

KOMPONENTE IN SESTAVI

Ime in priimek: _____

Šolsko leto: _____

Skupina : _____

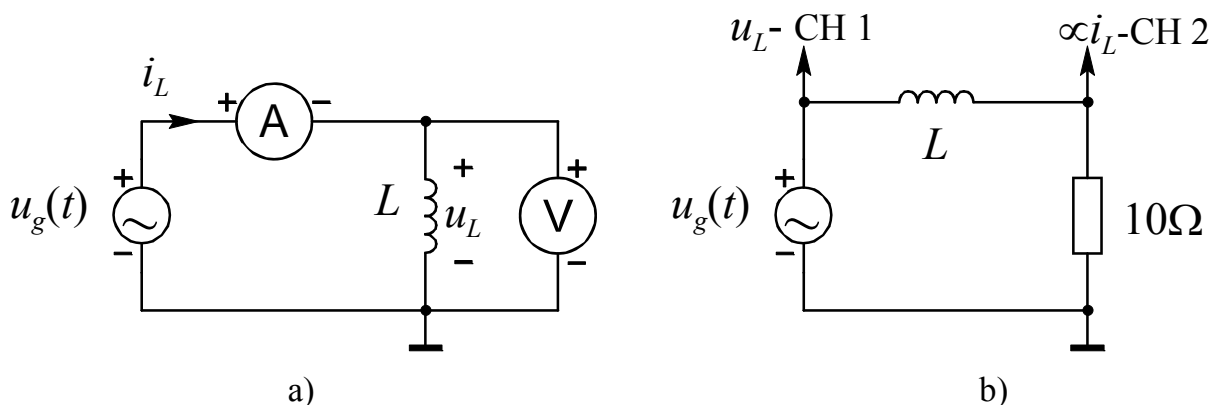
Datum: _____

VAJA 6 : MERITEV INDUKTIVNOSTI IN KVALITETE TULJAVE Z ŽELEZNIŠIM JEDROM

Tuljavi z železnim jedrom določite sledeče parametre:

- induktivnost L in kvaliteto Q tuljave z meritvijo absolutne vrednosti impedance $|Z_L|$ in izgubnega kota δ pri vzbujanju s sinusno napetostjo
- z merjenjem toka $i_L(t)$ pri stopničasnih spremembah napetosti $u_L(t)$
- z univerzalnim mostičem.

Za meritvi pod a) in b) izračunajte tudi relativni napaki za izmerjeni induktivnosti glede na meritev z merilnim mostičem.



Slika 7.1: a) Meritev absolutne vrednosti impedance; b) izgubnega kota δ

Opis meritve:

Z univerzalnim instrumentom (multimeter) pomerite upornost bakrenega navitja tuljave. To vrednost uporabite za primerjavo z vrednostmi, ki jih izračunate na podlagi meritev izgubnega kota δ .

- Z meritvijo efektivnega toka in napetosti izmerite absolutno vrednost impedance $|Z_L|$ pri frekvencah 50, 200 in 1000 Hz (slika 7.1a). Na funkcijskem generatorju nastavite sinusni signal $U_{ef} = 5 \text{ V}$ in izklopite enosmerni pomik ($U_{off} = 0$). Z multimetri merite napetost in tok. Z osciloskopom kontrolirajte obliko signala. Iz izmerjenih podatkov izračunajte induktivnost tuljave pri vsaki od zahtevanih frekvenc.

Za meritev izgubnega kota δ povečajte napetost generatorja na 20 V_{pp} (maksimalno izhodno napetost) in uporabite vezje, ki ga kaže slika 7.1b. Upor, s katerim merimo fazo toka i_L , ima vrednost 10Ω , zato je ta upornost zanemarljiva v primerjavi z lastno upornostjo navitja R_{Cu} in $|Z_L|$. Na sliki 7.2 sta prikazana kazalčni diagram in časovna slika signalov, kot jo vidimo na zaslonu osciloskopa. Za oba kanala uporabite izmenični sklop (AC). Pri vsaki od zahtevanih frekvenc nastavite sliko tako, da lahko izmerite zakasnitev Δt med prehodom toka skozi nič in

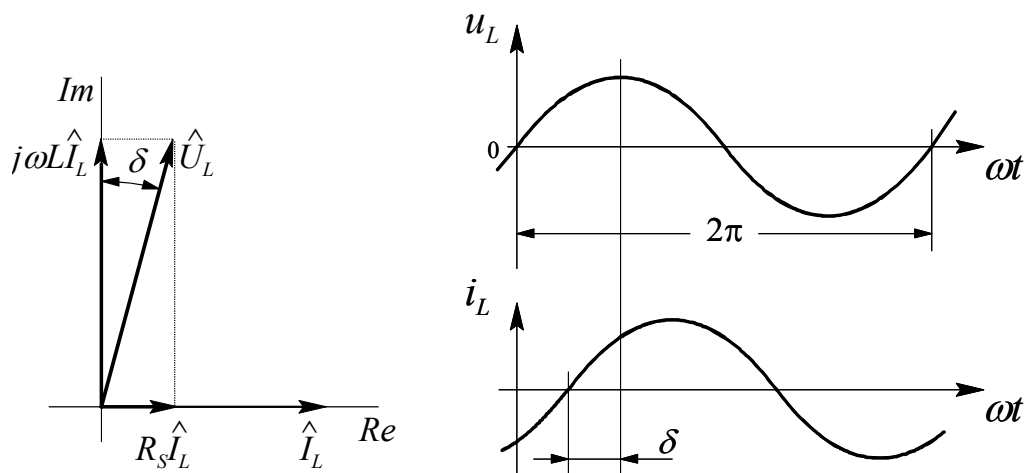
maksimumom napetosti. Ker je maksimum sinusne napetosti neizrazit, določimo ta trenutek kot središče med dvema prehodoma skozi ničlo. Če zaradi velike raztegnitve časovne skale prehodov napetosti u_L skozi ničlo ne vidimo, potem s horizontalnim pomikom izenačimo napetost na levem in desnem robu zaslona; tedaj je maksimum napetosti u_L na sredi zaslona (slika 7.3). Iz te zakasnitve lahko izračunate kot δ , kvaliteto Q in serijsko upornost R_S nadomestnega vezja. Dobljene vrednosti za serijsko upornost primerjajte z R_{Cu} . Upornost R_S se z naraščajočo frekvenco večja, ker rastejo izgube v železnem jedru.

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\delta}{2\pi} \Rightarrow \delta = 2\pi \frac{\Delta t}{T} \text{ in } \operatorname{tg} \delta = \frac{R_S}{\omega L} \Rightarrow Q = \frac{1}{\operatorname{tg} \delta} \quad (7.1)$$

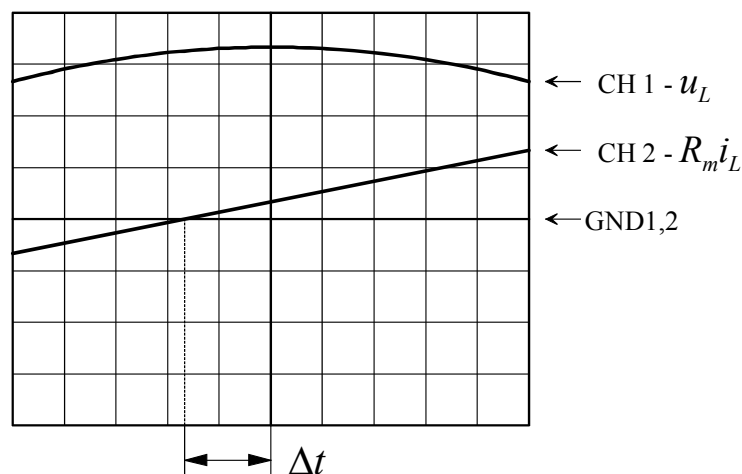
$$|Z_L| = \frac{U_L}{I_L} \quad R_S = |Z_L| \sin \delta \text{ in } L = \frac{|Z_L| \cos \delta}{\omega} \quad (7.2)$$

V primeru, da je izmerjeni izgubni kot majhen (δ je v radianih), lahko uporabimo sledečo poenostavitev

$$\delta \ll 1 \Rightarrow \operatorname{tg} \delta \approx \delta \Rightarrow Q = \frac{1}{\delta} \text{ in } R_S = \omega L \delta = |Z_L| \delta \quad (7.3)$$



Slika 7.2 : Kazalčni diagram in časovni potek napetosti in toka tuljave

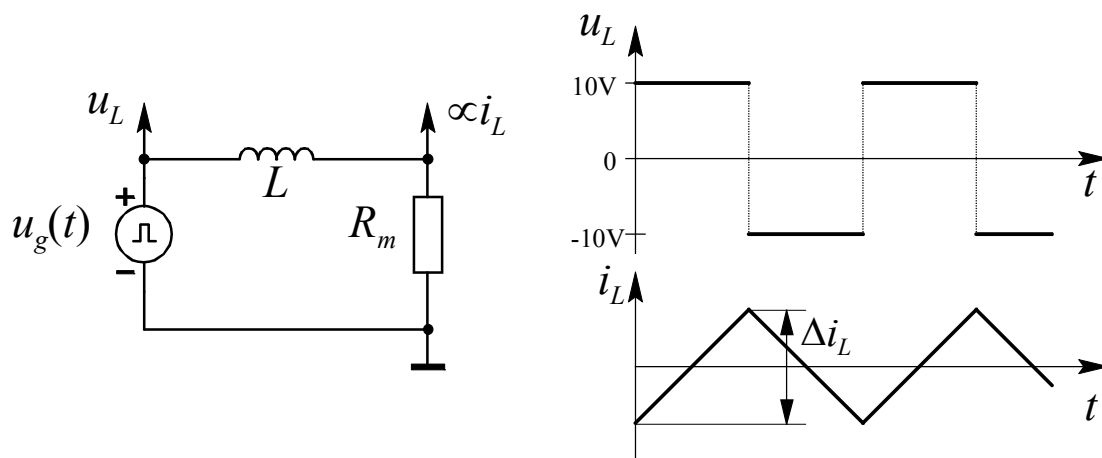


Slika 7.3 : Iskanje maksimuma napetosti u_L

b) Na tuljavo priključite pravokotne simetrične napetostne impulze s frekvenco 50, 200 in 1000 Hz in amplitudo 10 V (20 V_{PP}, slika 7.4). Tok skozi tuljavo merimo prek napetosti na upor $R_m = 10 \Omega$, ki je zaporedno vezan s tuljavo. Napetost tuljave u_L , ki jo nastavite pri obremenjenem generatorju in merite z osciloskopom, je praktično enaka generatorjevi, saj je napetost na merilnem uporu majhna, ker velja $R \ll |Z_L|$. Pri konstantni napetosti na tuljavi tok i_L s časom linearno raste, oziroma pada, odvisno od predznaka napetosti:

$$u_L(t) = L \frac{di_L}{dt} \quad \text{in za} \quad u_L = \text{konst} \quad U_L = L \frac{\Delta i_L}{\Delta t}$$

Napetost U_L v gornji enačbi je trenutna vrednost napetosti na tuljavi, torej 10 V, oziroma -10 V. Spremembo Δi preračunate iz izmerjene napetosti na uporu vrednosti R_m .



Slika 7.4 : Pravokotni napetostni impulzi na tuljavi

c) Z univerzalnim mostičem izmerite induktivnost L in kvaliteto Q pri frekvenci 1 kHz. Na mostiču nastavite vrednost dobljeno z meritvami pod a) in b). Notranji oscilator mostiča ima frekvenco 1 kHz, zato dobljeni rezultati veljajo za to frekvenco. Z nastavljanjem vrednosti in kvalitete manjšajte odklon indikatorja. V primeru, da indikator kaže polni odklon in se ne odziva na spremembe drugih nastavitvev, je potrebno zmanjšati napetost oscilatorja (OSC LEVEL).

Rezultati:

Ohmska upornost navitja $R_{Cu} =$ _____

a) Meritev s sinusnim signalom

f [Hz]	50	200	1000
$ U_L $			
$ I_L $			
Δt			
T			
δ			
L [H]			
$ Z_L $			
R_s [Ω]			
Q			

b) Meritev odziva na pravokotne impulze

f [Hz]	50	200	1000
Δt			
Δu_{Rm}			
L [H]			

c) Meritev z univerzalnim mostičem pri $f = 1\text{kHz}$

$L =$ _____

$Q =$ _____

$\Delta L_a/L =$ _____

$\Delta L_b/L =$ _____