

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»

Кафедра: "Радиотехника"

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №4

ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ, ПЕРИОДА И ФАЗЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
СИГНАЛОВ.

Преподаватель _____ Пудовкин А.П.

Студент _____ Липатников М.С

Группа БРТ-211

Тамбов 2023

Лабораторная работа №4
 «ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ, ПЕРИОДА И ФАЗЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
 СИГНАЛОВ.»

Цель работы - ознакомление с методами и средствами измерений частоты, фазового сдвига, временных интервалов и с методикой оценки погрешности результатов измерений.

Задание

1. Измерить частоту периодического сигнала с помощью цифрового частотометра при различных положениях переключателя «время измерения». Оценить погрешность результатов измерения.
2. Измерить период того же сигнала с помощью цифрового частотометра при различных положениях переключателя «метки времени». Оценить погрешность результатов измерения.
3. Измерить частоту и период того же сигнала с помощью электронного осциллографа. Оценить погрешность результатов измерения.
4. Измерить фазовый сдвиг между напряжениями на входе и выходе фазосдвигающего устройства с помощью электронно-лучевого осциллографа. Оценить погрешность результатов измерения.
5. Измерить фазо-частотную характеристику полосового фильтра.

					ТГТУ 11.03.01.010			
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата				
Разраб.		Хрипченко А.Е.			«ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ ПЕРИОДА И ФАЗЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ»	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Пудовкин А.П.					2	
Реценз.								
Н. Контр.								
Утверд.						Кафедра РТ. Гр.БРТ-201		

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Перед началом выполнения работы ознакомится со стендами, представленными на рис. 4.3 и 4.4.

4.1. Измерить частоту периодического сигнала с помощью цифрового частотомера при различных положениях переключателя «время измерения». Оценить погрешность результатов измерения.

4.1.1. Установить на выходе генератора сигнал с параметрами: частота f_T порядка 1000 кГц, среднеквадратическое значение напряжения порядка 0,5 В.
Подготовить частотомер к режиму измерения частоты.

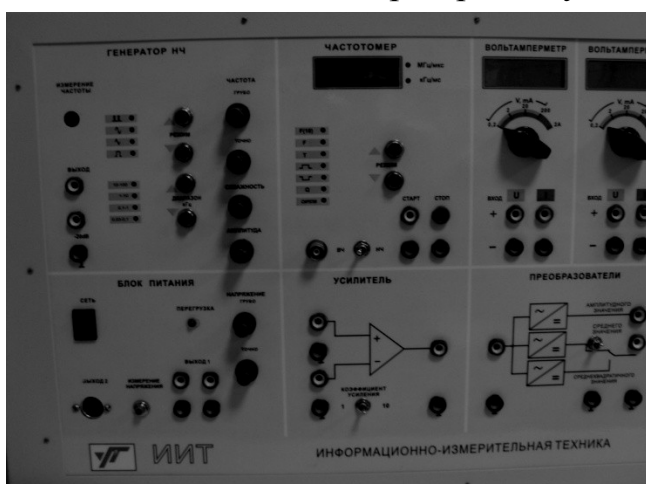


Рис.4.3

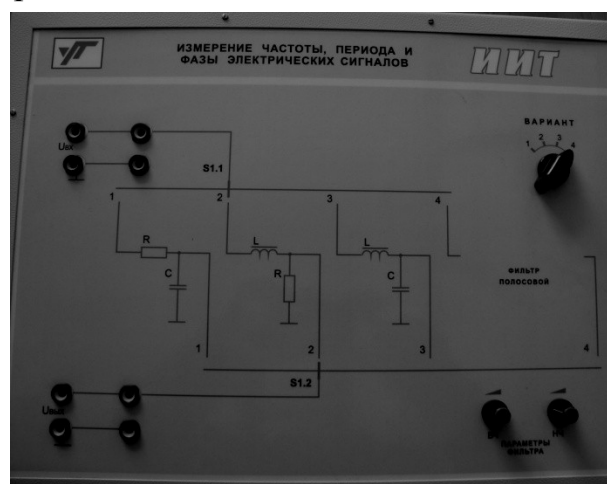


Рис. 4.4

4.1. Измерить частоту периодического сигнала с помощью цифрового частотомера при различных положениях переключателя «время измерения». Оценить погрешность результатов измерения.

4.1.1. Установить на выходе генератора сигнал с параметрами: частота f_T порядка 1000 кГц, среднеквадратическое значение напряжения порядка 0,5 В.
Подготовить частотомер к режиму измерения частоты.

4.1.2. Измерить частоту сигнала на выходе генератора при различных положениях переключателя "Время счета", указанных в таблице по форме 1. Записать показания $f_{нок}$ частотомера.

4.1.3. Рассчитать число N_f по формуле (4.2).

$$N_f = f_{нок} \cdot \tau_{сч}$$

4.1.4. Рассчитать δ_f по формуле (4.3).

$$\delta_f \pm 100 / (t_{И} f_{И}),$$

4.1.5. Рассчитать ε_f по формуле (4.4).

$$\varepsilon_f = \pm \delta_f \cdot f_{\text{нок}}$$

4.1.6. Вычислить частоту f по формуле (4.9).

$$f_{\text{нок}} - \varepsilon_f \leq f \leq f_{\text{нок}} + \varepsilon_f$$

4.1.7. Повторить действия по п.п. 4.1.1 ... 4.1.6, последовательно устанавливая на выходе генератора частоты 100 и 0,02 кГц.

1)

1000 кГц, среднеквадратическое значение напряжения 0,5 В

Time/Div	0.1	1	10
$f_{\text{изм}}$, кГц	999,5	999,6	999,7
Δ , кГц	0,5	0,4	0,3
∂ , %	0,05	0,04	0,03

2)

100 кГц, среднеквадратическое значение напряжения 0,5 В

Time/Div	0.1	1	10
$f_{\text{изм}}$, кГц	100,32	100,33	100,32
Δ , кГц	0,32	0,33	0,32
∂ , %	0,3	0,32	0,31

3)

0,02 кГц, среднеквадратическое значение напряжения 0,5 В

Time/Div	0,1	1	10
$f_{\text{изм}}$, Гц	20,05	20,03	20,02
Δ , кГц	0,05	0,03	0,02
∂ , %	0,2	0,1	0,09

f , кГц	N_f При $\tau=0,1$	N_f При $\tau=1$	N_f При $\tau=10$	δ_f При $\tau=0,1$	δ_f При $\tau=1$	δ_f При $\tau=10$
1000	99,95	999,6	9997	$\pm 0,01$	$\pm 0,0001$	$\pm 0,00001$
100	10,32	100,32	1003,2	$\pm 0,1$	$\pm 0,01$	$\pm 0,001$
0,02	0,002	0,02	0,2	± 50	± 5	$\pm 0,5$

f, кГц	ε_f Гц При $\tau=0,1$	ε_f Гц При $\tau=1$	ε_f Гц При $\tau=10$
1000	9,995	0,099	0,009
100	10,032	1,003	0,1
0,02	1	0,1	0,01

f ,кГц При $\tau=0,1$	f,кГц При $\tau=1$	f,кГц При $\tau=10$
999,491≤ 999,5≤999,509	999,599 ≤ 999,6≤999,7	999,699 ≤ 999,7≤999,7
100,31≤100,32≤100,33	100,319≤100,32≤100,321	100,319≤100,32≤100,320
0,019≤0,02≤0,021	0,0199≤0,02≤0,0201	0,01999≤0,02≤0,02001

$$f_{\text{пок}} - \varepsilon_f \leq f \leq f_{\text{пок}} + \varepsilon_f$$

4.2. Измерить период того же сигнала с помощью цифрового частотомера при различных положениях переключателя «метки времени». Оценить погрешность результатов измерения.

4.2.1. Установить на выходе генератора сигнал с параметрами: частота f_r порядка 0,02 кГц, среднееквадратическое значение напряжения порядка 0,5 В. Подготовить частотомер к режиму измерения периода. Подать сигнал с выхода генератора на соответствующий вход частотомера.

4.2.2. Установить переключать "Множитель периода n " в положение 1, "Метки времени" $T_{\text{такт}}$ в положение 0,01 мкс. Снять показания $T_{\text{пок}}$ частотомера.

4.2.3. Рассчитать число N_T по формуле (4.6).

$$N_T = T_{\text{пок}} / T_M.$$

4.2.4. Рассчитать δ_T по формуле (4.7).

$$\delta_T = \pm 100 / (T_X f_0),$$

4.2.5. Рассчитать $\pm \varepsilon_T$ по формуле (4.8).

$$\varepsilon_T = \pm \delta_T \cdot T_{\text{пок}}.$$

4.2.6. Вычислить период T по формуле (4.10).

$$T_{\text{пок}} - \varepsilon_T \leq T \leq T_{\text{пок}} + \varepsilon_T.$$

4.2.7. Повторить действия по п.п. 4.2.2 ... 4.2.6 для частоты f_r генератора порядка 100 кГц.

1)

100 кГц, среднееквадратическое значение напряжения 0,5В

$T \approx 10 \mu\text{с}$

Time/Div	0,1	1	10
$T_{\text{пок}}, \mu\text{с}$	9,99	9,99	9,993
$\Delta, \mu\text{с}$	0,01	0,01	0,07
$\delta, \%$	1%	1%	7%

2)

0,02 кГц, среднееквадратическое значение напряжения 0,5В

$T \approx 50 \text{мс}$

Time/Div	0,1	1	10
$T_{\text{пок}}, \text{мс}$	49,9	50	49,26
$\Delta, \text{мс}$	0, 1	0	0,74
$\delta, \%$	2	0	1,5

f, кГц	N_T При $\tau=0,1$	N_T При $\tau=1$	N_T При $\tau=10$	$\delta_T, \%$ При $\tau=0,1$	$\delta_T, \%$ При $\tau=1$	$\delta_T, \%$ При $\tau=10$
100	99,9	9,99	0,99	± 10	± 1	$\pm 0,1$
0,02	499	50	4,93	$\pm 0,2$	$\pm 0,02$	$\pm 0,002$

f, кГц	ε_T мс При $\tau=0,1$	ε_T мс При $\tau=1$	ε_T мс При $\tau=10$
100	0,99	0,09	0,009
0,02	0,099	0,01	0,001

f, кГц	T, При $\tau=0,1$	T, При $\tau=1$	T, При $\tau=10$
100	$9 \leq 9,99 \leq 10,98, \mu\text{с}$	$9,9 \leq 9,99 \leq 10,08, \mu\text{с}$	$9,984 \leq 9,993 \leq 10,002, \mu\text{с}$
0,02	$49,801 \leq 49,9 \leq 49,999, \text{мс}$	$49,99 \leq 50 \leq 50,01, \text{мс}$	$49,259 \leq 49,26 \leq 49,261, \text{мс}$

4.3. Измерить частоту и период того же сигнала с помощью электронного осциллографа. Оценить погрешность результатов измерения.

4.3.1. Подать сигнал неизвестной частоты с выхода генератора лабораторного стенда на вход Y осциллографа; установить переключатель

развертки **Время/дел** в такое положение, при котором на экране видны 5 - 8 периодов сигнала.

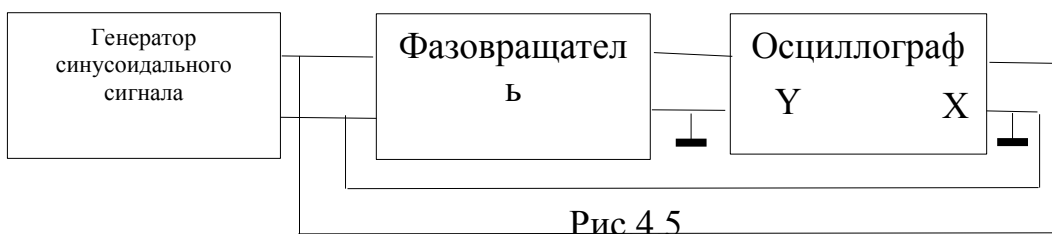
4.3.2. Измерить отрезок l , дел, в котором укладывается целое число N периодов сигнала, и вычислить его частоту $f_c = \frac{N}{l \cdot k_p}$. Оценить погрешность таких измерений и записать полученный результат измерения частоты с учетом этой погрешности.

$$f_H = 250 \text{ кГц} \quad T = 4 \text{ мкс} \quad f_z = 248,8 \text{ кГц}$$

	Δ абсолютная	Относительная $\delta, \%$	Приведенная $\gamma, \%$
f , кГц	1,2кГц	0,4	0,48
T	0,02мкс	0,5	0,49

4.4. Измерить фазовый сдвиг между напряжениями на входе и выходе фазосдвигающего устройства с помощью электронно-лучевого осциллографа. Фазовый сдвиг измерить на примере прохождения синусоидального сигнала через RL и RC -цепочки. Оценить погрешность результатов измерения.

4.4.1. Собрать схему согласно рис.4.5. Установить частоту сигнала генератора в диапазоне 1 - 2 кГц.



4.4.2. Регулируя напряжение на выходе генератора, коэффициенты усиления каналов X и Y получить на экране осциллограмму в виде эллипса, размеры которого находятся в пределах $2/3$ размеров экрана, а оси ориентированы по диагоналям экрана (рис.4.6).

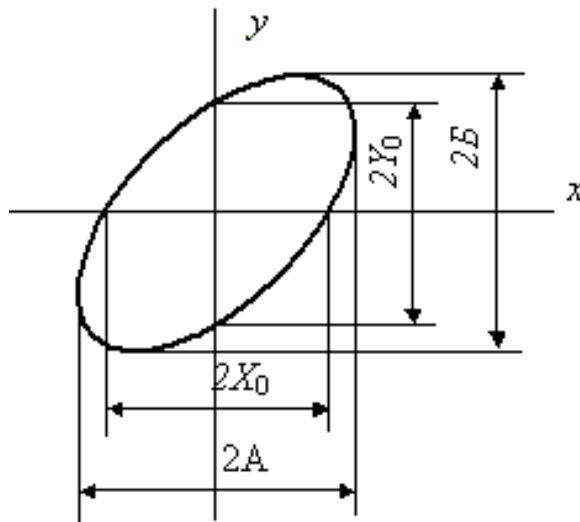


Рис. 4.6

4.4.3. Измерить длину отрезков $2A$, $2X_0$, и $2B$, $2Y_0$ в делениях шкалы осциллографа. Вычислить значение фазового сдвига, вносимого четырехполюсником:

$$\phi = \arcsin \frac{2Y_0}{2B}; \quad \phi = \arcsin \frac{2X_0}{2A} \quad (4.19)$$

	$2A$	$2X_0$	$2B$	$2Y_0$	$\phi = \arcsin \frac{2Y_0}{2B}$	$\phi = \arcsin \frac{2X_0}{2A}$
RC	8	5,6	5,2	3,7	45°	$44,4^\circ$
RL	9,8	6,4	6,2	4	40°	$40,5^\circ$
LC	1,4	0,8	4,8	3,6	48°	35°

4.4.4. Сравнить полученные значения. Они могут различаться вследствие погрешности измерения указанных отрезков. Оценить эту погрешность и погрешность измерения фазового сдвига. Записать результат измерения вместе с оценкой погрешности, используя правила представления результатов измерений.

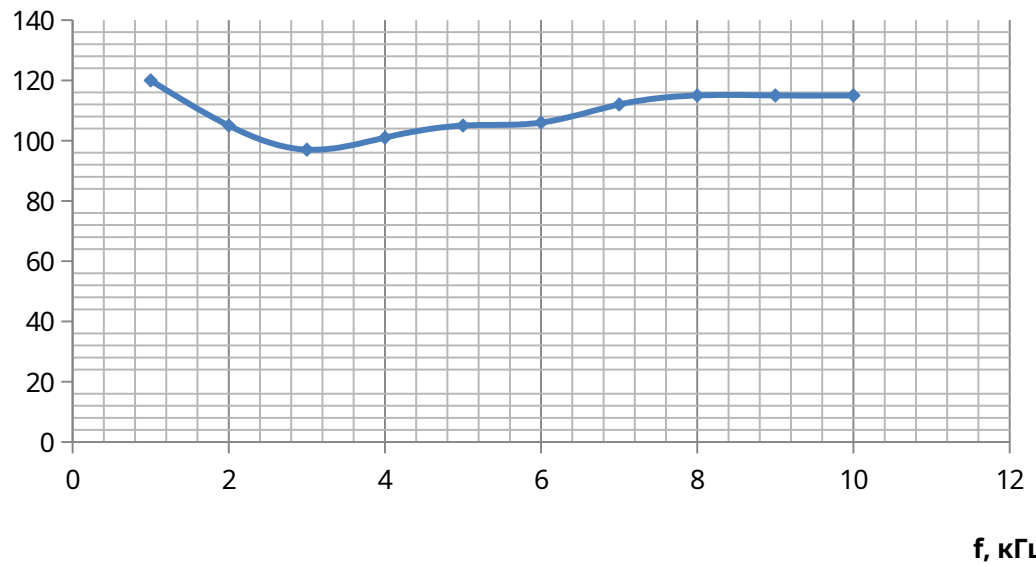
4.5. Измерить фазо-частотную характеристику полосового фильтра.

4.5.1. Снять по осциллографу и частотомеру фазо-частотную характеристику для 10-15 значений частот.

f, кГц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\omega, ^\circ$	120	105	97	101	105	106	112	115	115	115

$\omega, ^\circ$

ФЧХ Полосового фильтра



Вывод: при выполнении лабораторной работы мы ознакомились с методами и средствами измерений частоты, фазового сдвига, временных интервалов и с методикой оценки погрешности результатов измерений.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТГТУ 11.03.01.010

Лист