

## Цель работы:

Изучение принципов построения схем мультивибраторов на основе ОУ, исследование режимов работы.

## Перечень приборов, использованных в экспериментах:

Источник постоянного тока; Конденсатор; Резистор; Потенциометр; 4-хканальный осциллограф; Частотмер; Соединительный провод; Операционные усилитель LM741AH/883; Диод 1N4001;

## Ход работы:

### Задание 1.

Вариант	R1, R2, R4, кОм	C1, мкФ
19	40	0,056

Собрать на рабочем поле среды Multisim схему для испытания работы для испытания симметричного автоколебательного мультивибратора на ОУ.

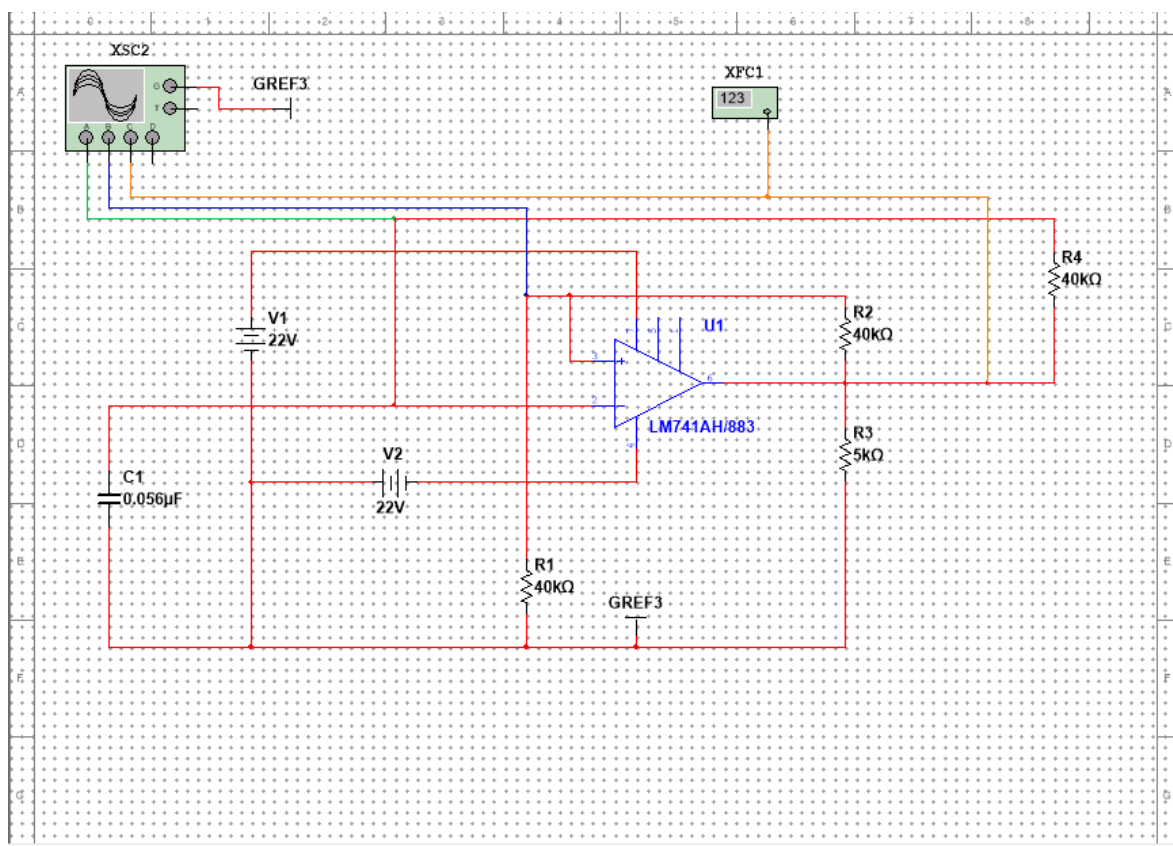


Рисунок 1. Схема исследования симметричного мультивибратора на ОУ

Проверим измерения параметров выходного напряжения  $U_{\text{нас}} (+)$ ,  $U_{\text{нас}} (-)$ ,  $U_2 (+)$ ,  $U_2 (-)$ ,  $t_{i1}$ ,  $t_{i2}$ , периода  $T$  и частоты  $f$  колебаний напряжения на выходе и сравним

измеренные временные параметры с расчётными величинами. Параметры представлены в таблице 1.

Таблица 1

	$U_{\text{нас}}^+, \text{В}$	$U_{\text{нас}}^-, \text{В}$	$U_2^+, \text{В}$	$U_2^-, \text{В}$	$t_{u1}, \text{мс}$	$t_{u2}, \text{мс}$	$T, \text{мс}$	$f, \text{Гц}$
Измер.	20,8	-20,8	10,4	-10,4	2,85	2,84	5,73	174,3
Расч.	22	-22	11	-11	2,46	2,46	4,92	203,2

Расчеты:

$$\begin{aligned}
 U_{\text{нас}}^+ &\approx E_1 = 22 \text{ В} \\
 U_{\text{нас}}^- &\approx -E_2 = -22 \text{ В} \\
 U_2^+ &= U_{\text{нас}}^+ * \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 22 * 0.5 = 11 \text{ В} \\
 U_2^- &= U_{\text{нас}}^- * \frac{R_2}{R_1 + R_2} = -22 * 0.5 = -11 \text{ В} \\
 T &= 2R_4C_1 \ln \left( 2\frac{R_2}{R_1} + 1 \right) = 2 * 40000 * 0.056 * 10^{-6} \ln(3) \approx 0,00492 \text{ с} \approx 4,92 \text{ мс} \\
 t_{u1} &\approx t_{u2} \approx 0.5T = 2,46 \text{ мс} \\
 f &= \frac{1}{T} \approx 203,2 \text{ Гц}
 \end{aligned}$$

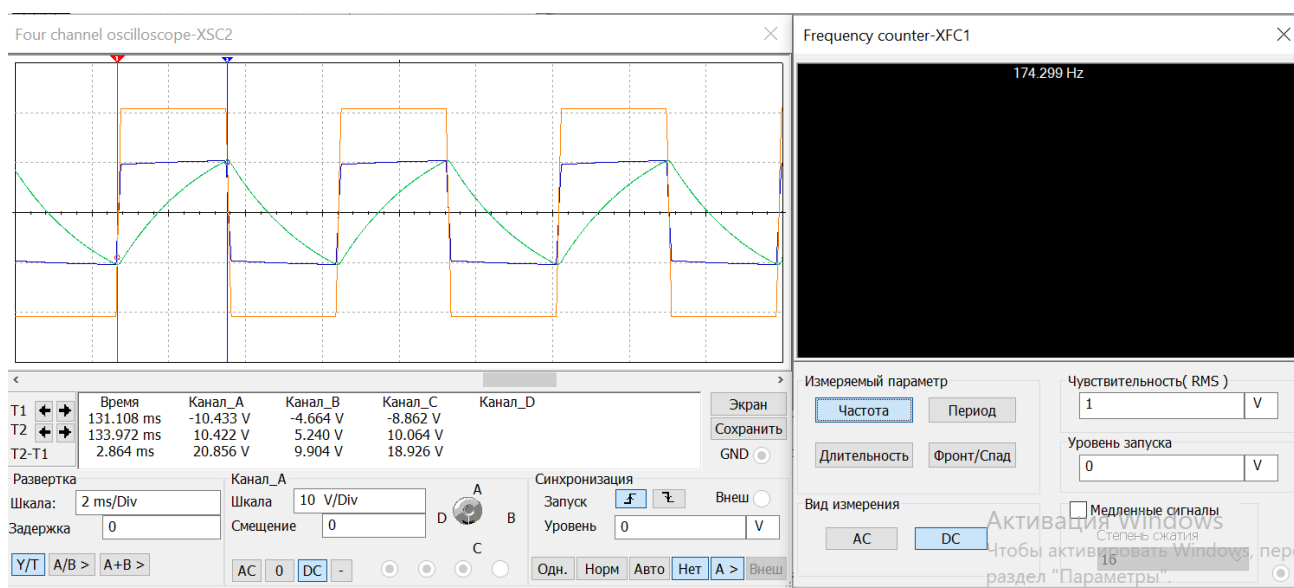


Рисунок 2. Осциллограф и частотмер

## Задание 2.

Собрать на рабочем поле среды Multisim схему для испытания несимметричного автоколебательного мультивибратора на ОУ.

Вариант	$C1, \text{мкФ}$	$R1, R2, R4, \text{кОм}$	$R5, \text{кОм}$
19	0,068	40	80

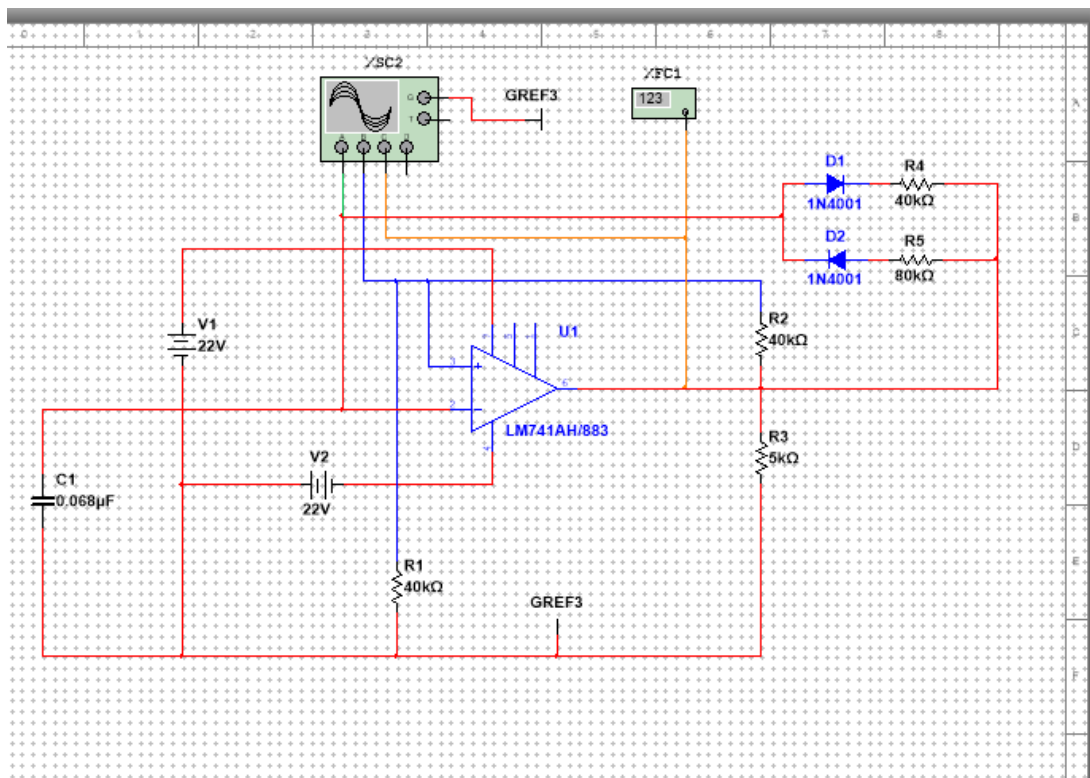


Рисунок 3.

Схема исследования несимметричного мультивибратора на ОУ

Проверим измерения параметров выходного напряжения  $U_{\text{нас}} (+)$ ,  $U_{\text{нас}} (-)$ ,  $U_2 (+)$ ,  $U_2 (-)$ ,  $t_{u1}$ ,  $t_{u2}$ , периода  $T$  и частоты  $f$  колебаний напряжения на выходе и сравним измеренные временные параметры с расчётными величинами. Параметры представлены в таблице 2.

Таблица 2

	$U_{\text{нас}}^+, \text{В}$	$U_{\text{нас}}^-, \text{В}$	$U_2^+, \text{В}$	$U_2^-, \text{В}$	$t_{u1}, \text{мс}$	$t_{u2}, \text{мс}$	$T, \text{мс}$	$f, \text{Гц}$
Измер.	20,80	-20,80	10,4	-10,4	5,86	3,1	8,96	112,2
Расч.	22	-22	11	-11	5,98	2,99	8,97	11,48

Расчеты:

$$\begin{aligned}
 U_{\text{нас}}^+ &\approx E_1 = 22 \text{ В}, \\
 U_{\text{нас}}^- &\approx -E_2 = -22 \text{ В} \\
 U_2^+ &= U_{\text{нас}}^+ * \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 22 * 0.5 = 11 \text{ В} \\
 U_2^- &= U_{\text{нас}}^- * \frac{R_2}{R_1 + R_2} = -22 * 0.5 = -11 \text{ В} \\
 t_{u1} &= R_5 C_1 \ln \left( 2 \frac{R_2}{R_1} + 1 \right) = 80000 * 0.068 * 10^{-6} * \ln (2 + 1) \approx 0,00598 \text{ с} \approx 5,98 \text{ мс} \\
 t_{u2} &= R_4 C_1 \ln \left( 2 \frac{R_2}{R_1} + 1 \right) = 40000 * 0.068 * 10^{-6} * \ln (2 + 1) \approx 0,00299 \text{ с} \approx 2,99 \text{ мс} \\
 T &= t_{u1} + t_{u2} = 8,47 + 4,23 = 8,97 \text{ мс} \\
 f &= \frac{1}{T} \approx 111,48 \text{ Гц}
 \end{aligned}$$

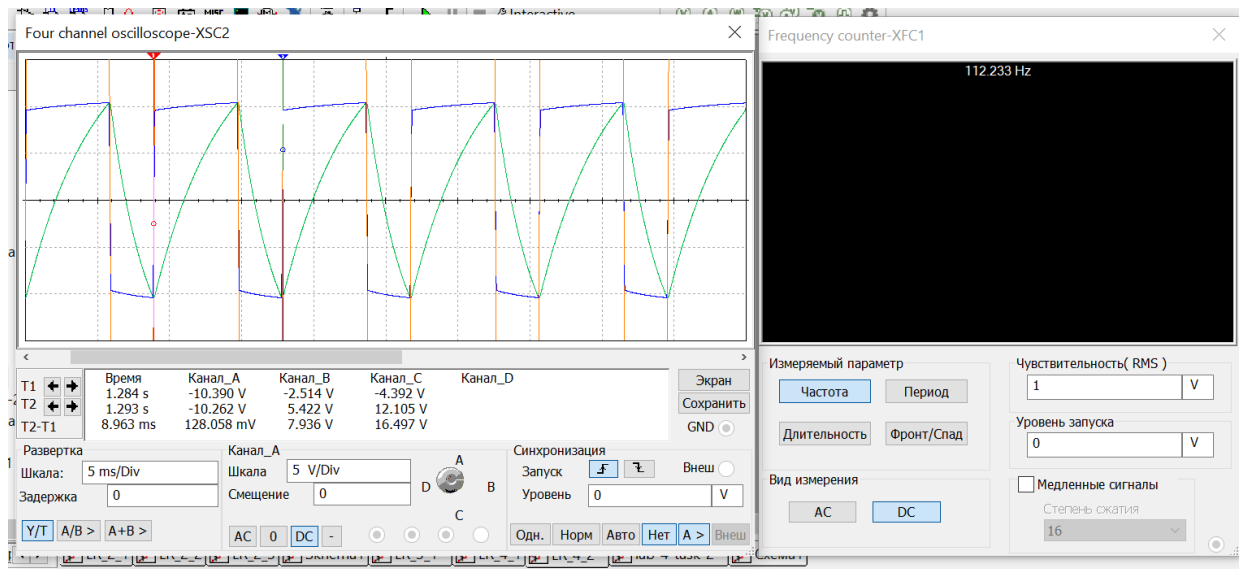


Рисунок 4. Осциллограф и частотер

### Задание 3.

Собрать на рабочем поле среды Multisim схему для испытания автоколебательного мультивибратора на ОУ, с изменяемой скважностью импульсов.

Вариант	C1, мкФ	R1, R2, кОм	R3, кОм	R4, R5, R6, кОм
19	0,068	47	4,7	24

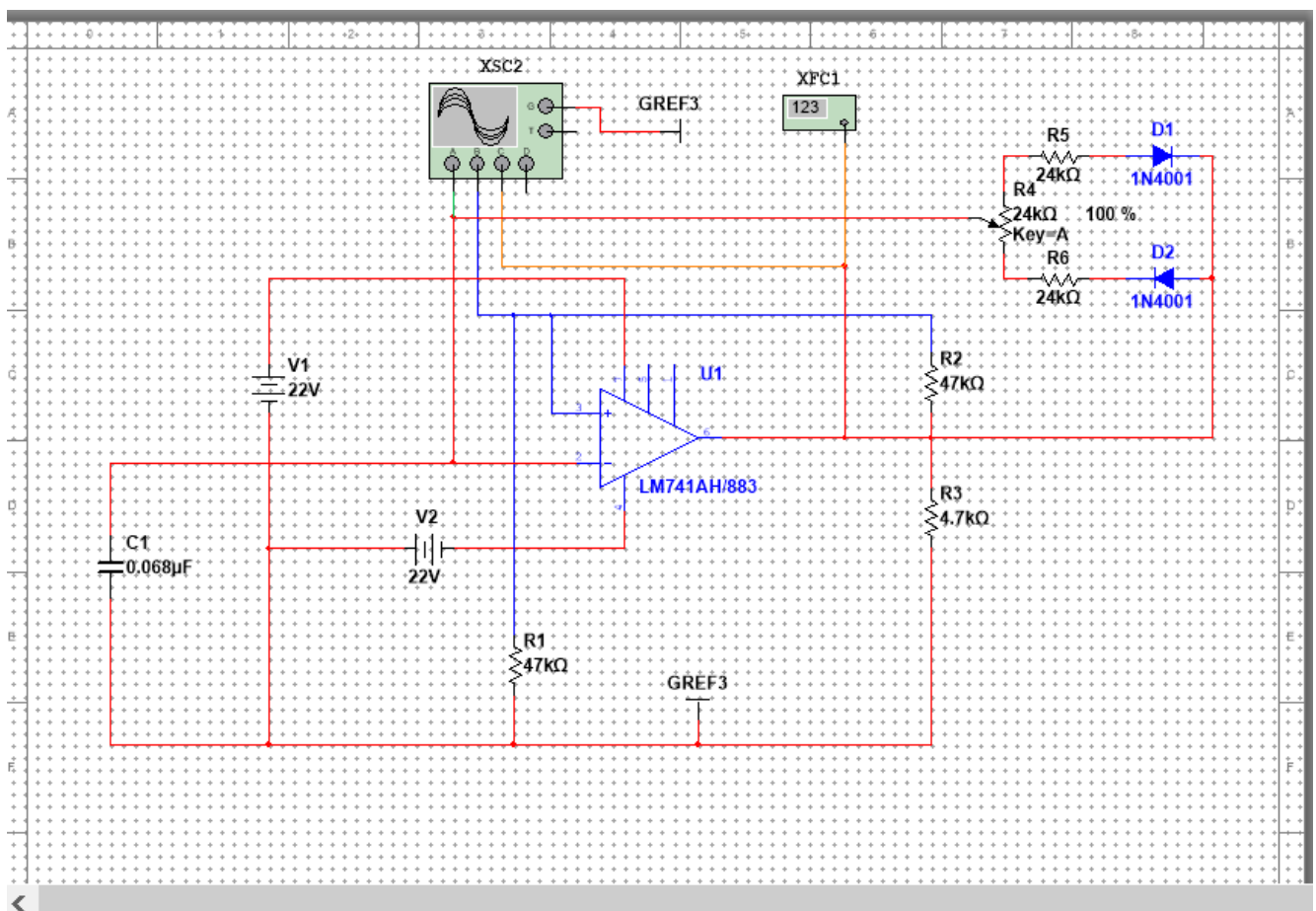


Рисунок 5. Схема исследования мультивибратора на ОУ с изменяемой скважностью импульсов

Проведем исследование влияния элементов схемы, влияющих на скважность импульсов, на примере изменения величины R4. Для этого необходимо изменять значение резистора R4 от 0% до 100%, через 20%. Далее, измерим параметры выходного напряжения:  $t_{i1}$ ,  $t_{i2}$ , периода T и частоты f колебаний напряжения на выходе и внесем в таблицу 3.

Таблица 3

	R4 0%	R4 20%	R4 40%	R4 60%	R4 80%	R4 100%
$t_{i1}$ , мс	1,94	2,35	2,68	2,91	3,25	3,63
$t_{i2}$ , мс	3,78	3,70	2,91	2,64	2,32	1,87
T, мс	5,7	5,68	5,67	5,6	5,56	5,50
f, Гц	180,727	180,444	180,304	180,391	180,486	180,8

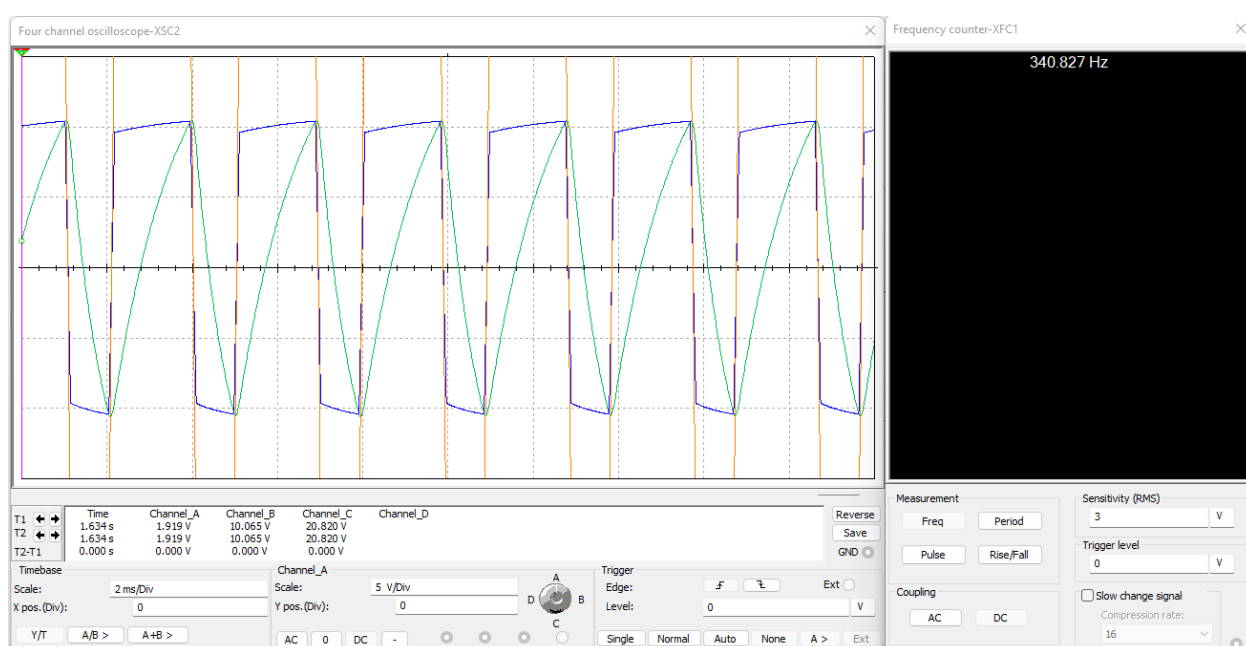
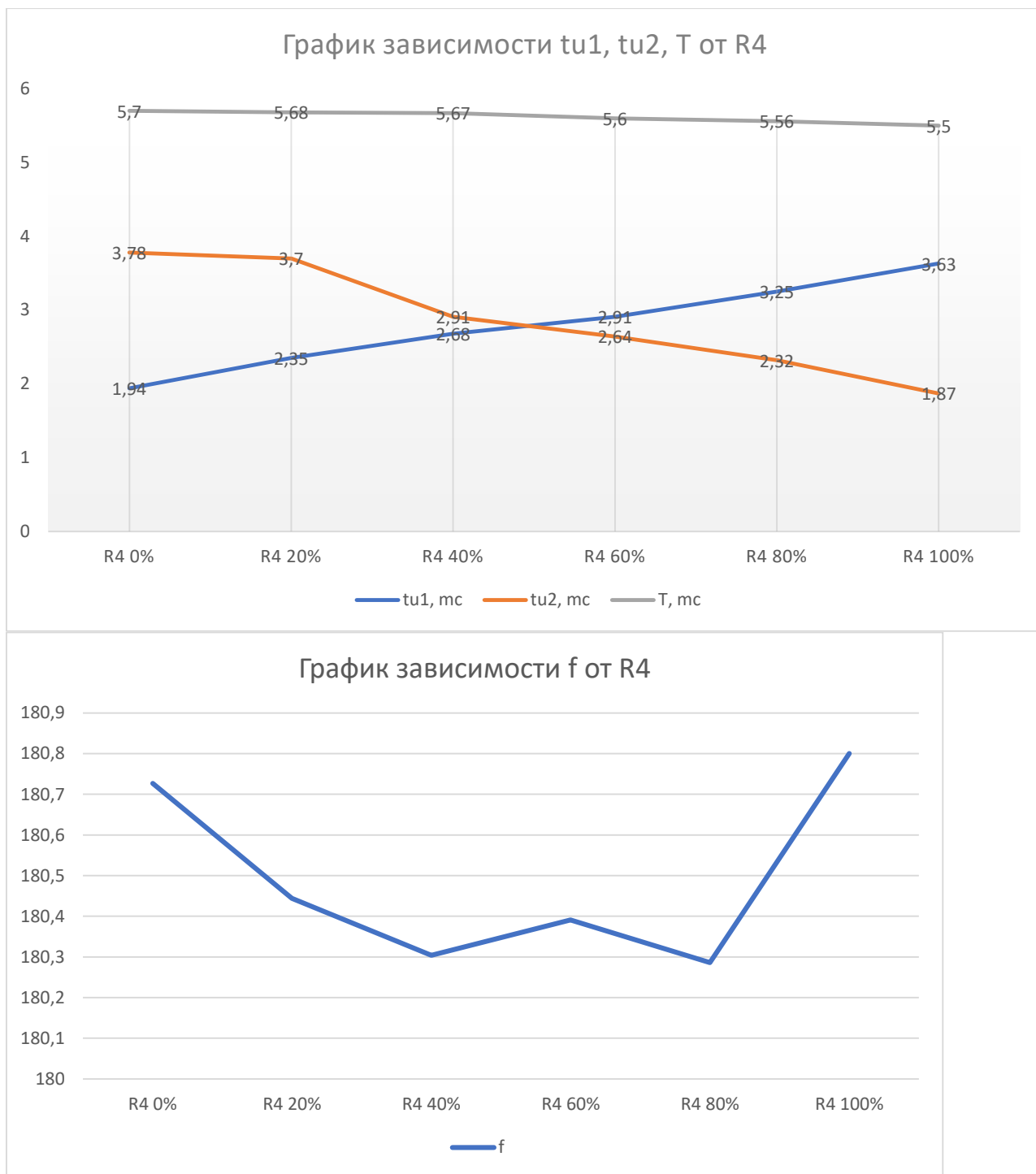


Рисунок 6. Осциллограф и частотмер

Начертить графики зависимостей  $t_{i1}$ ,  $t_{i2}$ , периода T и частоты f колебаний от значения резистора R4.

Рисунок 7. Общий вид графиков



*Рисунок 8. Увеличенная часть графика для иллюстрации зависимости*

#### **Задание 4.**

Собрать на рабочем поле среды Multisim схему для испытания автоколебательного мультивибратора на ОУ, с изменяемой частотой следования импульсов.

Вариант	$C_1$ , мкФ	$R_1, R_2$ , кОм	$R_3$ , кОм	$R_4, R_5$ , кОм
19	0,068	47	4,7	24

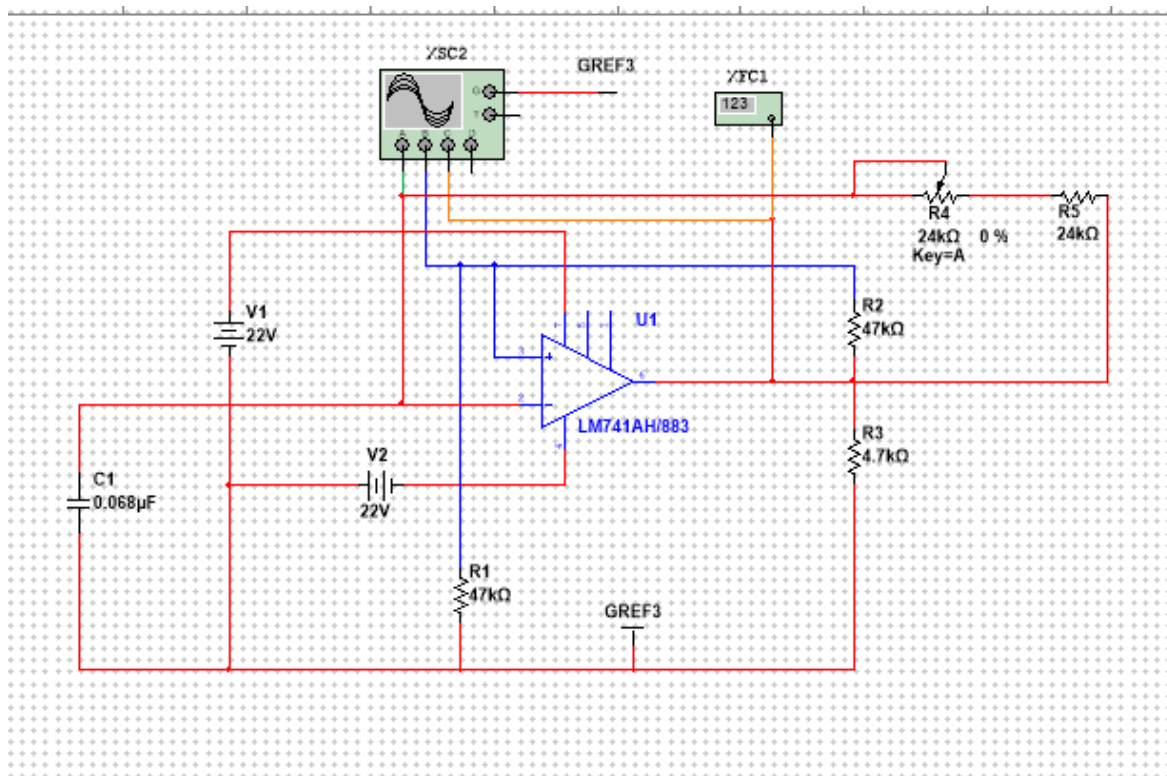


Рисунок 9. Схема исследования мультивибратора на ОУ с изменяемой частотой следования импульсов

Провести исследование влияния элементов схемы, влияющих на частоту следования импульсов. Для этого необходимо изменять значение резистора R4 от 0% до 100%, через 20%. Далее, измерим параметры выходного напряжения:  $t_{i1}$ ,  $t_{i2}$ , периода  $T$  и частоты  $f$  колебаний напряжения на выходе и внесите в таблицу 4.

Таблица 4

	R4 0%	R4 20%	R4 40%	R4 60%	R4 80%	R4 100%
$t_{i1}$ , мс	3,56	3,29	2,91	2,57	2,26	1,92
$t_{i2}$ , мс	3,54	3,13	2,84	2,53	2,23	1,87
$T$ , мс	7,13	6,45	5,82	5,14	4,46	3,73
$f$ , Гц	141,348	156,111	174,502	197,745	228,805	271,264

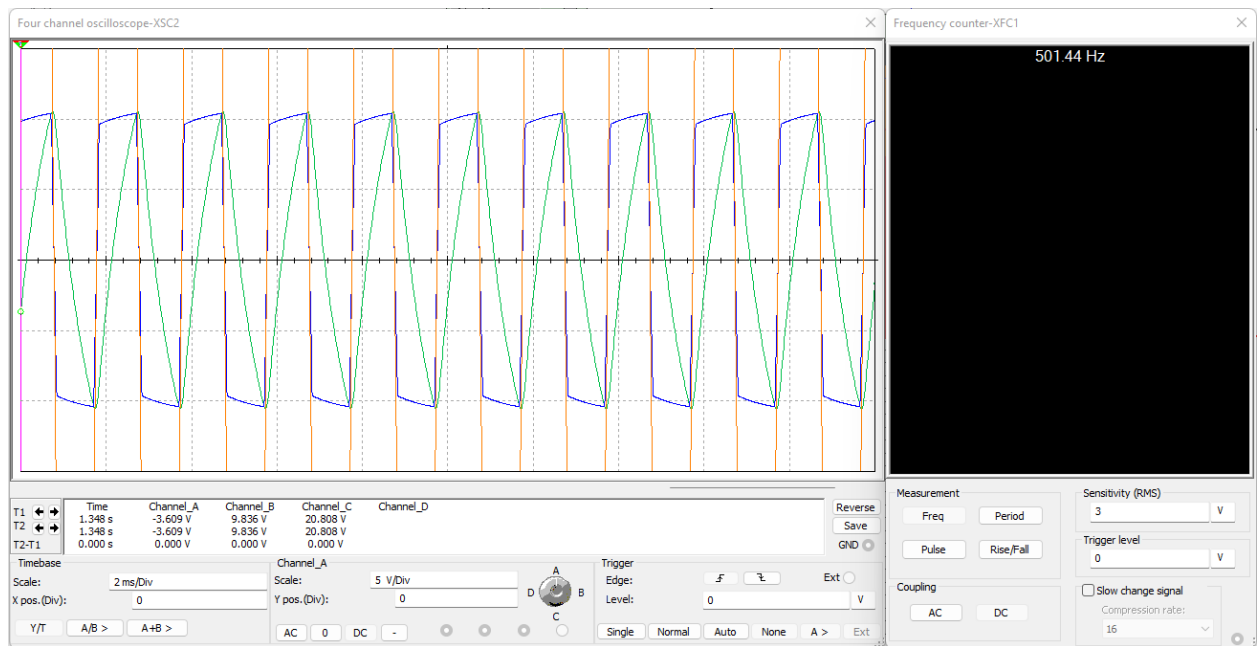


Рисунок 10. Осциллограф и частотер

Начертить графики зависимостей  $t_{u1}$ ,  $t_{u2}$ , периода  $T$  и частоты  $f$  колебаний от значения резистора  $R_4$ .

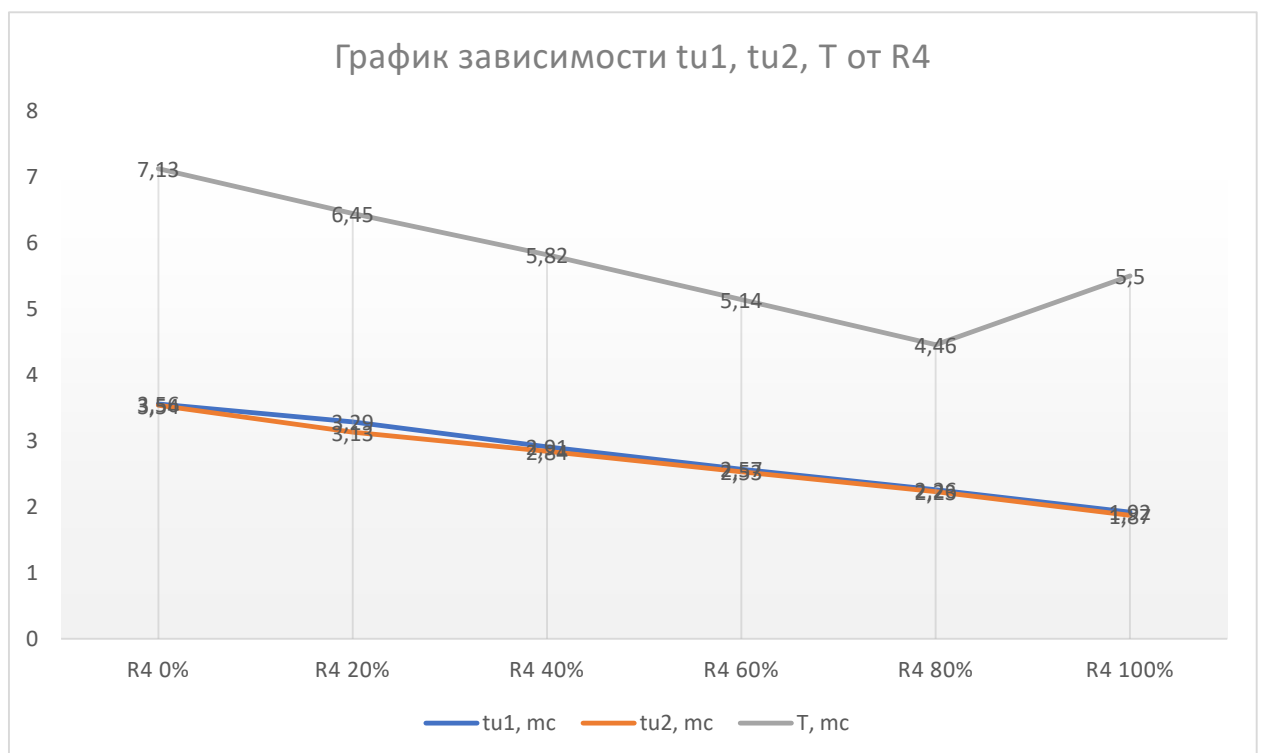
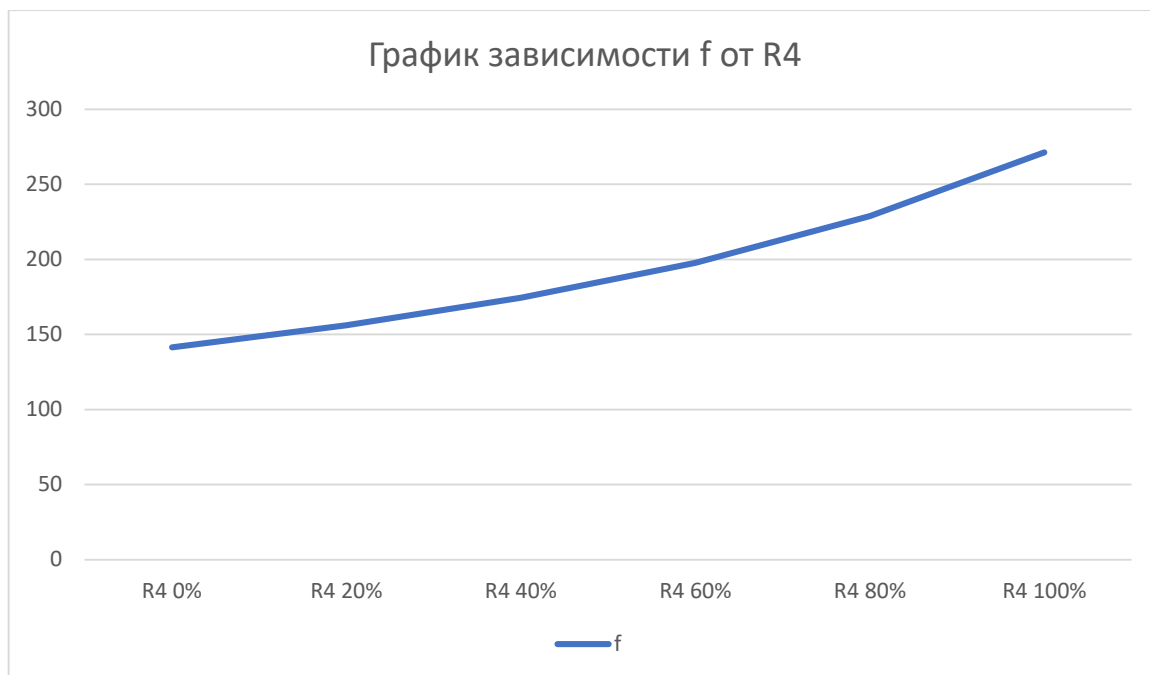


Рисунок 11. Общий вид графиков





*Рисунок 22. Увеличенная часть графика для иллюстрации зависимости*

### **Вывод:**

В результате выполнения четвертой лабораторной работы собрал и исследовал следующие схемы: схема симметричного автоколебательного мультивибратора на ОУ, схема несимметричного автоколебательного мультивибратора на ОУ, схема автоколебательного мультивибратора на ОУ, с изменяемой скважностью импульсов, а также схема автоколебательного мультивибратора на ОУ, с изменяемой частотой следования импульсов. Данные показывают, что для любого нестабильного мультивибратора на ОУ частота колебаний мало зависит от питающего напряжения, а высокая частотная стабильность характерна для симметричного мультивибратора.