

лабораторная работа №4.
Измерение параметров гармонического напряжения с
помощью осциллографа.

Петрова Т. В.
ИКС-83

Цель работы:

1. Приобретение навыков измерения параметров гармонического напряжения с помощью осциллографа.
2. Получение сведений о характеристиках и устройстве электронного осциллографа.

Таблица 4.1. Нормы на метр. кар-ки осциллографа

Параметр	Норма для осциллографа класса			
	I	II	III	IV
Основная погрешность коэф-та откли-ка, % не более	2,5	4	8	10
Осн. погрешность коэф-та развертки, % не более	2,5	4	8	10

Таблица 4.2. Результаты измерений амплитуды гармонического напряжения с помощью электронного осциллографа (частота сигнала 10 кГц)

Верт. раз-мер шкал, см	Цена деления, В/см	Понада-ние, В	Абсолют. погрешность, В	Относит. погрешность, %	Результат измерений, В
4,8	0,2	0,96	0,048	5	$0,96 \pm 0,05$
4,4	0,2	0,88	0,044	5	$0,88 \pm 0,04$
5,2	0,2	1,04	0,052	5	$1,04 \pm 0,05$
5,6	0,2	1,12	0,056	5	$1,12 \pm 0,06$
6,2	0,2	1,24	0,062	5	$1,24 \pm 0,06$
6,4	0,2	1,28	0,064	5	$1,28 \pm 0,06$

Таблица 4.3. Результаты измерений периода и частоты гармонического сигнала с помощью электр. осциллографа.

Частота сигнала на входе киндб, Гц	Размер изображения, дел.	Цена деления, (мкс(мкс)) дел.	Абсолют. погреш. измер.		Относит. погреш. измер., %		Результат измерений	
			период, мкс	частота, кГц	период, мкс	частота, кГц	период, мкс	частота, кГц
50	4	5 мкс	1	-0,0025	5	0,2	20 ± 1	$0,0500 \pm \pm 0,0025$
500	4	0,5 мкс	0,1	-0,025	5	0,2	$2,0 \pm 0,1$	$0,500 \pm \pm 0,025$
5000	4	50 мкс	0,01	-0,25	5	0,2	$0,20 \pm 0,01$	$5,00 \pm \pm 0,25$
50000	4	5 мкс	0,001	-2,5	5	0,2	$0,020 \pm \pm 0,001$	$50,0 \pm \pm 2,5$
500000	4	0,5 мкс	0,0001	-2,5	5	0,2	$0,0020 \pm \pm 0,0001$	$500 \pm \pm 2,5$

Таблица 4.4. Результаты измерения разности фаз с помощью электронного осциллографа.

Показание на инверторе, град.	Показание осцил., дел.				Абсолютная погреш., град		Относит.		Результат измерения, град.	
	Метод мин. разбег		Метод макс. эллипса		метод мин. разб.	метод макс. эллипса	метод мин. разб.	метод макс. эллипса	метод мин. разб.	метод макс. эллипса
	ав	ас	h	H						
30	0,3	5	2	4	1,7	0,012	8	0,038	$21,6 \pm \pm 1,7$	$30 \pm \pm 0,012$
60	0,6	5	3,6	4	3,5	0,041	8	0,064	$43,2 \pm \pm 3,5$	$64,20 \pm \pm 0,04$
90	1,2	5	4	4	6,9	-	8	-	$86,4 \pm \pm 6,9$	90
180	2,4	5	0	4	13,8	0	8	0	$172,8 \pm \pm 13,8$	180 ± 0
270	1,2	5	4	4	21,3	-	8	-	$266,4 \pm \pm 21,3$	270
360	0	5	0	4	28,8	0	8	0	$360 \pm \pm 28,8$	360 ± 0

Примеры расчетов:

Для таблицы 4.2:

$$\frac{\Delta h}{h} = 0,01 \text{ или } 1\%$$

$$\frac{\Delta K}{K} = 0,04 \text{ или } 4\%$$

$$\delta u_k = \frac{\Delta u_k}{u_k} = \frac{\Delta K}{K} + \frac{\Delta h}{h} = 4\% + 1\% = 5\% \text{ или } 0,05$$

$$\Delta u_{k1} = u_{k1} \cdot \delta u_k = 0,96 \cdot 0,05 = 0,048 \text{ В}$$

Для таблицы 4.3:

$$T_1 = K_p \cdot L = 2 \cdot 10 = 20 \text{ мс}$$

$$\frac{\Delta K_p}{K_p} = 4\% \text{ или } 0,04$$

$$\frac{\Delta L}{L} = 1\% \text{ или } 0,01$$

$$\delta T = \frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta K_p}{K_p} + \frac{\Delta L}{L} = 4\% + 1\% = 5\% \text{ или } 0,05$$

$$\Delta T_1 = \delta T \cdot T_1 = 0,05 \cdot 20 \text{ мс} = 1 \text{ мс}$$

$$\Delta f_1 = \Delta T_1 \left(-\frac{1}{T_1^2} \right) = 1 \text{ мс} \left(-\frac{1}{20^2 \text{ мс}^2} \right) = -0,0025 \text{ Гц}$$

$$\delta f_1 = \frac{1}{\delta T_1} = \frac{1}{5\%} = 0,2\%$$

Для таблицы 4.4:

Многократной развёрткой.

$$\varphi_1 = 2\pi \frac{ab}{ac} = 2\pi \cdot \frac{0,3 \text{ км}}{5 \text{ км}} = 21,6^\circ = 0,38 \text{ рад}$$

$$\frac{\Delta ab}{ab} = 4\% \text{ или } 0,04$$

$$\frac{\Delta ac}{ac} = 4\% \text{ или } 0,04$$

$$\delta \varphi_1 = \frac{\Delta \varphi}{\varphi} = \frac{\Delta ab}{ab} + \frac{\Delta ac}{ac} = 4\% + 4\% = 8\% \text{ или } 0,08$$

$$\Delta \varphi_1 = \delta \varphi_1 \cdot \varphi_1 = 0,08 \cdot 21,6^\circ = 1,7^\circ$$

Менее точно:

$$\varphi_1 = \arcsin \frac{h}{H} = \arcsin \frac{2}{4} = 30^\circ$$

$$\frac{\Delta h}{h} = 1\% \text{ или } 0,01$$

$$\frac{\Delta H}{H} = 1\% \text{ или } 0,01$$

$$\Delta \varphi_1 = \frac{h}{\sqrt{H^2 - h^2}} \left(\frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta H}{H} \right) = \frac{2^2}{\sqrt{4^2 - 2^2}} (0,01 + 0,01) = 0,012^\circ$$

$$\delta \varphi_1 = \frac{\Delta \varphi_1}{\varphi_1} = \frac{0,012^\circ}{30^\circ} = 0,0004 \text{ или } 0,04\%$$

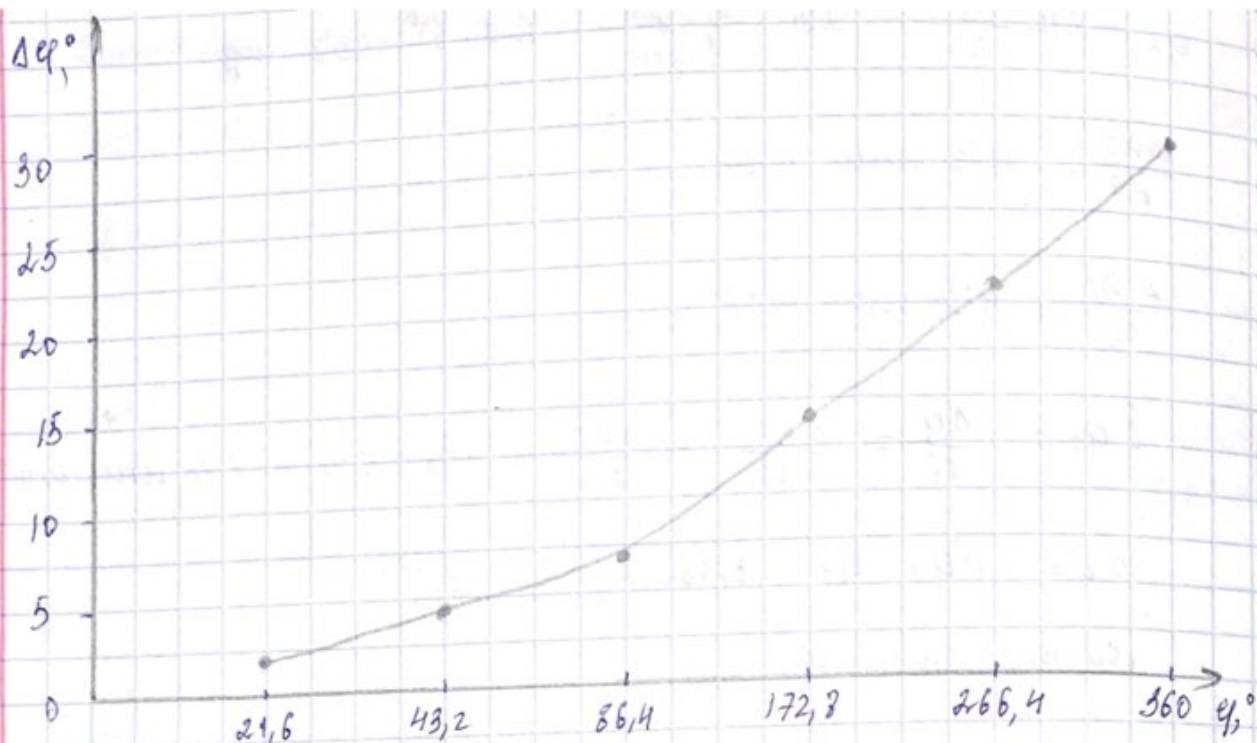


График 1. Зависимость абсолютной погрешности измерений фазового сдвига от показаний осциллографа при использовании метода линейной развёртки

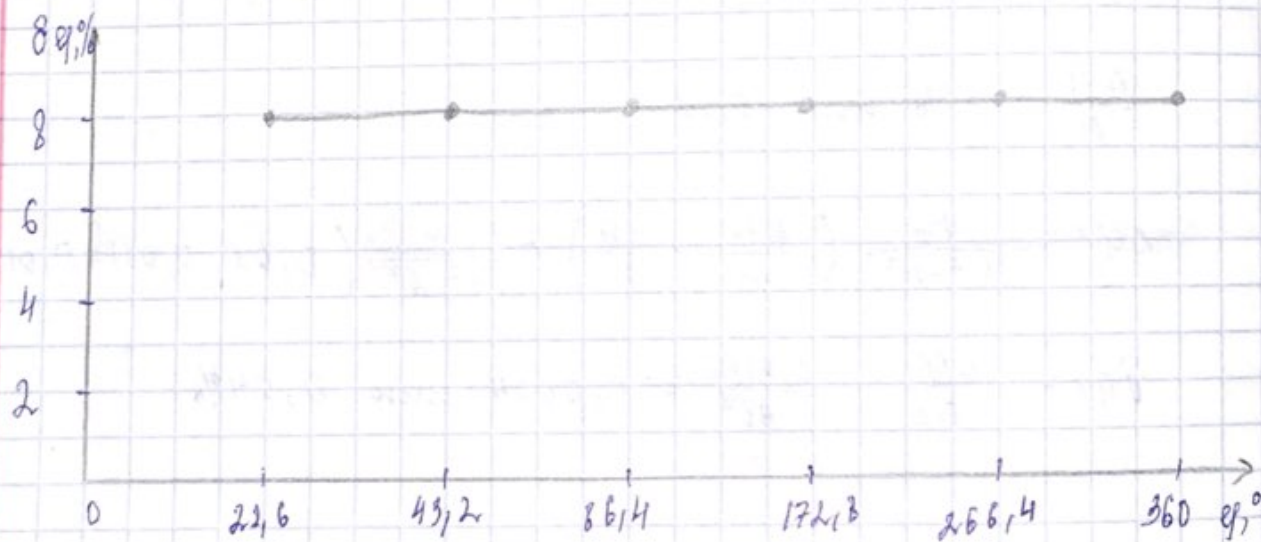


График 2. Зависимость относительной погрешности измерений фазового сдвига от показаний осциллографа при использовании метода линейной развёртки.

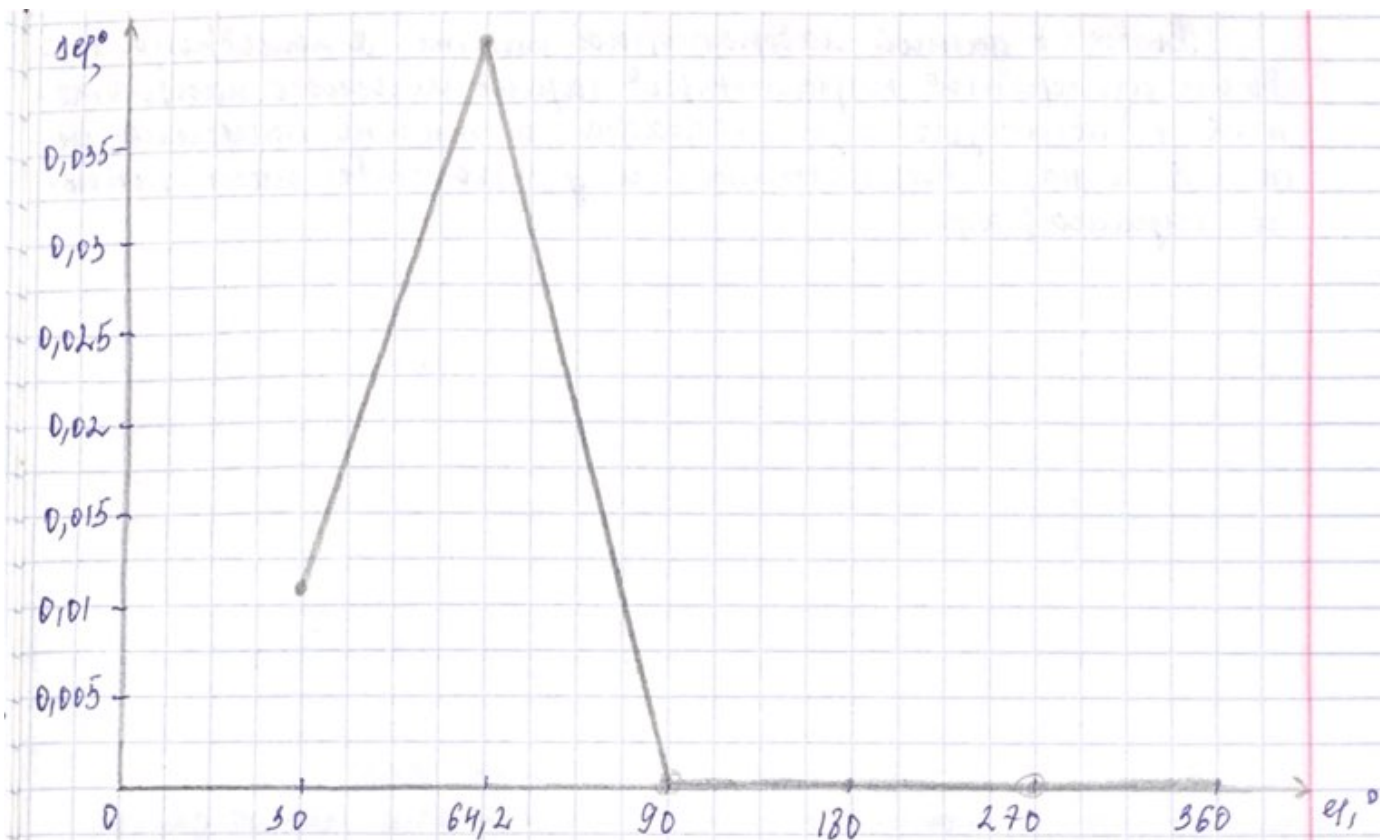


График 3. Зависимость абсолютной погрешности измерений фазового сдвига от показаний осциллографа при использовании метода эллипса.



График 4. Зависимость относительной погрешности измерений фазового сдвига от показаний осциллографа при использовании метода эллипса.

Вывод: в данной лабораторной работе я приобрел навыки измерения параметров гармонического напряжения с помощью осциллографа, а также получил сведения о характеристиках и устройстве электронного осциллографа.