

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:  
**INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE**  
I SESSIONE 2014- 18 GIUGNO 2014  
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

**II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**SEZIONE A**

**PROVA SCRITTA**  
*(PROVA DI SETTORE)*

**TEMA N. 1**

La parte meno conosciuta del nostro pianeta è senza dubbio costituita dalle profondità marine. Sotto il mare sono molto probabilmente celate molte risposte circa il passato, il presente e il futuro della terra. E' forse questo il motivo che spinge molti amanti del mare ad effettuare immersioni di gruppo entro i 50 metri di profondità finalizzate alla osservazione dei fondali, alla sperimentazione di nuove attrezzature e alla ricerca di relitti affondati in epoche passate.

Supponendo che il gruppo in immersione abbia come riferimento prossimale una barca appoggio di stazza adeguata ed equipaggiabile opportunamente, al Candidato viene richiesto di sviluppare e commentare i seguenti aspetti:

- sensoristica necessaria alla misura della profondità, della temperatura dell'acqua, del consumo di ossigeno, del battito cardiaco e della temperatura corporea;
- sistema di termoregolazione automatica presente a livello sperimentale nelle mute indossate dai subacquei;
- comunicazioni fra i partecipanti in immersione e verso la barca appoggio, trasmissione alla barca appoggio dei segnali di allerta relativi ai valori funzionali dei subacquei;
- allestimento di un pronto soccorso e relativa strumentazione per la valutazione funzionale e il soccorso di subacquei in difficoltà per insufficiente desaturazione da azoto (embolia);
- architettura a livello di task del software residente sulla attrezzatura di ogni subacqueo;
- principali voci di costo legate all'organizzazione ed allo svolgimento dell'intera operazione.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:  
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE  
I SESSIONE 2014- 18 GIUGNO 2014  
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

**II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**SEZIONE A**

**PROVA SCRITTA  
(PROVA DI SETTORE)**

**TEMA N. 2**

Si supponga di sviluppare il progetto di un'automobile dotata di un ampio numero di funzioni automatiche, le più significative delle quali siano: frenata di emergenza, controllo della stabilità del veicolo, riconoscimento dei segnali stradali e conseguente adeguamento della marcia, accensione e spegnimento automatico luci e tergicristalli, verifica di eventuale malore o di ridotta attenzione del guidatore, self-parking, segnalazione di allerta verso una centrale operativa relativamente allo stato funzionale dei sistemi installati per il soddisfacimento di quanto sopra elencato.

Al fine di raggiungere tali obiettivi, si commentino criticamente i seguenti punti:

- sensoristica necessaria alla realizzazione delle funzioni automatiche di guida e di servizio sopra citate (tipologia dei sensori, loro numero, principi di trasduzione, ecc.);
- sensoristica necessaria alla rilevazione di eventuali malori pericolosi e/o di scarsa attenzione alla guida da parte del guidatore;
- problematiche legate alla standardizzazione ed alla realizzazione di uno stack protocollare per la comunicazione dei dati sopra citati verso la centrale operativa;
- problematiche legate alla supervisione ed al controllo della corretta funzionalità dei sistemi installati e alla gestione dei guasti;
- problematiche legate alla trasmissione di segnali di allerta e di servizio e inerenti lo stato del guidatore e del veicolo;
- principali fattori che generano un vantaggio competitivo per le case automobilistiche che si dotassero di tali sistemi.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:  
**INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE**  
I SESSIONE 2014- 18 GIUGNO 2014  
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

**II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**SEZIONE A**

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

**TEMA N. 1**

Il Candidato descriva il metodo di interfacciamento tra microprocessore e periferiche con particolare riferimento ai seguenti aspetti:

- Struttura dell'interfaccia di una semplice periferica generica
- Architettura hardware di un sistema con interrupt in daisy-chain
- Architettura software della porzione di sistema operativo destinata alla gestione ed alla virtualizzazione delle periferiche



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:  
**INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE**  
I SESSIONE 2014- 18 GIUGNO 2014  
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

**II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**SEZIONE A**

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

**TEMA N. 2**

Si consideri una protesi totale di mano per amputati fra polso e gomito. Tralasciando in questo contesto gli aspetti progettuali di tipo puramente meccanico, si tenga presente quanto segue:

1. la protesi è di tipo attivo, in grado cioè di effettuare attivamente movimenti e prese, e presenta un vaso che consente il suo ancoraggio al moncone dell'avambraccio;
2. l'intera protesi è in grado di ruotare sia attorno all'asse che congiunge polso e gomito e sia attorno a un'asse ad esso perpendicolare;
3. la parte caudale della protesi è dotata di tre dita, dedicate alla prensione, ciascuna delle quali presenta due articolazioni ad asse singolo di rotazione;
4. la prensione di un oggetto avviene con forze opportunamente modulabili a livello volontario e adeguatamente controllate.

Ciò premesso, il Candidato illustri possibili soluzioni relative ai sistemi di generazione e controllo dei movimenti della protesi (movimenti di cui ai precedenti punto 2 e punto 3) e di generazione e controllo delle forze di prensione (come da precedente punto 4). Si ricordi che movimenti e forze devono essere conseguenti a comandi volontari. Il Candidato puntualizzi poi gli aspetti principali della componentistica "non meccanica" della protesi: attuatori, sensori, alimentazione; di tali componenti tracci infine un possibile layout.



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:  
**INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE**  
I SESSIONE 2014- 18 GIUGNO 2014  
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

**II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**SEZIONE A**

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

**TEMA N. 3**

Il Candidato illustri le principali tecniche per l'analisi e il controllo di sistemi dinamici non lineari. Il Candidato faccia anche riferimento a casi specifici per illustrare i concetti esposti.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:  
**INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE**  
I SESSIONE 2014- 18 GIUGNO 2014  
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

**II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**SEZIONE A**

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

**TEMA N. 4**

Si consideri la diffusione satellitare di un segnale televisivo.

Il Candidato svolga i quesiti indicati nel seguito tenendo presente che:

- La chiarezza espositiva e l'ordine contribuiscono alla valutazione in modo significativo.
- Valutazioni e risposte fuori tema contribuiscono alla valutazione in modo negativo.
- Si richiede di identificare in modo chiaro le risposte ai vari quesiti.

**Quesiti**

1. Descrivere e brevemente la catena di trasformazione del segnale televisivo prima della sua diffusione dalle stazioni di terra, ovvero dalla telecamera alla trasmissione uplink verso il satellite.
2. Illustrare i principi della codificazione dei segnali video e audio. Fare un esempio di formato esistente in questo settore, quantificando la sua efficacia in termini di compressione del segnale digitale.
3. Discutere e gli elementi che determinano l'area terrestre di copertura del satellite.
4. Illustrare i fenomeni fisici che possono pregiudicare la qualità della ricezione del segnale dal satellite (tratta downlink).

I parametri e le ipotesi che non sono presenti espressamente nel testo possono essere fissati dal candidato con relativa giustificazione.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:  
**INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE**  
I SESSIONE 2014- 18 GIUGNO 2014  
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

**II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**SEZIONE A**

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

**TEMA N. 5**

Il candidato descriva i principali tipi di memoria utilizzati nei dispositivi elettronici portatili, distinguendo in particolare tra memorie di tipo volatile e di tipo non volatile, illustrando con opportuni esempi entrambe le tipologie.

Il candidato inoltre descriva:

- l'architettura delle memorie RAM statiche e dinamiche, le differenze tra le due architetture evidenziandone i principali vantaggi e svantaggi ed indicando le principali aree di utilizzo;
- le principali tecnologie utilizzate al fine di velocizzare le operazioni di lettura e scrittura.
- un modello per la valutazione del consumo di potenza (delle sole celle) per una operazione di scrittura nelle due tipologie di memoria



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:  
**INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE**  
I SESSIONE 2014- 18 GIUGNO 2014  
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

**II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**SEZIONE A**

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

**TEMA N. 6**

Una agenzia per il lavoro che opera nella somministrazione di lavoro a tempo determinato con 29 filiali sul territorio lombardo ha recentemente introdotto un nuovo modello di Front Office.

L'agenzia dispone già di un database centralizzato attraverso il quale viene gestito il processo di somministrazione lavoro, inclusi gli adempimenti previdenziali e assicurativi se dovuti. Il database centralizzato, e condiviso tra le diverse filiali, riporta tuttavia solo i dati dei candidati che effettivamente vengono selezionati per la somministrazione lavoro, mentre il processo di selezione dei candidati avviene a livello di singola filiale e con grande autonomia da parte del personale di recruiting (in media 3 persone per filiale assunte con contratti a tempo indeterminato) che processano circa 15 nuovi candidati al giorno. Ogni giorno sono mediamente aperte 5 nuove ricerche di personale a tempo determinato che richiedono la valutazione di nuovi candidati. Come conseguenza, solo un terzo in media dei candidati viene effettivamente "impiegato" e quindi inserito nel database per poter essere eventualmente ricontattato nel futuro. Mentre dei due terzi spesso si perde traccia, rivolgendosi spesso i candidati esclusi ad altre agenzie per il lavoro.

Il nuovo modello di Front Office è un semplice foglio Excel condiviso a livello di singola filiale (e quindi tra il personale di recruiting) con l'obiettivo di raccogliere le informazioni anagrafiche e di curriculum di base del candidato oltre ad un giudizio sintetico di idoneità. Ogni candidato costituisce una riga del foglio di lavoro e tutte le sue informazioni possono essere filtrate alla bisogna. In questo modo è possibile avere sottomano i dati anche dei candidati che non vengono effettivamente selezionati per un certo impiego e che possono facilitare le ricerche successive. Uno degli aspetti più interessanti riguarda la possibilità per i candidati (attraverso una postazione PC accessibile in filiale) di compilare la propria riga di informazioni anche in assenza del personale di recruiting (che è presente mediamente solo per 6 delle 8 ore di apertura della filiale) e conseguentemente di essere pre-selezionato anche da remoto per partecipare o meno ad un colloquio di selezione.

Rimane tuttavia l'obbligo per il personale di recruiting di fare un colloquio con ogni candidato che si presenti in filiale.

A un anno dalla introduzione del nuovo modello di Front Office il personale di recruiting non è per nulla soddisfatto e più volte ha tentato di abbandonare la compilazione del foglio Excel. In particolare, il personale lamenta un incremento del tempo necessario

per elaborare le informazioni visto che nella maggior parte dei casi i candidati ricontattati hanno nel frattempo trovato lavoro altrove o hanno modificato le loro caratteristiche (ad esempio riguardo la residenza o il numero di telefono a cui essere contattati) e questo comporta l'effettuazione di numerosi tentativi di richiamo a vuoto. Anche la compilazione da parte dei candidati delle informazioni risulta spesso inaccurata e aggrava il problema di cui sopra, in particolare nel caso in cui il colloquio non venga effettuato immediatamente dopo l'inserimento bensì dopo qualche tempo (ovvero sono nel caso in cui si renda disponibile una posizione coerente con il profilo).

Il responsabile dell'agenzia per il lavoro è quindi tentato di abbandonare il sistema, ma prima ritiene sia utile riflettere su alcuni punti:

1. ci possono essere fattori legati alla inerzia organizzativa che spiegano questa reazione da parte del personale di *recruiting*?
2. come potrebbe essere impostato (variabili di misura e modello di calcolo) un sistema di analisi costi-benefici (anche intangibili) che riesca a valorizzare l'impatto dell'introduzione del sistema di Front Office?
3. quali modifiche del flusso di lavoro-deleghe organizzative possono essere implementate per rendere più efficace l'impiego del sistema di Front Office?

Il Candidato, ponendosi nella prospettiva del consulente del responsabile dell'agenzia per il lavoro, proponga la sua risposta a questi punti, facendo ove necessario le opportune ipotesi.



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:  
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE  
I SESSIONE 2014 - 11 SETTEMBRE 2014  
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 1

Si vuole realizzare in linguaggio C++ una classe generica in grado di fornire la funzione di "undo" sulle operazioni di assegnamento su variabili numeriche di uno dei tipi di base del linguaggio C++. Tale classe deve mantenere una storia dei valori assunti da una variabile e deve rendere possibile "ritornare" ad un valore precedente.

**Punto 1.**

Si implementi la classe `Memento` in modo che possa essere utilizzata come mostrato nel frammento di codice seguente.

```
int main()
{
    Memento<int> x(5);
    cout << x << endl;           // Prints 5

    x = 10;      cout << x << endl;   // Prints 10
    x++;        cout << x << endl;   // Prints 11
    x.undo();   cout << x << endl;   // Prints 10
    x.undo();   cout << x << endl;   // Prints 5
    x = 33;     cout << x << endl;   // Prints 33
    x = 22;     cout << x << endl;   // Prints 22
    x.clear();

    (x++)++;    cout << x << endl;   // Prints 24
    x.undo();   cout << x << endl;   // Prints 23
    x.undo();   cout << x << endl;   // Prints 22
    x.undo();   cout << x << endl;   // Prints warning, then 22
}
```

Si tenga presente che la classe deve fornire i seguenti metodi:

- `undo()`      Riporta la variabile al valore precedente
- `clear()`      Annulla l'intera storia della variabile
- `values()`      Restituisce una lista di tutti i valori nella storia della variabile



nonché i metodi strettamente indispensabili alla sua implementazione e gli opportuni overload dei seguenti operatori:

- Inizializzazione
- Copia
- Assegnamento da variabili e valori del tipo base
- Assegnamento da variabili di tipo `Memento`
- Operatori di autoinremento prefisso e postfisso
- Operatore di typecasting che restituisce il valore dell'oggetto base

Si tenga presente che, nel caso di copia da una variabile di tipo `Memento`, la nuova variabile non deve "ereditare" la storia della variabile sorgente. Nell'implementare la classe `Memento` si ipotizzi che nessun controllo sia effettuato sul tipo base, lasciando la responsabilità all'utente di utilizzare la classe in modo adeguato.

### Punto 2.

Un'evoluzione rispetto alla specifica precedente prevede un meccanismo di type checking sui tipi di base utilizzati per costruire specifiche istanze della classe `Memento`. Tale evoluzione si basa sull'uso della funzione `is_pod()` così definita:

```
template<typename> is_numeric()           { return false; }
template<>         is_numeric <char>()    { return true;  }
template<>         is_numeric <int>()     { return true;  }
template<>         is_numeric <float>()   { return true;  }
template<>         is_numeric <double>()  { return true;  }
```

Si svolgano i seguenti punti

- a. Si commenti il codice della funzione `is_numeric()` spiegandone in modo chiaro e dettagliato il funzionamento ed i principi che ne stanno alla base.
- b. Si modifichi l'implementazione della classe `Memento` integrando la funzione `is_numeric()` per il controllo del tipo base.

### Punto 3.

Il meccanismo di type checking proposto al punto precedente soffre della limitazione di entrare in atto solo a run-time. Si proponga una soluzione alternativa che a compile-time verifichi il corretto uso della classe `Memento` e in caso contrario blocchi il processo di compilazione.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:  
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE  
I SESSIONE 2014 - 11 SETTEMBRE 2014  
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

**II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**SEZIONE A**

**PROVA PRATICA**

**TEMA N. 2**

I lab-on-a-chip (LOC) sono dispositivi che integrano funzioni multiple che normalmente si svolgono in un laboratorio di analisi in un singolo chip che va da pochi millimetri a qualche centimetro quadrato di grandezza. I dispositivi Lab-on-a-chip sono un sottogruppo dei dispositivi MEMS (Micro Electro Mechanical Systems). Una interessante applicazione di questi dispositivi e' offerta dalla possibilita' di individuare specifiche sequenze di DNA in un dato campione. Le applicazioni sono molto ampie: in particolare, in ambito biomedico, si possono sviluppare kit di misura in grado di identificare in pochi minuti DNA specifico di agenti patogeni o sequenze di DNA associate a malattie genetiche.

L'analisi del DNA richiede l'implementazione nel singolo chip di due fasi funzionali distinte.

Nella prima il DNA presente nel campione viene moltiplicato tramite l'implementazione della reazione a catena della polimerasi (PCR): aggiungendo al campione, oltre che la opportuna DNA polimerasi, basi marcate con fluorofori e sottoponendo quindi il campione a specifici cicli termici (figura 2) e' possibile replicare le sequenze di DNA utilizzando basi fluorescenti. In questa sezione del dispositivo vengono normalmente inseriti resistori utilizzati per il riscaldamento e sensori di temperatura per monitorare il ciclo termico.

Nella seconda fase il DNA amplificato ottenuto con le basi contenenti il fluoroforo vengono immesse su di una matrice di punti funzionalizzata durante la produzione del chip con i frammenti che si vogliono individuare. Il DNA amplificato si lega quindi solo con le catene identiche, accumulandosi quindi solo negli spazi funzionalizzati con le sequenze di interesse. Illuminando l'area funzionalizzata con una opportuna lunghezza d'onda e inquadrando la stessa con una videocamera sensibile alle lunghezze d'onda emesse dai fluorofori e' possibile identificare la presenza o meno di sequenze di DNA specifiche (Figura 3).



Il candidato:

- 1) Descriva le possibili tipologie di sensori di temperatura utilizzabili per realizzare il LOC indicando, per ogni tecnologia, vantaggi e svantaggi;
- 2) Descriva un possibile algoritmo di controllo in anello chiuso per garantire la corretta esecuzione dei cicli termici, indicando, inoltre, quali sono le specifiche dei parametri fisici più critici per la costruzione delle celle nelle quali avviene la PCR;
- 3) Descriva una possibile architettura del dispositivo di controllo e lettura del LOC, indicando quali funzioni devono essere sviluppate con tecnologia digitale e quali con tecnologia analogica, motivando le scelte fatte. In particolare, si chiede di progettare il circuito di front-end analogico per uno dei sensori di temperatura descritti al punto 1, considerando che a) il blocco di elaborazione del segnale sia costituito da un microcontrollore con convertitore analogico/digitale a 12 bit alimentato a 5V e b) che la frequenza di campionamento sia compatibile con la forma del segnale in figura 2.
- 4) Descriva un possibile algoritmo di elaborazione delle immagini per identificare la risposta del dispositivo. In particolare, si indichi quali trattamenti delle immagini potrebbero essere necessari nelle fasi di filtraggio e misura degli spot attivi e si identifichino le risoluzioni minime del sensore da utilizzare.
- 5) Essendo un dispositivo biomedico, si suggeriscano sistemi per garantire il corretto funzionamento del sistema in grado di escludere automaticamente misure nelle quali: a) il ciclo termico non ha soddisfatto le specifiche di temperatura e tempo; b) il processo di funzionalizzazione non abbia funzionato correttamente (es. dispositivo non funzionalizzato); c) il campione biologico di origine umana non sia stato correttamente introdotto nel dispositivo.

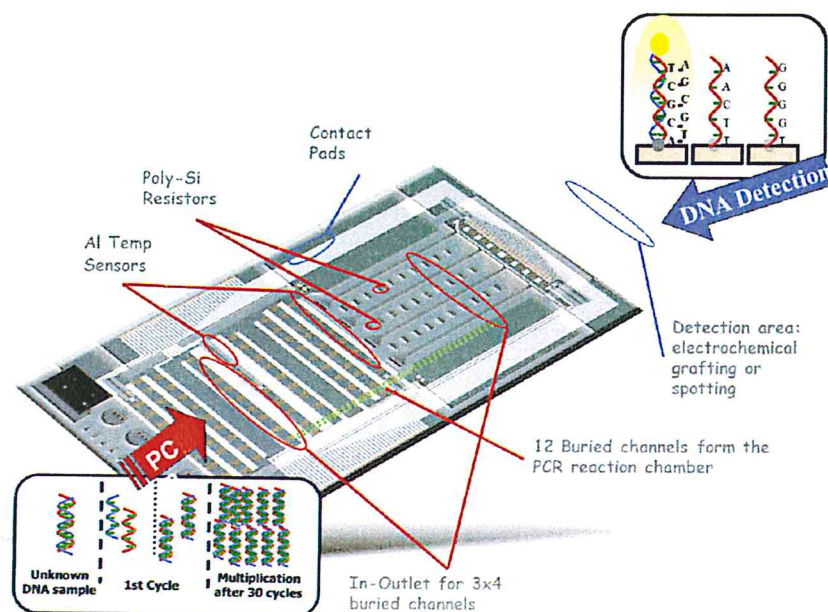
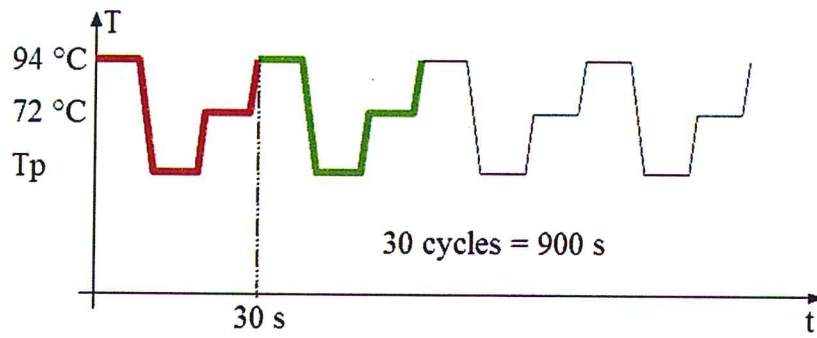


Figura 1: Esempio di struttura di un LOC per l'implementazione di PCR e detection di specifiche sequenze di DNA da campione biologico.





**Figura 2:** Ciclo termico da imporre al campione per ottenere la corretta esecuzione della PCR.



**Figura 3:** Esempio di tre diverse immagini risultanti da una matrice di 4x4 aree funzionalizzate nel caso di risposta assente (sinistra), risposta positiva su tutte le aree (centro) e in caso di risposta positiva solo per alcune sequenze.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:  
**INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE**  
I SESSIONE 2014 - 11 SETTEMBRE 2014  
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

**II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**SEZIONE A**

**PROVA PRATICA**

**TEMA N. 3**

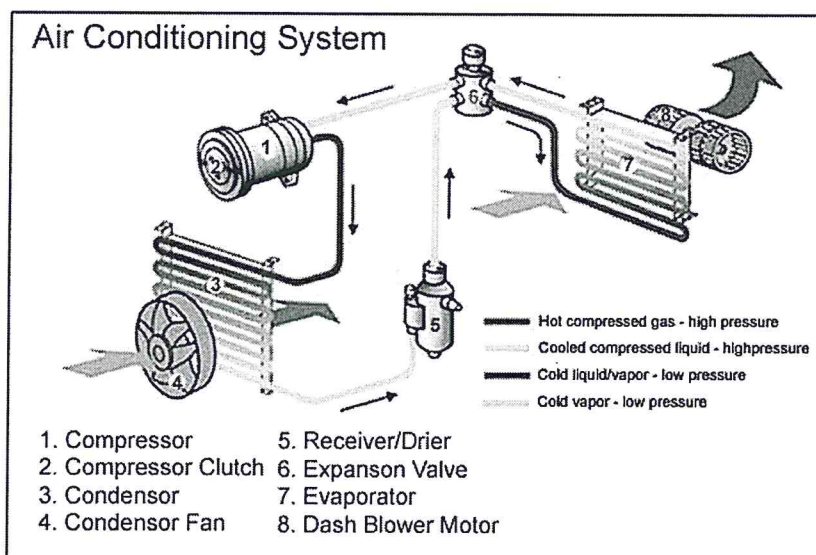
Si consideri una azienda operante nel settore della distribuzione locale di prodotti alimentari surgelati, dotata di una flotta di autocarri leggeri in grado di svolgere il servizio di consegna diretta ai punti vendita al dettaglio, entro le 24 ore dall'ordine. In questa attività, il trasporto e la distribuzione dei prodotti, come peraltro il loro mantenimento e stoccaggio, risultano regolamentati da rigorose normative di riferimento, volte a garantirne la qualità originaria.

Si ipotizzi pertanto che su ciascun autocarro della flotta sia installata una struttura furgonata costituita da una cella frigorifera isolata termicamente e dotata di un proprio impianto di refrigerazione.

Nel contesto di quanto descritto, si definisca un sistema di controllo in grado di mantenere, all'interno delle celle frigorifere installate sugli autocarri, la temperatura del carico stivato ad un valore di  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , come richiesto dalle normative per il trasporto di prodotti surgelati.



Un possibile schema dell'impianto di refrigerazione e' riportato nella figura seguente





In merito si adottino le seguenti simbologie:

- $M_f$  peso a vuoto della cella frigorifera installata sull'autocarro
- $M_p$  carico utile di prodotto surgelato, trasportato nella cella frigorifera
- $\gamma$  capacità termica specifica del prodotto surgelato
- $\mu$  capacità termica specifica della cella frigorifera
- $c_f$  coefficiente di scambio termico convettivo della cella verso l'ambiente esterno
- $c_s$  coefficiente di scambio termico convettivo del prodotto surgelato nella cella
- $t_Q$  costante di tempo del refrigeratore
- $Q$  potenza termica del refrigeratore
- $T_f$  temperatura interna alla cella frigorifera installata sull'autocarro
- $T_p$  temperatura del prodotto stivato nella cella frigorifera
- $T_a$  temperatura esterna dell'ambiente circostante

$T_f$  è la variabile misurata da controllare; la si supponga uniformemente distribuita all'interno della cella frigorifera, comprensiva della struttura di isolamento termico.

Premesso quanto descritto, il Candidato svolga i seguenti punti:

1. Supponendo che le temperature coinvolte siano uniformemente distribuite e assumendo, per le variabili descritte, i seguenti valori di riferimento,

$$\begin{aligned}M_f &= 800 \text{ kg} \\M_p &= 1200 \text{ kg} \\ \gamma &= 2500 \text{ J / kg } ^\circ\text{C} \\ \mu &= 500 \text{ J / kg } ^\circ\text{C} \\ c_f &= 50 \text{ W / } ^\circ\text{C} \\ c_s &= 500 \text{ W / } ^\circ\text{C} \\ t_Q &= 15 \text{ s}\end{aligned}$$

definisca il comportamento termico del sistema e ne identifichi il modello, attraverso le equazioni di conservazione dell'energia per la cella frigorifera e per il prodotto trasportato.

2. Sulla base del modello individuato al punto 1, definisca le specifiche di un regolatore della temperatura  $T_f$ , interna alla cella frigorifera utilizzando come:
  - variabile di controllo la potenza dell'impianto di refrigerazione  $Q$
  - valore iniziale della temperatura  $T_p$  del prodotto stivato nella cella frigorifera  $T_{p0} = -18 \text{ } ^\circ\text{C}$
  - valore della temperatura esterna ambiente  $T_a = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$ .
3. Progetti un controllore adeguato al sistema di controllo della temperatura  $T_f$ , conformemente alle specifiche definite al precedente punto 2
4. considerando la temperatura esterna dell'ambiente  $T_a$ , come una variabile di disturbo per il sistema di controllo, nell'intervallo  $-5 \text{ } ^\circ\text{C} < T_a < +40 \text{ } ^\circ\text{C}$ , analizzi e riconsideri le specifiche del regolatore precedentemente definito sulla base dell'andamento della temperatura esterna.



5. discut a la robustezza del controllore definito al precedente punto 3 e ove necessario, ne ottimizzi il progetto per adeguarlo al variare:

- della temperatura esterna dell'ambiente ( $-5\text{ }^{\circ}\text{C} < T_a < +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- del coefficiente di scambio termico convettivo  $c_f$ , che risulta condizionato dalla velocità dell'autocarro
- della quantità di prodotto caricato ( $10\text{ Kg} < M_p < 1200\text{ Kg}$ )

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:  
**INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE**  
I SESSIONE 2014 - 11 SETTEMBRE 2014  
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

**II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**SEZIONE A**

**PROVA PRATICA**

**TEMA N. 4**

Un sistema di comunicazione per la trasmissione a divisione di tempo di 500 segnali telefonici occupa una banda pari a 2 MHz intorno a una portante a 11 GHz. Ogni segnale telefonico è campionato e codificato in modo efficiente a 14 kbit/s e presenta una potenza del rumore di quantizzazione pari a quella di una codifica a 64 kbit/s senza compressione.

Il Candidato svolga i quesiti indicati nel seguito tenendo presente che:

- La chiarezza espositiva e l'ordine contribuiscono alla valutazione in modo significativo.
- Valutazioni e risposte fuori tema contribuiscono alla valutazione in modo negativo.
- Si richiede di identificare in modo chiaro le risposte ai vari quesiti.

**Quesiti**

1. Calcolare la minima costellazione M-QAM e il roll-off necessari per la trasmissione.
2. Calcolare il rapporto segnale rumore al ricevitore tale da garantire che, sul segnale ricostruito a valle del collegamento, la degradazione introdotta dalla trasmissione sia comparabile alla degradazione della quantizzazione.
3. Disegnare lo schema del ricevitore tenendo presente che (i) la conversione di frequenza è effettuata in 2 stadi con frequenza intermedia pari a 125 MHz, (ii) la parte in banda base è realizzata in formato digitale.
4. Proporre una struttura adatta all'implementazione digitale del filtro in banda base.

Parametri, valori, ed ipotesi che non sono presenti espressamente nel testo possono essere indicati e argomentati dal candidato.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:  
**INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE**  
I SESSIONE 2014 - 11 SETTEMBRE 2014  
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

**II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**SEZIONE A**

**PROVA PRATICA**

**TEMA N. 5**

Si consideri un condizionatore d'aria per uso domestico da destinare all'installazione all'interno di una stanza avente superficie  $S = 20 \text{ m}^2$  e altezza  $h = 2.7 \text{ m}$ .

Tale sistema è costituito da:

- Un'unità esterna, che ospita il motore del condizionatore e la ventola radiale
- Un'unità interna (lo *split*), che provvede a mettere in circolo l'aria, distribuendola nei locali
- Una feritoia nello split, la cui apertura è determinata dal movimento di un'aletta per la direzione dell'aria da erogare
- Un telecomando dotato di tastierino in grado di comunicare con l'unità di elaborazione centrale per la definizione delle modalità di erogazione dell'aria (temperatura, velocità della ventola, timer)
- Sensoristica per rilevare la temperatura dell'aria erogata

A partire dalle precedenti ipotesi:

1. Trascurando le condizioni di isolamento termico, calcolare la potenza necessaria a raffreddare la stanza, espressa in BTU/h (suggerimento:  $1 \text{ kW} = 3412 \text{ BTU/h}$ ), considerando un coefficiente di raffreddamento  $K = 25 \text{ W/m}^3$ .
2. Scegliere, motivando opportunamente la risposta, l'unità di elaborazione che gestisce l'intero sistema. Disegnare uno schema a blocchi dettagliato della struttura hardware, evidenziando i sottosistemi e le loro inter-connessioni. Commentare e motivare le scelte effettuate.
3. Elencare dei possibili motori (attuatori) per la rotazione dell'aletta orizzontale della feritoia e della ventola radiale dell'unità esterna. Scegliere, motivando opportunamente la risposta, la soluzione che si ritiene più opportuna secondo i criteri di affidabilità, sicurezza, durata e/o costo. Progettare lo stadio di pilotaggio del motore per l'oscillazione dell'aletta orizzontale della feritoia di erogazione dell'aria.

4. Descrivere le diverse modalità per rilevare e controllare la temperatura dell'aria erogata, proponendo soluzioni che impieghino diversi tipi di sensori e attuatori. Scegliere, motivando opportunamente la risposta, la soluzione che si ritiene più opportuna secondo i criteri di affidabilità, sicurezza, durata e/o costo. Si realizzi uno schematico del circuito di lettura delle grandezze fisiche da parte dell'unità di elaborazione scelta, dimensionando opportunamente i componenti. Progettare il sistema di controllo per la stabilizzazione della temperatura dell'aria, commentando le scelte effettuate.
5. All'interno del condizionatore è installato un modulo di alimentazione in grado di 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.
6. Realizzare un diagramma a blocchi, o una rappresentazione della macchina a stati (*da scegliere in base all'unità di elaborazione scelta nei punti precedenti*) che descriva i passi da seguire per erogare l'aria a seconda delle scelte fatte dall'utente, evidenziando i controlli e le operazioni precedenti e successivi alla fase di erogazione (es. durata dell'erogazione, chiusura della feritoia e conseguente spegnimento del climatizzatore)



**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:  
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE  
I SESSIONE 2014 - 11 SETTEMBRE 2014  
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

**II COMMISSIONE - SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**SEZIONE A**

**PROVA PRATICA**

**TEMA N. 6**

La BIOCREA S.p.A. produce e commercializza prodotti farmaceutici. All'inizio di febbraio del 2014, in seguito al continuo e apparentemente inarrestabile sviluppo delle biotecnologie, il presidente della BIOCREA, Dott. Quadri, anche a causa alle pressioni dell'azionista di maggioranza (che ha di fronte il lavoro di proiezione sui risultati della BIOCREA, si veda la Tabella 1), si è finalmente deciso a prendere in considerazione un'idea che un gruppo di suoi ricercatori gli aveva già sottoposto alla fine del 2012 e che fino a quel momento aveva accantonato.

Anno	2015	2016	2017	2018	2019
Ricavi (000 €)	10.000	7.000	7.000	5.000	4.000
Margine operativo (000 €)	3.000	1.000	1.000	500	300
Reddito lordo imponibile (000 €)	1.500	-200	-200	-500	-700

**Tabella 1 - Andamento atteso di Ricavi, Margine Operativo e Reddito imponibile dell'impresa (dati in migliaia di euro)**

L'idea riguarda lo sviluppo di un farmaco (Cardibon) per la cura dell'ipertensione e basato su un principio attivo di origine biotecnologica. Il nuovo farmaco, secondo quanto ipotizzato da una ricerca di mercato svolta nel 2013 (e per cui 30.000 € sono ancora da saldare nel 2014), avrebbe elevate potenzialità: a partire dal 2015 e sino al 2019 la domanda di mercato si attesterebbe, con un prezzo di vendita di circa 150 € a confezione, a 12.000 confezioni, per metà destinate al mercato delle aziende ospedaliere e per metà alle farmacie per la vendita, sempre dietro prescrizione medica, diretta al paziente.

In realtà, già nell'ottobre del 2013, il Dott. Quadri aveva approvato l'acquisto di un dispositivo di high throughput screening (per un valore di 500.000 €, da ammortizzare a quote costanti in 4 anni a partire dal 2013) per accrescere la dotazione del laboratorio di ricerca della BIOCREA in vista di un possibile sviluppo di prodotti biotecnologici. Il dispositivo, che sarebbe dovuto entrare in funzione nel marzo del 2014 (e per il quale, il 1 marzo 2014, la BIOCREA avrebbe dovuto versare in un'unica soluzione al fornitore HTS il prezzo pattuito) è tuttavia non adatto allo sviluppo del Cardibon. Costretto a correre rapidamente ai ripari, il Dott. Quadri, consultatosi con i suoi ricercatori, decide di rinegoziare il contratto con la HTS.

A fronte del pagamento di una penale di 50.000 €, la HTS è disposta a sostituire il dispositivo originariamente ordinato dalla BIOCREA con uno, molto più potente e costoso, del valore di 1,5 milioni di € (da pagare anch'esso in un'unica soluzione il 1 marzo 2014 e ammortizzabile in 5 anni a quote costanti a partire dal 2014). La BIOCREA, che aveva inizialmente pensato di finanziare l'acquisto del dispositivo da 500.000 € interamente mediante capitale proprio, si vede



costretta a rivedere anche il piano di copertura finanziaria: l'autofinanziamento (comprensivo della parte inizialmente dedicata all'acquisto del primo dispositivo) può al massimo raggiungere i 700.000 €, mentre per i restanti 800.000 € è possibile accendere il 1 marzo 2014 un debito della durata di 4 anni (con scadenza al 1 marzo 2018) e per il quale si pagano, secondo competenza, oneri finanziari pari al 6% annuo. Nel gennaio 2020, una volta terminata la produzione, la HTS si è offerta di ritirare il dispositivo ad un prezzo di 50.000 €<sup>1</sup>.

L'attività di ricerca relativa al prodotto Cardibon ed il relativo brevetto che è già costato alla BIOCREA 3 milioni di € (principalmente costo del personale), nel caso in cui si decida di scommettere sullo sviluppo del nuovo prodotto, potrebbe concludersi entro il 2014, ma ciò richiederebbe che tutti i 10 ricercatori della BIOCREA (pagati 4.000 € al mese) vi si dedichino da marzo a dicembre completamente. I restanti progetti andrebbero quindi per la metà momentaneamente sospesi (senza comportare effetti sensibili sui risultati economici attesi) e per l'altra metà affidati a laboratori esterni (per un esborso complessivo nel 2014 di 300.000 €). Un volta conclusa con successo l'attività di ricerca, il Cardibon potrebbe entrare in produzione a partire dal gennaio 2015. Gli impianti produttivi della BIOCREA (acquistati nel 2008 per 12 milioni di € ed ammortizzabili a quote costanti in 8 anni a partire dallo stesso anno), con estrema soddisfazione del Dott. Quadri, si rivelano idonei alla produzione del nuovo prodotto. Anzi, l'introduzione del Cardibon permetterebbe di saturare la capacità produttiva e di sfruttare quindi, finalmente a pieno, i benefici dell'impianto di co-generazione installato presso la BIOCREA. In questo modo, su tutte le 100.000 confezioni anno prodotte (comprese quelle di Cardibon), sarebbe possibile ottenere un risparmio energetico pari a 1 € a confezione.

Le materie prime necessarie per la produzione di una confezione di Cardibon hanno un costo di 30 € (25 € per gli eccipienti e 5 € per il package) ed il costo dell'energia (comprensivo del risparmio energetico) è pari a 5 €. Il tempo uomo necessario per la produzione è pari a 1,2 ore di lavoro diretto, decisamente superiore rispetto a quello dedicato agli altri prodotti, a causa della estrema delicatezza con la quale debbono essere verificati i parametri produttivi.

Ciascuno dei 20 operai specializzati già presente nella BIOCREA (che lavora 8 ore al giorno per 200 giorni all'anno e che costano ciascuno 60.000 € all'anno) potrebbe dedicare alla produzione di Cardibon 540 ore all'anno. Se per la produzione di Cardibon fosse necessario un numero di ore maggiore la BIOCREA sarebbe costretta ad assumere nuovi operai specializzati, da dedicare esclusivamente al nuovo prodotto, (equiparabili a quelli già presenti nell'impresa sia in termini di orario di lavoro che in termini di costo), ma, data la delicatezza delle operazioni da svolgere, non potrebbe utilizzare manodopera a cottimo. Al termine della produzione di Cardibon, gli eventuali nuovi operai potrebbero essere re-impiegati in altre società del gruppo Bio (di cui la BIOCREA fa parte) presso le quali esiste sempre domanda di manodopera.

Il lancio sul mercato del Cardibon, infine, richiederebbe, nel gennaio 2015, un investimento pubblicitario del valore di 300.000 € (da pagarsi pronta cassa, interamente finanziato con capitale proprio e ammortizzato in quote costanti in 3 anni a partire dall'anno 2015). A questo andrebbero aggiunte commissioni pari a 30 € a confezione, per la remunerazione del canale distributivo e della rete di informatori scientifici.

Sapendo che:

- la BIOCREA non mantiene scorte di prodotti finiti e tuttavia deve saturare in ogni anno la domanda;
- le vendite di Cardibon sono uniformemente distribuite durante l'anno;
- le aziende ospedaliere pagano mediamente con 6 mesi di ritardo rispetto all'acquisto, mentre alle farmacie è concessa una dilazione di 2 mesi;

---

<sup>1</sup> Anche nel contratto originario era previsto il ritiro del dispositivo, ma senza alcun pagamento.

- i debiti commerciali della BIOCREA sono pari a 3 mesi e si riferiscono quasi esclusivamente alle materie prime e agli eccipienti;
- il costo opportunità del capitale degli azionisti al netto delle imposte è del 10%;
- l'aliquota fiscale è pari al 40%;

Il Candidato, facendo le ipotesi che ritiene opportune:

1. aiuti il Dott. Quadri a valutare la convenienza economica dell'introduzione di Cardibon assumendo la prospettiva dell'azionista e considerando gli effetti fiscali;
2. calcoli a quale prezzo dovrebbe cedere il brevetto del Cardibon nel marzo 2014 per rendere equivalente la cessione rispetto all'investimento. Si presti qui particolare attenzione alla valutazione del rischio e alla sua valorizzazione economica;
3. calcoli quale dovrebbe essere, *coeteris paribus* il prezzo di vendita del Cardibon per garantire un IRR (Tasso Interno di Rendimento) dell'investimento almeno pari al 13%;
4. valuti come si modifica la soluzione di cui al punto 1 in ognuno dei seguenti casi:
  - i. non sia possibile assumere nuovi operai e quindi la capacità produttiva sia da considerarsi vincolata;
  - ii. la dilazione di pagamento delle aziende ospedaliere sia di 12 mesi;
  - iii. la situazione di redditività dell'impresa sia negli anni 2015-2019 largamente positiva