

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 № 6  
**“Исследование амплитудной модуляции  
на выходной электрод ”**  
для специальностей 210306 “Радиоаппаратостроение”  
210308 “Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники”

2007

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 №6 выполняется для закрепления теоретических знаний студентов по теме “Амплитудная модуляция” и содержит:

- изучение схемы электрической принципиальной модулируемого каскада
- снятие статических модуляционных характеристик
- снятие динамических модуляционных характеристик

### 2. Комплект аппаратуры

При выполнении лабораторной работы №6 используются следующие приборы и оборудование:

- учебно-лабораторный стенд “Амплитудная модуляция” РУ-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 сигнала на панели “ГЕНЕРАТОР G1”. Частота управляющего сигнала устанавливается дискретно при помощи кнопок “▲” и “▼” и измеряется на световом тало данной панели. Амплитуда управляющего сигнала устанавливается регулятором “▲”, расположенного под кнопками измерения частоты.
- плавно изменять амплитуду напряжения несущей частоты (панель “ГЕНЕРАТОР G2”)
- плавно регулировать напряжение смещения и напряжение коллекторного питания (регуляторы  $E_0$  “▲” и  $E_k$  “▲” соответственно)
- менять способ модуляции: на управляющий или на выходной электрод (переключатель S1)
- менять сопротивление базовой цепочки автосмещения при модуляции на выходной электрод и подключать вторичную обмотку трансформатора T1 при модуляции на управляющий электрод (переключатель “S2”)
- получать осциллограммы формы тока эмиттера  $i_э$ , тока контура  $i_{конт}$  и модулирующего напряжения  $U_Ω$  в первом и втором канале (панель “ОСЦИЛЛОГРАФ”)

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

коэффициента амплитудной модуляции. При этом необходимо помнить, что встроенный мультиметр измеряет не одно, а два значения коэффициента амплитудной модуляции: для нижней и верхней полуволн огибающей. Возможно измерение параметров токов  $I_{к0}$ ,  $I_{конт}$  и напряжений  $E_б$ ,  $E_к$ ,  $U_б$  и  $U_Ω$ .

Переключения между статической и динамической модуляционными характеристиками осуществляется с помощью переключателя 2 (рисунок 3.1). Для выбора нужного контролируемого параметра используются переключатели 1 и 3 в соответствии с алгоритмом, представленным на рисунке 3.1.

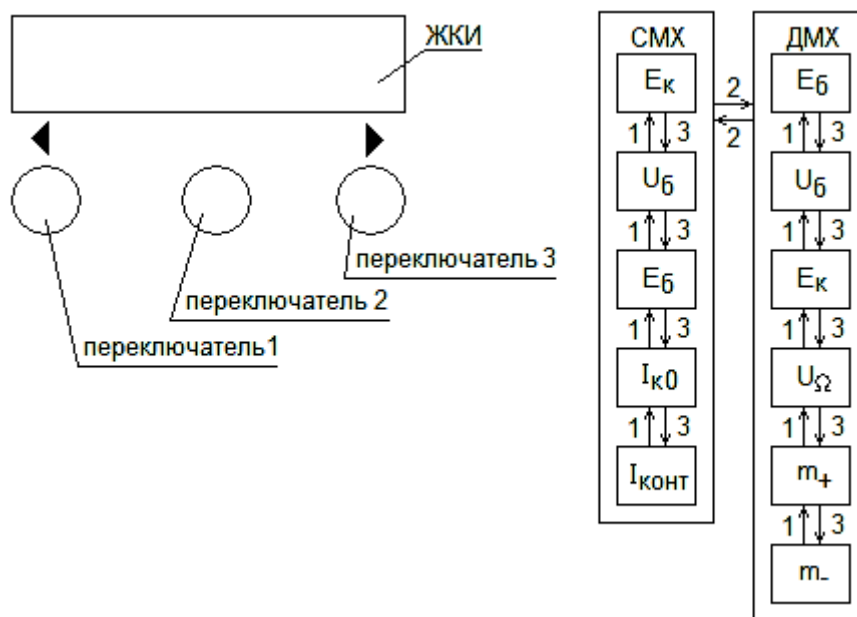


Рисунок 3.1

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

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

- “Сеть” – выключено
- “Генератор G1” – крайнее левое
- “Генератор G2” – крайнее левое
- “ $E_б$ ” – крайнее левое
- “ $E_к$ ” – крайнее левое

3.4 Собрать схему соединений, как показано на рисунке 3.2.

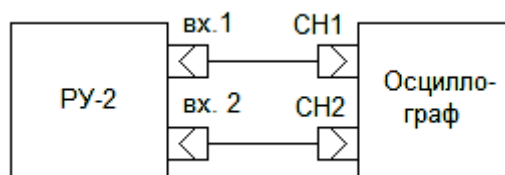


Рисунок 3.2

3.5 Включить тумблер “Сеть” лабораторного стенда. Установить переключатели S1 и S2 в положение 2. Дать стенду прогреться в течении трех минут.

3.6 Включить тумблер “Сеть” осциллографа.

3.7 Регулятором “E<sub>б</sub>” при помощи встроенного мультиметра установить напряжение смещения на базе транзистора уровнем E<sub>б</sub> = 0,65 В. Установить регулятор “Генератор G1” в крайнее левое положение для установки уровня управляющего колебания уровнем U<sub>Ω</sub>=0 В. Установите регулятором “E<sub>к</sub>” при помощи мультиметра напряжение на коллекторе транзистора уровнем E<sub>к</sub> = 2 В.

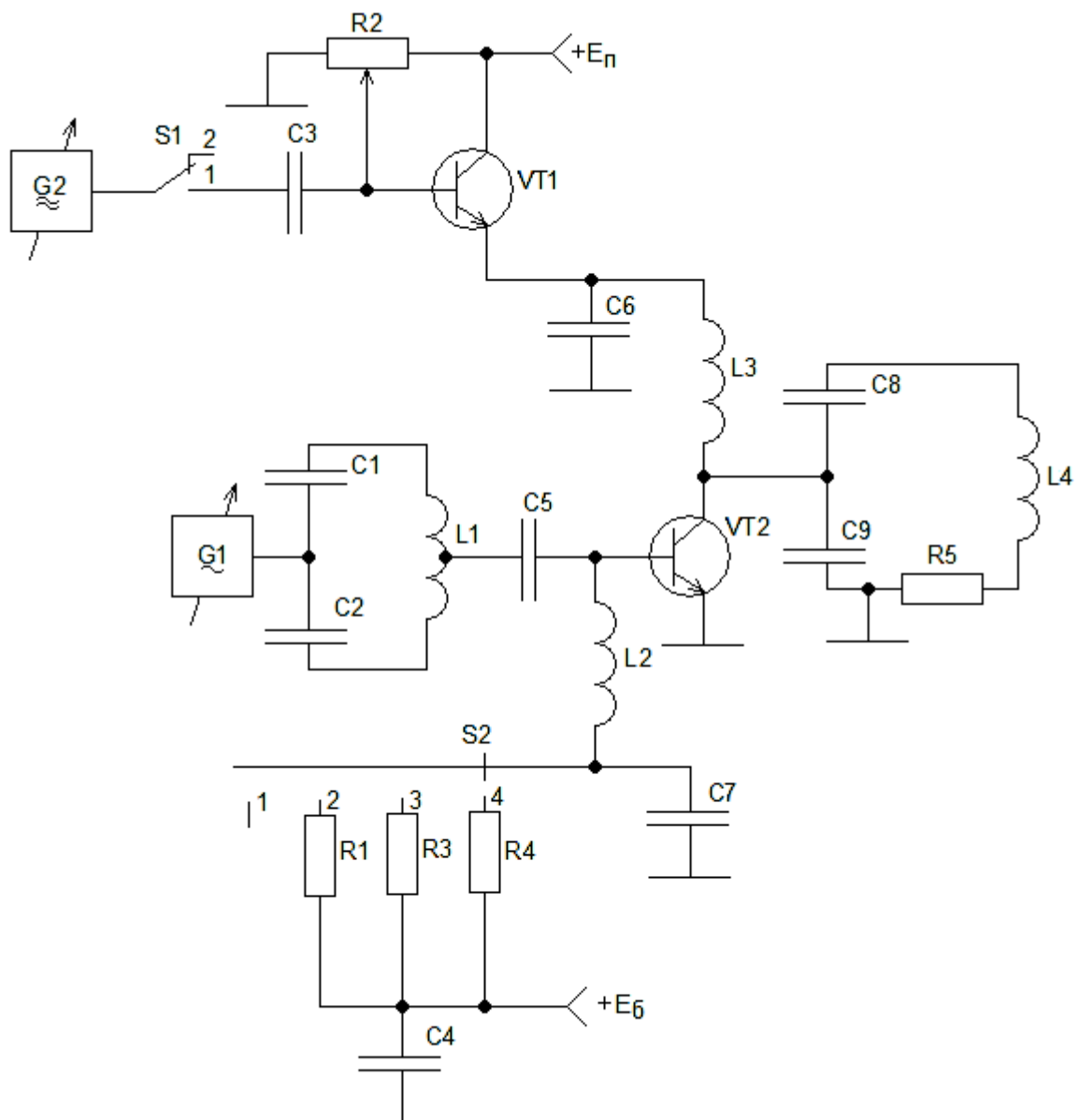


Рисунок 3.3

Определите максимально возможную при этом амплитуду напряжения возбуждения U<sub>б</sub>. Для этого установите регулятор “Генератор G2” в крайнее правое положение и зафиксируйте по встроенному мультиметру полученное

значение амплитуды напряжения возбуждения  $U_6$ . В дальнейших опытах необходимо поддерживать ее равной полученному значению.

3.7 Снять статическую модуляционную характеристику, т. е. зависимость тока контура  $I_{\text{конт}}$  от в функции от напряжения источника коллекторного питания  $E_k$ :  $I_{\text{конт}} = f(E_k)$ , а так же зависимость от  $E_k$  постоянной составляющей тока коллектора  $I_{k0} = f(E_k)$ .

Результаты измерений занести в таблицу 3.1.

$E_k, \text{В}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$I_{\text{конт}}, \text{мА}$									
$I_{k0}, \text{мА}$									

Таблица 3.1

По полученным результатам постройте два графика:  $I_{\text{конт}} = f(E_k)$  и  $I_{k0} = f(E_k)$ .

По построенной СМХ  $I_{\text{конт}} = f(E_k)$  определите напряжение источника коллекторного питания  $E_k$ , соответствующее середине линейного участка СМХ  $E_{k.н}$ . Определите также максимальное значение модулирующего напряжение  $U_{\Omega \text{max}}$ , при котором коэффициент амплитудной модуляции  $m = 100\%$ .

3.8 Снять амплитудную динамическую модуляционную характеристику, т. е. зависимость коэффициента амплитудной модуляции от  $m$  от уровня модулирующего напряжения  $U_{\Omega}$ :  $m = f(U_{\Omega})$ .

Эксперимент проводится частоте модулирующего сигнала  $F = 1 \text{ кГц}$ , напряжении коллекторного питания  $E_k = E_{k.н}$ , напряжении смещения  $E_6 = 0,65 \text{ В}$  и напряжении возбуждения  $U_6$ , найденном в п. 5.2.1. По встроенному мультиметру необходимо измерять два значения коэффициента амплитудной модуляции  $m$ :  $m_+$  и  $m_-$ , соответствующие нижней и верхней полувогне огибающей. В ходе выполнения эксперимента наблюдайте форму тока контура  $I_{\text{конт}}$ .

Результаты измерений занесите в таблицу 3.2.

$U_{\Omega}, \text{В}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$m_+, \%$									
$m_-, \%$									

Таблица 3.2

По результатам эксперимента постройте два графика:  $m_+ = f(U_{\Omega})$  и  $m_- = f(U_{\Omega})$ .

3.9 Снять частотную динамическую модуляционную характеристику, т. е. зависимость коэффициента амплитудной модуляции  $m$  от частоты модулирующего сигнала  $F$ :  $m = f(F)$ .

Эксперимент проводится при постоянной амплитуде модулирующего сигнала  $U_{\Omega}$ , обеспечивающей на частоте управляющего сигнала  $F = 1 \text{ кГц}$  значение коэффициента амплитудной модуляции  $m_+ = 50\%$ , напряжении

коллекторного питания  $E_k = E_{k.n}$ , напряжении смещения  $E_6 = 0,65$  В и напряжении возбуждения  $U_6$ , найденном в п. 5.2.1.

Меняя частоту управляющего сигнала по встроенному мультиметру необходимо измерять два значения коэффициента амплитудной модуляции  $m$ :  $m_+$  и  $m_-$ , соответствующие нижней и верхней полуволне огибающей. В ходе выполнения эксперимента наблюдайте форму тока контура  $I_{конт}$ .

Результаты измерений занесите в таблицу 3.3.

F, кГц	0,01	0,02	0,04	0,08	0,1	0,2	0,4	0,8	1	2	3	4	5	6	7	8
$m_+$ , %																
$m_-$ , %																

Таблица 3.3

По результатам эксперимента построить две зависимости:  $m_+ = f(F)$  и  $m_- = f(F)$ .

3.10 Зарисовать осциллограммы АМ-сигналов. Для этого установить частоту управляющего сигнала  $F = 1$  кГц, напряжение питания  $E_k = E_{k.n}$ , напряжение смещения  $E_6 = 0,65$  В и напряжение возбуждения  $U_6$ , определенное в п. 3.2.1.

Меняя амплитуду управляющего напряжения  $U_\Omega$ , добейтесь выполнения условия  $m_+ = 20\%$ . Зарисуйте форму тока контура  $I_{конт}$ , полученную на экране осциллографа.

Также зарисуйте осциллограммы для случаев  $m_+ = 50\%$  и  $m_+ = 80\%$ .

#### 4. Указания по оформлению отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- цель работы
- исследуемую схему
- комплект аппаратуры
- таблицы результатов
- графики зависимостей  $I_{конт} = f(E_k)$ ,  $I_{к0} = f(E_k)$ ,  $m_+ = f(U_\Omega)$ ,  $m_- = f(U_\Omega)$ ,  $m_+ = f(F)$ , а так же  $m_- = f(F)$
- осциллограммы форм тока контура при различных условиях
- выводы

#### 5. Контрольные вопросы

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

1. Воспроизведите упрощенную схему модуляции на выходной электрод. Объясните назначение элементов
2. Объясните процесс получения АМ сигнала при модуляции на выходной электрод.
3. Как изменятся угол отсечки выходного тока при модуляции на выходной электрод?

4. Воспроизведите СМХ для модуляции на выходной электрод. Укажите режимы по напряженности.
5. Перечислите достоинства и недостатки модуляции на выходной электрод.
6. Что показывает амплитудная динамическая модуляционная характеристика?
7. Пользуясь принципиальной схемой лабораторного макета объясните ход частотной динамической модуляционной характеристики.

#### б. 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.