

IME I PREZIME UČENIKA _____

RAZRED _____

NADNEVAK _____

OCJENA _____

Vježba broj: **1.**
Naziv vježbe:

TOČNOST MJERENJA – SMANJENJE SLUČAJNIH I SUSTAVNIH POGREŠAKA

Vježba broj: 1.
Naziv vježbe:

TOČNOST MJERENJA – SMANJENJE SLUČAJNIH I SUSTAVNIH POGREŠAKA

Podsjetimo se...

Prema uzroku nastajanja, mjerne pogreške mogu se podijeliti na **grube, sustavne i slučajne**.

Grube pogreške nastaju nepažnjom mjeritelja (uporaba neispravnog instrumenta, očitavanje na pogrešnoj ljestvici, pogrešno mjerno područje i sl.). Mjerni rezultat čine neispravnim, a nakon njihovog nastajanja mjerenje treba ponoviti.

Slučajne pogreške nastaju zbog niza malih, neizbježnih i neobuhvatnih promjena u mjernom objektu, okolini i mjeritelju (promjena temperature u laboratoriju i sl.). Mjerni rezultat čine nesigurnim, a mjerna se nesigurnost iskazuje računanjem mjernih pogrešaka i primjenom statističkih metoda.

Sustavne pogreške nastaju zbog niza malih, predvidljivih promjena koje se događaju u mjernom objektu, okolini i mjeritelju. One su uvijek istog predznaka i poznatog iznosa. Njihovo se djelovanje smanjuje tako da se mjernom rezultatu dodaje ispravak ili korekcija.

Da bi se smanjio utjecaj sustavnih i slučajnih pogrešaka na mjerne rezultate, na istom se uzorku provodi više istovrsnih mjerenja.

Mjerenje se može ponavljati ili većim brojem različitih instrumenata u potpuno istim električkim uvjetima, ili se, na primjer, može provoditi istim instrumentom na različitim naponima. Rezultate svih mjerenja zbrojimo i podijelimo brojem mjerenja da bismo dobili **aritmetičku sredinu** kao konačnu vrijednost mjerenja:

$$X_{mj} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}, \quad (1)$$

gdje je n broj provedenih mjerenja, a $X_1 \dots X_n$ pojedinačni mjerni rezultati.

Tada se mogu računati **apsolutna i relativna pogreška**.

Kod mjerila se apsolutna pogreška računa prema izrazu:

$$p_a = X_{mj} - X_p, \quad (2)$$

gdje je X_{mj} mjerena vrijednost, X_p prava vrijednost dobivena proračunom, a iskazuje se u fizikalnoj jedinici kojom izražavamo mjerni rezultat.

Kod mjera se apsolutna pogreška računa prema izrazu

$$p_a = X_{naz} - X_p, \quad (3)$$

gdje je X_{naz} naznačena vrijednost, a X_p prava vrijednost mjere utvrđena mjerenjem. I kod mjerila i kod mjera relativna se pogreška računa prema izrazu

$$p = \frac{p_a}{X_p}, \quad (4)$$

ili u postocima

$$p_{\%} = \frac{p_a}{X_p} \cdot 100\%. \quad (5)$$

Cilj vježbe...

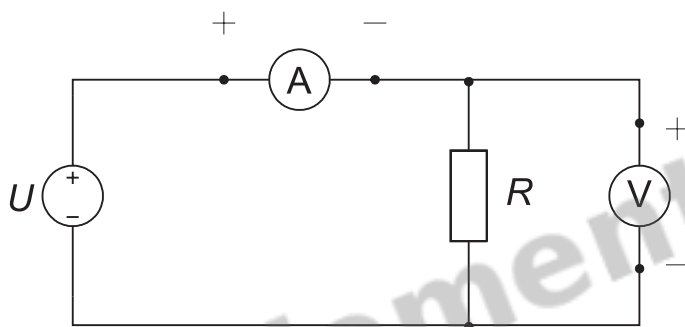
Cilj ove vježbe je provjeriti mjerenjem naznačenu vrijednost otpora R_{zadano} . Mjerenje se provodi tako da se mjerenje jednog otpora provede uporabom jednog te istog voltmetra i ampermetra na četirima različitim naponima. Nepoznati se otpor računa primjenom Ohmovog zakona, prema izrazu

$$R = \frac{U}{I} \quad (6)$$

Zadatak i upute za izvođenje vježbe...

1. Prema priloženoj shemi 1 spojiti otpornike i odgovarajuće instrumente, priključiti ih na izvor istosmjernog reguliranog napona.
2. Regulacijskim transformatorom podesiti napon izvora $U_1 = __ \text{ V}$; $U_2 = __ \text{ V}$; $U_3 = __ \text{ V}$; $U_4 = __ \text{ V}$ i za svaki zadani otpornik R_{zadano} očitati vrijednost struje I (A), te prema Ohmovom zakonu izračunati vrijednost otpora R_x .
3. Za R_{xp} izmjeriti otpor otpornika R_{zadano} instrumentom visokog razreda točnosti.

4. Sve izmjerene i izračunate vrijednosti unijeti u tablicu 1.
5. Izračunati aritmetičku sredinu izračunatih vrijednosti otpora R_{x1} , R_{x2} , R_{x3} i R_{x4} za sve zadane otpornike.
6. Na osnovi izmjerenih i izračunatih vrijednosti izračunati postotnu pogrešku i izvesti odgovarajući zaključak.



Shema 1. Točnost mjerenja

Vježba broj: 1.
 Naziv vježbe:

TOČNOST MJERENJA – SMANJENJE SLUČAJNIH I SUSTAVNIH POGREŠAKA

NAZNAČENA VRIJEDNOST OTPORA	$U_1 = \text{--- V}$		$U_2 = \text{--- V}$		$U_3 = \text{--- V}$		$U_4 = \text{--- V}$		PROSJEČNA VRIJEDNOST OTPORA	PRAVA VRIJEDNOST OTPORA	RELATIVNA POGREŠKA
R_{zadano} (Ω)	I_1 (A)	R_{x1} (Ω)	I_2 (A)	R_{x2} (Ω)	I_3 (A)	R_{x3} (Ω)	I_4 (A)	R_{x4} (Ω)	R_x (Ω)	R_{xp} (Ω)	p (%)

Tablica 1. Točnost mjerenja

OZNAKE:

- ☐ Fizikalne veličine koje je potrebno izmjeriti
☐ Fizikalne veličine koje je potrebno izračunati

Na temelju mjernih rezultata, prema izrazima (1) – (6) izračunaj preostale fizikalne veličine iz tablice!

Računski postupak:

TOČNOST MJERENJA – SMANJENJE SLUČAJNIH I SUSTAVNIH POGREŠAKA

Upotrijebljeni instrumenti, uređaji i mjerni pribor:

V – voltmetar (proizvođač, oznake i mjerni opsezi): _____

A – ampermetar (proizvođač, oznake i mjerni opsezi): _____

Ω – omometar (proizvođač, oznake i mjerni opsezi): _____

R – otpornici (naznačena vrijednost, nazivna snaga): _____

Mjerni izvor: _____

Spojni vodiči (poprečni presjek, izvedba): _____

Opis rada:

Vježba broj: 1.
Naziv vježbe:

TOČNOST MJERENJA – SMANJENJE SLUČAJNIH I SUSTAVNIH POGREŠAKA**Odgovori na pitanja:**

1. Kako se mjerne pogreške dijele obzirom na uzroke nastajanja?
2. Što znaš o grubim pogreškama?
3. Što znaš o slučajnim pogreškama?
4. Što znaš o sustavnim pogreškama?
5. Što nam pokazuju apsolutna i relativna postotna pogreška?

Na temelju provedenog mjerenja i obrade mjernih rezultata izvedi zaključak!

Zaključak:

IME I PREZIME UČENIKA _____

RAZRED _____

NADNEVAK _____

Ocjena _____

Vježba broj: **2**
Naziv vježbe:

UMJERAVANJE AMPERMETRA I VOLTMETRA

Vježba broj: **2**
Naziv vježbe:

UMJERAVANJE AMPERMETRA I VOLTMETRA

Podsjetimo se...

Umjeravanje je postupak usporedbe instrumenta manjeg razreda točnosti s instrumentom većeg razreda točnosti. Umjeravanje se provodi posebno, na svakom mjernom području. Razred točnosti mjernog instrumenta je najniži razred točnosti postignut na nekom od mjernih područja instrumenta.

Umjeravanje se provodi instrumentom razreda točnosti koji je bar za dva reda viši od razreda točnosti umjeravanog instrumenta.

Razredi točnosti:

- ☐ etalonski: 0,05; 0,1;
- ☐ laboratorijski: 0,2; 0,5;
- ☐ pogonski: 1; 1,5; 2,5; 5;

Umjeravanje na pojedinom mjernom području provodi se tako da se **pokazivanje umjeravanog instrumenta uspoređuje s pokazivanjem instrumenta kojim se umjerava.** Umjeravanje se provodi tako da se kazaljka najprije dovede na nulu, na oba instrumenta. Zatim se uspoređuje pokazivanje obaju instrumenata na cijelom mjernom području, od najmanje vrijednosti (nule) prema najvećoj (nazivnoj) vrijednosti mjernog opsega i obratno. Apsolutna pogreška Δ_{aps} i relativna postotna $p_{\%}$ pogreška umjeravanog instrumenta računaju se prema izrazima

$$\Delta_{aps} = \text{umjeravano} - \text{stvarno} \quad (1)$$

$$p_{\%} = \frac{\Delta_{aps}}{\text{stvarno}} \cdot 100\% , \quad (2)$$

tako da se uzme u obzir veće odstupanje od pokazivanja instrumenta kojim se provodi umjeravanje. Kod voltmetra i ampermetra je nepovoljnija situacija kad pokazuju manju vrijednost od zadane, jer to znači da mjeritelj lako može takvim instrumentom postići veće napone i struje od predviđenih, što može oštetiti strujni krug. **Krivulje pogreške** crtaju se za svako mjerno područje tako da se na os apscisa nanese jednaki dijelovi mjernog područja, a na os ordinata relativna postotna pogreška u tim točkama.

Razred točnosti na nekom se mjernom području računa kao omjer apsolutne vrijednosti najveće apsolutne pogreške na nekom mjernom opsegu i tog mjernog opsega, prema izrazu:

$$r.t. = \frac{|\Delta_{aps_{\max}}|}{MO} \cdot 100 , \quad (3)$$

gdje je

$r.t.$ = razred točnosti umjeravanog instrumenta,

MO = mjerni opseg na kojem se umjerava, a

$|\Delta_{aps_{\max}}|$ = apsolutna vrijednost najveće apsolutne pogreške na navedenom mjernom području.

Cilj vježbe...

Postupkom umjeravanja provjeriti naznačeni razred točnosti dvaju instrumenata, ampermetra i voltmetra, na zadanom mjernom području, te nacrtati krivulju pogreške.

Zadatak i upute za izvođenje vježbe...

1. Umjeriti zadani ampermetar (A_1) pomoću preciznog ampermetra (A) visokog razreda točnosti i prikladnog djelitelja napona s kontinuiranom regulacijom. Priključak izvesti prema shemi spoja 1, uz napon napajanja $U = \text{---} \text{ V}$.

2. Mjerene vrijednosti za ampermetar upisati u tablicu 1.

3. Umjeriti zadani voltmetar (V_1) pomoću voltmetra (V) visokog razreda točnosti i prikladnog djelitelja napona s kontinuiranom regulacijom. Priključak izvesti prema shemi 2, uz napon napajanja $U = \text{---} \text{ V}$.

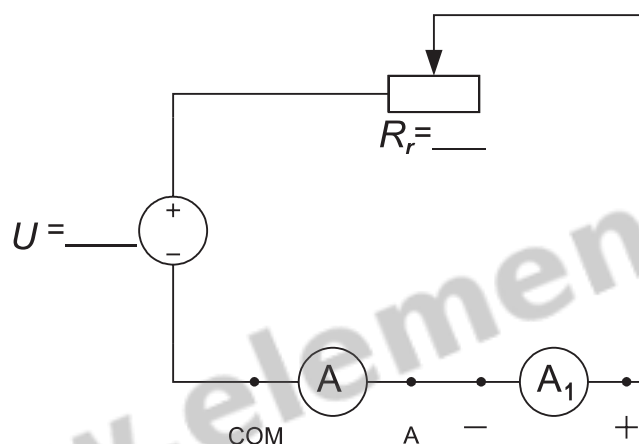
4. Mjerene vrijednosti za voltmetar upisati u tablicu 2.

5. Na temelju mjerenih vrijednosti za oba instrumenata izračunati apsolutnu (Δ_{aps}) i relativnu (%) pogrešku.

6. Nacrtati krivulje pogrešaka obaju instrumenata.

7. Izračunati razrede točnosti umjeranih instrumenata na promatranom mjernom opsegu kod najveće apsolutne pogreške.

1. Umjeravanje ampermetra



Shema 1. Umjeravanje ampermetra

Vježba broj: **2**
 Naziv vježbe:

UMJERAVANJE AMPERMETRA I VOLTMETRA

REDNI BROJ MJERENJA	JAKOST STRUJE NA LJESTVICI INSTRUMENTA KOJIM SE UMJERAVA		JAKOST STRUJE NA LJESTVICI INSTRUMENTA KOJEG SE UMJERAVA		APSOLUTNA POGREŠKA	RELATIVNA POGREŠKA	RAZRED TOČNOSTI r_{TO}
	I (A)		I_1 (A)		ΔI (A)	p (%)	
	0→max	max→0	0→max	max→0			
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							
11.							
12.							
13.							

Tablica 1. Umjeravanje ampermetra

OZNAKE:

☒ Fizikalne veličine koje je potrebno izmjeriti

☐ Fizikalne veličine koje je potrebno izračunati

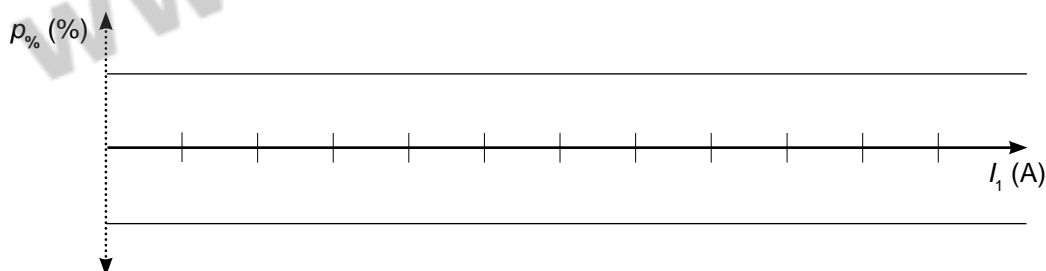
Na temelju mjernih rezultata, prema izrazima (1) – (3) izračunaj preostale fizikalne veličine iz tablice 1!

Računski postupak:

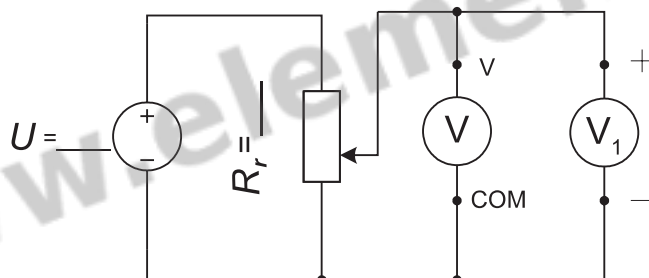
Crtanje krivulje pogreške ampermetra na mjernom opsegu ____ A:

mjerilo: 1 mm = ____ A

1 mm = ____ %



2. Umjeravanje voltmetra



Shema 2. Umjeravanje voltmetra

REDNI BROJ MJERENJA	VELIČINA NAPONA NA LJESTVICI INSTRUMENTA KOJIM SE UMJERAVA		VELIČINA NAPONA NA LJESTVICI INSTRUMENTA KOJEG SE UMJERAVA		APSOLUTNA POGREŠKA	RELATIVNA POGREŠKA	RAZRED TOČNOSTI r_{TO}
	U (V)		U_1 (V)		ΔU (V)	p (%)	
	0→max	max→0	0→max	max→0			
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							
11.							
12.							
13.							

Tablica 2. Umjeravanje voltmetra

OZNAKE:

- ☐ Fizikalne veličine koje je potrebno izmjeriti
☐ Fizikalne veličine koje je potrebno izračunati

Vježba broj: **2**
Naziv vježbe:

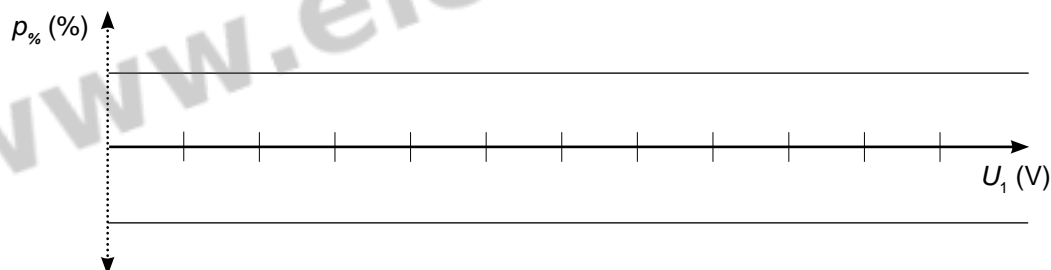
UMJERAVANJE AMPERMETRA I VOLTMETRA

Na temelju mjernih rezultata, prema izrazima (1) – (3) izračunaj preostale fizikalne veličine iz tablice!

Računski postupak:

Crtanje krivulje pogreške voltmetra na mjernom opsegu ____ V:

mjerilo: 1 mm = ____ V
1 mm = ____ %



Upotrijebljeni instrumenti, uređaji i mjerni pribor:

V – voltmeter (proizvođač, oznake i mjerni opsezi): _____

V_1 – voltmeter (proizvođač, oznake i mjerni opsezi): _____

A – ampermetar (proizvođač, oznake i mjerni opsezi): _____

A_1 – ampermetar (proizvođač, oznake i mjerni opsezi): _____

R_r – regulacijski otpornici (naznačena vrijednost, nazivna snaga): _____

Mjerni izvor: _____

Spojni vodiči (poprečni presjek, izvedba): _____

Opis rada:

