

**Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di Ingegnere
II Sessione 2016**

Sez. A – Classe di Laurea LM-21 e 26/S "Ingegneria Biomedica"

(Prova pratica – 2-12-2016)

Tema 1

Il candidato dimensiona lo spessore massimo di una membrana piana (in Alginato di Ca) per immunoproteggere le isole di Langerhans da donatore, al fine di assicurare una corretta ossigenazione delle cellule al centro del dispositivo. In particolare si prevede di posizionare la membrana nello spazio peritoneale: temperatura $T = 37^{\circ}\text{C}$, pressione parziale P_s di $\text{O}_2 = 40 \text{ mmHg}$ (all'interfaccia materiale/foglietti peritoneali), solubilità α di $\text{O}_2 = 10^{-9} \text{ mol}/(\text{cm}^3 \times \text{mmHg})$, diffusività D di $\text{O}_2 = 1.3 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$, uptake V_n di O_2 in normoglicemia $= 10^{-8} \text{ mol}/(\text{cm}^3 \times \text{s})$, uptake V_i di O_2 in iperglicemia $= 3 \times 10^{-8} \text{ mol}/(\text{cm}^3 \times \text{s})$.



Tema 2

Il candidato progetta il database di un laboratorio per gli esami del sangue. In particolare si considerino anche il collegamento con il database del sistema sanitario regionale, la possibilità dei pazienti di scaricare online i referti (ad esempio, si assicuri la necessaria riservatezza dei dati sanitari), nonché la accessibilità ai referti da parte del medico curante.



Note:

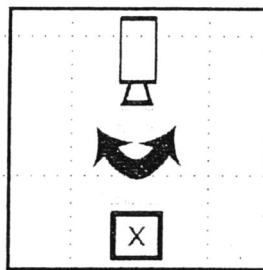
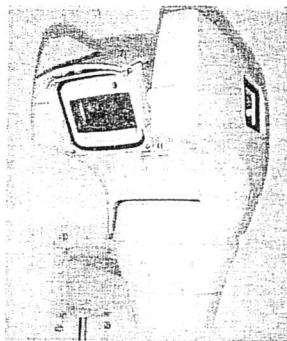
1. Il candidato può svolgere uno qualsiasi dei temi *nell'ambito della propria classe di Laurea*
2. Durante lo svolgimento della prova non è consentita la consultazione di testi o appunti e l'uso di computer.
3. La prova deve essere svolta esclusivamente su fogli bollati e siglati da un membro della commissione; l'uso di fogli diversi comporta l'annullamento della prova.
4. Il candidato dovrà *numerare progressivamente* e scrivere *cognome e nome* su ogni foglio, barrando trasversalmente quelli usati per la minuta.
5. Tutti i fogli utilizzati devono essere inseriti nella busta, su cui va apposta la seguente dicitura:

[Cognome e nome]	[Data]
Sez. A – Classe di Laurea [...]	
Seconda prova scritta	
Tema n° [...]	

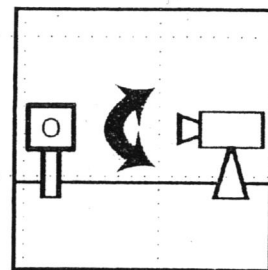
Esame di stato per l'abilitazione alla professione di ingegnere II sessione 2016

Sez. A – prova pratica

(Tema Automazione) n. 3



Pan



Tilt

Fig. 1

La telecamera in Figura 1 è dotata di due gradi di libertà, pan e tilt, che le permettono, in maniera dinamica, di sorvegliare aree di grande dimensioni mantenendo al tempo stesso una risoluzione adeguata al riconoscimento di eventuali intrusi. La telecamera è dotata di due motori a corrente continua controllati in tensione. Il seguente modello lineare fornisce una approssimazione della dinamica dei due motori (supposti identici)

$$\begin{bmatrix} \frac{di(t)}{dt} \\ \frac{dn(t)}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -R_a/L & -K_e/L \\ K_t/J_1 & -f_r/J_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i(t) \\ n(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1/L \\ 0 \end{bmatrix} u(t)$$

dove u , i , R_a , L , K_e , K_t , J_1 , f_r , n sono rispettivamente la tensione, la corrente, la resistenza, l'induttanza, la costante di forza controelettromotrice, la costante di coppia, l'inerzia, il coefficiente d'attrito e la velocità di rotazione angolare del motore. I valori dei parametri sono riportati in Tabella 1. Si noti che la costante di coppia K_t (Nm/amp) è legata alla costante di forza controelettromotrice K_e dalla seguente formula $K_t = 1.0005K_e$.

Model	R_a (Ohm)	$L \times 10^{-3}$ (H)	$K_e \times 10^{-2}$ (V·rad/s)	$J_1 \times 10^{-4}$ (N·m·s ² /rad)	$f_r \times 10^{-4}$ (N·m·s/rad)
1	1.2030	5.5840	8.1876	1.3528	2.3396

Tabella 1

fus

Entrambi i motori sono provvisti di dinamo tachimetriche che permettono di misurare una tensione di uscita proporzionale al numero di giri compiuti dall'albero motore, $y(t)=Kn(t)$, con $K=0.2$ Vs/rad. Si progetti uno schema di controllo in retroazione come quello in Figura 2 (si noti che il trasduttore del segnale di riferimento ha la stessa funzione di trasferimento del sensore) affinché per il singolo motore si abbia che

- 1) $|e_\infty| \leq 0.1$ in corrispondenza di $y_0 = Asca(t)$ e $d(t)=Bsca(t)$, con $|A| \leq 10$ e $|B| \leq 2$.
- 2) $\omega_c \geq 100 \text{ rad/s}$
- 3) $\phi_m \geq 65^\circ$
- 4) Si verifichi la completa osservabilità e completa raggiungibilità del sistema motore telecamera in assenza del controllore.
- 5) Come si potrebbe modificare lo schema di regolazione al fine di compiere una regolazione in posizione invece che in velocità? In questo caso, come andrebbe modificata la sintesi del regolatore al fine di soddisfare i punti 1-3?
- 6) Discutere l'implementazione digitale del controllore realizzato ai punti 1-3.
- 7) Si consideri un diverso schema di regolazione in cui il controllo viene effettuato mediante un controllore LQG che riceve la misura $y_m(t)$ e agisce sull'ingresso del motore. Si disegni lo schema di controllo, si scriva il funzionale di costo e si mostri come calcolare il guadagno, specificando le ipotesi necessarie per garantire l'asintotica stabilità del sistema in retroazione.

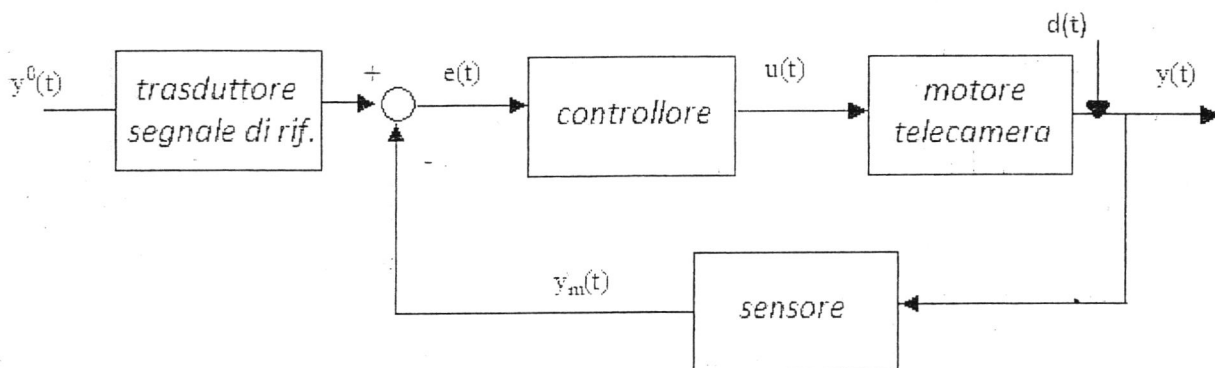


Figura 2

Jm