

Fyzikální sekce přírodovědecké fakulty  
Masarykovy univerzity v Brně

# FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

F4220 - Výběrové fyzikální praktikum

**Zpracoval:** Petr Šafařík

**Naměřeno:**

**Obor:** ASTRO    **Ročník:** II    **Semestr:** III

**Testováno:**

---

Úloha č. :

$$T = 20,0^{\circ}\text{C}$$

$$p =$$

$$998 \text{ hPa}$$

$$\varphi = 25,5 \%$$

# F4220 - Výběrové fyzikální praktikum

## Výkon a fázový posun střídavého proudu

Petr Šafařík

Měřeno: 18. května 2007  
Kompilováno: 12. června 2007

### Obsah

<b>1</b>	<b>Zadání</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Teoretické minimum</b>	<b>3</b>
2.1	Úpravy . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Měření a výsledky</b>	<b>4</b>
3.1	Odpor . . . . .	4
3.2	Cívka . . . . .	4
3.3	Kondenzátor . . . . .	8
3.4	Zapojení RLC v sérii . . . . .	8
<b>4</b>	<b>Dodatky</b>	<b>8</b>

## 1 Zadání

- Stanovte výkon wattmetrem, proud a napětí pro odpor, kapacitu a indukčnost a jejich vzájemnou kombinaci.
- Vypočítejte fázový posuv z měření.

## 2 Teoretické minimum

Zde uvádím jen tzv. teoretické minimum — základní vztahy pro pochopení výpočtů. Pro plné pochopení matematiky s problémem související odkazují na scripta [1].

Průměrný výkon střídavého proudu za jednu periodu  $T$  je

$$P = \frac{W}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T dW$$
$$P = \frac{1}{2} I_0 U_0 \cos \varphi = U_{\text{ef}} I_{\text{ef}} \cos \varphi$$

kde  $U_{\text{ef}}$  a  $I_{\text{ef}}$  jsou efektivní hodnoty dána vztahem:

$$i_{\text{ef}} = \frac{i_0}{\sqrt{2}}$$

Účinník je závislý na zapojení. Z našeho zapojení je možné účinník spočítat jako

$$\cos \varphi = \frac{P}{U_{\text{ef}} I_{\text{ef}}}$$

### 2.1 Úpravy

**Výkon** Je-li odpor čistě ohmický, pak pro naše schéma zapojení musíme použít upravený vztah pro výkon:

$$P = \frac{P'}{1 + \frac{R_A^W}{R}}$$

kde  $P$  je skutečný výkon,  $P'$  je změřený výkon.

**Účinník** Je třeba (z podmínek vyplývajících v [1]) upravit efektivní hodnoty pro vztah účinníku ( $\cos \varphi = \frac{P}{U_{\text{ef}} I_{\text{ef}}}$ ) a to následovně:

$$I_{\text{ef}} = \left(1 + \frac{R}{R_V}\right) \cdot I'$$
$$U_{\text{ef}} = U' + I_{\text{ef}} \cdot R_A = U' + \left(1 + \frac{R}{R_V}\right) \cdot I' R_A$$

### 3 Měření a výsledky

#### 3.1 Odpor

- Zapojení 1 je zapojení podle scrip [1] s vnitřním odporem voltmetru  $R_V = 10M\Omega$ . Hodnoty jsou uvedeny v tabulce (1).

$$\cos \varphi = 1,09 \pm 0,02$$

- Zapojení 1 je zapojení podle scrip [1] s vnitřním odporem voltmetru  $R_V = 1k\Omega$ . Hodnoty jsou uvedeny v tabulce (2).

$$\cos \varphi = 1,07 \pm 0,02$$

- Zapojení 2 se od zapojení podle scrip [1] liší umístěním voltmetru s vnitřním odporem voltmetru  $R_V = 10M\Omega$ . Hodnoty jsou uvedeny v tabulce (3).

$$\cos \varphi = 1,01 \pm 0,01$$

- Zapojení 2 se od zapojení podle scrip [1] liší umístěním voltmetru s vnitřním odporem voltmetru  $R_V = 1k\Omega$ . Hodnoty jsou uvedeny v tabulce (4).

$$\cos \varphi = 0,92 \pm 0,02$$

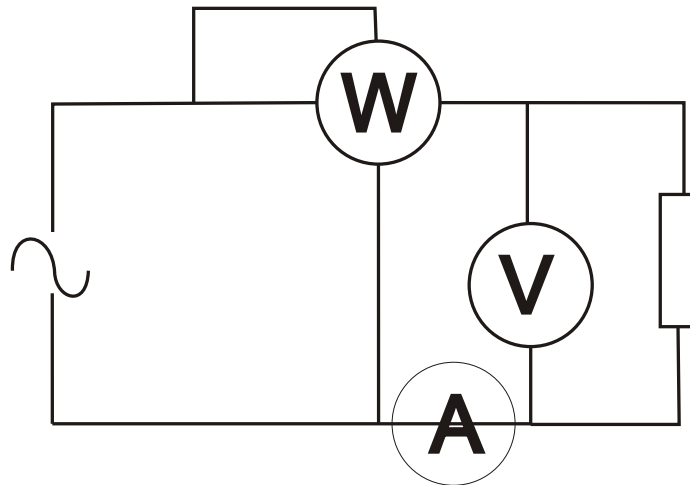
#### 3.2 Cívka

Cívka byla zapojena podle script [1]. Výsledná hodnota velikosti účinníku byla stanovena na

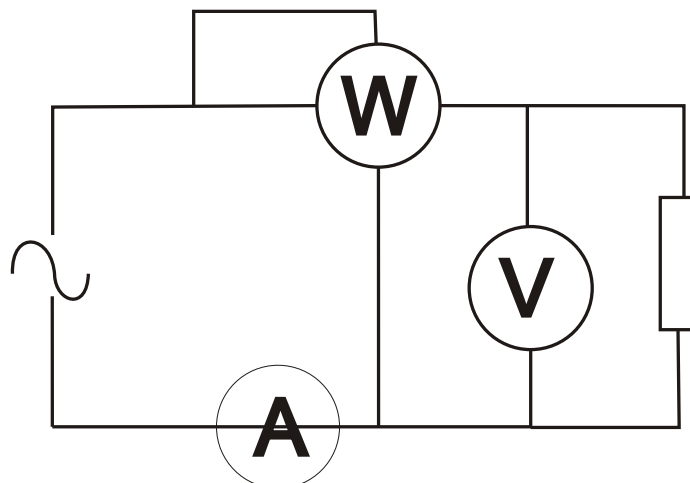
$$\cos \varphi = 0,49 \pm 0,02$$

Tabulka s naměřenými a spočtenými hodnotami má číslo (5)

Obrázek 1: Schéma v textu označené jako Zapojení 1



Obrázek 2: Schéma v textu označené jako Zapojení 2



Tabulka 1: Hodnoty odporu — Zapojení 1

$I$ (mA)	$P$ Watt	$U$ (V)	$P_{\text{real}}$ W	$I_{\text{ef}}$ (mA)	$U_{\text{ef}}$ (V)	$\cos \varphi$ - účinník
160	2,5	15	2,4924	160,00168	15,0512	1,03496
170	3	16,2	2,99088	170,00178	16,2544	1,08237
180	3,375	17,2	3,36475	180,00189	17,2576	1,08317
190	3,75	18,2	3,73861	190,00199	18,2608	1,07754
200	4,25	19,3	4,23709	200,0021	19,364	1,09405
210	4,75	20,5	4,73557	210,0022	20,5672	1,09641
220	5,125	21,2	5,10943	220,00231	21,2704	1,09187
230	5,625	22,3	5,60791	230,00241	22,3736	1,08976
240	6,125	23,3	6,10639	240,00252	23,3768	1,08839
250	6,625	24,3	6,60487	250,00262	24,38	1,08364
260	7,125	25,4	7,10335	260,00273	25,4832	1,07209
270	7,75	26,4	7,72645	270,00284	26,4864	1,08041
280	8,25	27,5	8,22493	280,00294	27,5896	1,06469
290	8,875	28,4	8,84803	290,00304	28,4928	1,0708
300	9,5	29,4	9,47114	300,00315	29,496	1,07032

Tabulka 2: Hodnoty odporu — Zapojení 1

$I$ (mA)	$P$ Watt	$U$ (V)	$P_{\text{real}}$ W	$I_{\text{ef}}$ (mA)	$U_{\text{ef}}$ (V)	$\cos \varphi$ - účinník
200	3,875	18	3,86323	202,1	18,06467	1,05817
220	4,75	19,8	4,73557	222,31	19,87114	1,07199
240	5,75	21,5	5,73253	242,52	21,57761	1,09546
260	6,625	23,5	6,60487	262,73	23,58407	1,06595
280	7,75	25,5	7,72645	282,94	25,59054	1,0671
300	8,75	27	8,72341	303,15	27,09701	1,06196
180	3,125	16	3,11551	181,89	16,0582	1,06665
160	2,375	14	2,36778	161,68	14,05174	1,04221

Tabulka 3: Hodnoty odporu — Zapojení 2

$I$ (mA)	$P$ Watt	$U$ (V)	$P_{\text{real}}$ W	$I_{\text{ef}}$ (mA)	$U_{\text{ef}}$ (V)	$\cos \varphi$ - účinník
150	2,125	14,1	2,11854	150,00157	14,148	0,99827
160	2,375	14,9	2,36778	160,00168	14,9512	0,98979
170	2,75	15,7	2,74164	170,00178	15,7544	1,02366
180	3,125	16,8	3,11551	180,00189	16,8576	1,02673
190	3,5	17,8	3,48937	190,00199	17,8608	1,02822
200	3,875	18,9	3,86323	200,0021	18,964	1,01856
210	4,25	19,9	4,23709	210,0022	19,9672	1,01048
220	4,625	20,9	4,61095	220,00231	20,9704	0,99944
230	5,125	21,9	5,10943	230,00241	21,9736	1,01097
240	5,5	22,8	5,48329	240,00252	22,8768	0,99869
250	6	23,9	5,98177	250,00262	23,98	0,99778
260	6,625	24,8	6,60487	260,00273	24,8832	1,02089
270	7	25,9	6,97873	270,00284	25,9864	0,99463
280	7,5	26,8	7,47721	280,00294	26,8896	0,9931
290	8,125	27,9	8,10031	290,00304	27,9928	0,99782
300	8,75	28,8	8,72341	300,00315	28,896	1,00629

Tabulka 4: Hodnoty odporu — Zapojení 2

$I$ (mA)	$P$ Watt	$U$ (V)	$P_{\text{real}}$ W	$I_{\text{ef}}$ (mA)	$U_{\text{ef}}$ (V)	$\cos \varphi$ - účinník
160	2,25	14	2,24316	161,68	14,05174	0,98736
180	2,875	15,5	2,86626	181,89	15,5582	1,01286
200	3,5	17,5	3,48937	202,1	17,56467	0,98297
220	4,25	19,5	4,23709	222,31	19,57114	0,97385
240	5,125	22	5,10943	242,52	22,07761	0,95427
260	6	23,5	5,98177	262,73	23,58407	0,96539
280	6,875	25	6,85411	282,94	25,09054	0,96549
300	8,125	27	8,10031	303,15	27,09701	0,9861

### 3.3 Kondenzátor

Kondenzátor byl zapojen podle script [1]. Výsledná hodnota velikosti účinníku byla stanovena na

$$\cos \varphi = 0,076 \pm 0,007$$

Tabulka s naměřenými a spočtenými hodnotami má číslo (6)

### 3.4 Zapojení RLC v sérii

Tentokrát zátěží byly v sérii zapojeny všechny prvky RLC (odpor, cívka a kondenzátor) na místě zátěže dle script [1]. Fázový posuv na tomto celém prvku je

$$\cos \varphi = 0,95 \pm 0,03$$

Tabulka s naměřenými a spočtenými hodnotami má číslo (7)

## 4 Dodatky

### Reference

- [1] Kolektiv autorů: Výběrové fyzikální praktikum — návody k úlohám; Ústav fyziky kondenzovaných látek, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Brno, 2004
- [2] GNU Octave, version 2.1.72 (i486-pc-linux-gnu)
- [3] <http://physics.muni.cz/~petos>
- [4] <http://physics.muni.cz/~petos/F4220>



Tabulka 5: Hodnoty pro cívku

$I_{ef}$ (mA)	$P$ (Watt)	$U_{ef}$ (V)	$\cos \varphi$ - účinník	$\varphi$ [°]
150	0,375	4,8	0,52083	58,61356
160	0,4375	5,2	0,52584	58,27682
170	0,5	5,6	0,52521	58,31933
180	0,5375	6	0,49769	60,1548
190	0,625	6,5	0,50607	59,59916
200	0,6625	6,8	0,48713	60,84952
210	0,75	7,2	0,49603	60,26397
220	0,8125	7,6	0,48594	60,92739
230	0,9	7,9	0,49532	60,3108
240	0,9375	8,4	0,46503	62,28969
250	1	8,7	0,45977	62,62957
260	1,125	9,1	0,47549	61,61082
270	1,1875	9,5	0,46296	62,42337
280	1,325	9,9	0,47799	61,44733
290	1,375	10,3	0,46033	62,59357

Tabulka 6: Hodnoty pro kondenzátor

$I_{ef}$ (mA)	$P$ (Watt)	$U_{ef}$ (V)	$\cos \varphi$ - účinník	$\varphi$ [°]
150	0,15	13,7	0,07299	85,81663
160	0,1875	14,8	0,07918	85,46104
170	0,2725	15,8	0,10145	84,17969
180	0,2375	16,8	0,07854	85,49797
190	0,25	17,7	0,07434	85,73932
200	0,275	18,7	0,07353	85,7858
210	0,3125	19,7	0,07554	85,6704
220	0,35	20,7	0,07686	85,59468
230	0,375	21,7	0,07514	85,69353
240	0,3875	22,8	0,07082	85,94173
250	0,4125	23,8	0,06933	86,02716
260	0,475	24,6	0,07427	85,74353
270	0,5	25,6	0,07234	85,85425
280	0,525	26,5	0,07075	85,9452
290	0,5625	27,5	0,07053	85,95794
300	0,625	28,5	0,0731	85,8105

Tabulka 7: Hodnoty pro RLC v sérii

$I_{\text{ef}}$ (mA)	$P$ (Watt)	$U_{\text{ef}}$ (V)	$\cos \varphi$ - účinník
150	2,625	18,1	0,96685
160	3	19,4	0,96649
170	3,375	20,7	0,95908
180	3,75	22	0,94697
190	4,25	23,4	0,95592
200	4,625	24,6	0,94004
210	5,25	25,9	0,96525
220	5,75	27,3	0,95738
230	6,25	28,4	0,95683
240	6,75	29,8	0,94379
250	7,375	31,1	0,94855
260	7,875	32,3	0,93772
270	8,625	33,5	0,95357
280	9,25	34,9	0,94658
290	8,875	36,2	0,8454
300	10,5	37,4	0,93583