

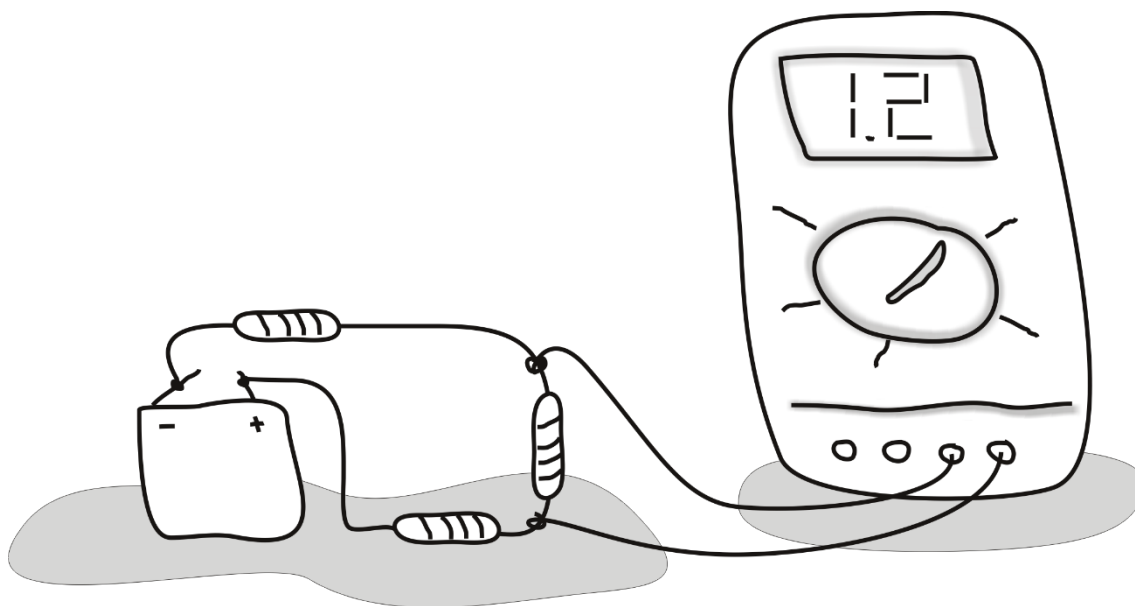
Univerzitet u Novom Sadu
Fakultet tehničkih nauka
Katedra za teorijsku elektrotehniku

Laboratorijske vežbe iz predmeta

Osnovi elektrotehnike

Elektroenergetika - Obnovljivi izvori električne energije
i
Elektronika i telekomunikacije

Laboratorija za teorijsku elektrotehniku, FTN, blok "F", III sprat, učionica broj 315



dr Miodrag Milutinov

Novi Sad, 2020. godine

Pre dolaska na laboratorijske vežbe uraditi

- zadatke 1, 2, i 3 u okviru vežbe V1 i
- zadatke 1, 2 i 3 u okviru vežbe V2.

Laboratorijske vežbe se održavaju po sledećem rasporedu:

Elektronika i Telekomunikacije

Obnovljivi izvori

V1: nov 15. od 13.15 do 14.45	V1: nov 15. od 08.30 do 10.00
V1: nov 15. od 15.15 do 16.45	
V2 : dec 27. od 13.15 do 14.45	V2 : dec 27. od 08.30 do 10.00
V2 : dec 27. od 15.15 do 16.45	

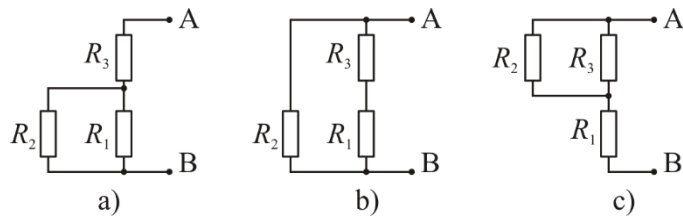
Prilikom dolaska u laboratoriju poneti pribor za pisanje i računanje.

Ime i prezime studenta:	Broj indeksa:
Vežba 1, 15. 11. 2019.	Overa:
Vežba 2, 27. 12. 2019.	Overa:

Vežba 1. Merenje vremenski konstantnog napona, jačine struje i otpornosti

1. ZADATAK

Izračunati ekvivalentnu otpornost grupe otpornika između priključaka A i B prikazanih na slici 1. Poznato je $R_1 = 470\Omega$, $R_2 = 2200\Omega$ i $R_3 = 100\Omega$.



Slika 1.

(a)

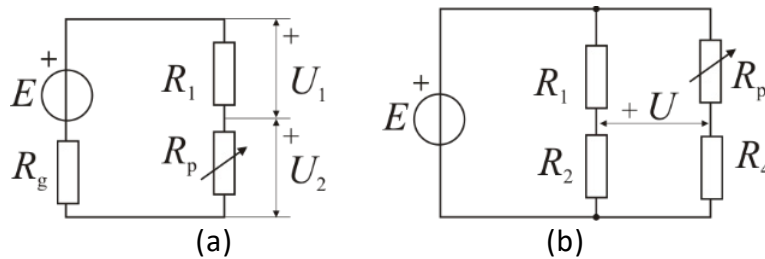
(b)

(c)

Vežba 1. Merenje vremenski konstantnog napona, jačine struje i otpornosti

2. ZADATAK

Izračunati napone u kolima prikazanim na slici 2 pri minimalnim i maksimalnim vrednostima otpornika R_p . Poznato je: $E = 15 \text{ V}$, $R_g = 470 \Omega$, $R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 5,6 \text{ k}\Omega$, $R_p = 0 - 10 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 8,2 \text{ k}\Omega$. Pri kojoj vrednosti R_p su naponi U_1 i U_2 jednaki? Pri kojoj vrednosti R_p je napon $U = 0$?



Slika 2

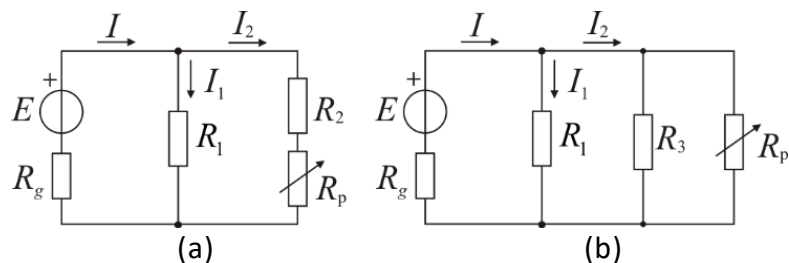
(a)

(b)

Vežba 1. Merenje vremenski konstantnog napona, jačine struje i otpornosti

3. ZADATAK

Izračunati jačinu struje I pri minimalnoj i maksimalnoj vrednosti promenljivog otpornika $R_p = 0 - 10\text{k}\Omega$. Poznato je: $E = 15\text{ V}$, $R_g = 470\ \Omega$, $R_1 = 2200\ \Omega$, $R_2 = 470\ \Omega$ i $R_3 = 5600\ \Omega$. Odrediti vrednost otpornika R_p pri kojoj su struje I_1 i I_2 jednake.



Slika 3

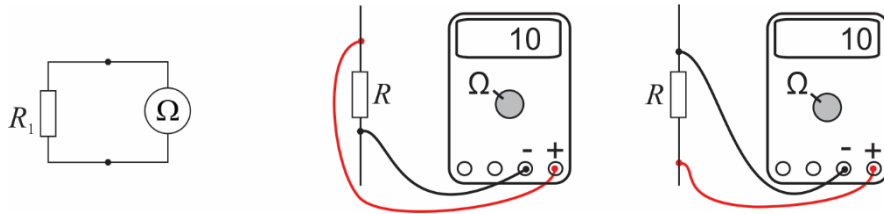
(a)

(b)

Vežba 1. Merenje vremenski konstantnog napona, jačine struje i otpornosti

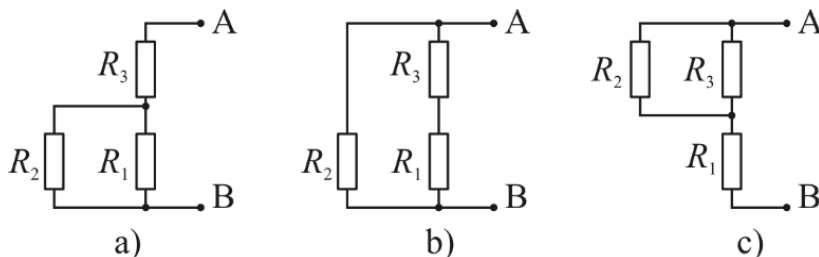
4. ZADATAK

Otpornost otpornika se meri ommetrom. Za merenje otpornosti otpornika potrebno je univerzalni merni instrument podesiti da radi kao ommetar, a zatim vezati paralelno otporniku čiju otpornost merimo. Pripremiti otpornike $R_1 = 470\Omega$, $R_2 = 2200\Omega$ i $R_3 = 100\Omega$.



Uputstvo za merenje otpornosti:

- Podesiti instrument tako da radi kao ommetar vodeći računa o priključcima. Podesiti merni opseg instrumenta tako da bude veći od očekivane otpornosti koja se meri.
- Povezati instrument sa otpornikom R_1 pa izmerenu otpornost uneti u **Tabelu 1**,
- Ponoviti tačku b) za otpornike R_2 i R_3 ,
- Koristeći maketu i kratkospojnike formirati mešovitu vezu otpornika datu na slici 4.a. Priključiti instrument tako da meri ekvivalentnu otpornost između A i B, pa rezultate uneti u **Tabelu 1**.
- Ponoviti tačku d) za veze otpornika prikazane na slikama 4.b i 4.c.



Slika 4

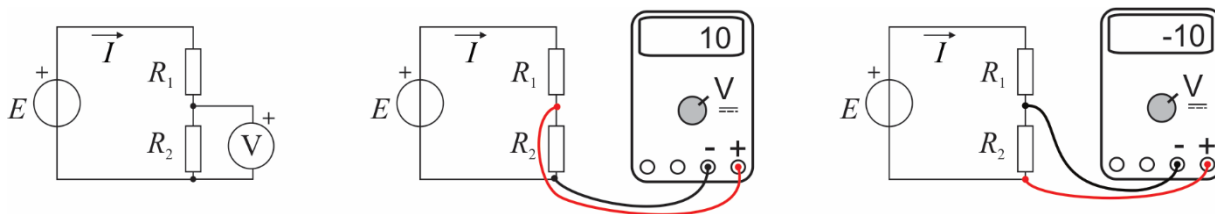
Tabela 1. Izmerene vrednosti.

	R1 (Ω)	R2 (Ω)	R3 (Ω)	Re (a) (Ω)	Re (b) (Ω)	Re (c) (Ω)
Izmerene vrednosti						

Vježba 1. Merenje vremenski konstantnog napona, jačine struje i otpornosti

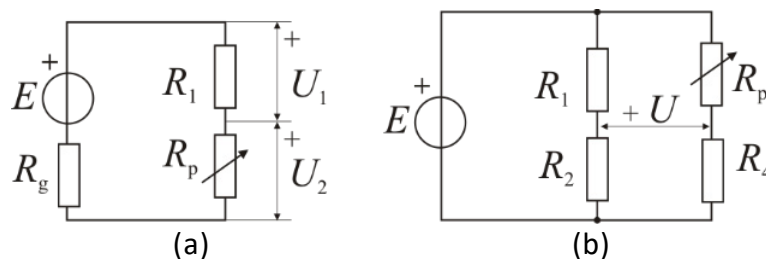
5. ZADATAK

Voltmetar meri napon između dve tačke u kolu. Voltmetar ima dva priključka koja se vezuju za tačke između kojih se meri napon. Za merenje napona potrebno je univerzalni merni instrument podesiti da radi kao voltmetar. Pripremiti otpornike $R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 5,6 \text{ k}\Omega$, $R_p = 0 - 10 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 8,2 \text{ k}\Omega$. EMS generatora je 15 V.



Uputstvo za merenje napona:

- Podesiti instrumente tako da rade kao voltmetri. Podesiti merni opseg na 20 V $\overline{\text{---}}$.
- Postaviti elemente na maketu tako da se dobije električno kolo prikazano na slici 5.a. Povezati instrumente tako da očitavanje napona bude pozitivno. Uključiti instrumente.
- Proveriti da li su svi elementi pravilno povezani, pa uključiti generator.
- Izmeriti napone pri minimalnoj i maksimalnoj vrednosti R_p . Izmerene vrednosti uneti u tabelu 2.
- Isključiti generator.
- Ponoviti tačke b) do e) za kolo prikazano na slici 5.b.



Slika 5

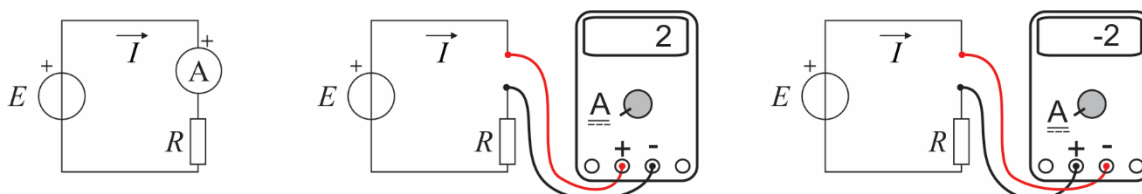
Tabela 2. Izmerene vrednosti napona.

Kolo (a)	R_p min	R_p max	Kolo (b)	R_p min	R_p max
U_1 (V)			U (V)		
U_2 (V)			/	/	/
$U_1 = U_2$	$R_p =$		$U = 0$	$R_p =$	

Vežba 1. Merenje vremenski konstantnog napona, jačine struje i otpornosti

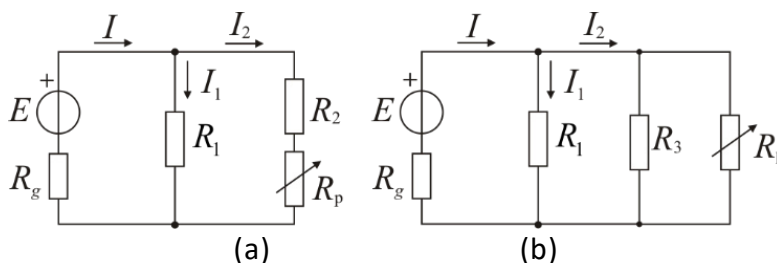
6. ZADATAK

Ampermetar meri jačinu struje u provodniku. Merenje jačine struje vrši se tako što se provodnik u kome se meri jačina struje prekine, a nakon toga se spoji tako da struja prolazi kroz ampermetar. Za merenje struje potrebno je univerzalni merni instrument podesiti da radi kao ampermetar. Pripremiti otpornike $R_1 = 2200 \Omega$, $R_2 = 470 \Omega$, $R_3 = 5600 \Omega$, $R_p = 0 - 10k\Omega$. EMS generatora je 15 V.



Uputstvo za merenje jačine struje:

- Podesiti instrumente tako da rade kao ampermetri. Podesiti merni opseg na 20 mA $\overline{\text{---}}$.
- Postaviti elemente na maketu tako da se dobije električno kolo prikazano na slici 6.a. Povezati instrumente da mere struje I_1 i I_2 , tako da očitavanje bude pozitivno. Uključiti instrumente. Struju generatora računati primenom Kirhofovog zakona.
- Proveriti da li su svi elementi pravilno povezani, pa uključiti generator.
- Izmeriti struje pre i posle zatvaranja prekidača. Izmerene vrednosti uneti u tabelu 3.
- Isključiti generator.
- Ponoviti tačke b) do e) za kolo prikazano na slici 6.b.



Slika 6

Tabela 3. Izmerene vrednosti.

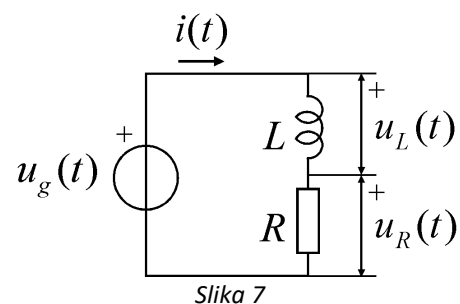
Kolo (a)	Rp min	Rp max	Kolo (b)	Rp min	Rp max
I_1 (mA)			I_1 (mA)		
I_2 (mA)			I_2 (mA)		
I (mA)			I (mA)		
$I_1 = I_2$	Rp =		$I_1 = I_2$	Rp =	

Vežba 2. Merenje vremenski promenljivog napona, jačine struje

1. ZADATAK

Za električno kolo prikazano na slici 7, za f_1 , f_2 i f_3 izračunati:

- impedansu kalema,
- ekvivalentnu impedansu,
- moduo ekvivalentne impedanse,
- efektivnu vrednost struje,
- efektivnu vrednost napona na otporniku,
- efektivnu vrednost napona na kalemu.



$u_g(t) = 5\sqrt{2} \cos(\omega t) \text{ V}$, $f_1 = 50 \text{ Hz}$, $f_2 = 150 \text{ Hz}$, $f_3 = 300 \text{ Hz}$, $R = 100 \Omega$ i $L = 150 \text{ mH}$.

$f_1 = 50 \text{ Hz}$

$f_2 = 150 \text{ Hz}$

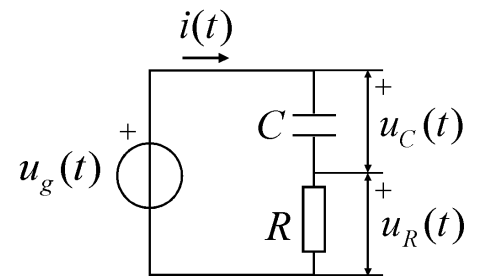
$f_3 = 300 \text{ Hz}$

Vežba 2. Merenje vremenski promenljivog napona, jačine struje

2. ZADATAK

Za električno kolo prikazano na slici 8, za f_1 , f_2 i f_3 izračunati:

- impedansu kondenzatora,
- evivalentnu impedansu,
- moduo ekvivalentne impedanse,
- efektivnu vrednost struje,
- efektivnu vrednost napona na otporniku,
- efektivnu vrednost napona na kalemu.



Slika 8

$u_g(t) = 5\sqrt{2} \cos(\omega t)$ V, $f_1 = 50$ Hz, $f_2 = 150$ Hz, $f_3 = 300$ Hz, $R = 100 \Omega$ i $C = 10 \mu\text{F}$.

$f_1 = 50$ Hz

$f_2 = 150$ Hz

$f_3 = 300$ Hz

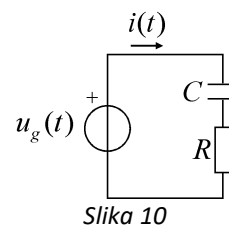
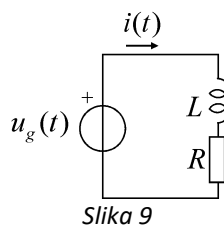
Vežba 2. Merenje vremenski promenljivog napona, jačine struje

3. ZADATAK

Za električna kola prikazana na slici 9 i 10 izračunati:

- impedansu
- amplitudu struje,
- amplitudu napona na otporniku,
- faznu razliku između napona na generatoru i struje, $\varphi = \theta - \psi$

Poznato je: $u_g(t) = 5\sqrt{2} \cos(\omega t)$ V, $f = 300$ Hz, $R = 100 \Omega$, $L = 150$ mH i $C = 10 \mu\text{F}$.



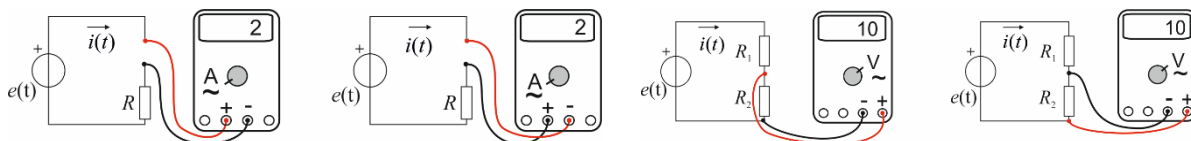
Kolo na slici 9.

Kolo na slici 10.

Vežba 2. Merenje vremenski promenljivog napona, jačine struje

4. ZADATAK

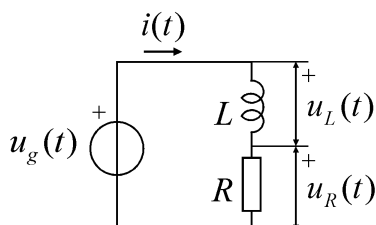
Prilikom merenja prostoperiodičnih struja/napona univerzalni merni instrumenti mere efektivnu vrednost struje/napona koja je uvek pozitivna bez obzira na polaritet priključaka.



$$u_g(t) = 5\sqrt{2} \cos(\omega t) \text{ V}, f_1 = 50 \text{ Hz}, f_2 = 150 \text{ Hz}, f_3 = 300 \text{ Hz}, R = 100 \Omega, L = 150 \text{ mH}.$$

Uputstvo za merenje napona i struje:

- Podesiti jedan instrument tako da radi kao voltmetar. Merni opseg na 20 V \sim .
- Podesiti drugi instrument tako da radi kao ampermetar. Merni opseg na 200 mA \sim .
- Na maketu postaviti elemente kao što je prikazano na slici 11. Voltmetar povezati na generator. Ampermetar povezati tako da meri struju u kolu.
- Uključiti instrumente. Uključiti generator.
- Okretanjem dugmeta za podešavanje **frekvencije** podesiti na f_1 . Okretanjem dugmeta za podešavanje **amplitude** podesiti da efektivna vrednost napona na generatoru bude 5 V.
- Premestiti voltmetar na otpornik R. Izmerenu vrednost napona i struje uneti u Tabelu 4. Premestiti voltmetar na kalem. Izmerenu vrednost napona uneti u Tabelu 4.
- Ponoviti tačku f) promenom frekvencije generatora na f_2 i f_3 .
- Na osnovu izmerenih vrednosti odrediti otpornost otpornika, reaktansu i induktivnost kalema.



Slika 11

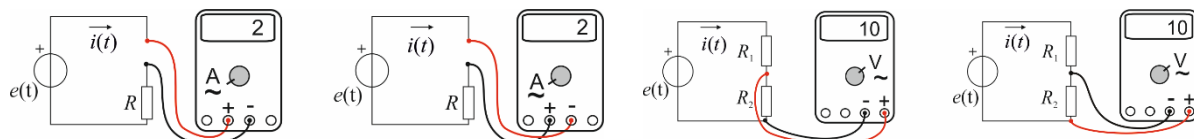
Tabela 4. Izmerene efektivne vrednosti prostoperiodičnih napona i struja.

$f_1 = 50\text{Hz}$	$f_2 = 150\text{Hz}$	$f_3 = 300\text{Hz}$
$U_R =$	$U_R =$	$U_R =$
$U_L =$	$U_L =$	$U_L =$
$I =$	$I =$	$I =$
$R =$	$R =$	$R =$
$X_L =$	$X_L =$	$X_L =$
$L =$	$L =$	$L =$

Vježba 2. Merenje vremenski promenljivog napona, jačine struje

5. ZADATAK

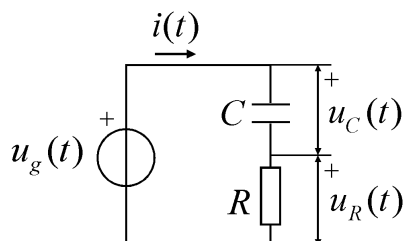
Prilikom merenja prostoperiodičnih struja/napona univerzalni merni instrumenti mere efektivnu vrednost struje/napona koja je uvek pozitivna bez obzira na polaritet priključaka.



$$u_g(t) = 5\sqrt{2} \cos(\omega t) \text{ V}, f_1 = 50 \text{ Hz}, f_2 = 150 \text{ Hz}, f_3 = 300 \text{ Hz}, R = 100 \Omega \text{ i } C = 10 \mu\text{F}.$$

Uputstvo za merenje napona i struje:

- Podesiti jedan instrumenta tako da radi kao voltmetar. Merni opseg na 20 V \sim .
- Podesiti drugi instrument tako da radi kao ampermetar. Merni opseg na 200 mA \sim .
- Na maketu postaviti elemente kao što je prikazano na slici 11. Voltmetar povezati na generator.
- Uključiti instrumente. Uključiti generator.
- Okretanjem dugmeta za podešavanje **frekvencije** podesiti na f_1 . Okretanjem dugmeta za podešavanje **amplitude** podesiti da efektivna vrednost napona na generatoru bude 5 V.
- Premestiti voltmetar na otpornik R. Izmerenu vrednost napona i struje uneti u Tabelu 4. Premestiti voltmetar na kondenzator. Izmerenu vrednost napona uneti u Tabelu 4.
- Ponoviti tačku f) promenom frekvencije generatora na f_2 i f_3 .
- Na osnovu izmerenih vrednosti odrediti otpornost otpornika, reaktansu i kapacitivnost kondenzatora.



Slika 12

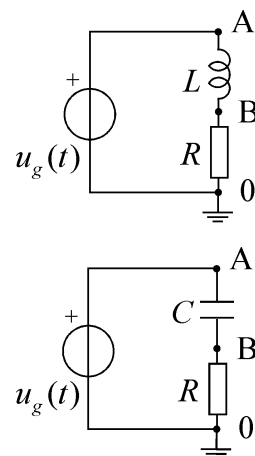
Tabela 4. Izmerene efektivne vrednosti prostoperiodičnih napona i struja.

$f_1 = 50 \text{ Hz}$	$f_2 = 150 \text{ Hz}$	$f_3 = 300 \text{ Hz}$
$U_R =$	$U_R =$	$U_R =$
$U_L =$	$U_L =$	$U_L =$
$I =$	$I =$	$I =$
$R =$	$R =$	$R =$
$X_C =$	$X_C =$	$X_C =$
$C =$	$C =$	$C =$

Vežba 2. Merenje vremenski promenljivog napona, jačine struje

6. ZADATAK

Osciloskop se koristi za merenje oblika napona u zavisnosti od vremena. Na displeju osciloskopa mogu da se očitaju amplitude, frekvencija i fazne razlike dva prostoperiodična napona.



Poznato je: $u_g(t) = 5\sqrt{2} \cos(\omega t) \text{ V}$, $f_2 = 150 \text{ Hz}$, $L = 150 \text{ mH}$, $C = 10 \mu\text{F}$ i $R = 100 \Omega$.

Povezivanje osciloskopa

Povezivanje osciloskopa se vrši uz pomoć koaksijalnog kabla (sonde). Osciloskop se priključuje u kolo kao voltmetar, paralelno elementu, na sledeći način:

- Postaviti elemente na maketu i povezati tako da se dobije gornje električno kolo.
- Priključiti mase obe sonde (crni priključak) u tačku 0.
- Centralni provodnik prvog kanala priključiti u tačku A. Merimo napon na generatoru.
- Centralni provodnik drugog kanala priključiti u tačku B. Preko otpornika i Omovog zakona merimo struju kroz element.
- Uključiti osciloskop i generator. Voltmetrom kontrolisati napon generatora. Podesiti na 5V efektivno.
- Podesite vremensku bazu i vertikalne ose (oba kanala) tako da se vidi cela perioda oba signala. Koristiti opciju AUTO.
- Očitati amplitude oba signala i kašnjenje struje za naponom pa popuniti polja u tabeli 5.
- Na osnovu izmerenih vrednosti izračunati faznu razliku između napona i struje.
- Izvaditi kalem i postaviti kondenzator pa ponoviti tačku g) i h).

Tabela 5. Izračunate i izmerene vrednosti prostoperiodičnih napona i struja.

Kolo sa kalemom:		Kolo sa kondenzatorom	
$U_{G\max} =$		$U_{G\max} =$	
$U_{R\max} =$		$U_{R\max} =$	
$I_{\max} =$		$I_{\max} =$	
$\varphi =$	prednjači:	$\varphi =$	prednjači

