- trasportare provette e campioni biologici verso il laboratorio analisi;
- distribuire i pasti ai degenti nei reparti;
- effettuare operazioni di pulizia e sanificazione dei pavimenti nelle aree comuni.

Ogni robot opera in modo autonomo, comunica con una centrale di controllo e con gli altri robot, ed è in grado di rientrare automaticamente alla stazione di ricarica. Il sistema deve garantire sicurezza, affidabilità e compatibilità con le reti e i protocolli dell'infrastruttura ospedaliera. Il candidato:

a) descriva l'architettura generale del sistema robotico proposto per il supporto logistico ospedaliero, evidenziando i principali sottosistemi (percezione, elaborazione, azione e comunicazione). Indichi inoltre le misure di sicurezza adottate per garantire la compatibilità con l'ambiente sanitario e la protezione di operatori e pazienti.

b) descriva come il robot riesce a muoversi da solo dentro l'ospedale evitando ostacoli, citando almeno tre sensori/attuatori che il robot usa per capire dove si trova e per non urtare persone o oggetti. Si discutano l'impatto della connessione del robot in un ambiente IoT e dell'uso, a bordo robot, di intelligenza artificiale.

c) scelga uno dei compiti del robot (trasporto campioni, distribuzione pasti o pulizia pavimenti): si descriva in dettaglio la sequenza di operazioni che il robot deve compiere. Illustri quali vantaggi l'utilizzo della robotica porta all'organizzazione ospedaliera.

d) si supponga di estendere le funzionalità dei robot alla distribuzione e somministrazione di farmaci: il candidato discuta aspetti etici e normativi legati a sicurezza, privacy dei dati. Si valutino inoltre le problematiche in caso di errore nell'esecuzione del compito.

Ordine della trattazione e leggibilità della calligrafia sono considerati nella valutazione della prova.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE IUNIOR
II SESSIONE 2025 - 20 NOVEMBRE 2025
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE B

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

TEMA N. 1

Un aspetto essenziale di molti linguaggi di programmazione è legato ai tipi di dati che il linguaggio è in grado di elaborare. Facendo riferimento al linguaggio C, il candidato tratti i seguenti punti.

- a) Le dichiarazioni dei tipi delle variabili di un programma vengono utilizzate nelle diverse fasi del processo di compilazione. Si spieghi chiaramente in che modo tali dichiarazioni entrano in gioco e vengono utilizzate nelle diverse fasi, in particolare nell'analisi sintattica, nella generazione del codice e nel linking di un programma.
- b) Il candidato descriva quali sono i tipi di dati strutturati definiti dall'utente che il linguaggio C mette a disposizione. In particolare, aiutandosi con dei semplici esempi, si descriva per ognuno dei tipi il layout dettagliato dei dati in memoria in un calcolatore basato su un processore RISC a 32 bit.
- c) Si spieghi il concetto di casting fra variabili e casting fra puntatori, evidenziando in che modo queste due operazioni differiscono. Si consideri quindi il seguente codice:

```
int    x, y;  
float z;  
y = x + z;
```

e lo si riscriva esplicitando tutti i cast impliciti che esso comporta. Se necessario, si chiariscano le ipotesi sotto le quali il nuovo codice è stato scritto.

- d) Si consideri la funzione `max()` avente il seguente prototipo:

```
typedef int (*gt_t)( void *, void * );  
int max( void *a, int n, int s, gt_t compare );
```

Si implementi tale funzione `max()` - e tutto il codice di supporto necessario – secondo le seguenti specifiche:

- Gli argomenti della funzione hanno il seguente significato:
 - `a` Puntatore alla base del vettore di elementi
 - `n` numero di elementi del vettore
 - `s` dimensione in bytes di un elemento del vettore
- La funzione `max()` deve poter trattare indifferentemente un array di interi (`int`) e di numeri in virgola mobile (`float`)
- La funzione restituisce l'indice dell'elemento di massimo valore nell'array. Nel caso vi siano più valori uguali al massimo, la funzione può restituire uno qualsiasi degli indici
- Si sviluppi un semplice programma che esemplifichi l'uso della funzione per un array di valori floating point.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE IUNIOR
II SESSIONE 2025 - 20 NOVEMBRE 2025
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE B

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

TEMA N. 2

In un ambulatorio clinico si desidera raccogliere i dati dei pazienti in modo strutturato, al fine di facilitare l'archiviazione ed il recupero delle informazioni. Si desidera pertanto adottare una cartella clinica elettronica.

Si sviluppino e si discutano i seguenti punti:

- a) Identificare le sezioni principali della cartella clinica in base alla tipologia dei dati raccolti;
- b) Descrivere le diverse modalità di raccolta dei dati (es. manuale, trasmissione da sensore, etc.) e le diverse tipologie di dati (es. testo scritto, valori numerici, segnali etc.) individuando le principali criticità relative alla possibilità che si possano introdurre dati erronei;
- c) Illustrare i principali usi dei dati da parte del medico responsabile dell'ambulatorio;
- d) Descrivere le problematiche legate alla sicurezza e alla privacy dei dati clinici raccolti individuando possibili soluzioni.

Il candidato può fare riferimento ad uno specifico esempio di ambulatorio clinico.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE IUNIOR
II SESSIONE 2025 - 20 NOVEMBRE 2025
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE B

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

TEMA N. 3

Si consideri la progettazione di un regolatore a tempo discreto. In candidato affronti i seguenti punti:

- a) si discutano le differenze principali tra la progettazione del regolatore a tempo discreto dal “punto di vista digitale” e quella dal “punto di vista analogico”
- b) si discuta il fenomeno dell'aliasing e il metodo per contrastarlo in uno schema di controllo digitale.
- c) si descrivano i possibili problemi nel caso in cui il tempo di calcolo del segnale di controllo sia maggiore del periodo di campionamento T .
- d) si illustrino le possibili soluzioni rispetto al punto precedente.

Il tema può essere svolto anche facendo riferimento a casi specifici scelti dal candidato.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE IUNIOR
II SESSIONE 2025 - 20 NOVEMBRE 2025
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE B

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

TEMA N. 4

Si consideri la connettività Internet in ambienti domestici e PMI. Il candidato:

- a) Descriva i principali elementi delle reti di accesso sia wired sia wireless, evidenziando le principali caratteristiche e differenze (prestazioni, mobilità, sicurezza, ecc ...).
- b) Descriva le principali caratteristiche delle reti di accesso in fibra ottica ed in rame, confronti le due tipologie di reti di accesso e dettagli le principali grandezze e misure del sistema di comunicazione facendo riferimento ai principali casi d'uso (trasmissione dati, streaming video, ecc ...).
- c) Descriva e dettagli il tipico sistema di indirizzamento IP delle reti domestiche e delle PMI.
- d) Descriva un esempio di modulazione digitale utilizzato nelle trasmissioni su fibra e su rame e le principali cause di errore.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE IUNIOR
II SESSIONE 2025 - 20 NOVEMBRE 2025
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE B

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

TEMA N. 5

I diodi sono dispositivi passivi ampiamente utilizzati in elettronica nei circuiti di clipping e di rettificazione di segnali alternati grazie alla loro proprietà di condurre corrente in una sola direzione.

Il candidato risponda in modo dettagliato ed esaustivo alle seguenti domande:

- a) Si consideri un diodo a semiconduttore. Dopo aver spiegato come viene implementato, si spieghi il comportamento della giunzione all'equilibrio in assenza di tensione applicata. Si chiarisca il simbolo di questo componente e si illustri il funzionamento nelle due condizioni di polarizzazione diretta e inversa.
- b) Si disegni un semplice circuito di clipping in grado di "tagliare" la tensione di ingresso tra 3.7 V e -0.7 V utilizzando due diodi (con tensione diretta di innesco pari a 0.7 V), una resistenza e un generatore di tensione da 3 V. Si disegni la forma d'onda d'uscita a fronte di un ingresso sinusoidale di ampiezza 5 V. Si dimensiona la resistenza per limitare la corrente assorbita dai diodi a 5 mA.
- c) Si disegni un semplice rilevatore di picco. Si disegni la tensione d'uscita a fronte del segnale utilizzato nel punto precedente.
- d) Si disegnino un raddrizzatore a singola semi-onda e uno a doppia semi-onda. Per ciascuno dei due circuiti, si calcoli il fattore di ondulazione, inteso come rapporto tra tensione efficace del ripple e valore medio in uscita.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE IUNIOR
II SESSIONE 2025 - 20 NOVEMBRE 2025
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE B

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

TEMA N. 6

Il candidato, sulla base delle proprie conoscenze ed esperienze, e fornendo esempi a supporto:

- a) Illustri le finalità e le caratteristiche del budgeting nell'ambito delle attività di pianificazione e controllo aziendale.
- b) Descriva e discuta le principali fasi e logiche di un processo di budgeting, evidenziando il collegamento tra obiettivi strategici, piani operativi e performance aziendale.
- c) Illustri i principali approcci e strumenti per l'analisi degli scostamenti tra valori previsionali e consuntivi, spiegandone l'utilità ai fini del controllo di gestione.
- d) Applichi i concetti esposti a un caso aziendale nell'ambito del settore dell'informazione, descrivendo come il budgeting possa contribuire a una gestione più efficace delle risorse e al raggiungimento degli obiettivi operativi.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE IUNIOR
II SESSIONE 2025 - 19 GENNAIO 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 1

Il candidato svolga i quesiti indicati nel seguito tenendo presente quanto segue:
la **chiarezza espositiva**, l'**ordine** e la **leggibilità** dell'elaborato contribuiscono alla valutazione in modo significativo.

Il candidato consideri lo scenario di due aziende, Alfa e Beta, che operano nel settore manifatturiero, che si fondono in un unico gruppo industriale.

La azienda Alfa, ha circa 300 dipendenti e 250 utenti IT concorrenti, infrastruttura on-premise, un unico data center con 20 server fisici, di cui 12 servono per la virtualizzazione (che erogano circa 150 VM) e i restanti 8 server sono per i servizi critici della produzione e storage SAN (circa 300 TB, utilizzati all'80% circa); un ERP di circa 5 TB (con crescita del 20% annua) e un CRM legacy (di circa 1 TB), Active Directory on-prem, backup locale, indirizzamento IP privato (RFC 1918).

La azienda Beta, con architettura ibrida, ha circa 150 dipendenti, e 100 utenti IT concorrenti con infrastruttura on-prem e su public Cloud:

infrastruttura on-prem: unico data center con 6 server fisici (che erogano circa 50 VM) per servizi di produzione e Manufacturing Execution System

infrastruttura su Cloud pubblico: CRM SaaS (circa 2 TB con crescita del 30% annua), servizi di collaboration e file sharing, backup, Disaster Recovery, Identity Provider cloud con federazione; connessione Internet dedicata: 1 Gbps

Il candidato riceve l'incarico di progettare un Sistema Informativo integrato che supporti circa 800 utenti totali (è previsto un ampliamento di risorse dopo la fusione), garantisca alta disponibilità, sicurezza e scalabilità, ottimizzi i costi operativi nel medio-lungo periodo e consenta l'evoluzione futura del Sistema Informativo verso modelli "cloud-native".

Il candidato risponda ai seguenti quesiti:

A) Il candidato analizzi le principali criticità architetturali, operative e di sicurezza derivanti dalla fusione, considerando:

- Differenze di scala e carico dei sistemi esistenti
- Integrazione tra ambienti on-prem e cloud
- Gestione dei dati eterogenei e dei sistemi legacy
- Impatti su prestazioni, affidabilità e compliance (es. GDPR)

B) Il candidato proponga una architettura target per il nuovo gruppo, specificando:

- Modello architetturale scelto (es. hybrid cloud, cloud-first, ...)
- Collocazione dei principali servizi (ERP, CRM, File services, sistemi di produzione, ...)
- Soluzioni di rete (VPN, link dedicati, segmentazione, alta disponibilità, ...)
- Criteri di dimensionamento delle risorse (compute, storage, rete, ...)

Il candidato argomenti le scelte in termini di prestazioni, affidabilità e costi.

C) Il candidato descriva una strategia di migrazione includendo:

- Classificazione dei workload (mission critical vs non-critical)
- Approccio alla migrazione (lift & shift, re-platforming, refactoring, ...)
- Gestione della coesistenza temporanea dei sistemi
- Strategie di test, procedure di rollback e validazione

D) Il candidato descriva le soluzioni adottate per:

- Gestione unificata delle identità (IAM, SSO, federazione AD-cloud)
- Sicurezza dei dati (Backup, Disaster Recovery (RPO/RTO), cifratura at-rest e in-transit)
- Monitoraggio, logging e incident response

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE IUNIOR
II SESSIONE 2025 - 19 GENNAIO 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 2

Il candidato svolga i quesiti indicati nel seguito tenendo presente quanto segue:
la **chiarezza espositiva**, l'**ordine** e la **leggibilità** dell'elaborato contribuiscono alla valutazione in modo significativo.

In vista della progettazione di una rete di quattro ambulatori territoriali diurni, tesi alla riorganizzazione dell'attività di prevenzione, diagnosi e cura a favore della popolazione residente in uno specifico distretto sanitario che fa capo ad un ente ospedaliero locale, al fine di evitare la concentrazione nella struttura ospedaliera di riferimento, si richiede di:

A) Affrontare il tema della distribuzione delle varie attività, tenendo conto a) di possibili vincoli geografici e di un ipotetico quadro epidemiologico della popolazione, b) della dotazione strumentale elettromedicale complessivamente necessaria, c) di eventuali adeguamenti impiantistici e dei relativi investimenti stimabili.

B) Proporre indicatori e strategie per misurare l'impatto del progetto sulla popolazione di riferimento a 12 mesi dall'apertura degli ambulatori.

La/il candidata/o sviluppi inoltre nel dettaglio almeno uno dei seguenti aspetti:

C1) Istruzioni per una ricognizione sul mercato delle apparecchiature da acquisire, con descrizione dei requisiti tecnici e/o dei servizi sulla base dei quali procedere ad una classifica mediante l'assegnazione di punteggi.

C2) Definizione della struttura della cartella clinica elettronica, che sia condivisa con l'ospedale di riferimento e connessa con il fascicolo sanitario elettronico, per la gestione dei dati biomedici acquisiti.

C3) Definizione di strategie di analisi dei dati acquisiti e condivisi a livello territoriale e/o regionale per una migliore ed efficiente programmazione dell'uso delle risorse

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE IUNIOR
II SESSIONE 2025 - 19 GENNAIO 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE B

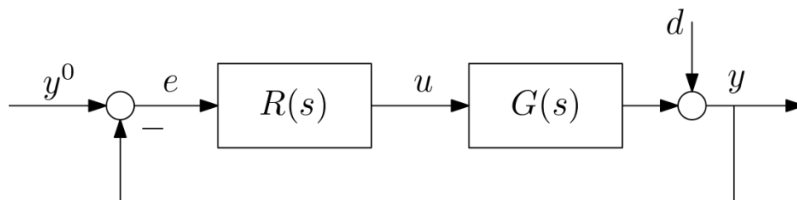
PROVA PRATICA

TEMA N. 3

Il candidato svolga i quesiti indicati nel seguito tenendo presente quanto segue:
la **chiarezza espositiva**, l'**ordine** e la **leggibilità** dell'elaborato contribuiscono alla valutazione in modo significativo.

Si consideri uno stabilizzatore giroscopico marino per il controllo attivo del rollio navale mediante l'impiego di un volano installato rigidamente a bordo.

Una IMU consente di misurare il rollio e chiudere un anello di controllo per generare il momento angolare del volano e quindi le coppie giroscopiche che si oppongono al movimento di rollio indotto dal moto ondoso.



Lo schema a blocchi semplificato in figura rappresenta l'anello di regolazione dell'angolo di rollio:

- y^0 rappresenta il valore desiderato dell'angolo di rollio;
- y rappresenta l'angolo effettivo di rollio;
- $G(s)$ è la funzione di trasferimento che rappresenta la dinamica del sistema:

$$G(s) = \frac{7.2594}{(217.782 \times 10^4 s^2 + 9 \times 10^4 s + 725940)}$$

- $R(s)$ è il regolatore dato dalla funzione di trasferimento:

$$R(s) = \mu \frac{(s + 1)}{(0.0001s + 1)}$$

- d è un disturbo di processo.

- A) Sfruttando il criterio di Routh, si determini per quali valori del guadagno μ il sistema è asintoticamente stabile.
- B) Ponendo il guadagno del controllore pari a $\mu = 10^7$, si verifichi che il sistema è asintoticamente stabile sfruttando il criterio di Bode.

- C) Si calcolino il margine di fase, e la banda passante del sistema in anello chiuso.
- D) Assumendo il disturbo come una funzione periodica, si facciano delle ipotesi sulla pulsazione del disturbo e si modifichi se necessario il progetto del regolatore per attenuare il disturbo sull'uscita almeno di un fattore 10.
- E) Si discuta la progettazione del regolatore dal punto di vista digitale e l'eventuale inserimento di un filtro anti-aliasing all'interno dell'anello di controllo.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE IUNIOR
II SESSIONE 2025 - 19 GENNAIO 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 4

Il candidato svolga i quesiti indicati nel seguito tenendo presente quanto segue:
la **chiarezza espositiva**, l'**ordine** e la **leggibilità** dell'elaborato contribuiscono alla valutazione in modo significativo.

Il candidato consideri un sistema di comunicazione digitale ed un collegamento con le seguenti caratteristiche:

- banda disponibile pari a 20 MHz.
- modulazione del tipo M-QAM (con $M = 4, 16, 64$)
- impulso a radice di coseno rialzato.

Il ricevitore è caratterizzato da una cifra di rumore pari a 6 dB. L'attenuazione di tratta è pari a 80 dB.

Il candidato svolga i seguenti quesiti tenendo presente che parametri, valori ed ipotesi che non sono presenti nel testo possono essere assunti ed opportunamente argomentati.

A) Si calcoli la potenza di trasmissione, in funzione di M , per avere prestazioni (senza l'uso di codici) in termini di BER pari a 10^{-5} ; si calcolino le relative velocità di trasmissione ed efficienze spettrali.

B) Si assuma che il segnale campionato al ricevitore risulti soggetto ad ISI (interferenza intersimbolica), limitata a 2 simboli (oltre al simbolo corrente). Si proponga uno schema di equalizzazione e di decodifica del segnale per compensare efficacemente tale interferenza. Lo schema di equalizzazione deve essere adattativo e in grado di correggere fluttuazioni tempo-varianti dei valori di ISI.

C) Si presentino gli schemi di trasmettitore, ricevitore, eventuali differenze nelle prestazioni e nell'efficienza spettrale, vantaggi e svantaggi.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE IUNIOR
II SESSIONE 2025 - 19 GENNAIO 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 5

Il candidato svolga i quesiti indicati nel seguito tenendo presente quanto segue:
la **chiarezza espositiva**, l'**ordine** e la **leggibilità** dell'elaborato contribuiscono alla valutazione in modo significativo.

Un cardiofrequenzimetro per sportivi (corridori, ciclisti, triatleti) è un dispositivo biomedicale costituito da:

- un sensore montato su una fascia elastica da avvolgere attorno al torace in grado di misurare la frequenza delle pulsazioni cardiache;
- un orologio che agisce da dispositivo ricevente utile per visualizzare e memorizzare i dati acquisiti.

Il candidato risponda in modo dettagliato ed esaustivo alle seguenti domande:

- A) Scegliere il sensore per la trasduzione della frequenza cardiaca.
- B) Ciascun battito viene trasdotto dal sensore in un segnale di tensione di durata 100 ms e di ampiezza compresa tra 100 μV e 1 mV. Progettare un primo stadio di amplificazione in modo da ottenere in uscita un segnale non inferiore a 100 mV.
- C) A causa della presenza di fonti di rumore o disturbi (segnale di rete, segnale muscolare, artefatti da movimento) si rende indispensabile un filtraggio del segnale. Progettare un filtro opportuno, considerando anche la necessità di rimuovere eventuale offset proveniente dal primo stadio amplificante e tollerando una minima frequenza del filtraggio passa-alto di 0.5Hz.
- D) Progettare un VGA (Variable Gain Amplifier) da utilizzare a valle del filtro scegliendo minimo e massimo guadagno per avere in uscita un segnale di ampiezza pari a 2.5 V.
- E) Il segnale ottenuto dal sensore, amplificato e filtrato, passa attraverso un comparatore ed è quindi dato in ingresso a un circuito in grado di convertire l'informazione temporale tra due impulsi (per esempio due fronti di salita o discesa) in un segnale

digitale. Per la conversione dell'informazione temporale in codice binario è possibile utilizzare un contatore binario con frequenza di clock di 1 kHz. Stabilire il numero di bit del contatore in modo che possa misurare la frequenza cardiaca (o un'informazione equivalente) sia a riposo (minima frequenza 30 battiti/min) sia sotto sforzo (massima frequenza 220 battiti/min). Disegnare lo schema di principio di tale circuito.

- F) Determinare il bit-rate dell'informazione da trasmettere nel caso in cui l'aggiornamento della frequenza cardiaca avvenga ogni 3 s.
- G) Il segnale così ottenuto è trasmesso all'orologio da polso per essere visualizzato e memorizzato. Disegnare uno schema a blocchi del sistema di trasmissione dei dati in formato digitale considerando una modulazione ON-OFF e una frequenza della portante di 400 MHz.
- H) La modulazione ON-OFF è una modulazione d'ampiezza a due livelli e pertanto suscettibile a rumore e interferenze. Si supponga di utilizzare una più robusta modulazione di frequenza digitale a due livelli, nota come FSK binaria. Disegnare uno schema a blocchi di un possibile circuito di modulazione e trasmissione del segnale.
- I) Il sensore e la relativa elettronica funzionano con una batteria a bottone al litio da 3 V e 15 mAh. Progettare dettagliatamente il circuito esterno di ricarica alimentato dalla tensione di rete (50Hz – 230V efficaci).

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE IUNIOR
II SESSIONE 2025 - 19 GENNAIO 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 6

Il candidato svolga i quesiti indicati nel seguito tenendo presente quanto segue:
la **chiarezza espositiva**, l'**ordine** e la **leggibilità** dell'elaborato contribuiscono alla valutazione in modo significativo.

La Alpha Medical è una piccola impresa a conduzione familiare che produce componenti di meccanica di precisione in titanio, destinati al settore bio-medicale. A settembre 2025 l'ingegnere responsabile di produzione ha raccolto una serie di informazioni in vista della chiusura dell'esercizio contabile 2025. I prodotti realizzati dall'impresa sono raggruppabili in due famiglie: P-Med (P) e G-Med (G). La produzione avviene per lotti ed è contraddistinta da tre attività principali: lavorazione meccanica, assemblaggio e controllo qualità. La dimensione dei lotti di produzione e i tempi standard associati alle tre attività sono riportati in Tabella 1.

Tabella 1. Dettaglio sul ciclo produttivo

	P	G
DIMENSIONE LOTTO (UNITA)	100	10
LAVORAZIONE (MIN/UNITÀ)	20	25
ASSEMBLAGGIO (MIN/UNITÀ)	30	40
CONTROLLO QUALITÀ (MIN/UNITÀ CONTROLLATA)	50	50

Mentre le attività di lavorazione e assemblaggio vengono svolte su tutte le unità realizzate, l'attività di controllo qualità è effettuata a campione su un numero ridotto di unità (5 unità per lotto per i prodotti P e 2 unità per lotto per i prodotti G). Il controllo qualità è effettuato mediante tecniche non distruttive, quindi i prodotti controllati possono essere successivamente venduti.

Per la realizzazione di ciascuna attività sono utilizzati macchinari dedicati. In Tabella 2 sono illustrate le informazioni di natura contabile sulle immobilizzazioni materiali dell'impresa, che utilizza una politica di ammortamento a quote costanti.

Tabella 2. Immobilizzazioni materiali

IMMOBILIZZAZIONI	COSTO STORICO	ANNO ACQUISTO	VITA UTILE
MACCHINARIO LAVORAZIONE	200.000	2018	10
MACCHINARIO ASSEMBLAGGIO	60.000	2021	15
MACCHINARI CONTROLLO QUALITÀ	180.000	2020	10

Durante il 2025 l'impresa prevede di terminare la produzione e vendere complessivamente 100 lotti di P e 100 lotti di G. Il prezzo medio previsto è pari, rispettivamente, a 52 Euro/unità e 75 Euro/unità. Si stima che durante il 2025 i macchinari di lavorazione, assemblaggio e controllo qualità assorbiranno, rispettivamente, una potenza di 10 kW, 3 kW e 20 kW.

Per quanto riguarda l'utilizzo di materie prime dirette, i prodotti P assorbono mediamente 0,2 kg di titanio per unità realizzata, mentre i prodotti G ne assorbono mediamente 1,1 kg. Le materie prime dirette sono assorbite interamente all'inizio della fase di lavorazione. E previsto inoltre il consumo di 80.000 euro di materiali indiretti nelle varie fasi di lavorazione. Tali materiali sono assorbiti in modo proporzionale al tempo di lavorazione. Si prevede altresì che le attività di controllo qualità assorbiranno materie prime indirette per un ammontare ulteriore di 10.000 euro nel corso dell'esercizio contabile.

Per quanto riguarda il personale, l'impresa impiega 4 operai che si occupano della produzione (costo del lavoro complessivo annuo: 120.000 euro) e 2 impiegati amministrativi (costo complessivo del lavoro annuo: 60.000 euro). Il 10% dei costi del lavoro è rappresentato da accantonamenti al fondo per il trattamento di fine rapporto (tutti i dipendenti assunti hanno un contratto a tempo indeterminato e non saranno facilmente licenziabili nel breve periodo). Gli operai non sono specializzati e si occupano indifferentemente delle tre attività.

La produzione ha luogo in un capannone il cui contratto di affitto prevede il pagamento di rate semestrali pari a 30.000 euro. Le tre attività produttive occupano un'area simile del capannone. Si prevede altresì che il titanio utilizzato dalla Alpha Medical avrà un costo medio nel 2025 di 20 euro/kg (invariato rispetto al 2024) e l'energia un costo medio di 0,1 Euro/kWh.

Le scorte di prodotti finiti a fine 2024 erano state contabilizzate ad un valore pari a 6.000 euro e si riferiscono a 200 prodotti P. Il valore delle rimanenze di semilavorati (1 lotto di G) iscritto a bilancio a fine 2024 era pari a 200 euro. A fine 2025 non si prevede di avere alcun semilavorato a magazzino. L'impresa adotta una logica FIFO.

Sempre per quanto riguarda l'esercizio contabile 2025, sono previsti infine costi per le attività di promozione pari complessivamente a 22.000 euro e costi per altre spese generali di gestione (non riconducibili al processo produttivo) per 17.000 euro. L'aliquota fiscale sui redditi d'impresa nel 2025 sarà pari al 45%.

Sulla base delle informazioni precedentemente riportate, si risponda ai seguenti quesiti.

A) Determinare i costi indiretti delle attività di lavorazione, assemblaggio e controllo qualità e il costo pieno industriale dei prodotti P-Med e G-Med. Nel riportare la soluzione, indicare chiaramente le logiche seguite per l'individuazione dei driver di allocazione dei costi indiretti.

B) Determinare il Margine Lordo Industriale e il Margine Operativo Netto per l'anno 2025.

C) Determinare il punto di Break-Even mantenendo il mix attuale. Calcolare inoltre di quanto si potrebbe incrementare il Margine Operativo Netto modificando il mix di produzione del 10% in termini di unità vendute, mantenendo lo stesso numero di ore lavorate.

Ad inizio 2026 la Alpha Medical sta valutando l'opportunità di affidare, a partire dal 1/1/2027, la fase di controllo qualità alla Total-Quality, impresa leader nei controlli di qualità per componenti nell'ambito bio-medicale. Sulla base di uno studio commissionato a una società di consulenza specializzata, costato 8.000 euro, la certificazione della qualità data dalla Total-Quality darebbe alla Alpha Medical la possibilità di estrarre un margine maggiore dai clienti, che si tradurrebbe in un incremento del 5% nel prezzo di vendita per entrambi i prodotti (senza modificare mix e volume).

Per ciascuna unità data alla Total-Quality per il controllo qualità, la Alpha Medical pagherebbe 120 euro. La proporzione di unità controllate per ciascun lotto rimarrebbe invariata. Ci si aspetta che la domanda non subisca significative variazioni nei prossimi anni.

L'accordo preliminare con la Total-Quality prevede che le immobilizzazioni della Alpha Medical relative all'attività di controllo qualità le sarebbero cedute, a fine 2026, con uno sconto del 20% sul valore netto a bilancio. La riduzione del carico di lavoro consentirebbe a partire dal 2027 di fare a meno di un operaio che riceverebbe 15.000 euro come TFR (trattamento di fine rapporto) e verrebbe assunto dalla Total-Quality. La cessione dell'attività di controllo qualità costringerebbe però la Alpha Medical a costituire un livello di scorte di sicurezza di semilavorati di 20.000 euro.

D) Valutare la convenienza economica dell'investimento attraverso i criteri nel NPV (Net Present Value), IRR (Internal Rate of Return) e PT (Tempo di Payback). Si consideri un costo opportunità del capitale pari al 12%.