

ISSN—0033—765X

РАДИО

5'91





ра. Здесь уже пробником не обойтись, понадобится более совершенный прибор, собранный, например, по приведенной на рис. 1 схеме.

С его помощью можно измерить обратный ток эмиттера ($I_{Э0}$), обратный ток коллектора ($I_{К0}$), статический коэффициент передачи ($h_{21Э}$) до 1000 при заданном токе базы (I_B) биполярных транзисторов, а также начальный ток стока (I_C)

транзистора включают стрелочный индикатор, а на базу подают относительно эмиттера плюсовое напряжение для транзистора структуры р-п-р или минусовое для транзистора структуры п-р-п; вывод коллектора остается свободным. Аналогично измеряют обратный ток коллектора, оставляя свободным вывод эмиттера. Статический коэффициент передачи определяют как отношение тока кол-

В ПОМОЩЬ

ИСПЫТАТЕЛЬ ТРАНЗИСТОРОВ

Прежде чем впаивать транзистор в собираемую конструкцию, его нужно проверить. Об этом знает каждый начинающий радиолюбитель. Убедиться в работоспособности транзистора можно с помощью простейших пробников, о которых неоднократно рассказывалось на страницах журнала «Радио». Но нередко в описании конструкции приводятся вполне определенные требования, скажем, к статическому коэффициенту передачи тока базы биполярного транзистора или к начальному току стока полевого транзисто-

до 100 мА, напряжение отсечки ($U_{отс}$) и крутизну характеристики полевых транзисторов. Прибор позволяет проверять полевые транзисторы с управляющим р-п переходом с п- и р-каналами, а также МОП-транзисторы с встроенным и индуцированным каналами.

Кроме того, испытателем можно измерять обратный ток диодов и ток утечки оксидных и других конденсаторов.

Не помешает вспомнить о принципе измерения параметров транзисторов, чтобы понять работу измерительного прибора. При измерении обратного тока эмиттера в цепь этого вывода

коллектора к заранее установленному току базы.

Для полевого транзистора начальный ток стока определяют включением в цепь этого вывода стрелочного индикатора и установкой на затворе (относительно истока) нулевого напряжения. Напряжение отсечки — это напряжение на затворе транзистора, соответствующее минимальному току стока, а крутизна характеристики — отношение изменения тока стока к изменению напряжения на затворе.

При испытании биполярных транзисторов на них подается напряжение с обоих каналов

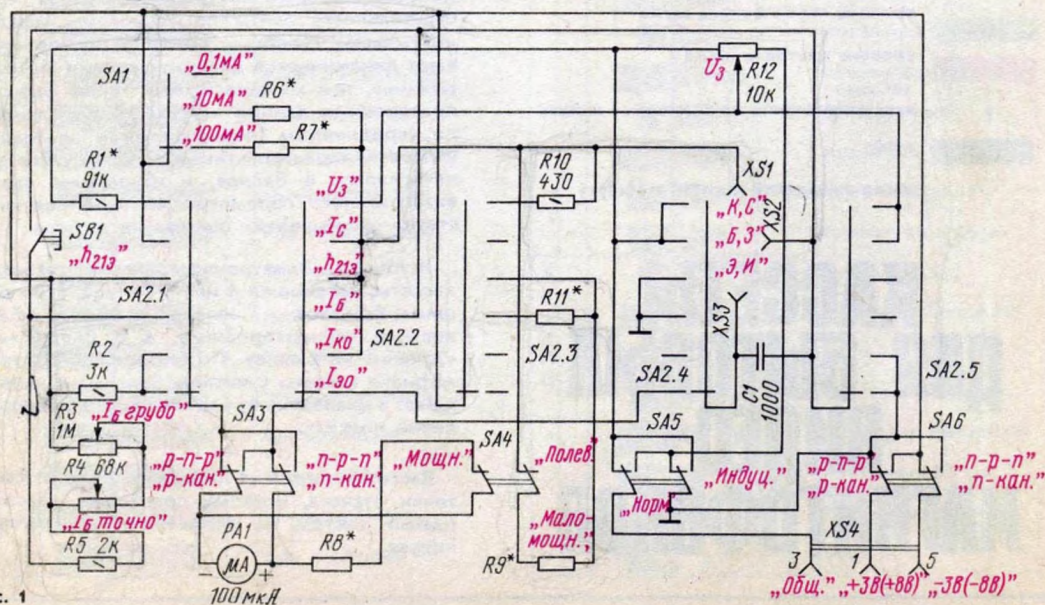


Рис. 1

блока питания, т. е. суммарное напряжение, а при проверке полевых транзисторов вступает в действие двуполярный источник (рис. 2).

Итак, после рассмотрения принципа измерения параметров транзисторов можно вернуться к принципиальной схеме испытателя и познакомиться с назначением его элементов. Переключателем SA1 к стрелочному индикатору PA1 подключают до-

висимости от положения подвижных контактов секций переключателя SA7 выходное напряжение каждого канала блока может быть либо 3 В либо 8 В.

Во время работы испытателя в режиме проверки биполярных транзисторов на цепи измерения подается суммарное напряжение с вилок 1, 5 разъема XP1 блоком питания (либо 6 В либо 16 В), средняя точка стабили-

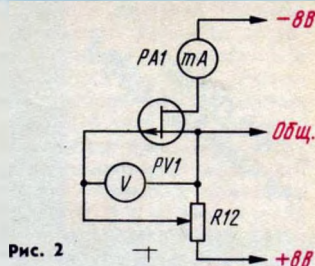


Рис. 2

РАДИОКРУЖКУ

полнительные шунты R6 и R7 для получения нужного значения тока полного отклонения стрелки. Переключателем SA2 устанавливают требуемый режим работы испытателя. Переключатели SA3 и SA6 необходимы для установки полярности питания транзистора в зависимости от его структуры и полярности включения стрелочного индикатора. Переключателем SA4 пользуются при выборе мощности или разновидности (биполярный, полевой) транзистора, а SA5 — для изменения полярности питания затвора в зависимости от типа канала полевого транзистора.

Переменными резисторами R3, R4 устанавливают ток базы (а значит, и ток коллектора) биполярного транзистора, а R12 — напряжение на затворе полевого транзистора. Резистор R1, включаемый последовательно со стрелочным индикатором, превращает индикатор в вольтметр на 10 В.

Резисторы R8, R9, R11 — шунты, позволяющие изменять «чувствительность» стрелочного индикатора в зависимости от режима измерения. Резистор R10 необходим для замыкания цепи стока при измерении и установке полевых транзисторов. Конденсатор C1 предотвращает возможное самовозбуждение транзисторного каскада и искажения результатов измерения.

Питается измерительная часть испытателя от двуполярного блока (рис. 3), выполненного на двух мощных транзисторах, четырех стабилизаторах, мостовом выпрямителе и понижающем трансформаторе. В за-

затвор (вилка 3) не используется. Проверять обратный ток эмиттера рекомендуется только при малом напряжении.

Полевые транзисторы проверяют только при большом двуполярном напряжении (2×8 В), когда используется средняя точка стабилизаторов. Следует помнить, что полевые транзисторы КП103М, КП302Б — КП302Г и некоторые другие обладают напряжением отсечки 7...10 В и при меньшем напряжении питания (2×3 В) этот параметр измерить не удастся.

Переключатели SA1 и SA2 — любые галетные с соответствующим количеством секций и положений подвижного контакта; SA3 — SA7 — двухпозиционные переключатели с двумя группами контактов на переключение; кнопочный включатель — любой малогабаритный; сетевой выключатель Q1 — тумблер, рассчитанный на напряжение не ниже 250 В.

Постоянные резисторы R1, R2, R5, R10, R13, R14 — МЛТ-0,25; переменные резисторы R3, R4, R12 — СП-1 с функциональной характеристикой А. Остальные резисторы — проволочные, их подбирают в зависимости от параметров (ток полного отклонения стрелки и внутреннее сопротивление) стрелочного индикатора PA1. Так, резисторы R6 и R11 должны быть такого сопротивления, чтобы с каждым из них стрелка миллиамперметра, составленного из параллельно соединенных резистора и индикатора, отклонялась на конечное деление шкалы при токе 10 мА. Аналогично подбирают шунты R7 (100 мА) и R8 (1 мА). Готовые шунты R8

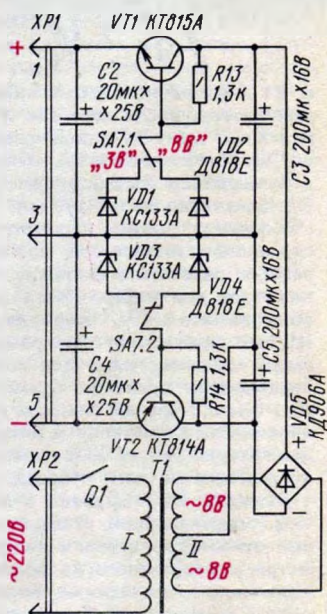


Рис. 3

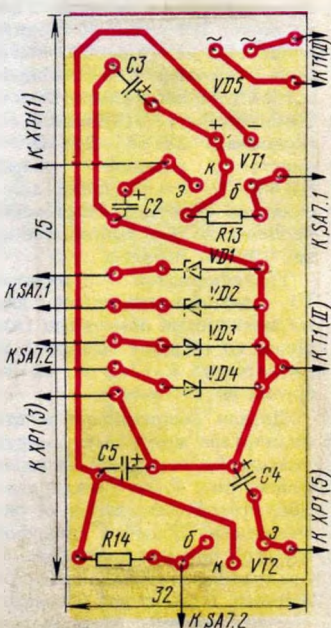


Рис. 4

$R_{11} ? R_6 ?$

и R1 подключают параллельно индикатору, после чего так же включают шунт R9 и подбирают его сопротивление таким, чтобы получившийся миллиамперметр был рассчитан на ток 100 мА.

Конечно, зная параметры стрелочного индикатора, можно заранее рассчитать сопротивление того или иного шунта по общеизвестным формулам. Шунты наматывают нихромовым, манганиновым или константановым проводом диаметром 0,1...0,3 мм на планках из изоляционного материала, в торцах которых закрепляют выводы из толстого медного провода.

Резистор R1 подбирают с таким сопротивлением, чтобы полное отклонение стрелки вольтметра, составленного из последовательно соединенных индикатора и резистора, получилось при напряжении 10 В.

Стрелочный индикатор следует выбрать с током полного отклонения 100 мкА. Оксидные конденсаторы C2—C5 могут быть, например, К50-6, конденсатор C1 — любого типа. Вместо стабилизаторов Д818Е можно использовать Д814А—Д814В, а вместо диодной сборки КД906А — четыре диода, допускающие обратное напряжение не менее 30 В и выпрямленный ток 100 мА и более.

Трансформатор питания Т1 — любой маломощный с двумя вторичными обмотками (или одной со средним выводом) на напряжение 8...12 В и ток нагрузки до 100 мА.

Детали выпрямителя и стабилизатора могут быть смонтированы на отдельной печатной плате (рис. 4) из фольгированного стеклотекстолита либо размещены на общей с трансформатором питания плате (рис. 5), прикрепляемой к зажимам стрелочного индикатора. Переключатели, сетевой выключатель,

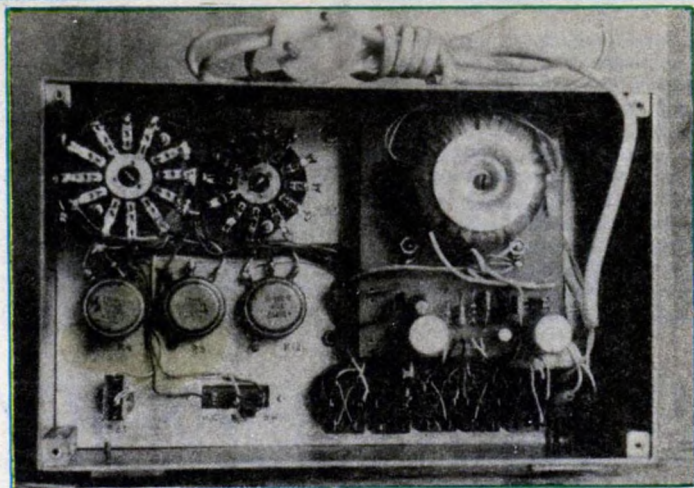


Рис. 5

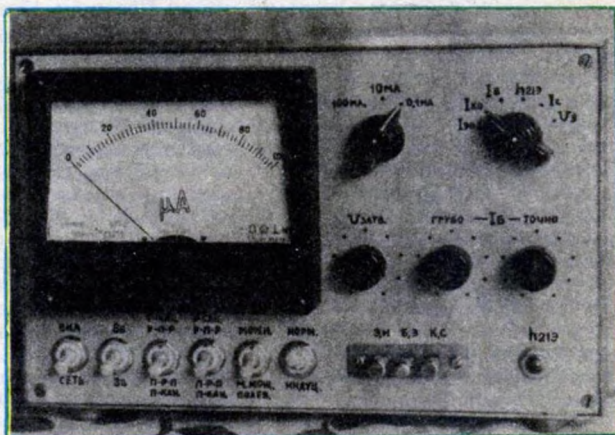


Рис. 6

кнопку, переменные резисторы и гнезда подключения выводов транзистора крепят к лицевой панели корпуса испытателя. К соответствующим выводам этих деталей подпаивают выводы постоянных резисторов и конденсатора C1. Внешний вид готового испытателя показан на рис. 6.

Как пользоваться прибором? Начнем с измерения параметров биполярных транзисторов. Установив переключатели SA3 — SA6 в положение, соответствующее мощности и структуре испытываемого транзистора, вставляют выводы транзистора в гнезда прибора. В положении переключателя SA2 «I_Б» или «I_{К0}» при включенном питании измеряют обратный ток эмиттера и коллектора. Для ма-

ломощных транзисторов цена шкалы стрелочного индикатора составляет 100 мкА, для мощных — 1 мА.

Далее переключатель SA2 ставят в положение «I_Б» и переменными резисторами R3, R4 задают ток базы транзистора в пределах 10...100 мкА для маломощных транзисторов и 0,1...1 мА для мощных. Цена шкалы индикатора такая же, что и в предыдущем случае.

Установив затем переключатель SA2 в положение «h_{21Э}», нажимают кнопку SB1 и определяют статический коэффициент передачи тока. Он будет зависеть от установленного тока базы. Так, если ток базы для маломощного транзистора был установлен 100 мкА, то показания стрелочного индикатора

нужно умножить на 1, если 50 мкА — на 2, 10 мкА — на 10. Аналогично определяют коэффициент передачи мощных транзисторов. Цена шкалы индикатора для маломощных транзисторов равна 10 мА, для мощных — 100 мА.

Переключатель SA1 при этих измерениях должен находиться в положении «0,1 мА». Если его установить в положение «100 мА», то цена шкалы составит 100 и 200 мА соответственно для маломощных и мощных транзисторов.

При проверке полевых транзисторов переключатель SA4 должен находиться в положении «Полев.», SA3, SA5, SA6 — в положении, соответствующем структуре транзистора, а SA1 — в положении «100 мА». Установив переключатель SA2 в положение «I_c», а движок переменного резистора R12 в крайнее левое по схеме положение, подсоединяют выводы транзистора, включают питание и измеряют начальный ток стока. В случае необходимости переключателем SA1 устанавливают меньший предел измерения.

Далее движок переменного резистора R12 переводят в крайнее правое по схеме положение, а переключатель SA1 ставят в положение «0,1 мА». Перемещением движка резистора устанавливают ток стока 10 мкА, переводят переключатель SA2 в положение «U_з» и определяют по стрелочному индикатору напряжение отсечки. Цена шкалы в этом случае равна 10 В.

Для определения крутизны характеристики (S) измеряют ток стока при нулевом напряжении на затворе, а затем при напряжении 0,5 В. Крутизна характеристики будет равна отношению разности токов стока к напряжению 0,5 В.

При проверке полевых транзисторов следует помнить, что у транзисторов с р-п переходом, а также МДП-транзисторов со встроенным каналом проводящий канал образуется при нулевом напряжении на затворе.

Током стока можно управлять, изменяя значение и полярность напряжения между затвором и истоком. При некотором положительном напряжении исток — затвор у транзистора с р-каналом или отрицательном напряжении у транзистора с п-каналом ток в цепи стока прекращается. Это напряжение называют напряжением

отсечки. При проверке транзисторов этих типов полярность напряжения цепи затвора противоположна полярности напряжения цепи стока относительно истока.

В МДП транзисторах с индуцированным каналом ток стока появляется только при определенной полярности и определенном напряжении на затворе относительно истока — отрицательном при р-канале и положительном при п-канале, т. е. полярность питания цепей затвора и стока одинакова.

Когда понадобится измерить обратный ток диода, переключатель SA2 устанавливают в положение «I_c», SA3 и SA6 — в положение «п-кан.», SA4 — «Полев.», SA5 — «Норм.». Катод диода подсоединяют к гнезду «С», анод — к гнезду «З». К этим же гнездам подсоединяют выводы конденсатора при измерении тока утечки. Напряжение на этих гнездах устанавливают переменным резистором от 8 до 16 В.

Обратный ток диодов и ток утечки конденсаторов с твердым диэлектриком измеряют обычно в положении переключателя SA1 «0,1 мА», оксидных конденсаторов — в положении «100 мА».

П. САЗОНОВ

г. Красный Лиман
Донецкой обл.

ИНДИКАТОР УРОВНЯ ЖИДКОСТИ

Этот прибор предназначен для контроля уровня жидкости, например воды, в различных резервуарах. Он подает непрерыв-

ный сигнал звуковой частоты, когда уровень жидкости достигает номинального значения, и прерывистый звуковой сигнал при превышении жидкостью критической отметки.

Индикатор (рис. 7) состоит из двух генераторов: первый собран на логических элементах DD1.1 и DD1.2, а второй — на элементах DD1.3, DD1.4. Работой генератора управляет датчик из сенсоров E1—E3, размещаемый в резервуаре на том уровне, на котором требуется контроль жидкости. Если жидкость ниже заданного уровня и, естественно, не доходит до сенсоров, через резисторы R2, R3 на входы элементов DD1.1—DD1.3 поступает уровень логической 1. Ни один из генераторов не работает. В таком режиме индикатор практически не потребляет тока от источника питания.

Когда жидкость достигнет сенсоров E1, E2 и «замкнет» их (если, конечно, жидкость не диэлектрическая), на выводе 12 элемента DD1.3 появится уровень логического 0. Второй генератор начинает работать, и в телефоне BF1 раздастся звуковой сигнал частотой около 1000 Гц. Если поступление жидкости в резервуар не прекратится, ее уровень достигнет вскоре сенсора E3. Уровень логического 0 окажется и на входах элементов DD1.1, DD1.2. Начнет работать первый генератор и управлять включением второго генератора. Частота следования импульсов первого генератора составляет несколько герц, поэтому в телефоне будут раздаваться прерывистые звуковые сигналы, извещающие о достижении жидкостью критического уровня.

В индикаторе можно применить, кроме указанной на схеме, микросхему K561JE5; конденсаторы — КЛС, КМ; резисторы

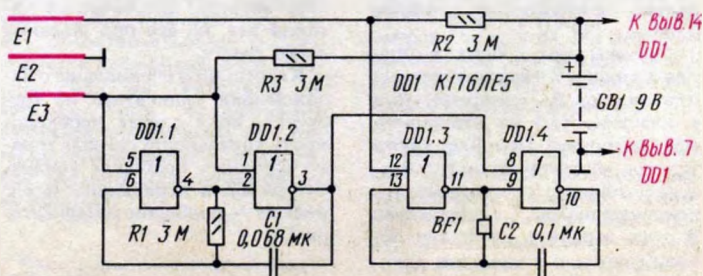


Рис. 7