

Лабораторные работы можно выполнять на ЛЮБОМ программном симуляторе, которым вы владеете. Классика это конечно Electronics WorkBench, но можно использовать и Multisim или другие, которыми вы владеете. Принцип у всех одинаковый. Лабораторные работы, которые я вам предоставляю, выполнены на Electronics WorkBench 5.2. Если вы используете какую-то другую версию, где скажем, в библиотеке нет определенного диода, можете брать другой, подобный, просто в описании к работе это указываете.

Ниже я привожу пример на примере (извиняюсь за тафталогию) лабораторной работы по транзисторному генератору. Свои пояснения по тексту выделила желтым цветом. **Мои пояснения** потом в работах своих **не оставляйте**, это просто, чтобы вам было понятнее.

Когда прикрепляете файл, **обязательно** подписывайте ФИО и работу.

ПРИМЕР: Иванов\_ЛР1, Иванов\_Практика1

Если я получаю 2 и более абсолютно одинаковые работы, то первую, которую открыла, оцениваю по-факту, остальным снижаю оценку либо отправляю на доработку.

Если какие-то возникают вопросы, пишите в личные сообщения.

## ПРИМЕР

### Лабораторная работа. Транзисторный генератор, мультивибратор.

(это работа, которую вы скачали с портала)

#### Описание лабораторной работы

Мультивибратор — релаксационный генератор электрических колебаний прямоугольного типа с крутыми фронтами.

В радиоэлектронике широко используются генераторы различных сигналов. Мы будем исследовать генератор импульсов на двух транзисторах. Если вход первого каскада усилителя соединить с выходом второго каскада усилителя, в вход второго каскада усилителя соединить с выходом первого, то получится простейший генератор сигналов - мультивибратор. Для эксперимента соберем схему, показанную на Рис. 1.

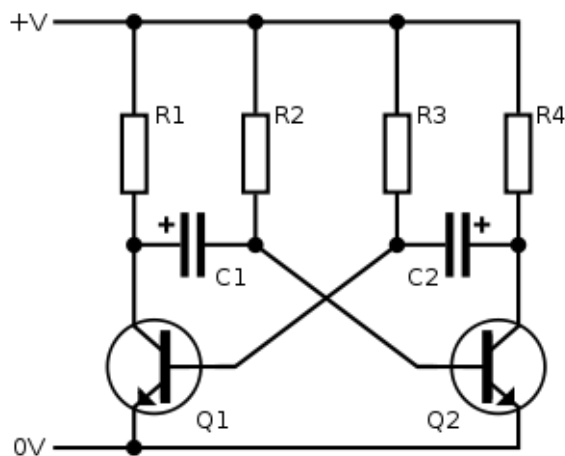
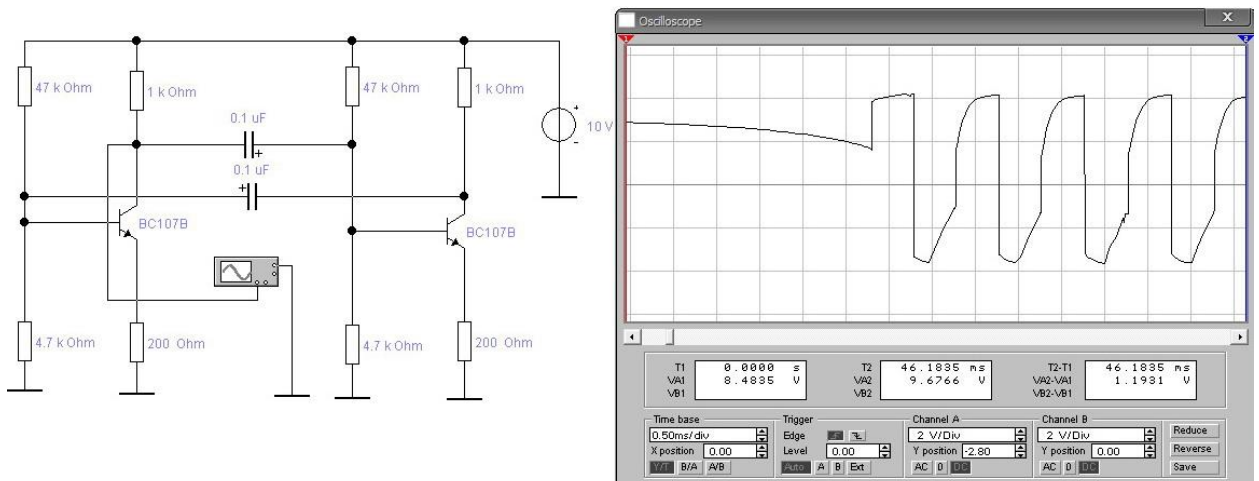
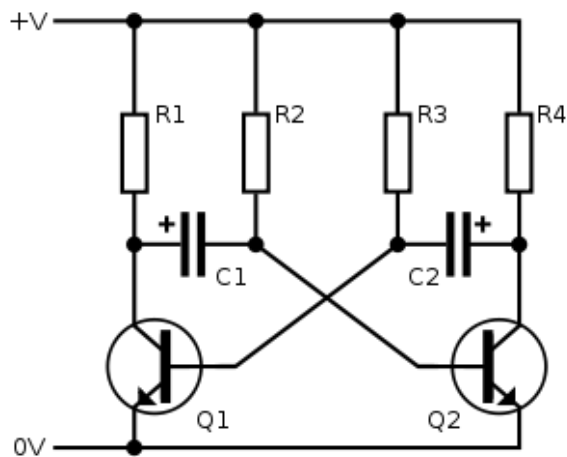


Рис. 1

Рис. 2

Частота колебаний такого генератора зависит от емкости конденсаторов  $C_1$  и  $C_2$  на рис. 1. Так как емкость конденсатора  $C_1$  равна  $C_2$ , то такой мультивибратор называется симметричным. Форма сигнала, которую мы получаем, исследуя мультивибратор, показана на Рис. 2.

#### Расчет частоты мультивибратора



Длительность одной из двух частей периода равна

$$t = \ln 2 \cdot RC$$

Длительность периода из двух частей равна:

$$T = t_1 + t_2 = \ln 2 \cdot R_2 C_1 + \ln 2 \cdot R_3 C_2$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\ln 2 \cdot (R_2 C_1 + R_3 C_2)} \approx \frac{1}{0.693 \cdot (R_2 C_1 + R_3 C_2)}$$

где

- $f$  частота в Гц.
- $R_2$  и  $R_3$  величины резисторов в Ом.
- $C_1$  и  $C_2$  величины конденсаторов в Фарадах.

- $T$  — длительность периода (В этом случае, сумма двух частей периода).

**В особом случае** когда

- $t_1 = t_2$  (50 % цикл)

- $R_2 = R_3$

- $C_1 = C_2$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\ln 2 \cdot 2RC} \approx \frac{0.721}{RC}$$

Задание на проведение лабораторной работы

---

1. Исследовать работу мультивибратора.

2. Рассчитать частоту генератора при различных значениях емкости частото задающих конденсаторов:  $C_1=C_2=0,1\text{mF}$ ,  $C_1=C_2=0,5\text{mF}$ ,  $C_1=C_2=1\text{mF}$ .

**Пример оформления**

**Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева**

**Дисциплина «Электроника»**

**ОТЧЕТ**

**по лабораторной работе**

**ТРАНЗИСТОРНЫЙ ГЕНЕРАТОР (МУЛЬТИВИБРАТОР)**

**Выполнил: студент группы 24-АУТ-1 Иванов И.И.**

**Проверил доцент ШИТиИИ**

**Русакова А.В.**

**Усть-Каменогорск, 2024 г**

## Лабораторная работа №X

### 1 Теоретическая часть

(с лекций не берем, в интернете масса информации. На теоретическую часть много писать не нужно, 1,5-2 стр)

Мультивибратор — релаксационный генератор электрических почти прямоугольных колебаний с короткими фронтами.

Мультивибратор является одним из самых распространённых генераторов импульсов прямоугольной формы, используемый в электронике и радиотехнике. Обычно представляет собой двухкаскадный резистивный усилитель, охваченный глубокой положительной обратной связью.

В электронной технике используются самые различные варианты схем мультивибраторов, которые различаются между собой схемотехникой, типом используемых активных компонентов (ламповые, транзисторные, тиристорные, микроэлектронные и другие), различающиеся режимом работы (автоколебательный, ждущие, с внешней синхронизацией), видом связи между усилительными элементами, способам регулировки длительности и частоты генерируемых импульсов и другими параметрами.

Существуют три типа мультивибраторов в зависимости от режима работы:

- нестабильный, автоколебательный или астабильный: устройство непрерывно генерирует колебания и самопроизвольно переходит из одного состояния в другое. При этом не обязателен внешний сигнал синхронизации, если не требуется захват частоты колебаний;
- моностабильный: одно из состояний является стабильным, но другое состояние неустойчиво (переходное). Мультивибратор на некоторое время, определяемое параметрами его компонентов, переходит в неустойчивое состояние под действием запускающего импульса. Затем возвращается в устойчивое состояние до прихода очередного запускающего импульса. Такие мультивибраторы используются для формирования импульса с фиксированной длительностью, не зависящей от длительности запускающего импульса. Такой тип мультивибраторов иногда, в литературе, называют одновибраторы или ждущие мультивибраторы.
- бистабильный: мультивибратор устойчив в любом из двух состояний и может быть переключён из одного состояния в другое подачей внешних импульсов. Такие устройства называют бистабильными триггерами, и такие триггеры иногда, не совсем корректно, называют «мультивибраторы», так как двусмысленно.

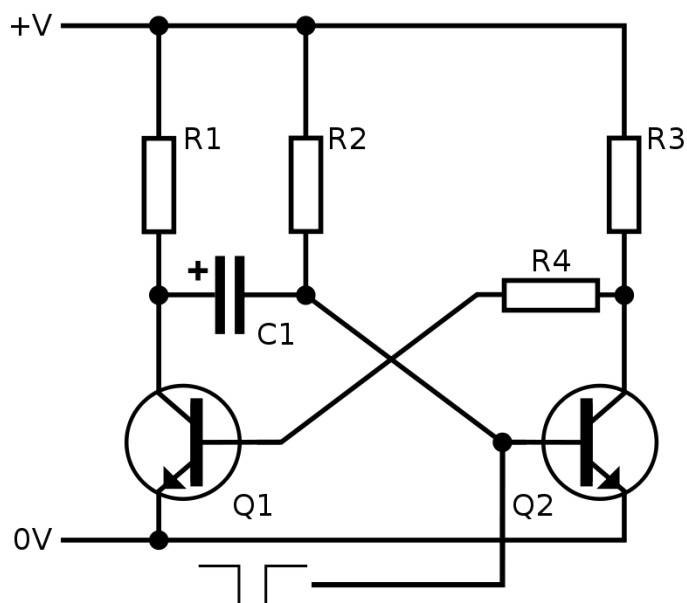


Рис1. Электрическая принципиальная схема моностабильного транзисторного мультивибратора

Принцип действия «классического» двухтранзисторного мультивибратора

Схема может находиться в одном из двух нестабильных состояний и периодически переходит из одного в другое и обратно. Фаза перехода очень короткая относительно длительности нахождения в состояниях благодаря глубокой положительной обратной связи, охватывающей два каскада усиления.

Пусть в состоянии 1 Q1 закрыт, Q2 открыт и насыщен, при этом C1 быстро заряжается током открытого базового перехода Q2 через R1 и Q2 почти до напряжения питания, после чего при полностью заряженном C1 через R1 ток прекращается, напряжение на C1 равно  $(\text{ток базы } Q2) \cdot R2$ , а на коллекторе Q1 — напряжению питания.

При этом напряжение на коллекторе Q2 невелико (равно падению напряжения на насыщенном транзисторе).

C2, заряженный ранее в предыдущем состоянии 2 (полярность по схеме), медленно разряжается через открытый Q2 и R3. При этом напряжение на базе Q1 отрицательно и этим напряжением он удерживается в закрытом состоянии. Запертое состояние Q1 сохраняется до того, пока C2 не перезарядится через R3 и напряжение на базе Q1 не достигнет порога его отпирания (около +0,6 В). При этом Q1 начинает приоткрываться, напряжение его коллектора снижается, что вызывает начало запираия Q2, напряжение коллектора Q2 начинает увеличиваться, что через конденсатор C2 ещё больше открывает Q1. В результате в схеме развивается лавинообразный регенеративный процесс, приводящий к тому, что Q1 переходит в открытое насыщенное состояние, а Q2 наоборот полностью запирается.

Далее колебательные процессы в схеме периодически повторяются.

Длительности нахождения транзисторов в закрытом состоянии определяются постоянными времени для Q2 —  $T_2 = C_1 \cdot R_2$ , для Q1 —  $T_1 = C_2 \cdot R_3$ .

Номиналы R1 и R4 выбираются намного меньше, чем R3 и R2, чтобы зарядка конденсаторов через R1 и R4 была быстрее, чем разрядка через R3 и R2. Чем больше будет время зарядки конденсаторов, тем положительней окажутся фронты импульсов. Но отношения R3/R1 и R2/R4 не должны быть больше, чем коэффициенты усиления соответствующих транзисторов, иначе транзисторы не будут открываться полностью.

## 2 Описание лабораторной работы

### Исследование работы мультивибратора

Вторая часть это непосредственно выполнение самой работы

1. Собираем схему мультивибратора, получаем сигнал.

Собираем схему, показанную на рис.2 лабораторной работы. Используем разные значения ёмкостей.

В симуляторе вы собираете точно такую же схему, как на рисунке и в итоге, должны получить точно такие же сигналы.

На рис 5 схема включена (есть сигнал (график)), на остальных нет. Необходимо делать скрин схемы во включенном состоянии!

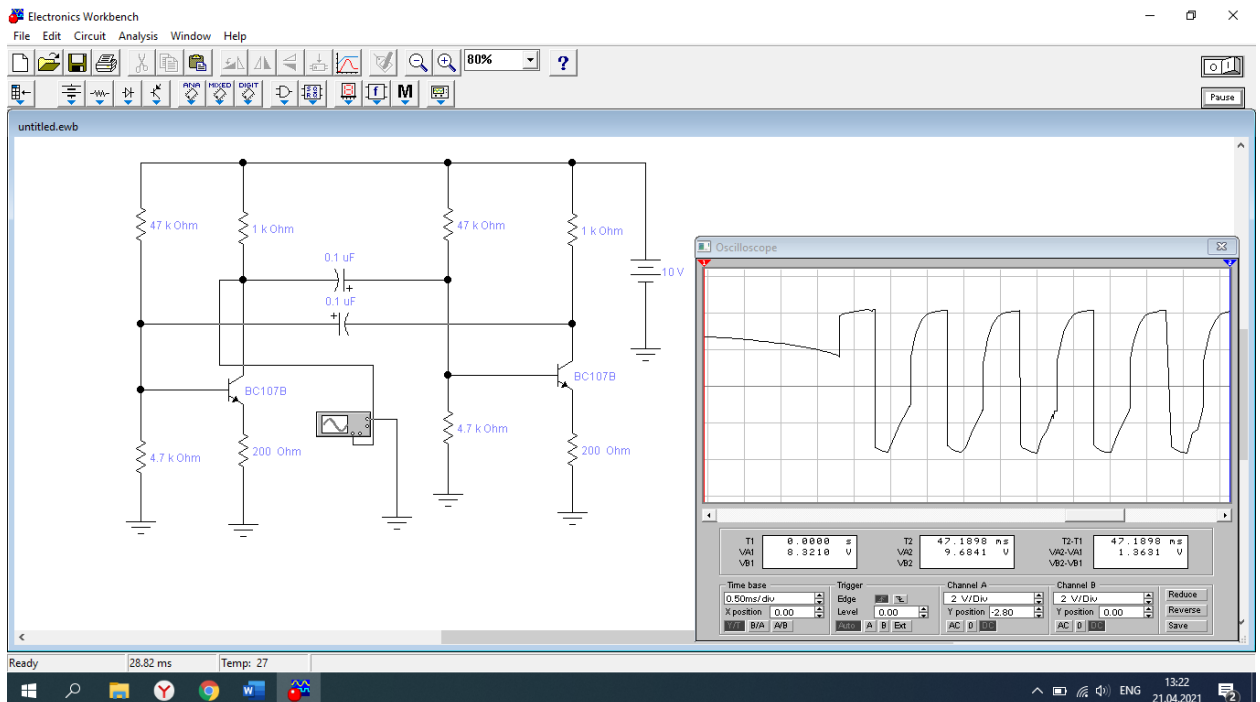


Рис. 5 - Исследование мультивибратора при  $C_1=C_2=0.1\mu\text{F}$



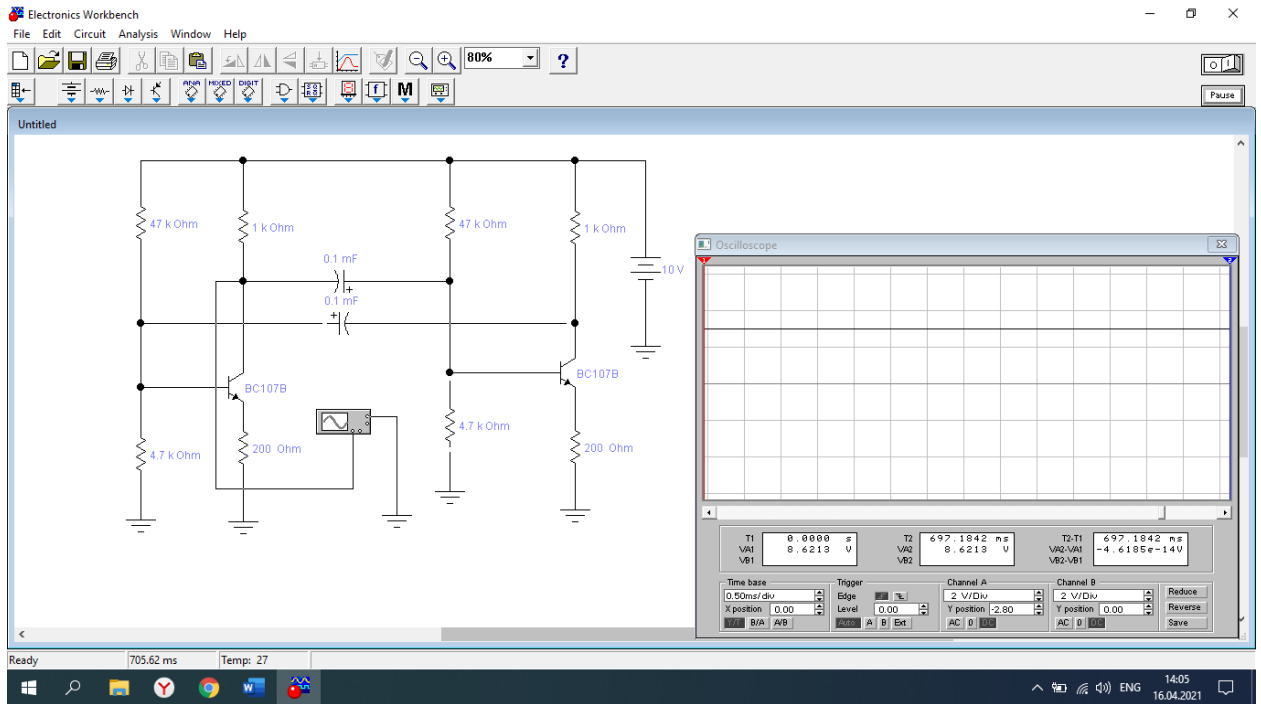


Рис. 6 - Исследование мультивибратора при  $C_1=C_2=0.5\text{mF}$

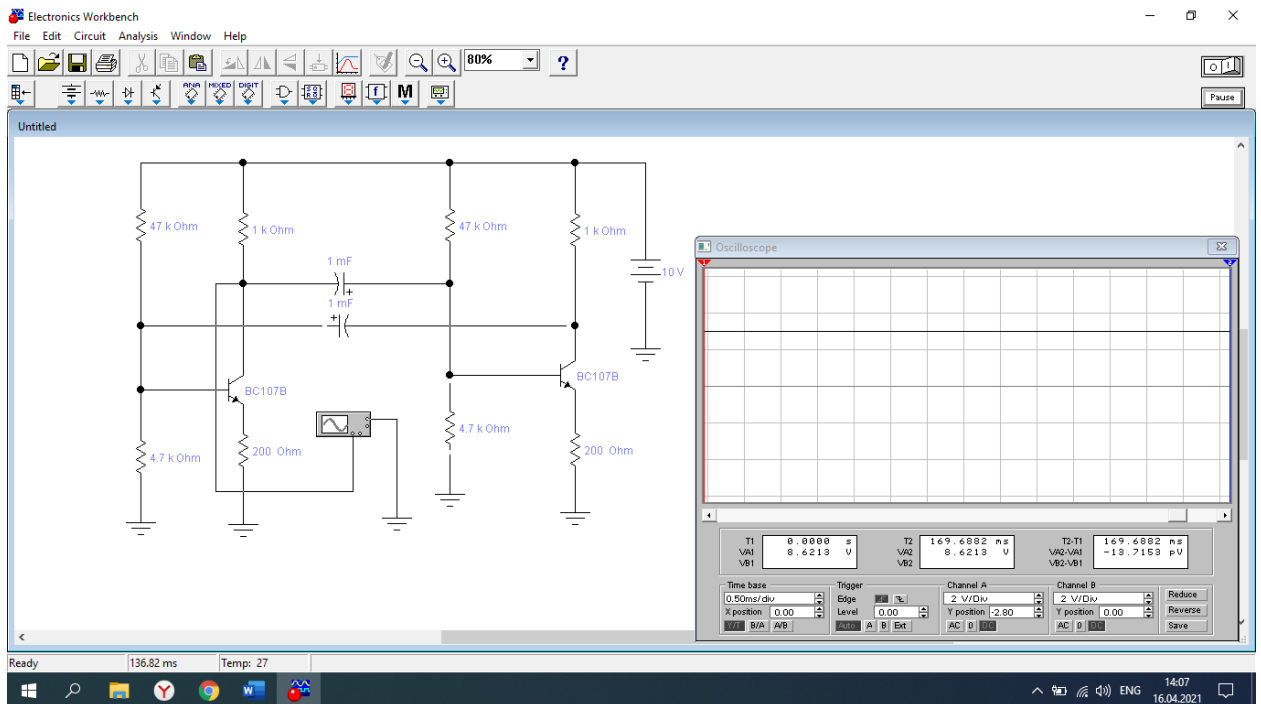



Рис. 7 Исследование мультивибратора при  $C_1=C_2=1\text{mF}$

Скриншот с программы, где собрана такая схема. Обратите внимание, что видна дата и время выполнения работы. (рис 5,6,7)

## 2. Расчет частоты мультивибратора.

По условию:  $C_1=C_2=0,1\text{mF}$ ,  $C_1=C_2=0,5\text{mF}$ ,  $C_1=C_2=1\text{mF}$

Из нашей схемы:  $R_1=R_3=47$  кОм,  $R_2=R_4=1$  кОм,

Далее записываем формулу из описания к лаб работе и подставляем свои данные. Все формулы записываем, используя редактор формул (  )

**2.1 Длительность одной из двух частей периода равна**  
прорешиваем все варианты

$$t = \ln 2 \cdot RC \quad (1)$$

$$1) \quad t_1 = \ln 2 \cdot R_2 C_1 = 0,69 \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} = 0,069 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$
$$t_2 = \ln 2 \cdot R_1 C_2 = 0,69 \cdot 47 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} = 3,243 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

$$2) \quad t_1 = \ln 2 \cdot R_2 C_1 = 0,69 \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 0,345 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$
$$t_2 = \ln 2 \cdot R_1 C_2 = 0,69 \cdot 47 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 16,215 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

$$3) \quad t_1 = \ln 2 \cdot R_2 C_1 = 0,69 \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,69 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$
$$t_2 = \ln 2 \cdot R_1 C_2 = 0,69 \cdot 47 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 32 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

**2.2 Длительность периода из двух частей равна:**

$$T = t_1 + t_2 = \ln 2 \cdot R_2 C_1 + \ln 2 \cdot R_3 C_2 \quad (2)$$

$$1) \quad T = (0,069 + 3,243) \cdot 10^{-3} = 0,69 \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} + 0,69 \cdot 47 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6}$$

$$T = 3,312 \cdot 10^{-3} = 0,069 \cdot 10^{-3} + 3,243 \cdot 10^{-3} = 3,312 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

значения получились одинаковые, далее можем использовать только одну формулу

$$2) \quad T = (0,345 + 16,215) \cdot 10^{-3} = 16,56 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

$$3) \quad T = (0,69 + 32) \cdot 10^{-3} = 32,69 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

**2.3 Частота следования импульсов мультивибратора**

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\ln 2 \cdot (R_2 C_1 + R_3 C_2)}$$

$$1) \quad f = \frac{1}{3,312} \cdot 10^3 = \frac{1}{0,69(1 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} + 47 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6})} = \frac{1}{0,69 \cdot 4,8} \cdot 10^3$$
$$302 \text{ Гц} = 302 \text{ Гц}$$

далее можем использовать только первую формулу

$$2) \quad f = \frac{1}{16,56} \cdot 10^3 = 60 \text{ Гц}$$

$$3) \quad f = \frac{1}{32,69} \cdot 10^3 = 31 \text{ Гц}$$

**Вывод:** в данной лабораторной работе был исследован симметричный мультивибратор и рассчитана частота генератора при различных значениях ёмкости.

В симметричном мультивибраторе номиналы элементов каждого из двух плеч абсолютно одинаковы:  $R1=R4$ ,  $R2=R3$ ,  $C1=C2$ . Если посмотреть на осциллограмму выходного сигнала симметричного мультивибратора, то легко заметить, что прямоугольные импульсы и паузы между ними одинаковы по времени.  $t$  импульса ( $t_{и}$ ) =  $t$  паузы ( $t_{п}$ ). Резисторы в коллекторных цепях транзисторов не влияют на параметры импульсов, и их номинал подбирается в зависимости от типа применяемого транзистора.