

Группа  
АУПЗ-09

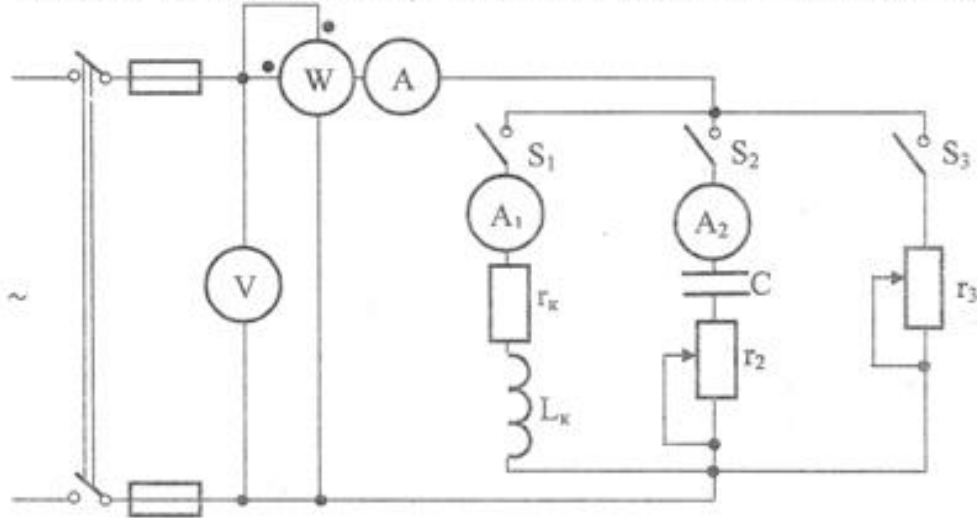
Ф.И.О.  
Ерёменко А.В.

Отчет

о лабораторной работе N 4 "Исследование разветвленных цепей синусоидального тока и резонанса токов"

Цель работы: определение параметров цепи и выяснение основных соотношений и свойств цепей при параллельном соединении активных и реактивных элементов. Исследование условий возникновения резонанса токов.

Для исследования цепи при параллельном соединении приемников собираю схему



Параллельное включение потребителей энергии

Пользуясь рубильниками S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> и S<sub>3</sub> включаю в цепь сначала только катушку индуктивности и, выдвигая ее сердечник, устанавливаю ток в ней порядка 1 - 2 А. Затем включаю только ветвь с конденсаторной батареей, и наконец, только реостат. В каждом случае измеряю напряжение U, ток I, потребляемую мощность P и вычисляю: полную S и реактивную Q мощности, коэффициент мощности cosφ, активный I<sub>a</sub> и реактивный I<sub>p</sub> токи, активную g, реактивную b и полную y проводимости. Расчеты выполнены по формулам:

$$\begin{aligned}
 S &= UI \\
 \text{так } P &= UI \cos \varphi, \text{ но } \cos \varphi = \frac{P}{UI} = \frac{P}{S} \\
 Q &= UI \sin \varphi, \text{ так } \cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi = 1, \text{ но } Q = UI \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} = S \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} \\
 I_a &= I \cos \varphi \\
 I_p &= I \sin \varphi = I \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}
 \end{aligned}
 \quad \left| \begin{aligned}
 g &= \frac{I_a}{U} \\
 b &= \frac{I_p}{U} \\
 y &= \frac{I}{U}
 \end{aligned} \right.$$

Результаты измерений и вычислений занесу в табл.1.

Включаю попарно: а) реостат и катушку (при тех же значениях токов в них, что и ранее); б) реостат и ветвь с конденсаторной батареей. Произвожу подобные предыдущим измерения и вычисления и также занесу их в табл.1.

По данным табл.1 строю векторные диаграммы цепи для случаев параллельного соединения: а) реостата и катушки; б) реостата и ветви с конденсаторной батареей. Векторные диаграммы прилагаются.

Таблица 1

N шт	Включено	Измерено			Вычислено							
		U, В	I, А	P, Вт	S, ВА	Q, вар	cosφ	I <sub>a</sub> , А	I <sub>p</sub> , А	g, См	b, См	y, См
1	Катушка	75	1,5	15	112,5	111,55	0,13	0,195	1,49	0,0026	0,0199	0,02
2	Ветвь конденсатором	75	1	7,5	75	74,62	0,1	0,1	0,99	0,0013	0,0132	0,0133
3	Реостат	73	1,5	105	109,5	30,66	0,96	1,44	0,42	0,00197	0,0058	0,021
4	Реостат катушка	72	0,25	117,5	162	110,72	0,73	1,64	1,54	0,0228	0,021	0,035
5	Реостат и ветвь конденсатором	75	1,75	117,5	131,25	53,21	0,9	1,58	0,76	0,02107	0,0101	0,0235

данные были  
cosφ=1 →

Произвожу исследование резонанса токов, для чего включаю параллельно катушку и ветвь с конденсаторной батареей и, выдвигая сердечник из катушки от его полностью вдвинутого положения, нахожу его положение, при котором в цепи имеет место резонанс токов. В этом режиме измеряю и заносю в табл.2 указанные в ней величины. Произвожу еще 2 эксперимента: один до резонанса ( $b_L > b_C$ ) и один после резонанса ( $b_L < b_C$ ). Результаты измерений в этих опытах также заносю в табл.2. Для всех случаев измерений вычисляю все величины, указанные в табл.2. Расчеты выполнены по формулам:

$$P_1 = P - P_2$$

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{UI}$$

$$I_{a1} = I_1 \cos\varphi$$

$$I_{p1} = I_1 \sqrt{1 - \cos^2\varphi}$$

$$I_{a2} = I_2 \cos\varphi$$

$$I_{p2} = I_2 \sqrt{1 - \cos^2\varphi}$$

$$g_1 = \frac{I_{a1}}{U}$$

$$g_2 = \frac{I_{a2}}{U}$$

$$b_L = \frac{I_{p1}}{U}$$

$$b_C = \frac{I_{p2}}{U}$$

Таблица 2

N шт	Измерено						Вычислено									
	U, В	I, А	I <sub>1</sub> , А	I <sub>2</sub> , А	P, Вт	P <sub>2</sub> , Вт	P <sub>1</sub> , Вт	I <sub>a1</sub> , А	I <sub>p1</sub> , А	I <sub>a2</sub> , А	I <sub>p2</sub> , А	g <sub>1</sub> , См	g <sub>2</sub> , См	b <sub>L</sub> , См	b <sub>C</sub> , См	cosφ
1	75	0,2	0,9	1	15	7,6	7,5	0,9	0	1	0	0,012	0,0133	0	0	1
2	75	0,5	0,47	1	10,71	7,5	3,21	0,14	0,44	0,29	0,96	0,0019	0,0039	0,0059	0,0128	0,29
3	75	0,5	1,4	1	21,42	7,5	13,92	0,8	1,15	0,57	0,82	0,0107	0,0076	0,0153	0,0109	0,57

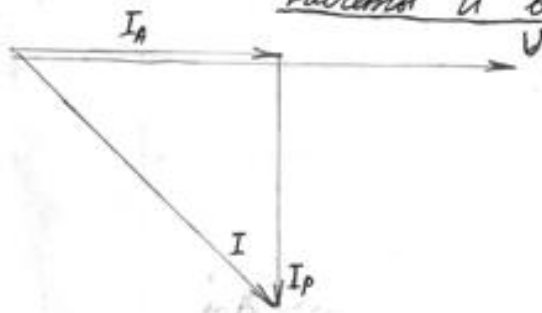
Резонанс  
До  
После

По данным табл.2 строю векторные диаграммы и треугольники проводимостей для трех случаев: а)  $b_L > b_C$ ; б)  $b_L = b_C$ ; в)  $b_L < b_C$ . Диаграммы прилагаются.

Определяю емкость конденсаторной батареи, которую нужно включить параллельно катушке (п.1 табл.1) для повышения cosφ до 0,9 ( $\varphi > 0$ ). Расчет прилагается.

Выводы: В результате проведения лабораторной работы определил параметры цепи и выяснил основные соотношения и свойства цепи при параллельном соединении активных и реактивных элементов. Исследовал условия резонанса токов.

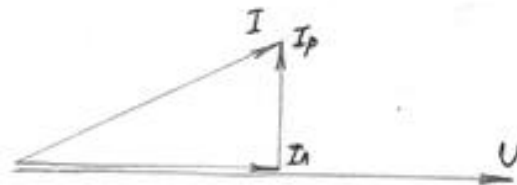
## Расчеты и векторные диаграммы



$0,4 \text{ A} = 1 \text{ см}$   
 $10 \text{ В} = 1 \text{ см}$

Параллельное соединение  
 резистора и катушки

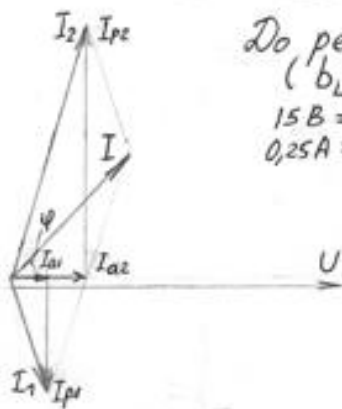
Параллельное включение  
 компретителей энергии



$10 \text{ В} = 1 \text{ см}$   
 $0,4 \text{ A} = 1 \text{ см}$

Параллельное соединение  
 резистора и конденсатора

## Резонанс токов



До резонанса  
 $(b_L < b_C)$   
 $15 \text{ В} = 1 \text{ см}$   
 $0,25 \text{ A} = 1 \text{ см}$

Резонанс  
 $(b_L = b_C)$

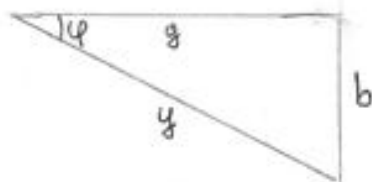


$\varphi$

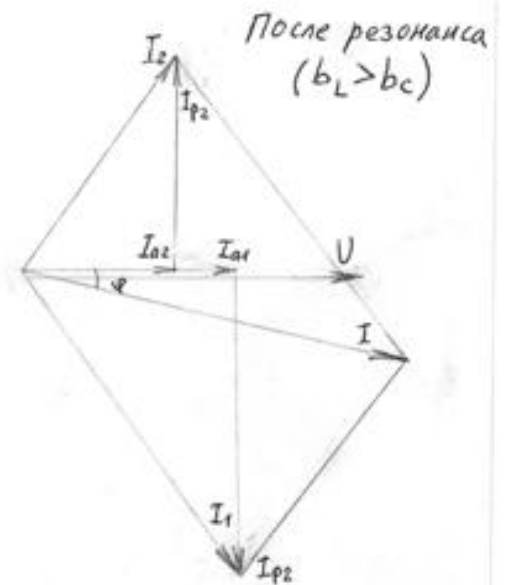
---

$\varphi = 0^\circ$        $\varphi$

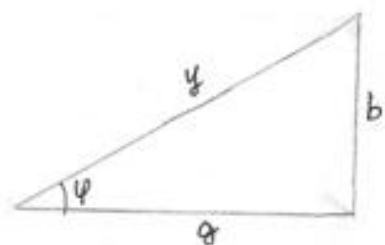
$b_L = b_C$   
 (без масштаба)



$b_L < b_C$   
 (без масштаба)



После резонанса  
 $(b_L > b_C)$



$b_L > b_C$   
 (без масштаба)

Определение емкости конденсаторной батареи для повышения  $\cos\varphi$  до 0,9.

Исходные данные:

$$P = 15 \text{ Вт}$$

$$U = 75 \text{ В}$$

$$\cos\varphi_1 = 0,13 \quad (\varphi_1 = 85,53^\circ)$$

$$\cos\varphi_2 = 0,9 \quad (\varphi_2 = 25,84^\circ)$$

Решение:

Чтобы увеличить коэффициент мощности от  $\cos\varphi_1$  до  $\cos\varphi_2$ , ток конденсатора должен иметь величину:

$$I_c = I_d \sin\varphi_1 - I \sin\varphi_2,$$

где  $I_d$  - ток в подводящих проводах к приемнику.

Т.к.  $I_d = \frac{P}{U \cos\varphi_1}$  и  $I = \frac{P}{U \cos\varphi_2}$ , то

$$I_c = \frac{P}{U} \left( \frac{\sin\varphi_1}{\cos\varphi_1} - \frac{\sin\varphi_2}{\cos\varphi_2} \right) = \frac{P}{U} (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2) = \frac{15}{75} (\operatorname{tg} 85,53^\circ - \operatorname{tg} 25,84^\circ) = 2,46 \text{ А}$$

Емкость конденсатора:

$$C = \frac{I_c}{\omega U} = \frac{I_c}{2\pi f U} = \frac{2,46}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 75} = 0,0001045 \text{ Ф} = \underline{\underline{104,5 \text{ мкФ}}}$$

Мощность конденсатора:

$$Q_c = U I_c = 75 \cdot 2,46 = 184,5 \text{ ВАр}$$