Redni rok 2025
Druga pisna naloga

Ministero dell'istruzione e del merito

K024 - DRŽAVNI IZPIT OB ZAKLJUČKU DRUGEGA CIKLUSA

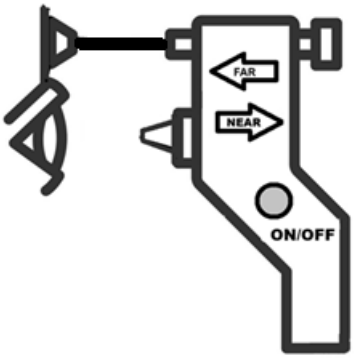
Smer: ITEC - ELEKTRONIKA IN ELEKTROTEHNIKA
Podsmer: ELEKTRONIKA
(Besedilo velja tudi za štiriletno smer IT41)

Predmet AVTOMATSKI SISTEMI

Kandidat naj reši prvi del naloge in dve vprašanji iz drugega dela.

PRVI DEL

Očesna tonometrija je diagnostična tehnika, ki se uporablja v oftalmologiji za merjenje notranjega očesnega tlaka (IOP). Postopek poteka tako, da se oko pacienta deformira z zračnim impulzom iz določene razdalje in z določenim pritiskom, hkrati pa se osvetli roženico z žarkom svetlobe, ki se delno odbija. Intenziteta odbitega žarka daje podatek za izračun časa, ki ga roženica potrebuje, da doseže največjo deformacijo (aplaniranje). Vrednost časa aplaniranja omogoča določitev IOP-ja s pomočjo dane enačbe.



Slika 1

Merilna naprava (slika 1) ima gumb za vklop (ON/OFF), dva svetlobna indikatorja (FAR/NEAR), pnevmatski sistem za ustvarjanje zračnega impulza, povezan z izpustnim ventilom, fotoemitor in fotodetektor.

Merjenje poteka v treh zaporednih fazah:

- **nastavitev**: ob vklopu naprave s tipko ON/OFF mikroprocesor aktivira pnevmatski sistem, da se zračni tlak prilagodi na pravo vrednost, in preveri razdaljo merilnega instrumenta od očesa pacienta.
- **pridobivanje**: ko sta oba pogoja, razdalja in zračni tlak, pravilna, se odpre ventil, ki spusti zračni impulz in hkrati sproži svetlobni signal, ki omogoča določitev časa aplanacije. Faza pridobivanja vrednosti deformacije roženice traja določen čas, ki ga označimo $T_{merjenja}$.

COPIA CONFORME AL MIM

- **obdelava**: pridobljeni podatki se analizirajo in izračuna se čas, ki ga roženica potrebuje za dosego aplanacije (T_{app}). Nato se določi vrednost intraokularnega tlaka s pomočjo enačbe

$$IOP = k \cdot T_{app} + IOP_0 \quad [mmHg]$$

kjer:

k je kalibracijski koeficient instrumenta in je enak 5 mmHg/ms

IOP_0 je vrednost odmika aparata in je enak 8 mmHg

T_{app} je čas aplanacije

Krmilni sistem, ki upravlja delovanje aparata, prek posebnih naprav spremlja naslednje parametre merilnega procesa:

a) **Zračni tlak**: diferencialni piezorezistivni senzor z delovnim območjem od 0 do 150 mmHg in analognim izhodom, ki se linearno spreminja med 0,5 in 4,5 V. Tlak mora doseči vrednost 100 mmHg, da se merilni proces pravilno zažene.

b) **Razdalja roženice od koničastega izhoda zraka**: senzor razdalje z 2-bitnim digitalnim izhodom, ki kaže, ali je naprava preveč oddaljena ali preblizu očesu, kot je navedeno v tabeli. Svetlobni indikatorji operaterju kažejo smer premika, ki ga je treba izvesti, da se doseže pravilna razdalja.

Razdalja	Koda		Indikator FAR	Indikator NEAR
Pravilna	0	0	OFF	OFF
Predaleč	0	1	ON	OFF
Preblizu	1	0	OFF	ON

COPIA CONFORME ATTI MIM

Ministero dell'istruzione e del merito

K024 - DRŽAVNI IZPIT OB ZAKLJUČKU DRUGEGA CIKLUSA

c) **Deformacija roženice**: dvojica fotoemitor – fotodetektor:

- Fotoemitor je LED, ki oddaja svetlobni signal, ki pade na roženico. Upravlja ga krmilnik PWM pri 1 kHz, in sicer z nazivnim tokom 10 mA in *duty cycle* 80 %.
- Fotodetektor pretvori intenzivnost odbite svetlobe iz roženice, deformirane z zračnim impulzom, v spremenljiv električni tok v območju 10–50 µA, ki je neposredno sorazmeren z deformacijo.

Med merjenjem se prevzame in shrani v posebno podatkovno strukturo 18 (osemnajst) vzorcev iz fotodetektorja. Nato se določi čas aplanacije rožnice (T_{app}) kot razliko med trenutkom zajema prvega vzorca z največjo vrednostjo in trenutkom, ko se začne pridobivanje podatkov.

Glede na to, da standardne vrednosti intraokularnega tlaka nihajo med 10 in 20 mmHg, če je izračunani *IOP* izven tega območja, naprava oddaja neprekinjen zvočni alarm, ki traja 5 sekund, sicer pa tri kratke zvočne impulze v intervalih 1 sekunde.

Kandidat/-ka, ki na podlagi svojega znanja in spretnosti, pridobljenih tudi v okviru programov za pridobivanje prečnih kompetenc in poklicnega usposabljanja (PKPU), oblikuje dodatne hipoteze, izbere mikroprocesorski sistem, ki ga pozna, in naj:

A. z blokovnim diagramom opiše celoten sistem, pri čemer opredeli prisotne vhodne in izhodne naprave, navede funkcijo vsakega bloka in medsebojne interakcije;
B. dimenzionira vezje, ki izvaja blok za kondicioniranje signala iz fotodetektorja, opredeli način za preverjanje pravilne vrednosti zračnega tlaka in načrtuje ustrezen sistem tipa HW ali SW za krmiljenje LED-a;
C. predstavi algoritem, ki upravlja celoten proces, tako da kodira segment, ki se nanaša na pridobivanje podatkov iz fotodetektorja in njihovo nadaljnjo obdelavo za izračun IOP-ja.

COPIA CONFORME ATTI MIM

Redni rok 2025
Druga pisna naloga

Ministero dell'istruzione e del merito

K024 - DRŽAVNI IZPIT OB ZAKLJUČKU DRUGEGA CIKLUSA

DRUGI DEL

1. Vprašanje

Sistem s prenosno funkcijo

$$\boldsymbol{G(s) = \frac{25}{(1 + 100s)(1 + 500s)}}$$

ima enotno povratno zvezo. Kandidat/-ka naj določi formulacijo prenosne funkcije zaprtega sistema in fazni razpon; nato naj spremeni shemo z regulatorjem, da zagotovi fazni razpon 50°.

2. Vprašanje

Merilnik pospeška, ki se uporablja v industriji, na izhodu oddaja sinusni signal s frekvenco 1 kHz. Signal je treba pretvoriti v digitalni signal z 10-bitnim ADC s časom pretvorbe 100 µs in vhodno dinamiko 3,3 V. V ekstremnih situacijah lahko signal zaradi vibracij ali prehodnih pojavov niha s hitrostjo do 5 V/ms. Kandidat/-ka naj oceni potrebo po uporabi vezja Sample and Hold za zagotovitev pravilnega zajema signala. Če je to potrebno, naj navede svoje mnenje o dimenzioniranju kondenzatorja za zagotovitev zanesljivosti vzorca, ki ga je treba odvzeti.

3. Vprašanje

V liniji za pakiranje kavnih vrečk celica za merjenje teže zazna težo vrečk, ki se premikajo po transportnem traku. Naprava se zažene s pritiskom na gumb START, pakiranja pa pridejo na mesto tehtanja v intervalih 5 sekund v serijah po 20 kosov. Ker se teža pakiranja lahko spreminja glede na različne okoljske pogoje temperature in vlažnosti, programska oprema za upravljanje opravi test veljavnosti serije. Ob predpostavki, da je natančna vrednost teže embalaže znana, naj kandidat/-ka napiše algoritem, ki shrani vsako odčitano vrednost v posebno podatkovno strukturo, za vsako odčitano vrednost izračuna odstopanje od natančne teže in prešteje, kolikokrat to odstopanje pade v območje odstopanja +/- 2 %. Ob koncu cikla odčitavanja, če je število embalaž z odstopajočo težo večje od 4 (štiri), se prikaže sporočilo, da serija ni primerna za prodajo.

COPIA CONFORME ATTI MIM

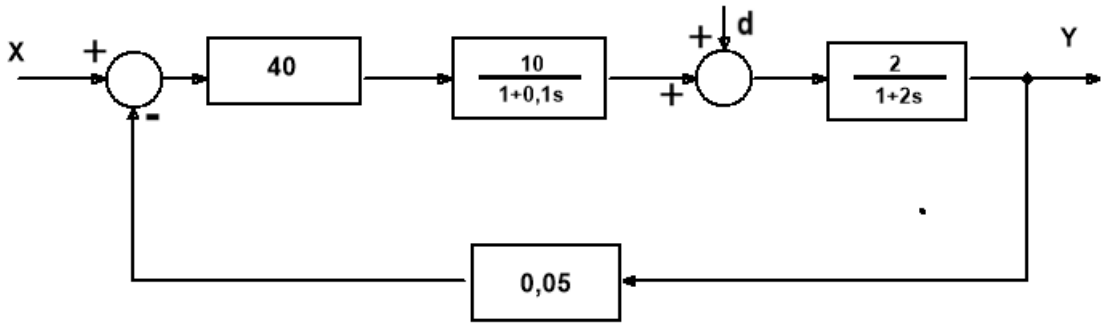
Redni rok 2025
Druga pisna naloga

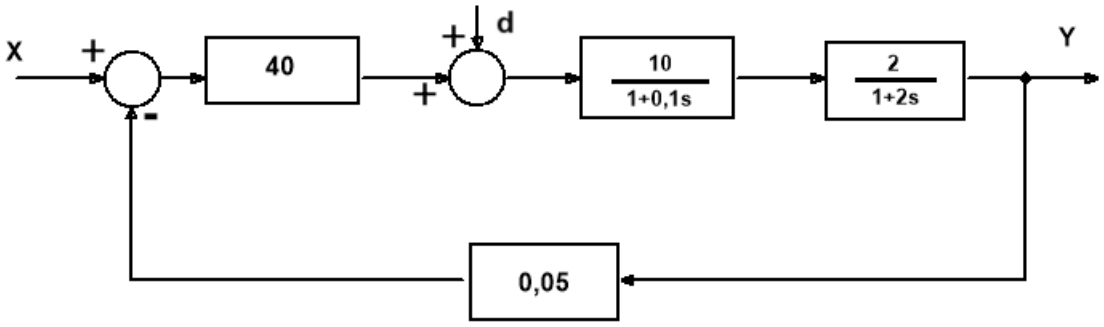
Ministero dell'istruzione e del merito

K024 - DRŽAVNI IZPIT OB ZAKLJUČKU DRUGEGA CIKLUSA

4. Vprašanje

Kandidat/-ka naj upošteva dve situaciji, prikazani na slikah, v katerih je vhodni signal **X** enak 0,2 V, motnja **d** pa je stopničasti signal z amplitudo 0,5 V.





Kandidat/-ka naj zračuna vrednost izhoda Y brez motenj in njegovo odstopanje v odstotkih zaradi prisotnosti motnje v obeh prikazanih situacijah.

Za nalogo ima kandidat/-ka največ 6 ur.
Dovoljena je uporaba znanstvenih ali grafičnih kalkulatorjev, ki ne dovoljujejo simbolnega računanja in nimajo internetne povezave.
Dovoljena je uporaba slovenskega slovarja in pravopisa.
Dovoljena je uporaba dvojezičnega slovarja (slovenščina – jezik države dijakovega izvora), in sicer za kandidate/-ke, katerih materni jezik ni italijanščina ali slovenščina.
Nihče ne sme zapustiti šolskega poslopja pred iztekom 3 ur od vročitve naloge.

KOPIJA

Sessione ordinaria 2025
Seconda prova scritta

Ministero dell'istruzione e del merito

A024 - ESAME DI STATO CONCLUSIVO DEL SECONDO CICLO DI ISTRUZIONE

Indirizzo: ITEC – ELETTRONICA ED ELETTROTECNICA - ARTICOLAZIONE "ELETTRONICA"
(Testo valevole anche per l'indirizzo quadriennale IT41)

Disciplina: SISTEMI AUTOMATICI

Il candidato svolga la prima parte della prova e due tra i quesiti proposti nella seconda parte.

PRIMA PARTE

La tonometria oculare è una tecnica diagnostica impiegata in oculistica per determinare la pressione interna dell'occhio (*IOP*). Il processo consiste nel deformare l'occhio del paziente attraverso un impulso d'aria da una precisa distanza e con una determinata pressione, e, contemporaneamente, illuminare la cornea con un raggio luminoso che verrà in parte riflesso. L'intensità del raggio riflesso fornirà l'indicazione per il calcolo del tempo impiegato dalla cornea a raggiungere la sua massima deformazione (applanazione). Il valore del tempo di applanazione consente poi la determinazione della IOP mediante una apposita relazione.

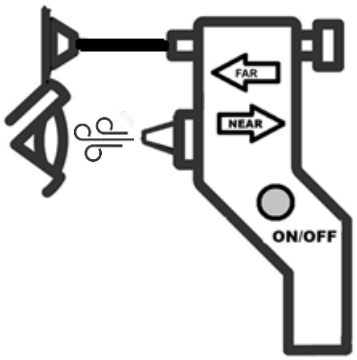


fig.1

Lo strumento di misura (fig.1), presenta un tasto di accensione (ON/OFF), due indicatori luminosi (FAR/NEAR), un sistema pneumatico per la generazione dell'impulso d'aria collegato ad una valvola di emissione, un fotoemettitore ed un fotorilevatore.

La misura si svolge in tre fasi successive:

- **Settaggio:** all'accensione dell'apparecchio mediante il tasto ON/OFF il microcontrollore attiva il sistema pneumatico per portare la pressione dell'aria al giusto valore e controlla la distanza dello strumento rispetto all'occhio del paziente.
- **Acquisizione:** quando entrambe le condizioni, distanza e pressione dell'aria, sono corrette viene comandata l'apertura della valvola di rilascio dell'impulso d'aria e, contemporaneamente, viene emesso un segnale luminoso che permetterà di determinare il tempo di applanazione. La fase di acquisizione dei valori di deformazione della cornea ha durata fissata T_{misura}.

COPIA CONFORME ART. 1 MM

A024 - ESAME DI STATO CONCLUSIVO DEL SECONDO CICLO DI ISTRUZIONE

- **Elaborazione:** vengono analizzati i dati acquisiti e calcolato il tempo impiegato dalla cornea per raggiungere l'applanazione (T_{app}). Si determina quindi il valore della pressione intraoculare mediante la relazione

$$IOP = k \cdot T_{app} + IOP_0 \quad [mmHg\,]$$

dove:

k è il coefficiente di calibrazione dello strumento pari a 5 mmHg/ms

IOP_0 è il valore di offset dell'apparecchio pari a 8 mmHg

T_{app} è il tempo di applanazione

Il sistema di controllo che gestisce il funzionamento dell'apparecchio monitora i seguenti parametri del processo di misura attraverso appositi dispositivi:

a) **Pressione dell'aria**: sensore piezoresistivo differenziale, con range operativo 0 –150 mmHg e uscita analogica che varia linearmente tra 0,5 e 4,5 V. La pressione deve raggiungere il valore 100 mmHg per far sì che il processo di misura venga avviato correttamente;

b) **Distanza della cornea dal terminale conico di emissione dell'aria**: sensore di distanza con uscita digitale a 2 bit che indica se l'apparecchio è troppo distante o troppo vicino all'occhio come riportato in tabella. Gli indicatori luminosi suggeriscono all'operatore la direzione dello spostamento da effettuare per raggiungere la corretta distanza.

Distanza	Codice		Indicatore FAR	Indicatore NEAR
Corretta	0	0	OFF	OFF
Troppo distante	0	1	ON	OFF
Troppo vicino	1	0	OFF	ON

COPIA CONFORME ATTI MIM

A024 - ESAME DI STATO CONCLUSIVO DEL SECONDO CICLO DI ISTRUZIONE

c) **Deformazione della cornea**: coppia fotoemettitore – fotorilevatore:
- il fotoemettitore è un LED, per l'emissione di un segnale luminoso che colpisce la cornea, pilotato in PWM a 1 kHz, con corrente nominale di 10 mA e duty cycle dell'80%;
- il fotorilevatore converte l'intensità della luce riflessa dalla cornea, deformata dal soffio d'aria, in una corrente variabile nel range 10-50 µA direttamente proporzionale alla deformazione.

Durante il processo di misura vengono acquisiti e memorizzati, in un'apposita struttura dati, 18 (diciotto) campioni provenienti dal fotorilevatore. Viene quindi determinato il tempo di applanazione (*Tapp*) come differenza tra l'istante di acquisizione del primo campione di valore massimo e quello in cui ha inizio l'acquisizione.

Tenuto conto che i valori standard della pressione intraoculare variano tra 10 e 20 mmHg, qualora la *IOP* calcolata risulti esterna a tale intervallo lo strumento emette un allarme acustico continuo di 5 secondi, altrimenti tre brevi impulsi sonori ad intervalli di 1 secondo.

Il candidato, formulate le ipotesi aggiuntive ritenute necessarie, sulla base delle proprie conoscenze e competenze, maturate anche attraverso i percorsi per le competenze trasversali e l'orientamento (PCTO), scelga un sistema a microcontrollore di sua conoscenza e:

A) Descriva, mediante uno schema a blocchi, l'intero sistema definendo i dispositivi di input e di output presenti, indicando la funzione svolta da ciascun blocco e le interazioni tra gli stessi;

B) Dimensioni il circuito che implementa il blocco di condizionamento del segnale proveniente dal fotorilevatore, definisca una modalità per la verifica del corretto valore di pressione dell'aria e progetti un adeguato sistema di tipo HW o SW per il pilotaggio del LED;

C) Rappresenti un algoritmo che gestisca l'intero processo codificando il segmento relativo all'acquisizione dei dati provenienti dal fotorilevatore e la successiva elaborazione per il calcolo della *IOP.*

COPIA CONFORME ATTI MIM

Ministero dell'istruzione e del merito

A024 - ESAME DI STATO CONCLUSIVO DEL SECONDO CICLO DI ISTRUZIONE

SECONDA PARTE

Quesito 1

Un sistema con funzione di trasferimento:

$$\boldsymbol{G(s) = \frac{25}{(1 + 100s)(1 + 500s)}}$$

presenta retroazione unitaria. Individuare la formulazione della funzione di trasferimento del sistema ad anello chiuso e determinarne il margine di fase; modificare quindi lo schema mediante un regolatore per garantire un margine di fase pari a 50°.

Quesito 2

Un accelerometro utilizzato in ambito industriale fornisce in uscita un segnale sinusoidale di frequenza 1 kHz. Il segnale deve essere convertito in digitale mediante un ADC a 10 bit con tempo di conversione pari a 100 μs e dinamica di ingresso pari a 3.3 V. In situazioni estreme, per via di vibrazioni o transitori, il segnale può variare con una velocità fino a 5 V/ms. Si valuti la necessità dell'utilizzo di un circuito Sample and Hold per garantire una corretta acquisizione del segnale. In caso affermativo esporre le proprie considerazioni in merito al dimensionamento del condensatore per assicurare l'attendibilità del campione da prelevare.

Quesito 3

In una linea di confezionamento di pacchi di caffè una cella di carico rileva il peso delle confezioni che si spostano su un nastro trasportatore. L'impianto si avvia alla pressione di un pulsante di START e le confezioni giungono alla postazione di pesatura a intervalli regolari di 5 secondi in lotti da 20 pezzi. Poiché il peso delle confezioni potrebbe variare in base alle differenti condizioni ambientali di temperatura e umidità, un software di gestione effettua il test di validità del lotto. Ipotizzando noto il valore esatto del peso delle confezioni, scrivere un algoritmo che memorizzi ogni lettura in apposita struttura dati, per ciascun peso rilevato calcoli la deviazione rispetto al peso esatto e conteggi quante volte tale deviazione rientra nel campo di variazione del ±2%. Al termine del ciclo di letture se il numero di confezioni con peso fuori norma è maggiore di 4 (quattro) un messaggio dichiara il lotto non commerciabile.

COPIA CONFORME ATTI MIM

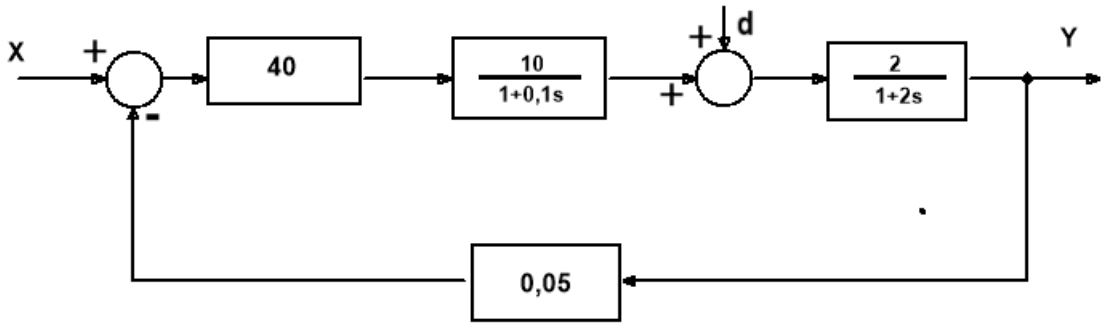
Sessione ordinaria 2025
Seconda prova scritta

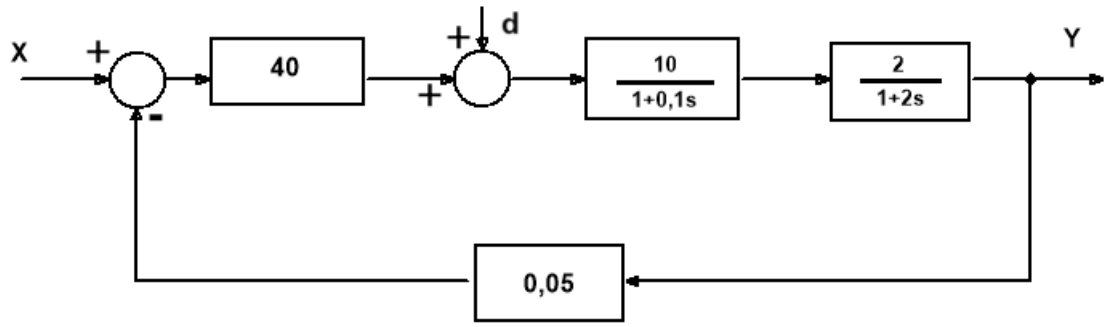
Ministero dell'istruzione e del merito

A024 - ESAME DI STATO CONCLUSIVO DEL SECONDO CICLO DI ISTRUZIONE

Quesito 4

Si considerino le due situazioni riportate in figura in cui il segnale di ingresso **X** è pari a 0,2 V e il disturbo **d** è un segnale a gradino di ampiezza 0,5 V





Si calcoli il valore dell'uscita Y in assenza di disturbi e la sua variazione percentuale dovuta alla presenza del disturbo nelle due situazioni mostrate.

COPIA ESAME MIM

Durata massima della prova: 6 ore.
È consentito l'uso di manuali tecnici e di calcolatrici scientifiche e/o grafiche purché non siano dotate di capacità di elaborazione simbolica algebrica e non abbiano la disponibilità di connessione a Internet.
È consentito l'uso del dizionario della lingua italiana.
È consentito l'uso del dizionario bilingue (italiano-lingua del paese di provenienza) per i candidati di madrelingua non italiana.
Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla consegna della traccia.