

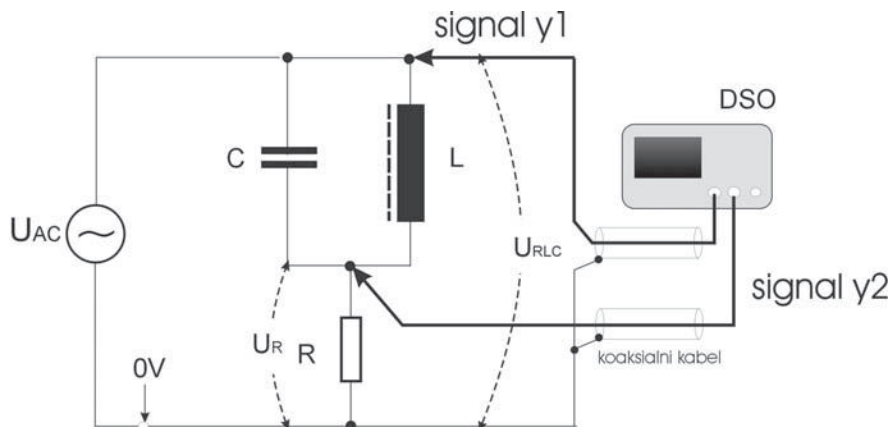
Kako sejejo električni filtri?

Namen vaje

S pomočjo osciloskopa izmeriti fazni kot in prepustni pas preprostega filtra oz. kaj stori električni filter, če nanj priključimo sinusni signal. S spreminjanjem frekvence izvora sinusnega nihanja določiti resonančno frekvenco vzporednega LC nihajnega kroga, v kateri fazni kot nihajnega kroga izgine, ter izračunati induktivnost tuljave. Kako iz slike na osciloskopu razberemo, kaj električni filter RC prepušča in česa ne prepušča.

Postopek za LC nihajni krog

Kot med napetostjo in tokom imenujemo fazni kot (fazni premik). Fazni kot smo srečali že v trikotniku upornosti kot kot φ med omsko in navidezno komponento.



Slika N.9.1: Nihajni krog za meritev Δt

Nihajni krog preko upora R priključimo na izvor sinusne napetosti. Z osciloskopom opazujemo naenkrat dve napetosti: u_{RLC} napetost, ki je praktično enaka napetosti izvora u_{AC} , in u_R napetost na uporu R . Instrument za opazovanje časovno spremenljivih veličin, kakršen je dvokanalni osciloskop, nam izrisuje po dve časovni funkciji. Če časovni funkciji predstavljata tok (angl. current) in napetost (angl. voltage) na linearnem elementu (uporu, tuljavi ali kondenzatorju), se med njima lahko pojavi fazni kot, ki ga lahko izmerimo kot časovni premik Δt (glej Priloge).

A. Resonančna frekvenca nihajnega kroga

Vpišite podatke o instrumentih in napravah:

U_{AC}	vir izmenične napetosti	
R	upor	
L	tuljava	
C	kondenzator	
DSO	osciloskop	

Spojite tuljavo in kondenzator, da dobite vzporedni nihajni krog. Nastavite osciloskop, da vam bo kot prvo napetost (glej sliko N.9.1) na zaslonu kazal napetost u_{LC} . Osciloskop morate nastaviti, da bo izrisoval napetost le na LC. Torej moramo

izvesti odštevanje med napetostima na kanalu y_1 in napetostjo na kanalu y_2 (glej sliko N.9.1): $u_{RLC} - u_R$, kar dosežemo z izbiro: Function 1, 1-2.

Kot druga napetost pa naj se vam na osciloskopu izrisuje napetost kanal y_2 .

Spreminjajte frekvenco izvora u_{AC} in opazujte spreminjanje slike na zaslonu osciloskopa. Najdite resonančno frekvenco f_0 (glej Priloge).

Iz izmerjene frekvence f_0 in podatka o kapacitivnosti kondenzatorja C izračunajte induktivnost tuljave L :

$f_0 = \dots\dots\dots$	$C = \dots\dots\dots$
-------------------------	-----------------------

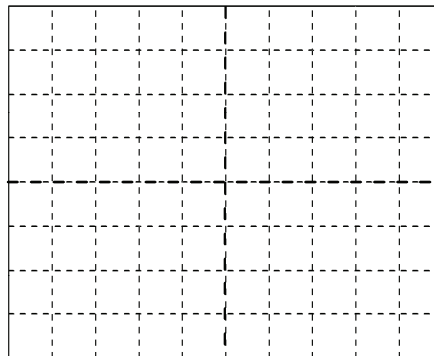
Iz enačbe za resonančno frekvenco določite induktivnost L .

$$f_0 = \frac{1}{\sqrt{2\pi LC}}$$

$L = \dots\dots\dots$

Skicirajte sliko na osciloskopu.

$f = \dots\dots\dots = f_0$ $\varphi = \dots\dots\dots$ značaj filtra



Slika N.9.2: Podatki o resonančni frekvenci danega nihajnega kroga

V vzporednem nihajnem krogu vezemo vzporedno h kondenzatorju kapacitivnosti C tuljavo induktivnosti L . Kot smo opazili, ima vezje v resonančni frekvenci največjo u_{LC} in najmanjši i . Nihajnemu krogu rečemo tudi električni filter.

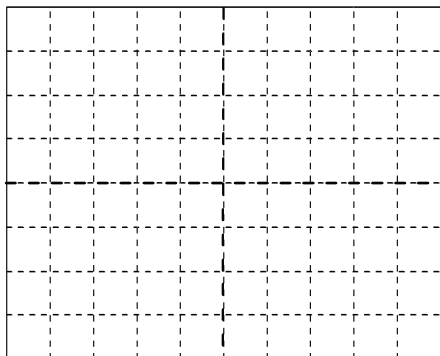
Vzporedni LC filter najbolj poudari napetostne signale v resonančni frekvenci, tokovne pa tedaj najbolj oslabi. Kako ostro jih izloči izmed signalov ostalih frekvenc, je odvisno od kvalitete (izgub) uporabljene tuljave in kondenzatorja.

B. Izven resonance je nihajni krog razglašen

Če se nam med u_{LC} in u_R pojavi fazni kot, pomeni, da je nihajni krog (filter) neuglašen.

Nihajni krog je uglasen, ko je na resonančni frekvenci. Če je frekvenca nespremenljiva, imamo pa na voljo tuljavo s spremenljivo induktivnostjo L , nihajni krog uglasimo s spreminjanjem L . Podobno lahko storimo s kondenzatorjem.

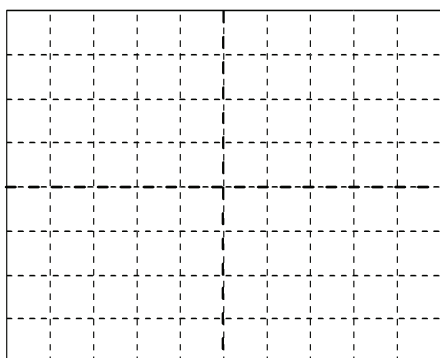
Skicirajte slike z zaslona osciloskopa, ko je frekvenca izvora pod f_0 in ko je nad f_0 .



$f = \dots\dots\dots = f_0 - 10\text{kHz}$

$\varphi = \dots\dots\dots$

značaj filtra



$f = \dots\dots\dots = f_0 + 10\text{kHz}$

$\varphi = \dots\dots\dots$

značaj filtra

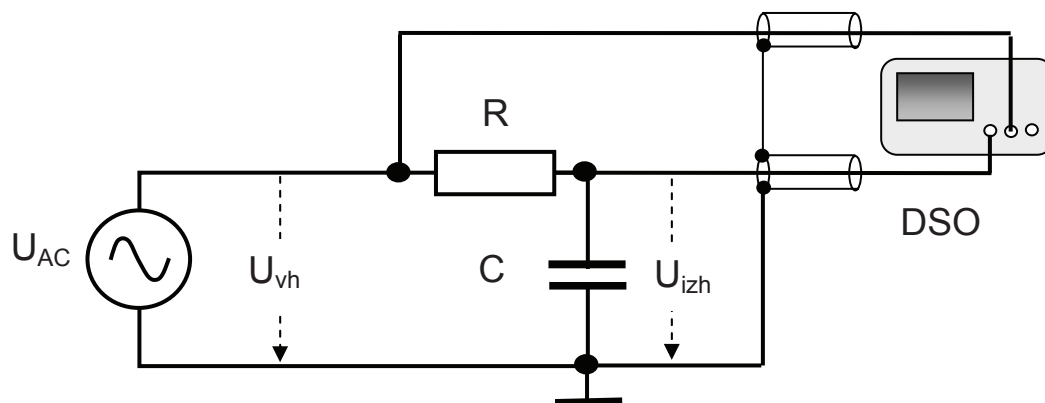
Slika N.9.3: Fazne razmere v neuglašanih nihanjih krogih

Postopek za RC vezje

Na preprost električni filter, v katerem sta upor in kondenzator vezana zaporedno, priključimo generator sinusnega signala.

V prvem delu vaje boste izmerili napetost na kondenzatorju, v drugem pa boste mesti elementov zamenjali in izmerili napetost na uporu.

Za vsako vezavo posebej boste zasledovali, pri katerih frekvencah je napetost na opazovanem elementu višja, in pri katerih frekvencah je napetost nižja. Odgovorili boste tudi na vprašanje, kakšen je odnos med višino prepuščene napetosti in tedaj nastalim faznim kotom?



Slika N.9.4: RC filter – vezje A

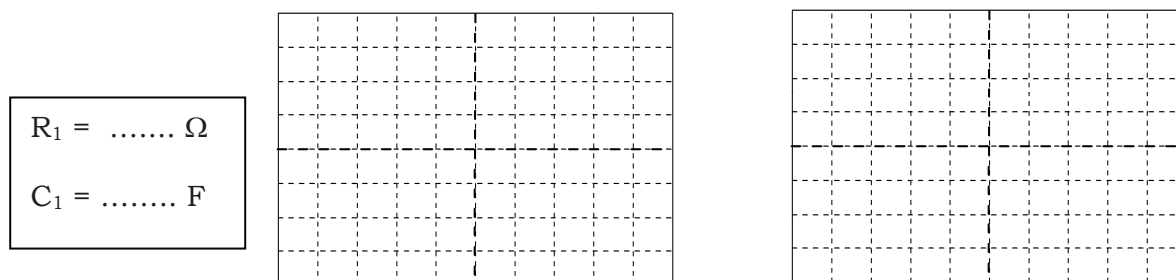
C. Napetost na kondenzatorju s kapacitivnostjo C

Po shemi na sliki N.9.4 zataknite upor z upornostjo R_1 in kondenzator s kapacitivnostjo C_1 v preizkusno ploščo.

Na osciloskopovem kanalu y_2 opazujte napetost generatorja u_{AC} (u_{vh}) in na kanalu y_1 napetost na kondenzatorju (u_{izh}).

Spremenite frekvenco generatorjeve sinusne napetosti in opišite učinek spremembe frekvence na napetost na kondenzatorju.

Nastavite: $U_{vh\ KD} = 4V$, najprej $f = 100Hz$ nato še $1kHz$.



Slika N.9.5: Vezje A, napetosti pri 100 Hz in pri 1kHz

Frekvenca (Hz)	100	1k
Fazni kot φ (°)		
U_{vh} konica-dno (V)		
U_{izh} konica-dno (V)		



Pri kateri frekvenci je napetost $U_{\text{izh KD}}$ višja?



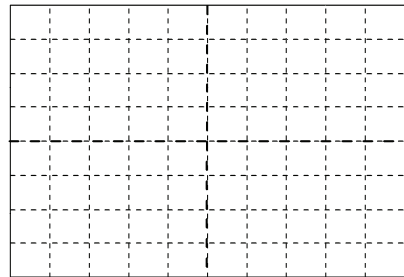
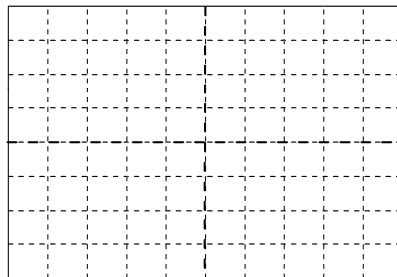
Ali je pri višji frekvenci večji tudi fazni kot?

Č. Napetost na upor z upornostjo R

Uporabite kondenzator s kapacitivnostjo C_2 in upor z upornostjo R_2 ter glede na sliko N.9.4 zamenjajte med seboj mesti kondenzatorja in upora. Opazujte učinek spremembe frekvence še na napetost na uporu.

Nastavite: $U_{\text{vh KD}} = 4\text{V}$, najprej $f = 60\text{Hz}$ nato še $7,5\text{kHz}$.

$R_2 = \dots\dots \Omega$
$C_2 = \dots\dots \text{F}$



Slika N.9.6: Napetosti pri 60Hz in pri 7,5kHz ob zamenjavi mest in vrednosti elementov

Frekvenca (Hz)	60	7,5k
Fazni kot φ (°)		
U_{vh} konica-dno (V)		
U_{izh} konica-dno (V)		



Pri kateri frekvenci je napetost $U_{\text{izh KD}}$ višja?



Ali je pri višji frekvenci večji tudi fazni kot?

Vprašanja v razmislek

Fazni kot se spreminja, če spreminjamo frekvenco. Kakšen značaj je imel RC filter pri opazovanih frekvencah?

Kaj bi se zgodilo, če bi nihajni krog, če bi nihajni krog priklopili na beli šum? Kako bi lahko opazovali odziv?

Če se sprašujemo, katere signale katerih frekvenc filter bolje prepušča, je najbolje, da pogledamo razmerje $U_{KD \text{ izh}}/U_{KD \text{ vh}}$ (konica-dno vhodne in izhodne napetosti): ko je $U_{KD \text{ izh}}/U_{KD \text{ vh}}$ pri frekvenci 1 manjše, kot pri frekvenci 2, rečemo, da filter bolje prepušča pri frekvenci 2.

Določite, kateri od filtrov prepušča signale nizkih frekvenc (nizkoprepustni), in kateri signale visokih frekvenc (visokoprepustni)!