

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE A

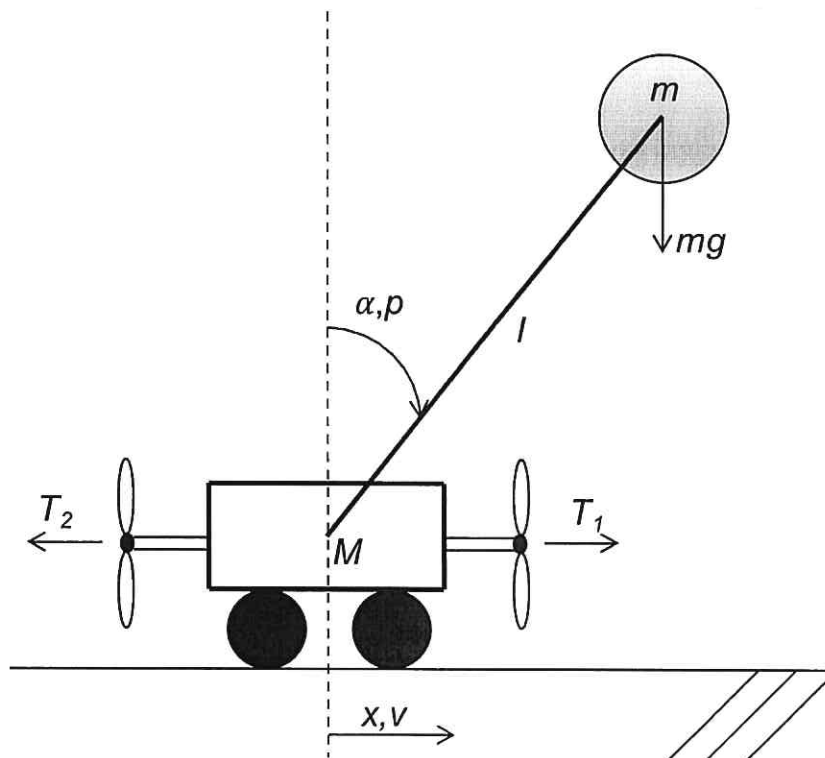
SETTORE DELL'INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 1: AUTOMAZIONE

Esercizio 1

Si consideri il sistema rappresentato nella figura sottostante, costituito da un pendolo inverso fissato su un carrello, attuato per mezzo di due eliche con motori in corrente continua.



Si descriva il sistema in esame tramite rappresentazione nello spazio degli stati, considerando in particolare la seguente notazione: configurazione angolare del pendolo α , velocità angolare del pendolo p , thrust (forze di spinta) T_1, T_2 , velocità angolare dei due motori ω_1, ω_2 , massa del carrello M , massa del punto materiale all'estremità del pendolo m , lunghezza dell'asta del pendolo l e accelerazione gravitazionale g .

Per la corretta generazione del thrust delle eliche, si richiede che le velocità angolari ω_1, ω_2 siano positive durante il funzionamento del sistema. Inoltre, si assume per semplicità che i motori siano opportunamente controllati in velocità (dunque si considerano in questo esercizio le velocità come azioni di controllo).

Siano infine le forze di spinta delle eliche date da $T_1 = \delta \omega_1^2, T_2 = \delta \omega_2^2$, con δ una costante positiva.

Si suggerisce di derivare il modello tramite la lagrangiana $L = K - U$, dove K è l'energia cinetica totale, mentre U è l'energia potenziale totale.

Luigi Nympha

AmAr

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE A

SETTORE DELL'INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 1: AUTOMAZIONE

Con riferimento al modello così ricavato, il candidato presenti, argomentando opportunamente, le risposte ai seguenti quesiti, considerando come valori numerici delle costanti di interesse $l = 1 \text{ m}$, $m = 1/10 \text{ kg}$, $M = 5/10 \text{ kg}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\delta = 5/20 \text{ Ns}^2/\text{rad}^2$.

1. Si ricavino il punto di equilibrio $(x^*, v^*, \alpha^*, p^*)$ e le azioni forzanti (ω_1^*, ω_2^*) corrispondenti al punto di lavoro $\alpha^* = 0$.
2. Da questo punto in avanti, si consideri $\omega_2 = 1 \text{ rad/s}$ come input esogeno sul quale non si ha controllo. Si ricavi il sistema linearizzato nel punto di equilibrio di cui sopra. Per il sistema linearizzato si usi la notazione $z = (\tilde{x}, \tilde{v}, \tilde{\alpha}, \tilde{p})$, con input $\tilde{\omega}_1$. Si valutino inoltre le proprietà di stabilità del punto di equilibrio.
3. Si compia lo studio di raggiungibilità del sistema linearizzato e, se possibile, si progetti un controllore state-feedback con guadagno K tale che il sistema linearizzato in anello chiuso abbia autovalori in $-1, -2, -3, -4$.
4. Supponendo ora che solo x sia misurabile, si compia lo studio di osservabilità del sistema linearizzato considerando come uscita $Cz = \tilde{x}$ e, se possibile, si progetti un osservatore di Luenberger con guadagno L tale che il sistema "errore di stima" abbia gli autovalori in $-1, -2, -3, -4$.
5. Si rappresenti lo schema a blocchi complessivo del sistema nonlineare con controllore e osservatore opportunamente indicati. Si commenti inoltre sotto quali assunzioni il sistema di controllo complessivo progettato funzioni correttamente. Si propongano infine scelte di design alternative per migliorare le performance.

M. Magagnoli

Ad/Av

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE A

SETTORE DELL'INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 2: TELECOMUNICAZIONI

Una sonda spaziale si trova a 10^6 km di distanza da una stazione base sulla Terra verso cui trasmette i propri dati su una portante a 2.5 GHz sfruttando una modulazione BPSK. La sonda è inoltre equipaggiata con un'antenna con guadagno di 25 dBi. In modo da ricevere opportunamente i dati, si utilizza per la stazione di Terra un'antenna parabolica che ha diametro di 16 m ed un'efficienza di 0.6. La temperatura di rumore di sistema in ricezione è di 290 K, e si assuma che a valle dell'antenna ricevente sia presente un filtro passabanda ideale con banda passante W centrata a 2.5 GHz, corrispondente con quella del segnale trasmesso. L'effective isotropic radiated power (EIRP) in trasmissione è di 37.5 dB.

- 1) Si calcoli il valore della potenza trasmessa.
- 2) Si determini il guadagno dell'antenna in ricezione.
- 3) Assumendo che la probabilità di errore per bit possa essere mantenuta al di sotto di 10^{-6} , si valuti il massimo tasso di bit (bit rate) supportato dal link. Si assuma assenza di codifica a correzione d'errore e si trascurino perdite per disadattamento in potenza o polarizzazione ed eventuali attenuazioni supplementari rispetto all'attenuazione di spazio libero.

Qualora si rendesse necessario il calcolo della funzione inversa della funzione $y=\text{erfc}(x)$, il candidato può avvalersi della seguente approssimazione:

$$x = \text{inverfc}(y) \approx \frac{\sqrt{-\log(y)}}{1 + 0.6(-\log y)^{-0.8}}$$

dove log indica il logaritmo naturale.

Si consideri ora che sia presente alla stazione base una sorgente aleatoria tempo-discreta $\{Z_n\}$ che genera simboli binari indipendenti con probabilità $P(Z_n = 0) = 1/4$ e $P(Z_n = 1) = 3/4$. Tale sorgente viene applicata ad un codificatore di linea di tipo AMI, che genera in uscita il processo aleatorio $\{B_n\}$. Si risponda ai punti seguenti.

- 4) Si calcoli il valore medio statistico del processo aleatorio risultante $\{B_n\}$ all'uscita del codificatore.
- 5) Si calcoli la funzione di auto-correlazione statistica del processo aleatorio risultante $\{B_n\}$ all'uscita del codificatore.
- 6) Con riferimento ai punti precedenti, si valuti lo spettro di potenza del segnale PAM



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE A

SETTORE DELL'INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 2: TELECOMUNICAZIONI

$$S(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} B_n g(t - nT)$$

ottenuto a partire dalla sequenza $\{B_n\}$ e dall'impulso:

$$g(t) = \text{rect} \left(\frac{t-T/4}{T/2} \right)$$

dove la funzione $\text{rect}(z)$ è definita come:

$$\text{rect}(z) \triangleq \begin{cases} 1, & |z| < \frac{1}{2} \\ 0, & |z| > \frac{1}{2} \end{cases} .$$

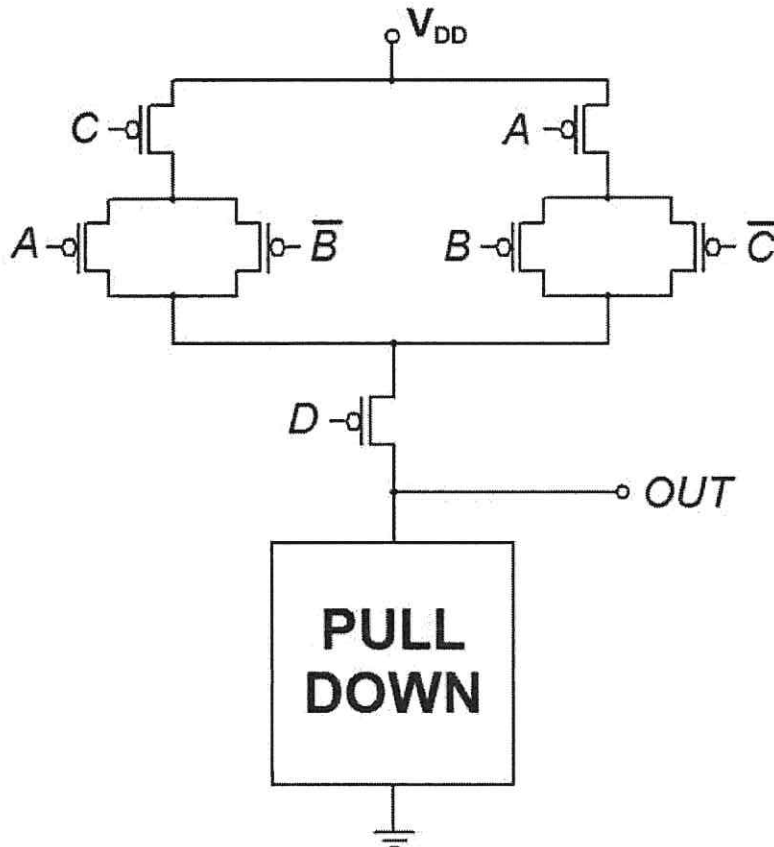
Si lasci indicato il parametro T .

Il candidato assuma ora che alla stazione base sia presente un modulatore FM con portante a frequenza $f_0 = 20$ MHz che dispone di un canale per la trasmissione con banda B pari a 220 KHz. Al suo ingresso è presente un segnale audio con frequenza massima $f_M = 10$ KHz e dinamica compresa nell'intervallo $[-2, 2]$ Volt.

- 7) Si scelga la sensibilità in frequenza k_f in modo da garantire l'occupazione totale della banda disponibile da parte del segnale modulato $s(t)$ all'uscita del modulatore FM.
- 8) Si scriva la funzione di trasferimento di un filtro passa-banda con banda B tale da amplificare il segnale modulato di 3 dB.
- 9) Il candidato progetti un sistema in grado di convertire in frequenza il segnale $s(t)$ in modo che f_0 passi da 20 MHz a 100 MHz.



Esercizio 1



Parametri tecnologici

$$\begin{aligned}
 V_{DD} &= 1V \\
 V_{Tn} &= 0.25V \\
 V_{Tp} &= -0.25V \\
 \beta'_n &= 200\mu A/V^2 \\
 \beta'_p &= 100\mu A/V^2 \\
 C_{ox} &= 23\text{fF}/\mu\text{m}^2 \\
 L_{min} &= 0.09\mu\text{m} \\
 \lambda = \gamma &= 0
 \end{aligned}$$

Con riferimento al circuito in figura, si considerino i transistori esauriti al 90% dell'escursione di tensione e si assumano istantanei i fronti dei segnali applicati agli ingressi. Si consideri poi che il nodo di uscita OUT piloti un carico di capacità $C_L = 20\text{ fF}$. Il candidato risponda ai seguenti quesiti:

1. Progettare la rete di Pull-Down del circuito FCMOS in figura e determinare la funzione logica realizzata al nodo di uscita OUT.
2. Sapendo che i transistori nMOS della rete di pull down hanno tutti fattore di forma S_N e che i transistori pMOS della rete di pull up hanno tutti fattore di forma S_P , identificare una commutazione degli ingressi digitali A, B, C, D (sia per la fase di carica che di scarica del nodo OUT) che produce un transitorio al nodo OUT di durata massima.
3. Si determinino i valori minimi per i fattori di forma dei transistori (S_N e S_P) che garantiscono transistori al nodo OUT di uscita di durata non superiore a 100 ps.
4. Utilizzando per i fattori di forma dei transistori (S_N e S_P) i valori minimi determinati al punto 3, si calcoli la durata dei transitori di carica e scarica del nodo di uscita OUT nelle condizioni di caso migliore (durata minima dei transistori).

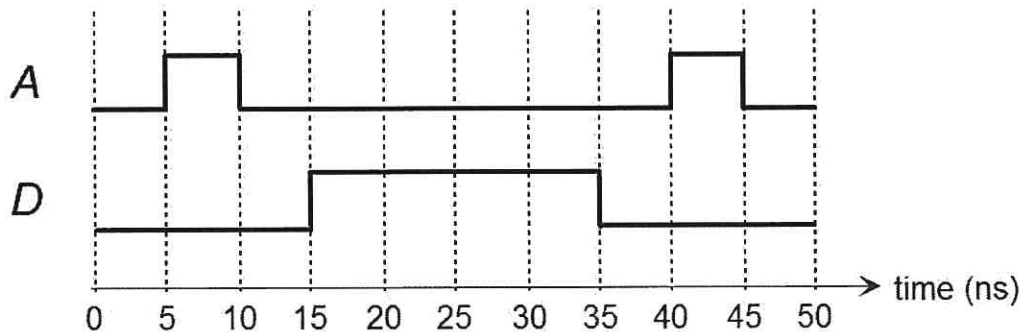
ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE A

SETTORE DELL'INFORMAZIONE

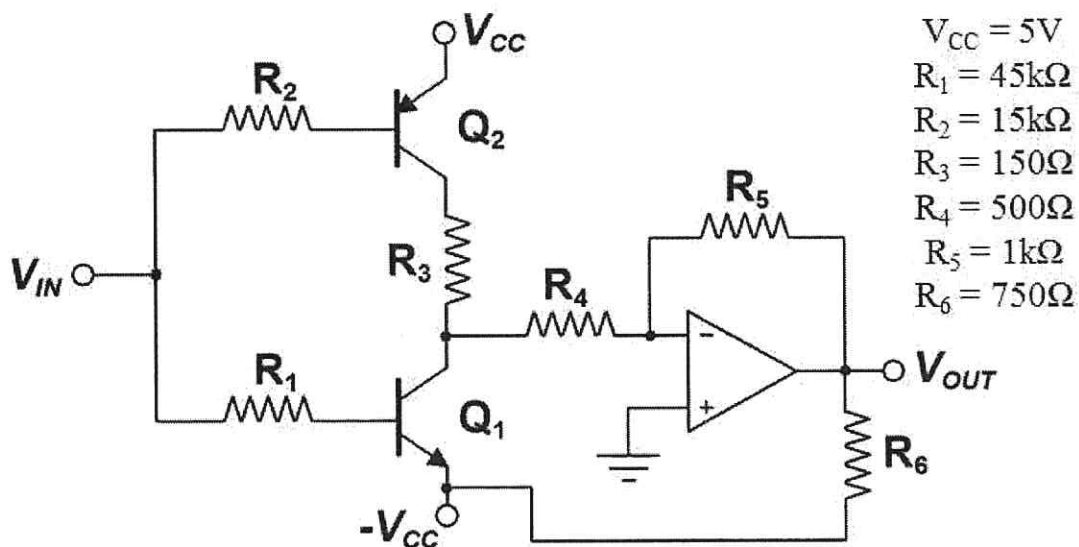
PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 3: ELETTRONICA



- Si consideri ora $B = 0$ e $C = 1$ mentre i segnali digitali A e D presentano l'andamento periodico con periodo 50 ns mostrato in figura. Si calcoli la potenza statica media e la potenza dinamica media dissipata sul circuito.
- Realizzare con un circuito di tipo DOMINO la funzione logica determinata al punto 1.

Esercizio 2



Con riferimento al circuito in figura si assuma l'amplificatore operazionale ideale con tensioni di alimentazione $V_+ = 5V$ e $V_- = -5V$. Si considerino inoltre i transistori bipolari ideali (assenza di effetto Early, i.e. $V_A = \infty$) e descritti mediante un modello a soglia con $V_{BE,on\ npn} = V_{EB,on\ pnp} = 0.7V$, $V_{CE,sat\ npn} = V_{EC,sat\ pnp} = 0.2V$, $\beta_n = 50$, $\beta_p = 25$. Il candidato risponda ai seguenti quesiti:

- Determinare la tensione di uscita V_{OUT} quando $V_{IN} = 0V$.
- Determinare la tensione di ingresso V_{IN} per cui risulta $V_{OUT} = 0V$.

Handwritten signature

Handwritten signature

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE A

SETTORE DELL'INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 4: INFORMATICA

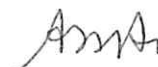
Il candidato progetti un sistema software, basato su architettura distribuita client-server e dotato di accesso tramite sole interfacce web (desktop e mobile), che si occupi di gestire i servizi a supporto della normale attività di una filiale di banca.

Un tipico scenario d'uso è il seguente:

- gli *utenti fisici* si presentano in filiale dove un impiegato chiede loro quale tipo di operazione vogliano compiere. Si supponga, per semplicità, che le operazioni previste siano *stampa saldo c/c*, *deposito*, *prelievo*, *bonifico*, *variazione anagrafe*. L'impiegato li assegna quindi ad una delle casse presenti in filiale (ogni filiale possiede almeno 3 casse). Quando è giunto il loro momento, l'impiegato della cassa in cui sono stati messi in coda provvede all'identificazione dell'utente tramite documento attestante l'identità, e poi procede a svolgere l'operazione richiesta (previa verifica di opportune precondizioni).
- Gli *utenti web desktop* si connettono ai servizi web della banca tramite un browser: dopo l'identificazione tramite username e password, l'utente sceglie una delle operazioni disponibili (su web desktop le operazioni disponibili sono solo *stampa saldo c/c*, e *bonifico*), introduce i dati, e conferma l'operazione reinserendo la password utente (che viene richiesta per conferma).
- Gli *utenti mobile* si connettono ai servizi della banca tramite una app eseguita sullo smartphone: la app procede sempre ad una identificazione dell'utente (tramite username e password), e poi offre la lista dei servizi disponibili (ancora, solo *stampa saldo c/c*, e *bonifico*). L'utente introduce i dati, e conferma l'operazione reinserendo la password utente (che viene richiesta per conferma).
- Esistono infine gli *impiegati*, che utilizzano l'interfaccia web predisposta per l'utente. Differentemente dagli altri utenti, però, l'interfaccia web offre anche le operazioni di *deposito*, *prelievo* e *variazione anagrafe* (l'impiegato infatti è in filiale e può eseguire tali operazioni); inoltre, mentre per gli utenti normali il sistema garantisce che essi possano agire solo sul c/c di loro appartenenza, qui gli impiegati hanno una sorta di "delega" ad agire su qualunque c/c.

Ogni operazione viene registrata nel sistema informatico, che tiene traccia sia dell'operazione, sia di chi l'ha svolta, ed eventualmente per conto di chi. Il sistema memorizza i seguenti dati:

- Dati anagrafici (e ruoli previsti: i tre tipi di utente, e l'impiegato; si noti che un utente può assumere tutti e tre i ruoli, ma non contemporaneamente).
- Eventi di "messa in coda" nella filiale (con i dati relativi)
- Eventi di identificazione (fisica, web, mobile), di login nel sistema (con quale ruolo), e di logout
- Operazioni effettuate.
- Eventuale esito dell'operazione, in particolare nel caso di bonifico



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE A

SETTORE DELL'INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 4: INFORMATICA

Il sistema informativo deve essere strutturato come un sistema distribuito a più server, ognuno dei quali deputato a specifici compiti sistemistici e architetturali. Si tenga in considerazione la necessità, dato lo scenario applicativo, di particolari accorgimenti al fine di garantire la sicurezza del sistema.

Al candidato è richiesto di svolgere i seguenti punti, motivando le sue scelte progettuali.

1. Eseguire un'analisi dei requisiti, distinguendoli tra funzionali e non funzionali, preferibilmente usando diagrammi di casi d'uso UML, e poi elencando i requisiti in forma testuale.
2. Progettare, esibendo un diagramma E/R, una strutturazione delle informazioni memorizzate, assumendo di avere a disposizione un DB relazionale.
3. Progettare l'architettura dell'intero sistema informativo, comprensivo della parte di applicazione web-based e mobile-based. Si includano preferibilmente diagrammi UML delle classi e di deployment. Il candidato descriva i principali design pattern utilizzati. In tale progettazione, si tengano conto sia delle esigenze di sicurezza, che delle esigenze di fault tolerance e di load balancing.
4. Produrre in linguaggio SQL alcuni esempi delle interrogazioni necessarie per soddisfare i casi d'uso.
5. Implementare tramite diagrammi di sequenza UML, e poi tramite pseudocodice o altro linguaggio di programmazione a scelta, la procedura lato server che permetta di soddisfare almeno una delle operazioni previste: ad esempio, si mostri una possibile pseudo implementazione dell'operazione di bonifico effettuato da un impiegato in filiale, per conto e su delega di un utente fisico che in filiale si è recato.
6. Si propongano e discutano eventuali approcci di data mining, machine learning, o di intelligenza artificiale in generale, per analizzare i dati raccolti, al fine di migliorare il servizio offerto dalla banca.

Il candidato è libero di scegliere l'architettura e lo stack tecnologico di supporto che riterrà più opportuno. Si forniscano giustificazioni per le scelte fatte. Il candidato, qualora lo ritenga necessario, può aggiungere assunzioni ragionevoli che integrino le specifiche qui descritte.

Fl. Agostini

Agostini

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE A

SETTORE DELL'INFORMAZIONE

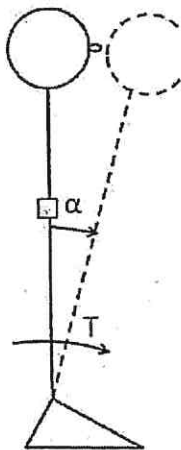
PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 5: BIOMEDICA

L'analisi del movimento umano è solitamente effettuata tramite strumenti di laboratorio quali pedane di forza e sistemi stereofotogrammetrici. Nonostante l'accuratezza e la precisione di questi strumenti l'utilizzo è limitato dal loro ingombro e costo. Per questo motivo, negli ultimi anni la ricerca relativa all'analisi del movimento ha visto fra i protagonisti i sensori indossabili, tra i quali accelerometri e giroscopi.

Parte I: Analisi tramite Sensori Inerziali

Si consideri un soggetto in postura eretta modellato come un pendolo che oscilla sul piano sagittale attorno all'asse di caviglia. Si vuole determinare l'angolo α del pendolo inverso rispetto alla verticale, usando uno o più sensori inerziali posizionati ad altezza d rispetto all'asse di caviglia.



- Si scelga il tipo di sensore/i da utilizzare e il loro orientamento. Si motivino le scelte progettuali e si scrivano le equazioni di uscita dal/i sensore/i.
- Supponendo di aver a disposizione unicamente l'uscita di un giroscopio con asse parallelo all'asse di caviglia in formato digitale, si descriva un algoritmo numerico per la stima dell'angolo α note le condizioni iniziali. Si discuta della sensibilità o della robustezza dell'algoritmo proposto rispetto a offset o derivate del segnale.
- Per l'acquisizione del segnale di stima dell'inclinazione posturale si hanno a disposizione tre tipi di convertitori analogico/digitale a 8, 12 e 16 bit rispettivamente.

Si chiede al candidato di determinare, motivando la risposta, quale sia il convertitore più adatto fra quelli proposti in modo da ottenere un errore di quantizzazione minore dello 0.2% del fondoscala.

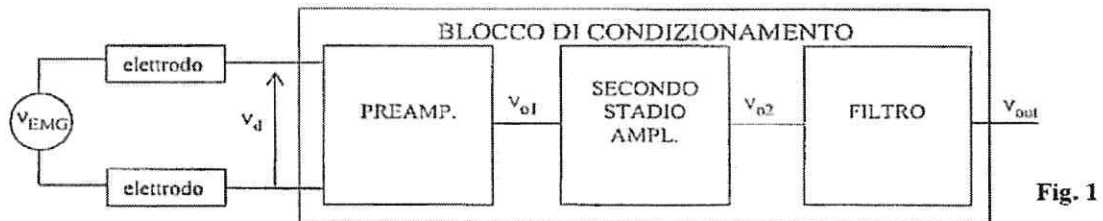
- Utilizzando l'informazione dell'angolo α , descrivere il funzionamento di un ipotetico sistema di biofeedback per la stabilizzazione posturale in soggetti con deficit dei sistemi sensoriali preposti al controllo dell'equilibrio.

Parte II: Analisi e condizionamento EMG

Si immagini ora di misurare il segnale elettromiografico (EMG) tramite elettrodi cutanei posti sui muscoli antagonisti gastrocnemio e tibiale anteriore. Il segnale elettromiografico (EMG) viene rilevato mediante l'applicazione di una coppia di elettrodi sulla cute sovrastante il muscolo in esame. Gli elettrodi sono collegati all'ingresso di un blocco di condizionamento costituito da un preamplificatore, un secondo stadio di amplificazione e un filtro come indicato in Fig. 1.

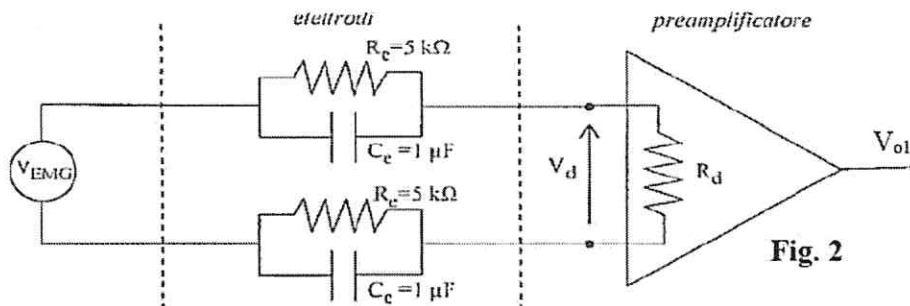
7.6. M. ...

Am



- a) Il candidato descriva gli istanti di attivazione dei muscoli gastrocnemio a tibiale anteriore durante l'oscillazione lungo il piano sagittale (task motorio *Parte I*). In riferimento al precedente punto 1-d., indicare come potrebbero essere utilizzati i segnali EMG dei due muscoli antagonisti.

1) Collegamento elettrodi-preamplificatore



Si faccia riferimento alla **Fig. 2** che mostra il collegamento tra elettrodi e preamplificatore.

- b) Scrivere l'espressione della funzione di trasferimento $G(s) = \frac{V_d(s)}{V_{EMG}(s)}$ mettendo in evidenza poli e zeri.
 c) Determinare il minimo valore della resistenza di ingresso differenziale R_d del preamplificatore affinché anche nel caso peggiore l'errore di interconnessione sia inferiore al 1‰.

Trascurando ora l'errore di interconnessione, si assuma che il segnale EMG abbia un'ampiezza pari a 2 mV. Ad esso è sovrapposto un disturbo di modo comune V_{cm} pari a 0.2 V.

- d) Determinare il valore del rapporto segnale/disturbo in ingresso S_i / D_i .
 e) Determinare il valore (in dB) del CMRR del preamplificatore al fine di avere in uscita un rapporto segnale disturbo S_u / D_u pari a 100:1.
 f) Sapendo che l'ampiezza del segnale in uscita $S_u (= V_{o1})$ è pari a 0.4 V, determinare il valore del guadagno differenziale A_d e il valore del guadagno di modo comune A_{cm} del preamplificatore.

Handwritten signature

Handwritten signature

2) *Preamplificatore per strumentazione*

Il preamplificatore per strumentazione è realizzato secondo il classico schema a tre operazionali (Fig. 3). In uscita, si consideri solo il segnale utile $S_u = V_{o1}$ e si trascuri il disturbo.

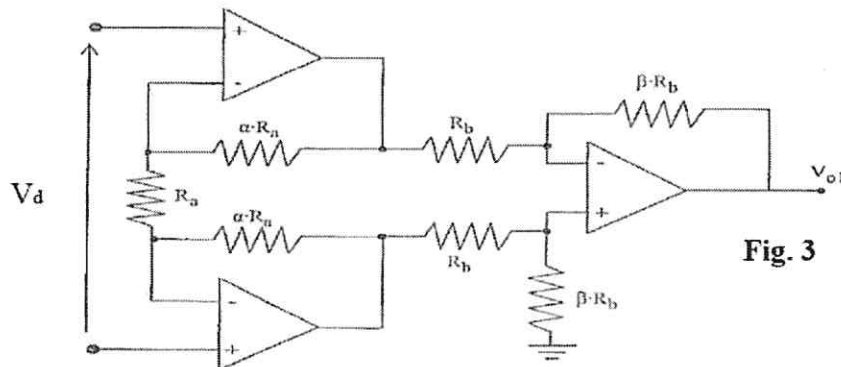


Fig. 3

- g) Scrivere l'espressione del guadagno differenziale A_d del preamplificatore di Fig. 3.
- h) Determinare i valori di α e β affinché il guadagno differenziale del preamplificatore abbia valore (in modulo) pari a quello calcolato al punto f). Imporre un guadagno dello stadio di separazione pari al 50% di quello dello stadio differenziale.

3) *Secondo stadio di amplificazione*

All'uscita del preamplificatore viene collegato un secondo stadio di amplificazione, realizzato mediante il circuito indicato in Fig. 4.

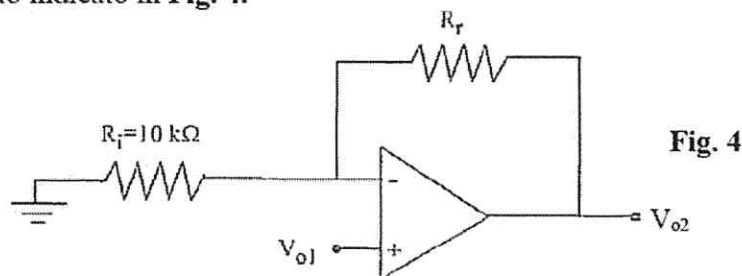


Fig. 4

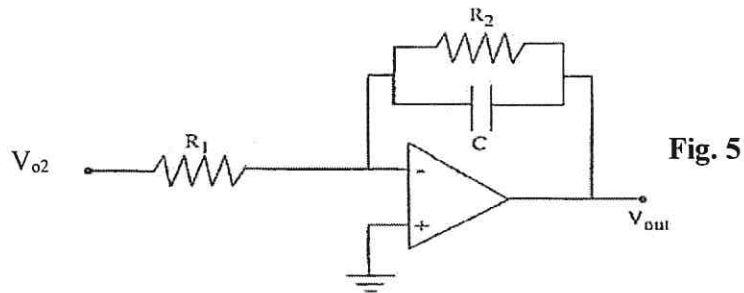
- h) Scrivere l'espressione del guadagno $G = \frac{V_{o2}}{V_{o1}}$ del circuito di Fig. 4.
- i) Determinare il valore della resistenza R_r affinché il guadagno complessivo del preamplificatore e del secondo stadio di amplificazione sia pari (in valore assoluto) a 1000.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

4) *Filtro*

Per attenuare i disturbi a frequenza superiore a quella del segnale, viene utilizzato il circuito riportato in **Fig. 5**.



- l) Determinare la funzione di trasferimento $G_f(s) = \frac{V_{out}}{V_{o2}}$ del circuito di **Fig. 5**
- m) Nel circuito di **Fig. 5**, si assuma $R_1 = 16 \text{ k}\Omega$. Dimensionare la resistenza R_2 e la capacità C al fine di avere una frequenza di taglio pari a 1 kHz e guadagno unitario in banda passante.
- n) Considerando puramente statici gli stadi di amplificazione, il candidato determini il guadagno totale $G_{tot}(s) = \frac{V_{out}}{V_d}$.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE A

SETTORE DELL'INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 6: GESTIONALE

Applicazione 1

L'impresa *Yacht Srl* da tempo produce e vende barche e yacht di pregio. La divisione analisi di mercato vuole stimare la domanda di mercato mensile del nuovo modello di yacht. Lo storico della domanda mensile (da maggio 2018 a maggio 2019) per il segmento di mercato della regione Sicilia è riportato in tabella ed espresso in unità di prodotto.

Periodo	5/18	6/18	7/18	8/18	9/18	10/18	11/18	12/18	1/19	2/19	3/19	4/19	5/19	6/19
Domanda [d_i]	60	65	73	69	82	105	120	165	146	200	199	178	203	$D_i=?$

Adottando il metodo della media ponderata su tre periodi:

1. Determinare il migliore set di pesi scegliendo tra le due combinazioni 3-2-1 e 6-4-1. Giudicare la bontà di ogni combinazione attraverso la deviazione media assoluta;
2. Stimare, di conseguenza, la domanda mensile per il periodo 6/19 (giugno 2019);
3. Calcolare, in termini percentuali, di quanto il set di pesi adottato sia migliore rispetto all'altra combinazione e commentare i risultati ottenuti.

Applicazione 2

L'azienda *Coffee Srl* deve valutare i quantitativi ottimali di due sue macchine per il caffè (una moka tradizionale MT e una elettronica ME) da rilanciare sul mercato. Ai due prodotti sono associate 5 capsule di caffè nero tradizionale.

L'analisi del mercato e delle risorse produttive a disposizione evidenzia che:

- ✓ il mercato può assorbire al massimo 610 MT e 850 ME nel periodo di riferimento dell'analisi;
- ✓ il fornitore di capsule fornisce al massimo 950 capsule nel periodo di riferimento dell'analisi;
- ✓ i due prodotti condividono la risorsa "macchina confezionatrice" disponibile per complessivi 1900 minuti netti nel periodo di riferimento. Il confezionamento di un MT richiede 2 minuti mentre il confezionamento di un ME richiede 3.9 minuti.

Sapendo che l'utile unitario derivante da MT è di 18 € e l'utile unitario derivante da ME è 30 €, si chiede di:

1. Determinare i quantitativi ottimali dei due prodotti da produrre e vendere per massimizzare l'utile totale. Adottare il metodo della programmazione lineare esplicitando chiaramente la funzione obiettivo ed i vincoli;
2. Determinare graficamente la soluzione ottima ed il corrispondente utile totale;
3. Valutare, infine, l'impatto sul mix produttivo ottimo che avrebbe l'acquisto di una seconda "macchina confezionatrice", fissate le altre condizioni.



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE A

SETTORE DELL'INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 6: GESTIONALE

Applicazione 3

L'azienda R&G SpA realizza due prodotti di componentistica elettronica, A e B, ciascuno dei quali usa i materiali X e Y. I costi standard (costi unitari) sono i seguenti:

	Materiale X	Materiale Y	Manodopera diretta
Prodotto A	3 kg a €10/kg	1 kg a € 4/kg	1/5 ora a €14/h
Prodotto B	5 kg a €10/kg	2 kg a € 4/kg	1/3 ora a €14/h

Nel mese di marzo sono state prodotte 40.200 unità di A e 35.600 unità di B. Inoltre, sono stati acquistati 300 t di X a € 9,50/kg e 120 t kg di Y a € 4,70/kg e tutti questi materiali (e nessun altro) sono stati utilizzati per la produzione del mese che ha richiesto 19.025 ore di manodopera diretta ad un costo di €13,60 l'ora.

Si chiede di:

1. Calcolare le varianze di prezzo e di efficienza dei materiali diretti;
2. Calcolare le varianze di prezzo e di efficienza della manodopera diretta;
3. Come cambierebbero le risposte (1) e (2) se si assumesse un valore programmato di produzione di marzo di 38.000 unità di A e di 39.500 di B?
4. Come cambierebbero le risposte (1) e (2) nell'ipotesi che le vendite di marzo di A siano state di 40.000 unità e quelle di B di 30.500 unità?

