Redni rok 2024
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)

Naloga iz TEHNOLOGIJE IN NAČRTOVANJA ELEKTRIČNIH TER ELEKTRONSKIH SISTEMOV

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

PRVI DEL

Vodilno podjetje na področju napredne športne tehnologije za tenis želi dati na trg inovativno napravo, ki naj pomaga oceniti kakovost igralčevega teniškega odziva na servis. Naprava za izstreljevanje žogic je postavljena na sredino enega izmed dveh poligrišč, teniški igralec je na levem ali desnem kotu druge polovice igrišča. Testiranje igralca poteka tako, da naprava izstreli 100 žogic s časovnim presledkom 5 sekund. Da bi analizirali športnikovo učinkovitost odziva in porabo energije za izboljšanje njegove uspešnosti, naprava nadzira nekatere parametre teniškega treninga: jakost sile žogice na lopar, hitrost, s katero se žogica odbije od loparja, pri čemer se upošteva skoraj nespremenjen kot glede na vodoravnico, in športnikovo telesno temperaturo.

V ta namen načrtujemo izdelavo pametnega loparja, v katerega so vgrajeni potrebni senzorji in programirljiv sistem za zbiranje podatkov med preizkusom.

V naslednji preglednici so navedeni opazovani parametri, interval meritev količin, vrsta uporabljenih senzorjev in merjena fizikalna količina.

Parameter	Interval meritev med treningom	Senzor	Nadzorovana količina
Sila žogice na lopar	40 – 80 N	FSR (Force Sensitive Resistor)	Pritisk na strune loparja
Pospešek, izmerjen na ročaju loparja (*)	$7.8 \leq a_{x\text{-}y} \leq 9.7$ m/s^2 $2{,}8 \leq a_z \leq 3{,}5$ m/s^2	Pospeškometer z dvema izhodnima kanaloma	Trenutni pospešek: 1. Komponenta na ravnini x-y 2. Komponenta v smeri osi z
Temperatura dlani	34 - 39 °C	Lineariziran sistem NTC	Temperatura

(*) za vrednosti kota žogice 20°±5°.

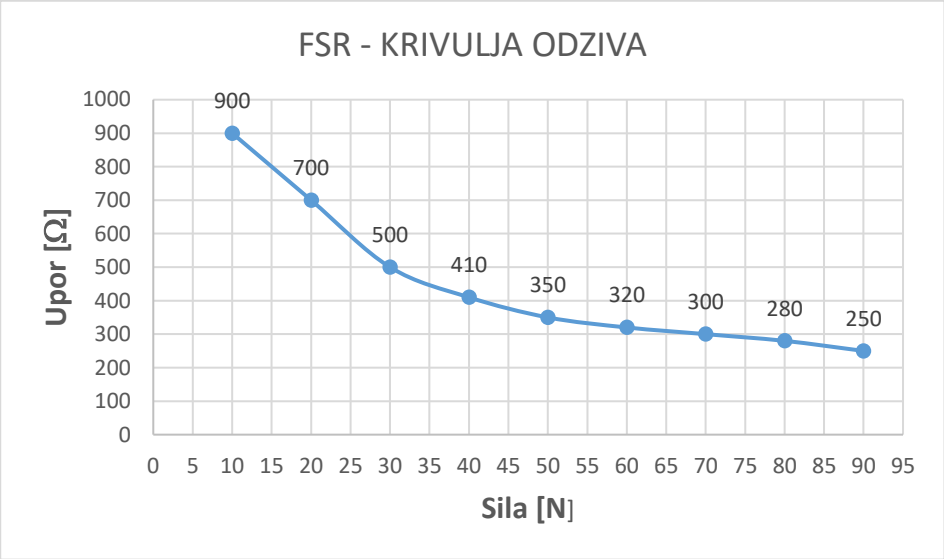
V nadaljevanju so navedeni tehnični podatki senzorjev, ki so prikazani v preglednici.

COPIA CONFORME AL MIM

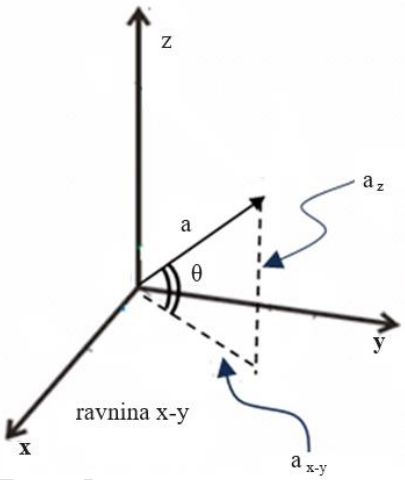
Redni rok 2024
Druga pisna naloga

Ministero dell'istruzione e del merito

1) SENZOR SILE FSR: je naprava iz polimerne folije. Pritrjena je na strune loparja in je nameščena na sredini loparjeve mreže. Naprava meri silo, s katero žogica deluje na lopar. Izhod je uporovni, obratno sorazmeren s silo udarca žogice, in ima odzivno krivuljo, kot je prikazana v grafu:



2) Kombinirani merilnik pospeška je eksperimentalna naprava z dvema napetostnima izhodoma, ki je nameščena v ročaju loparja. Napaja jo napetost med 1,8 in 3,6 V ter zaznava premike v smeri vodoravne ravnine x-y in vzdolž navpične osi z, kar omogoča oceno pospeška, ki se prenaša na ročaj loparja kot odziv na udarec. Napetosti na obeh izhodih merilnika pospeška Vx-y in Vz sta sorazmerni z ravninskim (a_{x-y}) in navpičnim (a_z) pospeškom v točki, na katero je sensor pritrjen po naslednji zvezi:



$$V_{out}^{(x-y)} = V_{cc} \cdot \left(\frac{a_{x-y}}{10} + \frac{1}{2}\right)$$

$$V_{out}^{(z)} = V_{cc} \cdot \left(\frac{a_z}{10} + \frac{1}{2}\right)$$

Razmerje med pospeški, ki smo jih izmerili na ročaju, in ustreznimi pospeški, ki se dejansko prenesejo na žogico za navpične kote θ = 20°±5° izmerimo eksperimentalno in izoblikujemo naslednji zakon:

$$a_{x-y}^{(\check{z}ogica)} = 10^3 \cdot a_{x-y}$$

$$a_z^{(\check{z}ogica)} = 10^3 \cdot a_z$$

3) SISTEM LINEARIZIRANEGA NTC-ja: za zaznavanje temperature uporabljamo integrirani temperaturni senzor, ki vsebuje NTC s tokovnim izhodom in linearnim odzivom. Naprava ima sledeče značilnosti
- napajalna napetost: 5 V
- občutljivost: 0,5 mA/°C
- območje linearnosti: 25 ≤ °T ≤ 55 °C
- $I_{(T=25°C)} = 0$ A

Postopek merjenja se prične, ko senzor FSR zazna pritisk sile, ki je večji ali enak minimalni predvideni sili žogice na lopar. Programirljivi sistem pridobi in v posebne podatkovne strukture shrani vrednosti napetosti, ki jih oddajajo elektronska vezja merilnika pospeška, temperaturnega senzorja in samega senzorja FSR.
S podatki o pospeških v vodoravni ravnini $a_{x\text{-}y}$ in v navpični smeri a_z pridobimo podatek hitrosti za vsako žogico, ki jo je teniški igralec odbil. Ob upoštevanju dejstva, da pri odboju žogica ostane na loparju za čas Δt = 4 ms, in upoštevajoč kot meta θ enak 20° glede na ravnino x-y, lahko hitrost žogice izračunamo kot:

$$v_{x-y}^{(\check{z}ogice)} = a_{x-y}^{(\check{z}ogice)} \cdot \Delta t$$
$$v_{z}^{(\check{z}ogice)} = a_{z}^{(\check{z}ogice)} \cdot \Delta t$$

Ob koncu meritev bomo vrednosti hitrosti, sile udarca in temperature obdelali s posebno programsko opremo in primerjali z referenčnimi krivuljami, kar nam bo omogočilo sprejetje korektivnih ukrepov in izboljšanje športne zmogljivosti.

Kandidat naj z dodatnimi predpostavkami, ki se mu zdijo primerne:
1. predstavi diagram poteka nadzornega sistema, ki temelji na njemu znanem mikrokrmilniku, pri čemer naj opiše delovanje posameznih blokov in naprav, vključenih v kondicioniranje signalov, ki prihajajo iz senzorjev, in opredeli povezavo med vhodnimi napetostmi v mikrokrmilnik ter ustreznimi fizikalnimi količinami, ki jih merijo senzorji.
2. podrobno oblikuje vmesnik med senzorjem FSR in mikrokrmilnikom z izbiro strojne ali programske strukture, ki sistemu omogoča prepoznavanje vrednosti napetosti ob delovanju minimalne predvidene sile, ki sproži proces merjenja.
3. izračuna vmesnik med drugima dvema senzorjema in mikrokrmilnikom, pri čemer naj utemelji sprejete projektne odločitve in poudari analitično povezavo med vhodnim signalom v programirljivo napravo ter vrednostjo merjene količine.
4. razvije algoritem za upravljanje celotnega postopka pridobivanja in obdelave podatkov za pridobitev vrednosti hitrosti odbite žogice in poda pomemben del kode.

DRUGI DEL

1. VPRAŠANJE

Kandidat naj upošteva senzor, ki oddaja signal PWM, katerega Duty Cycle je sorazmeren z izmerjeno vhodno količino. Predlaga naj vezje, ki pretvori spremembo Duty Cycleja v spremembo napetosti, pri čemer naj pojasni načelo delovanja in pogoje, za katere je postopek izvedljiv, ter zveze, ki povezujejo Duty Cycle z amplitudo pretvorjenega signala.

COPIA CONFORME ATTO M.M.

2. VPRAŠANJE

Delodajalec je odgovoren za izpolnjevanje obveznosti in izvajanje postopkov vrednotenja, nadzorovanja in upravljanja varnosti na delu. Kljub temu lahko s tehničnega in operativnega vidika postopek ocenjevanja tveganja vključuje sodelovanje odgovornega za preventivo in zaščito (RSPP) in delavskega zaupnika za varnost in zdravje pri delu (RLS). Glede na šolo, ki jo obiskuje, naj kandidat sestavi tabelo, podobno tisti, ki je navedena kot primer, in v njej navede nevarnosti in vrsto tveganja glede na kategorije okolij.

Prostori	Vir potencialne nevarnosti	Tveganje
Učilnica	Okna Stenska tabla	Naključno razbitje stekla Padec zaradi popuščanja stenskih sidrišč
Stopnišče	Širina stopnišča Stopnice	Prenatrpanost Naključni padec na spolzkem podu
……	……	……
……	……	……
……	……	……
……	……	……

3. VPRAŠANJE

Značilni parameter tranzistorja BJT, ki opredeljuje njegovo zmogljivost, je faktor hfe. Nameravamo opraviti meritve za ocenitev parametrov BJT tipa NPN, ko se spreminja vrednost toka na njegovem vhodu. Za določitev povezave med izhodnim in vhodnim tokom moramo pripraviti merilno napravo s potrebnimi instrumenti in komponentami.

Poleg tega naj kandidat opiše okoljske pogoje, v katerih je treba opraviti meritve, faze merjenja, zbiranje podatkov in predstavitev ustreznih količin.

4. VPRAŠANJE

V laboratoriju preizkusimo merilno celico, za katero nimamo podatkovnega lista. Med tehničnim pregledom smo ob spremembi obremenitve pridobili naslednje vrednosti napetosti Vd:

Preizkus	1	2	3	4	5	6
Vd [V]	0,28	0,46	0,61	0,78	0,89	1,05
Sila [N]	98,1	147,15	196,2	245,25	294,3	343,35

Kandidat naj poišče aproksimirano razmerje med izhodno napetostjo kot funkcijo sile, primerja napake meritev ter poišče najmanjšo in največjo napako. Kandidat naj določi tudi največjo vrednost povprečne občutljivosti med različnimi intervali meritev.

COPIA CONFORME ATTI MIM

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) za kandidate/-ke, katerih materni jezik ni italijanščina ali slovenščina.
Nihče ne sme zapustiti šolskega poslopja pred iztekom 3 ur od vročitve naloge.

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: TECNOLOGIA E PROGETTAZIONE DI SISTEMI ELETTRICI ED ELETTRONICI

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

PRIMA PARTE

Una azienda, leader nel settore delle tecnologie sportive avanzate per il tennis, vuole introdurre sul mercato un dispositivo innovativo che aiuti a valutare la qualità della risposta al servizio di un tennista. La metodologia adottata consiste in un test che prevede il lancio di 100 palle ad intervalli di 5 secondi da parte di una macchina lanciapalle posta in posizione centrale da un lato del campo mentre il tennista si trova in uno dei due angoli del lato opposto. Per analizzare la prestazione dell'atleta in termini di efficacia della risposta e dispendio energetico e, di conseguenza, migliorarne le performance vengono monitorati alcuni parametri dell'allenamento: l'intensità della forza d'impatto della palla in arrivo sulla racchetta, la velocità impressa dal tennista alla palla di risposta considerando pressoché fissa la sua angolazione rispetto al piano orizzontale e la temperatura corporea dell'atleta.
Si ipotizza, quindi, una racchetta "smart" in cui siano integrati sia i sensori necessari che il sistema programmabile per l'acquisizione dei dati durante il test.
Nella tabella seguente sono elencati i parametri monitorati e i rispettivi valori mediamente assunti, il tipo di sensori utilizzati e la relativa grandezza fisica rilevata

Parametro	Valori tipici in fase di allenamento	Sensore	Grandezza rilevata
Forza d'impatto della palla ricevuta	40 – 80 N	FSR (Force Sensitive Resistor)	Pressione sulle corde della rete
Accelerazione rilevata al manico della racchetta (*)	$7.8 \leq a_{x\text{-}y} \leq 9.7$ m/s^2 $2,8 \leq a_z \leq 3,5$ m/s^2	Accelerometro combinato a due uscite	Accelerazione istantanea: 3. Componente nella direzione del piano x-y 4. Componente nella direzione dell'asse z
Temperatura del palmo della mano	34 - 39 °C	Sistema linearizzato NTC	Temperatura

(*) per angolazioni della palla pari a 20°± 5°

Si riportano di seguito i dati tecnici dei sensori indicati in tabella.

COPIA CONFORME ARTIUM

Sessione ordinaria 2024
Seconda prova scritta

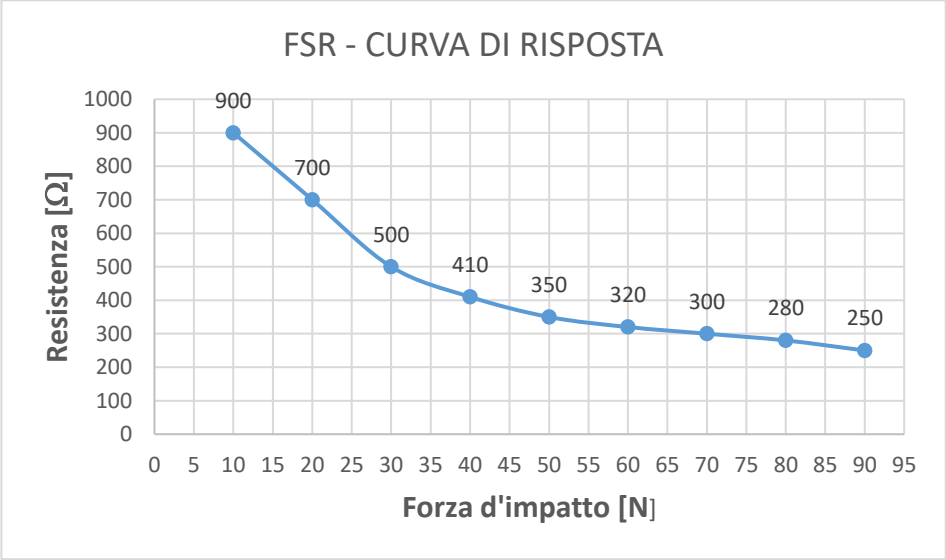
Ministero dell'istruzione e del merito

A024 - ESAME DI STATO CONCLUSIVO DEL SECONDO CICLO DI ISTRUZIONE

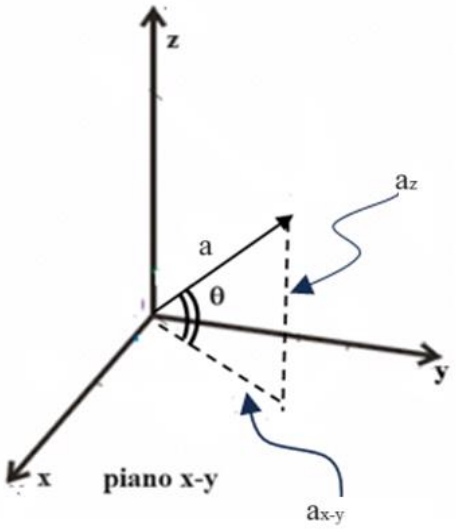
Indirizzo: ITEC – ELETTRONICA ED ELETTROTECNICA - ARTICOLAZIONE "ELETTRONICA"
(Testo valevole anche per l'indirizzo quadriennale IT41)

Disciplina: TECNOLOGIA E PROGETTAZIONE DI SISTEMI ELETTRICI ED ELETTRONICI

4) SENSORE DI FORZA FSR: è un dispositivo a film polimerico, solidale alle corde e posto al centro del sistema di cordaggio della rete, che rileva la forza esercitata dalla palla in arrivo. L'uscita è resistiva, inversamente proporzionale alla forza d'impatto e presenta una curva di risposta come in figura.



5) ACCELEROMETRO COMBINATO: è un dispositivo sperimentale a due uscite in tensione posizionato nell'impugnatura della racchetta. Alimentato ad una tensione compresa tra 1,8 e 3,6 V, rileva gli spostamenti nella direzione del piano orizzontale x-y e lungo la verticale z, consentendo la valutazione dell'accelerazione impressa al manico della racchetta nella risposta alla battuta. Le tensioni presenti sulle due uscite dell'accelerometro Vx-y e Vz sono proporzionali alle accelerazioni di piano ($a_{x\text{-}y}$) e verticale (a_z) nel punto di inserimento del sensore secondo la relazione:



$$V_{out}^{(x-y)} = V_{cc} \cdot \left(\frac{a_{x-y}}{10} + \frac{1}{2}\right)$$

$$V_{out}^{(z)} = V_{cc} \cdot \left(\frac{a_z}{10} + \frac{1}{2}\right)$$

Il rapporto tra le accelerazioni misurate all'impugnatura e le corrispondenti accelerazioni effettivamente impresse alla palla, per angolazioni verticali **θ** = 20°± 5°, viene misurato sperimentalmente e risulta essere con buona approssimazione il seguente:

$$a_{x-y}^{(palla)} = 10^3 \cdot a_{x-y}$$

$$a_z^{(palla)} = 10^3 \cdot a_z$$

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: TECNOLOGIA E PROGETTAZIONE DI SISTEMI ELETTRICI ED ELETTRONICI

6) SISTEMA LINEARIZZATO NTC: per la rilevazione della temperatura si utilizza un sensore integrato di temperatura, contenente un NTC, con uscita in corrente e risposta lineare. Il dispositivo presenta le caratteristiche riportate di seguito:

- Tensione di alimentazione: 5 V
- Sensibilità: 0,5 mA/°C
- Campo di linearità: 25 ≤ °T ≤ 55 °C
- $I_{(T=25°C)}$ = 0 A

Il processo ha inizio nel momento in cui il sensore FSR rileva una pressione forza maggiore o uguale alla soglia minima di forza prevista per l'impatto della palla sulla racchetta: il sistema programmabile acquisisce e memorizza, in apposite strutture dati, i valori delle tensioni in uscita dai circuiti di condizionamento dell'accelerometro, del sensore di temperatura e dello stesso FSR.
I dati relativi alle accelerazioni di piano orizzontale $a_{x\text{-}y}$ e verticale a_z vengono elaborati al fine di ricavare la velocità per ciascuna palla respinta dal tennista. Tenuto conto, infatti, che nella risposta ad un lancio la palla resta sulla racchetta per un tempo pari a Δt = 4 ms e considerando fisso a 20° l'angolo di lancio **θ** rispetto al piano x-y, si può calcolare la velocità della palla come:

$$v_{x-y}^{(palla)} = a_{x-y}^{(palla)} \cdot \Delta t$$
$$v_z^{(palla)} = a_z^{(palla)} \cdot \Delta t$$

Al termine del test i valori della velocità, della forza di impatto e della temperatura verranno elaborati da un apposito software e confrontati con curve di riferimento che consentiranno l'adozione di misure correttive e il miglioramento delle prestazioni atletiche.

Il candidato, fatte le ipotesi aggiuntive che ritiene opportune:

1. rappresenti lo schema a blocchi del sistema di controllo basato su un microcontrollore di propria conoscenza, descrivendo la funzione dei singoli blocchi e dei dispositivi che intervengono nel condizionamento dei segnali provenienti dai sensori e individuando la relazione tra le tensioni in ingresso al microcontrollore e le corrispondenti grandezze fisiche misurate dai sensori
2. progetti nel dettaglio l'interfaccia tra il sensore FSR e il microcontrollore scegliendo la struttura hardware o software che consenta al sistema di individuare la tensione corrispondente alla soglia minima di forza che avvia i processi di acquisizione;
3. dimensioni le interfacce tra gli altri due sensori ed il microcontrollore motivando le scelte progettuali effettuate ed evidenziando la relazione analitica tra segnale in ingresso al dispositivo programmabile e il valore della grandezza da misurare;
4. sviluppi un algoritmo di gestione dell'intero processo di acquisizione e di elaborazione dati per ottenere i valori della velocità della palla di risposta e ne codifichi un segmento significativo.

COPIA CONFORME ATTI MIM

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: TECNOLOGIA E PROGETTAZIONE DI SISTEMI ELETTRICI ED ELETTRONICI

SECONDA PARTE

QUESITO 1

Si consideri un sensore che fornisce in uscita un segnale PWM il cui Duty Cycle sia proporzionale alla grandezza misurata in ingresso. Si proponga una soluzione circuitale che converta la variazione del Duty Cycle in una variazione di tensione illustrando il principio che si intende adottare, le condizioni per le quali il procedimento è attuabile e la relazione che lega il Duty Cycle all'ampiezza del segnale convertito.

QUESITO 2

L'obbligo di realizzare il processo di valutazione, controllo e gestione dei rischi lavorativi riguarda essenzialmente il datore di lavoro. Tuttavia, dal punto di vista tecnico e operativo il processo di valutazione dei rischi può prevedere la collaborazione dell'RSPP e dell'RLS. Con riferimento all'istituto scolastico frequentato dal candidato si compili una tabella, sulla falsa riga di quella riportata come esempio, che indichi i pericoli e il tipo di rischio in relazione alle categorie di ambienti.

Ambiente	Oggetto fonte di pericolo	Rischio
Aule	Finestre Lavagna a parete	Rottura accidentale del vetro Caduta della struttura per cedevolezza dei supporti
Tromba delle scale	Larghezza della scala Gradini	Sovraffollamento Caduta accidentale per rivestimento sdruccevole
……	……	……
……	……	……
……	……	……
……	……	……

QUESITO 3

Il parametro caratteristico del BJT che ne qualifica le prestazioni è il fattore hfe. Si intendono effettuare misure per la valutazione dei parametri di un BJT tipo NPN al variare del valore della corrente applicata al suo ingresso. Volendo rilevare la relazione tra la corrente di uscita e quella di ingresso si allestisca un banco di misura con la strumentazione e la componentistica necessarie.

Si descrivano, inoltre, le condizioni ambientali nelle quali si effettuano le misure, le fasi di misura, di raccolta e rappresentazione dati delle grandezze interessate.

COPIA CONFORME ATTIVUM

Sessione ordinaria 2024
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: TECNOLOGIA E PROGETTAZIONE DI SISTEMI ELETTRICI ED ELETTRONICI

QUESITO 4

Una cella di carico, della quale non si ha a disposizione il datasheet, viene testata in laboratorio. Durante le operazioni di collaudo sono stati ottenuti i seguenti valori di tensione differenziale Vd funzione del carico:

Prove effettuate	1	2	3	4	5	6
Vd [V]	0,28	0,46	0,61	0,78	0,89	1,05
Forza [N]	98,1	147,15	196,2	245,25	294,3	343,35

Si ricavi una possibile relazione approssimata tra la tensione in uscita in funzione della forza, si confrontino gli errori ottenuti per ciascuna misura per individuare l'errore minimo e massimo. Si determini inoltre il valore più alto della sensibilità media tra i vari intervalli di misura.

COPIA CONFORME ATTI MIM

Durata massima della prova: 6 ore.
È consentito l'uso di calcolatrici scientifiche o grafiche purché non siano dotate della 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.