

\_\_\_\_\_ (Ime i prezime)

\_\_\_\_\_ (Matični broj)

B  
\_\_\_\_\_ (Grupa)

25.4.2016.

### Međuispit iz predmeta *Teorija mjerenja*

Izjavljujem da tijekom ispita neću od drugoga primiti niti drugome pružiti pomoć te da se neću koristiti nedopuštenim sredstvima. Ove su radnje teška povreda Kodeksa ponašanja te mogu uzrokovati isključenje s Fakulteta. Također izjavljujem da mi zdravstveno stanje dozvoljava pisanje ovog ispita.

Vlastoručni potpis: \_\_\_\_\_

Na pitanja se odgovara zatamnjivanjem jednog od ponuđenih odgovora na obrascu!

Svaki netočan odgovor donosi -0,5 bodova.

Samo jedno od ponuđenih rješenja je u potpunosti točno.

- (2 boda) Strujni izlaz mjernog pretvornika mjerimo digitalnim ampermetrom na mjernom opsegu 100 mA, na kojem proizvođač deklarira točnost instrumenta  $\pm(6 \cdot 10^{-4} \text{ of reading} + 6 \cdot 10^{-4} \text{ of range})$ . Ako smo pritom mjerili djelatnu snagu pri 50 Hz, a poznat nam je koeficijent konverzije od  $(0,2 \text{ W})/(100 \mu\text{A})$  s relativnom mjernom nesigurnošću od 0,2 %, kolika je složena standardna nesigurnost  $u_c(P)$  tako izmjerene snage ako je ampermetar pokazao 10 mA?  
A) 0,11 W  
B) 0,15 W  
C) 0,13 W  
D) 0,17 W  
☒ E) 0,09 W
- (2 boda) Funkcijom  $U = K + at$  nadomještamo promjenu napona izvora iz 8 opaženih vrijednosti. Ako smo pritom dobili da je suma kvadrata odstupanja opažene vrijednosti i nadomještene vrijednosti jednaka  $0,004 \text{ V}^2$ , koliko je standardno odstupanje pojedinog opažanja  $s_U$ ?  
A) 0,032 V  
☒ B) 0,026 V  
C) 0,029 V  
D) 0,035 V  
E) 0,021 V
- (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) jednak nuli  
C) jednak korijenu standardnog odstupanja  
D) minimalan  
E) maksimalan
- (2 boda) Kondenzator kapaciteta  $8,2 \mu\text{F}$  ima relativnu mjernu nesigurnost 0,8 %, a kondenzator kapaciteta  $5,6 \mu\text{F}$  ima relativnu mjernu nesigurnost 0,5 %. Kolika je relativna standardna nesigurnost kapaciteta njihove serijske kombinacije?  
A) 0,49 %  
B) 0,64 %  
☒ C) 0,44 %  
D) 0,52 %  
E) 0,56 %



5. (2 boda) Otpor trošila određen je mjerenjem istosmjerne struje koja njime prolazi i pada napona na njemu. Kolika je relativna proširena nesigurnost tako izmjerenog otpora  $U_p(R)$  na razini pouzdanosti 95 % ako su relativna mjerna nesigurnost i pripadni efektivni stupanj slobode izmjerenog napona i struje redom  $u_r(U) = 0,14\%$  i  $v_{\text{eff}U} = 19$  te  $u_r(I) = 0,23\%$  i  $v_{\text{eff}I} = 12$ ?
- A) 0,45 %  
 B) 0,51 %  
 C) 0,48 %  
 D) 0,40 %  
☒ E) 0,56 %
6. (1 bod) Je li svaki ispravak potpuno točan?
- A) da, jer ga inače ne bismo koristili  
 B) da, jer ne ovisi o mjerenoj veličini  
☒ C) ne, jer ima mjernu nesigurnost kojom je određen  
 D) ne, jer je višestruko veći od mjerene veličine  
 E) ne, jer je višestruko manji od mjerene veličine
7. (2 boda) Relativna dielektrična konstanta izolacijskog materijala određuje se mjerenjem kapaciteta pločastog uzorka materijala kružnog poprečnog presjeka. Ako su relativne mjerne nesigurnosti određivanja promjera uzorka, kapaciteta i debljine uzorka redom 0,4 %, 0,3 % i 0,2 %, kolika je relativna složena standardna nesigurnost tako određenog  $\epsilon_r$ ?
- A) 0,81 %  
 B) 0,75 %  
 C) 0,71 %  
☒ D) 0,88 %  
☒ E) 0,66 %
8. (1 bod) U drugoj laboratorijskoj vježbi trebalo je, između ostalog, izračunati koeficijent korelacije. Ako je račun ispravno proveden, njegova vrijednost očekivano bi trebala biti u intervalu:
- A)  $0,8 < r_{ab} < 1$   
 B)  $0,3 < r_{ab} < 0,5$   
 C)  $-0,1 < r_{ab} < 0,1$   
 D)  $-0,5 < r_{ab} < -0,3$   
☒ E)  $-1 < r_{ab} < -0,8$
9. (2 boda) Za mjerenje istosmjernog napona  $U_1 = 1000\text{ V}$  koristimo otporničko djelilo sastavljeno od  $R_1 = 120\text{ k}\Omega$  i  $R_2 = 1,2\text{ k}\Omega$ . Kolika relativna pogriješka nastaje pri mjerenju tog napona na donjoj grani djelila voltmetrom unutrašnjeg otpora  $225\text{ k}\Omega$ ?
- A) -0,39 %  
☒ B) -0,53 %  
 C) -0,49 %  
 D) -0,44 %  
 E) -0,57 %
10. (1 bod) Razina pouzdanosti od 100 % postiže se kod trokutaste 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)  $-\infty < x < +\infty$



11. (2 boda) Eksplicit nazivne vrijednosti  $R_N = 1 \text{ k}\Omega$  uspoređuju se s analognim otpornikom iste nazivne vrijednosti tako da se na njihov zajednički spoj, čijama voltmeterima istodobno mjere padnu napona na odu otpornika. Pomoću su nam poznati o istakom otpor  $R = R_N(1 \pm 5 \cdot 10^{-3})$ , pojedina nesigurnost  $u(V) = 0.1 \text{ mV}$  obuhvaćajući faktor  $k = 2$  i pripadni eksperimentalni stupanj slobode  $\nu_{\text{exp}} = 18$ . Nakon ponovljenih mjerenja dobili smo aritmetičke sredine napona, izmjerenih na mjerenoj i analognom otporniku, redom  $0.333408 \text{ V}$  i  $0.33338 \text{ V}$ , gdje su složene standardne nesigurnosti redom  $0.1 \mu\text{V}$  i  $8.2 \mu\text{V}$ , a  $\nu_{\text{std}} = 13$  za obje vrijednosti. Eksperimentalni stupanj slobode  $\nu_{\text{exp}}$  i pojedina nesigurnosti mjerenoj otporniku iznosi:

- A) 13  
B) 18  
C) 17  
☒ D) 18  
E) 19

12. (2 boda) Napon dijagonale neravnomjernog mosta, kojeg spajamo na vrlo pojačan analogni pojačanje od 10, mjerimo na istom pojačanju digitalnim voltmeterom na mjerenoj opsegu  $10 \text{ V}$ . Pomoću su nam sljedeći podaci: točnost pojačanja popadala  $\pm 0.1$  te točnost instrumenta  $\pm 3 \cdot 10^{-4}$  od readinga  $\pm 3 \cdot 10^{-4}$  od rangea. Ako smo voltmeterom izmjerili napon  $0.333 \text{ V}$ , izračunajte složenu standardnu nesigurnost  $u_c(V)$  napona dijagonale!

- A)  $8.3 \mu\text{V}$   
☒ B)  $8.2 \mu\text{V}$   
C)  $7.8 \mu\text{V}$   
D)  $7.3 \mu\text{V}$   
E)  $7.2 \mu\text{V}$

13. (2 boda) Napon izvora izmjereno je 8 puta u istim uvjetima, digitalnim voltmeterom s pokazivanjem 56 znamenke i granicama pogreškeka  $\pm 4 \cdot 10^{-4}$  od readinga  $\pm 3 \cdot 10^{-4}$  od rangea, na mjerenoj opsegu  $1 \text{ V}$ . Aritmetička sredina svih rezultata bila je  $0.68483 \text{ V}$ , a standardno odstupanje (povećano vrijednosti)  $1.3 \text{ mV}$ . Kolika je složena standardna nesigurnost  $u_c(V)$  takog izmjerenoj napona?

- A)  $0.31 \text{ mV}$   
B)  $0.71 \text{ mV}$   
☒ C)  $0.38 \text{ mV}$   
D)  $0.63 \text{ mV}$   
E)  $0.67 \text{ mV}$

14. (1 bod) Ako se ista mjerena veličina mjeri s dvije različite metode i različitim uređajima, kojima se dobiju dvije različite aritmetičke sredine s različitim standardnim odstupanjima sredine, s tim da je vrijednost prvog manja od vrijednosti drugog, tada možemo sa sigurnošću reći da se vrijednost standardnog odstupanja opće aritmetičke sredine u tom slučaju bit:

- A) jednaka aritmetičkoj sredini standardnih odstupanja prvog i drugog rezultata  
B) veća od vrijednosti standardnog odstupanja sredine drugog rezultata  
C) veća od vrijednosti standardnog odstupanja sredine prvog rezultata  
☒ D) manja od vrijednosti standardnog odstupanja sredine prvog rezultata  
E) manja od vrijednosti standardnog odstupanja sredine drugog rezultata

15. (2 boda) Potrebni kapacitet od  $30 \text{ pF}$  dobili ćemo spajajući 3 kondenzatora istog kapaciteta kapacitetom od  $10 \text{ pF}$ . Vrijednost pojedina kondenzatora  $C_i$  određuje se uspoređivanjem s kalibriranim kondenzatorima iste nazivne vrijednosti, koja je poznata s relativnom mjerenom nesigurnošću od  $10^{-3}$ , dok se nesigurnost usporedbe zanemaruje. Kolika je povećana kovarijansa  $u(C_1, C_2)$  između  $C_1, C_2, C_3$  i  $C_4$ ?

- A)  $1 \text{ nF}$   
B)  $(10 \text{ nF})^2$   
C)  $1 \text{ nF}$   
☒ D)  $(1 \text{ nF})^2$   
E)  $(1 \text{ nF})^{1/2}$