

Vežba 1 - Osnovna merenja u kolima jednosmerne i naizmjenične struje

Uvod

Cilj vežbe je da studenti ovladaju korišćenjem multimetra kao najjednostavnijeg mernog instrumenta. Koristi se digitalni multimetar DT-68/DM-68 (multimetar sa sličnim oznakama i istim karakteristikama je u ponudi više trgovačkih brendova). DT-68 je standardni multimetar srednje klase, koji po svojim karakteristikama, odgovara tipičnom instrumentu slične klase. Specifikacije su navedene u korisničkom uputstvu instrumenta (dostupno na sajtu predmeta).

Može da meri:

- Jednosmerne (DC – *direct current*) i naizmjenične (AC – *alternating current*) struje
- Jednosmerne (DC) i naizmjenične (AC) napone
- Otpornosti
- Kapacitivnosti
- Frekvenciju

Dodatno, multimetar DM-68 ima opciju za proveru kratkog spoja, za test dioda i tranzistora. Multimetar DM-68 je „*auto-range*“ što znači da se opseg merenja „samopodešava“. Postoji i opcija da korisnik sam izabere opseg merenja. Instrument ima 3 ¾ cifre (tri pune cifre, i cifru najveće težine na kojoj može da piše 0, 1, 2 ili 3). Osim numeričkog prikaza rezultata merenja, u donjem delu ekrana (*display*) postoji i takozvani bargraf koji je gruba indikacija izmerene vrednosti, odnosno na osnovu „ispunjenosti“ bargrafa može se proceniti u kom delu trenutno podešenog opsega je izmerena vrednost. Opseg instrumenta može da se podese ručno, na način opisan u uputstvu (pritiskanjem „*range*“ dugmeta). U standardnim situacijama, kada su vrednosti veličina koje se mere u granicama za koje je instrument predviđen da radi, najčešće je za merenje najpogodniji upravo onaj opseg na koji se instrument „sam“ postavi, s obzirom na to da ima *autorange* opciju. U protivnom, za instrumente koji nemaju *autorange* opciju, pogodno je merenje početi na opsegu instrumenta koji odgovara najvećoj vrednosti veličine koja se meri, pa smanjivati opseg dok se ne stigne do optimalnog.

U vežbi 1 multimetar DM-68 se koristi za merenje otpornosti, jednosmernih i naizmjeničnih napona i struja.

Multimetar ima zajednički referentni priključak (COM) i dodatne posebne priključke za:

- Merenje napona, otpornosti i frekvencije (V/Ω/F)
- Merenje „malih“ struja i merenje kapacitivnosti (mA/Cx)
- Merenje struje (A)

Multimetar DM-68 ima preklopnik kojim se bira veličina koja se meri. Na samom instrumentu je jasno označeno koji položaj preklopnika odgovara kojoj veličini. U tabeli 1 je dato koje priključke treba koristiti za određena merenja, kao i maksimalne vrednosti napona/struje koji se mogu meriti. Naizmjenične napone/struje multimetar meri na osnovu merenja srednje vrednosti ispravljenog napona/struje, odnosno prilagođen je za merenja prostoperiodičnih napona/struja. Treba obratiti pažnju na to da se na instrumentu posebnim dugmetom (·~·/ ~) bira da li se mere jednosmerne (·~· DC) struje ili naizmjenične (~AC) struje, kada je preklopnik za izbor veličine koja se meri postavljen u položaj za merenje struje. U ovoj vežbi, za merenje napona, koriste se priključci označeni sa COM (referentni priključak) i V a za merenje struje priključci COM i mA.

Obratiti pažnju na to da preklopnik za izbor veličine koja se meri treba prebaciti u odgovarajući položaj ($V \overline{\cdot}$ za jednosmerne, odnosno $V \sim$ za naizmenične napone ili $mA \overline{\cdot}$ za jednosmerne, odnosno $mA \sim$ za naizmenične struje) **pre** nego što se instrument uključi u kolo. Kada se mere naponi, voltmetar treba uključiti u kolo kada je već uspostavljen ustaljen režim (odnosno, napajanje je prethodno uključeno). Kada se mere struje, kolo treba povezati, zatim isključiti napajanje, raskinuti vezu u kolu na mestu gde treba izmeriti struju, uključiti ampermetar u kolo i ponovo uključiti napajanje.

Tabela 1.

Položaj preklopnika za izbor veličine koja se meri	Priključci	Max. vrednost
Napon, DC/AC	COM i V/Ω/F	1000V DC ili 750V AC rms*
Frekvencija, kHz	COM i V/Ω/F	250V DC ili AC rms
Otpornost, $\Omega / \overline{\cdot} / \blacktriangleleft$	COM i V/Ω/F	250V DC ili AC rms
Struja, opseg $\mu A/mA$	COM i mA/Cx	300 mA DC ili AC rms
Kapacitivnost, nF/ μF	COM i mA/Cx	300 mA DC ili AC rms
Struja, opseg A	COM i A	10 A DC ili AC rms

*rms – efektivna vrednost

Zadatak i uputstvo za merenje

Zadatak 1

Ispitati *autorange* funkciju multimetra DM-68 kada radi kao voltmetar za jednosmerne napone.

Voditi računa o priključcima koji se koriste i položaju preklopnika za izbor veličine koja se meri i o položaju preklopnika za izbor veličine koja se meri ($V \overline{\cdot}$ za jednosmerne, odnosno $V \sim$ za naizmenične napone). Meri se jednosmerni napon koji daje promenljivi generator jednosmernog napona (PeakTech 6225 *A power supply*). Voltmetar se priključuje u kolo kada je već uspostavljen ustaljen režim (u ovom konkretnom slučaju, treba podesiti napon na neku malu vrednost, i pritisnuti dugme kojim se napon dovodi na izlazne priključke generatora). Menjati polako vrednost napona od nule ka većim vrednostima (do maksimalne vrednost 20 V) i uočiti za koje vrednosti se menja opseg (instrument će „sam“ da promeni opseg merenja). Zatim menjati napon od maksimalne vrednosti ka nuli i opet pratiti kada se menja opseg merenja. Da li se dobijene vrednosti poklapaju s vrednostima iz uputstva proizvođača?

Zadatak 2

Izmeriti otpornosti otpornika koristeći multimetar kao ommetar.

Odrediti vrednosti otpornosti otpornika R_A , R_B i R_C koje zada dežurni asistent koristeći kolor-kod šemu za otpornosti. Izmeriti vrednosti otpornosti koristeći multimetar kao ommetar. Voditi računa o priključcima koji se koriste i položaju preklopnika za izbor veličine koja se meri. Preklopnik za izbor veličine koja se meri treba postaviti u odgovarajući položaj a zatim direktno povezati na otpornik čiju otpornost merimo.

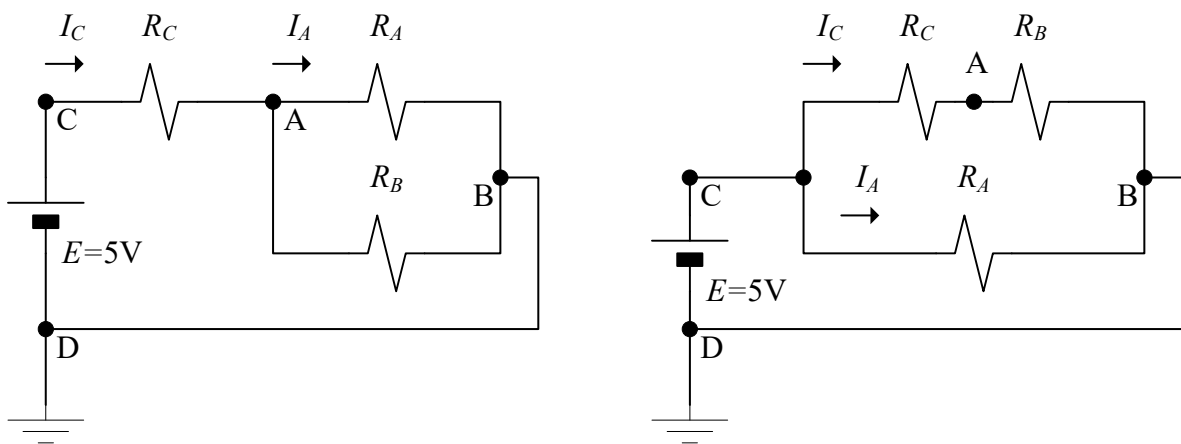
Zadatak 3

Izmeriti struje i napone u kolu jednosmerne struje.

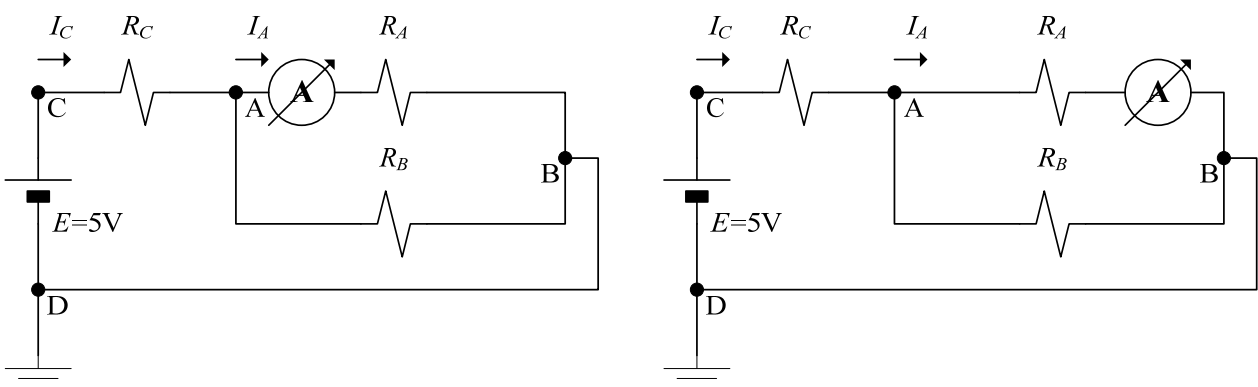
Povezati kolo prema jednoj od šema koju zada dežurni asistent, slika 1. Izmeriti vrednosti napona U_{AB} i U_{CD} kao i struja I_A i I_C .

Koristi se promenljivi izvor jednosmernog napona (PeakTech 6225 A power supply), napon podesiti na 5 V. Koristiti priključke označena kao + (crveni) i – (plavi). Napon se podešava na traženu vrednost dugmetom „VOLTAGE“.

S obzirom na to da se multimetar baterijski napaja, može se priključiti između bilo kojih tačaka u kolu (bez obzira na to što je izvor napona uzmeđen), naravno vodeći računa o načinu povezivanja kada se koristi kao ampermetar, odnosno kao voltmetar. Na primer, oba načina vezivanja ampermetra sa slike 2 kada se meri struja I_A su ravnopravna u ovom slučaju. Obratiti pažnju na to da preklopnik za izbor veličine koja se meri treba prebaciti u odgovarajući položaj (V $\overline{\cdot\cdot}$ za jednosmerne napone, napone ili mA $\overline{\cdot\cdot}$ za jednosmerne struje) **pre** nego što se instrument uključi u kolo. Voditi računa o redosledu poteza pri uključivanju instrumenta u kolo.



Slika 1.



Slika 2.

Zadatak 4

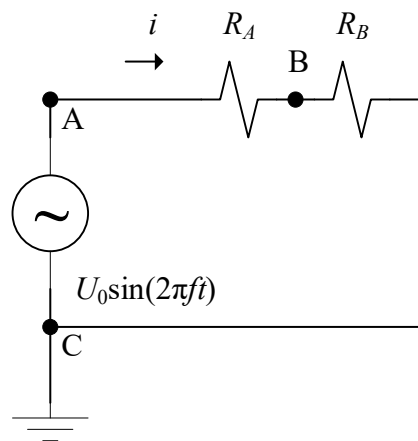
Izmeriti struje i napone u kolu naizmenične struje.

Povezati kolo prema šemi sa slike 3. Izmeriti efektivne vrednosti struje i i napona u_{AC} i u_{BC} . Koristi se promenljivi generator prostoperiodičnog napona (u zavisnosti od radnog mesta, koristi se ili Sine wave generator, ISKRA MA 3640 ili RC Generator Iskra MA 3604). Amplitudu napona generatora

podesiti na maksimalnu vrednost koju generator može da da (odgovarajuće dugme „Amplitude“ je u položaju skroz desno) a frekvenciju na 100 Hz. Koristiti priključke koji odgovaraju izlaznoj otpornosti 50 Ω (generator *ISKRA MA 3640* ima dva nezavisna izlazna konektora, a na generatoru *ISKRA MA 3604* treba preklopnik „VOLTAGE RANGE“ podesiti u položaj „LOW OUT“).

Obratiti pažnju na to da preklopnik za izbor veličine koja se meri treba prebaciti u odgovarajući položaj (V~ za naizmenične napone, napone ili mA~ za naizmenične struje) **pre** nego što se instrument uključi u kolo. Voditi računa o redosledu poteza pri uključivanju instrumenta u kolo.

Ponoviti merenja za priključke generatora koji odgovaraju izlaznoj otpornosti 600 Ω . (generator *ISKRA MA 3640* ima dva nezavisna izlazna konektora, a na generatoru *ISKRA MA 3604* treba preklopnik „VOLTAGE RANGE“ prebaciti u položaj „X1“).



Slika 3.

Zadatak 5

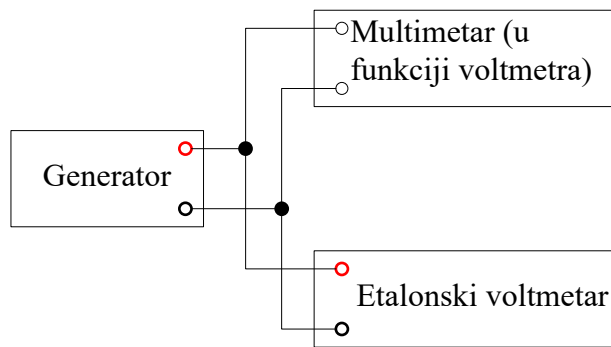
Ispitati frekvencijsku karakteristike multimera kada radi kao voltmetar za naizmenične napone.

Povezati kolo prema šemi sa slike 4. Kao etalonski („tačniji“) voltmetar koristiti analogni elektronski voltmetar (*ISKRA MA 3013*). (Koristi se *ISKRA MA 3013* zato što ima dobru amplitudsku karakteristiku u širokom opsegu frekvencija). Prilikom povezivanja kola, **obratiti pažnju da su i generator i elektronski voltmetar uzemljeni, pa referentne priključke generatora i elektronskog voltmetra treba vezati u istu tačku** kola sa slike 4. Koristiti priključke koji odgovaraju izlaznoj otpornosti 600 Ω . Menjati frekvenciju napona generatora (prema tabeli u izveštaju s vežbe) i pri svakoj promeni frekvencije napon generatora podesiti na 1 V koristeći etalonski voltmetar i očitati pokazivanje multimetra. Uneti vrednosti u tabelu i posmatrati dobijeni grafik¹ Da li se dobijene vrednosti (u oba slučajeva) poklapaju s vrednostima iz uputstva proizvođača?

¹ Na grafiku se, osim frekvencijske karakteristike dobijene na osnovu rezultata merenja, iscrtava i pomoćna linija koja predstavlja granicu za procenu takozvanog 3 dB opsega. Vrednost frekvencije za koju tačka na amplitudskoj frekvencijskoj karakteristici ima za 3dB manju vrednost od vrednosti u radnom (propusnom) opsegu, naziva se 3 dB granična frekvencija f_{3dB} :

$$-3dB = 20 \log \left(\frac{A(f_{3dB})}{A(f_0)} \right),$$

gde je $A(f)$ amplitudska frekvencijska karakteristika, f_0 – frekvencija u radnom (propusnom) opsegu.



Slika 4.

How to Read Resistor Color Codes

6-Band

$2\ 7\ 4 \times 10^0 \pm 2$ = 274 Ω \pm 2%, 250 ppm/K

Color	1st Digit	2nd Digit	3rd Digit	Multiplier	Tolerance	Temperature Coefficient
Black	0	0	0	1 Ω		250 ppm/K
Brown	1	1	1	10 Ω	\pm 1%	100 ppm/K
Red	2	2	2	100 Ω	\pm 2%	50 ppm/K
Orange	3	3	3	1k Ω		15 ppm/K
Yellow	4	4	4	10k Ω		25 ppm/K
Green	5	5	5	100k Ω	\pm 0.5%	20 ppm/K
Blue	6	6	6	1M Ω	\pm 0.25%	10 ppm/K
Violet	7	7	7		\pm 0.1%	5 ppm/K
Grey	8	8	8			1 ppm/K
White	9	9	9			
Gold				0.1 Ω	\pm 5%	
Silver				0.01 Ω	\pm 10%	

4-Band

$12 \times 10^5 \pm 5\%$

= 1,200 k Ω \pm 5%

5-Band

$100 \times 10^2 \pm 1\%$

= 10,000 Ω \pm 1%