

Лабораторная работа №201

Тема работы: "Изучение зондировочного

Оборудование: Э. осциллограф, звуковые генераторы, ^{осциллограф}
Составленный ^{составленный} провода

Цель работы: Ознакомление с принципом

работы осциллографа, + также ознакомление
с его помощью с некоторыми методами
числе изображая электрических процессов;

Теоретический материал:

Электронный осциллограф — электрический
измерительный прибор, предназначенный для
наблюдения (при проекции мостико-фотографии)
электрических процессов.

Возможности Э. осциллографа:

- 1) наблюдение кривых периодических процессов
- 2) наблюдение отдельных импульсов
- 3) измерение длительности
- 4) измерение разности фаз
- 5) измерение частоты
- 6) измерение частоты колебаний

Основные узлы и блок-схема Э. осциллографа:

Основные блоки: электронно-лучевая трубка,
входной аттенюатор, усиитель входных сигналов,
усилитель горизонтального отклонения, генератор раз-
верток, блок питания.

Приемная работа: сигнал с гнезда "вход"
подается на усилитель или на электронно-

луче было трубку. Усиление усиливает сигнал до величины, удобной для рассмотрения на экране электронно-лучевой трубы. Генератор не прерывной развертки вырабатывает напряжение, необходимое для работы магнитного поля развертки, ионизацию луча по горизонтальным.

Для синхронизации частоты генератора используется синхронизирующее напряжение, которое может быть следующим:

- с усилителя вертикального отклонения на выходе;
- с гнезда "Вспомогательный синхронизм" при помощи синхронизации вспомогательным генератором;
- от сети.

Основные параметры Э.осциллографа:

a) Чувствительность — величина отклонения луча по экрану при изменении напряжения на одном входе на 1 вольт или на 1 мв.

(символично, размерность $\frac{\text{мм}}{\text{в}}$ или $\frac{\text{мм}}{\text{мв}}$)

b) Минимальное время развертки (минимальная частота развертки)

- положение пропускания — для измерения частоты;
- коэффициент усиления усилителя.

Установка ручек регулировок Э.осциллографа:

a) Регулятор яркости — в крайнее правое положение

б) регулятор фокусировки — в среднее положение

в) Усиление на оси X — на 2-3 деления
г) Усиление на оси Y — в нулевое положение

д) Переход от положения зажигания разверток — в положение 30-130.

Измерение чувствительности Э.осциллографа:

По оси Y необходимо поместить синхронизирующее напряжение из каскада амплитудного У-входа. Амплитуда измеряется вольтметром звукового генератора и ламповым вольтметром. Измерять величину отрицательную на экране и подсчитать чувствительность

Определение чувствительности трубы к напряжению по оси Y:

а) открыть на задней стенке осциллографа крышку

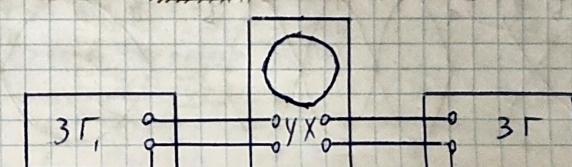
б) открыть усилитель Y

в) подать напряжение на клеммы "Y зеркало"

г) измерить величину отрицательную на экране и подсчитать чувствительность трубы.

д) Воздвигнуть тумблер в исходное положение, снять напряжение с клемм и закрыть крышку.

Осциллограф — измеритель частоты.

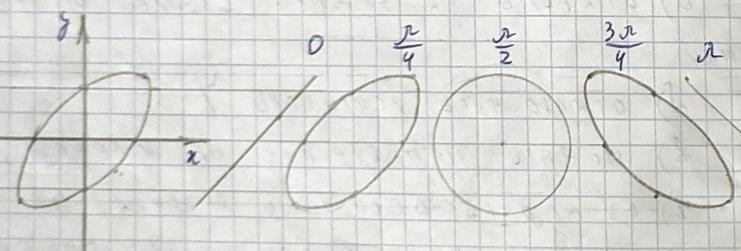


Если на рисунки Y и X засечи логарифмический масштаб напряжение с выходов двух звуковых генераторов, одно из которых является застопоренным, а другое исследуемым, то подавлены звуки переменных частот первого и второго гармоник напряжения. А это будет описываться так называемые фигуры Лиссажу. Вся фигура зависит от формы и амплитуды, а также от соотношений между частотами и фазами обоих звуковых напряжений.

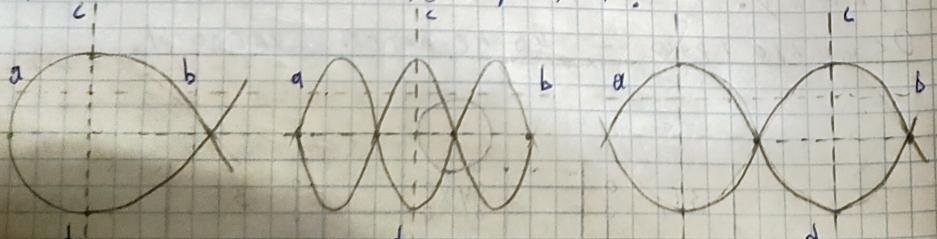
Фигуры Лиссажу будут неподвижными, если частоты подаваемых звуков напряжений относятся как целые числа, а при соотношении частот

$$\frac{f_x}{f_y} = \frac{1}{1}$$
 и сдвиге фаз $0, \pi, \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}$

получим следующие фигуры:



При нулевом сдвиге фаз и при различиях относительных частот получим другие представления иные фигуры:



Хорошую формулу обладает следующим образом:

Многие факты $\omega_x = \omega$, а $\omega_y = k \omega_x = k \omega$,
тогда $x = x_0 \sin(\omega t)$

$$y = y_0 \sin(k\omega t + \varphi),$$
 где φ — начальная фаза.

$$\text{получаем } \frac{x}{y} = \frac{\omega_x}{\omega_y} = \frac{T_x}{T_y} = \frac{n_x}{n_y},$$
 где T_x, T_y — соотношения периодов колебаний

из этого соотношения следует, что $n_y T_x = n_x T_y = t$
после истечения времени t , точка будет находиться в той же фазе, что и в момент $t_0 = 0$,
т.е., за равные промежутки времени колебания в точности повторяются. Таким образом колебания
будут находиться самы на себе в одинаковом
число и времени.

Осциллограф — фазометр.

Если подать на вертикальную и горизонтальную оси одновременно на две магнитные электромагнитные катушки с одинаковой частотой.

$$\begin{cases} x = x_0 \sin(\omega t) \\ y = y_0 \sin(\omega t + \varphi) \end{cases}$$
 то на экране получим изображение эллипса:

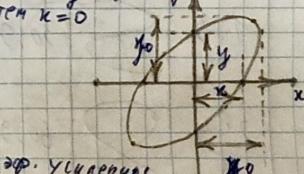
$$y = \frac{y_0}{x_0} (\cos \varphi + \sqrt{x_0^2 - x^2} \sin \varphi),$$

где x, y — мгновенные значения отклонений от положения покоя, а y_0, x_0 — амплитуды отклонений.

Положим $y=0$,
тогда $\sin \varphi = \pm \frac{y_0}{x_0} = \pm \frac{y}{x_0}$ затем $k=0$

чтобы определить $\tan \varphi$,

нельзя было определить $\tan \varphi$,
 $y_0 = x_0 = z_0$. Получим $\sin \varphi = \pm \frac{y_0}{z_0} = \pm \frac{y}{z_0}$



Исследование биений с помощью осциллографа.

Биение - явление перенасыщенного колебаний при малых частотах.

Биение можно наблюдать при перенасыщении с близкими частотами.

Уход озно временно примерно одинаково.

беск. по амплитуде изменяется от 400

гемераторов звуковой частоты.

Частота биений - частота, характерная для изменения амплитуды, $\omega_s = \omega_1 + \omega_2$,

где ω_1, ω_2 - частоты, задаваемые каждым генератором в отдельности.

Это следует из результирующей союзе и из вышеизложенного; $x = x_0 \sin(\omega_1 t + \varphi_1)$ и $y = y_0 \sin(\omega_2 t + \varphi_2)$ при $x_0 \approx y_0$

$$z = x + y = \frac{2y_0}{\sqrt{1 + \cos((\omega_1 - \omega_2)t + \varphi_1 - \varphi_2)}} \sin\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}t + \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right)$$

Ход работы:

Синусоидальный генератор

$\frac{x_0}{y_0} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$	Вид фигуры	Отсчет по линейке	$\frac{x_0}{y_0} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$	Вид фигуры	Отсчет по линейке
1:1	/	30;30	3:4	X	30;90
1:2	○	30;60,5	3:5	X	60;100
1:3	S	30;91	4:5	X	81;100
2:3	X	60;91	5:6	X	101;121

Измерение чувствительности з.осциллографа

номер опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
$I_{(mA)}$	3,75	6,25	9,1	12	15,1	18,4	20,5	29
$U_{(mV)}$	1	2	3	4	5	6	7	10
d Чувствл. (mm/mV)								

Измерение чувствительности трубки

номер опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
$I_{(mA)}$	4,5	7	11,5	14,25	12	10	6,2	18,1
$U_{(mV)}$	3	5	8	10	9	7	9	12
d Чувствл. (mm/mV)								

Син. якорь - фазометр.

$$x_0 = y_0 = 9 \text{ см}$$

$$n = g = 5 \text{ см}$$

Исследование биений

ω_2, Γ_y	ω_1, Γ_y	n
7105	800	8

жесткое дно
05.10.23

$L_0 \approx 14,2625 \text{ mm} - 2,83992 \frac{\text{mm}}{\text{mm}^2} \cdot 4,75 \text{ mm}^2 = 0,773 \text{ mm}$
 Чтобы обуздить погрешность, используя $\bar{U}_0, 773 \text{ mm}$,
 обработку результатов прикосвенных измерений.
 (также проверим $d_{cp.}$)

номер опыта	1	2	3	4	5	6	7
$\Delta L(\text{mm})$	2,5	2,85	2,9	3,1	3,3	2,7	8,5
$\Delta U(\text{B})$	1	1	1	1	1	1	3

тогда

$$d_{cp.} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\Delta L_i}{\Delta U_i \cdot \sqrt{2}} = \frac{1}{7} \left(\frac{2,5}{\sqrt{2}} + \frac{2,85}{\sqrt{2}} + \frac{2,9}{\sqrt{2}} + \frac{3,1}{\sqrt{2}} + \frac{3,3}{\sqrt{2}} + \frac{2,7}{\sqrt{2}} + \frac{8,5}{\sqrt{2}} \right) \approx$$

$$\approx 1,98 \left(\frac{\text{mm}}{\text{mm} \cdot \text{B}} \right) \quad (\approx 2,01 \frac{\text{mm}}{\text{B}})$$

и т.к. $d = f(L:U)$ (функция от несольких переменных)

δ_d (погрешность) поопределено (чтобы учесть особенности обработки)

$$\delta_d^2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\sigma_L^2 \cdot \sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{\Delta U_j} \sum_{i=1}^n \frac{\Delta L_i}{\Delta U_i} \right)^2} = \frac{\sigma_L^2}{\sqrt{2}} \sqrt{\sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{\Delta U_j} \right)^2} =$$

$$= \frac{0,5}{\sqrt{2}} \sqrt{\left(\frac{1}{2 \cdot 1} \right)^2 + \left(\frac{1}{2 \cdot 1} \right)^2} \approx$$

$$\approx 0,12 \left(\frac{\text{mm}}{\text{mm} \cdot \text{B}} \right)$$

t.e. $d = (d_{cp.} \pm \delta_d) = (2,01 \pm 0,12) \frac{\text{mm}}{\text{mm} \cdot \text{B}}$

$\xi_{\text{отн.}} \approx 6\%$

Определение чувствительности ТРУГИ.

аналогично имеем

$$d_p = \frac{\bar{L}U - \bar{L}\bar{U}}{\bar{U}^2 - (\bar{U})^2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$L_0 = \bar{L} - d\bar{U}\bar{U}$$

нашими производными средние значения:

$$\bar{U} = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 U_i = \frac{1}{8} (3,5 + 8 \cdot 10 + 9 + 7 + 4 + 12) = 7,25 \text{ (B)}$$

$$\bar{U}^2 = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 (U_i)^2 = \frac{1}{8} (9 + 25 + 64 + 100 + 81 + 49 + 16 + 144) = 61 \text{ (B}^2\text{)}$$

$$\bar{L} = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 L_i = \frac{1}{8} (7,5 + 7 + 11,5 + 14,25 + 7,2 + 10 + 6,2 + 18,1) = 10,44375 \text{ mm}$$

$$\bar{L}U = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 (L_i U_i) = \frac{1}{8} (3 \cdot 7,5 + 5 \cdot 7 + 8 \cdot 11,5 + 10 \cdot 14,25 + 9 \cdot 12 + 7 \cdot 10 + 4 \cdot 6,2 + 18,1) =$$

$$= 87,875 \text{ (mm} \cdot \text{B)}$$

Получаем:

$$d_p = \frac{87,875 \text{ mm} \cdot \text{B} - 10,44375 \text{ mm} \cdot 7,25 \text{ B}}{(61 \text{ B}^2 - (7,25)^2 \text{ B}^2) \cdot \sqrt{2}} =$$

$$= \frac{(87,875 - 75,2171875) \text{ mm} \cdot \text{B}}{(161 - 52,5625) \text{ B}^2 \cdot \sqrt{2}} = \frac{12,1578125 \text{ mm}}{8,4375 \text{ B} \cdot \sqrt{2}} \approx$$

$$\approx 1,441 \frac{\text{mm}}{\text{B}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 1,019 \frac{\text{mm}}{\text{B}} \approx 1,02 \frac{\text{mm}}{\text{B}}$$

$$k = d_p$$

$$L_0 \approx 10,44375 \text{ mm} - 1,441 \frac{\text{mm}}{\text{B}} \cdot 7,25 \text{ B} = -0,003 \text{ mm}$$

номер опыта	1	2	3	4	5	6	7
$\Delta L(\text{mm})$	1,7	0,8	3	1,5	0,5	2,25	3,85
$\Delta U(\text{B})$	1	1	2	1	1	1	2

$$d_{cp.} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\Delta L_i}{\Delta U_i \cdot \sqrt{2}} = \frac{1}{7} \left(\frac{1,7}{\sqrt{2}} + \frac{0,8}{\sqrt{2}} + \frac{3}{2\sqrt{2}} + \frac{1,5}{\sqrt{2}} + \frac{0,5}{\sqrt{2}} + \frac{2,25}{\sqrt{2}} + \frac{3,85}{2\sqrt{2}} \right) \approx$$

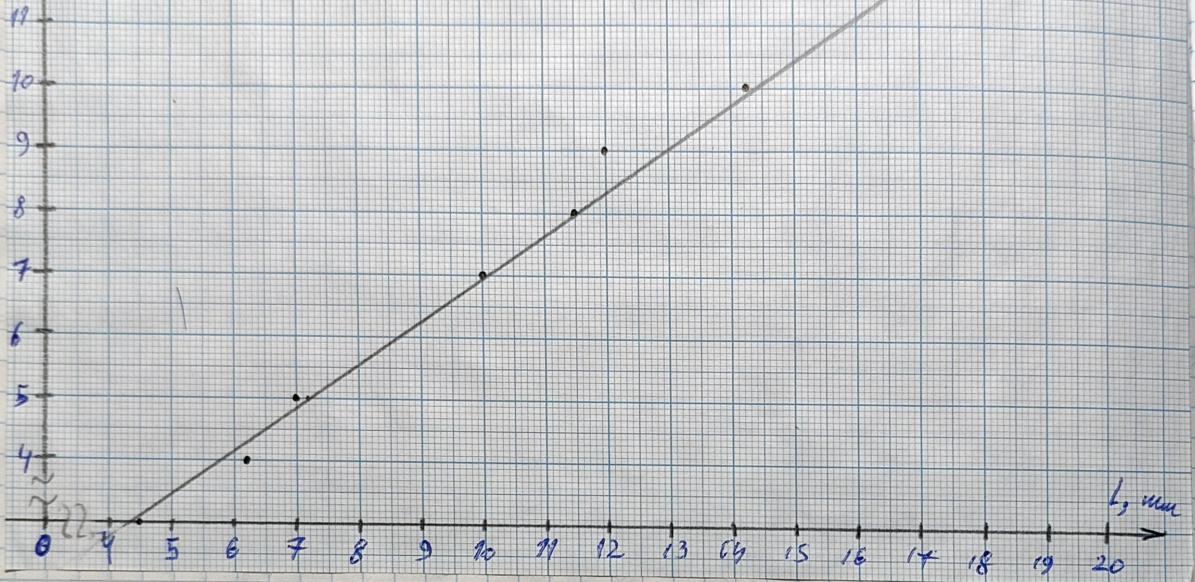
$$\approx 1,03 \left(\frac{\text{mm}}{\text{mm} \cdot \text{B}} \right) (\approx 1,02 \frac{\text{mm}}{\text{B}})$$

$$\sigma_d = \frac{G_2}{\sqrt{2}} \sqrt{\sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{n} + \frac{1}{\Delta u_j} \right)^2} = \frac{0.5}{\sqrt{2}} \sqrt{5 \cdot \left(\frac{1}{7 \cdot 1} \right)^2 + 2 \cdot \left(\frac{1}{7 \cdot 2} \right)^2} \approx 0.12 \text{ mm}$$

i.e. $d = (1.02 \pm 0.12) \frac{\text{mm}}{\text{m}}$

$\varepsilon_{\text{отн. морф.}} \approx 13.8\%$

U_B Числовая характеристика трубки



Определение синуса паз.

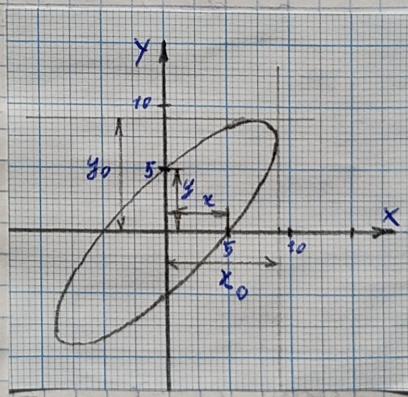
$$x = y = 5 \text{ mm}$$

$$x_0 = y_0 = 9 \text{ mm}$$

$$\sin \psi = \frac{x}{x_0} = \frac{y}{y_0} = \frac{5}{9} \approx 0.556$$

$$\psi = \arcsin \left(\frac{x}{x_0} \right) \approx 33.78^\circ$$

(т.к. измерение было одноточечное, погрешность посчитана не бывает)



Использование

$$\omega_1 = 800$$

Угол

$$n = \frac{\omega_1}{2\pi}$$

Градусы

$$L =$$



6) Искрение биения.

$$\omega_1 = 800 \text{ Гц}; \omega_2 = 705 \text{ Гц}; n = 8$$

Частота биения $\omega_b = 95 \text{ Гц}$

$$n = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2(\omega_1 - \omega_2)} ; \text{Проверим, получивши:}$$

$$n = \frac{800 + 705}{2(800 - 705)} = \frac{1505}{190} \approx 7,92 \approx 8$$

График зависимости

$$L = d\sqrt{14 + L_0}, \text{ где } d = \frac{1}{4\sqrt{2}}$$

Частота равна

сумме

$U, \text{ мкв}$

