

Федеральное агентство по образованию  
Федеральное государственное образовательное учреждение  
среднего профессионального образования  
“Уральский радиотехнический техникум им. А. С. Попова”

РАДИОПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА  
Методические указания к выполнению  
лабораторной работы № 4

**“Исследование транзисторного  
автогенератора”**

для специальностей 210306 “Радиоаппаратостроение”  
210308 “Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники”

УТВЕРЖДЕНО

Цикловой методической комиссией  
радиотехнических дисциплин

Протокол \_\_\_\_\_

От “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2007 г

Председатель ЦМК

Е. С. Кравченко \_\_\_\_\_

Автор: преподаватель С. С. Грищенко

## 1. Цель работы

Лабораторная работа №4 выполняется для закрепления теоретических знаний студентов по темам “Принцип работы генератора с самовозбуждением” и “Схемы генераторов с самовозбуждением” и содержит:

- изучение схемы автогенератора, выполненного на биполярном транзисторе
- исследование нагрузочных характеристик генератора
- исследование влияния напряжения питания на частоту генерации
- ознакомление с режимом прерывистой генерации

## 2. Комплект аппаратуры

При выполнении лабораторной работы №4 используются следующие приборы и оборудование:

- учебно-лабораторный стенд “Автогенераторы гармонических колебаний” УФС-2
- осциллограф GOS-620

## 3. Методика выполнения работы

### 3.1 Ознакомиться с приведенным ниже описанием стенда.

Стенд выполнен в виде настольного блока в унифицированном металлическом корпусе с наклонной лицевой панелью. На лицевой панели расположены мнемосхема лабораторного стенда, жидкокристаллический дисплей и органы управления и индикации. На задней панели стенда находится выход шнура электропитания, предохранитель и разъемы для подключения двухлучевого осциллографа.

Устройство управления и индикации позволяет:

- регулировать параметры управляющего напряжения на панели “ГЕНЕРАТОР G1”. Частота управляющего напряжения устанавливается дискретно при помощи кнопок “▲” и “▼” и измеряется на световом тало данной панели. Амплитуда управляющего напряжения устанавливается регулятором “▲”, расположенного под кнопками измерения частоты
- менять тип исследуемой схемы (поле “Тип схемы”)
- плавно менять уровень постоянного управляющего напряжения на варикапе (регулятор  $E_{упр}$  “▲”)
- изменять сопротивление нагрузки (панель “Нагрузка”)
- задавать различные параметры цепочки автосмещения (панель “Автосмещение”)
- плавно менять уровень напряжения смещения и коллекторного питания (регуляторы  $E_{см}$  “▲” и  $E_{к}$  “▲” соответственно)
- изменять параметры линии задержки (поле “Задержка”)
- осуществлять искусственный нагрев транзистора и кварцевого резонатора (панель “Нагрев”)

Жидкокристаллический дисплей предназначен для измерения токов и напряжений в различных цепях схемы, частоты и периода сигналов, а так же

для измерения температуры транзистора и кварцевого резонатора. Возможно измерение параметров тока  $I_{к0}$ , напряжений  $E_{к}$ ,  $E_{упр}$ ,  $E_{см}$ ,  $U_{к}$ ,  $U_{мод}$ , частот  $F_{г}$ ,  $\Delta F_{вых}$ , периода  $T_{н}$  и температур  $t_{тр}$  и  $t_{кр}$ .

Для выбора нужного контролируемого параметра используются переключатели 1 и 3 в соответствии с алгоритмом, представленным на рисунке 3.1

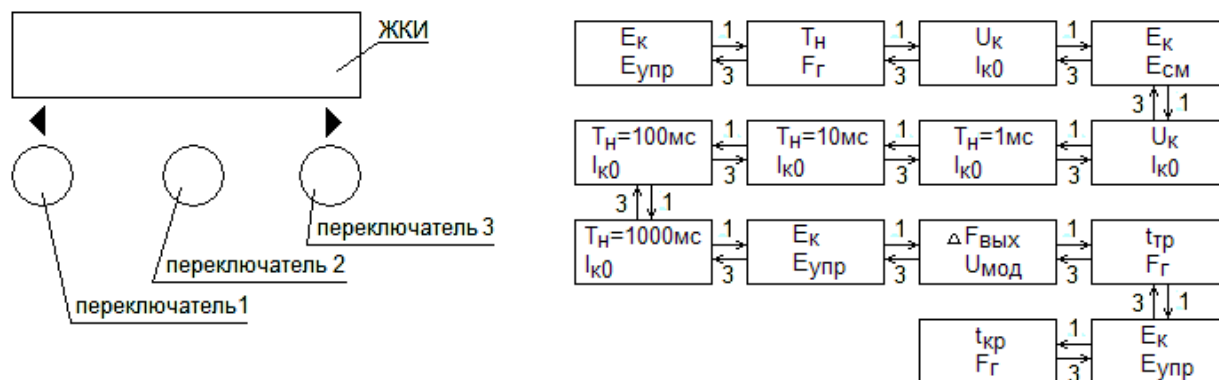


Рисунок 3.1

3.2 Проверить исходное состояние ручек управления. Они должны находиться в следующих положениях:

- “Сеть” – выключено
- “Генератор G1” – крайнее левое
- “ $E_{упр}$ ” – крайнее левое
- “ $E_{см}$ ” – крайнее левое
- “ $E_{к}$ ” – крайнее левое

3.3 Собрать схему соединений, как показано на рисунке 3.2.

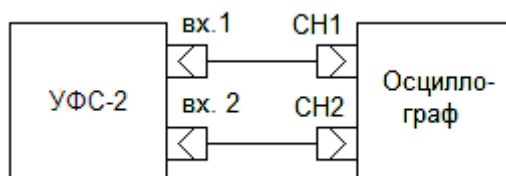


Рисунок 3.2

3.4 Включить тумблер “Сеть” лабораторного стенда.

3.5 Включить тумблер “Сеть” осциллографа.

3.6 Собрать емкостную трехточечную схему автогенератора при включении транзистора по схеме с общим эмиттером. Для этого установить переключатель “Тип схемы” в положение “5”. При этом светодиодные индикаторы укажут текущее положение переключателей.

3.7 Ознакомиться с исследуемой электрической схемой, представленной на рисунке 3.3.

3.8 Пользуясь цифровым мультиметром, встроенным в стенд, установить уровень напряжения коллекторного питания 8 В. Сопротивление и емкость цепи автосмещения минимальным (кнопки  $R_{э1}$ ,  $R_{э2}$  поля

“Автосмещение” включены, а кнопки  $C_{31}$ ,  $C_{32}$  поля выключены). Время задержки должно быть равно 0 (переключатель “ $\tau$ ” поля “Задержка” в положении “0”).

Убедитесь в том, что нагрев транзистора и кварцевого резонатора отключен. При этом кнопки “VT” и “ZQ” поля “Нагрев” должны быть отключены.

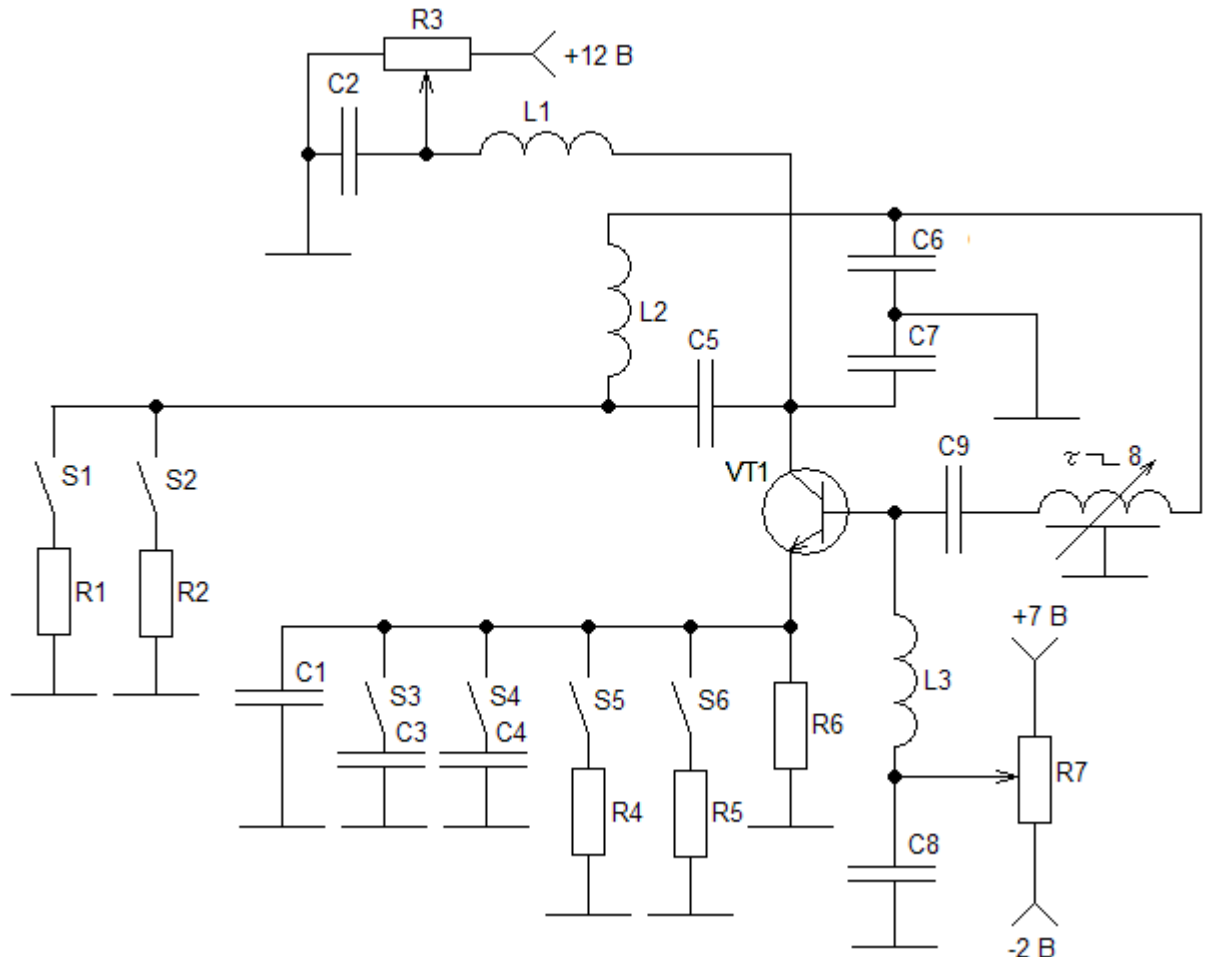


Рисунок 3.3

3.9 Исследовать диаграммы срыва автогенератора в режиме жесткого самовозбуждения. Для получения режима жесткого самовозбуждения необходимо установить максимальное сопротивление нагрузки (кнопки  $R_{H1}$ ,  $R_{H2}$  поля “Нагрузка” выключены). Затем, изменяя напряжение смещения  $E_{см}$  от нуля до максимально возможного, снимите зависимости напряжения на контуре  $U_K$  и постоянной составляющей тока коллектора  $I_{K0}$  от напряжения смещения  $U_K$ ,  $I_{K0} = f(E_{см})$ .

Результаты измерений занести в таблицу 3.1.

$E_{см}, В$	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
$U_K, В$									
$I_{K0}, мА$									

Таблица 3.1

Постройте зависимости  $U_k, I_{k0} = f(E_{см})$ .

3.10 Исследовать диаграммы срыва автогенератора в режиме мягкого самовозбуждения. Для получения режима мягкого самовозбуждения необходимо установить минимальное сопротивление нагрузки (кнопки  $R_{н1}, R_{н2}$  поля “Нагрузка” включены). Затем, изменяя напряжение смещения  $E_{см}$  от нуля до максимально возможного, снимите зависимости напряжения на контуре  $U_k$  и постоянной составляющей тока коллектора  $I_{k0}$  от напряжения смещения  $U_k, I_{k0} = f(E_{см})$ .

Результаты измерений занести в таблицу 3.2.

$E_{см}, В$	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
$U_k, В$									
$I_{k0}, мА$									

Таблица 3.2

Постройте зависимости  $U_k, I_{k0} = f(E_{см})$ .

3.11 Исследовать режим прерывистой генерации. Для этого установить сопротивление и емкость цепи автосмещения максимальным (кнопки  $R_{э1}, R_{э2}$  поля “Автосмещение” выключены, а кнопки  $C_{э1}, C_{э2}$  поля включены), а сопротивление минимальным (кнопки  $R_{н1}, R_{н2}$  поля “Нагрузка” включены).

Зарисовать осциллограммы выходного напряжения при напряжении смещения  $E_{см}=1 В, E_{см}=3 В$  и  $E_{см}=6 В$ .

3.12 Собрать емкостную трехточечную схему автогенератора при включении транзистора по схеме с общей базой. Для этого установить переключатель “Тип схемы” в положение “4”. При этом светодиодные индикаторы укажут текущее положение переключателей.

3.13 Ознакомиться с исследуемой электрической схемой, представленной на рисунке 3.4.

3.14 Снять настроечную характеристику. Для этого установите напряжение питания коллектора  $E_k$  уровнем 8 В. Сопротивление нагрузки должно быть максимальным (кнопки  $R_{н1}, R_{н2}$  поля “Нагрузка” выключены). Снимите зависимости напряжения на контуре  $U_k$ , постоянной составляющей тока транзистора  $I_{k0}$  и частоты генерации  $F_r$  от уровня управляющего напряжения (регулятор “ $E_{упр}$ ”)  $U_k, I_{k0}, F_r = f(E_{упр})$ .

Результаты измерений занести в таблицу 3.3.

$E_{упр}, В$	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
$U_k, В$								
$I_{k0}, мА$								
$F_r, кГц$								

Таблица 3.3

Построить зависимости  $U_k, I_{k0}, F_r = f(E_{упр})$ .

3.15 Исследовать влияние напряжения источника коллекторного питания на частоту генерируемых колебаний и режим работы транзистора.

Для этого необходимо установить такой уровень управляющего напряжения на варикапе, чтобы получить частоту генерируемых колебаний порядка  $F_r = 2$  МГц. Затем, меняя напряжение коллекторного питания от максимального минимального значений, необходимо снять зависимости напряжения на контуре  $U_k$ , постоянной составляющей тока транзистора  $I_{k0}$  и частоты генерации  $F_r$  от уровня коллекторного напряжения (регулятор “ $E_k$ ”)  $U_k, I_{k0}, F_r = f(E_k)$ .

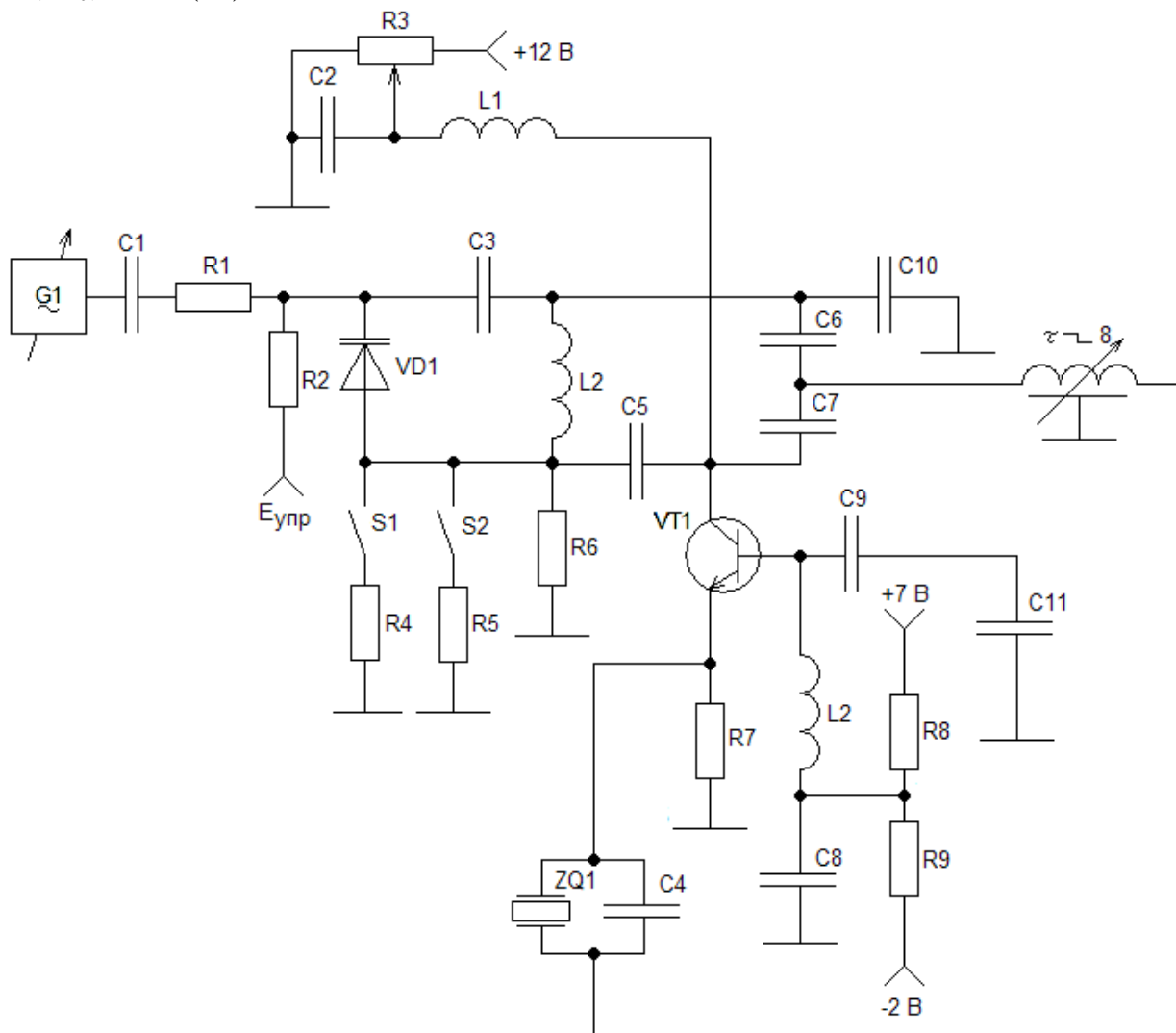


Рисунок 3.4

Результаты измерений занести в таблицу 3.4.

$E_k, В$	10	9	8	7	6	5	4	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0
$U_k, В$														
$I_{k0}, мА$														
$F_r, кГц$														

Таблица 3.4

Построить зависимости  $U_k, I_{k0}, F_\Gamma = f(E_k)$ .

3.16 Исследовать влияние сопротивления нагрузки на частоту генерируемых колебаний и режим работы транзистора.

Для этого необходимо установить коллекторное напряжение транзистора  $E_k$  уровнем 8 В. После чего, меняя сопротивление нагрузки в соответствии с таблицей 3.5 снять зависимости напряжения на контуре  $U_k$ , постоянной составляющей тока транзистора  $I_{k0}$  и частоты генерации  $F_\Gamma$  от сопротивлений нагрузки  $U_k, I_{k0}, F_\Gamma = f(R_n)$ . Для изменения сопротивления нагрузки необходимо изменять состояние кнопок  $R_{n1}$  и  $R_{n2}$  поля “Нагрузка”.

Результаты измерений занести в таблицу 3.5.

$R_n, \text{кОм}$	0,8	0,9	1	1,1
Положение переключателей	$R_{n1}$ – вкл $R_{n2}$ – вкл	$R_{n1}$ – выкл $R_{n2}$ – вкл	$R_{n1}$ – вкл $R_{n2}$ – выкл	$R_{n1}$ – выкл $R_{n2}$ – выкл
$U_k, \text{В}$				
$I_{k0}, \text{мА}$				
$F_\Gamma, \text{кГц}$				

Таблица 3.5

Построить зависимости  $U_k, I_{k0}, F_\Gamma = f(R_n)$ .

#### 4. Указания по оформлению отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- цель работы
- исследуемые схемы
- комплект аппаратуры
- таблицы результатов
- графики зависимостей  $U_k, I_{k0} = f(E_{cm})$  для режима жесткого самовозбуждения,  $U_k, I_{k0} = f(E_{cm})$  для режима мягкого самовозбуждения,  $U_k, I_{k0}, F_\Gamma = f(E_{упр})$ ,  $U_k, I_{k0}, F_\Gamma = f(E_k)$ ,  $U_k, I_{k0}, F_\Gamma = f(R_n)$
- осциллограммы форм выходного тока при различных условиях в режиме прерывистой генерации
- выводы

#### 5. Контрольные вопросы

Данные контрольные вопросы предназначены для подготовки студентов к выполнению и защите лабораторной работы.

1. Воспроизведите упрощенную трехточечную схему автогенератора гармонических колебаний на транзисторе, включенном по схеме с общей базой. Объясните назначение элементов
2. Объясните процесс самовозбуждения автогенератора.
3. В чем различия режимов мягкого и жесткого самовозбуждения автогенератора?



4. Каковы характерные особенности режима прерывистой генерации? При каких условиях он возникает?
5. Чем определяется частота колебаний автогенератора?
6. Объясните процесс получения частотной модуляции в автогенераторе.
7. Каким образом напряжение коллекторного питания влияет на частоту генерируемых колебаний? Как выбирается напряжение смещения на базе транзистора?

#### 6. Рекомендуемая литература

1. Каганов В. И., “Радиопередающие устройства”. М.: издательский центр “Академия”, 2002.
2. Шумилин М. С., Головин О. В., Шевцов Э. А., Севельнев В. Н., “Радиопередающие устройства”. М.: Радио и связь, 1990.
3. Муравьев О. Л. “Радиопередающие устройства связи и вещания”. М.: Радио и связь, 1983.