

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2018 - 14 GIUGNO 2018
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

PROVA SCRITTA
(PROVA DI SETTORE)

TEMA N. 1

I sistemi, gli apparati e le applicazioni dell'ICT producono, nel loro esercizio, una quantità crescente di dati. Se si considerano, a titolo di esempio, i social network, i sistemi di navigazione satellitare, i sistemi di rilevazione di dati biometrici (ad esempio per lo sport), appare chiaro come molti di questi dati siano associabili, in vario modo e a vario titolo, a utenti e, più in generale, a persone fisiche/identità/individui.

Questa situazione ha portato ad una dicotomia: da un lato la maggior parte degli utenti non manifesta particolare e/o significativa preoccupazione circa la disponibilità, da parte di soggetti terzi, di ingenti quantità di informazioni che lo riguardano; dall'altro, notizie di episodi di abusi dei dati, per quanto sporadiche, suscitano scalpore e allarme, ed arrivano sino ad avere ripercussioni politiche.

In questo scenario, l'Unione Europea ha definito un quadro normativo, recentemente entrato in vigore, in cui iscrivere i regolamenti legislativi che stabiliscono le norme per la gestione dei dati in riferimento alla loro relazione con i cittadini/utenti/persone.

Il candidato:

1. descriva un ambito applicativo di sua conoscenza, all'interno dell'ICT, in cui tali temi risultano di particolare rilevanza,
2. enunci quali sono, nel contesto dell'ambito considerato, le problematiche originate dalla generazione di dati associabili agli utenti,
3. delinea possibili evoluzioni tecnologiche, metodologiche ed organizzative dei sistemi di trattamento dei dati per risolvere i problemi individuati

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2018 - 14 GIUGNO 2018
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

PROVA SCRITTA
(PROVA DI SETTORE)

TEMA N. 2

La domotica si occupa dello studio delle tecnologie volte a migliorare la qualità della vita nella casa e in generale negli ambienti abitativi. Il suo scopo è quello di semplificare, connettere tra loro e rendere "intelligenti" impianti, elettrodomestici e apparecchiature presenti nelle abitazioni. Grazie alla domotica avviene infatti la gestione coordinata di tutti questi sistemi che, interagendo tra loro, possono essere governati da un unico programma o dispositivo di controllo.

Nello specifico, tra alcune delle funzionalità offerte, la domotica permette 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;
- monitorare costantemente i consumi energetici, nell'ottica di limitare gli sprechi.

.A partire dallo scenario descritto, il candidato:

1. descriva la tipologia di sensori da utilizzare per alcune delle applicazioni elencate sopra;
2. illustri gli aspetti relativi alle diverse topologie di reti domotiche, i possibili protocolli di comunicazione implementabili e le diverse modalità di trasmissione/ricezione dei segnali;
3. discuta le caratteristiche software del nodo centrale della rete per la gestione delle applicazioni descritte sopra.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2018 - 14 GIUGNO 2018
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 1

La complessità dei sistemi informatici è in costante aumento, tanto che, nonostante il continuo sviluppo di strumenti tecnici, concettuali e metodologici che possono aiutare il progettista nella gestione di tale complessità, è sempre presente la possibilità che l'implementazione di un sistema si discosti, nel comportamento, dalle specifiche o dalle intenzioni dei progettisti.

Nella pratica dell'ingegneria del software queste problematiche vengono gestite con diversi strumenti e metodologie, tra le quali analisi statica del codice, testing, verifica formale di correttezza.

- Il candidato descriva i principali aspetti di questi approcci, evidenziandone gli ambiti di applicazione, i principali pregi e discutendone i limiti.
- Il candidato consideri uno degli approcci analizzati, e ne descriva l'utilizzo in un ambito applicativo di sua conoscenza.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2018 - 14 GIUGNO 2018
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 2

Si definisca la struttura e si scriva la prima bozza di un bando di “gara di appalto” per l’acquisto regionale di un parco di incubatrici per neonati, caratterizzate da prestazioni di base, che nel bando vanno comunque specificate. Si intenda che l’acquisto verrà distribuito in tre tranches, scaglionate di due anni l’una dopo l’altra.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2018 - 14 GIUGNO 2018
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

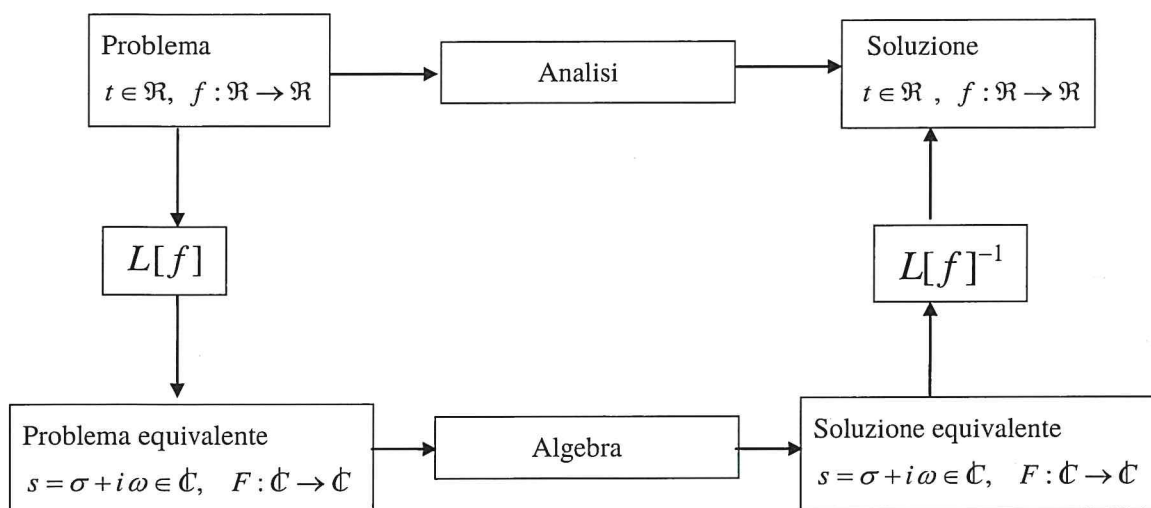
II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 3

Facendo riferimento al diagramma seguente:



dove $L[f(t)] = F(s)$, è la Trasformata di Laplace di una funzione reale di variabile reale $f(t)$, si illustrino i vantaggi di questo approccio per lo studio di sistemi dinamici a tempo continuo esponendo, facendo eventualmente riferimento a esempi numerici o applicativi:

- la relazione tra risposta all'impulso e Funzione di Trasferimento, convoluzione e prodotto;
- la formula di Mason per aggregati di sottosistemi;
- il metodo esatto di Heaviside per il calcolo delle risposte forzate a ingressi canonici;
- i teoremi del limite iniziale e finale per il tracciamento qualitativo delle stesse.

Si evidenzino ulteriormente la potenza unificatrice di questa rappresentazione considerando il caso dei sistemi a tempo discreto, dove $t \in \mathcal{N}$ $f : \mathcal{N} \rightarrow \mathbb{R}$ e la complessificazione (i.e. il passaggio al "dominio della frequenza") avviene tramite la Trasformata Zeta.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2018 - 14 GIUGNO 2018
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 4

Il candidato consideri la rete di trasporto in un sistema cellulare, come ad es. LTE o UMTS.

1. Si descrivano le principali caratteristiche di una tecnologia di trasmissione su fibra ottica o radio per elevate capacità di traffico.
2. Si descrivano le tecniche di multiplazione (per la coesistenza di canali multipli) più appropriate per la fibra ottica e la trasmissione radio.
3. Si confrontino i protocolli di trasporto TCP e UDP, fornendo degli esempi relativi alla loro applicazione in questo contesto.
4. Si assuma di dover trasmettere, su uno dei collegamenti della rete, i campioni di un segnale OFDM, composto da N portanti in una banda B [Hz]. Lo scopo è quello di prelevare il segnale da un'antenna ed effettuare l'elaborazione in banda base in un'unità separata. Si descriva la struttura del segnale OFDM e si valuti il flusso risultante in bit/s.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2018 - 14 GIUGNO 2018
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

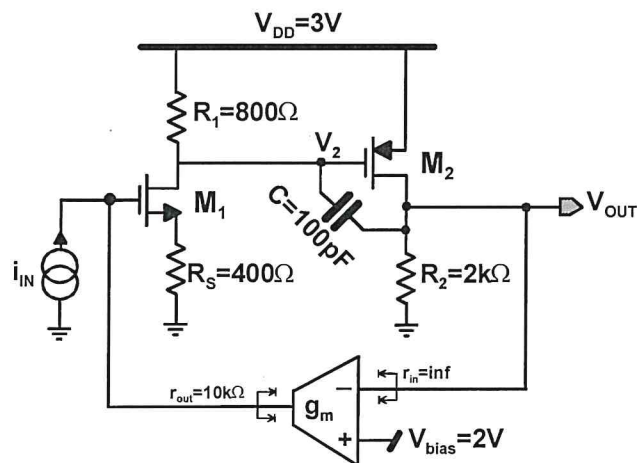
SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 5

La "reazione negativa" è una tecnica comunemente utilizzata in ambito elettronico nella progettazione di amplificatori, filtri, e, in generale, di stadi di condizionamento del segnale analogico.

- 1) Si descrivano i principali vantaggi della reazione negativa nell'ambito del progetto di circuiti amplificatori. Si prenda come riferimento un amplificatore con operazione in configurazione non-invertente.
- 2) Si illustri il concetto di stabilità di un circuito reazionato negativamente. In particolare, facendo riferimento al criterio di analisi più utilizzato (criterio di Bode), si definisca il concetto di margine di fase e si specifichino quali sono le condizioni di utilizzo di tale criterio e i requisiti che devono essere soddisfatti affinché il circuito sia stabile asintoticamente.
- 3) Si spieghi perché, tipicamente, nei circuiti elettronici l'asintotica stabilità è un requisito necessario ma non sufficiente. Per illustrare il concetto, si tracci qualitativamente la risposta al gradino di un sistema asintoticamente stabile con margine di fase poco maggiore di 0° e di uno con margine di fase di quasi 90° .

Si consideri ora il circuito reazionato in figura dove i parametri di piccolo segnale dei transistori sono: $g_{m1}=g_{m2}=10\text{mA/V}$, mentre le resistenze di Early possono essere assunte infinite. Si consideri per il transistorore in reazione $g_m=0.2\text{mA/V}$ e resistenze di piccolo segnale in uscita e in ingresso pari a $r_{out}=10\text{k}\Omega$ e $r_{in}=\infty$, rispettivamente.



- 4) Valutare, facendo ragionevoli approssimazioni, la transimpedenza v_{out}/i_{in} del circuito.
- 5) Si determini se il circuito è "ben" reazionato valutando il guadagno d'anello in continua. Quale è il punto più intelligente per tagliare l'anello e quale segnale di test conviene iniettare?
- 6) Considerando solo la capacità $C=100\text{pF}$, determinare la frequenza del polo e dello zero nel guadagno d'anello, verificando che si tratta di uno zero destro. Valutare il margine di fase.
- 7) Quanto poli ha il trasferimento ad anello chiuso, v_{out}/i_{in} ? A che frequenza? Ci sono zeri nel trasferimento?
- 8) Considerando, oltre alla capacità C , le capacità parassite C_{GD1} e C_{GD2} pari entrambi a 0.1pF , indicare quanti poli e zeri ha il guadagno d'anello e si determini la loro frequenza.
- 9) E' stabile il circuito?
- 10) Stimare in prima approssimazione la banda del circuito ad anello chiuso.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2018 - 14 GIUGNO 2018
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 6

Per quarta rivoluzione industriale o Industria 4.0 si intende lo sviluppo e l'applicazione di una serie di tecnologie, dall'automazione all'Internet delle cose, dal cloud ai Big Data, dalla sensoristica all'intelligenza artificiale, per migliorare i processi produttivi delle imprese.

Il candidato, sulla base delle proprie conoscenze ed esperienze :

1. illustri le opportunità e i rischi per le imprese in merito all'implementazione di nuove tecnologie e approcci legati alla quarta rivoluzione industriale, approfondendo in particolar modo il tema della gestione del cambiamento;
2. fornisca una panoramica sulle iniziative di politica industriale a supporto della quarta rivoluzione industriale messe in atto dal Governo Italiano;
3. definisca i passi logici e i criteri decisionali per la valutazione di un investimento in automazione industriale.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2018 - 11 SETTEMBRE 2018
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 1

Un società IT gestisce il sistema informativo di un istituto privato "A" di scuola superiore (scuola secondaria di secondo grado); l'istituto eroga diversi corsi di studio ad indirizzo liceale in diverse sedi sul territorio comunale (con numerose classi ed una popolazione studentesca significativa).

In una fase di grande espansione l'istituto privato acquisisce due piccoli istituti privati, l'istituto "B" di scuola secondaria di secondo grado che eroga alcuni corsi di studio di istituto tecnico in una sede unica e l'istituto "C" di scuola secondaria di secondo grado che eroga alcuni corsi di studio di istituto tecnico ed un corso di studio di indirizzo liceo classico in un unica sede.

La società IT ha il compito di integrare i sistemi informativi degli istituti oggetto di acquisizione nel sistema informativo dell'istituto "A" acquirente, mantenendo la continuità del servizio, con l'obiettivo di standardizzare ed ottimizzare il servizio.

Il candidato rediga i punti principali di un allegato tecnico al progetto di integrazione, identificando le principali fasi operative e le principali criticità che possono emergere in un progetto di integrazione e le differenze tra l'integrazione dell'istituto "B" e quella dell'istituto "C".

Il candidato descriva nell'allegato tecnico l'architettura target, considerando il sistema distribuito dell'istituto "A" ed i sistemi degli istituti "B" e "C", identificando i principali servizi (registro elettronico, amministrazione, ...).

Il candidato descriva possibili modelli dati (AS-IS), e identifichi un modello dati target (TO-BE), descrivendo in dettaglio i modelli dati per anagrafiche docenti, studenti, catalogo corsi, ecc ... in ottica di integrazione delle anagrafiche in particolare nei casi di sovrapposizione di corsi di studio erogati, utilizzando i principali casi d'uso (per studenti, docenti, personale amministrativo, ecc ..).

Il candidato può integrare, con opportune ed argomentate ipotesi, lo scenario proposto.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2018 - 11 SETTEMBRE 2018
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 2

Si definisca la struttura e si scriva la prima bozza di un bando di “gara di appalto” per la manutenzione conservativa e migliorativa, per un periodo di cinque anni, della dotazione di strumentazione clinica presente in un grande ospedale nel quale sono presenti reparti che hanno acquisito e che sono interessati a mantenere lo status di “IRCCS – Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico”, dove si fa Ricerca Clinica.

Si assuma che in ospedale esista un inventario informatizzato della strumentazione esistente, inventario il cui modello concettuale, che in precedenza è stato da noi liberamente e professionalmente definito da noi, tramite gli usuali componenti consistenti in relazioni, dati, attributi, intervalli di normalità dei valori.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2018 - 11 SETTEMBRE 2018
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 3

Nel 1947 Boris Vian (1920-1959) pubblica quello che da molti è considerato il suo capolavoro: *L'écume des jours* (trad.it *La schiuma dei giorni*, Milano 1965). In questo romanzo il protagonista Colin possiede una "invenzione olfatto-musicale": il *piano cocktail*, un pianoforte, suonato dal fidato valletto Nicolas, che permette di produrre bevande che "faranno rivivere le sensazioni provate durante l'ascolto" di un determinato pezzo musicale.

Uno dei cocktail più celebri e potenzialmente letali è l'*arrache-cœur*, servito molto caldo e a due diverse gradazioni alcoliche.

Il miscelatore (*mixer*) che lo produce può essere descritto, nelle sue caratteristiche essenziali, come un contenitore nel quale una sostanza base entra con concentrazione alcolica c_{in} e temperatura T_{in} e - a seguito della reazione che avviene al suo interno - ne esce con una concentrazione uniforme c alla temperatura T .

Le due equazioni di stato che descrivono il sistema sono rispettivamente un'equazione di bilancio di massa e una di bilancio energetico:

$$\dot{c}(t) = f_1(c(t), T(t), c_i(t), T_c(t), T_i(t), k_j)$$

$$\dot{T}(t) = f_2(c(t), T(t), c_i(t), T_c(t), T_i(t), k_j)$$

dove, oltre alle variabili già introdotte, $T_c(t)$ è la temperatura della camicia esterna del mixer e i k_j rappresentano i parametri del modello (volume, portata, densità, calore specifico...), supposti costanti e pari al loro valore nominale. Ciò sarà vero in particolare per le portate di ingresso e uscita, ipotizzando il sistema in condizione di bilancio idraulico. Verranno inoltre trascurate le dinamiche di trasduttori e attuatori.

Le variabili di stato $x(t)$ sono dunque la concentrazione $c(t)$, misurata in titolo alcolometrico volumico effettivo (100‰=1) e la temperatura $T(t)$, misurata in gradi Kelvin; $c_i(t), T_c(t), T_i(t)$ saranno invece le variabili di ingresso, nelle analoghe unità di misura.

Senza entrare nei dettagli del modello, le funzioni $f_i(\cdot)$ sono non lineari, e ammettono tre punti di

equilibrio; quando l'ingresso $\begin{bmatrix} c_{in}(t) \\ T_c(t) \\ T_{in}(t) \end{bmatrix}$ è costante e pari a $\begin{bmatrix} \bar{c}_{in} \\ \bar{T}_c \\ \bar{T}_{in} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 300 \\ 350 \end{bmatrix}$ essi valgono:

$$\bar{x}_1 = \begin{bmatrix} \bar{c}_1 \\ \bar{T}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2 \\ 370 \end{bmatrix}; \quad \bar{x}_2 = \begin{bmatrix} \bar{c}_2 \\ \bar{T}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.5 \\ 350 \end{bmatrix}; \quad \bar{x}_3 = \begin{bmatrix} \bar{c}_3 \\ \bar{T}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.8 \\ 325 \end{bmatrix}.$$

Nel seguito considereremo i primi due ingressi come variabili di controllo, e la temperatura in entrata come disturbo.

Posto $z(t) = x(t) - \bar{x}_i$; $u(t) = \begin{bmatrix} c_{in}(t) - \bar{c}_{in} \\ T_c(t) - \bar{T}_c \end{bmatrix}$; $d(t) = T_{in}(t) - \bar{T}_{in}$; $y(t) = z(t)$,

il sistema linearizzato in un intorno degli equilibri è

$$\dot{z}(t) = J_i z(t) + B u(t) + C d(t) \quad i = 1, 2, 3$$

dove:

$$J_1 = \begin{bmatrix} -4.86 & -0.052 \\ 808 & 7.76 \end{bmatrix}; \quad J_2 = \begin{bmatrix} -2 & -0.036 \\ 210 & 4.38 \end{bmatrix}; \quad J_3 = \begin{bmatrix} -1.14 & -0.01 \\ 30.5 & -0.86 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2.1 \end{bmatrix}; \quad C = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

- i) Si determini, con il teorema di Hartman-Grossman, la stabilità e il tipo topologico di ciascun equilibrio.

A seguito di simulazioni del modello in anello aperto, si rende necessario procedere alla sintesi del regolatore per il problema di controllo corrispondente.

- ii) Nel caso dell'equilibrio \bar{x}_3 , considerando come sola variabile di controllo T_c e come variabile controllata T , si progetti un regolatore PI in modo da avere velocità di risposta $\omega_c \cong 2 \text{ rad/min}$ e margine di fase $\varphi_c \cong 90^\circ$. Si valuti l'effetto sull'uscita di un disturbo di tipo scalino di ampiezza pari a $5K$.
- iii) Nel caso dell'equilibrio \bar{x}_2 , e considerando ancora un controllo SISO tra le stesse variabili di ingresso e uscita del punto precedente, si adotti ancora un regolatore PI, effettuando il progetto usando il luogo delle radici, in modo che il tempo di assestamento sia < 1 ; si ripeta l'analisi del punto precedente con lo stesso disturbo T_{in} .
- iv) Sempre nel caso dell'equilibrio \bar{x}_2 , ma volendo controllare entrambe le variabili di uscita, si progetti un controllore lineare algebrico sullo stato in modo che il sistema controllato abbia autovalori reali e costanti di tempo assegnate pari a $T_1 = T_d = 1$ e $T_2 = 1/2$.
- v) Si progetti, sempre nel caso del punto precedente, un controllo decentralizzato in modo che le funzioni di trasferimento d'anello in linea diretta siano uguali e pari a

$$L_{ii}(s) = \frac{2}{s}, \quad i = 1, 2.$$

- vi) Tornando al caso dell'equilibrio \bar{x}_3 , si vuole ora controllare contemporaneamente (in un intorno dell'equilibrio) la concentrazione e la temperatura del cocktail, agendo su entrambe le variabili di controllo (regolatore MIMO). Ricavando la matrice dei guadagni relativi, si mostri che è possibile utilizzare uno schema di controllo decentralizzato, e si progetti un regolatore per il controllo della concentrazione.
- vii) Sempre a partire dal sistema linearizzato corrispondente al punto vi), si progetti un compensatore del disturbo allo scopo di ridurre l'effetto di variazioni di T_{in} sulla temperatura T .
- viii) Volendo realizzare digitalmente il controllo di cui al punto iii), si scelga in maniera opportuna il periodo di campionamento.
- ix) Considerando gli attuatori e i trasduttori del sistema reale, si giustifichi la scelta delle variabili controllate e di controllo - apparentemente non intuitiva - effettuata ai punti ii) e iii). Si motivi infine la scelta di trascurare il controllo del sistema in un intorno dell'equilibrio \bar{x}_1 .

Prosit

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2018 - 11 SETTEMBRE 2018
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 4

Un'azienda ha una sede principale e tre sedi periferiche disposte come in Fig. 1.

La sede principale è situata in un palazzo di 80 piani con circa 800 dipendenti tutti dotati di una postazione (desktop o laptop) e di un telefono IP. Tutti i servizi (email, file system distribuiti, portale intranet per accesso ad aree riservate in base alle funzioni aziendali, ecc.) sono nella sede principale. Inoltre, in occasione di particolari eventi, nella sede principale è previsto un ulteriore afflusso di circa 200 persone dotate di dispositivi con collegamento IEEE 802.11 e che possono utilizzare tutti i servizi di rete. Sono inoltre presenti 10 sale riunione attrezzate con postazioni di videocomunicazione IP. Nelle sedi periferiche 1 e 2 sono presenti solo impiegati delle funzioni commerciali con al massimo 40 postazioni per sede attrezzate con pc e telefono IP mentre la sede 3 è la sede del laboratorio di informatica in cui sono installati 10 server di rete. La società utilizza frequentemente sistemi di videoconferenza tra più utenti. Inoltre, per ovvi motivi di continuità di servizio, la società prevede collegamenti di backup verso le sedi periferiche con una tecnologia alternativa rispetto ai collegamenti principali dimensionati per un traffico massimo pari al 30% di quello principale.

Il candidato svolga i quesiti indicati nel seguito tenendo presente che parametri, valori, e ipotesi che non sono presenti espressamente nel testo possono essere indicati e giustificati opportunamente.

- 1) Dimensionare i collegamenti fra le sedi (principali e di backup) ipotizzando appropriati scenari di utilizzo e di traffico.
- 2) In base alle ipotesi di traffico precedentemente ricavate ed alle distanze date, si scelgano le tecnologie più adatte per i collegamenti principali e di backup tra le varie sedi argomentando le scelte effettuate.
- 3) Si presenti il dimensionamento a livello fisico di uno dei collegamenti di backup, calcolando, in base alla tecnologia scelta, potenza di trasmissione, modulazione, banda occupata e gli altri parametri necessari a caratterizzarne il progetto.

- 4) Si ipotizzi uno schema di indirizzamento IP per l'architettura generale di rete che ottimizzi le reti utilizzate in base al numero di impiegati.

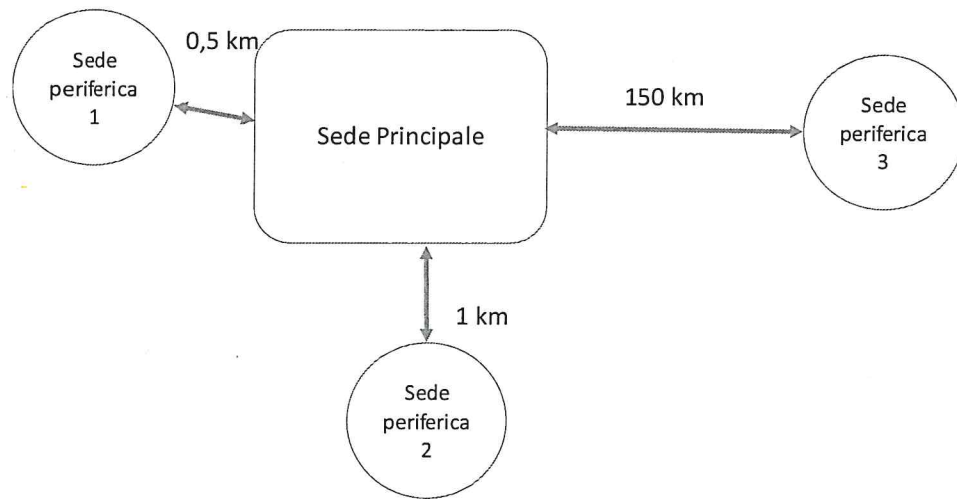


Fig. 1 Sedi aziendali.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2018 - 11 SETTEMBRE 2018
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 5

Progettare un sistema per la trasmissione/ricezione wireless del suono proveniente da una chitarra elettrica.

A partire dallo scenario descritto:

1. Disegnare uno schema a blocchi del sistema di trasmissione del suono proveniente dalla chitarra, a partire dalla conversione della vibrazione delle corde in segnale elettrico da inviare al ricevitore amplificatore, inserendo gli stadi analogici e gli amplificatori, scegliendo opportunamente la tipologia di questi ultimi, la risposta in frequenza audio e motivandone la scelta.
2. Progettare il filtro di condizionamento analogico da inserire a valle dello stadio di amplificazione descritto al punto 1.
3. Progettare dettagliatamente la sezione di alimentazione del radio jack. Si consideri una batteria AA da 1.5V, ponendo particolare attenzione all'autonomia di quest'ultima. Si consideri un consumo di corrente inferiore a 120 mA e un'alimentazione d'uscita di 3.3V.
4. Progettare dettagliatamente la sezione di alimentazione del ricevitore, ipotizzando di utilizzare un alimentatore commerciale connessa alla rete elettrica in grado di erogare una corrente massima di 150 mA a 18 V.
5. In base all'occupazione di banda ottenuta al punto 1, tale segnale potrà essere trasmesso e ricevuto su 71 canali su una frequenza portante pari a 864 MHz, in modulazione FM. Definire l'ampiezza dei canali e la banda occupata complessiva, considerando una banda di guardia per singolo canale pari al 25%.
6. Calcolare la lunghezza dell'antenna ricevente, la cui tipologia è 1/4 Wavelength Rod TNC Type UHF, escludendo qualsiasi effetto dovuto alle perdite ohmiche.
7. Disegnare uno schema a blocchi del ricevitore inserito a valle dell'amplificatore audio, inserendo opportunamente lo stadio di amplificazione del segnale proveniente dall'antenna e lo stadio analogico di condizionamento del segnale. Si scelga la tipologia di amplificatore da utilizzare per la ricezione del segnale uscente dall'antenna, motivando la risposta. Descrivere le caratteristiche di un amplificatore multistadio affinché presenti una bassa cifra di rumore.
8. Considerando un ricevitore a supereterodina, che effettua una down-conversion alla frequenza intermedia di 10.7 MHz, scegliere e progettare un filtro passa-banda del secondo ordine con la banda passante necessaria. Si valuti l'attenuazione per eventuali spurie a 9.2 MHz e a 12.2 MHz.
9. Supponendo di voler effettuare un'elaborazione digitale del segnale audio, scegliere un'opportuna topologia di ADC avente dinamica di ingresso da 0 V a 3.3 V e la relativa frequenza di campionamento considerando all'ingresso del convertitore un segnale utile di

ampiezza zero-picco pari a 1 V e un rumore equivalente di $0.5 \text{ mV}_{\text{rms}}$. Si consideri un convertitore Nyquist-rate sovra-campionato di un fattore 4.

I dati uscenti dall'ADC sono elaborati mediante un dispositivo elettronico FPGA:

10. A seguito dell'utilizzo di un convertitore DC-DC operante a 60 kHz, all'ingresso dell'ADC si accoppia un disturbo di ampiezza pari a $10 \text{ mV}_{\text{rms}}$. Scegliere e progettare un filtro digitale opportuno per rimuovere il rumore di quantizzazione fuori-banda e ridurre il disturbo a 60 kHz al di sotto del rumore elettronico. Calcolare la funzione di trasferimento $H(z)$.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE
I SESSIONE 2018 - 11 SETTEMBRE 2018
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 6

La System S.r.l. è un'azienda con sede a Lecco specializzata nella produzione di assemblaggi elettronici ed elettromeccanici utilizzati prevalentemente nel settore militare. Da ormai qualche anno, l'azienda assembla, imballa e vende sottoassiemi elettronici di tre diverse tipologie, denominati A12, B33 e C31. Anche per il 2019, il management dell'impresa prevede di mantenere l'attuale gamma di prodotti. L'Ing. Marcucci, analista dell'ufficio di pianificazione e controllo, ha appena ricevuto dall'ufficio commerciale aziendale le stime di vendita per il 2019, definite sulla base di uno studio effettuato da una società di consulenza costato 12.000€. I dati sulle previsioni di vendita a preventivo per il 2019 sono riportati in Tabella 1.

Tabella 1 – Previsioni di vendita per il 2019

	Sottoassieme A12	Sottoassieme B33	Sottoassieme C31
Quantità (pz)	3.100	4.200	5.000
Prezzo (€/pz)	750	880	910

Le stime rappresentano un sensibile miglioramento rispetto al passato e tengono conto dell'importante sforzo di marketing e promozione che l'impresa intende sostenere per la fine dell'anno in corso. L'Ing. Marcucci è alle prese con la stesura del budget, allarmato che il reparto produzione non sia in grado di sostenere tali volumi di vendita. Si rivolge quindi all'Ing. Bianchi, responsabile della produzione, per avere informazioni aggiornate in merito al processo produttivo, che si compone essenzialmente di tre fasi distinte: assemblaggio dei componenti, *packaging* e controllo qualità. Si riporta nel seguito un estratto di tali informazioni.

Assemblaggio dei componenti

I sottoassiemi vengono realizzati assemblando componenti elettronici acquistati da fornitori esteri. I coefficienti di impiego di tali componenti, per ognuno dei sottoassiemi realizzati, preventivati dal responsabile della produzione per il 2019 sono riportati in Tabella 2.

Tabella 2 – Costi e consumi standard dei componenti

	Costo Componente	Sottoassieme A12	Sottoassieme B33	Sottoassieme C31
Componente 1	59 €/u	3 u/pz	2 u/pz	1 u/pz
Componente 2	68 €/u	2 u/pz		2 u/pz
Componente 3	75 €/u		4 u/pz	4 u/pz

L'attività di assemblaggio dei componenti è altamente automatizzata e non prevede la presenza di manodopera diretta. L'assemblaggio avviene infatti su un unico impianto robotizzato, acquistato nel 2014 per 1.118.000 € (con una vita utile prevista 8 anni). Per quanto riguarda il 2019, la capacità produttiva prevista è pari a 26.040 h. Il tempo di lavorazione richiesto per la fase di assemblaggio è pari a 2,5 h/pz per A12, 3,5 h/pz per B33 e 2 h/pz per C31.

Packaging

Al contrario, la fase di packaging è effettuata manualmente da alcuni operai¹, che lavorano in questa fase mettendo a disposizione un numero complessivo di ore all'anno pari a 20.000. Il costo orario di tali operai (calcolato su tale monte-ore) è di 30 €/h. Il tempo di lavorazione richiesto per ogni sottoassieme, indipendentemente dalla tipologia, è di 1,5 h/pz. I materiali utilizzati per il packaging comportano costi pari a 6€/pz per i sottoassiemi A12 e B33, mentre per il sottoassieme C31 il costo di tali materiali è pari a 8€/pz.

Controllo qualità

La fase di controllo qualità è altamente automatizzata, e non prevede neanche (come l'assemblaggio) manodopera diretta. L'impianto per il controllo qualità è stato acquistato nel 2015 per un importo pari a 513.800 € e ha una vita utile prevista di 6 anni. Il tempo macchina richiesto per ogni sottoassieme, indipendentemente dalla tipologia, è di 1 h/pz. Per il 2019 non si prevedono problemi di capacità produttiva per questa fase di lavorazione.

Dalla relazione dell'Ing. Bianchi, si prevedono inoltre per il 2019 costi per l'energia legati al funzionamento degli impianti per l'assemblaggio e il controllo qualità pari a 5 €/pz per A12 e B33 e pari a 6 €/pz per C31. Si prevedono altresì costi per il personale indiretto di produzione pari a 410.200 € e costi di riscaldamento e manutenzione per strutture produttive per 15.000 €.

A valle di un confronto con il responsabile del magazzino, l'Ing. Marcucci ottiene infine i valori relativi al livello di scorte iniziali e finali previste per il 2019 (si faccia riferimento alla Tabella 3). Per problemi di ottimizzazione del magazzino, la politica delle scorte non è assolutamente modificabile (le scorte sono valorizzate con logica FIFO).

¹ TUTTI I DIPENDENTI ASSUNTI HANNO UN CONTRATTO A TEMPO INDETERMINATO E NON SARANNO FACILMENTE LICENZIABILI NEL BREVE PERIODO.

Tabella 3 – Scorte di prodotti finiti e componenti per il 2019

	Scorte iniziali		Scorte finali
	Quantità	Valore	Quantità
Sottoassieme A12	210 pz	126.210 €	100 pz
Sottoassieme B33	198 pz	128.700 €	150 pz
Sottoassieme C31	87 pz	61.074 €	100 pz
Componente 1	200 u	10.200 €	200 u
Componente 2	323 u	18.734 €	200 u
Componente 3	107 u	6.955 €	200 u

L'Ing. Marcucci ha infine stimato per il 2019 i seguenti costi:

- 850.000 € per spese pubblicitarie;
- 145.000 € per spese di rappresentanza;
- 250.000 € per costi generali ed amministrativi.

Si noti che, a causa dell'elevato livello di indebitamento, la System S.r.l. si trova in una situazione economico-finanziaria particolarmente difficile e con ogni probabilità non sarà in grado di espandere la capacità produttiva per il 2019.

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

QUESITO 1. Si rediga il budget delle vendite, della produzione, dei costi di produzione, degli approvvigionamenti e dei costi di periodo per 2019. Nel rispondere al quesito, si tenga conto della fattibilità del piano di produzione e si proceda alle opportune variazioni, qualora necessarie.

QUESITO 2. Sulla base della risposta al Quesito 1, si determini il Conto Economico previsionale della System S.r.l. (fin dove possibile), evidenziando in particolar modo il Margine Lordo Industriale e il Margine Operativo Netto.

QUESITO 3. Si determini la quantità di break-even sulla base del mix riportato nel budget delle vendite.

Una volta ricevuto il budget dall'Ing. Marcucci, il responsabile dell'ufficio pianificazione e controllo, l'Ing. Gatti, decide di valutare l'opportunità di espandere la capacità produttiva dell'impresa. L'Ing. Gatti è consapevole che l'elevato livello di indebitamento dell'azienda rende difficile l'accesso al credito per finanziare l'investimento, ma è altresì convinto che acquistando un nuovo macchinario per le operazioni di assemblaggio e assumendo 3 nuovi operai da inserire nel reparto di packaging, la System S.r.l. avrebbe la capacità produttiva adeguata per far fronte alla domanda futura, che si prevede in crescita negli anni a venire a parità di sforzo di marketing e politiche di prezzo (si vedano le Tabelle 4 e 5). Il nuovo macchinario verrebbe acquistato a fine 2018 per un importo pari a 1.200.000 € e avrebbe una vita utile prevista di 5 anni, mentre l'impianto esistente potrebbe essere venduto per 250.000 €.

Tabella 4 – Previsioni di vendita per il periodo 2020 – 2023 – scenario ottimistico

Anno	Sottoassieme A12 Quantità (pz)	Sottoassieme B33 Quantità (pz)	Sottoassieme C31 Quantità (pz)
2020	3.400	4.400	5.500
2021	3.400	4.400	5.500
2022	3.500	4.400	5.600
2023	3.500	4.400	5.600

Tabella 5 – Previsioni di vendita per il periodo 2020 – 2023 – scenario pessimistico

Anno	Sottoassieme A12 Quantità (pz)	Sottoassieme B33 Quantità (pz)	Sottoassieme C31 Quantità (pz)
2020	3.200	4.300	5.100
2021	3.200	4.300	5.100
2022	3.200	4.400	5.200
2023	3.200	4.400	5.200

Convinto delle proprie ragioni, L'Ing. Gatti si rivolge in via preliminare a diversi istituti di credito per discutere di un possibile finanziamento. Nel caso cui venisse effettuato l'investimento sarebbe infatti necessario un finanziamento di 800.000€. Considerata la difficile situazione economico-finanziaria della System S.r.l., l'unica proposta di finanziamento pervenuta prevede un tasso di interesse annuo del 6% sul capitale preso a prestito e restituzione del capitale interamente nel 2023. Si tenga conto che la tassazione sugli utili è pari al 32% del risultato al lordo delle imposte e il costo del capitale normalmente utilizzato dalla System S.r.l. per valutare gli investimenti è pari al 10%.

Una volta ricevuta la proposta di finanziamento, L'Ing. Gatti decide di non effettuare l'investimento.

QUESITO 4. Si valuti la decisione dell'Ing. Gatti, attraverso i criteri del Net Present Value, Internal Rate of Return e Tempo di Payback.

Si ipotizzi ora che a consuntivo per il 2019 siano stati rilevati i seguenti dati relativi al solo sottoassieme A12:

- il mercato totale di questo tipo di prodotto è stato di 40.000 pezzi;
- la quota di mercato della System S.r.l. è stata del 7% (le stime di vendita di budget erano fatte ipotizzando una quota di mercato del 6%);
- i valori iniziali e finali delle scorte sono stati pari a quanto previsto;
- il prezzo medio di vendita per il sottoassieme A12 è stato di 730 €/pz.

QUESITO 5. Si analizzino le determinanti degli scostamenti di ricavo per il sottoassieme A12.

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