

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2017 - 15 GIUGNO 2017
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

**PROVA SCRITTA
(PROVA DI SETTORE)**

TEMA N. 1

Tra i velivoli senza pilota, i droni si stanno diffondendo in vari ambiti e campi applicativi, nei quali i compiti possono essere svolti in modo più efficiente e in minor tempo da un gruppo di droni in formazione (stormo)

Uno stormo di droni può svolgere differenti mansioni ed eseguire diverse applicazioni, quali ad esempio acquisizione di immagini, misurazioni, logistica, rilevamento aereo, attività connesse al mondo agricolo, etc.

È inteso che le condizioni di esercizio rispettino i vincoli fondamentali quali l'autonomia di volo, la legislazione vigente, la salvaguardia delle persone, le condizioni meteorologiche, ...

Il candidato ipotizzi uno scenario di utilizzo ed una possibile applicazione di uno stormo di droni e sviluppi i seguenti punti formulando e motivando le ipotesi aggiuntive per tutto ciò che non è esplicitamente specificato.

1. Descriva possibili modelli di architettura del sistema, evidenziando i principali sottosistemi con particolare riferimento ad acquisizione ed elaborazione di informazioni (locale e/o remota).
2. Illustri le possibili tipologie di connessione e le principali problematiche di comunicazione (tra stazione base e droni e tra i droni).
3. Descriva possibili sensori e attuatori per il controllo dell'assetto, della navigazione, dell'interazione tra velivoli e per il monitoraggio del funzionamento del singolo drone e per il comando degli apparati di bordo nello svolgimento dei compiti dedicati.
4. Illustri le problematiche organizzative legate al processo di sviluppo della soluzione e definisca i passi logici per impostare la strategia di lancio del prodotto/servizio sul mercato.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2017 - 15 GIUGNO 2017
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

**PROVA SCRITTA
(PROVA DI SETTORE)**

TEMA N. 2

Si vuole realizzare un sistema indossabile ad uso domestico per pazienti con malattia di Parkinson per il monitoraggio del tremore nell'arco della giornata e durante l'esecuzione di gesti usuali della vita quotidiana. Tale sistema deve essere in grado di monitorare l'intensità e la frequenza del tremore e le sue evoluzioni conseguenti alla terapia farmacologica assunta dal paziente.

1. Si proponga la sensoristica adatta alla rilevazione del tremore e si descrivano i principi di trasduzione usati discutendo le problematiche relative anche all'alimentazione e all'indossabilità.
2. Si discutano le problematiche della acquisizione dei segnali, la loro elaborazione e la scelta di parametri per il monitoraggio del tremore al fine di effettuare un'analisi fuori linea con intervalli temporali scadenziati (ad esempio ogni giorno, ogni settimana, ogni mese) per caratterizzare le variazioni del tremore associabili ad un piano di terapia predeterminato.
3. Si progetti una Piattaforma Digitale di Telemedicina (PDT) usando la quale l'intero monitoraggio descritto ai punti precedenti viene inviato al Centro Clinico di Pronto Intervento (CCPI) allo scopo di permettere correzioni tempestive del piano di trattamento.
4. Si proponga l'articolazione di un business plan per la commercializzazione del dispositivo che prefiguri il rilascio del servizio.

Il candidato sviluppi i punti precedenti formulando e motivando eventuali ipotesi aggiuntive per tutto ciò che non è esplicitamente specificato.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2017 - 15 GIUGNO 2017
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

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

TEMA N. 1

Il candidato descriva le principali caratteristiche di un linguaggio di programmazione funzionale e di uno ad oggetti, descrivendo vantaggi e svantaggi ed evidenziando le principali differenze tra i due paradigmi di programmazione.

Il candidato ipotizzi i seguenti casi:

- sviluppo di un applicazione client/server in ambito IoT
- sviluppo di una libreria grafica
- sviluppo di una applicazione di analisi statistica di dati finanziari

Per ognuno dei casi il candidato utilizzi il paradigma di programmazione più adatto argomentando i principali vantaggi della scelta effettuata

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2017 - 15 Giugno 2017
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 progettazione e l'impianto sul paziente di un sistema per la stimolazione elettrica funzionale (o Functional Electrical stimulation o FES) periferica finalizzata alla contrazione di un muscolo le cui capacità contrattili sono ridotte dalla patologia. Si richiede che il candidato sviluppi con adeguato dettaglio strumentale e tecnologico i seguenti punti:

- a. Si descrivano le principali specifiche progettuali nel caso di un sistema con elettrodi superficiali e nel caso con elettrodi interni commentando vantaggi e svantaggi delle due tipologie;
- b. Si tracci una dettagliata motivazione delle scelte progettuali e di impianto (compatibilità, materiali, costi,...);
- c. Si commentino le problematiche legate al filtraggio e all'amplificazione del segnale nelle due tipologie di protesi;
- d. Si disegni uno schema dei componenti necessari per la realizzazione della protesi stessa;
- e. Si individui un possibile sistema di valutazione della funzionalità della protesi attraverso le grandezze opportune;
- f. Si approfondiscano le possibili soluzioni relativamente alla biocompatibilità e alle sorgenti di energia necessarie alla alimentazione delle protesi.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2017 - 15 GIUGNO 2017
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 3

Si supponga di abbandonare l'ipotesi di sovrapposizione e omogeneità che caratterizza i modelli dinamici lineari. Come è noto questi rappresentano una utile e spesso accurata approssimazione dei sistemi fisici reali; ciò nonostante i modelli non lineari presentano caratteristiche peculiari che il candidato è invitato a discutere e illustrare.

Una lista non necessariamente esaustiva di tali differenze comprende:

- cardinalità degli equilibri
- caratteristiche topologiche degli stessi (p.es. inerzia, iperbolicità,..)
- molteplicità dei regimi asintotici (attrattori)
- possibilità di tempo di fuga finito
- presenza di oscillazioni subarmoniche nella risposta a forzanti sinusoidali
- risposte periodiche non sinusoidali con ingresso nullo (cicli limite)
- insorgenza di regimi caotici deterministici

Si forniscano esempi analitici o preferibilmente tratti dalle scienze naturali nei quali siano presenti una o più peculiarità tra quelle elencate, specificando se e in quale contesto queste produrranno effetti indesiderati da evitare o piuttosto conseguenze potenzialmente utili.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2017 - 15 GIUGNO 2017
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

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

TEMA N. 4

Il candidato consideri un sistema di trasmissione dati via cavo.

1. Si discutano le problematiche relative alla propagazione dei segnali su fibra ottica, descrivendo le principali caratteristiche e le differenze tra i casi di fibra monomodale e multimodale.
2. Si spieghi, in un cavo non ottico, in cosa consiste e da cosa può essere provocata la distorsione di ampiezza e di fase nel segnale ricevuto. Si discuta inoltre, brevemente, come tale distorsione può essere trattata al ricevitore per limitarne l'impatto sulla qualità della trasmissione.
3. Si discutano i potenziali aspetti critici relativi alla trasmissione di dati raccolti da dispositivi IoT (Internet of Things) cablati.
4. Si esponano le principali caratteristiche delle tecnologie Ethernet, riassumendone gli aspetti tecnici fondamentali, descrivendo l'attività di standardizzazione e discutendo le ragioni della grande diffusione.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2017 - 15 GIUGNO 2017
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 5

L'OTA (*Operational Transconductance Amplifier*) è un componente fondamentale nella realizzazione di circuiti integrati analogici e mixed-signal, in quanto alla base di ogni sistema di condizionamento ed elaborazione del segnale.

Il candidato:

- 1) descriva le caratteristiche fondamentali e il comportamento di un OTA;
- 2) descriva i principali parametri, statici e dinamici, che caratterizzano un OTA (guadagno, banda, slew-rate, dinamica, rumore, etc.);
- 3) proponga lo schema elettrico di un amplificatore invertente e uno non-invertente utilizzando un OTA e componenti passivi, illustrando da quali parametri dipendono la banda e il guadagno dell'amplificatore;
- 4) proponga lo schema circuitale di un filtro passa-basso a singolo polo e uno a due poli, utilizzando in entrambi i casi un unico OTA e componenti passivi. Si spieghi da quali parametri dipende la banda del filtro e come possa essere modificata;
- 5) disegni lo schematico di un OTA in tecnologia CMOS a singolo stadio (telescopic o folded cascode) e uno a due stadi. In entrambi i casi, si determini la relazione tra i parametri di piccolo segnale dei transistori MOS e i principali parametri già elencati nel punto 2.
- 6) disegni un oscillatore utilizzando un OTA e componenti passivi, illustrando da quali parametri dipende la frequenza di oscillazione. L'oscillatore può essere sinusoidale o a onda quadra.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2017 - 15 GIUGNO 2017
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 6

L'e-commerce business to consumer sta radicalmente modificando i modelli di business e le modalità di distribuzione dei prodotti/servizi ai clienti, rappresentando un'importante opportunità di crescita per le imprese.

In tale contesto, si consideri un'impresa operante nel settore dell'abbigliamento. Per la commercializzazione dei propri prodotti, l'impresa ha storicamente utilizzato punti vendita distribuiti su tutto il territorio nazionale. A fronte di una diminuzione della profittabilità, il management dell'impresa ha deciso di valutare un progetto di investimento volto ad aprire un canale di vendita online per la commercializzazione dei propri prodotti.

Con riferimento al caso in esame, il candidato:

- 1. Descriva in maniera plausibile il contesto competitivo in cui l'impresa si troverà a operare una volta implementato il progetto di e-commerce, utilizzando modelli adeguati a valutare la forza della competizione nel settore.**
- 2. Illustri i metodi e i passi logici da seguire per la valutazione del progetto di investimento, identificando le principali voci di ricavo e di costo differenziali rispetto al caso in cui il progetto non venga implementato.**
- 3. Illustri i principali strumenti di pianificazione e controllo per monitorare i tempi del progetto.**
- 4. Definisca un cruscotto di indicatori per valutare le prestazioni della business unit che sarà responsabile della gestione del canale di vendita online una volta implementato il progetto.**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2017 - 13 SETTEMBRE 2017
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 1

La Pubblica Amministrazione di un Comune di medie dimensioni richiede la progettazione di un sistema che controlli consumi elettrici e di riscaldamento per i propri uffici ed edifici scolastici dislocati nel territorio comunale e che fornisca strumenti per razionalizzare consumi e gestione.

Il sistema deve fornire misure in tempo reale, fornire report con andamenti storici e report personalizzabili. Il sistema deve prevedere la segnalazione tempestiva di guasti e allarmi preventivi di possibili anomalie. Al sistema devono aver accesso il personale della PA e, con le opportune modalità, fornitori esterni per interventi in caso di guasti.

Il candidato sviluppi i seguenti punti, in forma di allegato tecnico, formulando e motivando le ipotesi aggiuntive per tutto ciò che non è esplicitamente specificato.

1. Descriva l'architettura del sistema, evidenziando possibili integrazioni con sistemi pre-esistenti
2. Descriva i principali processi e flussi di informazioni, tenendo in considerazione modalità di trasmissione e gestione remota
3. Descriva un modello dati e le principali funzionalità e casi di uso, tenendo in considerazione aspetti di sicurezza per l'accesso autorizzato
4. Descriva possibili soluzioni per garantire accesso, usabilità, affidabilità del sistema, differenziando tra i soggetti coinvolti nella gestione ed utilizzo

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2017 - 13 Settembre 2017
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 2

Una azienda biomedica che costruisce apparecchiature elettromedicali viene sempre più sollecitata dagli ospedali suoi clienti a ritirare le vecchie apparecchiature, vuoi guaste, vuoi obsolete, che solo in pochi casi sono state costruite dalla azienda stessa.

L'azienda vuole quindi valutare la fattibilità di ampliare la propria attività, creando "Linee ElettroMedi-Social", da dedicare in parte allo (a) smaltimento, seguendo la normativa RAEE – Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche, e in altra parte al (b) recupero/ricondizionamento, in vista della eventuale re-immissione in commercio delle vecchie apparecchiature, forse verso Paesi in via di Sviluppo.

L'azienda intende condurre lo studio di fattibilità proponendo una collaborazione, della durata di sei mesi, al ramo PoliSocial del Politecnico di Milano. L'azienda metterebbe a disposizione i locali e la supervisione tecnico-operativa. Al Politecnico verrebbe chiesta sia la supervisione tecnico-scientifica sia l'attivazione di un certo numero di Tesi di Laurea, alcune in Ingegneria Ambientale per le linee (a), e altre in Ingegneria Biomedica per le linee (b). Per studiare le prospettate eventualità verso Paesi in via di Sviluppo di tale parte (b), verrebbe anche selezionata, in collaborazione con PoliSocial, una ONG – Organizzazione Non Governativa che abbia una significativa apertura verso l'Ingegneria Biomedica.

Al candidato viene chiesto di scrivere il piano di lavoro dello studio di fattibilità "ElettroMedi-Social" per la parte (b), che è quella orientata al recupero/ricondizionamento, in vista della eventuale re-immissione in commercio delle vecchie apparecchiature, forse verso Paesi in via di Sviluppo.

In particolare in candidato dovrà:

- Individuare gli argomenti preliminari di Ingegneria Biomedica che l'azienda proporrà al Politecnico di Milano che possano prevedere anche lo svolgimento di Tesi di Laurea. Si vorrebbe che gli argomenti, tra loro ben distinti, risultino

però anche coordinati al fine di costituire una bozza di Linee Guida Complessive.

- Per ciascun argomento preliminare: descriverlo in almeno cinque righe, indicando se può essere adatto ad una Laurea Triennale o Laurea Magistrale.
- Per ciascun argomento preliminare: articolare un piano di lavoro lungo l'arco dei preventivati sei mesi, includendo verifiche in corso d'opera sullo Stato di Avanzamento dei lavori.
- Definire i titoli dei paragrafi della sintesi finale del singolo argomento che sono indispensabili all'azienda per prendere le avvedute decisioni operative.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2017 - 13 SETTEMBRE 2017
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 3

L'HIV infetta un tipo di leucociti T del sangue necessari per combattere le infezioni: quando il virus entra in una cellula T può infettarla ma il sistema immunitario ne produce altre per combattere l'infezione, cosicché il virus si propaga in maniera opportunistica.

i) Siano dati

$T(t)$ = concentrazione di cellule sane

$\hat{T}(t)$ = concentrazione di cellule infette

$v(t)$ = quantità di virus liberi per *ml* di plasma

p = quantità di cellule T prodotte per unità di tempo e volume

m = tasso istantaneo (frequenza) di mortalità delle cellule T

c = tasso di infezione

\hat{m} = tasso istantaneo di mortalità delle cellule \hat{T}

d = tasso istantaneo di mortalità del virus v

k = tasso di riproduzione del virus per cellula infetta \hat{T} .

Assumendo che il contagio dipenda dal prodotto delle concentrazioni di virus e di cellule sane e supponendo che la proliferazione del virus sia proporzionale alla quantità di cellule infette, si scrivano le equazioni di stato che descrivono la dinamica del sistema in un modello a tempo continuo nelle variabili $T(t)$, $\hat{T}(t)$, $v(t)$.

ii) Si determinino gli stati di equilibrio, discutendone la significatività.

Per contenere il virus dell'HIV e di conseguenza evitare l'insorgenza di patologie collegate all'AIDS, un trattamento comune consiste nella somministrazione di due tipi di farmaci: inibitori della trascrittasi inversa (RTI) e inibitori della proteasi (PI). Il primo rallenta l'infezione delle cellule sane da parte del virus, il secondo la riproduzione del virus per cellula infetta.

iii) Scegliendo come ingressi $u_1(t)$, $u_2(t)$, $0 \leq u_i \leq 1$, $i = 1, 2$, le efficacie dei farmaci RTI e PI rispettivamente (la loro azione è quella di ridurre i tassi di infezione e riproduzione del virus di un fattore $1 - u_i$, $i = 1, 2$) e come uscita la concentrazione di virus liberi, si linearizzi il sistema così modificato nell'intorno dell'equilibrio che rappresenta il paziente asintomatico affetto da HIV e se ne dia una rappresentazione matriciale.

Si analizzi il sistema in termini di raggiungibilità e osservabilità quando si usa un solo tipo di farmaco, i.e. $u_i = 0$, $i = 1, 2$.

- iv) Assumendo di usare i soli farmaci RTI, si determini la funzione di trasferimento definita da

$$Y(s) = G(s)U_1(s).$$

- v) Sostituendo i valori tipici dei parametri e ipotizzando un'efficacia del 100% per i farmaci RTI, quale sarà il valore a regime della quantità di virus (espressa per ml di plasma), e quanto tempo sarà approssimativamente necessario per raggiungere il massimo effetto?

$$p = 10 / \text{mm}^3 / \text{giorno}$$

$$m = 0.02 / \text{giorno}$$

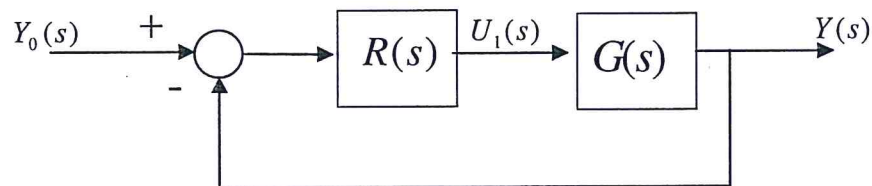
$$c = 2.4 \times 10^{-5} / \text{mm}^3 / \text{giorno}$$

$$\hat{m} = 0.24 / \text{giorno}$$

$$d = 2.4 / \text{giorno}$$

$$k = 100 / \text{cellula} / \text{giorno}$$

Per mantenere la quantità di virus a un livello prestabilito y_0 si sceglie la strategia di somministrazione dei farmaci $u_1(t)$ utilizzando il seguente sistema di controllo in retroazione:



- vi) Sia $R(s) = \mu_R$; determinare, grazie al criterio di Routh, per quali valori del guadagno μ_R il sistema retroazionato è stabile
- vii) Si progetti un controllore PI tale che l'errore a regime per ingressi a scalino sia nullo e il transitorio non sia oscillante (ovvero tale da avere tutti i poli reali).
- viii) Si disegnino i diagrammi di Nyquist in assenza di regolatore nel caso di retroazione positiva e negativa, si verifichi la stabilità del sistema di controllo e si determinino i margini di guadagno e di fase.
- ix) Si progetti un regolatore $R(s)$ assumendo le seguenti specifiche: errore nullo a regime, risposta sovrasmorzata, tempo di assestamento $T_\alpha \cong 100$ giorni.

Si traccino qualitativamente la risposta allo scalino della strategia di controllo $u_1(t)$ e il diagramma cartesiano del modulo della funzione di sensitività del controllo.

- x) Considerando l'effettiva modalità di monitoraggio del paziente e di somministrazione e dosaggio e dei farmaci, si rifletta sulla necessità di discretizzare i risultati ottenuti, suggerendo un ragionevole tempo di campionamento e indicando un possibile approccio.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2017 - 13 SETTEMBRE 2017
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 4

Si considerino 2 stazioni radio base, distanti 1.5 km, in grado di garantire, ognuna, una connessione a un insieme di terminali - utenti in una regione circolare. Ogni stazione base opera con accesso OFDMA intorno alle frequenze $f_0 = (2 - \Delta_0)$ GHz e $f_0 = (2 + \Delta_0)$ GHz per le 2 direzioni di comunicazione (uplink e downlink); i canali di uplink e downlink sono serviti ognuno da una banda pari a 10 MHz con $M = 512$ sottoportanti e $\Delta_0 = 0.05$. Il canale è caratterizzato da una componente di perdita per propagazione $L = L_0 + 10 \gamma \log_{10}(d/d_0)$ dB con $L_0 = 40$, $\gamma = 2.6$, $d_0 = 1$ m e una componente casuale, distribuita nei dB come una variabile Gaussiana a valor medio 0 dB e deviazione standard 6 dB ("shadowing"). Nella stazione base, la potenza di trasmissione massima è pari a 40 dBm, la figura di rumore 4 dB, il guadagno di antenna 15 dB; nei terminali, la potenza di trasmissione massima è 19 dBm, la figura di rumore 7 dB e il guadagno di antenna 0 dB. L'OFDMA è caratterizzato da un prefisso ciclico pari a 4 μ s.

Il candidato sviluppi i seguenti punti formulando e motivando le ipotesi aggiuntive per tutto ciò che non è esplicitamente specificato.

1. Rappresentare, specificando brevemente le funzioni dei vari blocchi, gli schemi completi di ricezione e trasmissione a livello fisico della stazione (da antenna a bit demodulati).
2. Calcolare il raggio di copertura di una stazione base assumendo di dover garantire un rapporto segnale - rumore minimo di 8 dB con probabilità 0.98 senza tener conto delle interferenze. Assumendo che la massima modulazione disponibile sia la 64-QAM con un codice associato di rate 4/5, stimare massima velocità di trasmissione globale e efficienza spettrale.
3. Calcolare il peggioramento del rapporto segnale - rumore in uplink e downlink tenendo conto dell'interferenza tra le due stazioni o tra i terminali.
4. Si consideri una singola stazione base, nella direzione downlink. Proporre una procedura di allocazione delle risorse tra gli utenti, supponendo che ciascun utente richieda la stessa banda. Indicare, inoltre, da quali fattori è limitato il numero massimo di utenti che possono connettersi.
5. Si consideri ancora una singola stazione base, nella direzione uplink in un canale condiviso da tutti gli utenti (che può essere costituito da parte o tutte le sottoportanti disponibili). Calcolare le prestazioni del sistema in termini di throughput nel caso in cui l'accesso al canale condiviso avvenga utilizzando il protocollo ALOHA e nel caso in cui avvenga mediante protocollo CSMA. Confrontare le prestazioni dei due casi al variare della lunghezza di trama e del numero di utenti (si svolga l'analisi anche nella situazione ideale con infiniti utenti).

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2017 - 13 SETTEMBRE 2017
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 5

Il candidato progetti un dispositivo diagnostico che integri al suo interno le seguenti funzioni:

- Podoscopio, il cui compito è analizzare, in base alla pianta del piede del paziente, eventuali problemi ortopedici e/o di postura;
- Pedana stabilometrica, il cui obiettivo è valutare che le oscillazioni del paziente, disposto in posizione eretta, siano coerenti con la frequenza di oscillazione tipica del corpo umano;
- Bilancia, per misurare il peso del paziente.

In base a tali ipotesi:

1. Scegliere l'unità di elaborazione che gestisce l'intero sistema. Disegnare uno schema a blocchi dettagliato e chiaro della struttura hardware, evidenziando i sottosistemi e le loro interconnessioni.
2. Il podoscopio permette l'acquisizione dell'immagine e delle misure del piede in automatico e consente di osservare la superficie plantare mettendo in evidenza i punti di maggiore pressione e minor carico. Scegliere una o più soluzioni in merito ai sensori da utilizzare, in base a criteri di affidabilità, sicurezza, durata e costo. Scegliere la risoluzione più indicata dell'immagine da acquisire al punto precedente, in base a criteri di contenimento delle dimensioni per l'archiviazione (in MByte) e qualità dell'immagine acquisita.
3. Elencare possibili trasduttori per la rilevazione delle oscillazioni del paziente, scegliendo una o più soluzioni in base a criteri di affidabilità, sicurezza, durata e costo.
4. Progettare il sistema di misura del peso del paziente, scegliendo una o più soluzioni in base a criteri di affidabilità, sicurezza, durata e costo e dimensionando opportunamente i componenti del circuito.
5. Progettare un sistema di acquisizione multicanale per i segnali provenienti dai trasduttori elencati ai punti 4 e 5 per l'acquisizione dei valori di oscillazione e peso, dimensionando dettagliatamente lo stadio di condizionamento dei segnali e l'ADC. Descrivere le possibili soluzioni per l'acquisizione e la lettura dei dati, a seconda che l'interfaccia utilizzata sia un PC Desktop, uno smartphone o un tablet.
6. All'interno del sistema è installato un modulo di alimentazione in modo da trasformare la tensione di linea in una 24 V in corrente continua. Tale tensione alimenta la scheda principale su cui è installata la circuiteria progettata nei punti precedenti. Progettare la sezione di alimentazione per generare le tensioni necessarie.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2017 - 13 SETTEMBRE 2017
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 6

L'AZIENDA

La MediLab è un'impresa nata nel 2004 che si occupa della produzione di apparati elettromedicali per la diagnostica. Attualmente l'impresa realizza due tipologie di dispositivi, basati su tecnologia laser, che consentono di effettuare analisi del sangue in modo rapido e sicuro. Il primo dispositivo, denominato BasicMed consente di fare le analisi di routine ed è destinato principalmente alle farmacie. Il secondo dispositivo, denominato ProMed, consente invece di fare analisi più approfondite ed è destinato a ospedali e laboratori specializzati.

IL PROCESSO PRODUTTIVO

La produzione dei due dispositivi consiste nell'assemblaggio di una serie di componenti acquistati da fornitori esterni specializzati. I componenti sono:

- la struttura esterna in materiale plastico, che racchiude i componenti ottici ed elettronici;
- l'interfaccia, che consente la regolazione del dispositivo e il collegamento wireless con altri dispositivi al fine di consultare i risultati delle analisi;
- il sistema di controllo, costituito da componenti elettronici che regolano il funzionamento del laser;
- la copertura, che contiene la parte ottica.

La fase di assemblaggio inizia con le operazioni di piegatura del materiale plastico che costituisce la struttura esterna e con il posizionamento dell'interfaccia. Si noti che i dispositivi di tipo ProMed hanno dimensioni maggiori rispetto ai dispositivi di tipo BasicMed, di conseguenza la loro struttura esterna è composta dal 50% in più di materiale plastico. I due dispositivi hanno invece una identica interfaccia.

Per entrambi i dispositivi, il sistema di controllo viene assemblato al 45% del processo di produzione. Si noti tuttavia che per quanto riguarda i dispositivi ProMed, destinati agli ospedali e ai laboratori specializzati che effettuano analisi complesse, è necessario garantire un elevato livello di affidabilità. Di conseguenza, in questo caso il sistema di controllo è costituito da due blocchi in parallelo, in modo tale che il secondo blocco possa subentrare immediatamente in caso di malfunzionamento del primo. I dispositivi BasicMed non hanno invece questa ridondanza e il loro sistema di controllo è costituito da un unico blocco.

Al 70% del processo di assemblaggio viene montata la copertura, che è completamente diversa per i due dispositivi.

Infine, si noti che per via della sua maggiore complessità, l'intero processo di assemblaggio per il dispositivo ProMed ha una durata di circa il 20% superiore rispetto a quella del dispositivo BasicMed.

INFORMAZIONI DI NATURA CONTABILE

La Tabella 1 riporta lo stato patrimoniale della MediLab al 31/12/2015, redatto secondo i principi contabili nazionali (dati in migliaia di euro).

Tabella 1. Stato patrimoniale della MediLab al 31/12/2015

A) Crediti verso soci	10	A) Patrimonio netto	342
		1) Capitale sociale	240
B) Immobilizzazioni	361	2) Riserve	72
1) Immobilizzazioni immateriali	30	3) Utili (perdite) dell'esercizio	30
2) Immobilizzazioni materiali	208		
3) Immobilizzazioni finanziarie	123	B) Fondo per rischi ed oneri	61
		1) Trattamento di quiescenza	36
C) Attivo circolante	574	2) Per imposte	25
1) Rimanenze di materie prime	9		
2) Rimanenze di semilavorati	60	C) Fondo TFR	60
3) Rimanenze di prodotti finiti	250		
4) Crediti commerciali	220	D) Debiti	482
5) Disponibilità liquide	35	1) Debiti verso le banche	282
D) Ratei e risconti attivi	-	2) Debiti commerciali	200
		E) Ratei e risconti passivi	-
Totale attivo	945	Totale passivo	945

Con riferimento alle informazioni riportate in Tabella 1, si noti che al 31/12/2015 le immobilizzazioni materiali avevano una vita utile residua media di 5 anni, mentre quelle immateriali, relative ai marchi depositati "MediLab", "BasicMed" e "ProMed" (utilizzati per la promozione e commercializzazione dei dispositivi), avevano una vita utile residua media di 3 anni. I debiti verso le banche verranno interamente rimborsati alla fine del 2020.

Durante l'esercizio contabile 2016, la MediLab ha venduto 1.450 unità di dispositivi BasicMed e 370 unità di dispositivi ProMed. Il prezzo di vendita unitario per BasicMed è stato mediamente pari a 760 euro, mentre per ProMed è stato di 1.030 euro. La Tabella 2 riporta inoltre alcune informazioni di dettaglio in merito alle unità a scorta iniziali e finali per i due dispositivi (distinguendo tra prodotti finiti e semilavorati), relative all'esercizio contabile 2016.

Tabella 2. Prodotti finiti e semilavorati: unità a scorta iniziali e finali – anno 2016

	Iniziale (1/1/2016)	Finale (31/12/2016)
Prodotti finiti BasicMed	250	240
Prodotti finiti ProMed	120	170
Semilavorati BasicMed (50%)*	180	0
Semilavorati ProMed (60%)*	0	150

*Grado di completamento dei semilavorati.

La Tabella 3 riporta alcune informazioni di dettaglio in merito al valore delle scorte iniziali e finali e sugli acquisti di materie prime (in euro) durante l'esercizio contabile 2016.

Tabella 3. Materie prime: valore delle scorte iniziali e finali – anno 2016

	Valore scorte iniziale (1/1/2016)	Valore scorte finale (31/12/2016)	Acquisti
Materiale plastico	850	950	42.400
Interfacce	1.170	1.100	182.930
Sistemi di controllo	1.500	2.000	360.500
Coperture (prodotto BasicMed)	2.480	2.990	259.710
Coperture (prodotto ProMed)	3.000	3.000	105.000

Sempre per quanto riguarda l'esercizio contabile 2016, si hanno inoltre a disposizione le seguenti informazioni.

- Tutte le operazioni di assemblaggio dei componenti sono effettuate all'interno di un immobile che la MediLab ha preso in affitto a fronte di un canone di 2.500 euro al mese.
- L'impresa impiega 5 operai (costo del lavoro annuo: 44.540 euro ciascuno) che sono coinvolti nelle operazioni di assemblaggio dei componenti sopra citati e 2 persone nell'amministrazione (costo del lavoro annuo: 36.500 euro ciascuno).¹
- A ottobre 2016 la società ha richiamato i rimanenti crediti verso soci e ha effettuato un aumento di capitale di 30.000 euro, con un prezzo di sottoscrizione delle azioni pari a 1,5 volte il loro valore nominale.
- A fine novembre 2016 sono state svalutate del 25% le immobilizzazioni finanziarie.
- Nel corso dell'esercizio contabile 2016 l'impresa ha distribuito tutti gli utili dell'esercizio contabile 2015.
- Crediti e debiti commerciali sono saldati solitamente a 60 giorni dalla data di emissione della fattura.
- Il debito verso le banche comporta oneri finanziari annui del 6%.
- L'aliquota fiscale sugli utili è pari al 40%.
- Imposte, debiti e crediti commerciali ereditati dal precedente esercizio contabile sono stati regolarmente saldati.

QUESITO 1. Sulla base delle informazioni disponibili, determinare il costo pieno industriale dei due dispositivi nel corso dell'esercizio contabile 2016. Si tenga in considerazione che, data la natura del processo produttivo, la MediLab utilizza come sistema di allocazione dei costi il *process costing* con logica FIFO.

QUESITO 2. Sulla base delle elaborazioni al punto precedente, determinare inoltre il valore delle scorte di prodotti finiti e dei semilavorati alla fine del 2016 e il costo del venduto riferito all'esercizio contabile 2016.

QUESITO 3. Redigere lo stato patrimoniale e il conto economico della MediLab con riferimento all'esercizio contabile 2016.

QUESITO 4. Valutare la redditività, la liquidità e la solidità finanziaria dell'impresa attraverso l'utilizzo di opportuni indicatori. Ove possibile, si effettui un confronto critico tra i risultati riferiti all'esercizio contabile 2015 e quelli riferiti all'esercizio contabile 2016.

¹ L'ACCANTONAMENTO AL FONDO TFR COSTITUISCE IL 10% DEL COSTO DEL LAVORO.

Durante l'esercizio contabile del 2016 la produzione effettiva della MediLab è stata perfettamente in linea con quanto previsto nel budget della produzione redatto alla fine del 2015.

Considerando il budget delle vendite, la MediLab aveva però stimato di vendere per ciascun dispositivo esattamente la quantità completata durante l'esercizio (arrivando quindi ad avere a fine anno un livello di scorte di prodotti finiti pari a quello iniziale in numero di unità). Sempre secondo il budget delle vendite, l'impresa avrebbe dovuto realizzare nel 2016 un fatturato pari a 1,6 milioni di Euro.

QUESITO 5. Determinare lo scostamento di fatturato complessivo e analizzare gli scostamenti di volume, mix e prezzo di vendita.

Alla fine del 2016 la MediLab stava valutando di introdurre, a partire dall'esercizio 2017, una reingegnerizzazione del prodotto ProMed che prevedrebbe l'utilizzo di nuovo sistema di controllo. A tal fine è stato commissionato uno studio ad una società di consulenza esterna, costato 30.000 euro e che sarà pagato interamente alla fine del 2017.

Il nuovo sistema di controllo avrebbe un'affidabilità simile a quella dell'attuale doppio blocco ridondante e allo stesso tempo consentirebbe di risparmiare, per ogni dispositivo ProMed realizzato, 50 euro di componenti elettronici. Inoltre, grazie al minor ingombro del nuovo sistema di controllo, la reingegnerizzazione consentirebbe un allineamento del costo della struttura esterna in materiale plastico del dispositivo ProMed a quello sostenuto per la realizzazione del dispositivo BasicMed.

La reingegnerizzazione permetterebbe anche di sostituire il macchinario attualmente utilizzato per le operazioni di piegatura del materiale plastico (valore netto di bilancio al 31/12/2015 pari a 25.000 euro, con vita utile residua di 5 anni) con un macchinario più moderno ed efficiente (costo 50.000 euro, vita utile contabile 10 anni). Il valore di realizzo del macchinario attualmente utilizzato sarebbe pari a 10.000 euro.

La maggiore efficienza darà all'impresa la possibilità di posticipare all'esercizio contabile 2019 l'assunzione di un operaio per far fronte al graduale incremento della domanda, che sarebbe altrimenti necessario effettuare già nell'esercizio 2017.² Inoltre, la razionalizzazione del processo di produzione consentirebbe la riduzione immediata delle scorte di prodotti finiti per un valore pari a 15.000 euro.

Infine, nel caso in cui l'impresa decidesse di non introdurre questo nuovo sistema di controllo, si stima che si potrebbe venderne il brevetto nell'esercizio 2018 a 120.000 euro.

QUESITO 6. Ipotizzando un WACC del 8%, determinare la convenienza economica dell'investimento.

Nel rispondere alle domande contenute nel testo, si introducano tutte le ipotesi semplificative che si ritengono necessarie e si discutano le assunzioni adottate.

² LA MEDILAB STIMA CHE IL MIX DI PRODOTTI VENDUTI RESTERÀ SIMILE A QUELLO DELL'ESERCIZIO 2016, MA CON UN INCREMENTO DELLA DOMANDA COMPLESSIVA PARI AL 10% ANNUO. NEL 2021 SI PREVEDE DI RITIRARE ENTRAMBI I DISPOSITIVI DAL MERCATO.