

Oddělení fyzikálních praktik při Kabinetu výuky obecné fyziky MFF UK

PRAKTIKUM II

Úloha č.: XVIII

Název:

Vypracovala: stud. sk. dne: 29.03.04.....

Odevzdal dne: vráceno:

Odevzdal dne: vráceno:

Odevzdal dne:

Posuzoval: dne výsledek klasifikace

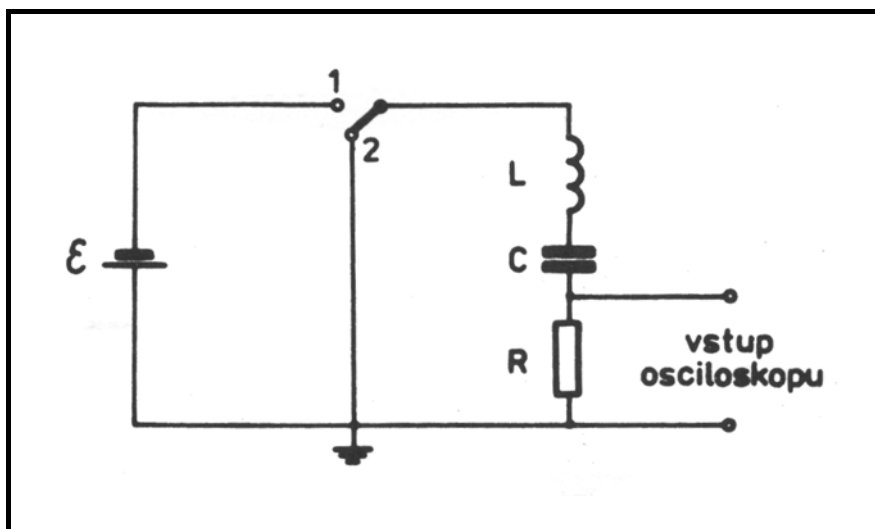
Připomínky:

I. Pracovní úkol

- I. Sestavte obvod podle obrázku 1 a změřte pro obvod v periodickém stavu závislost doby kmitu na velikosti zařazené kapacity. Výsledky měření zpracujte graficky a vyhodnoťte velikost indukčnosti zařazené v obvodu.
- II. Stanovte hodnoty aperiodizačních odporů pro několik hodnot kapacit zařazeného kondenzátoru.
- III. Změřte závislost relaxační doby obvodu RC na velikosti odporu nebo kapacity v obvodu. Výsledky měření zpracujte graficky a porovnejte s teoretickými.

II. Teorie

Schéma zapojení sériového RLC obvodu je na obr. 1.



obr. 1

V obvodu je zařazena indukčnost L , kapacita C a odpor R . Prvky L a C tvoří harmonický oscilátor, prvek R působí jako tlumení kmitů. Oscilující veličinou je v našem případě proud I , resp. napětí U s určitým fázovým posunem. Podle II. Kirchhofova zákona je součet napětí na jednotlivých prvcích obvodu roven přivedenému elektromotorickému napětí:

$$\varepsilon = L \frac{dI}{dt} + \frac{1}{C} \int Idt + RI \quad (1)$$

Derivujeme-li tuto rovnici podle času t , dostaneme rovnici pro volné tlumené kmity proudu I :

$$L \frac{dI}{dt} + R \frac{dI}{dt} + \frac{I}{C} = 0 \quad (2)$$

Řešením této rovnice dostaneme pro různé hodnoty konstant R , L , C následující výsledky:

I. Periodické řešení dostaneme, jestliže:

$$\frac{1}{LC} > \frac{R^2}{4L^2} \quad (3)$$

Toto řešení je:

$$I(t) = \frac{\varepsilon}{BL} e^{-At} \sin Bt \quad (4)$$

kde

$$A = \frac{R}{2L}, B^2 = \frac{1}{LC} - A^2 \quad (5)$$

II. Mezní aperiodický stav nastane, jestliže

$$\frac{1}{LC} = \frac{R^2}{4L^2} \quad (6)$$

Tento stav je:

$$I(t) = \frac{\varepsilon}{L} e^{-At} \quad (7)$$

III. Aperiodický stav získáme, je-li:

$$\frac{1}{LC} < \frac{R^2}{4L^2} \quad (8)$$

Tento stav je:

$$I(t) = \frac{\varepsilon}{BL} e^{-At} \sinh Bt \quad (9)$$

Při periodickém řešení odpovídá veličina B kruhové frekvenci kmitů. Pro dobu kmitu T proto platí:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}} \quad (10)$$

Hodnota odporu, při němž roste perioda kmitu T do nekonečna se nazývá aperioidizační odpor R_a :

$$R_a = 2\sqrt{\frac{L}{C}} \quad (11)$$

Pokud v obvodu není zařazena indukčnost (jde o RC obvod), je proud I v obvodu úměrný funkci:

$$I \sim e^{\frac{-t}{\tau}} \quad (12)$$

τ *relaxační doba*

Dále platí:

$$\tau = RC \quad (13)$$

III. Výsledky měření

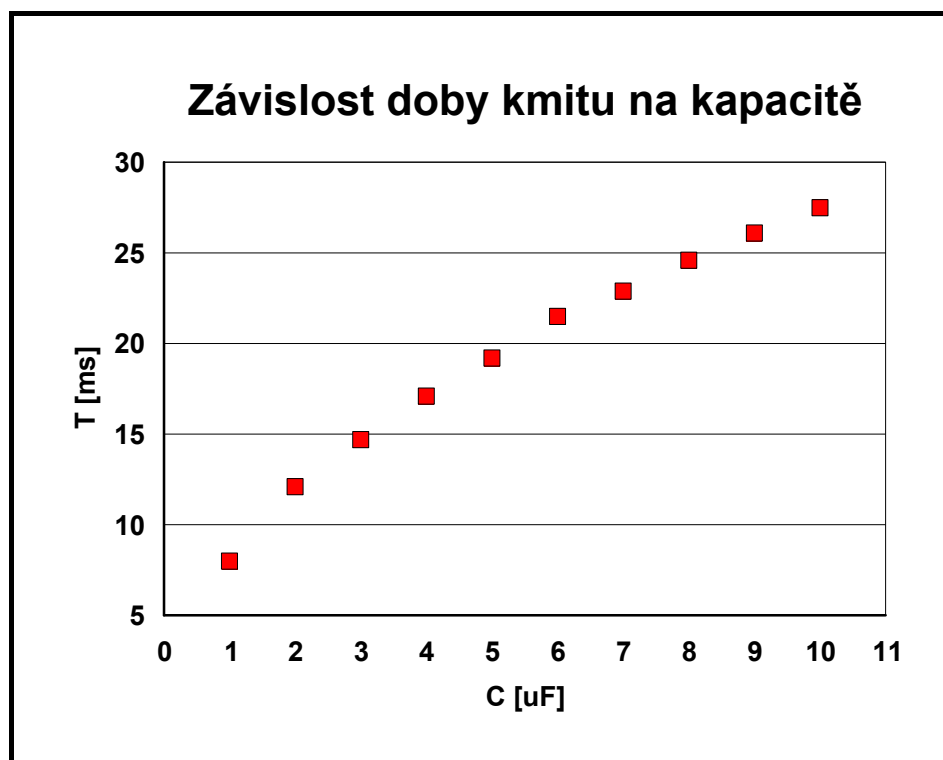
$$R = 50 \, \Omega$$

Přechodové jevy v sériovém RLC obvodu

tab. 1 – závislost doby kmitu na kapacitě

C [μ F]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T [ms]	8,0	12,1	14,7	17,1	19,2	21,5	22,9	24,6	26,1	27,5

Uvedené hodnoty T jsou průměrné



graf 1

Indukčnost cívky $L = (2,0 \pm 0,1) \text{ H}$

tab. 2 – aperiodizační odpor pro různé kapacity

C [μ F]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R_T [Ω]*	2828	2000	1633	1414	1265	1155	1069	1000	943	894
R_N [Ω]**	2300	1600	1400	1230	1150	1000	960	890	845	805

* R_T je hodnota teoretického odporu

** R_N je hodnota naměřeného odporu

tab. 3 – relaxační doba v RC obvodu							
R [kΩ]	C [μF]	1	2	3	4	5	6
10	teoretická τ [ms]	10	20	30	40	50	60
	naměřená τ [ms]	12	21	31	41	51	62
20	teoretická τ [ms]	20	40	60	80	100	120
	naměřená τ [ms]	20	40	61	78	94	120
30	teoretická τ [ms]	30	60	90	120	150	180
	naměřená τ [ms]	28	58	89	119	147	174
40	teoretická τ [ms]	40	80	120	160	200	240
	naměřená τ [ms]	42	79	118	159	211	243

IV. Diskuse

Tvaru křivky znázorňující závislost doby kmitu pro obvod v periodickém stavu na velikosti kapacity nejlépe odpovídá funkce tvaru $T \sim \sqrt{C}$, což se shoduje s teorií. Indukčnost cívky nám vyšla $L = (2,0 \pm 0,1) \text{ H}$

Aperiodizační odpor se nám v rámci chyb (chybu jsme uvažovali 25%) shoduje s teoretickou hodnotou (viz tab. 2). Velikost chyby je dána nesnadným odhadem okamžiku, kdy se křivka právě dotýká osy, tedy kdy nastal aperiodizační stav.

Relaxační doba se nám velmi dobře shoduje s teoretickou hodnotou (viz tab. 3)

V. Závěr

Změřili jsme závislost doby kmitu na velikosti zařazené kapacity v periodickém stavu a tvar křivky odpovídá našim předpokladům (viz graf 1). Zjistili jsme indukčnost cívky, která nám vyšla $L = (2,0 \pm 0,1) \text{ H}$.

Hodnoty aperiodizačních odporů také přibližně odpovídají předpokladům (viz tab. 2).

Závislost relaxační doby v RC obvodu na odporu nám vyšla lineární, stejně tak i pro kapacitu, což je ve shodě s teorií.

VI. Literatura

Bakule, R., Štenberk, J.: Fyzikální praktikum II., SPN Praha, 1989

Spružil, B., Zieleniecová, P.: Úvod do teorie fyzikálních měření, SPN Praha, 1986