

Лабораторная работа №6

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ МУЛЬТИВИБРАТОРА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Моделирование и исследование работы мультивибратора в LTspice.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Мультивибратор представляет собой релаксационный генератор колебаний почти прямоугольной формы. Он является двухкаскадным усилителем на резисторах с положительной обратной связью (ПОС), в котором выход каждого каскада соединен со входом другого через конденсатор. Само название "мультивибратор" происходит от двух слов: "мульти" - много и "вибратор" - источник колебаний, поскольку колебания мультивибратора содержат большое число гармоник. Мультивибратор может работать в автоколебательном режиме, режиме синхронизации и ждущем режиме. В автоколебательном режиме мультивибратор работает как генератор с самовозбуждением, в режиме синхронизации на мультивибратор действует извне синхронизирующее напряжение, частота которого определяет частоту импульсов, ну а в ждущем режиме мультивибратор работает как генератор с внешним возбуждением.

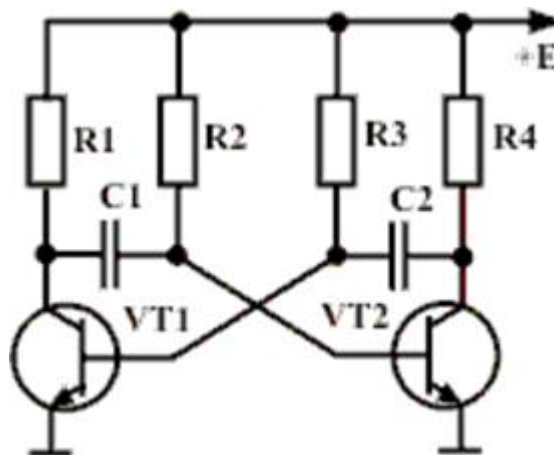


Рисунок 1 – Мультивибратор на транзисторах с емкостными
коллекторно-базовыми связями

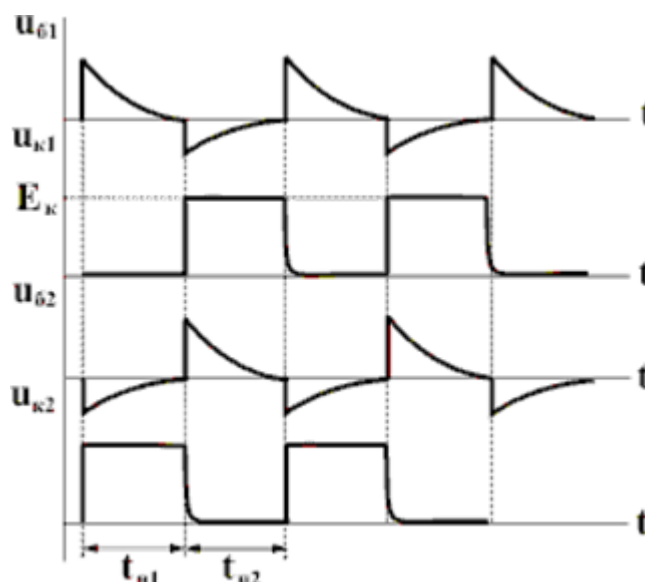


Рисунок 2 – Графики, поясняющие работу симметричного мультивибратора

На рисунке 1 показана наиболее распространенная схема мультивибратора на транзисторах с емкостными коллекторно-базовыми связями, на рисунке 2 – графики, поясняющие принцип его работы.

Мультивибратор состоит из двух усилительных каскадов. Выход каждого каскада соединен со входом другого каскада через конденсаторы $C1$ и $C2$.

Мультивибратор, у которого транзисторы идентичны, а параметры симметричных элементов одинаковы, называется симметричным. Обе части периода его колебаний равны и скважность равна 2. Скважность – это отношение периода повторения к длительности импульса $Q = T_{\text{п}}/t_{\text{и}}$. Величина, обратная скважности называется коэффициентом заполнения.

Мультивибратор в автоколебательном режиме имеет два состояния квазиравновесия: когда один из транзисторов находится в режиме насыщения, другой - в режиме отсечки и наоборот. Эти состояния не устойчивые. Переход схемы из одного состояния в другое происходит лавинообразно из-за ПОС.

При включении питания транзистор $VT1$ открыт и насыщен током, проходящим через резистор $R3$. Напряжение на его коллекторе минимально. Конденсатор $C1$ разряжается. Транзистор $VT2$ закрыт и конденсатор $C2$ заряжается. Напряжение на конденсатор $C1$ стремится к нулю, а потенциал на

базе транзистора VT2 постепенно становится положительным и VT2 начинает открываться. Напряжение на его коллекторе уменьшается и конденсатор C2 начинает разряжаться, транзистор VT1 закрывается. Далее процесс повторяется до бесконечности.

Параметры схемы должны быть следующими: $R1=R4$, $R2=R3$, $C1=C2$.
Длительность импульсов определяется по формуле:

$$t_{u1} = 0,7R3C2 \quad (1)$$

$$t_{u2} = 0,7R2C1 \quad (2)$$

Период импульсов определяется:

$$T = t_{u1} + t_{u2} = 0,7R3C2 + 0,7R2C1 = 0,7(R3C2 + R2C1) \quad (3)$$

Выходные импульсы снимаются с коллектора одного из транзисторов. Таким образом, в схеме два выхода, причем сигналы на них одинаковы.

РАБОЧЕЕ ЗАДАНИЕ

1 Соберите в LTspice схему, изображенную на рисунке 1. Используйте следующие параметры:

- Модель транзистора – 2N3904;
- Значения сопротивления резисторов, а также напряжение питания – см. таблица 1 в соответствии с вариантом;
- Значение емкости конденсатора рассчитайте по формуле (3) так, чтобы период генерируемого сигнала соответствовал указанному в таблице 1 для вашего варианта. Расчёт внесите в отчёт.

2 Снимите осциллограммы, аналогичные осциллограммам, приведенным на рисунке 2. Занесите в отчёт полученные графики, сделайте выводы.

3 Определите период сгенерированного сигнала, сравните его с периодом, заданным в исходных данных. Рассчитайте скважность полученного сигнала. Занесите результат и выводы в отчёт.

Таблица 1 – Исходные данные

Вариант	$E, В$	$R1=R4, кОм$	$R2=R3, кОм$	$T, с$
1	10	1	100	1
2	8	3	80	0.5
3	5	1	50	2
4	12	10	120	0.2
5	4	0.5	50	1.5
6	6	2	60	1
7	8	5	70	3
8	15	3	100	0.2
9	10	1	40	2
10	2	8	150	3