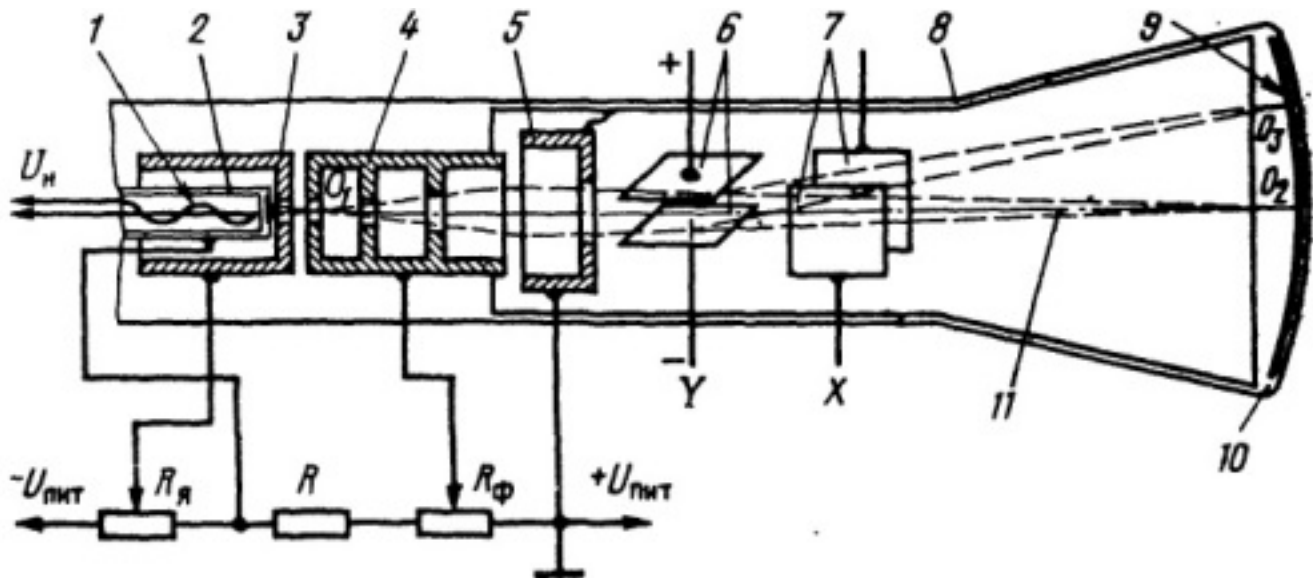


Изучение электронного осциллографа

Панферов Андрей

2019-09-30

1 Устройство осциллографа:



2 Наблюдение периодического сигнала от генератора и измерение его частоты.

Таблица 1: Измерения частот сигнала

$f_{3Г}$, Гц	T, дел	с/дел	T, сек	f, Гц	δf , Гц	$f - f_{3Г}$, Гц
199	5.2	$1 \cdot 10^{-3}$	$5.2 \cdot 10^{-3}$	192	8	7
1000	5.0	$0.2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	1000	40	0
1997	5.0	$0.1 \cdot 10^{-3}$	$0.5 \cdot 10^{-3}$	2000	80	3
3000	6.8	$50 \cdot 10^{-6}$	$0.34 \cdot 10^{-3}$	2941	90	60
5000	4.2	$50 \cdot 10^{-6}$	$0.21 \cdot 10^{-3}$	4762	230	240

3 Измерение амплитуды сигнала.

$$U_{MAX} = 11В$$

$$2.2 \text{ дел; } 5 \frac{В}{\text{дел}}$$

$$\frac{\delta U_{MAX}}{U_{MAX}} \approx 0.09$$

$$U_{MIN} = 12мВ$$

$$2.4 \text{ дел; } 5 \frac{мВ}{\text{дел}}$$

$$\frac{\delta U_{MIN}}{U_{MIN}} \approx 0.09$$

$$\beta_{21}[\text{дБ}] = 10 \lg \frac{P_2}{P_1} = 20 \lg \frac{U_2}{U_1} = 59.24 \text{ дБ} \quad \delta \beta_{21} \approx 0.13$$

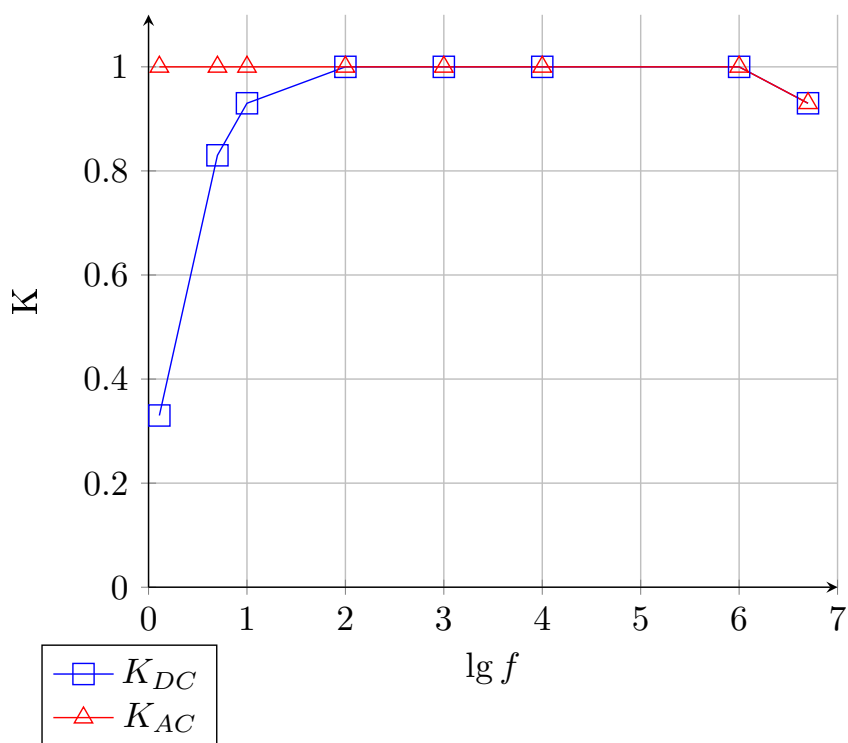
где $\frac{P_2}{P_1}$ — отношение средних мощностей, $\frac{U_2}{U_1}$ — отношение амплитуд некоторых двух сигналов (здесь учтено, что мощность пропорциональна квадрату амплитуды $P \sim U^2$).

4 Измерение амплитудно-частотной характеристики осциллографа.

Измерим амплитудно-частотную характеристику $K(f)$ при открытом (DC, \approx) и при закрытом (AC, \sim) входе. Результаты занесем в таблицу 2.

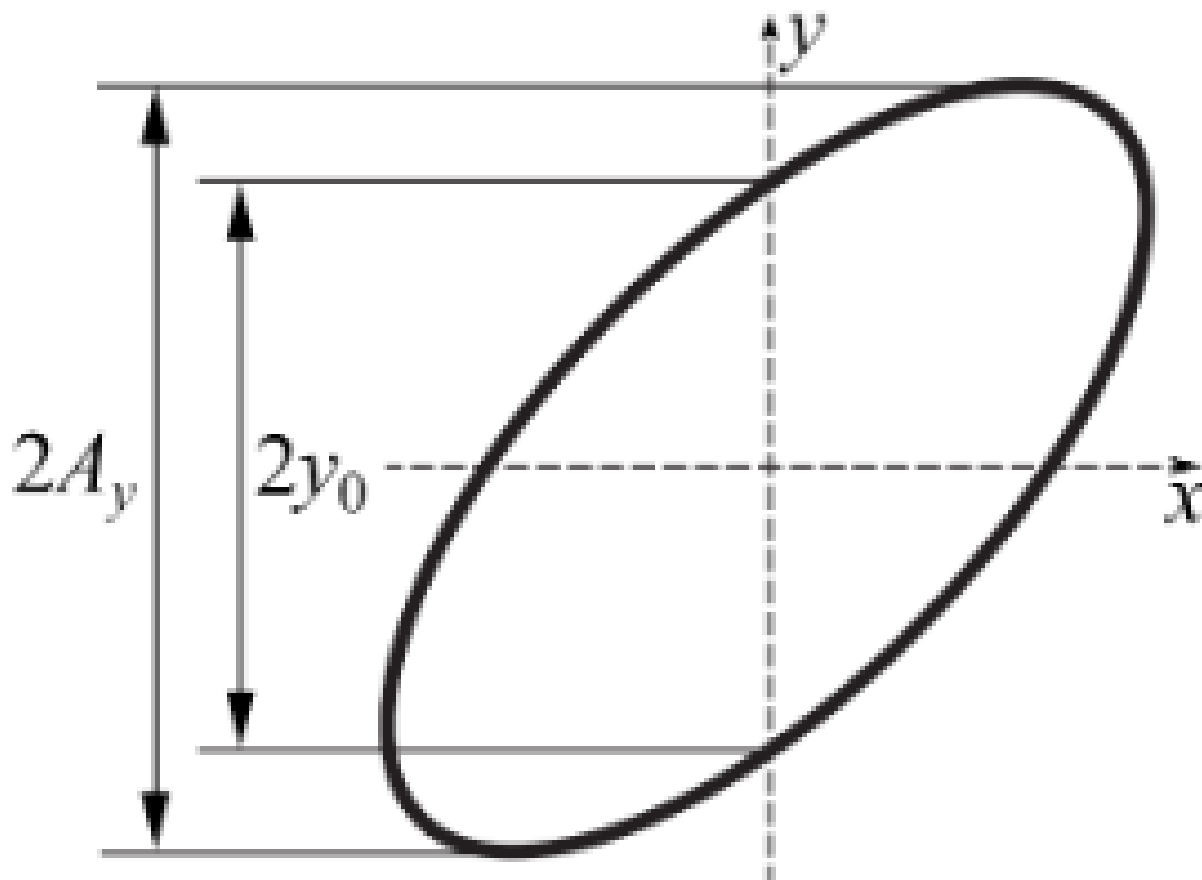
Таблица 2: Амплитудно-частотная характеристика $K(f)$

$f, \text{Гц}$	1.3	5.0	10.0	100	1000	10000	$1 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^6$
$\lg f$	0.11	0.7	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	6.7
$2U_{ac}, \text{дел}$	2.0	5.0	5.6	6.0	6.0	6.0	6.0	5.6
$K_{AC} = \frac{U_{AC}}{U_0}$	0.33	0.83	0.93	1.0	1.0	1.0	1.0	0.93
$2U_{DC}, \text{дел}$	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.3
$K_{DC} = \frac{U_{DC}}{U_0}$	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.93



Вероятной причиной различия АЧХ осциллографа в разных режимах является емкость, включающаяся в схему осциллографа в режиме DC. При больших частотах ее импеданс становится мал, и почти не влияет на показания прибора, но на маленьких частотах он становится значительным и способен изменить показания

6 Измерение разности фазово-частотных характеристик каналов осциллографа.



При подаче на взаимно перпендикулярные отклоняющие пластины двух синусоидальных сигналов траектория луча на экране осциллографа представляет собой эллипс и может быть в общем виде описана уравнениями:

$$x(t) = A_x \sin \omega t + \Phi_x, \quad y(t) = A_y \sin \omega t + \Phi_y$$

Разность фаз $\delta\Phi = \Phi_y - \Phi_x$ можно выразить, например, положив $\omega t = -\Phi_x$, после чего нетрудно получить:

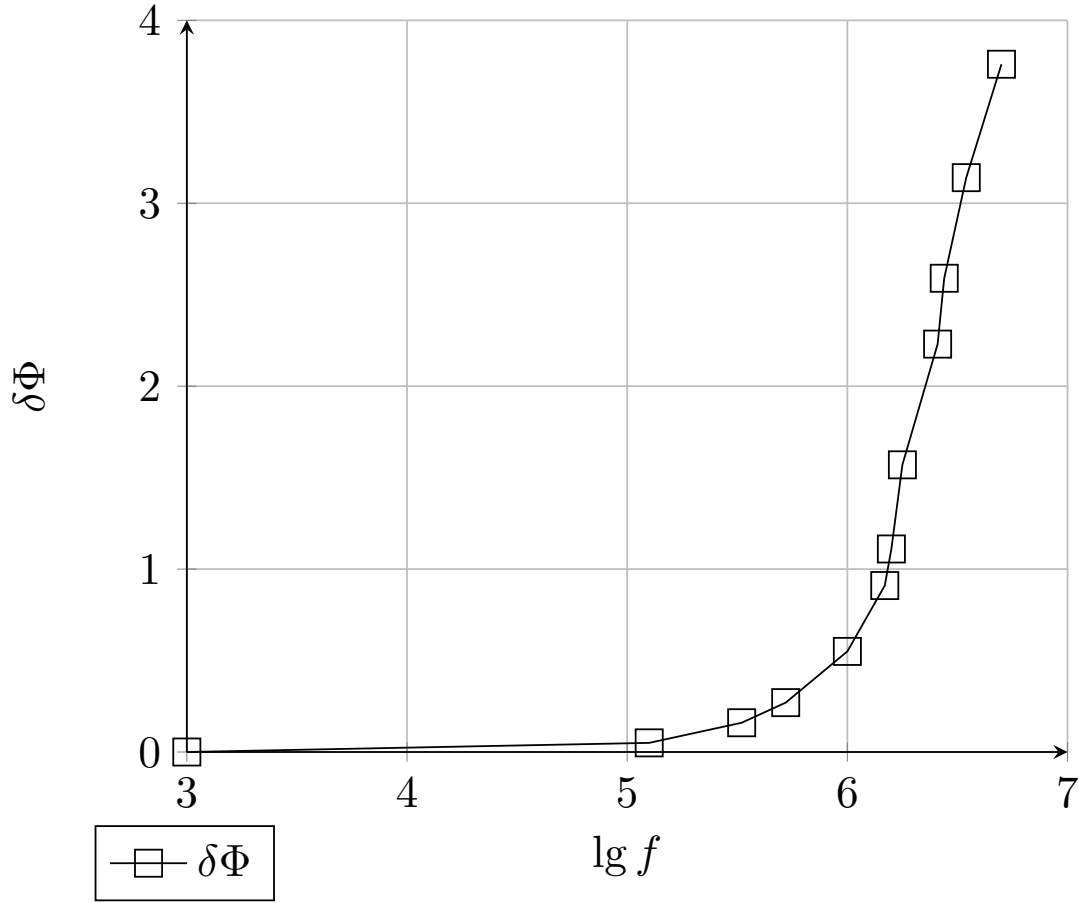
$$\sin|\delta\Phi| = \left| \frac{y_0}{A_y} \right|$$

Тогда:

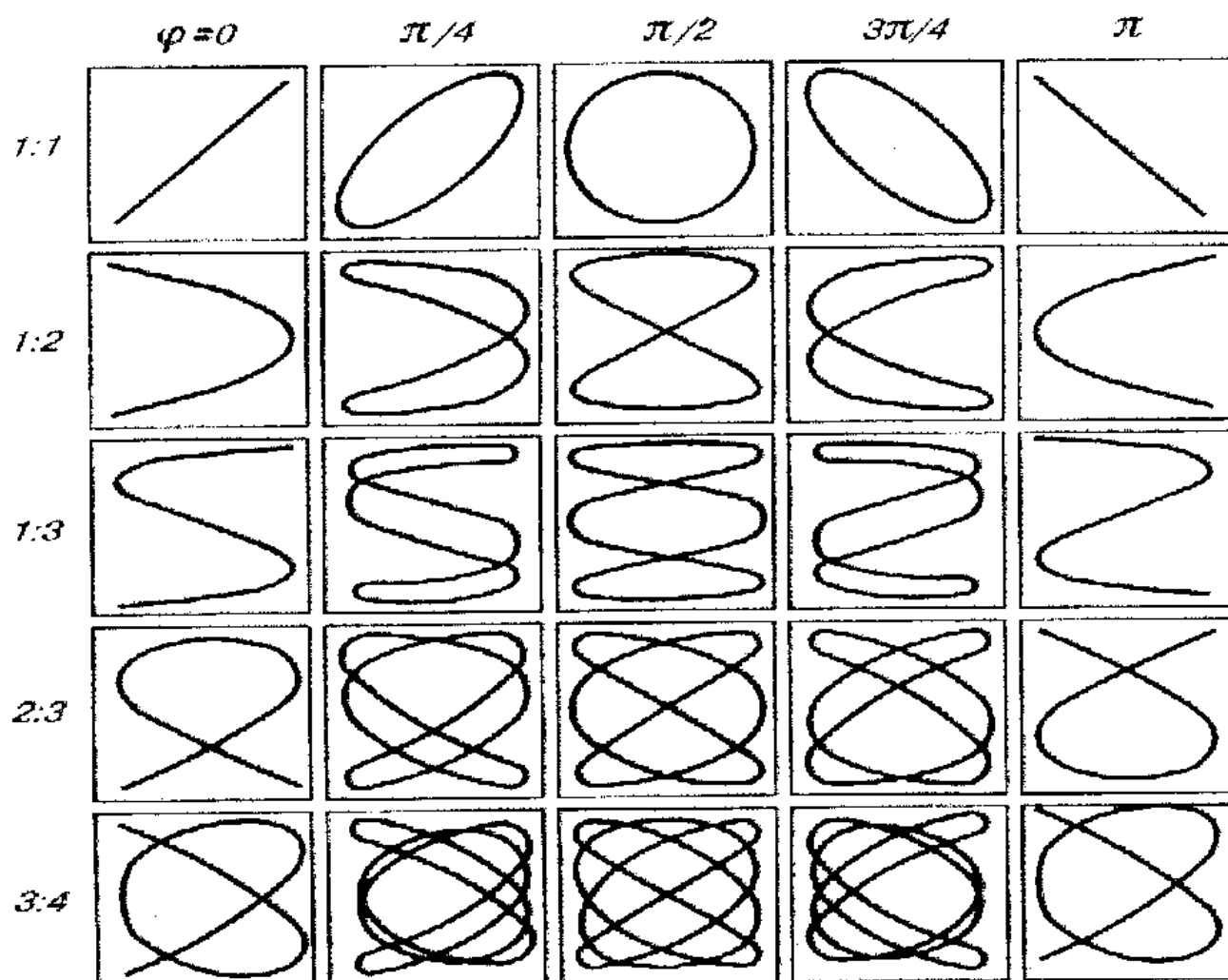
$$\delta\Phi = \arcsin\left|\frac{y_0}{A_y}\right| \quad \text{или} \quad \delta\Phi = \pi - \arcsin\left|\frac{y_0}{A_y}\right| \quad \text{или} \quad \delta\Phi = \pi + \arcsin\left|\frac{y_0}{A_y}\right|$$

Таблица 3: Фаза-частотная характеристика $\delta\Phi(f)$

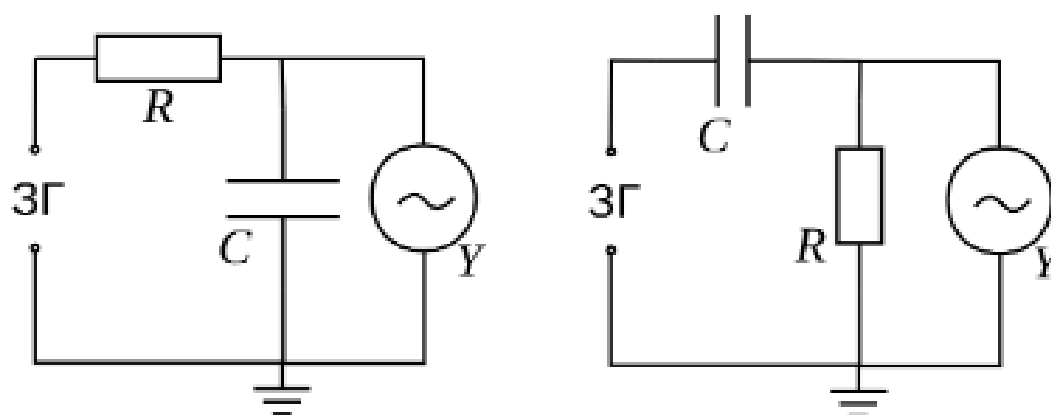
f , МГц	0.001	0.125	0.330	0.530	1.00	1.50	1.60	1.80	2.41	2.78	3.50	5.00
$\lg f$	3.00	5.10	5.52	5.72	6.00	6.17	6.20	6.25	6.41	6.44	6.54	6.70
$ 2y_0 $, дел	0	0.4	1.2	2.0	4.0	6.0	6.2	7.6	6.0	4.0	0	6.70
$ 2A_y $, дел	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.4	7.2
$\arcsin \frac{y_0}{A_y} $, рад	0	0.053	0.16	0.27	0.55	0.91	1.11	1.57	0.91	0.55	0	0.62
$ \delta\Phi $, рад	0	0.05	0.16	0.27	0.55	0.91	1.11	1.57	2.23	2.59	3.14	3.76



7 Наблюдение фигур Лиссажу и измерение частоты.



8 Измерение АЧХ интегрирующей и дифференцирующей RC-цепочек.



$$K_a(f) = \frac{1}{\sqrt{(\Omega\tau)^2 + 1}};$$

$$R = 3.0 \cdot 10^3 \text{ Ом};$$

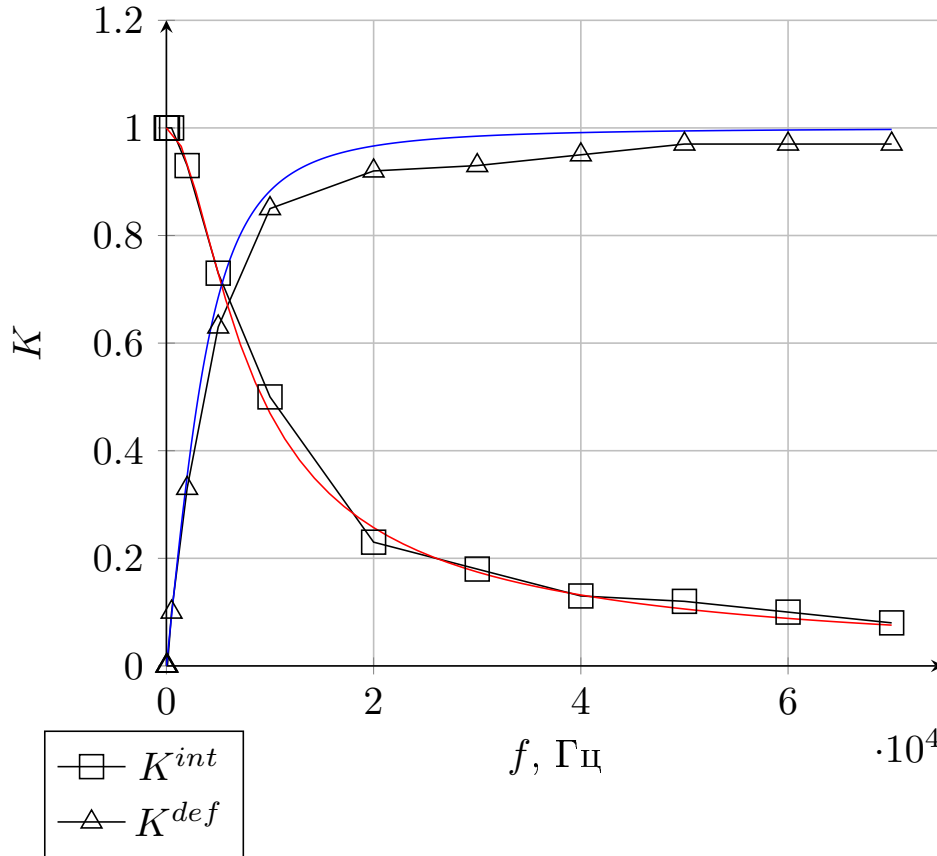
$$K_6(f) = \frac{1}{\sqrt{(\Omega\tau)^{-2} + 1}}$$

$$C = 0.01 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

где $\tau = RC = 3.0 \cdot 10^{-5} \text{ с}$ — постоянная времени RC-цепочки

Таблица 4: АЧХ интегрирующей и дифференцирующей RC-цепочек

f , Гц	A_{in} , дел	A_{out}^{int} , дел	A_{out}^{def} , дел	K^{int}	K^{def}
3.0	3.8	3.8	0	1	0
10	5.8	5.8	0	1	0
60	6.0	6.0	0	1	0
100	6.0	6.0	0	1	0
500	6.0	6.0	0.6	1	0.1
$2 \cdot 10^3$	6.0	5.6	2.0	0.93	0.33
$5 \cdot 10^3$	6.0	4.4	3.8	0.73	0.63
$10 \cdot 10^3$	6.0	3.0	5.1	0.50	0.85
$20 \cdot 10^3$	6.0	1.4	5.5	0.23	0.92
$30 \cdot 10^3$	6.0	1.1	5.6	0.18	0.93
$40 \cdot 10^3$	6.0	0.8	5.7	0.13	0.95
$50 \cdot 10^3$	6.0	0.7	5.8	0.12	0.97
$60 \cdot 10^3$	6.0	0.6	5.8	0.10	0.97
$70 \cdot 10^3$	6.0	0.5	5.8	0.08	0.97



Вывод: в этой работе мы научились работать с электронным осциллографом в различных диапазонах измерений и режимах развертки, изучили методы его применения и нашли, в каких диапазонах входных данных его показаниям можно верить. Мы наблюдали фигуры Лиссажу.