***Учебно-методическое пособие для выполнения***

 ***практических работ по Электронной технике***

 **«Исследование работы транзисторных**

**RC- и LC-генераторов»**

Автор: **Захарова Татьяна Павловна, мастер производственного обучения**

ОГБ ПОУ «Томский экономико - промышленный колледж»

# СОДЕРЖАНИЕ

[Пояснительная записка 4](#_Toc430878318)

[1. Исследование работы транзисторного RC-генератора 5](#_Toc430878319)

[2. Исследование работы транзисторного LC-генератора 8](#_Toc430878320)

[Литература 10](#_Toc430878321)

Учебно-методическое пособие разработано в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Электронная техника» для специальности 11.02.14 Электронные приборы и устройства и предназначены для использования студентами во время практической работы.

Целью проведения практической работы является:

* Приобретение практических навыков и умений в выполнении электротехнических измерений и расчетов;
* Закрепление теоретических знаний по содержанию учебной дисциплины;
* Приобретение навыков творческой самостоятельной деятельности.

Отчёты по практическим работам следует выполнять в отдельной тетради. Каждый отчёт следует начинать с новой страницы.

**Требования к отчёту**

Номер работы, тема, цель.

Перечень приборов.

Принципиальная схема

Таблица измерений и вычислений

Вычисления начинать с записи расчётных формул в общем виде.

Размеры величин указывать в системе СИ.

Анализ выполненной работы.

Данное учебно-методическое пособие для обучающихся содержит рекомендации по выполнению практических работ по темам:

##### Исследование работы транзисторного RC-генератора;

#####  Исследование работы транзисторного LC-генератора.

# Исследование работы транзисторного RC-генератора

**Цель работы:**

1. Изучить работу транзисторного RC-генератора
2. Закрепить знания, умения и навыки учащихся при работе с измерительными при-
3. борами (осциллографом, цифровым вольтметром, тестером)
4. Привить учащимся навыки самостоятельной работы с приборами и изучаемыми схемами.
5. Научить учащихся производить анализ выполненной работы.

**Описание работы RC-генератора**

Принципиальная схема макета приведена на рисунке 1.



 Рис.1. Принципиальная схема RC-генератора

RC-генератор служит для получения гармонических колебаний низкой частоты (до нескольких десятков килогерц) и состоит из резистивного усилителя малой мощности структуры p-n-p типа МП-41А, охваченного положительной обратной связью (ПОС). ПОС является частотно-зависимой RC-цепью. Для того, чтобы выполнялось одно из условий самовозбуждения генератора (баланс фаз), необходимо сдвинуть напряжение обратной связи на 180 градусов, так как оно должно быть в фазе с входным напряжением. Эту задачу выполняет трехзвенная фазосдвигающая цепочка, состоящая из одинаковых RC-звеньев (C1,R1; C2R2; C3R3) и причем каждое звено сдвигает напряжение по фазе на 60 градусов. Это достигается подбором соотношений между R и C. R4, R5, R6 – делитель напряжения, обеспечивающий режим работы по постоянному току (открывание транзистора). С помощью резистора R5 можно управлять коэффициентом усиления транзистора.

Работа генератора начинается с момента подачи на него напряжения питания Uпит = 10 В.

Транзистор приоткрывается и возникает импульс коллекторного тока (который появляется либо из-за бросков тока при включении питания, либо из-за напряжений шума во всех элементах электрических цепей).

Импульс тока содержит широкий спектр частот, обязательно включающий в себя и необходимую частоту генерации. Это начальное напряжение через фазосдвигающие цепочки поступает на вход в фазе с входным напряжением. Далее оно усиливается транзистором и снова поступает на вход через цепи ПОС усилителя. Происходит самовозбуждение генератора и напряжение на выходе растет до тех пор, пока транзистор не достигнет режима насыщения, рост напряжения прекратится, генератор перейдет в линейный режим.

Обеспечение второго условия самовозбуждения генератора (баланс амплитуд  >1), где К – коэффициент усиления усилителя

  – коэффициент передачи обратной связи

Амплитудное условие достигается обеспечением достаточного коэффициента передачи тока транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, то есть усиление сигнала при прохождении через транзистор должно компенсировать потери сигнала при прохождении сигнала по цепи ПОС.

Частота колебаний RC-генератора определяется по формуле: 

R1 = R2 = R3 = R

C1 = C2 = C3 = C

**Оборудование:**

* макет RC-генератора
* вольтметр В7-16 (В7-16А)
* осциллограф С1-68 (С1-69, С1-64, С1-55)
* источник питания Б5-44 (Б5-49)
* соединительные провода (4 шт)

**Детали макета**

VT1 - транзистор МП16А (МП41А)

R1-R4 - резистор ОМЛТ-0,25-2,2 кОм + 5 %

R5 - резистор СП - 0,4-68 кОм

R6 - резистор ОМЛТ-0,25-11,1 кОм + 5 %

R7 - резистор ОМЛТ-0,25-1,0 кОм + 5 %

C1-C5 - конденсатор КДС-0,047 мкФ

**Измеряемые величины**

Uбэ – напряжение покоя базы

Uкэ - напряжение покоя транзистора

Uвых – выходное напряжение генератора

f – частота выходного напряжения генератора.

**Порядок выполнения работы**

1. Установить на источнике питания напряжение Uпит = 100 В, ток I = 100 мА.
2. Выполнить калибровку вольтметра и осциллографа.
3. Подключить измерительные приборы к макету: источника питания к гнездам Г8, Г7 в соответствующей полярности (см. рис. 1). Осциллограф – к гнездам Г6, Г5.
4. Включить источник питания. Плавно изменяя величину резистора R5, добиться изменения колебаний максимальной величины. Осциллограф должен показать наличие на выходе синусоидального напряжения.
5. Начертить таблицу 1.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Uбэ, В | Uкэ, В | Uвых, В | f, гц | , *Гц* |
|  |  |  |  |  |

1. Замерить осциллографом максимальную амплитуду синусоидального напряжения.
2. Замерить с помощью осциллографа частоту колебаний генератора.
3. Поочередно подключая к эмиттер-базе и эмиттер-коллектору транзистора вольтметр В7-16, замерить напряжение покоя базы (Uбэ) и напряжение покоя коллектора (Uкэ).
4. Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 1.
5. Выполните расчет частоты генерации по указанной в таблице формуле и занесите его в таблицу.

**Анализ выполненной работы**

 ***Ответить на следующие вопросы:***

1. Что необходимо выполнить, чтобы увеличить частоту колебаний в 2 раза?
2. Какие неисправности могут быть в схеме, если колебания на выходе генератора затухают?
3. Что такое «баланс фаз» и как это условие выполняется в схеме?
4. Будет ли работать данная схема, если добавить еще одну RС-цепь?

# 2. Исследование работы транзисторного LC-генератора

**Цель работы:**

1. Изучить работу транзисторного LC-генератора
2. Закрепить знания, умения и навыки учащихся при работе с измерительными при-
3. борами (осциллографом, цифровым вольтметром, тестером)
4. Привить учащимся навыки самостоятельной работы с приборами и изучаемыми схемами.
5. Научить учащихся производить анализ выполненной работы.

**Описание работы LC-генератора**

Принципиальная схема макета приведена на рисунке 2.



Рис.2. Принципиальная схема LC-генератора

LC-генератор служит для получения гармонических колебаний высокой частоты. Он

 состоит из:

* **источника электрической энергии** (Uпит = 10 В),
* **колебательного контура**, в котором возбуждаются незатухающие колебания. Для получения колебаний разных частот конденсаторы C1-C4 колебательного контура подключаются с помощью галетного переключателя поочередно.
* **усилительного элемента** на транзисторе структуры p-n-p типа МП-25, служащего для регулирования подачи энергии от источника питания в контур,
* **элемента обратной связи**, посредством которого осуществляется подача необходимого возбуждаемого переменного напряжения из выходной цепи во входную (L1C6). Незатухающие колебания на выходе генератора возникают при условии выполнения баланса фаз и баланса амплитуд.

**Баланс фаз** выполняется введением в схему ПОС, которая достигается включением транзистора по схеме с общей базой. В этом случае выходное напряжение подается с коллектора на эмиттер и совпадает по фазе с входным напряжением. Такое включение транзистора позволяет максимально использовать его частотные свойства.

**Баланс амплитуд** достигается выбором транзистора с достаточным коэффициентом усиления по току, чтобы восполнить потери энергии в цепи обратной связи 

**LC-генератор работает следующим образом**

В момент включения источника питания в коллекторной цепи появляется ток, заряжающий конденсатор колебательного контура. После зарядки конденсатор начнет разряжаться на катушку индуктивности L1,L2. В результате обмена энергией между конденсатором и катушкой в контуре возникают свободные затухающие колебания, частота которых определяется по формуле:



Переменный ток контура создает вокруг катушки магнитное поле, которое наводит в ней переменное напряжение. Часть этого напряжения через положительную обратную связь поступает на вход транзистора (эмиттер) и усиливается. Увеличение амплитуды колебания происходит до тех пор, пока транзистор не входит в режим насыщения. После этого генератор входит в стационарный режим и на выходе наблюдаются синусоидальные колебания.

**Оборудование**

* макет LC-генератора
* осциллограф С1-68 (С1-69, С1-64, С1-55)
* источник питания Б5-44 (Б5-49)
* соединительные провода (2 шт)

**Детали макета**

 VT1 - транзистор МП25

 R1 - резистор ОМЛТ-0,25-2,2 кОм + 5 %

 R2 - резистор ОМЛТ-0,25-56 кОм + 5 %

 R3 - резистор ОМЛТ-0,125-4,3 кОм + 5 %

 C1 - конденсатор КМ-47 нФ

 C2 - конденсатор КМ-22 нФ

 C3 - конденсатор КМ-6,8 нФ

 C4 - конденсатор КМ-1,5 нФ

 L1, L2 - катушка индуктивности 3 мГн

**Измеряемые величины**

fо - частота выходного напряжения генератора

Uм - амплитуда выходного напряжения генератора

**Порядок выполнения работы**

1. Установить на источнике питания Uпит = 10 В, I = 100 мА
2. Подключить измерительные приборы к макету: источник питания - к клеммам Х1, Х2 в соответствующей полярности (см.рис.1). Осциллограф - к клеммам X4, X3 ( ⊥ - X4)
3. Начертить таблицу 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Величина С, нФ | 47 | 10 | 20 | 33 |
| Т, сек |  |  |  |  |
| f, кГц |  |  |  |  |
| Uм, В |  |  |  |  |

1. Включить источник питания. Если схема исправна, на осциллографе появится синусоидальное напряжение.
2. Выполнить измерение частоты и максимальной амплитуды колебаний при поочередном подключении конденсаторов C1-C4.

1. Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 2.
2. Выключить источник питания, разобрать схему.

**Анализ выполненной работы**

 ***Ответить на следующие вопросы:***

1. Назначение резисторов R1, R2, R3 в схеме LC-генератора.
2. Чем отличается электронный автогенератор от усилителя?
3. Рассчитайте частоту колебаний генератора при подключенной емкости C1 теоретически (по формуле, приведенной в работе). Сравните ее с измеренной величиной частоты и сделайте вывод.
4. Каким образом возникают колебания в LC-генераторе?
5. Укажите недостатки LC-генератора.

# Литература

1. Журавлева Л.В., Радиоэлектроника: учебник для НПО – М.: Академия, 2013.

3. Арестов К.А., Яковенко Б.С. Основы электроники. М.: Издательство «Радио и связь», 2008.