

Глава 5

Испытатели транзисторов

5.1. Простейший пробник транзисторов. [20]

Этот простейший пробник позволяет измерять статический коэффициент передачи тока базы $h_{21Э}$ n-p-n транзисторов при постоянных значениях коллекторного тока и напряжения коллектор-эмиттер. Это обеспечивает возможность сравнения транзисторов по их параметрам. Принципиальная схема пробника показана на рис. 25.

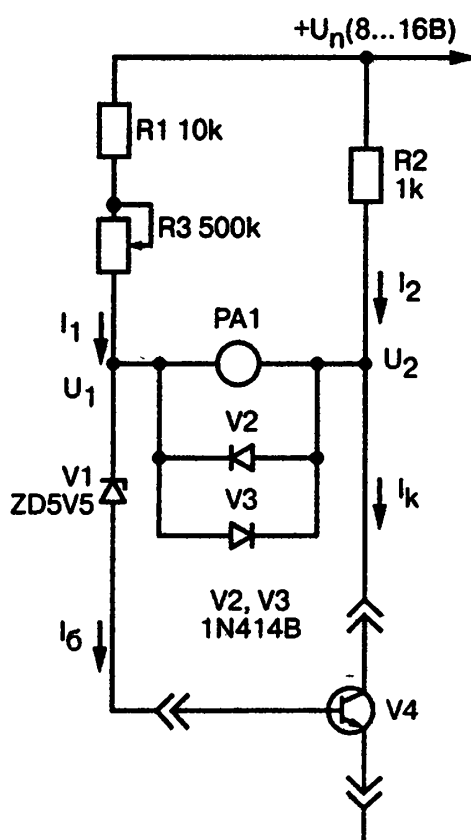


Рис. 25. Принципиальная схема пробника транзисторов

Схема пробника представляет собой мост, в одну диагональ которого подается напряжение питания U_n , а во вторую диагональ включен стрелочный прибор РА1. Если мост сбалансирован, и ток стрелочного прибора равен нулю, то падение напряжения в одном плече, на резисторах $R1, R3$, (равное U_1), и падение напряжения во втором плече, на резисторе $R2$ (равное U_2) должны быть равны. В связи с тем, что ток I_1 представляет собой ток базы транзистора, а ток I_2 – ток коллектора, отношение второго к первому и является статическим коэффициентом передачи тока базы $h_{21Э}$.

Находя эти токи:

$$I_1 = \frac{U_1}{R1+R3}; I_2 = \frac{U_2}{R2}$$

и поделив значение тока I_2 на значение тока I_1 , получим статический коэффициент передачи тока базы:

$$h_{21Э} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{R1 + R3}{R2}$$

Для того чтобы исключить необходимость деления, достаточно выбрать сопротивление резистора $R2$ равным 1 кОм. Тогда численное значение суммы сопротивлений резисторов $R1+R3$, выраженное в килоомах, окажется равным $h_{21Э}$.

Для отсчета коэффициента передачи переменный резистор $R3$ снабжается шкалой, указывающей сумму сопротивлений $R1+R3$, по которой производится отсчет, после установки баланса моста резистором $R3$.

Стабилитрон ZD5V5 заменяется отечественным КС156А, диоды V2, V3, защищающие прибор от перегрузки – диодами Д223. Стрелочный прибор РА1 с током полного отклонения ± 50 мкА должен иметь шкалу с нулем посередине.

5.2. Испытатель транзисторов и диодов.

Ерофеев М. [21]

Испытатель предназначен для проверки исправности и типа проводимости транзисторов, а также исправности и назначения выводов диодов. Принципиальная схема испытателя приведена на рис. 26.

Если выводы транзистора подключены к помеченным на схеме клеммам испытателя, переключатель SA1 позволяет

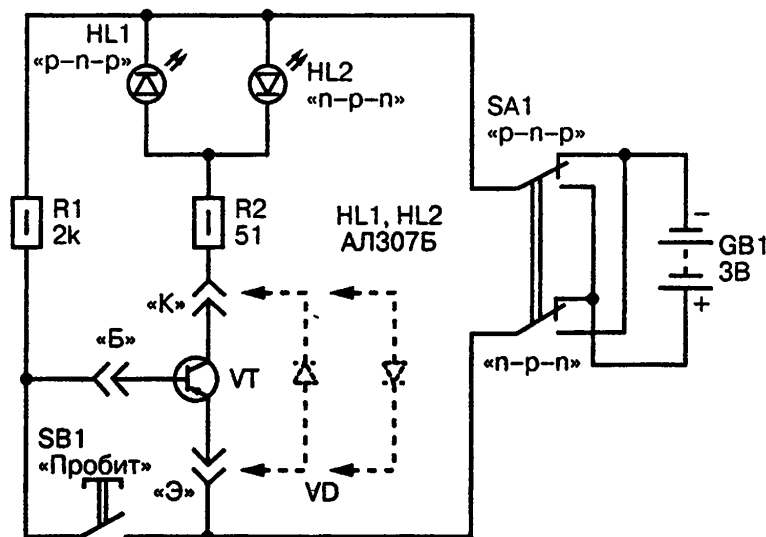


Рис. 26. Принципиальная схема испытателя полупроводниковых приборов

определить тип проводимости. При соответствии структуры транзистора положению переключателя загорается светодиод, отвечающий этому типу проводимости. В противном случае светодиоды не горят и нужно переключить в другое положение. Если же светодиоды не загораются в любом положении переключателя, это указывает на то, что один или оба перехода транзистора оборваны.

Если испытуемый транзистор исправен, нажатие на кнопку SB1 должно привести к погасанию светодиода, а в случае, когда он продолжает гореть, свидетельствует о наличии пробоя эмиттерного перехода.

Проверка диодов производится при их подключении к выводам, предназначенным для коллектора и эмиттера транзистора. Если переключатель SA1 установлен в положение р-н-р и горит также светодиод р-н-р, значит, диод исправен, а к гнезду коллектора подключен катод диода. Если же горят оба светодиода – диод пробит. Если SA1 в положении н-р-п и горит светодиод н-р-п, значит, диод исправен, а к гнезду коллектора подключен анод диода. Наконец, если не горит ни один светодиод при обоих положениях переключателя, значит, диод оборван.

5.3. Испытатель транзисторов. Алехин Б. [22]

Этот несложный прибор предназначен для измерения статического коэффициента передачи тока базы биполярных транзисторов обеих структур в схеме с общим эмиттером. Он свободен

от обычного недостатка, когда установленный с помощью постоянного резистора ток базы изменяется при уменьшении напряжения питания постепенно разряжающейся батареи. В этом случае нарушается градуировка прибора, показывающего значение статического коэффициента передачи тока базы. Проблема решается при наличии микроамперметра с током полного отклонения 50–100 мкА, с помощью которого можно контролировать установку тока базы. Но если такого прибора нет, предлагаемый испытатель устраняет указанные ошибки измерения. Схема испытателя показана на рис. 27.

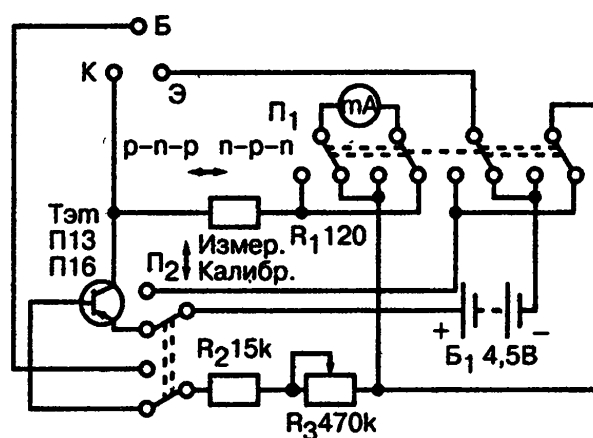


Рис. 27. Принципиальная схема испытателя транзисторов

В схему входит эталонный транзистор $T_{эт}$ с известным значением статического коэффициента передачи тока ($h_{21э}$) в пределах от 20 до 40. После сборки испытателя производят его калибровку. Переключатель П1 устанавливается в положение p-n-p, а тумблер П2 – в положение «Калибровка». При этом включается питание эталонного транзистора. С помощью переменного резистора R3 по стрелочному прибору устанавливается ток коллектора, равный произведению $h_{21э}$ на первый расчетный ток базы $I_{Б1} = 50$ мкА, и на шкале прибора наносится первая метка. Затем устанавливают ток коллектора, равный произведению $h_{21э}$ на второй расчетный ток базы $I_{Б2} = 100$ мкА, и на шкале прибора наносится вторая метка $I_{К2}$.

Для проверки испытуемый транзистор подключается к клеммам К, Б, Э. П1 устанавливают в положение p-n-p, а тумблер П2 – в положение «Калибровка». С помощью R3 устанавливают стрелку прибора на первую метку, переключают П1 в положение, соответствующее структуре испытуемого транзистора, а П2 – в положение «Измерение» и отсчитывают

по прибору ток коллектора испытуемого транзистора I_{K1} . Также, устанавливая ток коллектора эталонного транзистора на вторую метку, отсчитывают ток коллектора испытуемого транзистора I_{K2} . Теперь статический коэффициент передачи тока базы находят по формуле:

$$h_{21Э} = \frac{I_{K2} - I_{K1}}{I_{B2} - I_{B1}}$$

В качестве стрелочного прибора используется миллиамперметр с током полного отклонения 5 мА.

5.4. Прибор для проверки транзисторов. Иванов В. [23]

Прибор предназначен для измерения статического коэффициента передачи тока базы в схеме с общим эмиттером $h_{21Э}$ и обратного тока коллектор-эмиттер $I_{КЭК}$ биполярных транзисторов обеих структур. Принципиальная схема прибора представлена на рис. 28.

На схеме переключатель SA1 служит для выбора режима измерения, SB1 – для включения питания, SB2 – для выбора типа проводимости испытуемого транзистора. Выводы транзистора подключаются к клеммам XT1–XT3, а батарея питания – к клеммам XS1.

При измерении обратного тока коллектор-эмиттер переключатель SA1 устанавливается в положение $I_{КЭК}$, при котором эмиттер транзистора соединяется с базой через небольшое сопротивление резистора R3, ограничивающего ток базы, а в цепь коллектора включается резистор R4 и измеритель тока, состоящий из микроамперметра PA1, диода VD1 и резисторов R5 и R8, благодаря которым ток полного отклонения стрелки составляет 5 мА.

Измерение статического коэффициента передачи тока базы может выполняться при разных значениях тока базы: 2 или 10 мА. В первом случае предел измерения $h_{21Э}$ составляет 250, а во втором – 100. Соответственно этим значениям устанавливается переключатель SA1. Указанные значения токов базы обеспечиваются резисторами R1 и R2, сопротивления которых нужно подобрать экспериментально.

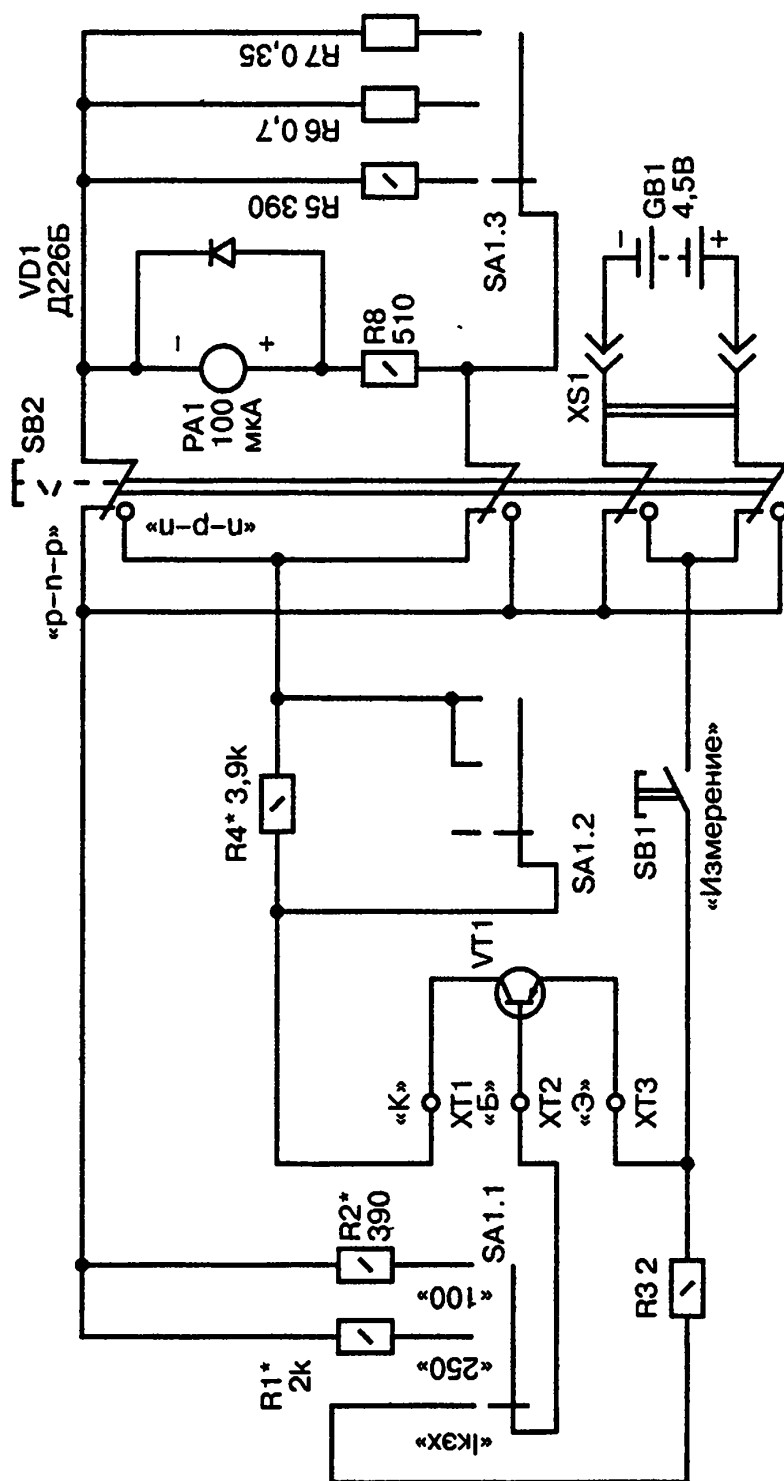


Рис. 28. Принципиальная схема прибора

В приборе использован микроамперметр с током полного отклонения стрелки, равным 100 мкА, и сопротивлением рамки 3000 Ом. Поэтому использование шунта R5 приводит к получению тока полного отклонения 1 мА, шунта R6 – 500 мА, а шунта R7 – 1 А. Если разделить ток коллектора 500 мА на ток базы 2 мА, получим $h_{21Э} = 250$, а при делении 1 А на 10 мА получается $h_{21Э} = 100$.

5.5. Испытатель маломощных транзисторов. Сеталов В. [24]

С помощью этого испытателя можно проверять исправность биполярных транзисторов и измерять их статический коэффициент передачи тока базы $h_{21Э}$ в пределах от 10 до 650. Особенность схемы этого прибора состоит в отсутствии переключателя типа проводимости испытуемых транзисторов. Кроме транзисторов прибором можно проверять диоды на обрыв или пробой и находить выводы анода и катода. Структурная схема испытателя показана на рис. 29.

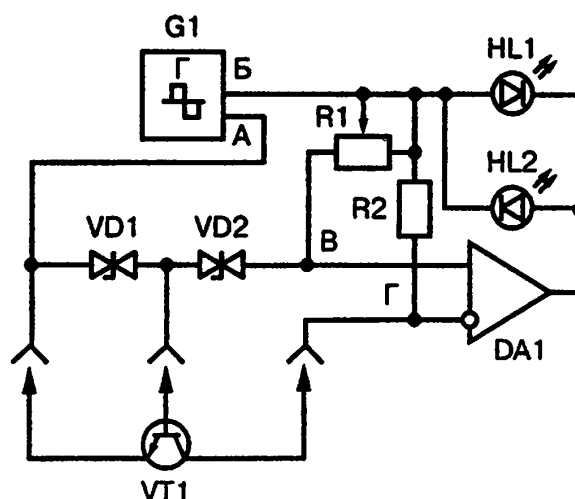


Рис. 29. Структурная схема испытателя

Генератор G1 вырабатывает биполярные прямоугольные импульсы частотой около 3 Гц, которые поступают к одной диагонали моста, образованного резисторами R1, R2, стабилитроном VD2 и испытуемым транзистором. Ко второй диагонали (точки В и Г) подключен компаратор DA1. Ток базы транзистора обратно пропорционален сопротивлению резистора R1, а ток коллектора – R2. При достижении баланса моста с помощью переменного резистора R1 потенциалы точек В и Г равны. Тогда статический коэффициент передачи тока базы оказывается равен:

$$h_{21Э} = \frac{I_K}{I_B} = \frac{R1}{R2}$$

Если выбрать сопротивление резистора R_2 , равным 1 кОм, сопротивление резистора R_1 , выраженное в килоомах, будет численно равно $h_{21э}$, для отсчета которого достаточно снабдить переменный резистор шкалой сопротивлений, соответствующих положению движка. Благодаря использованию биполярных импульсов для питания моста, отпадает необходимость применения переключателя структуры транзистора.

Когда сопротивление резистора R_1 мало, транзистор насыщен, на инвертирующем входе компаратора низкий уровень, на выходе – высокий, и светодиоды HL1, HL2 не горят. То же происходит при включении транзистора с пробитым переходом. По мере увеличения сопротивления R_1 наступает баланс моста, и компаратор уже не переключается. При транзисторе n-p-n на выходе компаратора низкий уровень, и мигает светодиод HL1. При p-n-p транзисторе на выходе компаратора высокий уровень, и мигает светодиод HL2. Если в проверяемом транзисторе оборван переход, оба светодиода мигают поочередно.

Принципиальная схема испытателя приведена на рис. 30.

Импульсный генератор собран на транзисторах VT1–VT4 по схеме симметричного мультивибратора. Функции компаратора

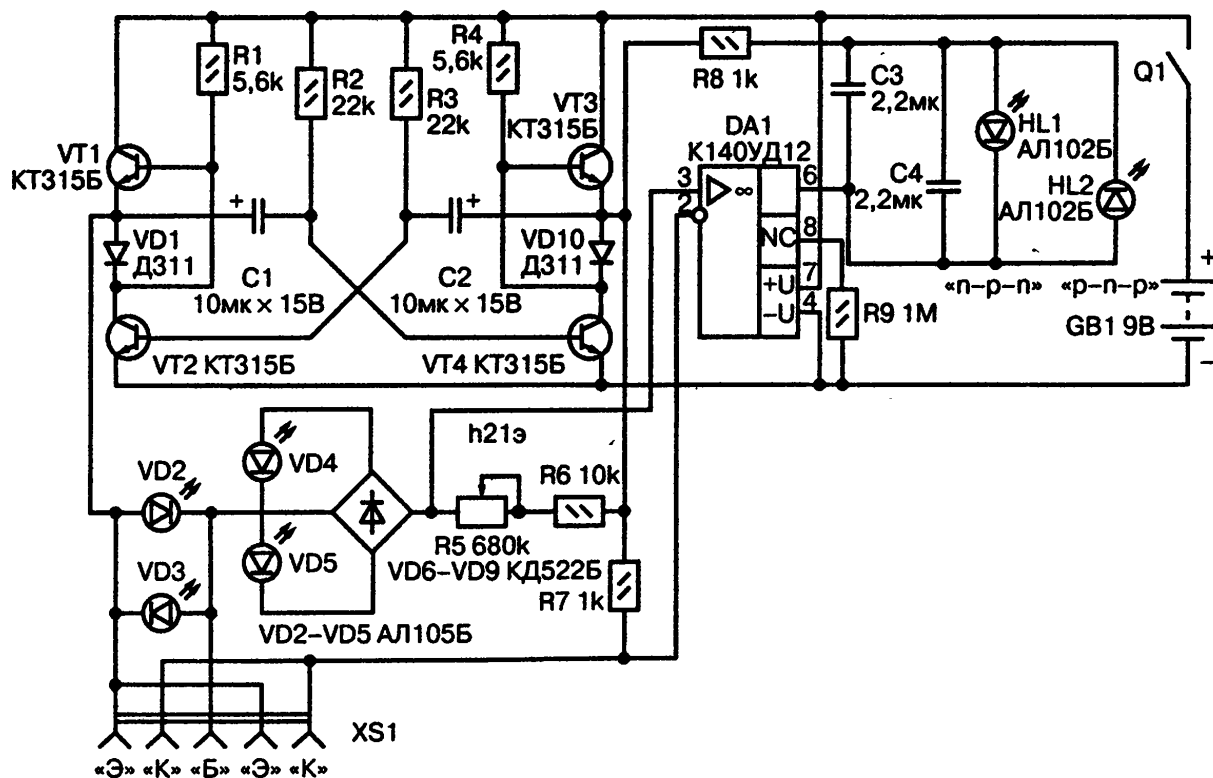


Рис. 30. Принципиальная схема испытателя

выполняет операционный усилитель DA1. В качестве симметричных стабилитронов использованы светодиоды VD2–VD5 в связи с тем, что у традиционных стабилитронов рабочий ток составляет не менее 3 мА.

На рис. 31 приводится чертеж печатной платы, а на рис. 32 – размещение на ней элементов схемы.

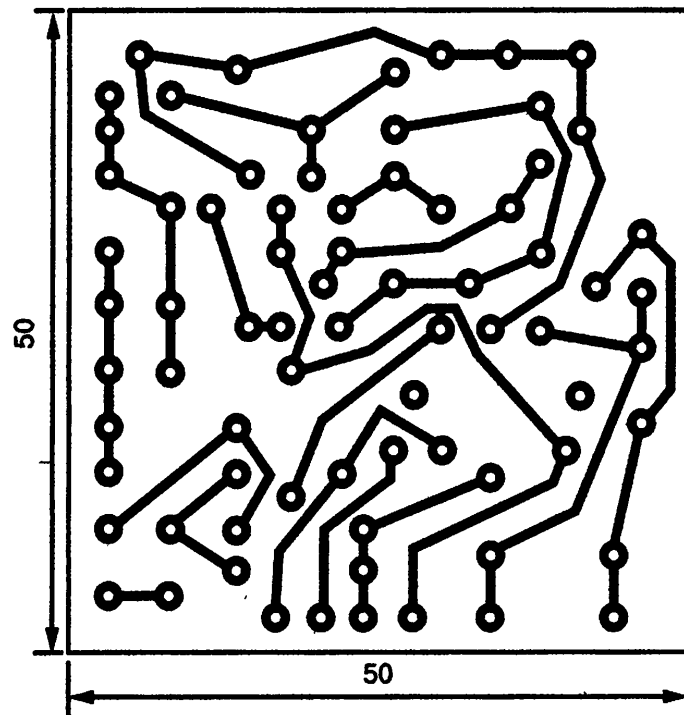


Рис. 31. Чертеж печатной платы испытателя

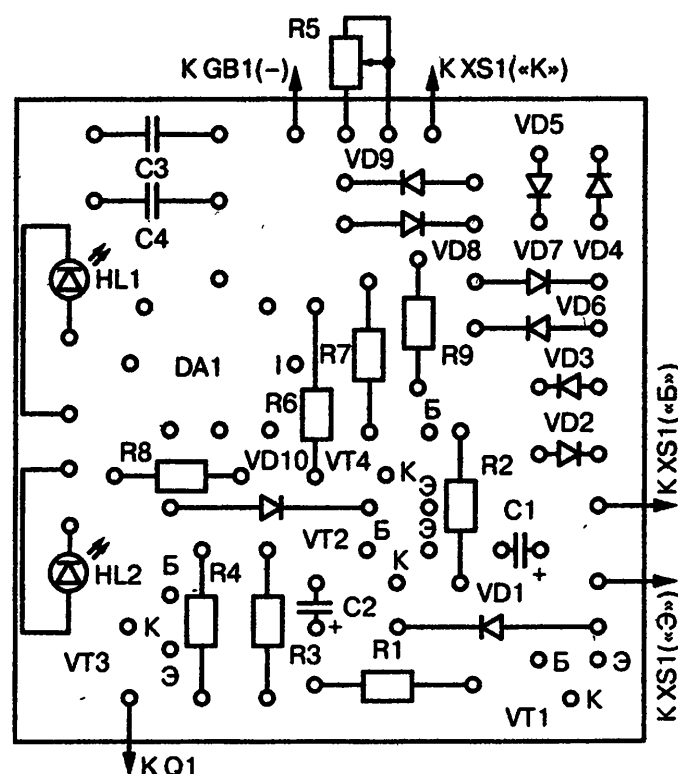


Рис. 32. Размещение элементов схемы на печатной плате

5.6. Испытатель транзисторов. [25]

Особенностью этого испытателя является широкий диапазон измеряемого статического коэффициента передачи тока базы $h_{21Э}$ от единиц до 900. Принцип работы этого испытателя состоит в определении максимального сопротивления

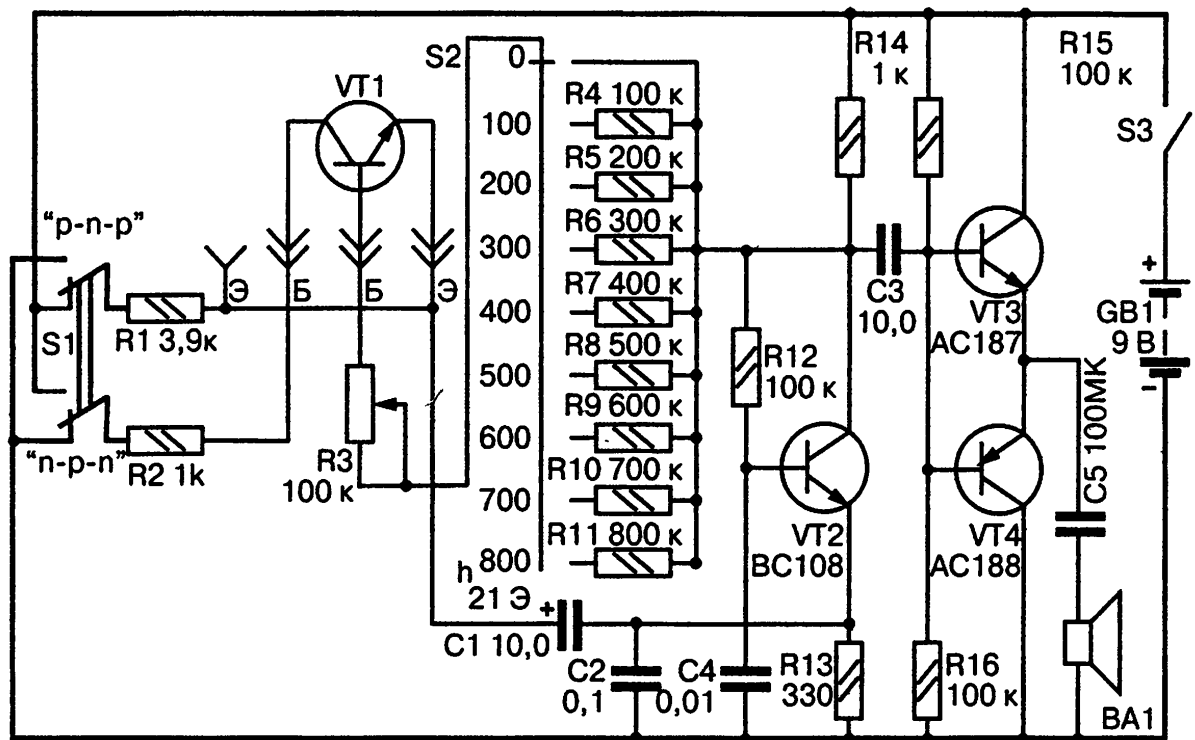


Рис. 33. Принципиальная схема испытателя

в цепи базы испытуемого транзистора, при котором еще сохраняется генерация мультивибратором, в состав которого входит этот транзистор. Численно это сопротивление оказывается равно статическому коэффициенту передачи тока базы испытуемого транзистора $h_{21Э}$. Принципиальная схема испытателя приведена на рис. 33.

Испытуемый транзистор VT1 подключается к клеммам К, Б, Э и совместно с транзистором VT2 образует мультивибратор. С помощью переключателя S1 устанавливается структура транзистора, переключатель S2 служит для выбора предела измерения $h_{21Э}$, тумблером S3 включается питание прибора. Транзисторы VT3 и VT4 образуют выходной усилитель мощности. Переменный резистор R3 типа А снабжается равномерной шкалой значений сопротивления от 0 до 100.

Для измерения $h_{21Э}$ сначала переключателем S1 устанавливается нужная структура транзистора, затем он подключается

к прибору, а переключатель S2 ставится в положение 800. Наконец, включается питание. Теперь движок переменного резистора R3 выводится вверх по схеме. Далее переключатель S2 шаг за шагом переводится также вверх по схеме до тех пор, пока не появится звуковой сигнал. Теперь увеличивают сопротивление резистора R3 до прекращения звука и производят отсчет $h_{21Э}$, который равен сумме сотен согласно положению S2 и единиц по шкале резистора R3.

Транзистор BC108 заменяется на КТ315Г, АС187 – на ГТ404Б, АС188 – на ГТ402Б.

16. Терехов Л. Кодовый замок. // Радиолобитель. – 2001. – № 12. – С. 18.
17. Шустов М. Кодовый замок. // Радиолобитель. – 1999. – № 9. – С. 24–25.
18. Комков Ю. Кодовый замок. // Радио. – 1981. – № 11. – С. 38–39.
19. Савлевич В. Необычный кодовый замок. // Радиолобитель. – 1997. – № 5. – С. 21.
20. Испытатель транзисторов. // Радио. – 1983. – № 2. – С. 62.
21. Конструкции М. Ерофеева. // Радио. – 2000. – № 12. – С. 48.
22. Алехин Б. Испытатель транзисторов. // Радио. – 1967. – № 2. – С. 31.
23. Иванов В. Прибор для проверки транзисторов средней и большой мощности. // Радио. – 1985. – № 11. – С. 53–54.
24. Сеталов В. Испытатель маломощных транзисторов. // Радио. – 1989. – № 1. – С. 42–43.
25. Испытатель транзисторов. // Радио. – 1981. – № 10. – С. 58.
26. Иванов Б. Переключатель елочных гирлянд. // Радио. – 1993. – № 11. – С. 26.
27. Панкратьев Д. Бегущий огонь на неоновых лампах. // Радио. – 1999. – № 11. – С. 52.
28. Переключатель на электромагнитных реле. Тютюнников С. // Радио. – 1978. – № 11. – С. 50.
29. Сенин В. Переключатель четырех гирлянд. // Радио. – 1985. – № 11. – С. 52–53.
30. Шустов М. Установка бегущего света. // Радиолобитель. – 1996. – № 11. – С. 25.