

НПО УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»



**ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИТЕЛЕЙ РАДИОЧАСТОТЫ
(УРЧ).**

РТРУЛ-2

ПАСПОРТ.

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.

2012 г.

1. Назначение.

Установка предназначена для проведения лабораторных работ по курсу "РАДИОЭЛЕКТРОНИКА" в высших учебных заведениях.

Лабораторный модуль предназначен для постановки лабораторных работ по разделам «Электроника» либо «Радиотехника» в практикуме ВУЗов. Все элементы модуля выполнены в едином настроенном блоке и в процессе эксплуатации не требуют вмешательства пользователя.

Установка выполнена в климатическом исполнении УХЛ, категория 4.2 ГОСТ 15150-69 для эксплуатации в помещении при температуре от 10°C до 35°C и относительной влажности до 80 %.

2. Технические условия и комплектующие.

Напряжение питания	220 В
Потребляемая мощность	не более 20 Вт
Максимальный ток	не более 1,0 А
Условия эксплуатации	температура 10-40 °С при нормальном атмосферном давлении.

Учебная состоит из нескольких элементов, конструктивно объединенных в одном корпусе:

- объекта исследования — учебных моделей УРЧ
- стабилизированного источника питания, подающего питание нужной полярности и значения на все элементы схемы;
- схемы контроля необходимых параметров, осуществляющей информацию о ходе эксперимента и вывод на экран LCD дисплея.

3. Устройство и принцип работы.

Установка учебная РТРУЛ-2. Исследование УРЧ.

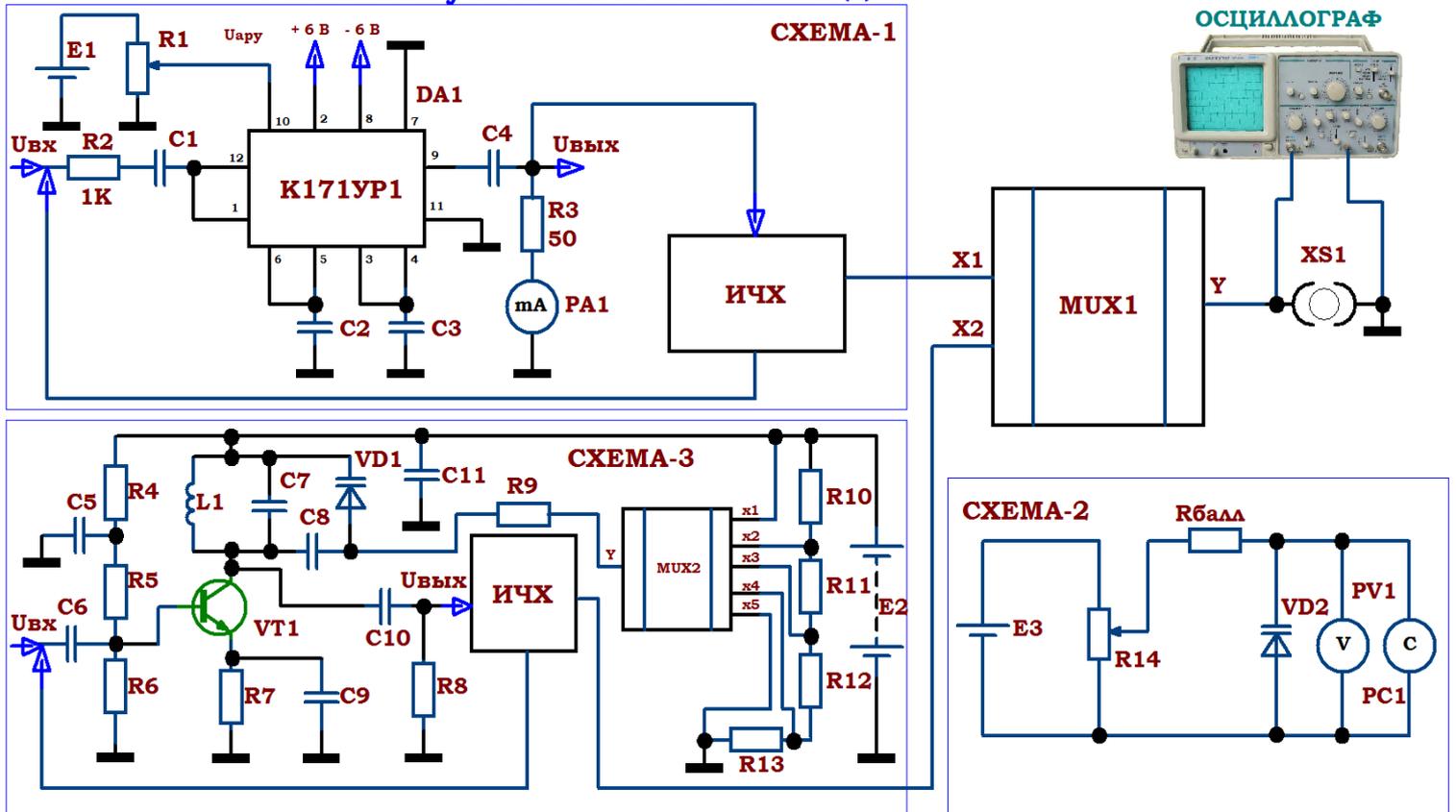


Рис. 3.1. Принципиальная электрическая блок — схема учебной установки РТРУЛ-2.

Принципиальная электрическая блок — схема учебной установки для изучения Усилителей РадиоЧастоты приведена на рис. 3.1. Установка представляет собой две схемы УРЧ (СХЕМА-1; СХЕМА-3) и СХЕМУ-2 для исследования вольт-фарадной характеристики варикапа $VD2=VD1$, входящего в схему УРЧ СХЕМА-3 ($VD1$ на СХЕМЕ-3).

Усилитель радиочастоты по СХЕМЕ-1 собран на базе интегральной схемы широкополосного усилителя типа К171УР1 с электронной регулировкой усиления рис. 3.2 а), б). На рис. 3.2а показан «состав» ИС К171 УР1, а на рис. 3.2б — схема включения в цепь.

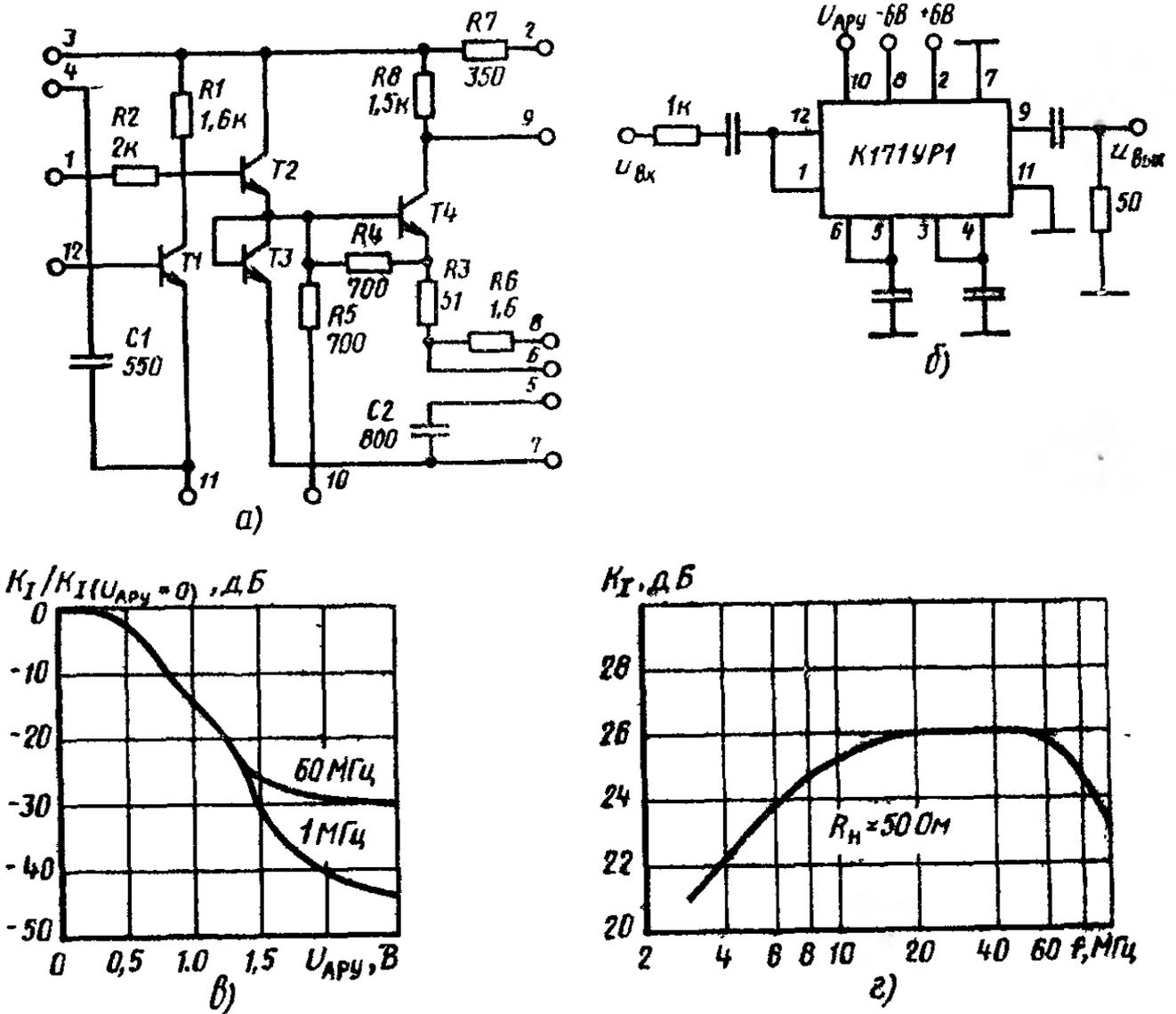


Рис. 3.2. а) Принципиальная электрическая схема ИС К171УР1; б) схема включения К171УР1 в цепь; в) зависимость коэффициента усиления по току K_I от напряжения АРУ электронной регулировки усиления U_{APY} ; г) зависимость коэффициента усиления по току K_I от частоты сигнала f .

Регулировка усиления осуществляется одновременным уменьшением сопротивления диода на транзисторе Т3 и запирающим транзистора Т2 положительным напряжением АРУ на выводе 10. Усилитель содержит каскады с параллельной (R2) и последовательной (R3) отрицательной обратной связью, которая определяет усиление, полосу пропускания и стабильность режима усилителя по постоянному току. За счет параллельной обратной связи входное сопротивление усилителя мало, выходное сопротивление (по сравнению с входным сопротивлением аналогичного усилителя) велико, поэтому его усилительные свойства целесообразно характеризовать коэффициентом усиления по току (рис. 3.2, г). Обычно ИС используется в качестве широкополосного или импульсного усилителя (рис. 3.2, б). Допускается каскадирование нескольких усилителей (через разделительную емкость) при сохранении их устойчивости. Устойчивость обеспечивается за счет большого рассогласования входного (низкого) и выходного (высокого) сопротивлений. Недостатками усилителя являются влияние напряжения АРУ на полосу пропускания усилителя и наличие двух напряжений питания.

Для измерения амплитудно-частотной характеристики микросхемы в учебном приборе используется модель прибора измерителя частотной характеристики (ИЧХ). При этом сигнал переменной частоты, но равной амплитуды $U_{вх}$ от ИЧХ подается на вход микросхемы К171УР1 через сопротивление R2 и ёмкость C1 (рис. 3.1, СХЕМА-1)

Сигнал с выхода микросхемы $U_{вых}$ снимается с резистора $R3=50$ Ом, подается на ИЧХ и затем, после необходимых преобразований в приборе, в виде амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) поступает на вход Y электронного осциллографа. Таким образом, на экране осциллографа визуализируется вид АЧХ данной микросхемы, т. е. зависимость амплитуды выходного сигнала от частоты $U_{вых}=U_{вых}(f)$. При этом, из за особенности работы прибора ИЧХ, на экране осциллографа может визуализироваться сразу несколько одинаковых характеристик с периодом, совпадающим с периодом работы внутреннего развертывающего генератора прибора ИЧХ. Вращением ручек разверток частоты и амплитуды на осциллографе следует добиться четкого изображения одной ветки АЧХ в середине экрана.

Вращая многофункциональную ручку «УПРАВЛЕНИЕ» и изменяя частоту сигнала с выхода генератора, можно снять АЧХ данной схемы по точкам с одновременной визуализацией на экране электронного осциллографа. При этом одновременно с АЧХ на экран осциллографа выводится «метка», указывающая на текущее положение точки, для которой на дисплее отображаются показания частоты f и амплитуды выходного сигнала схемы (в качестве выходного сигнала в данном случае выводится выходной ток $I_{вых}$, согласно показаниям миллиамперметра РА1 рис. 3.1 СХЕМА-1). При этом ИЧХ обеспечивает подачу на вход микросхемы сигнала постоянной амплитуды, обеспечивающей входной ток $I_{вх}=0,2$ мА для всего диапазона частот.

СХЕМА-2 рис. 3.1 служит для снятия вольт-фарадной характеристики варикапа VD2, входящего в другую схему УРЧ СХЕМА-3 и обозначенного

на этой схеме как VD1. При этом $VD1=VD2=Д902$. Технические характеристики варикапа Д902 приведены в таблице 1, а справочная вольт-фарадная характеристика на рис. 3.3

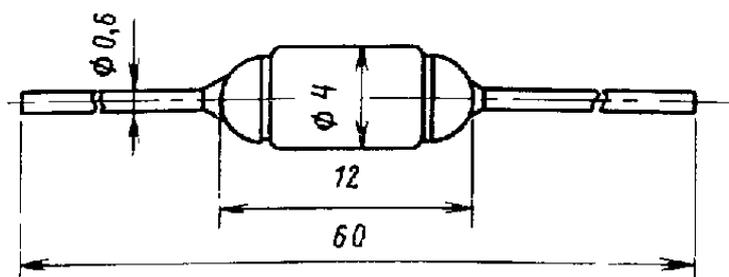
Д902

Таблица 1.

Варикап кремниевый сплавной.

Выпускается в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип прибора и схема соединений электродов с выводами приводятся на корпусе.

Масса варикапа не более 0,6 г.



Электрические параметры

Емкость варикапа при $U_{обр} = 4$ В, $f = 50$ МГц . . .	От 6 до 12 пФ
Коэффициент перекрытия по емкости, не менее	2,5
Добротность при $U_{обр} = 4$ В, $f = 50$ МГц, не менее	30
Постоянный обратный ток при $U_{обр} = U_{обр. макс}$ и 293 К, не более	10 мкА

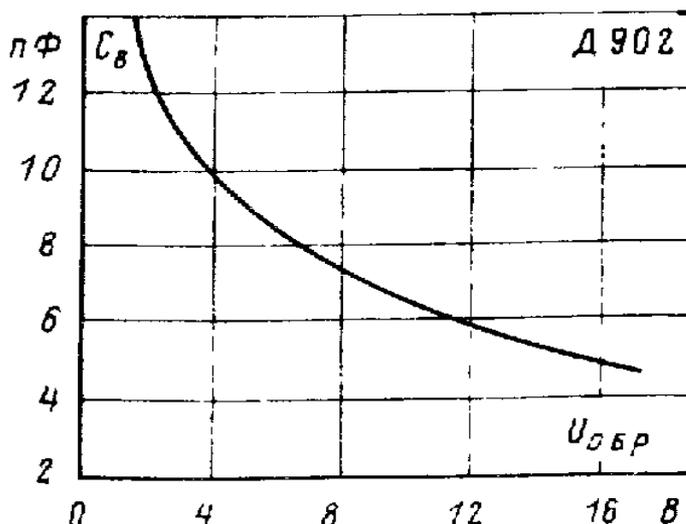


Рис. 3.3. Зависимость ёмкости C_b варикапа Д902 от обратного напряжения смещения $U_{обр}$.

В этом режиме обратное напряжение, подаваемое на варикап через балластный резистор $R_{балл}$ регистрируется вольтметром V , а ёмкость специальным встроенным прибором измерителем ёмкости C (рис. 3.1 СХЕМА-2).

Усилитель радиочастоты по СХЕМЕ-3 собран на биполярном транзисторе $VT1$. Усиленный сигнал с коллектора транзистора поступает на фильтр, реализованный на параллельном колебательном контуре $L1C7$. Контур может перестраиваться, благодаря подключенному параллельно ёмкости $C7$ варикапу $VD1=Д902$. Ёмкость варикапа можно изменять, подавая различное обратное напряжение смещения от источника $E2$ с резистивного делителя $R10-R11-R12-R13$ через мультиплексор $MUX2$. Управление мультиплексором осуществляется кнопками управления учебной установки.

Для измерения амплитудно-частотной характеристики СХЕМЫ-3, как и для СХЕМЫ-1 в учебном приборе используется модель прибора измерителя частотной характеристики (ИЧХ). При этом сигнал переменной частоты, но равной амплитуды $U_{вх}$ от ИЧХ подается на базу транзистора $VT1$ через сопротивление ёмкость $C6$ (рис. 3.1, СХЕМА-3).

Сигнал с выхода $U_{вых}$ снимается с резистора $R8$, подается на ИЧХ и затем, после необходимых преобразований в приборе, в виде амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) поступает на вход Y электронного осциллографа. Вращая многофункциональную ручку «УПРАВЛЕНИЕ» и изменяя частоту сигнала с выхода генератора, можно снять АЧХ данной схемы по точкам с одновременной визуализацией на экране электронного осциллографа. При этом одновременно с АЧХ на экран осциллографа выводится «метка», указывающая на текущее положение точки, для которой на дисплее отображаются показания частоты f и амплитуды выходного сигнала схемы U .

Для дополнительной синхронизации используется вывод «СИНХРОНИЗАЦИЯ», который необходимо соединить со входом X внешней синхронизации осциллографа. Осциллограф следует перевести в режим синхронизации внешним сигналом (EXT, ВНЕШН).

Эксперимент состоит из нескольких частей. При помощи многофункциональных кнопок «РЕЖИМ РАБОТЫ», расположенных на передней панели лабораторного модуля имеется возможность выбрать необходимый опыт. Каждый эксперимент, в свою очередь состоит из набора «подопытов», «SUBMODE». Подключение нужной схемы (коммутация сигналов со входов X1 либо X2 на выход Y мультиплексора MUX1) и подача сигнала на электронный осциллограф осуществляется специальными клавишами управления, назначение которых может меняться для каждого эксперимента.

Выбор эксперимента из главного меню осуществляется кнопками «УПРАВЛЕНИЕ + →». При этом, рядом с выбранным режимом на LCD индикаторе отображается символ «*».

Запуск/остановка выбранного эксперимента осуществляется с помощью соответствующих кнопок «ЗАПУСК», «ОСТАНОВКА» на передней панели лабораторного модуля. Для надежного срабатывания кнопку необходимо удерживать нажатой в течение ~1 – 2 секунд.

Для выхода из подопыта в главное меню следует дважды нажать кнопку «ОСТАНОВКА». При этом первое нажатие кнопки приводит к выходу в меню подопытов текущего эксперимента, второе нажатие кнопки «ОСТАНОВКА» приводит к выходу в главное меню прибора.

1. URCH-1 (MODE-1). ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСХЕМЫ ШИРОКОПОЛОСНОГО УСИЛИТЕЛЯ К171УР1. СХЕМА-1

Эксперимент состоит из нескольких частей, переключения между подопытами осуществляется кнопками «УПРАВЛЕНИЕ + →», рядом с выбранным режимом на LCD индикаторе отображается символ «*», запуск/остановка выбранного подрежима осуществляется с помощью соответствующих кнопок «ЗАПУСК», «ОСТАНОВКА»:

а) АСНН URCH 1 (подрежим SUBMODE1). СНЯТИЕ АЧХ МИКРОСХЕМЫ К171УР1. При этом мультиплексор MUX1 коммутирует сигнал X1 со своего входа на выход Y, который затем поступает на электронный осциллограф. В данном режиме снимается АЧХ микросхемы. Вращая многофункциональную ручку «УПРАВЛЕНИЕ» и изменяя частоту сигнала с выхода генератора, можно снять АЧХ данной схемы по точкам с одновременной визуализацией на экране электронного осциллографа. При этом одновременно с АЧХ на экран осциллографа выводится «метка», указывающая на текущее положение точки, для которой на дисплее отображаются показания частоты f и амплитуды выходного сигнала схемы (в качестве выходного сигнала в данном случае выводится выходной ток $I_{вых}$, согласно показаниям миллиамперметра РА1 рис. 3.1 СХЕМА-1). При этом ИЧХ обеспечивает подачу на вход микросхемы сигнала постоянной амплитуды, обеспечивающей входной ток $I_{вх}=0,2$ мА для всего диапазона частот.

б) Uaru 1 URCH 1 (SUBMODE 2). СНЯТИЕ ЗАВИСИМОСТИ АМПЛИТУДЫ ТОКА ВЫХОДНОГО СИГНАЛА ОТ НАПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ РЕГУЛИРОВКИ УСИЛЕНИЯ МИКРОСХЕМЫ К171УР1 ПРИ ЧАСТОТЕ 1 МГЦ. При этом мультиплексор MUX1 коммутирует сигнал X1 со своего входа на выход Y, который затем поступает на

электронный осциллограф. В данном режиме снимается зависимость выходного тока микросхемы, а значит и коэффициента усиления микросхемы по току K_I , от напряжения электронной регулировки усиления $U_{ару}$ при фиксированной частоте сигнала $f=1$ МГц. При этом прибор обеспечивает развертку зависимости $I_{\text{вых}} = I_{\text{вых}}(U_{ару})|_{f=1\text{МГц}}$ на экране осциллографа с выводом «метки», указывающей на текущее положение точки, для которой на дисплее отображаются показания напряжения электронной регулировки $U_{ару}$ и амплитуды тока I выходного сигнала схемы. Для изменения напряжения электронной регулировки усиления $U_{ару}$ служит многофункциональная ручка «УПРАВЛЕНИЕ».

в) $U_{ару} 2$ URCH 2 (SUBMODE 3). СНЯТИЕ ЗАВИСИМОСТИ АМПЛИТУДЫ ТОКА ВЫХОДНОГО СИГНАЛА ОТ НАПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ РЕГУЛИРОВКИ УСИЛЕНИЯ МИКРОСХЕМЫ К171УР1 ПРИ ЧАСТОТЕ 60 МГЦ. При этом мультиплексор MUX1 коммутирует сигнал $X1$ со своего входа на выход Y , который затем поступает на электронный осциллограф. В данном режиме снимается зависимость выходного тока микросхемы, а значит и коэффициента усиления микросхемы по току K_I , от напряжения электронной регулировки усиления $U_{ару}$ при фиксированной частоте сигнала $f=60$ МГц. При этом прибор обеспечивает развертку зависимости $I_{\text{вых}} = I_{\text{вых}}(U_{ару})|_{f=60\text{МГц}}$ на экране осциллографа с выводом «метки», указывающей на текущее положение точки, для которой на дисплее отображаются показания напряжения электронной регулировки $U_{ару}$ и амплитуды тока I выходного сигнала схемы. Для изменения напряжения электронной регулировки усиления $U_{ару}$ служит многофункциональная ручка «УПРАВЛЕНИЕ».

2. VCH-VARICAP (MODE-2). СНЯТИЯ ВОЛЬТ-ФАРАДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАРИКАПА Д902. СХЕМА-2

Эксперимент состоит из одного опыта. В эксперименте снимается зависимость ёмкости варикапа C_v от обратного напряжения U , прикладываемого к варикапу. Исследование проводится по схеме рис 3.1 СХЕМА-2. Для регулировки напряжения используется многофункциональная ручка «УПРАВЛЕНИЕ».

Обратное напряжение, подаваемое на варикап через балластный резистор $R_{\text{балл}}$ регистрируется вольтметром V , а ёмкость специальным встроенным прибором измерителем ёмкости C (рис. 3.1 СХЕМА-2). При этом прибор обеспечивает развертку зависимости $C=C(U_{\text{обр}})$ на экране осциллографа с выводом «метки», указывающей на текущее положение точки, для которой на дисплее отображаются показания измеренной ёмкости C и обратного напряжения смещения U .

3. URCH 2 (MODE-3). ИССЛЕДОВАНИЕ УРЧ НА БИПОЛЯРНОМ ТРАНЗИСТОРЕ. СХЕМА-3.

Эксперимент состоит из нескольких частей, переключения между подопытными осуществляется кнопками «УПРАВЛЕНИЕ + \rightarrow », рядом с

выбранным режимом на LCD индикаторе отображается символ «*», запуск/остановка выбранного подрежима осуществляется с помощью соответствующих кнопок «ЗАПУСК», «ОСТАНОВКА»:

а) $U_{VD1}=0$ В (подрежим SUBMODE1). СНЯТИЕ АЧХ СХЕМЫ-3 ПРИ НАПРЯЖЕНИИ ВАРИКАПА РАВНОМ НУЛЮ $U_{VD1}=0$. При этом мультиплексор MUX1 коммутирует сигнал X2 со СХЕМЫ-3 со своего входа на выход Y, который затем поступает на электронный осциллограф, а мультиплексор MUX2 коммутирует вход x1 на выход Y, соединенный через резистор R9 с анодом варикапа VD1. В данном режиме снимается АЧХ схемы УРЧ на биполярном транзисторе с фильтром, представляющим собой параллельный колебательный контур L1C7. Вращая многофункциональную ручку «УПРАВЛЕНИЕ» и изменяя частоту сигнала с выхода генератора, можно снять АЧХ данной схемы по точкам с одновременной визуализацией на экране электронного осциллографа. При этом одновременно с АЧХ на экран осциллографа выводится «метка», указывающая на текущее положение точки, для которой на дисплее отображаются показания частоты f и амплитуды выходного сигнала схемы U.

б) — д) $U_{VD1}=4 \dots 16$ В (подрежим SUBMODE2 ... SUBMODE5). СНЯТИЕ АЧХ СХЕМЫ-3 ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ОБРАТНЫХ НАПРЯЖЕНИЯХ СМЕЩЕНИЯ НА ВАРИКАПЕ $U_{VD1}=4 \dots 16$ В. При этом мультиплексор MUX1 коммутирует сигнал X2 со СХЕМЫ-3 со своего входа на выход Y, который затем поступает на электронный осциллограф, а мультиплексор MUX2 коммутирует выбранный вход x2 ... x5 на выход Y, соединенный через резистор R9 с анодом варикапа VD1. В данном режиме снимается АЧХ схемы УРЧ на биполярном транзисторе с фильтром, представляющим собой параллельный колебательный контур L1C7. Вращая многофункциональную ручку «УПРАВЛЕНИЕ» и изменяя частоту сигнала с выхода генератора, можно снять АЧХ данной схемы по точкам с одновременной визуализацией на экране электронного осциллографа. При этом одновременно с АЧХ на экран осциллографа выводится «метка», указывающая на текущее положение точки, для которой на дисплее отображаются показания частоты f и амплитуды выходного сигнала схемы U. Напряжение, подаваемое на варикап U_{VD} , ступенчато снимается с резистивного делителя R10-R11-R12-R13.

4. Порядок выполнения.

1. Перед началом работы ознакомится с принципиальной схемой учебной установки, разобраться в назначении ручек, кнопок и измерительных приборов. Проверить целостность сетевого провода. **Категорически запрещается замыкать выходы контрольных точек схемы!**

2. Включить установку в сеть ~ 220 В. Поставить переключатель «СЕТЬ» на панели учебного модуля в положение «ВКЛ», при этом должен загореться сигнальный индикатор.

3. Дать установке прогреться в течение трех минут.

4. Согласно методическому руководству произвести необходимые измерения и расчеты.

5. По окончании работы отключить установку от сети, поставив переключатель «СЕТЬ» в положение «ВЫКЛ» и вынуть сетевую вилку из розетки.

6. Меры предосторожности.

Несмотря на то, что корпус устройства выполнен из не электропроводящего материала, в установке используется опасное для жизни сетевое напряжение, поэтому работа с установкой требует повышенных мер предосторожности. Запрещается эксплуатация устройства в помещениях с повышенной влажностью. Запрещается включать устройство в сеть в разобранном виде, также запрещена эксплуатация блока со снятой крышкой.

Таким образом, эксплуатация лабораторного модуля является полностью безопасной, при соблюдении обычных мер предосторожности в учебных лабораториях (проверка изоляции соединительных проводов, шнуров и т.п.). Снятие крышки могут производить лишь компетентные сотрудники, т. к. модуль питается переменным сетевым напряжением ~ 220 В.

7. Гарантийные обязательства

Предприятие-изготовитель НПО Учебной Техники «ТулаНаучПрибор» гарантирует бесперебойную работу установки не менее **12 месяцев** с момента передачи изделия заказчику. В случае обнаружения некачественности изделия, не связанного с почтовыми форс-мажорными обстоятельствами, грузополучатель обязан незамедлительно сообщить поставщику об этом, указав, в чем заключается неисправность.

Гарантия не распространяется на изделия, вышедшие из строя по вине грузополучателя, вследствие включения устройства в сеть с не соответствующим номинальным значениям параметров питающей сети, не обеспечивающим нормальный режим работы устройства.

Гарантийный ремонт не производится, претензии по качеству не принимаются в случаях: а) отсутствие гарантийного талона (паспорта изделия); б) при нарушении пломб, наличии следов вскрытия, попытки вскрытия (например, сорванные шлицы винтов, следы на корпусе, неправильная сборка), проведения предварительного ремонта самим пользователем, внесение изменений в конструкцию, использование принадлежностей, не предусмотренных изготовителем. в) следов термических, либо химических воздействий. г) небрежного технического обслуживания и эксплуатации, попадания посторонних предметов в узлы инструмента или их загрязнения, а так же в случаях эксплуатации изделия с нарушениями указаний технического паспорта, руководства по эксплуатации и дополнений продавца к руководству по эксплуатации.

Гарантия не распространяется: а) на неисправности, возникшие в результате несообщения о первоначальной неисправности; б) на неисправности, возникшие в результате нарушений инструкций и рекомендаций, содержащихся в руководстве по эксплуатации и дополнений продавца к руководству по эксплуатации; в) на изделие, которое подвергалось ремонту и конструктивным изменениям не уполномоченными на то лицами; г) на неисправности, вызванными транспортными повреждениями, небрежным обращением, или плохим уходом, не правильным использованием; д) на детали, являющиеся изнашиваемыми и расходными материалами (в том числе на спектральные лампы, срок службы которых напрямую зависит от частоты включений в времени использования, тем не менее, для проверки целостности и работоспособности ламп дается срок 14 дней); е) на внешние механические повреждения, вызванные эксплуатацией; ж) на такие виды работ, как регулировка, чистка и прочий уход за изделием, оговоренный в руководстве по эксплуатации; з) при использовании изделия не по назначению.

По истечении гарантийного срока, ремонт изделия осуществляется за отдельную плату.

Настоящий паспорт служит основанием для ремонта изделия при обнаружении неисправностей в течение всего гарантийного срока. Претензии по качеству и комплектности продукции принимаются по адресу: Россия, 300016, г. Тула, ул. Театральный пер., 2-12, НПО ТулаНаучПрибор, Панкову С. Е. Тел. 8-910-585-55-02; e-mail: physexperiment@narod.ru, web-страница: <http://www.physexperiment.narod.ru>

Производственное Объединение учебной техники «ТулаНаучПрибор»

Заказчик:

« » _____ 20__ г.

Исполнитель:

Панков С. Е.



« » _____ 20__ г.

Разработано и изготовлено: НПО Учебной Техники «ТулаНаучПрибор»,
Россия, г. Тула