

3. Da li se i kako mijenja iznos napona U_{AB} prilikom promjene otpora R_3 ? Kako biste to objasnili?
4. Napišite izraz za fazor napona U_{AB} kada je $R_3=1000 \Omega$ $U_{AB}=\underline{\hspace{2cm}}$

VJEŽBA II.2 FREKVENCIJSKE OVISNOSTI

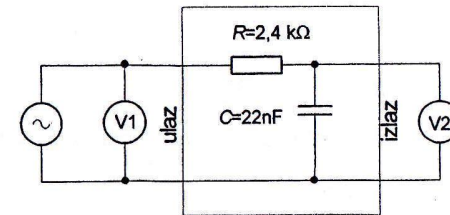
Cilj: Upoznavanje sa praktičkim određivanjem frekvencijske karakteristike uz korištenje laboratorijskog izvora sinusnog signala i osciloskopa. Osposobljavanje za osnovna podešavanja ovih instrumenata.

Uvod. Frekvencijska ovisnost neke fizikalne veličine u strujnom krugu (npr. struje, napona, faznog kuta, snage itd.) dobiva se "matematički" pomoću analitičkog izraza i/ili eksperimentalno tzv. snimanjem. Može se prikazati grafom u kojem se na osi x nalazi frekvencija, a na osi y fizikalna veličina od interesa (na osi x skala može biti logaritamska). Za snimanje je potreban izvor napona promjenjive frekvencije kao i odgovarajući instrument sa kojim ćemo mjeriti tu fizikalnu veličinu. Postupak se sastoji od mijenjanja frekvencije i očitavanja fizikalne veličine za odabrani niz frekvencija. Rezultati se pri tom upisuju u pripremljenu tablicu (naravno da postoje i složeni uređaji-instrumenti za snimanje frekvencijskih ovisnosti kod kojih se sve to obavlja automatski). Frekvencijske ovisnosti se u elektrotehničkoj praksi nazivaju **frekvencijske karakteristike** ili **frekvencijski odzivi**. U krugovima koji sadrže elemente L i C može na pojedinim frekvencijama nastupiti posebno stanje koje se naziva **rezonancija**. U rezonanciji je imaginarni dio kompleksne impedancije jednak nuli. Napon i struja su u fazi. U ovoj vježbi snimamo frekvencijski odziv serijskog RC spoja (POKUS 1) i serijskog RLC spoja (POKUS 2). Kod prikaza i analize i frekvencijskih karakteristika koristi se nekoliko važnih pojmova: *rezonantna frekvencija*, *granična frekvencija*, *faktor dobrote*, *niske frekvencije*, *visoke frekvencije* te *pojas propuštanja*. Na temelju frekvencijskih odziva definiraju se svojstva tzv. *filtera signala* (npr. *visoki propust*, *niski propust* itd.). Napon se može promatrati kao ulazni odnosno izlazni (slika uz zadatak 2.1). pri tom je općenito važan odnos izlaznog i ulaznog napona, koji se često izražava logaritamskom odnosom u decibelima ovako: $\text{odnos}_{\text{dB}} = 20 \log U_{\text{izlazno}}/U_{\text{ulazno}}$. (taj odnos također ovisi o frekvenciji). Napomena negativan broj decibela označava slabljenje.

1. PRIPREMA Pinter OE II: 14.2./15.6, predavanja, WEB nastavni materijali
2. ciklus : Frekvencijske ovisnosti u RLC krugu. Dodatak opis mjerne opreme: Osciloskop; laboratorijski izvor promjenjivih napona – funkcijski generator, fotografije pokusa.

Zadatak II. 2.1 Serijski RC spoj priključen je na napon stalne amplitude i promjenjive frekvencije. Odredite a) frekvenciju na kojoj struja prethodi naponu za 45 stupnjeva. b) frekvenciju na kojoj će odnos pokazivanja voltmetara V_2 / V_1 biti 0,7 (odnos izlaznog i ulaznog napona) c) izrazite taj odnos napona u decibelima d) fazni kut na 2 kHz.

zadano je $R=2,4 \text{ k}\Omega$ $C=22\text{nF}$. $U=5 \text{ V}$ (eff)



Rezultat:

- a) $f = \underline{\hspace{2cm}}$ Hz
b) $f = \underline{\hspace{2cm}}$ Hz
c) odnos napona: $\underline{\hspace{2cm}}$ db
d) $\varphi = \underline{\hspace{2cm}}$

Zadatak II.2.2. Zadan je serijski RLC spoj. Izračunajte a) rezonantnu frekvenciju i odredite iznos struje u rezonanciji. Koliki je napon na zavojnici odnosno na kondenzatoru kada je frekvencija puno puno veća od rezonantne? Zadano je: $R=900\Omega$, $C=22 \text{ nF}$, $L=40\text{mH}$, $U=5 \text{ V}$ (eff)

Rezultat: a) $f_{\text{rez}} = \underline{\hspace{2cm}}$ $I_{\text{rez}} = \underline{\hspace{2cm}}$
b) napon na zavojnici je: $\underline{\hspace{2cm}}$, a na kondenzatoru je: $\underline{\hspace{2cm}}$

Zadatak II.2.3. Zadan je a) serijski RLC b) paralelni RLC krug. Odredite kakav karakter (induktivni ili kapacitivni) odnosno koji predznak ima fazni kut φ za frekvencije manje, jednake i veće od rezonantne frekvencije. Rezultate upišite u tablicu:

Frekvencija:	$f < f_{\text{rez}}$	$f = f_{\text{rez}}$	$f > f_{\text{rez}}$
a) serijski			
b) paralelni			

2. OPIS POKUSA

Napomena: pokusi 1 i 2 se izvode na istom radnom mjestu.

Pribor: funkcijski generator (sa BNC priključkom), analogni instrument PHYWE, panel za spajanje, otpornik (900Ω), otpornik ($2,4 \text{ k}\Omega$), zavojnica ($L=40 \text{ mH}$, $R=30\Omega$), kondenzator (22nF) osciloskop (TEK 2205) sa dvije sonde prilagođene za panel; spojni vodovi

3. UPUTA ZA RAD

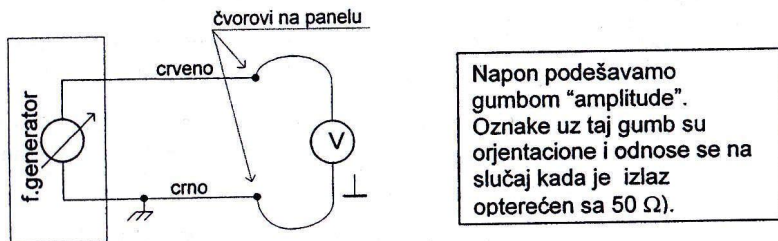
Pregledajte da li je na radnom mjestu potreban pribor (prema gornjem popisu). Ako nešto nedostaje odmah javite nastavniku. Premještanje pribora nije dozvoljeno bez dopuštenja nastavnika.

POKUS 1 SERIJSKI RC SPOJ

a) podešavanje funkcijskog generatora

1. Funkcijski generator podesite na sinusni signal frekvencije od 1 kHz. (DC nivo-offset na isključeno)

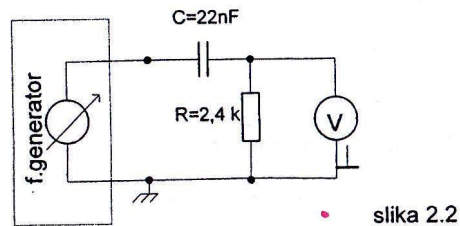
2. Univerzalni instrument podesite za mjerenje efektivne vrijednosti sinusnog napona do 10 V .
3. Priključite voltmeter na izlazne stezaljke f. generatora kako je prikazano na slici 2.1 i podesite izlazni napon na 5 V efektivno. (priključnice \perp V)



slika 2.1

b) mjerenje napona na otporniku

4. spojite strujni krug prema slici 2.2.
5. mijenjajte frekvenciju prema vrijednostima u tablici 2.1 i za svaku vrijednost frekvencije očitajte i upišite u tablicu pokazivanje voltmetra.



slika 2.2

f(kHz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U_R (V)										

Tablica 2.1

c) Mjerenje faznog kuta i amplitude signala pomoću dvokanalnog osciloskopa.

Elementi su spojeni prema slici 2.3. Napon iz f. generatora neka ostane podešen kao ranije (5 V_{eff}). Na prvi ulaz (kanal CH1) osciloskopa priključite napon sa otpornika, a na drugi (CH2) napon izvora. Napon na otporniku je u fazi sa strujom pa signal na drugom ulazu po fazi odgovara struji. **Pažnja:** Pazite na priključak zajedničke mase (crno). Osciloskop je podešen ovako (izvršite kontrolu):
 Osjetljivost: CH1 2V/div CH2 5V/div
 Vremenska baza: 50 μ s/div

Način prikaza dva kanala: ALT

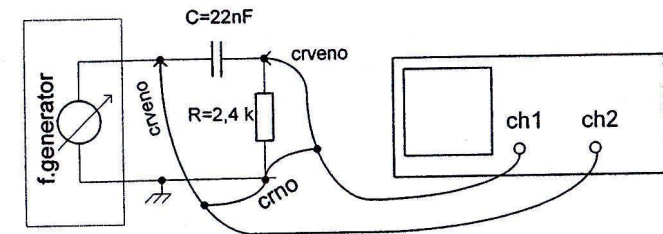
Prikaz kanala: BOTH

Okidanje vremenske baze: AUTO (sa porastom slope:)

Signal za sinhronizaciju (source): CH1

Uključite osciloskop i provjerite da li je na oba kanala nulti nivo podešen na sredinu zaslona (ulazna preklopka postavi se na GND i zatim se izvrši podešavanje gumbom POS \uparrow nakon podešavanja se postavi na AC).

Pomoću gumba TRIG LEVEL i POS \leftrightarrow podesite da signal (sinusoida) sa CH1 (napon otpornika tj.struja) počinje u ishodištu zaslona. U odnosu na taj signal određujemo fazni kut drugog signala (izvora).



Slika 2.3

6. Podesite frekvencije na iznose prema tablici 2.2 te za svaku frekvenciju ustanovite faznu razliku signala kao i amplitudu napona na otporniku.

fazni kut napona prema struji

f,kHz	2	3	4
T(div)			
razlika (div)			
razlika (stupnjeva)			

amplituda napona na otporniku

f,kHz	2	3	4
amplituda (div)			
amplituda (V)			

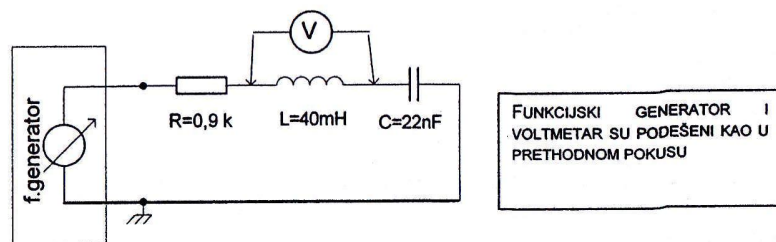
a c
u s l

3. Struja fazno: prethodi/zaostaje prema naponu (precrtati nepotrebno)

Isključite osciloskop priključne žice (BNC) ne vaditi iz osciloskopa.

POKUS 2. SERIJSKI RLC KRUG

1. Spojite elemente strujnog kruga prema slici 2.4.



slika 2.4

2. Izmjerite redom napone prema tablici 2.2. napomena : za vrijeme mjerenja ne smanjivati mjerno područje voltmetra jer se pri tom smanji otpor voltmetra, a to utječe na pokazivanje!

3. Odredite frekvencije (mijenjajući frekvenciju uz istovremeno promatranje kazaljke instrumenta) za koje su iznosi pojedinih napona maksimalni i zabilježite ih u tablici 2.3

f(kHz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_R(V)$										
$U_L(V)$										
$U_C(V)$										

Tablica 2.2.

	f za U_{max}	U_{max}
otpornik		
zavojnica		
kondenzator		

Tablica 2.3.

4. Isključite f. generator, raspožite strujni krug, uredno složite sav pribor, (ne vaditi priključne (BNC) vodove voltmetra f. generatora i osciloskopa)

IZVJEŠĆE

Nacrtajte grafove frekvencijskih ovisnosti napona na slikama 1. i 3 te vektorski prikaz napona izvora i struje iz pokusa 1 (izračunajte amplitudu struje) za frekvenciju 2000 Hz. Uzmite da je početni fazni kut napona jednak nuli. Izračunajte fazni kut ϕ spoja. **Odgovorite na ova pitanja:**

1. Koja je granična frekvencija za serijski RC spoj sa kojim ste radili pokus 1 (očitati iz grafa)

2. Kolika je širina pojasa frekvencija uz $R=900 \Omega$ u pokusu 2? (uputa: potrebno je na dijagramu $U_R(f)$ odrediti frekvencije na kojima napon na otporniku padne za $\sqrt{2}$ puta u odnosu na napon u rezonanciji. $\Delta f =$ _____)

3. Koliki je faktor dobrote serijskog kruga (pokus 2) sa kojim ste eksperimentirali? uputa : to je odnos napona na zavojnici (ili kondenzatoru) i napona na otporniku pri rezonantnoj frekvenciji. Odgovor: Faktor dobrote je $Q =$ _____

4. Kolika je struja u serijskom RLC krugu iz pokusa 2 u rezonanciji?

5. Napišite analitičku formulu koja predstavlja ovisnost napona na kondenzatoru iz pokusa 2 o frekvenciji.

VJEŽBA II.3. SNAGA KOD IZMJENIČNE STRUJE

1. PRIPREMA

Zadatak II.3.1. Odredite radnu, jalovu i prividnu snagu trošila ako je u pokusu prema slici 3.1 vatmetar pokazuje 18 W, ampermetar 0,25 A i voltmetar 100 V.

Radna snaga $P =$ _____ prividna snaga $S =$ _____ jalova snaga $Q =$ _____

Zadatak II.3.2. Odredite kapacitet kondenzatora koji treba spojiti paralelno trošilu iz pokusa prema slici 3.1 uz koji će radna i prividna snaga postati jednake.

$C =$ _____ μF

Zadatak II.3.3. Na sinusni izvor koji ima $Z_i = 2 + 3j \Omega$ priključen je otpornik R. Otpor vodova je 2Ω . Koliki treba biti otpornik R da bi snaga na njemu bila maksimalna?

$R =$ _____

2. OPIS POKUSA

U ovoj vježbi radite virtualne pokuse tj koristite računalno. Nakon logina na WebOE potražite stranicu laboratorijske vježbe, 2. ciklus, vježba II.3. Dobivate stranicu sa prvim pokusom, a sa nje odlazite na drugi i na kraju na treći pokus. Rezultate i zapažanja upisujete u skriptu.