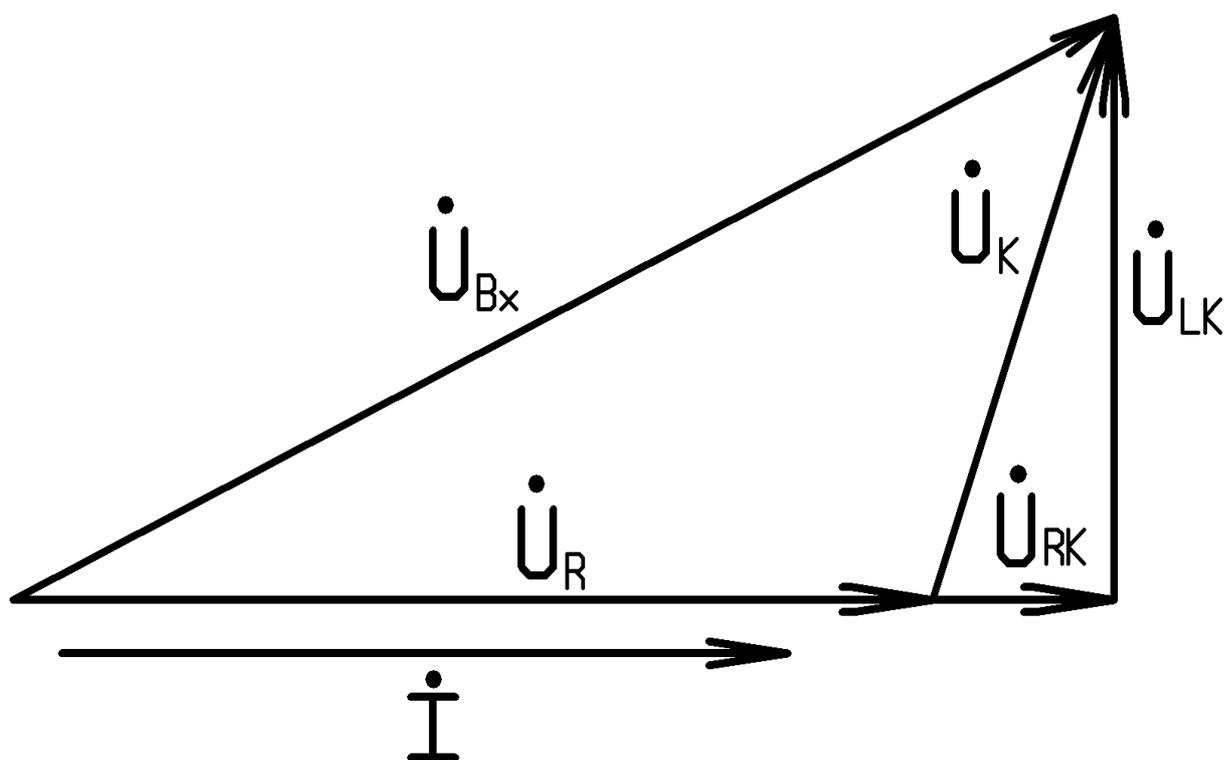
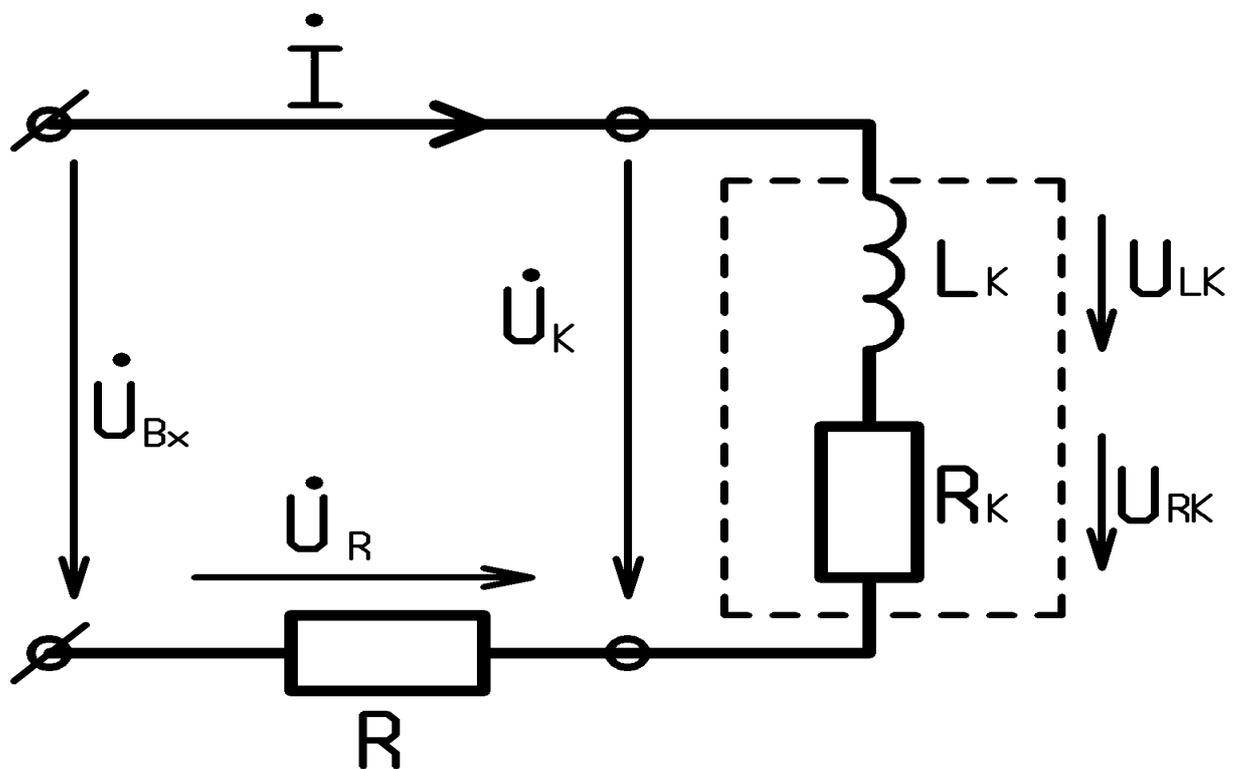


Лабораторная работа #2
Синусоидальный режим в цепях RL, RC, RLC.

Часть I. Цепь RL.



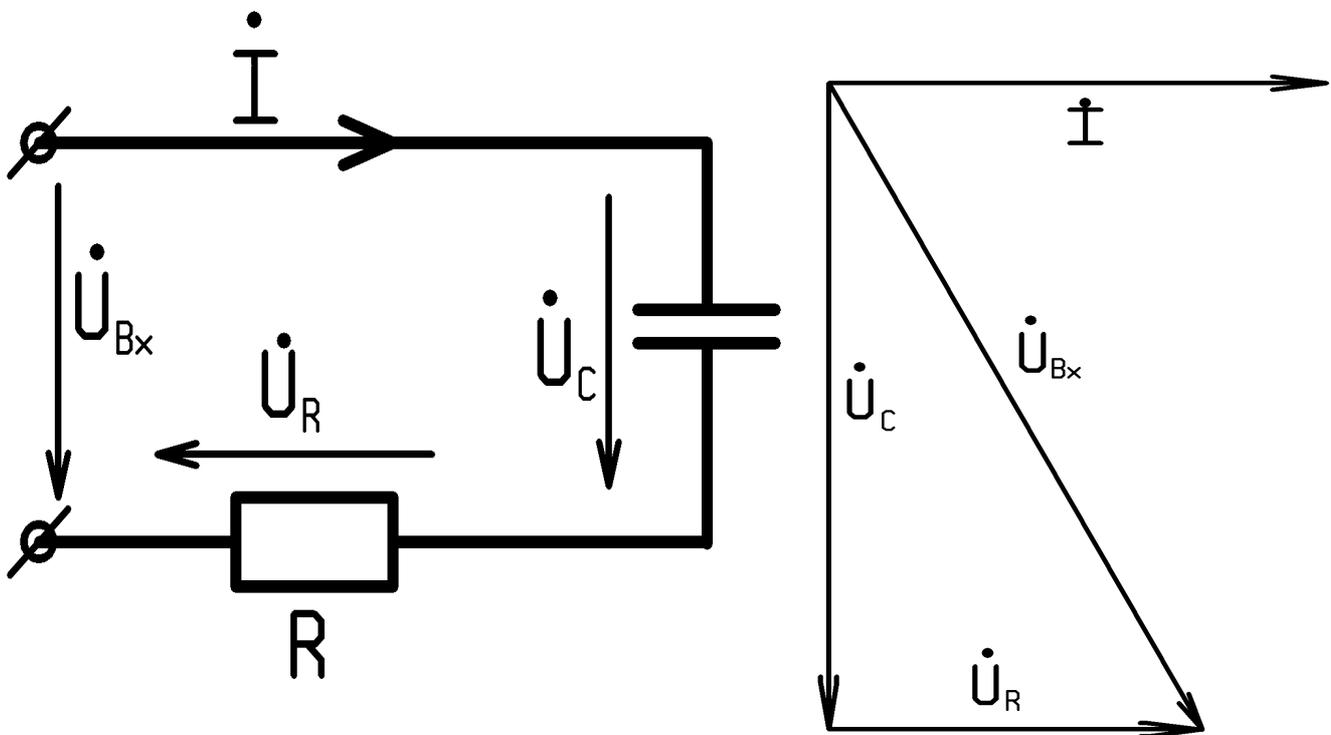
Опыт. Измерить действующие значения напряжений на входе $U_{вх}$, на резисторе U_R , на катушке U_K для двух различных по частоте режимов (например $f_1 = 2.5$ кГц $f_2 = 10$ кГц)

Расчет. Для каждого режима :

- построить в масштабе векторную диаграмму напряжений U_R , U_K , $U_{вх}$;
- определить параметры последовательной схемы замещения катушки L_K и R_K . Учесть при этом, что величина сопротивления резистивного элемента R известна (приведена на передней панели стенда).
- вычислить активные мощности P , P_R , P_K , где
 P – мощность, потребляемая двухполюсником от генератора;
 P_R – мощность, выделяемая в резисторе
 P_K – активная мощность, потребляемая катушкой индуктивности.

Сравните их и дайте физическое объяснение.

Часть II. Цепь RC.



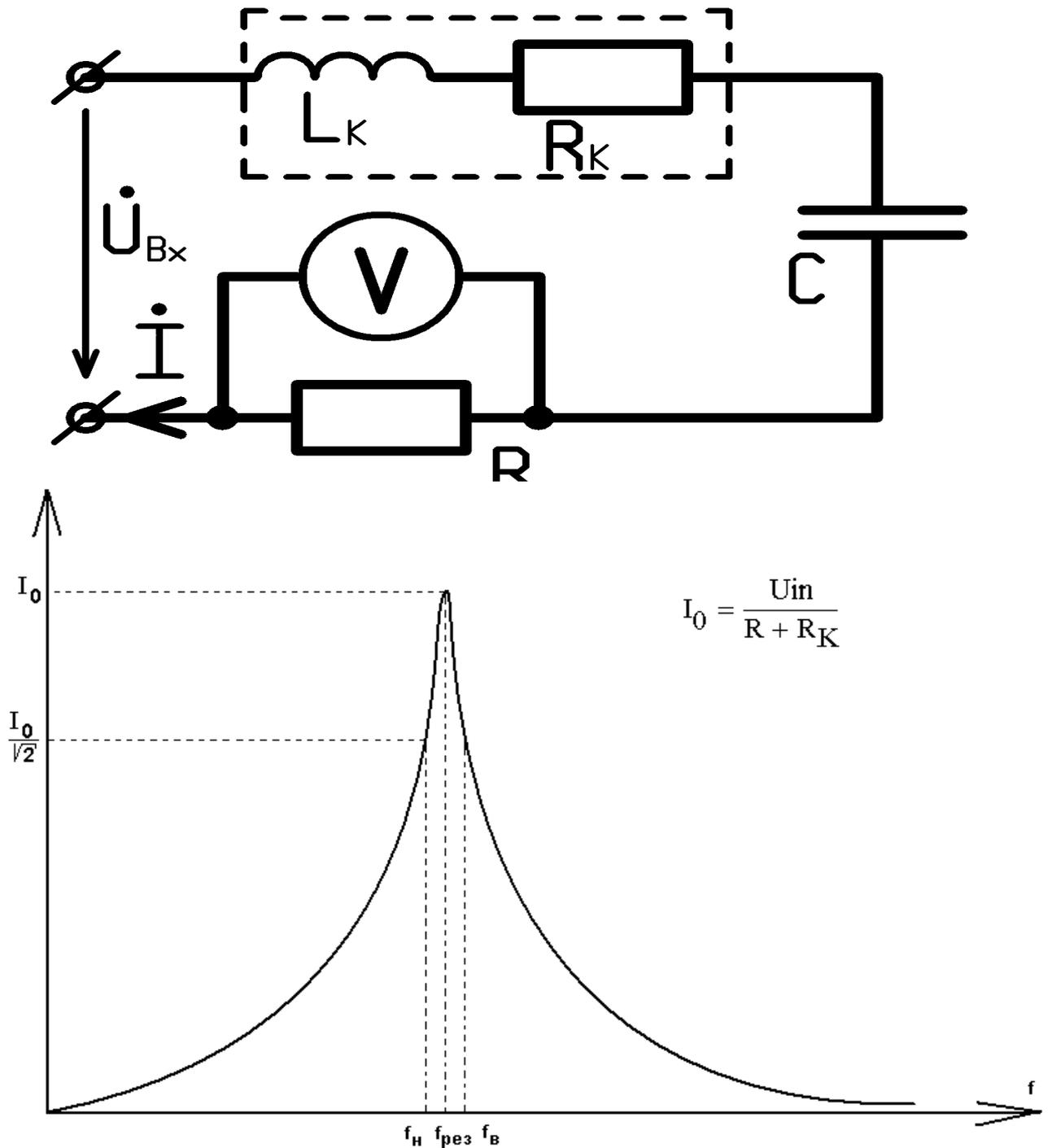
Опыт: Измерить действующие значения напряжений U_C , U_R , $U_{вх}$. для двух режимов, существенно различных по частоте ($f_1 = 2.5$ кГц $f_2 = 10$ кГц).

Расчет. Для каждого режима:

- построить в масштабе векторную диаграмму напряжений;
 - определить величину емкости C
- Сравнить результаты расчета.

в) вычислить активные мощности, потребляемую двухполюсником P , выделяемую в резистивном элементе P_R . Сравните их.

Часть III. Частотно-избирательные свойства последовательной цепи RLC

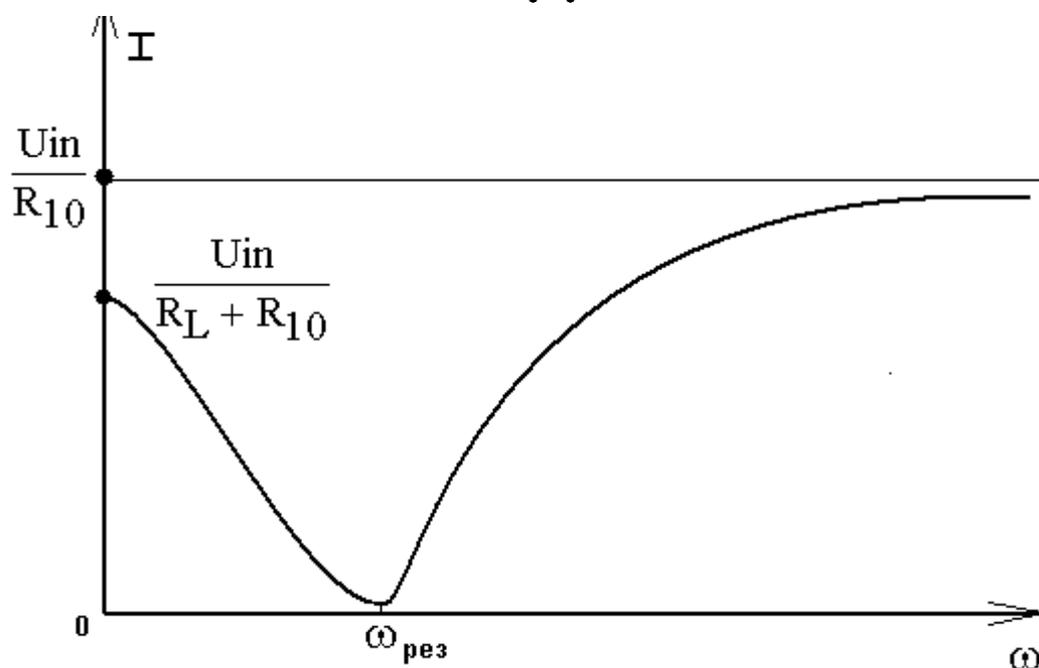
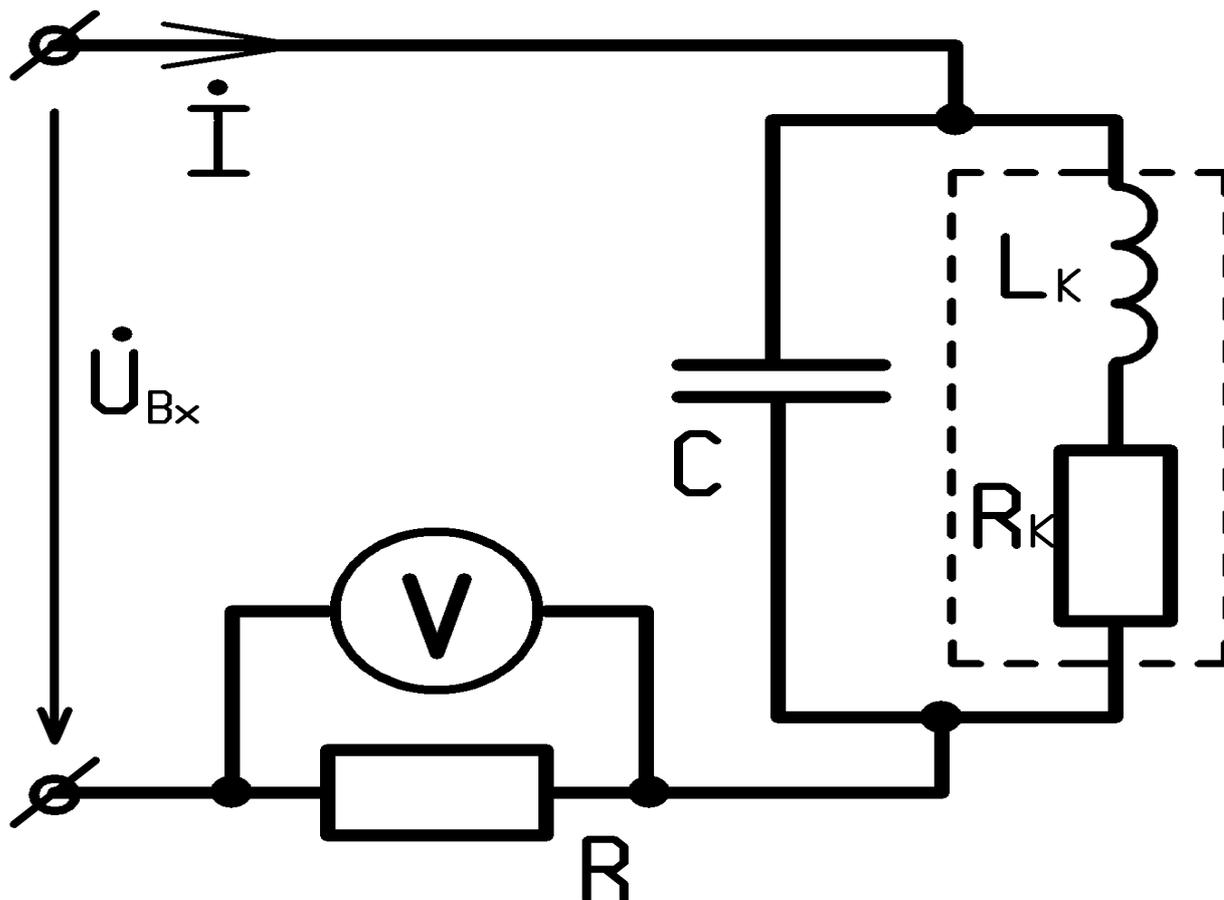


Опыт: Поддерживая величину входного напряжения неизменной ($U_{Вх} = 1$ В), изменяя частоту f в пределах 0.1 кГц - 50 кГц, получить график зависимости тока в контуре I от частоты f . Численное значение тока находится по напряжению на известном сопротивлении R .

Расчет: По графику $I(f)$ определить резонансную частоту $f_{рез}$, полосу пропускания $\Delta f = f_B - f_H$, а также добротность контура Q . Сравнить их с величинами, рассчитанными по формулам

$$f_{рез} = \frac{1}{2\pi} * \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad Q = \frac{\sqrt{\frac{L}{C}}}{R + R_K} \quad \Delta f = \frac{f_{рез}}{Q}$$

Часть IV. Частотно-избирательные свойства параллельного контура.

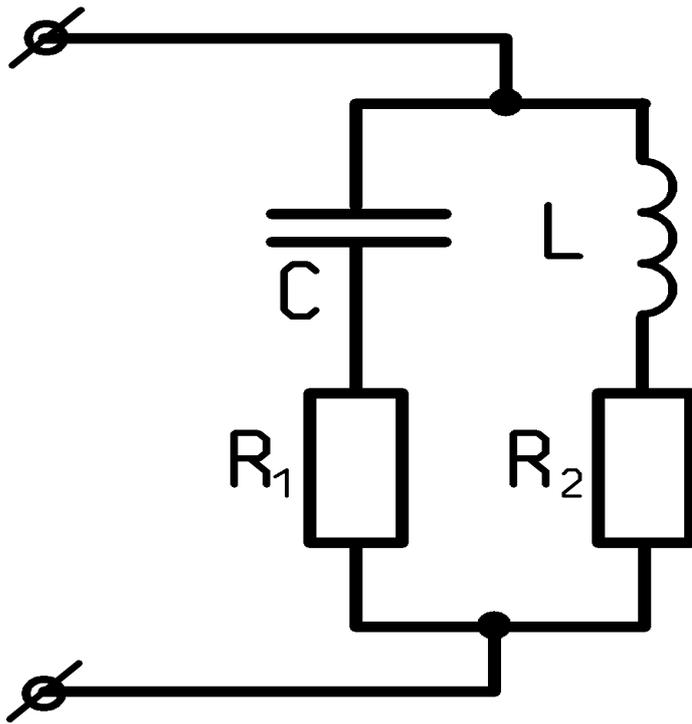


Опыт: Поддерживая амплитуду входного напряжения неизменной $U_{вх} = 1В$, изменяя его частоту в широких пределах ($f = 0.1 кГц — 50 кГц$), получить зависимость тока на входе контура I от частоты f . Построить график $I(f)$.

Расчет: По экспериментальной зависимости $I(f)$ определить резонансную частоту $f_{рез}$, а также $\omega_{рез} = 2\pi f_{рез}$.

Сравнить $\omega_{рез}$ с результатом, получаемым по общей формуле для резонансной частоты

параллельного колебательного контура:



$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \cdot \sqrt{\frac{\frac{L}{C} - R_1^2}{\frac{L}{C} - R_2^2}}$$

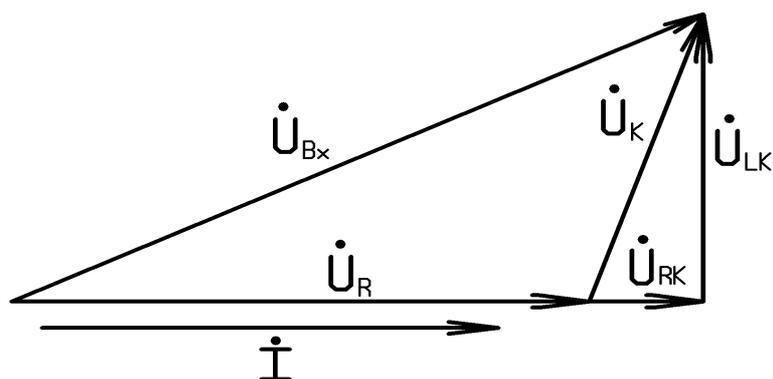
где $R_1=R_K$ $R_2=0$

- 2) Оценить величину модуля комплексного входного сопротивления исследуемого пассивного двухполюсника на низких частотах ($\omega \rightarrow 0$) и на высоких частотах ($\omega \rightarrow \infty$) по его схеме и параметрам элементов

Практическая часть

Часть I

№ опыта	F, Гц	U _{ВХ} , В	U _L , В	U _R , В	R, Ом
1	2000	1	0.75	0.6	100
2	4000	1	0.93	0.35	100



$$\cos(\alpha) = \frac{U_R + U_{RK}}{U_{BX}}$$

$$L = \frac{1 + \cos(\alpha)}{2\pi f}$$

$$R_L = \frac{U_L}{U_R} R_{10} - 1 - \cos(\alpha)$$

$$P_{\text{общ}} = \frac{U_{BX}^2}{2(R_{10} + R_L)} \quad I = \frac{U_R}{R_{10}}$$

$$P_R = \frac{U_R^2}{2R_{10}} \quad P_L = \frac{U_L^2}{2R_K}$$

Вычисления к части I.1

F, Гц	U _{ВХ} , В	U _L , В	U _R , В	U _{RL} , В	U _{LK} , В	α	Cos (α)
2000	1	0.75	0.6	0.065	0.745	48.3	0.666

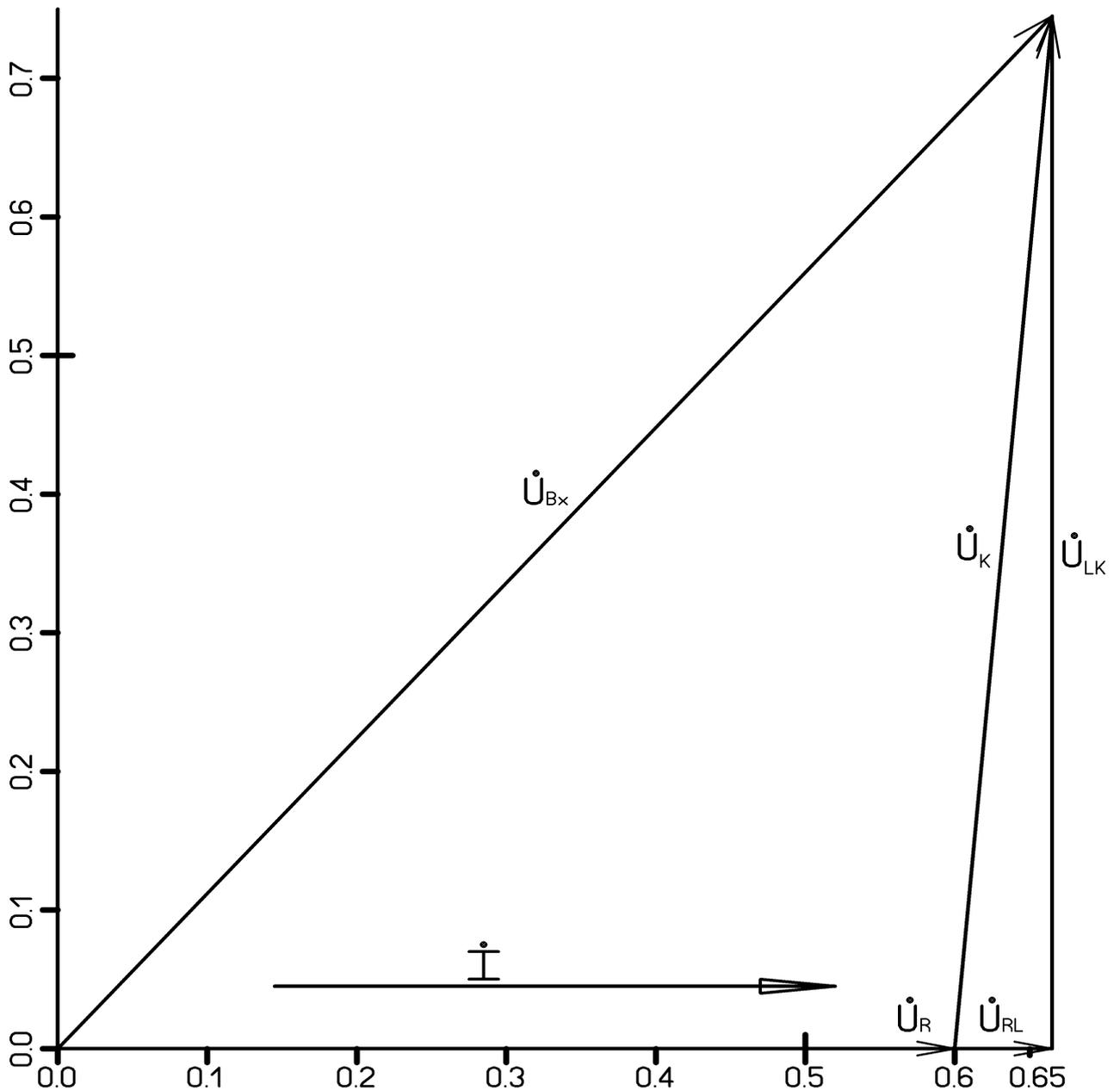
$$L = \frac{1 + 0.666}{2 \cdot 2000 \cdot \pi} = 1.3 \text{ мГн}$$

$$R_L = \frac{0.75}{0.6} 100 - 1 - 0.666 = 123.3 \text{ Ом}$$

$$P_{\text{ОБЩ}} = \frac{1^2}{2 \cdot (100 + 123.3)} = 0.003 \text{ Вт}$$

$$P_R = \frac{0.6^2}{2 \cdot 100} = 0.001 \text{ Вт}$$

$$P_L = \frac{0.75^2}{2 \cdot 123.91} = 0.002 \text{ Вт}$$



Вычисления к части I.2

F, Гц	U _{ВХ} , В	U _L , В	U _R , В	U _{RL} , В	U _{LK} , В	α	Cos (α)
4000	1	0.93	0.35	0.02	0.93	68.3	0.37

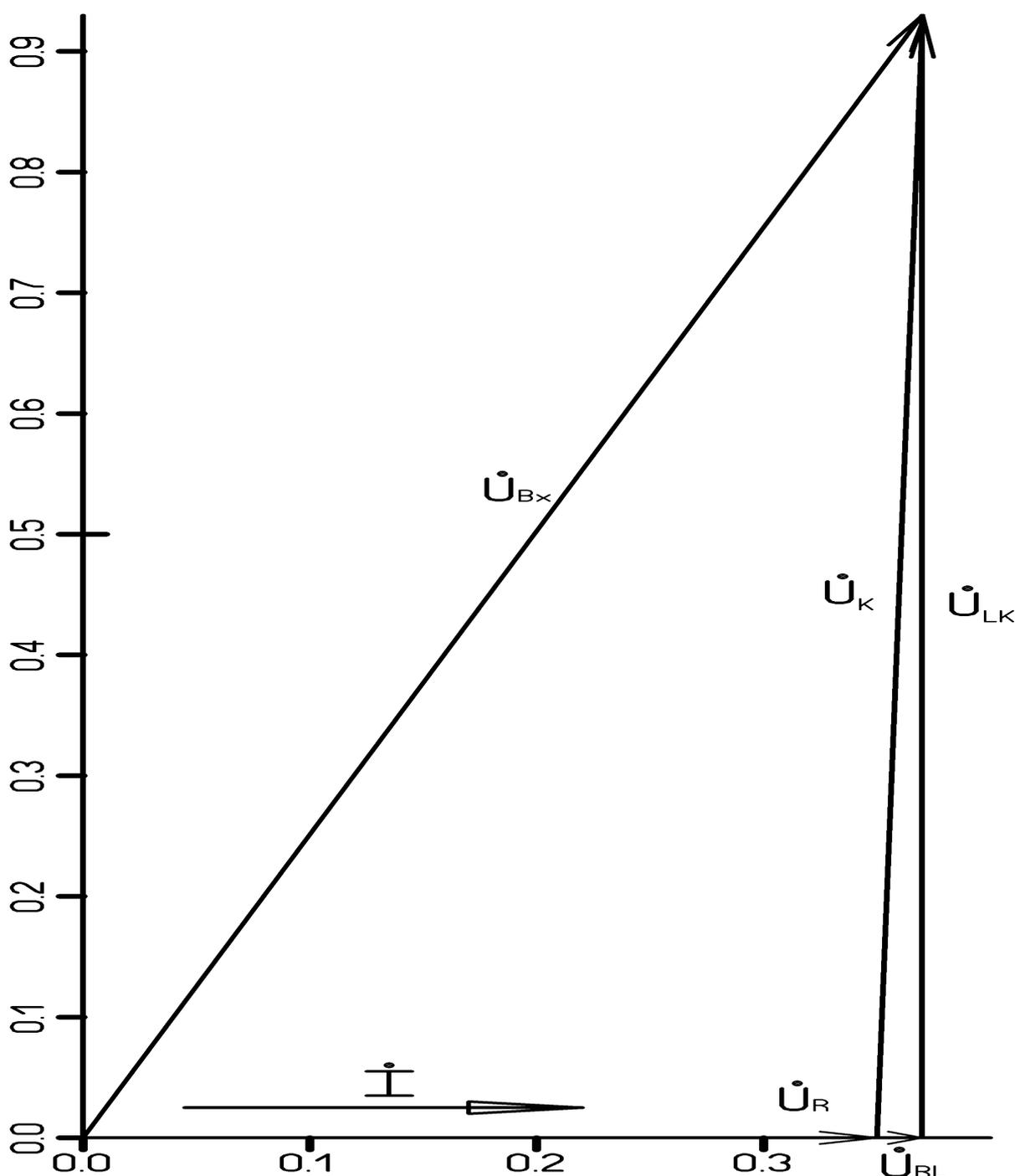
$$L = \frac{1 + 0.37}{2 \cdot \pi \cdot 4000} = 0.1 \text{ мГн}$$

$$P_R = \frac{0.35^2}{2 \cdot 100} = 0.0006 \text{ Вт}$$

$$R_L = \frac{0.93}{0.35} 100 - 1 - 0.37 = 264.7 \text{ Ом}$$

$$P_L = \frac{0.93^2}{2 \cdot 264.7} = 0.0016 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{общ}} = \frac{1^2}{2 \cdot (100 + 264.7)} = 0.0014 \text{ Вт}$$



Часть II.

№ опыта	f, кГц	U _{ВХ} , В	U _R , В	U _C , В	R, Ом	ω, Гц
1	7	1	0.32	0.92	100	43960
1	14	1	0.54	0.78	100	87920

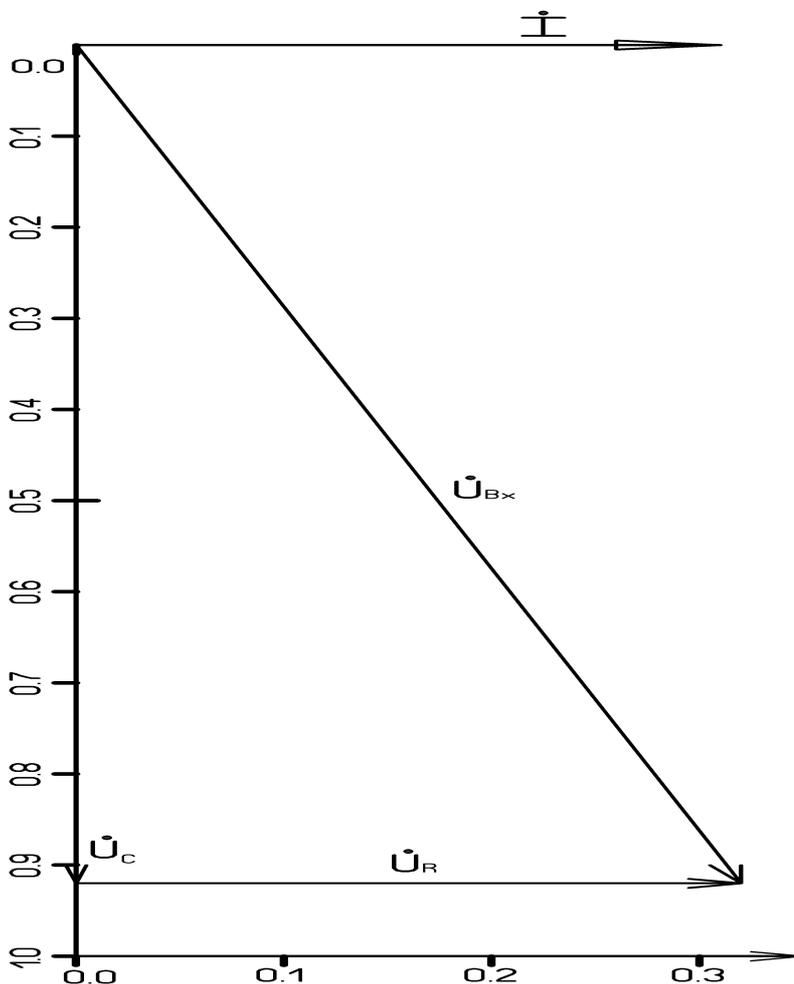
$$\frac{U_C}{I} = \frac{1}{\omega C} = X_C \quad I = \frac{U_{BX}}{R_{10}} \quad C = \frac{I}{\omega U_C}$$

$$P_{\text{ОБЩ}} = \frac{U_{BX}^2}{R_{10}} \quad P_R = \frac{U_R^2}{R_{10}}$$

Вычисления к части II.1

$$I = \frac{1}{100} = 0.01 \text{ A} \quad C = \frac{0.01}{43960 \cdot 0.92} = 68 \text{ нФ}$$

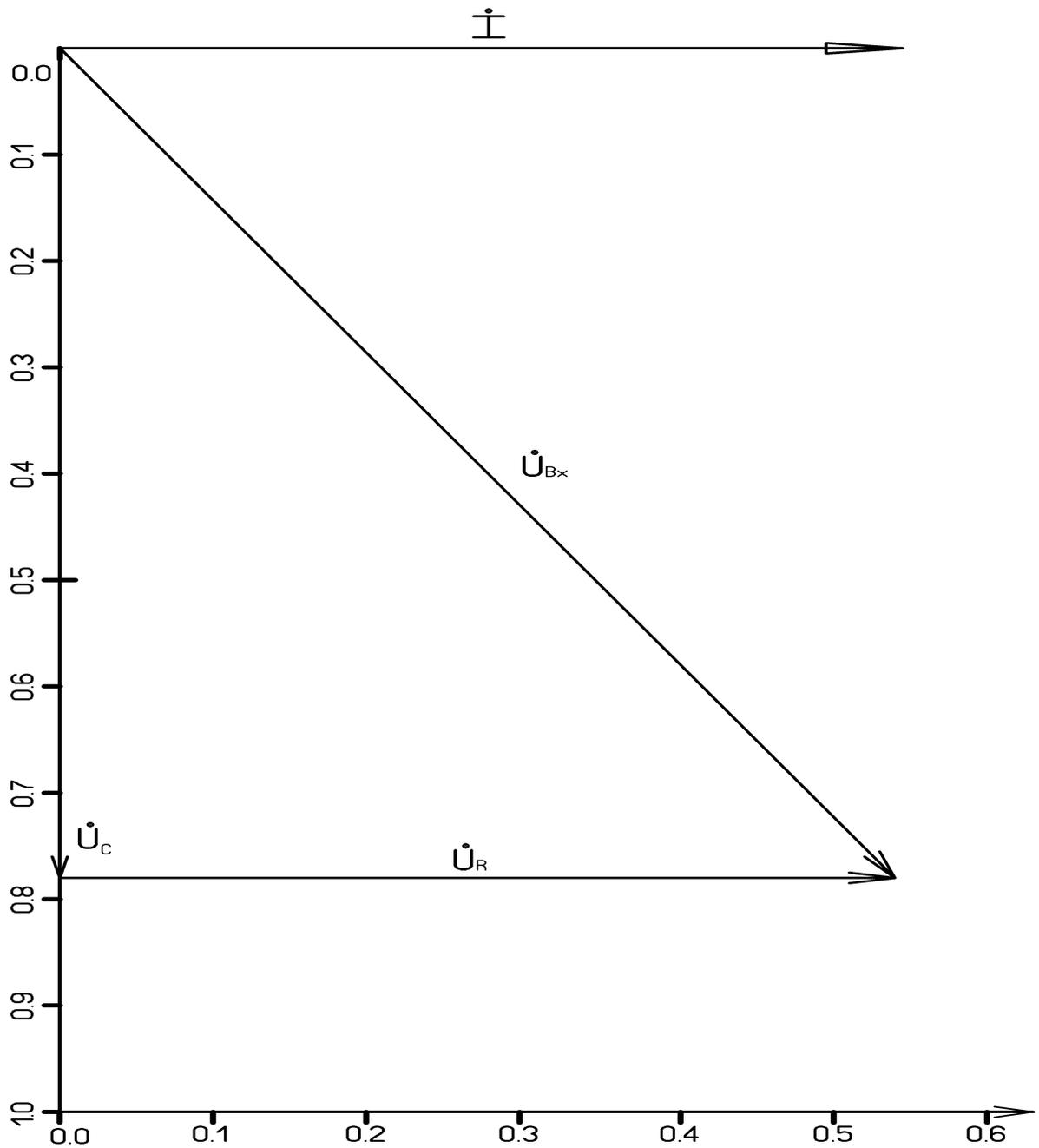
$$P_{\text{ОБЩ}} = \frac{1^2}{100} = 0.01 \text{ Вт} \quad P_R = \frac{0.32^2}{100} = 0.001 \text{ Вт}$$



Вычисления к части П.2

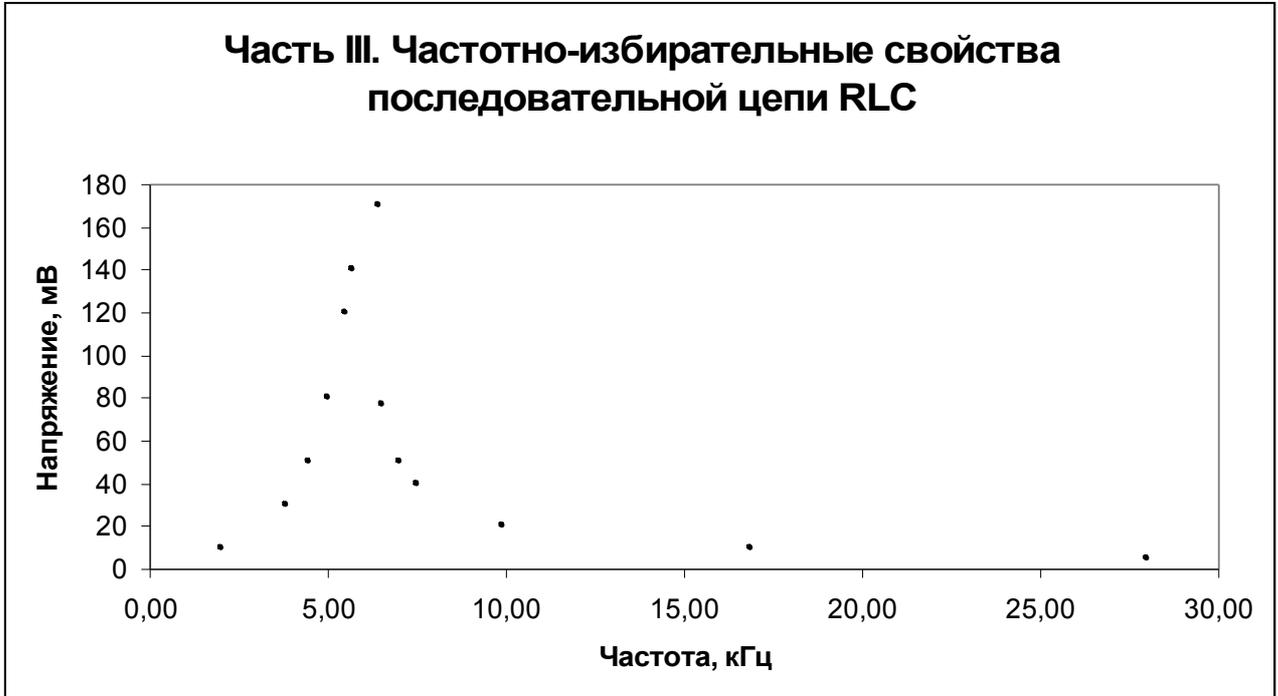
$$C = \frac{0.01}{87920 \cdot 0.78} = 67 \text{ нФ}$$

$$I = \frac{1}{100} = 0.01 \text{ A} \quad P_{\text{ОБЩ}} = \frac{1^2}{100} = 0.01 \text{ Вт} \quad P_R = \frac{0.54^2}{100} = 0.003 \text{ Вт}$$



Часть III.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
F,кГц	2	3.8	4.45	5	5.5	5.7	6.4	6.5	7	7.5	9.9	16.85	28
U,мВ	10	30	50	80	120	140	170	77	50	40	20	10	5



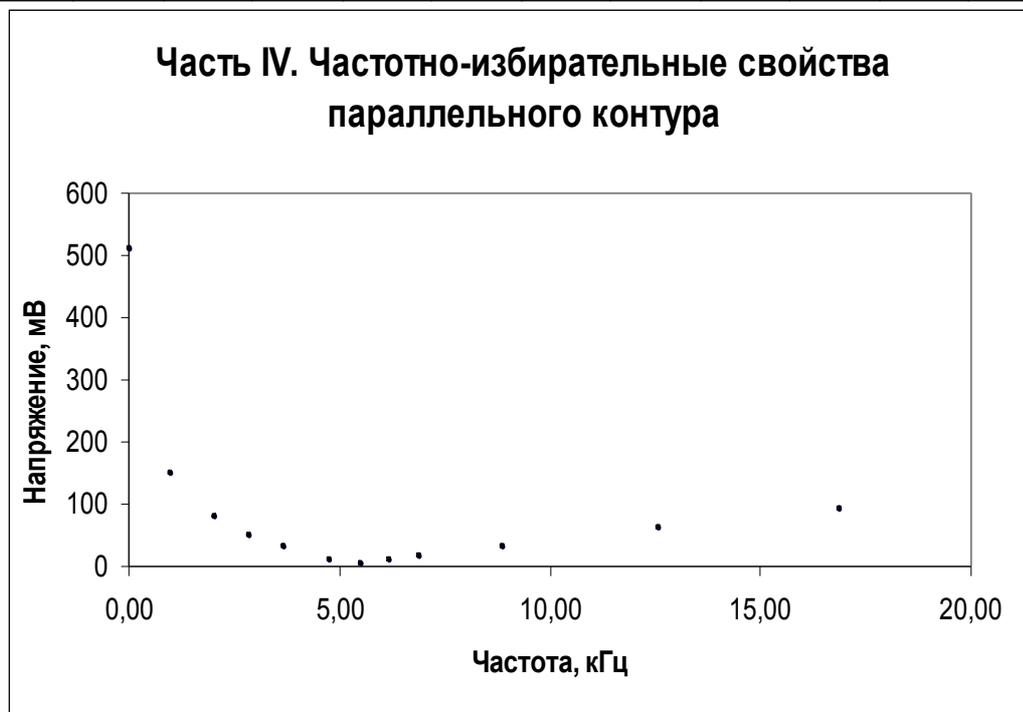
$$f_{PE3} = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{10 \cdot 10^{-3} \cdot 68 \cdot 10^{-9}}} = 6103.3 \text{ Гц}$$

$$Q = \frac{\sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-3}}{68 \cdot 10^{-9}}}}{10 + (10 \cdot 10^{-3} \cdot 6103.3)} = 5.4$$

$$\Delta f = \frac{6103.3}{5.4} = 1130.2 \text{ Гц}$$

Часть IV.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
F, кГц	2.05	0.027	1	2.86	3.7	4.77	5.55	6.2	6.9	8.9	12.6	16.9	30
U, В	80	510	150	50	30	10	4.5	9	15	30	60	90	170



$$\omega = \frac{1}{\sqrt{10 \cdot 10^{-3} \cdot 68 \cdot 10^{-9}}} \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-3}}{68 \cdot 10^{-9}} - (10 \cdot 10^{-3} \cdot 5550)^2} = 33.2 \text{ кГц}$$