Úkoly

1. Změřte účiník:
   (a) rezistoru
   (b) kondenzátoru (C = 10 uF)
   (c) cívky

   Určete chybu měření. Diskutujte shodu výsledků s teoretickými hodnotami pro ideální prvky. Pro cívku vypočtěte indukčnost a odpor v sériovém a paralelním náhradním zapojení.
2. Změřte účiník sériového a paralelního zapojení rezistoru a kondenzátoru (C = 1; 2; 5; 10 uF). Z naměřených hodnot stanovte odpor rezistoru. Určete chyby měření a rozhodněte, které z obou zapojení je v daném případě vhodnější pro stanovení odporu.
3. Změřte závislost proudu a výkonu na velikosti kapacity zařazené do sériového RLC obvodu.
4. Výsledky úkolu 3. zpracujte graficky, v závislosti na zařazené kapacitě vyneste účiník, fázový posuv napětí vůči proudu a výkon.

Teorie

Pro střední hodnotu výkonu ve střídavém obvodu s harmonickým průběhem lze použít vztahu:

$$P = UI\cos(\varphi)\,, \tag{1}$$

kde U resp. I jsou efektivní hodnoty napětí resp. proudu.

Člen cosφ se nazývá účiník.

Známe-li fázový posuv můžeme odvodit vztahy pro výpočet indukce resp. kapacity a odporu v sériovém i paralelním náhradním zapojení. Podle [1] platí vztahy:

$$R_S = \frac{U}{I}\frac{1}{\sqrt{1+\mathrm{tg}^2\varphi}} \tag{2}$$

$$L_S = \frac{U}{I\omega}\sqrt{\frac{\mathrm{tg}^2\varphi}{1+\mathrm{tg}^2\varphi}} \tag{3}$$

$$R_P = \frac{U}{I}\sqrt{1+\mathrm{tg}^2\varphi} \tag{4}$$

$$L_P = \frac{U}{I\omega}\sqrt{\frac{1+\mathrm{tg}^2\varphi}{\mathrm{tg}^2\varphi}} \tag{5}$$

kde vzorec pro R_p a R_s platí i pro zapojení s kondenzátorem.

Detaily a odvození vztahů jsou uvedeno v [1].

Pomůcky

Wattmetr (rozsah 7W, Δ =0,02W), voltmetr Keithley 210 multimetr (Δ = 0,05V) , ampérmetr DU 20 (δ = 1,5), cívka, kapacitní dekáda, rezistor, vodiče, síťový transformátor, napáječ wattmetru.

Měření

Pro všechna měření jsme volili stejné schéma (obr. 3 str. 42 v [1]). Začali jsme měřením jednotlivých součástek. Poté jsme proměřili cívku resp. kondenzátor s odporem v sériovém a paralelním náhradním zapojení. Nakonec jsme proměřili závislost proudu a výkonu v sériovém RCL obvodu na kapacitě. Naměřené hodnoty s výsledky jsou v tabulce 1. Graf posledního měření je na obrázku 1.
Indukčnost a odpor v sériovém a paralelním náhradním zapojení jsme stanovili na:

$$\begin{aligned} L_s &= (4,9 \pm 0,4)\, H \\ R_s &= (1680 \pm 134)\, \Omega \\ L_p &= (6,4 \pm 0,2)\, H \\ R_p &= (813 \pm 22)\, \Omega \end{aligned}$$

Vypočtené odpory v sériovém a paralelním zapojení s kapacitami 1, 2, 5 a 10 μF jsou v tabulce 2. Vzhledem k chybě se jako výhodnější jeví zapojení paralelní, dokud se na ampérmetru měřilo ke konci stupnice. Po překročení rozsahu a měření proudů na začátku stupnice bylo přesnější měření v sérii. Frekvenci síťového zdroje pokládáme za $f = 50$ Hz.

Diskuse

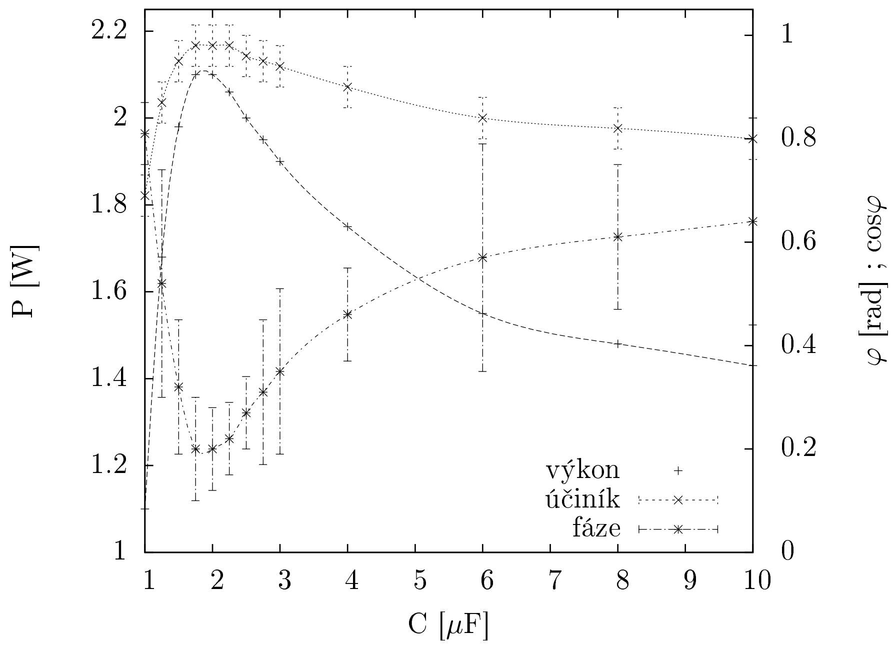
Výsledky experimentu odpovídají očekávání. Účiník rezistoru se shoduje s teoretickou hodnotou, účiníky cívky a kondenzátoru se od ideálních prvků odlišují, u cívky více než u kondenzátoru.

Rezonanci v grafu na obrázku 1 jsme proměřili důkladněji, křivky, které body prokládají, jsou však pouze „vodítkem pro oči“. Z grafu lze vyčíst, že rezonance nastává právě, když je fázový posuv nejmenší a výkon největší.

Měření nevykazuje systematickou chybu, což potvrzují shody s teorií. Při výpočtech chyb jsme použili zákony přenosů chyb uvedených v [2].

Závěr

Proměřili jsme účiníky prvků: rezistor, cívka, kondenzátor. Proměřili jsme také účiník a indukci u cívky resp. kondenzátorů v sériovém a paralelním náhradním zapojení. Zjistili jsme závislost výkonu, účiníku a fáze na kapacitě v sériovém RCL obovdu. Výsledky jsou v Tabulkách 1 a 2 a na obrázku 1.



Obrázek 1: graf závislosti výkonu, účiníku a fáze na kapacitě v RCL obvodu

Literatura

[1] Bakule R., Šternberg J., Fyzikální praktikum II., SPN Praha 1989

[2] Jiří Englich: Úvod do praktické fyziky I, matfyzpress, Praha 2006

Tabulka 1: naměřené a vypočtené hodnoty

	P [W]	**U [V]**	**I [mA]**	**cosφ**	**Δcosφ**	φ [rad]
R	3,70	60,6	60	1,02	0,03	0,00
L	0,85	61,5	34	0,41	0,02	1,15
C	0,40	61,9	61	0,106	0,005	1,46
R+L sér	1,23	61,3	27	0,74	0,04	0,74
R+L par	4,48	60,3	80	0,93	0,02	0,38
C [μF]	**R+C sér**					
1	0,34	61,7	19	0,30	0,03	1,27
2	1,08	61,5	33	0,53	0,03	1,01
5	2,68	61,0	52	0,84	0,02	0,57
10	3,35	60,9	59	0,94	0,02	0,35
C [μF]	**R+C par**					
1	3,68	60,7	64	0,95	0,02	0,33
2	3,70	60,8	73	0,83	0,02	0,59
5	3,80	60,9	108	0,58	0,08	0,95
10	4,10	61,0	188	0,36	0,03	1,21
C [μF]	**RLC**					
1	1,10	61,3	26	0,69	0,04	0,81
1,25	1,68	61,1	32	0,87	0,04	0,52
1,5	1,98	61,2	34	0,95	0,04	0,32
1,75	2,10	61,2	35	0,98	0,04	0,20
2	2,10	61,2	35	0,98	0,04	0,20
2,25	2,06	61,2	35	0,98	0,04	0,22
2,5	2,00	61,1	34	0,96	0,04	0,27
2,75	1,95	61,2	34	0,95	0,04	0,31
3	1,90	61,3	33	0,94	0,04	0,35
4	1,75	61,1	32	0,90	0,04	0,46
6	1,55	61,2	30	0,84	0,04	0,57
8	1,48	61,2	30	0,82	0,04	0,61
10	1,43	61,3	29	0,80	0,04	0,64

Tabulka 2: sériové a paralelní náhradní zapojení kondenzátoru

	sériové		**paralelní**	
C [μF]	R [Ω]	ΔR	R [Ω]	ΔR
1	986	120	1003	30
2	987	70	999	30
5	989	40	976	140
10	979	40	908	70