



ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET U BEOGRADU
KATEDRA ZA ELEKTRONIKU

OSNOVI ANALOGNE ELEKTRONIKE ZA IR
LABORATORIJSKE VEŽBE

VEŽBA BROJ 1

UVODNA LABORATORIJSKA VEŽBA

Autori: Milan Ponjavić, Radivoje Đurić

IME I PREZIME	BR. INDEKSA	GRUPA	OCENA
1.			
2.			

DATUM _____
VREME _____

DEŽURNI U LABORATORIJU _____

UVODNA LABORATORIJSKA VEŽBA

1. PONAŠANJE U LABORATORIJI

1.1. Opšte preporuke u vezi ponašanja u laboratoriji:

- a) izbegavati šetanje između stolova u toku vežbe, zbog smanjenja nepotrebne gužve;
- b) konzumiranje hrane u laboratoriji nije dozvoljeno;
- c) ne razgovarati i komentarisati preglasno.
- d) oblačiti se prikladno za laboratorijske vežbe da delovi odeće ne bi upadali u instrumente i makete;
- e) mobilne telefone držati isključene.

1.2. Opšte preporuke u vezi rada u laboratoriji:

- a) pažljivo odabrati instrumente s obzirom na vrstu i opseg merenja;
- b) instrumente postaviti stabilno i povezati sigurnim spojevima;
- c) proveriti spojeve kao i merna područja, pre povezivanja na maketu;
- d) svaku zapaženu neispravnost smesta javiti dežurnom u laboratoriji, zbog uvođenja u laboratorijsku knjigu.

1.3 Strogo je zabranjeno:

- a) skidanje, premeštanje ili obavljanje bilo kakvih drugih promena na maketama, oznakama i upozorenjima koje su drugi postavili, bez dozvole ili prisustva dežurnog u laboratoriji;
- b) površan, nepažljiv i neodgovoran rad kod merenja;
- c) namerno, neodgovorno, nepažljivo ili lakoumno oštećenje uređaja, instrumenata ili predmeta u laboratoriji;
- d) namerno skrivanje ili neprijavljivanje nastalih šteta i primećenih neispravnosti;
- e) spajanje, prespajanje, premeštanje instrumenata sa drugih stolova;
- f) skidanje sonde sa osciloskopa i signal generatora;
- g) podešavanje preklopnika za slabljenje signala na sondama osciloskopa.

Nepridržavanje ovih pravila, u zavisnosti od nastale štete i stepena prestupa, povlači kao konsekvencu udaljenje sa vežbe, diskvalifikaciju sa kompletnih vežbi i, u krajnjem slučaju, prijavu disciplinskoj komisiji.

- 1.4. Studenti su ovlašćeni da uključe instrumente i napajanja tek po direktnom odobrenju dežurnog, uz pridržavanje dobijenih pismenih i usmenih uputstava. Ukoliko na maketi postoji više nezavisnih kola na koja se napajanje posebno dovodi, priključenje napajanja na svako kolo posebno zahteva odobrenje dežurnog.

2. PRAVILA O BEZBEDNOSTI LJUDI I OPREME

2.1. **Strujni udar** nastaje najčešće dodirivanjem provodnih predmeta povezanih na napon javne mreže, što nastaje kao posledica slučajnog kvara instrumenta, nepažljivog rukovanja opremom i instrumentima i nepridržavanja pravila o bezbednosti.

- a) Šuko utikači instrumenata i šuko utičnice na razvodnoj kutiji, najčešća su mesta gde se zbog nepažljivog postupanja može doživeti strujni udar. Ukoliko je uz dozvolu dežurnog u laboratoriji potrebno uključivati ili isključivati mrežno napajanje, raditi to uz maksimalne mere opreza. Ogoljene priključke na šuko utikačima i utičnicama NIKAKO ne dirati rukama.
- b) Instrumenti povezani na napon mreže su osciloskop, generator signala i izvor za napajanje. U slučaju kvara metalni neizolovani delovi instrumenata mogu se naći na potencijalu od

220V. Zbog toga treba izbegavati dodirivanje golim rukama metalnih neizolovanih delova instrumenata sa njihove zadnje strane.

3.2. Mehaničke povrede

- a) **Povrede alatom ili laboratorijskim priborom.** Ukoliko se koristi alat (pinceta, šrafciiger, klešta) potrebno ih je koristiti sa razumnim oprezom, jer može doći do posekotina, ogrebotina, oštećenja instrumenata, laboratorijskog materijala ili odeće. Isto važi i za sonde osciloskopa i instrumenata, šestare, lenjire i tehničke olovke.
- b) **Povrede usled pada ili udara.** Nastaju kao posledica šetanja kroz laboratoriju u toku vežbi i postojanja mehaničkih prepreka (torbe, jakne, pomerene stolice) ili nepažljivog ponašanja (sedenje na ivici stolice, ljuljanje na stolici itd.). Da bi se takve povrede smanjile na najmanju moguću meru, potrebno je jakne i torbe odložiti na unapred određeno mesto, stolice složiti nakon završetka vežbi, a tokom vežbi se ponašati skoncentrisano i profesionalno.

Svaku ozbiljniju povredu treba prijaviti dežurnom radi evidencije, a zatim se uputiti u studentsku polikliniku radi saniranja povrede. Naplata osiguranja nije moguća bez lekarskog uverenja. Prava u vezi naplate osiguranja regulisati u studentskoj službi.

3. UPOZNAVANJE SA LABORATORIJSKOM OPREMOM

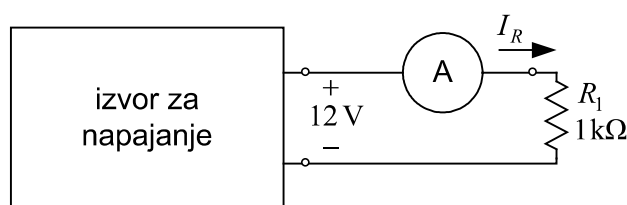
- 3.1 **Izvor za napajanje.** Izvor za napajanje sadrži tri podesive baterije. Koristi se za obezbeđenje jednosmernog napajanja električnih kola koja su predmet ispitivanja u vežbama. Svi izlazni priključci izvora su galvanski odvojeni od javne mreže. Trenutno podešena vrednost izlaznog napona svake baterije kao i izlazna struja, mogu se videti na displeju izvora.
- 3.2 **Generator signala.** Njegova uloga je generisanje pobudnih signala za kola koja se mere. Ima podesivu izlaznu otpornost, a izlaz mu je galvanski odvojen od javne mreže. Posebno je potrebno obratiti pažnju na izlaznu otpornost jer ona može prouzrokovati sistemske greške u merenjima. Može da generiše različite talasne oblike, sa podesivom amplitudom, učestanošću i srednjom vrednošću. Detaljnije informacije o radu generatora, mogu se naći na www.agilent.com/find/33220A.
- 3.3 **Osciloskop.** Namenjen je za posmatranje signala u vremenskom domenu kao i za posmatranje funkcionalnih zavisnosti između dva signala. Ulazne sonde osciloskopa su preko mase spojene za uzemljenje javne mreže. **Ukoliko se koriste obe mase na sondama, voditi strogo računa da se uvek povežu na tačke istog potencijala u kolu da se preko njih ne bi ostvario neželjeni kratak spoj. Pošto se tačka povezivanja masa kratko spaja sa uzemljenjem javne mreže, voditi računa da se tačka povezivanja masa nekim drugim putem ne poveže na potencijal koji može biti različit u odnosu na potencijal uzemljenja javne mreže.** Sonde osciloskopa mogu imati preklopnik za podešavanje slabljenja signala 1:1 ili 1:10. Potrebno je uskladiti slabljenje podešeno na sondi sa prikazivanjem na osciloskopu isključivo podešavanjem osciloskopa! Preklopnik na sondama ne pomerati bez prethodne konsultacije sa dežurnim nastavnikom. Detaljnije informacije o radu osciloskopa, mogu se naći na <http://www.tektronix.com>.
- 3.4 **AVO-metar.** AVO-metar je univerzalni instrument, baterijski napajan, gde se konfiguracijom priključaka i odgovarajućih kontrola ostvaruje funkcija voltmetra, ampermetra i ommetra. Instrument ne sme da se konfiguriše u režim ampermetra, a da se u kolo poveže kao voltmetar jer to dovodi do kratkog spajanja tačaka različitog potencijala.
- 3.5 **PC računar.** Namenjen je za računarsku simulaciju električnih kola korišćenjem studentske verzije programa SPICE.

Kratko uputstvo za rad sa opremom i korišćenje PSPICE-a može se naći na stranici Odseka za elektroniku <http://tnt.etf.bg.ac.rs/lab/index.htm>

4. ZADATAK

1. Pritiskom na prekidač sa oznakom **Power** uključiti izvor za napajanje. Podesiti vrednost napona na izlazima izvora jednosmernog napona na vrednosti 12 V i -12 V u odnosu na zajedničku masu (COM).
2. Konfigurisati AVO-metar u režim merenja napona (priključci COM i V). Korišćenjem voltmetra, merenjem napona na izlaznim priključcima izvora za napajanje verifikovati podešene vrednosti napona na izlazu izvora za napajanje. Izmerene vrednosti napona su:

$$V_1 = \text{_____} [\text{V}] \text{ i } V_2 = \text{_____} [\text{V}].$$



Slika 1. Povezivanje ampermetra u kolo za merenje struje.

3. Isključiti izvor za napajanje.
4. Podesiti AVO-metar u režim merenja struje (priključci COM i A). Potom povezati ampermetar u kolo prema slici 1.
5. Uključiti izvor za napajanje i na ampermetru očitati vrednost struje

$$I_R = \text{_____} .$$

6. Isključiti izvor za napajanje, a potom i univerzalni AVO-metar.
7. Uključiti generator signala i proveriti da li na displeju generatora piše **Output Off** (taster **Output** ne treba da svetli). Ovo znači da je napon generisan u generatoru signala odvojen od njegovih izlaznih priključaka. Ukoliko ovo nije slučaj aktivirati taster **Output**.
8. Podesiti signal generator da generiše napon pri prilagođenom potrošaču $Z_{OUT} = 50\Omega$. Ovo se podešava redoslednim pokretanjem sledećih opcija na signal generatoru: **Utility**, **Output Setup Load** i **Done**.
9. Koristeći tastere kojim se pokreću opcije **Freq**, **Ampl** i **Offset** podesiti prostoperiodični napon na izlazu generatora signala na vrednost

$$v_G(t) = 1V \sin(20000\pi t).$$

10. Uključiti osciloskop i podesiti ga u režim za prikazivanje vremenskih dijagrama (pritiskom na taster **Display**, a potom sa **FORMAT** merenja podesiti na **YT**). Prvi kanal osciloskopa (CH1) podesiti za DC merenja (pritiskom na taster **CH1 MENU** podesiti da je opcija **Coupling** podešena na **DC**). Preklopnice za podelu po naponskoj i vremenskoj osi podesiti da su naponska i vremenska podela 0,5V/div i 10μs/div, respektivno.
11. Povezati prvi kanal osciloskopa tako da meri napon na izlazu generatora signala. Potom sa **Output** spojiti napon iz generatora signala na ulaz osciloskopa i izmeriti amplitudu i periodu ovog napona

$$V_m = \text{_____} ; T = \text{_____} .$$

Ukoliko grafik na displeju osciloskopa ne miruje pokrenuti opcije za sinhronizaciju osciloskopa. Aktiviranjem tastera **TRIG MENU** podesiti **Source** na **CH1**, a potom aktivirati i taster **SET To 50%**.

Merenje amplitude i perioda obavlja se pritiskom na taster **Measure**, a potom podesiti da se na kanalu CH1 prikazuje merenje razlike maksimalne i minimalne vrednosti napona (**Type Pk-Pk**). Amplituda merenog napona jednaka je polovini ove vrednosti. Sa **Back** se vratiti u meni za podešavanje i podesiti još jedno merenje na kanalu CH1, merenje perioda ulaznog napona (**Type Period**). Na displeju osciloskopa treba da se pojave obe merene vrednosti. Radi ispravnog merenja povećati podelu po vremenskoj osi na 100μs/div.

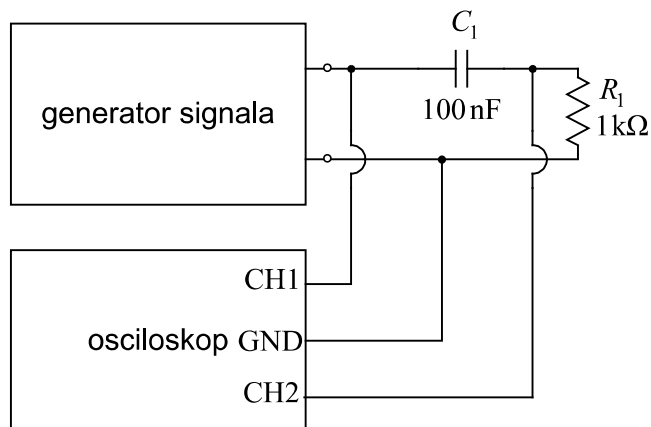
12. Podesiti signal generator da generiše napon pri neprilagođenom potrošaču $Z_{OUT} \rightarrow \infty$. Ovo se podešava redoslednim pokretanjem sledećih opcija na signal generatoru: **Utility**, **Output Setup High Z** i **Done**. Uočiti promenu amplitude napona na osciloskopu i objasniti razlog

13. Podesiti prostoperiodični napon na izlazu generatora signala na vrednost

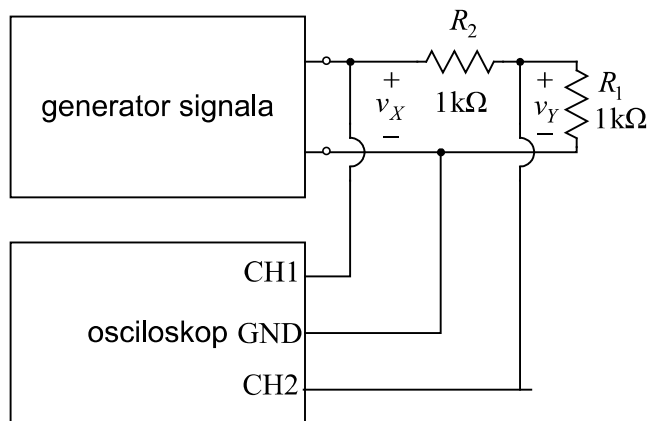
$$v_G(t) = 1V + 1V \sin(20000\pi t).$$

14. Na osciloskopu izmeriti amplitudu, srednju vrednost (**Type Mean**) i period napona iz prethodne tačke.

$$V_m = \underline{\hspace{2cm}}; \bar{v}_G = \underline{\hspace{2cm}}; T = \underline{\hspace{2cm}}.$$



Slika 2 Kolo za merenje faznog pomeraja.



Slika 3. Kolo za snimanje prenosne karakteristike.

napona na kanalu CH2 u funkciji napona na kanalu CH1). Ovo se postiže pritiskom na taster **Display**, a potom sa **FORMAT** merenja podesiti na **XY**.

15. Pritiskom na taster **Output** odvojiti generator od kola, a zatim podesiti da prostoperiodični napon na njegovom izlazu ima nultu srednju vrednost, amplitudu 1V i učestanost 1kHz.

16. Povezati kolo prema šemi sa slike 2. Pritiskom na taster **Output** dovesti napon iz generatora signala u kolo. Merenjem kašnjenja signala od ulaza do izlaza Δt može se odrediti fazni pomeraj

$$\varphi = 2\pi f \Delta t = \underline{\hspace{2cm}} [^\circ].$$

Kašnjenje je najlakše izmeriti merenjem razlike vremena prolazaka kroz nulu (bilo uzlaznog, bilo silaznog) signala na oba kanala osciloskopa. Voditi računa o znaku faznog pomeraja.

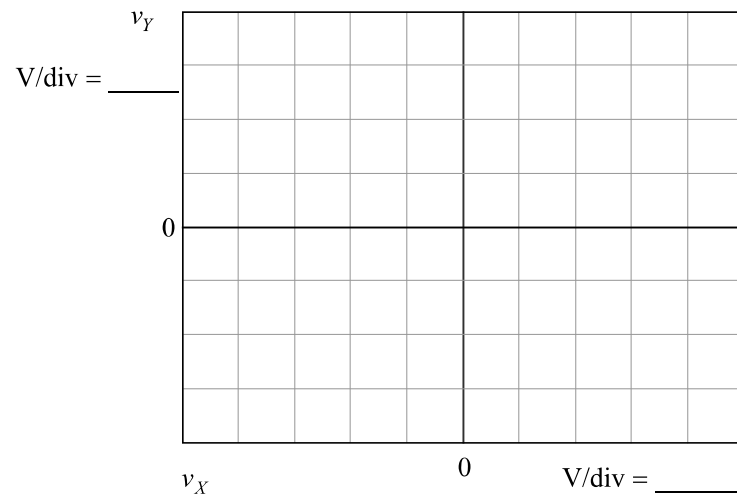
17. Pritiskom na taster **Output** odvojiti generator od kola, a zatim ga podesiti da generiše prostoperiodični napon nulte srednje vrednosti, amplitude 4V i učestanosti 1kHz.

18. Povezati kolo prema šemi sa slike 3. Pritiskom na taster **Output** dovesti napon iz signal generatora na ulaz kola.

19. Na osciloskopu podesiti da naponska pokazivanja na oba kanala budu 1V/div, a vremensku podelu podesiti na 100 us/div.

20. Potom osciloskop prebaciti u režim za snimanje prenosnih karakteristika (zavisnost

21. Dobijeni dijagram ucrtati na grafik prikazan na slici 4.



Slika 4 Eksperimentalno određena prenosna karakteristika kola sa slike 3.