

$$\rightarrow B_0 = \frac{\sqrt{2} U}{\omega S n} = \frac{\sqrt{2} U \cdot 4}{2\pi \nu n \pi d^2} = \frac{2\sqrt{2} U}{\pi^2 d^2 \nu n} = \frac{\sqrt{2} U}{2\pi^2 \cdot n \cdot \nu \cdot r^2}$$

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 211

Тема работы: Собственные и вынужденные колебания в цепях перем. тока

Цель работы: исследовать собственные и вынужденные колебания в цепях переменного тока

Оборудование: 3 магазина сопротивлений, магазин индуктивностей, магазин ёмкостей, источник питания, реле, осциллограф

Теоретический материал:

Дифф. уравнение затухающих

эл. колебаний и его общ. решение:

$$\frac{d^2 S}{dt^2} + 2\delta \frac{dS}{dt} + \omega_0^2 S = 0,$$

где S - колеб. величина

δ - const - коэф. затухания

ω_0 - циклич. частота своб. незатк. колеб.

$$S = \underbrace{A_0 e^{-\delta t}}_A \cdot \cos(\omega t + \varphi),$$

$$\text{где } \omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$$

A_0 - амплитуда нач. колеб.

Дифф. уравнение вынужденных
эл. колеб. и его общее решение

$$\frac{d^2 S}{dt^2} + 2\delta \frac{dS}{dt} + \omega_0^2 S = x_0 \cos(\omega t)$$

$$S_1 = A_0 e^{-\delta t} \cos(\omega_1 t + \varphi_1) - \text{общее решение,}$$

$$\text{где } \omega_1 = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$$

Оборотность: Декремент:

$$Q = \frac{\omega_0}{2\delta}$$

$$\frac{A(t)}{A(t+T)} = e^{\delta T}$$

$$\ddot{q} + 2j\dot{q} + \omega_0^2 q = x$$

$$2j = \frac{R}{L}; x = \frac{\varepsilon}{L}; \omega_0^2 = \frac{1}{LC}$$

Зарядка конденсатора:

$$\varepsilon - IR = \frac{q}{C}$$

$$q = C\varepsilon \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

$$q = Ae^{-j\omega t} \cos(\omega t + \delta)$$

$$R_{кр} = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

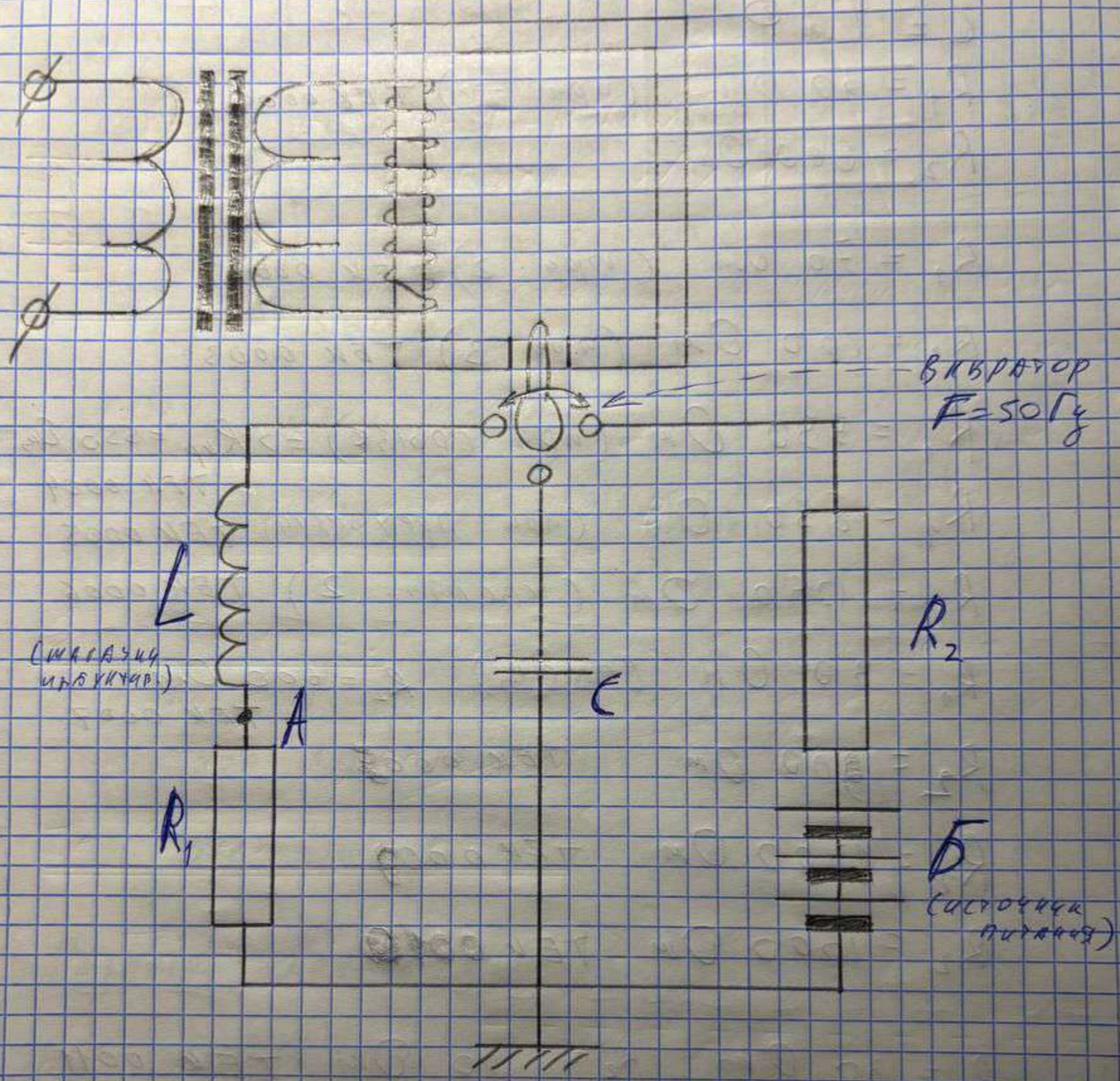
Разность фаз
меж током и напр.

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_I$$

$$\sin \varphi = \frac{L}{L_{max}}$$

где y - т. перес. кривой эллипса
с осью ординат

Электрическая схема



$$L = 80 \text{ мГн} ; L_2 = 0,1 \text{ мГн}$$

$$C = 1 \text{ мФ}$$

$$R_1 = 30 \text{ Ом (при 1) ТЕК 0001}$$

$$R_2 = 600 \text{ Ом}$$

$$R_1 = 70 \text{ Ом (при 2) ТЕК 0002}$$

$$R_1 = 100 \text{ Ом (при 3) ТЕК 0003}$$

$$R_1 = 550 \text{ Ом (при срабве)} \Rightarrow R_{\text{кп}} = 550 \text{ Ом, ТЕК 0004}$$

$$R_1 = 850 \text{ Ом (при преувелчч) ТЕК 0005}$$

$$R_1 = 1250 \text{ Ом (увелчч. 2) ТЕК 0006}$$

$$R_1 = 30 \text{ Ом (сметч) } R_2 = 600 \text{ Ом ТЕК 0007}$$

$$R_2 = 900 \text{ Ом ТЕК 0008}$$

$$R_2 = 1300 \text{ Ом ТЕК 0009}$$

$$R_2 = 1500 \text{ Ом ТЕК 0010}$$

$$R_1 = 30 \text{ Ом} ; R_2 = 30 \text{ Ом ТЕК 0011}$$

$$R_2 = 70 \text{ Ом ТЕК 0012}$$

$$R_2 = 90 \text{ Ом ТЕК 0013}$$

$$R_2 = 630 \text{ Ом ТЕК 0014}$$

$$\Downarrow \\ R_{\text{кп}} = 630 \text{ Ом}$$

32.10.24

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ: СРБИВ КОЛЕБАНИЙ

$$q = A \cdot \exp\left(-\frac{R}{2L}t\right) \exp\left(i\sqrt{\omega_0^2 - \frac{R^2}{4L^2}}t\right)$$

$$\omega(R_{кр}) = 0 = \sqrt{\omega_0^2 - \frac{R_{кр}^2}{4L^2}} \Rightarrow R_{кр} = 2L\omega_0 = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$\Rightarrow R_{кр}^{теор} = \sqrt{\frac{80 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}}{10^{-6} \text{ Ф}}} \approx 565,69 \text{ Ом}$$

$$R_{кр}^{факт} = 550 \text{ Ом}$$

ЗАРЯДКА КОНДЕНСАТОРА:

| $R, \text{ Ом}$ | $\tau, \text{ мс}$ | $\tau_{теор}, \text{ мс}$ |
|-----------------|--------------------|---------------------------|
| 600 | 0,72 | 0,6 |
| 900 | 1 | 0,9 |
| 1300 | 1,48 | 1,3 |
| 1500 | 1,72 | 1,5 |

$$U = U_{max} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

$$\tau_{теор} = RC$$

РАЗРЯДКА КОНДЕНСАТОРА:

| $R, \text{ Ом}$ | $\tau, \text{ мс}$ | $\tau_{теор}, \text{ мс}$ | Q | $Q_{теор}$ |
|-----------------|--------------------|---------------------------|------|------------|
| 30 | 4,52 | 5,3 | 7,89 | 9,43 |
| 70 | 2,2 | 2,29 | 3,84 | 4,04 |
| 100 | 1,46 | 1,6 | 2,55 | 2,83 |
| 550 | 0,29 | 0,29 | 0,51 | 0,51 |
| 850 | 0,19 | 0,19 | 0,33 | 0,33 |
| 1250 | 0,13 | 0,13 | 0,23 | 0,23 |

$$\tau_{теор} = \frac{2L}{R}$$

$$Q_{теор} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$Q = \alpha \frac{\tau}{T}$$

$$\tau = \frac{T}{\ln\left(\frac{U(t)}{U(t_{кр})}\right)}$$

КОЛЕБАНИЯ
НЕТ

| R_2, Ω | $\tau, \mu\text{s}$ | $\tau^{\text{exp}}, \mu\text{s}$ | Q | Q^{exp} |
|----------------|---------------------|----------------------------------|------|------------------|
| 30 | 3,63 | 6,6 | 5,70 | 10,5 |
| 70 | 2,10 | 2,86 | 3,29 | 4,51 |
| 90 | 1,77 | 2,2 | 3,78 | 3,5 |
| 630 | | | | |

СРБИВ
КОЛЕБАНИЙ →

$$\tau = \frac{T}{\ln \left(\frac{U(t) - U_{\max}}{U(t+\tau) - U_{\max}} \right)}$$