

5. (1 bod) Što od navedenog nije izvor (ili doprinos) mjernoj nesigurnosti rezultata?
- A) nesigurnost etalona korištenih u mjernoj metodi
 - B) aproksimacije i pretpostavke ugrađene u mjerni postupak
 - C) nedovoljno (konačno) razlučivanje mjerila
 - ☒ D) nadomještanje mjerene veličine najvećim odstupanjem od aritmetičke sredine
 - E) nedovoljno poznavanje utjecaja okoliša na rezultate mjerenja

8. (1 bod) Kod metode najmanjih kvadrata, zbroj svih razlika pojedine vrijednosti i aritmetičke sredine,

tj. $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})$ je:

- A) jednak kvadratu standardnog odstupanja
- B) maksimalan
- ☒ C) jednak nuli
- D) jednak korijenu standardnog odstupanja
- E) minimalan

10. (1 bod) Mjerni rezultat iskazan je kao $I = 2,2741(11)$ mA. Mjerna nesigurnost je:

- ☒ A) $1,1 \mu\text{A}$
- B) $110 \mu\text{A}$
- C) $0,11 \mu\text{A}$
- D) $11,1 \mu\text{A}$
- E) $4,1 \mu\text{A}$

18. (2 boda) Mjerni rezultat iskazan je kao $U = 15,228(17)$ mV. Mjerna nesigurnost je u tom slučaju:

- A) 17 mV
- B) 1,7 mV
- C) 1,7 μV
- ☒ D) 17 μV
- E) 170 μV

Handwritten notes: 0,017 mV, 17 μV

14. Mjerni rezultat $C = 17.136(46)$ pF. Mjerna nesigurnost

a) 0.46 pF b) 46 pF c) 46 fF d) 4.6 fF e) zanemariva

15. (1 bod) Kod četverožičnog mjerenja otpora, otpornik se u strujni krug spaja preko:

- ☒ A) 2 strujne i 2 naponske stezaljke
- B) četverožičnog kabela s 2 polâ
- C) 4 otporničke stezaljke s 2 polâ
- D) 2 visokonaponske i 2 niskonaponske stezaljke
- E) 4 strujne i 4 naponske stezaljke

1. U - I metodom treba izmjeriti otpor reda veličine 10Ω . Na raspolaganju nam je ampermetar unutrašnjeg otpora $0,1 \Omega$ i voltmetar unutrašnjeg otpora 1000Ω . Koji spoj U - I metode valja odabrati?

- ☒ A) naponski
- B) strujni
- C) svejedno je
- D) ovisi o opsezima mjernih instrumenata

4. Klizni otpornik spojen je kao predopor teretu i ta kombinacija priključena je na izvor napona U . Ako su nazivni otpori kliznog otpornika i tereta jednaki, napon na teretu možemo namještati u granicama od:
- ☒ A) U do $U/2$
 - B) 0 do U
 - C) 0 do $U/4$
 - D) $U/2$ do $U/4$
 - E) U do $U/4$
8. Impulsni multiplikatori (TDM) rabe se u sklopovima za mjerenje:
- A) napona
 - B) struje
 - C) otpora
 - D) frekvencije
 - ☒ E) snage
5. (1 bod) Da li je svaki ispravak potpuno točan?
- A) da, jer ga inače ne bismo koristili
 - B) ne, jer ima mjernu nesigurnost kojom je određen
 - C) da, jer ne ovisi o mjerenoj veličini
 - D) ne, jer je višestruko veći od mjerene veličine
 - E) ne, jer je višestruko manji od mjerene veličine
7. (2 boda) Dva ampermetra, unutrašnjih otpora redom $R_{A1} = 0,2 \Omega$ i $R_{A2} = 2 \Omega$, spojeni su serijski u strujni krug kojim prolazi istosmjerna struja od 1 A . Pokazivanje ampermetara, uz zanemarenje njihovih pogriješaka, je sljedeće:
- A) $I_{A1} = 0,1 \text{ A}$, $I_{A2} = 1 \text{ A}$
 - B) $I_{A1} = 0,1 \text{ A}$, $I_{A2} = 0,9 \text{ A}$
 - C) $I_{A1} = 1 \text{ A}$, $I_{A2} = 1 \text{ A}$
 - D) $I_{A1} = 1 \text{ A}$, $I_{A2} = 1,1 \text{ A}$
 - E) $I_{A1} = 1 \text{ A}$, $I_{A2} = 0,1 \text{ A}$
13. (1 bod) Bifilarno namatanje mjernih otpornika:
- A) smanjuje kapacitet otpornika prema zemlji
 - B) smanjuje temperaturnu ovisnost otpornika
 - C) smanjuje parazitski kapacitet
 - D) smanjuje parazitski induktivitet
 - E) povećava vremensku stalnost otpornika

3. Kod analognog instrumenta s neposrednim prikazivanjem, vlastita titrajna frekvencija je reda veličine:

- a) 0 Hz
- b) 1 Hz
- c) 1000 Hz
- ☒ d) 10 Hz ????
- e) 100 Hz

7. Kod instrumenta s neposrednim prikazivanjem kazaljka u mirovanju pri stalnom otklonu razmjenom mjerenoj veličini, ne djeluju koji momenti?

Rješenje:

Pogledaj: Prezentacija 5, slajdovi 7 i 8

Nema promjene brzine pa ne djeluju prigušni moment $M3$ i moment zbog tromosti J , odnosno $M4$.

10. Kakav mora biti omjer nazivne vrijednosti kliznog otpornika u odnosu na otpor tereta kod potencijometra kako bi ugađanje struje bilo što linearnije?

Rješenje:

Omjer između nazivnog otpora kliznog otpornika i otpora tereta mora biti što manji, odnosno **nazivni otpor kliznog otpornika treba biti što manji u odnosu na otpor tereta.**

2. (2 boda) Voltmetrom unutrašnjeg otpora $1 \text{ M}\Omega$ mjerimo napon nekog izvora. Ako je njegova elektromotorna sila $6,9 \text{ V}$, a unutrašnji otpor 150Ω , voltmetar treba pokazati (uz pretpostavku da ne griješi):
- A) podatci su nedovoljni da se može odgovoriti
 - B) točno $6,9 \text{ V}$
 - C) napon veći od $6,9 \text{ V}$
 - ☒ D) napon manji od $6,9 \text{ V}$
 - E) takvo je mjerenje opasno za izvor
9. (2 boda) Razina pouzdanosti od 95% postiže se kod pravokutne razdiobe za (slučajnu) varijablu x u intervalu:
- A) $\mu - 1,96a < x < \mu + 1,96a$
 - B) $\mu - 3 \frac{a}{\sqrt{3}} < x < \mu + 3 \frac{a}{\sqrt{3}}$
 - C) $-\infty < x < +\infty$
 - D) $\mu - 1,65 \frac{a}{\sqrt{3}} < x < \mu + 1,65 \frac{a}{\sqrt{3}}$
 - E) $\mu - \frac{a}{\sqrt{3}} < x < \mu + \frac{a}{\sqrt{3}}$
3. (2 boda) Razina pouzdanosti od 100% postiže se kod trokutaste razdiobe za (slučajnu) varijablu x u intervalu:
- ☒ A) $\mu - a < x < \mu + a$
 - B) $\mu - 2a < x < \mu + 2a$
 - C) $\mu - 3 \frac{a}{\sqrt{6}} < x < \mu + 3 \frac{a}{\sqrt{6}}$
 - D) $\mu - \frac{a}{\sqrt{6}} < x < \mu + \frac{a}{\sqrt{6}}$
 - E) $-\infty < x < +\infty$

8. (2 boda) Razina pouzdanosti od 100% postiže se kod pravokutne razdiobe za (slučajnu) varijablu x u intervalu:

- A) $\mu - 2a < x < \mu + 2a$
- ☒ B) $\mu - a < x < \mu + a$
- C) $\mu - 3 \frac{a}{\sqrt{3}} < x < \mu + 3 \frac{a}{\sqrt{3}}$
- D) $\mu - \frac{a}{\sqrt{6}} < x < \mu + \frac{a}{\sqrt{6}}$
- E) $-\infty < x < +\infty$

d) procjena....

2. (2 boda) Razina pouzdanosti od 100% postiže se kod normalne razdiobe za (slučajnu) veličinu x u intervalu:

- A) $\mu - \sigma < x < \mu + \sigma$
- B) $\mu - 3\sigma < x < \mu + 3\sigma$
- C) $\mu - 2\sigma < x < \mu + 2\sigma$
- ☒ D) $-\infty < x < +\infty$
- E) $\mu - 1,96\sigma < x < \mu + 1,96\sigma$

HINT:

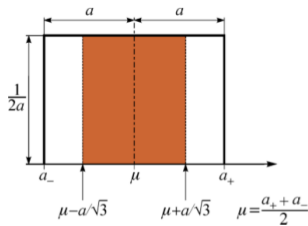
Standardna nesigurnost vrste B

- Vrlo čest slučaj su *a priori* razdiobe, kod kojih je vjerojatnost 100 % da x_i leži unutar granica a_- i a_+ , a 0 % izvan granica; uz uvjet $(a_+ - a_-) = 2a$ slijedi:

pravokutna razdioba:

$$x_i = (a_- + a_+)/2$$

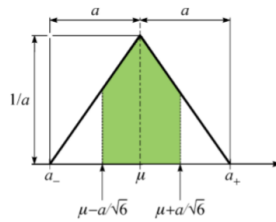
$$u^2(x_i) = a^2/3$$



trokutasta razdioba:

$$x_i = (a_- + a_+)/2$$

$$u^2(x_i) = a^2/6$$



3. (2 boda) Kod metode najmanjih kvadrata, omjer (zbroj svih razlika pojedine vrijednosti i aritmetičke sredine)/(aritmetička sredina), tj. $\left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \right] / \bar{x}$ je:
- A) jednak kvadratu standardnog odstupanja
 - B) maksimalan
 - C) jednak 0 za aritmetičku sredinu različitu od 0
 - D) jednak 1 za aritmetičku sredinu različitu od 1
 - E) minimalan

10. (1 bod) Kod metode najmanjih kvadrata, zbroj kvadrata svih razlika pojedine vrijednosti i aritmetičke sredine, tj. $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ je:
- A) jednak kvadratu standardnog odstupanja
 - B) maksimalan
 - C) jednak korijenu standardnog odstupanja
 - D) minimalan
 - E) jednak nuli
- d) minimalan

Objašnjenje:

Slučajni učinci

□ Metoda najmanjih kvadrata

- najvjerojatnije približenje pravoj vrijednosti mjerene veličine može se izračunati iz uvjeta:

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \text{minimum}$$

- odavde slijedi da je aritmetička sredina

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

- zbroj svih razlika pojedine vrijednosti i aritmetičke sredine je nula

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) = 0$$

5. (2 boda) Na raspolaganju imamo dva ampermetra s mjernim opsezima 2 A za mjerenje struje izvora od približno 3 A. Ako pritom ampermetre spojimo paralelno jedan drugome, a serijski u krug izvora, očitati ćemo redom na prvom i drugom ampermetru 1,53 A i 1,47 A. Uz pretpostavku da ne griješe, možemo zaključiti da:

A) su im otpori jednaki
B) je otpor prvog ampermetra veći od otpora drugog ampermetra
☒ C) je otpor prvog ampermetra manji od otpora drugog ampermetra
D) podaci nisu mogući jer u takvom spoju bi ampermetri trebali pregorjeti
E) se iz navedenih podataka ništa ne može zaključiti

7. (2 boda) Kod mjerenja snage jednofaznog trošila vatmetrom u spoju prema gornjoj slici, voltmetar i ampermetar spajaju se u strujni krug:

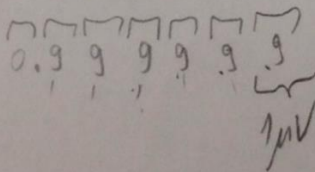
☒ A) zbog kontrole opterećenja strujne i naponske grane vatmetra
B) kako bi se provjeravala točnost vatmetra tijekom mjerenja
C) zbog korekcije očitavanja vatmetra zbog frekvencijske ovisnosti
D) zbog korekcije očitavanja vatmetra zbog $\cos \phi$ trošila
E) samo ako nemamo vatmetar

8. (2 boda) GPIB (IEEE-488) je:

A) IEEE protokol za prijenos 488 MiB/s
B) General Purpose Intermedia Bus
C) serijsko sučelje za povezivanje računala i mjernih uređaja
D) bežično sučelje za povezivanje računala i udaljenih senzora
☒ E) paralelno sučelje za povezivanje računala i mjernih uređaja

10. (2 boda) Razlučivanje digitalnog voltmetra s prikazom $6\frac{1}{2}$ znamenke na mjernom opsegu 1 V je:

A) 10 μ V
B) 10 mV
☒ C) 1 μ V
D) 1 mV
E) 100 μ V



13. (2 boda) Digitalni multimeter s razlučivanjem $6\frac{1}{2}$ znamenke ima dva para "HI" i "LO" ulaznih priključnica označena na sljedeći način: "VOLTS OHMS" te "OHMS SENSE". Ako mjereni otpor želimo izmjeriti četverožičnim spojem, spojiti ćemo ga na sljedeći način:

A) naponske i strujne stezaljke na "VOLTS OHMS"
B) naponske i strujne stezaljke na "OHMS SENSE"
C) naponske stezaljke na "VOLTS OHMS" te strujne stezaljke na "OHMS SENSE"
☒ D) strujne stezaljke na "VOLTS OHMS" te naponske stezaljke na "OHMS SENSE"
E) naponske stezaljke na "HI" te strujne stezaljke na "LO"

15. (2 boda) Što razumijevate pod pojmom *mjeriteljstvo*?

A) skup djelovanja radi određivanja vrijednosti (mjerene) veličine
B) znanost o mjeriteljstvu najviše razine točnosti
C) mjerne metode, instrumente i osoblje koje obavlja mjerenje
☒ D) znanost o mjerenju i njegovim primjenama
E) mjerne i utjecajne veličine koje tvore mjerni rezultat

4. (1 bod) Što od navedenog nije izvor (ili doprinos) mjernoj nesigurnosti rezultata?

- A) nesigurnost etalona korištenih u mjernoj metodi
- B) aproksimacije i pretpostavke na kojima se temelji mjerna metoda
- C) nedovoljno (konačno) razlučivanje mjerila
- D) procjena mjerene veličine metodom najveće pogreške
- E) specifikacija proizvođača uporabljenog mjerila

d) procjena....

14. (2 boda) Dva voltmetra spojena su paralelno na izvor istosmjernog napona. Ako prvi voltmetar V1 pokazuje veći napon nego voltmetar V2, što iz toga sigurno možemo zaključiti?

- A) točna vrijednost mjerene napona je aritmetička sredina očitavanja na V1 i V2
- B) to je realna situacija koja se može dogoditi kod realnih voltmetara
- C) izvor napona je preopterećen pa ne može dati dovoljnu struju za voltmetar V2
- D) podaci su nedovoljni da se može odgovoriti
- E) ne postoje voltmetri koji mogu pokazivati različite izmjerene vrijednosti ako mjere isti napon

15. (2 boda) Standardno odstupanje sredine manje je od standardnog odstupanja (pojedine vrijednosti) za faktor:

- A) n
- B) $n-1$
- C) \sqrt{n}
- D) $\sqrt{n-1}$
- E) n^2

5. Sustavni ucinci daju doprinos ukupnoj mjeri nesigurnosti

- a) razmjerni su mjerenoj veličini pa se ne mogu smanjiti
- b) smanjit uz ponavljanje
- c) uvijek se pokorava pravokutnoj razdiobi
- d) povećava uz ponavljanje
- e) nista od navedenog

15. Napon na teretu velikog otpora i male snage želimo što linearnije ugoditi od 0% do 100%

- a) klizni otpornik spojen u protuspoj s teretom
- b) -----||----- potencijometrijski spoj
- c) način spajanja kliz. otpornika ne utječe
- d) klizni otpornikom u seriju s teretom
- e) nista nije točno

20. Napon na teretu relativno velikog otpora i male snage želimo što linearnije ugađati u intervalu od 0% do 100%. Regulaciju je najbolje provesti:

- C) kliznim otpornikom u potencijometrijskom spoju

Mjerenje neelektričnih veličina - mjerenje pomaka

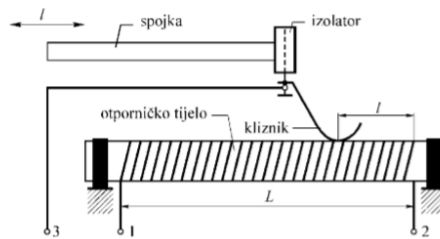
□ Pomak je mehanička veličina

- možemo govoriti o promjeni položaja, što može biti razmjerno nekim drugim veličinama
- mjeri se otporničkim, induktivnim ili kapacitivnim osjetilima

□ Mjerenje pomaka otporničkim osjetilima

- odlikuju se robusnošću, jednostavnošću i dugim životnim vijekom
- koriste se klizni otpornici, koji mogu biti slojni ili žičani, u **potenciometarskom spoju**, kod kojeg se mjereni pomak prenosi preko spojke i izolatora na kliznik
 - izvor napona U spaja se između dva kraja potenciometra 1 i 2
 - napon između jednog kraja potenciometra i kliznika razmjera je pomaku l
 - izlazni napon U_{13} ne smije se opteretiti jer će u tom slučaju statička karakteristika postati nelinearna

$$l = L \frac{U_{13}}{U} = k U_{13}$$



7. (2 boda) Što razumijevate pod pojmom *mjerena veličina*:

- D
- A) svojstvo pojave, tijela ili tvari, koje opisuje brojčano izraziva veličina
 - B) veličina koja utječe na odnos između pokazivanja i mjernog rezultata
 - C) veličina koja je za iznos sustavne pogreške veća od izmjerene vrijednosti
 - D) veličina koja se nastoji izmjeriti
 - E) veličina koja povezuje teorijsku osnovu s rezultatom mjerenja

20. (2 boda) Što je od navedenog izvor (ili doprinos) mjernoj nesigurnosti rezultata?

- A) vrijednost ispravka pribrojenog mjernom rezultatu
- B) (ne)točnost mjernog instrumenta uporabljenog pri mjerenju
- C) standardno odstupanje aritmetičke sredine izračunato izrazom $(s_1 - s_2)/(n_1 - n_2)$
- D) nedovoljno poznavanje rada na džepnom kalkulatoru
- E) vrijednost ispravka oduzetog od mjernog rezultatu

1. Da li je svaki ispravak potpuno točan?

- A) da, nesigurnost mu je 0
- B) da, a ovisi o mjerenoj veličini
- C) da, a ovisi o utjecajnoj veličini
- D) ne, ima svoju nesigurnost
- E) da, a ovisi o mjernoj metodi

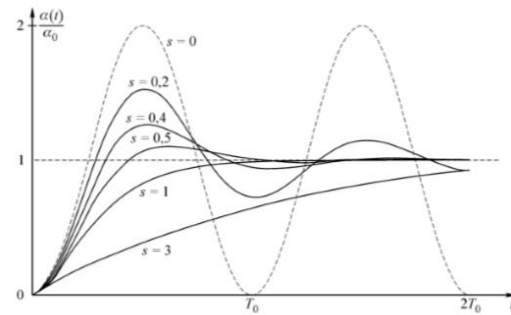
3. Može li se jedinica *ohm* realizirati prema svojoj definiciji?

E)

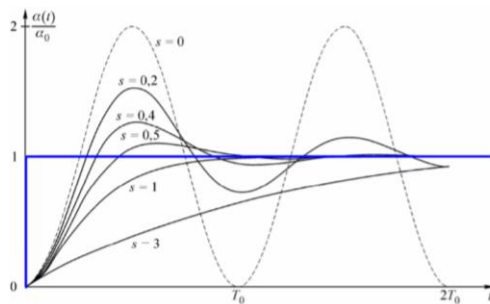
- **ohm** ... je električki otpor vodiča, koji ne sadrži nikakav izvor napona, u kojem stalan napon 1 V, doveden na njegove krajeve, uzrokuje struju 1 A; ($\Omega = V/A$)

2. (1 bod) Kod analognog instrumenta s neposrednim prikazivanjem prirodno titrajno vrijeme T_0 najčešće je reda veličine:

- A) 0 s
- B) 0,1 s
- C) 1 s
- D) 10 s
- E) 100 s



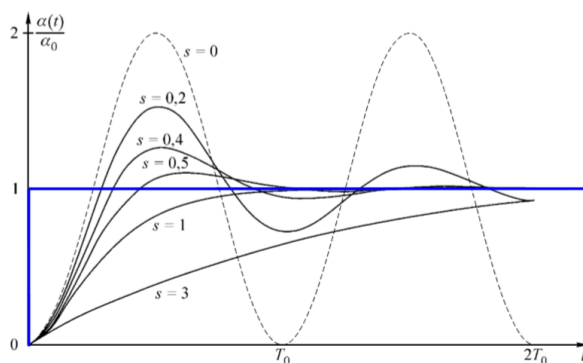
4. Ako je stupanj prigušenja kazaljke analognog mjernog instrumenta 0.4, onda je gibanje kazaljke:



B) prigušeno titranje

HINT:

Analogni mjerni instrumenti



Odziv na jediničnu step funkciju: neprigušeno gibanje ($s=0$), titrajno prigušeno gibanje ($0 < s < 1$), granično aperiodičko gibanje ($s=1$), aperiodičko gibanje ($s > 1$); T_0 je prirodno titrajno vrijeme

8. Na raspolaganju imamo dva ampermetra s mjernim opsezima 2A za mjerenje struje izvora od približno 3A. Ako pritom ampermetre spojimo paralelno jedan drugome, a serijski u krug izvora, očitati ćemo redom na prvom i drugom ampermetru 1,44A i 1,56A. Uz pretpostavku da ne griješe, možemo zaključiti da:

- A) podaci nisu mogući jer bi u takvom spoju bi ampermetri trebali pregorjeti
- B) se iz navedenih podataka ništa ne može zaključiti
- C) je otpor prvog ampermetra manji od otpora drugog ampermetra
- D) je otpor prvog ampermetra veći od otpora drugog ampermetra
- E) su im otpori jednaki

10. Sustavni učinci daju doprinos ukupnoj mjernoj nesigurnosti:

- A) koji se može smanjiti ponavljanjem mjerenja
- B) koji se može smanjiti ako primijenji uređaj zamijenimo točnijim
- C) koji se pokorava pravokutnoj razdiobi
- D) i razmjerni su mjernoj veličini pa se ne mogu smanjiti
- E) koji se povećava ponavljanjem mjerenja

14. Razlučivanje voltmetra $3\frac{1}{2}$ na opsegu 20V je:

- B) 10mV

15. Dva voltmetra unutrašnjih otpora redom $R_{V1} = 25k\Omega$ i $R_{V2} = 50k\Omega$, spojeni su paralelno izvoru napona od 136V. Pokazivanje voltmetara je sljedeće:

- B) $U_{V1} = 136V$, $U_{V2} = 136V$

16. GPIB (IEEE-488) je:

- D) 8-bitno paralelno sučelje