

# Prechodné javy v elektrických obvodoch

## Meranie na sériovom RLC obvode

### Všeobecne:

Budeme vyšetřovať priebeh prúdu, ktorý preteká sériovým RLC obvodom po náhlom pripojení stacionárneho napätového zdroja s napätím  $U$  k obvodu. Predpokladáme nulové počiatkové podmienky (nenabitý kondenzátor a indukčnosť bez magnetického poľa). Popísaná situácia je ekvivalentná vyšetřovaniu prúdu v sériovom RLC obvode, ktorý neobsahuje zdroj napätia, ale má nenulovú počiatkovú podmienku realizovanú nabitým kondenzátorom s počiatkovým napätím  $U$ .

### Úlohy:

- 1) Vypočítajte hraničný odpor  $R_h$  zadaného RLC obvodu!
- 2) Celkový odpor obvodu  $R$  nastavte väčší alebo práve rovný hraničnému odporu  $R_h$  a pozorujte priebeh prúdu  $i(t)$ . Meraním určte veľkosť a čas maxima prúdu!
- 3) Celkový odpor obvodu  $R$  nastavte menší ako hraničný odpor  $R_h$  a pozorujte priebeh prúdu  $i(t)$ . Meraním určte veľkosť a čas prvého maxima prúdu, veľkosť a čas prvého minima prúdu a čas, keď prúd prechádza cez nulovú hodnotu!
- 4) Všetky namerané hodnoty porovnajte s vypočítanými!

### Použité prístroje:

$U$  - jednosmerný zdroj napätia,

$R_z$  - ochranný odpor       $C$  - kondenzátor

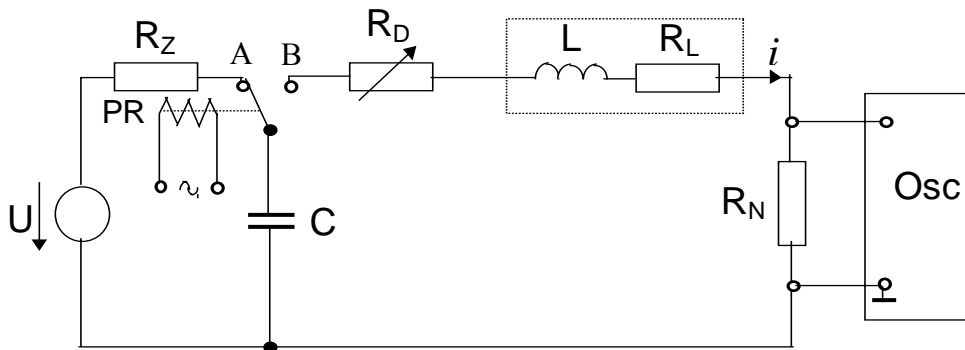
$R_d$  - odporová dekáda      OSC - osciloskop

$R_N$  - odporový normál      PR - polarizované relé

$R_L, L$  - vzduchová cievka s indukčnosťou  $L$  a odporom  $R_L$

### Zapojenie:

Prístroje zapojíme podľa schémy zapojenia na obr.



Polarizované relé je napájané harmonickým napätím so sieťovou frekvenciou 50 Hz. Kontakt relé sa prepína medzi polohami A a B. V polohe A kondenzátor pripojený k zdroju a pri dostatočne malej časovej konštante  $R_z C$  a nabije na napätie  $U$ . V polohe B sa nabitý kondenzátor pripojí do série s odpormi a indukčnosťou. Dôsledkom je vznik vybijacieho prúdu, ktorého časový priebeh sledujeme. Peridické prepínanie relé spôsobuje, že jav vybijania sa periodicky opakuje a je možné pozorovať ho na bežnom osciloskope. Časový priebeh prúdu je totožný s priebehom napätia na odpore  $R_d$ .

### Vzťahy potrebné k výpočtu:

Časový priebeh prúdu  $i(t)$  závisí od hodnoty výrazu

$$D = \frac{R^2}{4L^2} - \frac{1}{LC}$$

Indukčnosť L a kapacitu C považujeme za konštanty, veľkosť výrazu D meníme zmenou celkového odporu R v obvode. Rozlišujeme tri prípady:

a)  $D > 0$  čo znamená, že  $R > 2 \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}$

Pre tento prípad je prúd v čase  $t > 0$  vyjadrený ako:

$$i(t) = \frac{U}{L \cdot \sqrt{D}} \cdot e^{-\frac{R}{2L}t} \cdot \sinh(\sqrt{D} \cdot t)$$

b)  $D = 0$  čo znamená, že  $R = 2 \cdot \sqrt{\frac{L}{C}} = R_h$

Pre tento prípad je prúd v čase  $t > 0$  vyjadrený ako:

$$i(t) = \frac{U}{L} \cdot t \cdot e^{-\frac{R}{2L}t}$$

c)  $D < 0$  čo znamená, že  $R < 2 \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}$

Pre tento prípad je prúd v čase  $t > 0$  vyjadrený ako:

$$i(t) = \frac{U}{L \cdot \sqrt{D}} \cdot e^{-\frac{R}{2L}t} \cdot \sin(\sqrt{D} \cdot t)$$

### Popis merania a spracovania výsledkov:

Pre zadané hodnoty indukčnosti L a kapacity C vypočítame hraničný odpor obvodu  $R_h$ . Podľa požiadaviek úlohy 2 (resp. 3) celkový odpor obvodu  $R = R_D + R_L + R_N$  volíme 1.5 až 2-krát väčší (menší), ako je hodnota hraničného odporu  $R_h$ . Zapojíme zdroj napätia U a polarizované relé a na osciloskope pozorujeme časový priebeh napätia na odporovom normále.

Ak je odpor odporového normálu  $R_N = 1\Omega$ , tak je časový priebeh napätia na normále totožný s časovým priebehom prúdu. V opačnom prípade treba hodnoty napätia (zobrazované na Y-ovej osi osciloskopu) deliť príslušnou hodnotou R. Na X-ovej osi osciloskopu môžeme odčítať časové údaje. Meranie napätia a časových diferencií je možné len v prípade, že poznáme napäťovú a časovú kalibráciu osciloskopu. Výsledky merania zaznamenajte do tabuľky 1. Do tabuľky uveďte ďalej hodnoty získané výpočtom a porovnajte s nameranými!

Tabuľka nameraných a vypočítaných hodnôt:

	$R < R_h$		$R \approx R_h$	
	namerané	vypočítané	namerané	vypočítané
$i(t_{\max})$ (mA)				
$t_{\max}$ (ms)				
$t_{\text{nul}}$ (ms)				
$i(t_{\min})$ (mA)				
$t_{\min}$ (ms)				