

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA  
PROFESSIONE DI INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE

SECONDA SESSIONE DELL'ANNO 2012  
PRIMA PROVA SCRITTA

TEMA DI INFORMATICA

Sicurezza informatica: il candidato la definisca in modo esaustivo e la declini in tutti i suoi aspetti. (min 3 facciate, max 4 facciate)



# ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE

## SECONDA SESSIONE DELL'ANNO 2012 PRIMA PROVA SCRITTA

### TEMA DI ELETTRONICA

L'amplificatore operazionale (OA) è un componente fondamentale per la realizzazione di sistemi analogici. Attualmente sono disponibili in commercio centinaia di modelli di OA integrati a disposizione degli ingegneri per i loro progetti. La scelta del modello più adatto ad una determinata applicazione richiede una conoscenza approfondita delle caratteristiche degli OA e del loro impatto sulle prestazioni del sistema. Il candidato, con le modalità richieste in ciascun punto:

1. Illustri brevemente quali sono le caratteristiche fondamentali che deve possedere un OA ideale.
2. Spieghi in che modo è possibile ottenere un comportamento lineare dall'OA ideale.
3. Utilizzando componenti passivi e OA ideali, proponga circuiti che realizzino le funzioni seguenti (riportandone gli schemi elettrici):
  - a. amplificazione non invertente di un segnale di tensione unipolare;
  - b. somma di 2 o più segnali di tensione;
  - c. amplificazione di un segnale di tensione differenziale;
  - d. conversione di un segnale di corrente in un segnale di tensione;
  - e. filtraggio passa-basso del primo ordine.
4. Utilizzando componenti passivi, attivi e OA ideali, descriva il principio di funzionamento di almeno una applicazione non lineare, riportando lo schema elettrico del circuito corrispondente.
5. Illustri le principali limitazioni degli OA reali (se ne presentino almeno due, di cui una statica e l'altra dinamica, discutendo anche come in pratica si possa rendere il circuito complessivo poco sensibile alle limitazioni dell'OA).
6. Descriva la struttura interna, in termini di stadi elementari a transistor, di un OA reale tipico, discutendo brevemente il ruolo di ciascuno stadio e riportando anche uno schema elettrico semplificato complessivo.

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA  
PROFESSIONE DI INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE

SECONDA SESSIONE DELL'ANNO 2012

SECONDA PROVA SCRITTA

TEMA DI BIOINGEGNERIA

Si assuma che si debba progettare un esperimento per lo studio di flussi in risonanza magnetica cardiaca. A tal fine si utilizza una sequenza *phase-contrast*, in modo da ottenere una stima della velocità del sangue.

Tale sequenza si basa sull'osservazione che gli spin in movimento all'interno di un gradiente del campo magnetico acquisiscono uno sfasamento rispetto agli spin stazionari. Nel caso di gradienti lineari, tale sfasamento è proporzionale alla velocità di movimento, mentre la fase residua nel tessuto stazionario può essere compensata con l'applicazione di gradienti aggiuntivi.

Lo sfasamento  $\Delta\varphi$  è misurato in radianti, e il legame tra sfasamento  $\Delta\varphi$  e velocità  $v$  è:

$$\Delta\varphi = \gamma \Delta m \frac{v}{v_{enc}}$$

dove  $v_{enc}$  è la velocità massima misurabile, utilizzata per impostare il gradiente del campo magnetico che codifica la velocità, in modo che ad una velocità di  $\pm v_{enc}$  corrisponda uno shift di fase di  $\pm\pi$ .

Si sa inoltre che la deviazione standard delle misure di velocità è approssimativamente proporzionale a  $v_{enc}$ .

- A) Descrivere brevemente i principi della risonanza magnetica;
- B) Discutere come la scelta di  $v_{enc}$  influisca sulle misure effettuate, ed in particolare cosa succede se la velocità del flusso da misurare ha una velocità superiore a  $v_{enc}$  in una acquisizione con una sequenza *phase-contrast*;
- C) Discutere l'utilità delle tecniche di gating prospettica o retrospettiva per la sincronizzazione del ciclo cardiaco alle misure;

- D) Si supponga che per valutare la rigidità dell' aorta, si acquisiscano delle stime della velocità del flusso ematico in diversi momenti del ciclo cardiaco con la phase-contrast. L'andamento temporale delle misure di velocità può essere modellato con una funzione gamma variata:

$$v(t) = b + t^\alpha e^{-t/\beta}$$

Descrivere come stimare i parametri che caratterizzano l'andamento della velocità  $b, \alpha, \beta$  a partire dal modello e dalle misure.

Calcolare la massima accelerazione del flusso, e la sensitività di tale valore al variare degli errori di stima  $\sigma_b, \sigma_\alpha, \sigma_\beta$  sui parametri.



ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA  
PROFESSIONE DI INGEGNERE

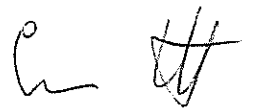
SECONDA SESSIONE DELL'ANNO 2012

SECONDA PROVA

Tema di: Telecomunicazioni

Il candidato

- illustri brevemente le modalità di trasmissione via radio di un segnale audio mediante modulazione analogica e mediante modulazione digitale e confronti i due sistemi;
- con riferimento alla trasmissione di un segnale audio mediante modulazione digitale descriva il progetto del sistema a partire dagli obiettivi (funzione da minimizzare/massimizzare e vincoli imposti sulla qualità del segnale) per poi indicare un metodo per la determinazione dei parametri che caratterizzano la trasmissione.



ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA  
PROFESSIONE DI INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE

SECONDA SESSIONE DELL'ANNO 2012  
SECONDA PROVA SCRITTA

TEMA DI INFORMATICA

Il candidato descriva quali sono i tipi di archivi per la gestione delle informazioni, focalizzandosi in particolar modo sui modelli di database. Citare almeno tre modelli di database e le principali tecniche di progettazione. (min 3 facciate, max 4 facciate).

Cw it

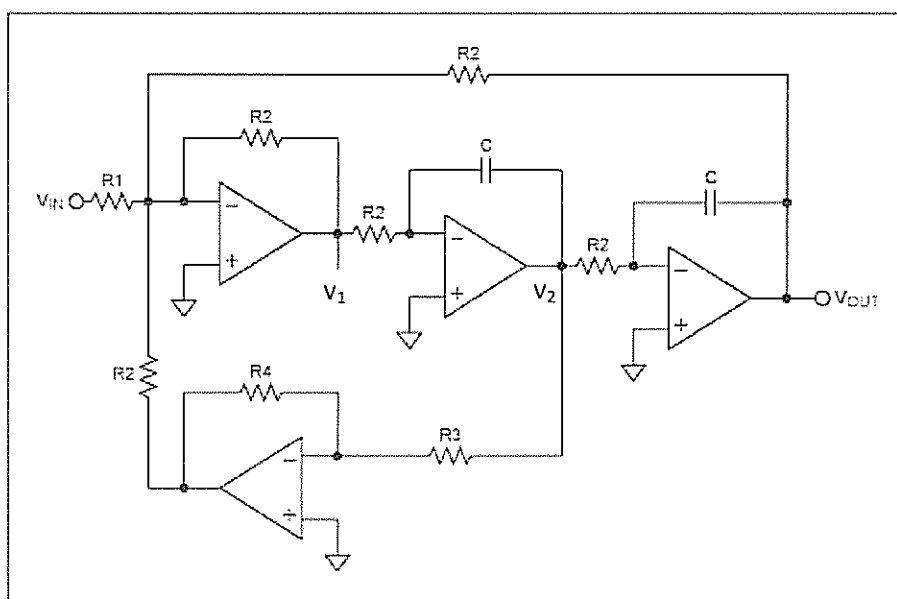
# ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE

## SECONDA SESSIONE DELL'ANNO 2012 SECONDA PROVA SCRITTA

### TEMA DI ELETTRONICA

Dato il circuito riportato nella figura sottostante, ipotizzando che gli amplificatori operazionali e componenti passivi siano ideali, il candidato:

1. Ricavi l'espressione analitica delle funzioni di trasferimento  $H(s)=V_{OUT}(s)/V_{IN}(s)$ ,  $H_1(s)=V_1(s)/V_{IN}(s)$  e  $H_2(s)=V_2(s)/V_{IN}(s)$ .
2. Tracci il diagramma di Bode asintotico dell'ampiezza e della fase di  $H_2(s)$ , riportando i valori delle coordinate dei punti di spezzamento, nel caso in cui  $R_1=2.2\text{ k}\Omega$ ,  $R_2=11\text{ k}\Omega$ ,  $R_3=1.5\text{ k}\Omega$ ,  $R_4=18\text{ k}\Omega$ ,  $C=4.7\text{ nF}$ .
3. Scegli l'uscita ( $v_1$ ,  $v_2$  o  $v_{OUT}$ ) e i valori di  $R_2$ ,  $R_4$  e  $C$  (con  $R_1=2.2\text{ k}\Omega$  e  $R_3=1.5\text{ k}\Omega$ ) per ottenere una risposta in frequenza di tipo passa-basso caratterizzata da due poli reali coincidenti, guadagno di tensione a bassa frequenza  $|A_0|=6\text{ dB}$  e frequenza  $f_T$  a cui il guadagno è unitario ( $|A_0(f_T)|=0\text{ dB}$ ) pari a 40 KHz.



Esame di Stato di abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere  
dell'Informazione

Seconda Sessione dell'Anno 2012  
Seconda Prova Scritta

Tema di: Automatica

Nella pratica, esistono situazioni in cui il controllo basato sulla sintesi del compensatore effettuata in modo semi-empirico (sintesi per tentativi), a partire dalla conoscenza della funzione di trasferimento del plant, risulta superiore, sia in termini di difficoltà progettuale che in termini di prestazioni, rispetto al controllo basato su un modello di stato del plant e sulla sintesi del regolatore (stimatore + feedback dallo stato), e viceversa. Si illustrino pertanto

1. le tecniche utilizzate per effettuare il progetto del controllore con i due metodi citati, a partire da opportune specifiche di controllo desiderate
2. i motivi a favore ed a sfavore di una tecnica progettuale rispetto all'altra. Essendo tali motivi numerosi e di natura molto varia, non é richiesta un'analisi dettagliata di ciascuno di essi (é sufficiente una breve analisi), ma é invece richiesta l'individuazione di un discreto numero di diversi motivi

Analogamente, nella pratica esistono situazioni in cui il controllo analogico é preferibile a quello digitale e viceversa. Si illustrino pertanto anche i motivi a favore ed a sfavore del controllo analogico rispetto a quello digitale. In tale ambito, é richiesto (a differenza del punto 2 precedente) di illustrare pochi motivi in modo sufficientemente dettagliato, piuttosto che elencare vari motivi senza un'adeguata giustificazione

**N.B. Verranno valutate positivamente chiarezza, precisione e sinteticità delle risposte.**



h 4

# ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE DELL'ANNO 2012

## PROVA PRATICA Tema di: Telecomunicazioni

Si vuole trasmettere un segnale analogico  $a(t)$  con larghezza di banda  $B = 4\text{ kHz}$  per via numerica. Il segnale analogico ha ampiezza uniforme tra  $-3\text{ V}$  e  $3\text{ V}$  e densità spettrale di potenza (PSD) rappresentata in figura 1.

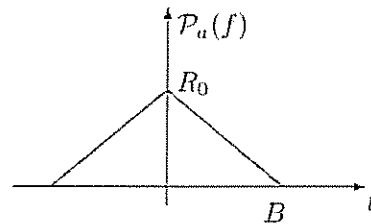


Fig. 1

La quantizzazione del segnale analogico è effettuata mediante un quantizzatore uniforme e segue poi una modulazione digitale. Per la modulazione digitale si utilizza un sistema di trasmissione binario con forme d'onda illustrate in figura 2 aventi uguale energia  $E_s = 10^{-6}\text{ V}^2\text{s}$  e  $T = 10\text{ }\mu\text{s}$ .

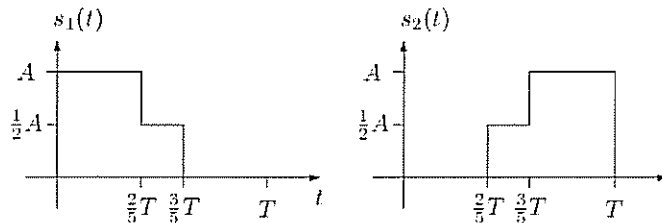
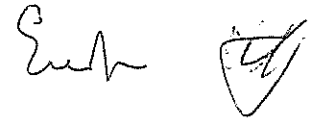


Fig. 2

1. Si calcoli  $R_0$ , valore della PSD alla continua.
2. Specificare i parametri del quantizzatore per garantire un SNR di quantizzazione pari a 32 dB.
3. Si calcoli la frequenza minima di campionamento e il bit-rate corrispondente.
4. Si determini il valore di  $A$ , ampiezza massima delle forme d'onda della trasmissione digitale.
5. Utilizzando il metodo di Gram-Schmidt partendo da  $\phi_1(t) \propto s_1(t) - s_2(t)$ , si determini una base ortonormale e la relativa costellazione per la modulazione digitale.
6. Si rappresenti lo schema a blocchi del ricevitore ML specificandone le regioni di decisione.
7. Si disegni una implementazione del ricevitore ML che richieda il solo correlatore  $\phi_1(t)$ , specificandone la regola di decisione.
8. Per che varianza del rumore  $\sigma_f^2$  si ottiene una probabilità d'errore di  $10^{-3}$ ?
9. Supponendo che il segnale analogico sia trasmesso con il sistema di modulazione digitale descritto, determinare la potenza statistica in ricezione per garantire un SNR complessivo in uscita dal sistema di 28 dB. Si assuma il rumore gaussiano bianco con densità spettrale  $N_0/2 = 10^{-12}\text{ V}^2/\text{Hz}$ .



# ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

## SECONDA SESSIONE DELL'ANNO 2012 PROVA PRATICA

### TEMA DI INFORMATICA

Il candidato, dopo aver presentato un caso reale di sistema informativo, applichi ad esso due tecniche tra quelle disponibili per la gestione della sicurezza e due tecniche per la gestione degli archivi di dati. (min 4 facciate, max 6 facciate)

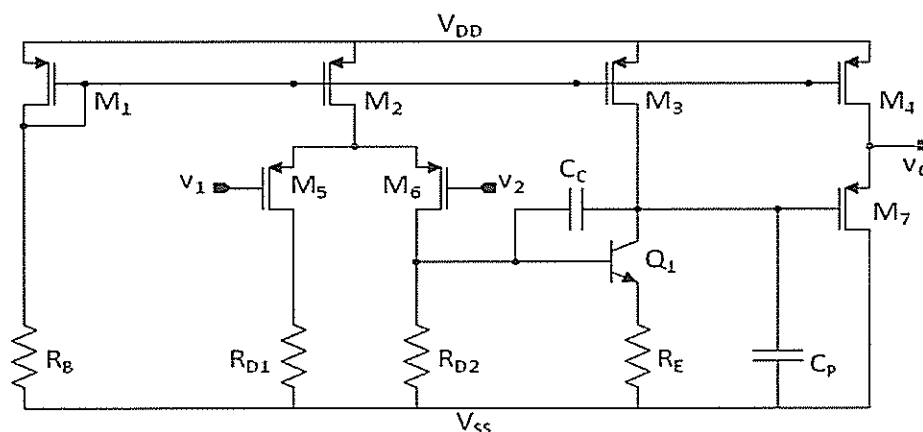
# ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE

## SECONDA SESSIONE DELL'ANNO 2012 PROVA PRATICA

### TEMA DI ELETTRONICA

Dato il circuito riportato nella figura seguente, il candidato:

1. Determini il valore delle correnti di polarizzazione di tutti i transistor, nell'ipotesi che la componente continua di  $v_1$ ,  $v_2$  e  $v_0$  sia 0 V. Per semplificare i calcoli, si assuma, solo in questo caso,  $\lambda=0$  per i MOSFET e  $V_A=\infty$  per il BJT.
2. Ricavi i guadagni di tensione ai piccoli segnali a centro banda  $A_1=v_3/(v_2-v_1)$ ,  $A_2=v_4/v_3$ ,  $A_3=v_0/v_4$ , e il guadagno di tensione differenziale  $A_0=v_0/(v_2-v_1)$ .
3. Ricavi la resistenza di uscita del circuito complessivo.
4. Ricavi il valore del rapporto di reiezione di modo comune CMRR del circuito.
5. Determini il valore della capacità  $C_C$  in modo che il circuito, in configurazione a guadagno unitario, risulti stabile con un margine di fase  $PM \geq 70^\circ$ . A tale scopo, oltre a  $C_C$  si supponga che l'unica capacità rilevante presente nel circuito sia la capacità parassita  $C_P$ .



Alimentazioni:  $V_{CC}=10\text{ V}$ ,  $V_{SS}=-10\text{ V}$ ;

Passivi:  $R_B=37\text{ k}\Omega$ ,  $R_{D1}=R_{D2}=7.5\text{ k}\Omega$ ,  $R_E=2.7\text{ k}\Omega$ ,  $C_P=0.5\text{ pF}$

MOSFET: Parametri di transconduttanza  $K_{Pi}=\mu_p C_{ox} W_i/L_i$ ,  $i=1, 2, \dots, 7$   
 $K_{P1}=K_{P3}=4\text{ mA/V}^2$ ,  $K_{P2}=K_{P5}=K_{P6}=16\text{ mA/V}^2$ ,  $K_{P4}=K_{P7}=40\text{ mA/V}^2$ ;  
 Tensioni di soglia  $V_{THi}=1\text{ V}$ ,  $i=1, 2, \dots, 7$ ;

Parametro di modulazione della lunghezza di canale  $\lambda=0.02\text{ V}^{-0.5}$ .

BJT: Tensione di ginocchio BE  $V_{BEon}=0.7\text{ V}$ ; Tensione di Early  $V_A=75\text{ V}$ ;  
 Guadagno di corrente a emettitore comune (dc e ac)  $\beta_F=\beta_o=100$ .

Esame di Stato di abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere  
dell'Informazione

Seconda Sessione dell'Anno 2012  
Prova Pratica

Tema di: Automatica

Si consideri un plant descritto dalle equazioni

$$\begin{aligned}\dot{x} &= Fx + Gu \\ y &= Hx\end{aligned}$$

con  $F = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -4 & -4 \end{bmatrix}$ ,  $G = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ ,  $H = [4 \quad 4]$ . É richiesto di

1. progettare un compensatore  $C(s)$  stabilizzante che, messo in serie al plant e chiuso in retroazione unitaria negativa, garantisca errore a regime alla rampa lineare pari a 0.1, pulsazione di attraversamento pari a circa 20 e margine di fase pari a circa  $90^\circ$
2. progettare una retroazione dallo stato  $K$  stabilizzante, che allochi i poli del plant in  $-1$  e  $-20$
3. spiegare perché  $K$  e  $C(s)$  (progettati ai punti precedenti) garantiscono simili prestazioni per quel che riguarda il comportamento transitorio della risposta al gradino, ma ben diverse prestazioni per quel che riguarda la risposta a regime al gradino stesso
4. per rendere simili le prestazioni ottenute con  $K$  e quelle ottenute con  $C(s)$ , anche per quel che riguarda la risposta a regime al gradino (senza alterare significativamente le prestazioni transitorie), é necessario ricorrere ad uno schema piú complesso, rispetto ad una pura e semplice retroazione dallo stato. Si spieghi come potrebbe essere fatto un tale schema (che inglobi una retroazione dallo stato  $K$  e qualcos'altro, da determinare) e si calcolino tutti i parametri di progetto di tale schema, in modo da soddisfare i requisiti richiesti

**N.B.** Verranno valutate positivamente chiarezza, precisione e sinteticità delle risposte.

1° Prof. BIOINGE.

h D

## ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE

### SECONDA SESSIONE DELL'ANNO 2012 PROVA PRATICA

#### TEMA DI BIOINGEGNERIA

Si assuma che si debba progettare un database per il test di alcuni farmaci su un certo numero di soggetti affetti da diabete (di tipo 1 o 2) e da possibili complicanze: nefropatia, retinopatia, disturbi cardiovascolari. Si risolvano entrambe le problematiche progettuali A e B sotto esposte.

##### A)

La cinetica del farmaco X può essere schematizzata tramite l'uso di tre compartimenti C1 (sistema gastrico), C2 (sistema circolatorio) e C3 (intestino). Al tempo  $t=0$  vengono infusi in modo continuo 2 mgr/h del farmaco X nel compartimento C2 (al tempo  $t=0$  non c'è farmaco nel sistema). L'uscita del sistema è la concentrazione del farmaco nel compartimento C2 (si consideri un volume ematico pari a 2 litri). Si sa inoltre che:

- Il farmaco passa dal compartimento C2 al compartimento C3 con flusso proporzionale alla massa nel compartimento C2, con coefficiente frazionario di trasferimento  $k_{32}$  ( $h^{-1}$ ).
- Il farmaco passa dal compartimento C1 al compartimento C2 con flusso proporzionale alla massa nel compartimento C1, con coefficiente frazionario di trasferimento  $k_{21}$  ( $h^{-1}$ ).
- Il farmaco passa dal compartimento C1 al compartimento C3 con flusso proporzionale alla massa nel compartimento C1, con coefficiente frazionario di trasferimento  $k_{31}$  ( $h^{-1}$ ).
- Il farmaco esce dal sistema attraverso il compartimento C3 con flusso proporzionale alla massa nel compartimento C3, con coefficiente frazionario di trasferimento  $k_{03}$  ( $h^{-1}$ ).
- $k_{32} = k_{21} = k_{31} = k_{03} = k$

**A.1.** Si disegni il modello compartimentale e si scrivano le equazioni di bilancio di massa del sistema. **A.2.** Il sistema è univocamente identificabile da questo esperimento ingresso/uscita?

**A.3.** Si risolva analiticamente il sistema di equazioni arrivando così a definire l'evoluzione temporale della concentrazione nel compartimento C2 in funzione di  $k$  e si disegni il relativo grafico.

**A.4.** Si determini la relazione tra la concentrazione di farmaco nel compartimento C2 misurata all'equilibrio e il parametro incognito  $k$ .

##### B)

Progettare un database relazionale che consenta di gestire:

- Anagrafica dei pazienti: nome, cognome, sesso, data di nascita, codice fiscale, indirizzo, città, CAP, recapito telefonico

2° Poplio B1/DN6.

h by

- Descrizione delle patologie che affliggono ciascun paziente: diabete di tipo 1 o 2 (ogni paziente è affetto da una delle due patologie) e possibili complicanze: nefropatia, retinopatia, disturbi cardiovascolari (ogni paziente è affetto da 0 a 3 complicanze).
- Altri parametri dei pazienti: altezza, peso, pressione, parametri clinici così come si evincono da esami del sangue e delle urine
- Descrizione dei farmaci utilizzati da ciascun paziente: nome del farmaco e informazioni sul principio attivo e su eventuali interazioni
- Anagrafica dei trattamenti per ciascun farmaco e ciascun paziente, tenendo presente che ciascun paziente può essere sottoposto al trattamento con lo stesso farmaco o con farmaci diversi, in giorni diversi. Si tenga inoltre presente che ogni volta che sul paziente Y viene effettuato un trattamento col farmaco X, vengono misurati i parametri clinici, il peso e la pressione e viene identificato il parametro  $k$  (si assuma lo stesso modello descritto nel punto A del compito per ciascun farmaco).

In particolare, si richiede di:

**B.1.** Riportare lo schema logico del database, con le relazioni, le chiavi primarie, le chiavi secondarie e i collegamenti tra le relazioni, avendo cura di verificare che il database sia almeno in terza forma normale.

**B.2.** Formulare in SQL l'interrogazione che restituisca per i pazienti di sesso maschile la concentrazione di farmaco X nel compartimento C2 all'equilibrio, in funzione di  $k$  (l'interrogazione deve contenere l'espressione analitica che permette di ottenere la concentrazione di farmaco nel compartimento C2 all'equilibrio). Dato che ciascun paziente può essere stato trattato con il farmaco X più volte in giorni diversi, raggruppare i risultati per codice fiscale e riportare la data del trattamento.