УДК 621.382.33.083:006.354 Группа Э29

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ТРАНЗИСТОРЫ БИПОЛЯРНЫЕ

Методы измерения статического коэффициента передачи тока

Transistors bipolar. Methods for measuring statis current transfer radio

ГОСТ 18604.2—80*

(СТ СЭВ 4288—83)

Взамен ГОСТ 18604.2—73

ОКП 62 2312

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 4 июля 1980 г. № 3392 срок действия установлен

с 01.01.82

до 01.01.87

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на биполярные транзисторы и устанавливает методы измерения статического коэффициента передачи тока $h_{21э}$ на импульсном и постоянном токах.

Общие требования при измерении должны соответствовать ГОСТ 18604.0—83 и требованиям, изложенным в соответствующих разделах настоящего стандарта.

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 4288—83 и Публикации МЭК 147—2 в части метода измерения параметра $h_{21э}$ на постоянном токе.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕДАЧИ ТОКА НА ИМПУЛЬСНОМ ТОКЕ

1.1. Метод определения $h_{21Э}$ измерением $h_{21э}+1$ транзистора, включенного по схеме с общей базой

1.1.1. *Принцип и условия измерения*

1.1.1.1. Значение постоянного тока эмиттера $I_Э$ или постоянного тока коллектора $I_К$ и напряжения на коллекторе указывают в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов (далее — в стандартах).

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

★

* *Переиздание (декабрь 1985 г.) с Изменением № 1, утвержденным в октябре 1984 г. (ИУС 1—85).*

gost.e-ecolog.ru

1.1.1.2. Скважность импульсов тока эмиттера Q должна быть:
$Q \geqslant 10$ при токе эмиттера равном или больше 1 мА;
$Q \geqslant 2$ при токе эмиттера до 1 мА.

Минимальную длительность импульса $t_{и\,min}$ рассчитывают по формуле

$$t_{и\,min} \geqslant \frac{5h_{21э\,max}}{2\pi f_{гр}},$$

где $h_{21э\,max}$ — максимальное значение статического коэффициента передачи тока, определяемое рабочим диапазоном установки;

$f_{гр}$ — граничная частота коэффициента передачи тока, указывают в стандартах.

Максимальную длительность импульса указывают в стандартах, для мощных высоковольтных транзисторов она должна быть не более 300 мкс.

1.1.2. *Аппаратура*

1.1.2.1. Параметр $h_{21э}$ +1 следует измерять на установке, структурная схема которой приведена на черт. 1.

1.1.2.2. *Значение остаточного тока генератора однополярных* импульсов G в интервале между импульсами при измерении по среднему значению не должно превышать

$$\frac{I_{Эmin}}{100Q}, \text{ или } \frac{I_{Эmin}}{100},$$

если ток измеряют по амплитуде импульса,
где $I_{э\,min}$ — минимально допустимый постоянный ток эмиттера.

1.1.2.3. Источник постоянного напряжения должен обеспечивать постоянный ток коллектора

$$I_К > \frac{I_{Эmax}}{Q},$$

где $I_{э\,max}$ — максимально допустимый постоянный ток эмиттера.

1.1.2.4. Чувствительность u_1 пикового вольтметра P, соответствующая полному отклонению стрелки, должна удовлетворять условиям

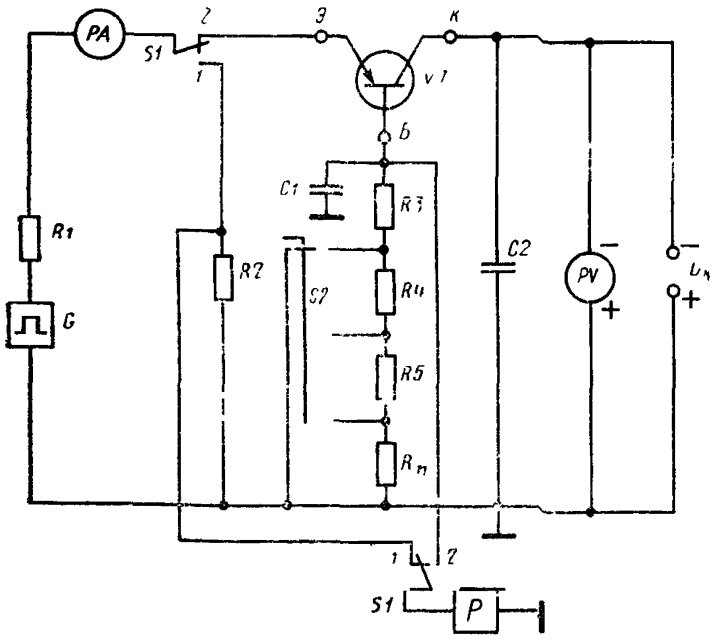
$$u_1 \leqslant \frac{u_{К\,min}}{10}; \; u_1 \leqslant I_{э\,min} R_2;$$

где $U_{К\,min}$ — минимально допустимое постоянное напряжение коллектор-база;

$R2$ — калибровочный резистор.

При измерении $h_{21э}$ +1 при токе эмиттера до 1 мА чувствительность u_1 пикового вольтметра должна удовлетворять условиям

$$u_1 \leqslant \frac{U_{К\,min}}{100}; \; u_1 \leqslant I_{э\,min} R_2.$$



PA—измеритель тока эмиттера; *S1*—переключатель; *VT*—измеряемый транзистор, *R1*, *R2* . . , R_n—резисторы, *C1*, *C2*—конденсаторы; *G*—генератор однополярных импульсов; *S2*—переключатель поддиапазонов $h_{1Э}+1$; *PV*—измеритель постоянного напряжения. *P*—пиковый вольтметр.

Черт. 1

Пиковый вольтметр должен измерять только импульсную составляющую тока базы.

1.1.2.5. Входное сопротивление пикового вольтметра $R_{вх\,P}$ должно удовлетворять условию

$$R_{вх\,P} \geqslant 100 R_{Б\,max},$$

где $R_{Б\,max}$ — максимальное значение сопротивления в цепи базы.

Если $R_{вх\,P}$ меньше указанного значения, то учитывают его шунтирующее действие. Пиковый вольтметр *P* градуируют в значениях $h_{21Э}$ или $h_{21Э}+1$.

1.1.2.6. Значение сопротивления резистора в цепи эмиттера *R1* (или внутреннего сопротивления источника тока эмиттера) рассчитывают, исходя из формулы

$$R_1 \geqslant 50 \frac{U_{ЭБ\,max}}{I_{Э\,min}},$$

где $U_{ЭБ}$ — максимально допустимое постоянное напряжение эмиттер-база для данного поддиапазона тока эмиттера.

Если нормировано максимальное напряжение насыщения база-эмиттер, то

$$R_1 \geqslant 50\frac{U_{\text{БЭ нас}}}{I_{\text{Э min}}},$$

где $U_{\text{БЭ нас}}$ — напряжение насыщения база-эмиттер.

1.1.2.7. Значение сопротивления резистора *R2* для данного поддиапазона постоянного тока эмиттера должно выбираться из условия

$$R_2 \leqslant \frac{R_1}{50}, \qquad R_2 \leqslant \frac{U_{\text{БЭ нас}}}{I_{\text{Э}}}$$

1.1.2.8. Сопротивление токосъемного резистора *R3* в цепи базы, предназначенное для поддиапазона наименьших значений $h_{21\text{Э}}+1$, зависит от выбранного поддиапазона постояного тока эмиттера:

$$R_3 = R_2(h_{21\text{Э}}+1)_{\min};\ R_3+R_4 = R_3 l_1;$$
$$R_3+R_4+R_5 = (R_3+R_5)l_2.$$

где $(h_{21\text{Э}}+1)_{\min}$ — минимальное значение параметра;

$R_3, R_4, \ldots R_n$ — калиброванные резисторы, значения которых выбирают в зависимости от перекрытия поддиапазонов, на которые разбивают весь диапазон значений измеряемого параметра $h_{21\text{Э}}+1$ или $h_{21\text{Э}}$;

l_1, l_2 — перекрытия поддиапазонов по сопротивлению, значения которых должны быть в пределах от 2 до 3,3.

Значения сопротивлений резисторов $R_2, R_3, \ldots R_n$ подбирают с погрешностью ± 1 %.

Для измерителей с цифровым отсчетом $l_1 = l_2 = \ldots l = 10$.

Примечания:

1. Переключение поддиапазонов значений $h_{21\text{Э}}$ допускается осуществлять делителем в пиковом вольтметре. Вместо пикового вольтметра допускается применять осциллограф.

2. Схема включения калибровочного и токосъемных резисторов может отличаться от приведенной на черт 1, если она обеспечивает значение погрешности не превышающей значение погрешности измерительной установки.

1.1.2.9. Емкость конденсатора *C2*, блокирующая источник коллекторного напряжения и обеспечивающая спад напряжения коллектора, не превышающий 10 % от заданного за время действия импульса тока эмиттера, рассчитывают по формуле

$$C_2 = \frac{10 I_{\text{Э max}} t_{\text{п}}}{U_{\text{К min}}},$$

где $t_{\text{п}}$ — длительность импульса тока эмиттера.

Емкость конденсатора *C2* может быть меньше указанного или он может отсутствовать, если источник коллекторного напряжения способен обеспечить ток $I_К = I_{Э\,max}$ и спад напряжения коллектора за время $t_п$ не превышает 10 % заданного.

1.1.2.10. Емкость конденсатора *C1*, предотвращающего появление выбросов тока базы в результате переходных процессов, выбирают из условия

$$0{,}1t_n \geqslant \tau_б = C_1 R_{бп} \geqslant \frac{h_{21Э\,max}}{4\pi f_{гр}},$$

где $\tau_б$ — постоянная времени цепи базы;

$R_{бп}$ — эквивалентное сопротивление, полученное в результате последовательного соединения резисторов R_3, $R_4 \ldots R_n$ в зависимости от положения переключателя S_2;

$f_{гр}$ — граничная частота коэффициента передачи тока, указывают в стандартах.

Для транзисторов, у которых значение $f_{гр}$ не нормируется, используют значение $f_{h21б}$ или $|h_{21Э}|f$ ($f_{h21б}$ — предельная частота коэффициента передачи тока; $|h_{21Э}|$ — модуль коэффициента передачи тока на высокой частоте; f — частота измерения);

$h_{21Э\,max}$ — максимальное значение параметра для данного поддиапазона измерений.

Примечания:

1 Если вышеприведенное условие не может быть выполнено с помощью одного конденсатора, то для каждого значения $R_{бп}$ должно быть найдено соответствующее значение $C_{бп}$, получаемое как последовательное соединение нескольких конденсаторов

2 При измерении $h_{21Э}$ в режиме измерения с током эмиттера до 1 мА и при длительности фронта импульса тока эмиттера больше, чем $\frac{1}{4\pi f_{гр}}$ значение $\tau_б$ уменьшают и подбирают экспериментально

1.1.2.11. Базовый импульс тока не должен иметь выбросов.

Для устранения выбросов могут быть использованы интегрирующие фильтры с постоянной времени, выбранной аналогично $\tau_б$.

Примечание. Допускается наличие выбросов на базовом импульсе тока при условии, что измерение $h_{21Э}$ проводят после окончания переходных процессов.

1.1.2.12. Для защиты транзистора от перегрузок и паразитного возбуждения применяют специальные схемы подключения транзисторов, примеры которых приведены в справочном приложении. Схемы подключения и требования к элементам указывают в стандартах.

Включение защитных элементов не должно приводить к превышению основной погрешности измерительной установки, указанной в настоящем стандарте.

1.1.3. *Подготовка и проведение измерения и обработка результатов*

1.1.3.1. Устанавливают заданный в стандартах режим измерения — ток эмиттера $I_Э$ и постоянное напряжение от источника питания коллектора.

В цепь эмиттера измеряемого транзистора через резистор *R1* подают однополярный импульс тока $I_Э$ от генератора однополярных импульсов. Значение тока эмиттера регулируют плавно внутри каждого поддиапазона измерения и ступенчато от поддиапазона к поддиапазону и контролируют прибором *PA*. Регулировку тока осуществляют плавным (или ступенчатым) изменением амплитуды напряжения генератора однополярных импульсов или плавным изменением сопротивления резистора *R1*. Допускается установка тока эмиттера в виде дискретного ряда фиксированных значений без плавной регулировки.

Допускается проводить измерения на одиночных импульсах.

На коллектор измеряемого транзистора подают постоянное напряжение $U_К$ от источника постоянного напряжения. Значение $U_К$ регулируют плавно внутри каждого поддиапазона и ступенчато от поддиапазона к поддиапазону. Допускается подача напряжения на коллектор в виде импульса, который начинается раньше и заканчивается позже импульса тока эмиттера. При этом конденсатор *C2* из схемы измерения исключают.

Допускается установка напряжения на коллекторе в виде дискретного ряда фиксированных значений без плавной регулировки.

В момент отсутствия импульса тока эмиттера значение напряжения на коллекторе может отличаться от значения, оговоренного в стандартах. Однако при этом должно соблюдаться условие $U_К \leqslant U_{КЭО\,гр}$, граничное напряжение указывают в стандартах.

Если граничное напряжение $U_{КЭО\,гр}$ не нормируется, то $U_К \leqslant 0{,}4U_{КБ\,max}$, где $U_{КБ\,max}$ — максимально допустимое постоянное напряжение коллектор-база, указывают в стандартах.

1.1.3.2. Переключатель *S1* ставят в положение *1* и производят калибровку. Пиковый вольтметр *P* подсоединен к резистору *R2*. Плавным изменением чувствительности пикового вольтметра *P* добиваются, чтобы стрелка отклонялась на заданную при калибровке отметку шкалы (если индикатор цифровой — при калибровке должно высвечиваться определенное число).

1.1.3.3. Не меняя найденной при калибровке чувствительности пикового вольтметра *P*, переключатель *S1* ставят в положение *2*. Переключателем S_2 добиваются того, чтобы стрелка находилась в пределах рабочей части шкалы. По положениям переключателя *S2* и стрелки пикового вольтметра *P* определяют значение параметра $h_{21Э}$.

1.1.4. *Показатели точности*

Основная погрешность измерительных установок, использующих для измерения стрелочные приборы, должна находиться в пределах ±5 % конечного значения рабочей части шкалы и в пределах ±10 % измеряемого значения в начале рабочей части шкалы.

При измерении параметра $h_{21э}$ в режиме измерения при токе эмиттера до 1 мА основная погрешность измерительных установок должна находиться в пределах ±10 % конечного значения шкалы и в пределах ±15 % измеряемого значения в начале рабочей части шкалы

Для измерителей с цифровым отсчетом основная погрешность должна находиться в пределах ±5 % ±2 знака младшего разряда дискретного отсчета измеряемого значения в режиме измерения с током эмиттера, равным или большим 1 мА, и в пределах ±10 % ±2 знака младшего разряда дискретного отсчета измеряемого значения в режиме измерения при токе эмиттера до 1 мА

(Измененная редакция, Изм. № 1).

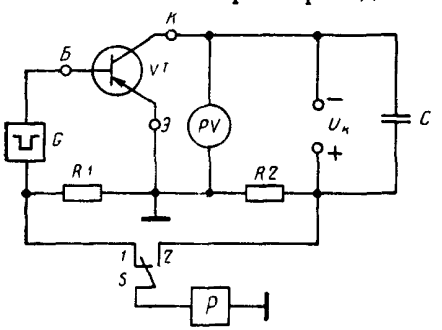
1.2. Метод измерения $h_{21э}$ в схеме с общим эмиттером

1.2 1. *Принцип и условия измерения*

Условия измерения соответствуют требованиям, указанным в п. 1.1.1.

1.2 2. *Аппаратура*

1.2.2.1. Параметр $h_{21э}$ следует измерять на установке, структурная электрическая схема которой приведена на черт. 2.



VT—измеряемый транзистор, *G*—генератор однополярных импульсов, *PV*—измеритель напряжения $U_К$ —источник питания напряжения коллектора *C*—конденсатор *R1*, *R2*—резисторы, *S*—переключатель *P*—пиковый вольтметр

Черт 2

1.2.2.2. Выбор основных элементов схемы измерения следует производить в соответствии с требованиями пп. 1.1 2.2—1.1.2.4; 1.1.2.6; 1.1.2.7; 1.1.2 9; 1 1 2 12 со следующими дополнениями и уточнениями:

а) значение сопротивления резистора *R2* и напряжения источника питания коллектора $U_К$ должны выбираться из условий:

$$U_К = U_{КЭ} + I_К R_2;$$

$$U_К < U_{КЭогр}$$

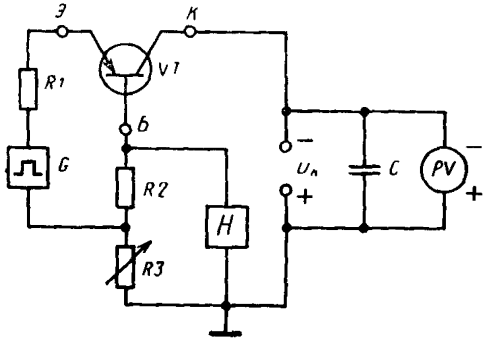
Резисторы *R1* и *R2* могут включаться в любом участке цепи, где протекают измеряемые токи, при этом основная погрешность измерительной установки не должна превышать значения, указанного в п. 1.1.4. Допускается вместо резистора *R2* использовать генератор тока, обеспечивающий задание тока коллектора, оговоренного в стандартах.

б) входное сопротивление пикового вольтметра $R_{вхР}$ должно выбираться из условий:

$$R_{вхР} \geqslant 100R_1;$$

$$R_{вхР} \geqslant 100R_2;$$

в) пиковый вольтметр *P* может отсутствовать, если задание и измерение тока обеспечиваются с помощью прецизионных резисторов или другим способом.



VT—измеряемый транзистор *R1*, *R2*, *R3*—резисторы, $U_К$—источник питания напряжения коллектора, *C*—конденсатор; *PV*—измеритель напряжения, *H*—нуль-индикатор.

Черт. 3

1.2.2.3. Допускается вместо генератора однополярных импульсов использовать источник питания постоянного тока. При этом схема измерения и требования к конкретным элементам уточняются в стандартах на конкретный тип транзистора.

1.2.3. *Подготовка и проведение измерений и обработка результатов*

1.2.3.1. Требования к режиму измерения $I_Э$ и $U_{КЭ}$ должны соответствовать указанным в п. 1.1.3.1 применительно к данной схеме измерения.

1.2.3.2. Переключатель *S* устанавливают в положение *2*. Регулировкой амплитуды генератора однополярных импульсов устанавливают заданное значение тока $I_К$, которое определяют как

$$I_К = \frac{U_{R_2}}{R_2}$$

Регулировкой напряжения $U_К$ в момент действия импульса базового тока устанавливают напряжение на коллекторе, равное $U_{КЭ}$.

1.2.3.3. Переключатель *S* устанавливают в положение *1*. Постоянный ток базы определяют как

$$I_Б = \frac{U_{R_1}}{R_1}.$$

1.2.3.4. Статический коэффициент передачи тока определяют как

$$h_{21Э} = \frac{I_К}{I_Б} = \frac{U_{R_2}}{U_{R_1}} \cdot \frac{R_1}{R_2}.$$

1.2.3.5. Заданное значение тока коллектора $I_К$ может быть установлено изменением значения сопротивления резистора *R1* при постоянной амплитуде напряжения генератора однополярных импульсов U_G или источника питания постоянного тока.

При заданных значениях напряжения U_G и тока коллектора $I_К$ параметр $h_{21Э}$ определяется значением сопротивления резистора *R1*. Сопротивление резистора *R1* определяют по формуле

$$R_1 = h_{21Э_0} R_2 \frac{U_{R_1}}{U_{R_2}},$$

где $h_{21Э_0}$ — значение измеряемого параметра, соответствующего условию

$$U_{R_1} = U_P \leqslant I_{К\min} R_2;$$

U_P — напряжение, соответствующее полному отклонению стрелки шкалы пикового вольтметра, которое должно быть $U_P \leqslant I_{К\min} R_2$;

$I_{К\min}$ — наименьшее значение амплитуды импульса тока коллектора, определяемое рабочим диапазоном измерительной установки для данного значения сопротивления резистора *R2*. Если напряжение, соответствующее полному отклонению стрелки пикового вольтметра, равно $U_P = I_К R_2 = U_{R_2}$, то $R_1 = h_{21Э_0} R_2$.

1.2.4. *Показатели точности измерения*

1.2.4.1. Показатели точности измерения соответствуют требованиям, указанным в п. 1.1.4.

1.3. Метод измерения с помощью нуль—индикатора

1.3.1 *Принцип и условия измерения*

1.2.1.1. Измерение производится по принципу моста, значение измеряемого параметра соответствует отношению значений сопротивлений резисторов в цепях базы и коллектора.

1.3.1.2 Условия измерения соответствуют требованиям, указанным в п. 1.1.1.

1.3.2. *Аппаратура*

1.3.2.1. Параметр $h_{21э}$ следует измерять на установке, структурная схема которой приведена на черт. 3.

1.3.2.2. Выбор основных элементов схемы измерения следует производить в соответствии с требованиями пп. 1.1.2.2, 1.1.2.3, 1.1.2.6, 1.1.2.7, 1.1.2.12 со следующими дополнениями и уточнениями:

а) емкость конденсатора C должна выбираться в соответствии с требованиями п. 1.1.2.9 к конденсатору C_2;

б) пределы изменения резистора $R3$ должны соответствовать

$$\frac{R_2}{h_{21э\,min}} \geqslant R_3 \geqslant \frac{R_2}{h_{21э\,max}};$$

в) чувствительность и входное сопротивление нуль-индикатора определяют из соотношения

$$U_н \leqslant I_э \cdot \frac{h_{21э}}{h_{21э}+1} \cdot \frac{\Delta R_3 \cdot R_{вх\,н}}{R_3+R_2+R_{вх\,н}},$$

где ΔR_3 — изменение значения сопротивления в цепи коллектора, соответствующее изменению измеряемого параметра $h_{21э}$ на одну значащую цифру $\Delta h_{21э}$

$$|\Delta R_3| = R_3 \cdot \frac{\frac{\Delta h_{21э}}{h_{21э}}}{1+\frac{\Delta h_{21э}}{h_{21э}}};$$

$U_н$ — чувствительность нуль-индикатора;

$R_{вхн}$ — входное сопротивление нуль-индикатора;

г) значение сопротивления резистора $R2$ должно соответствовать требованиям п. 1.1.2.7. Максимальное значение сопротивления резистора $R2$ выбирают из условия

$$R_1 \geqslant \frac{50R_2}{h_{21э}+1},$$

где R_1 — выходное сопротивление генератора однополярных импульсов, которое должно соответствовать требованиям п. 1.1.2.6.

1.3.3. *Подготовка и проведение измерений и обработка результатов*

1.3.3.1. Основные требования к режиму измерения транзистора $I_Э$ и $U_К$ должны соответствовать указанным в п. 1.1.3.1.

1.3.3.2. От генератора однополярных импульсов задают постоянный ток эмиттера $I_Э$. От источника постоянного напряжения коллектора устанавливают заданное значение напряжения $U_К$

1.3.3.3. *Изменяя сопротивление резистора R3; добиваются* равенства напряжений $U_{R_3}=U_{R_2}$ (при этом напряжение на входе нуль-индикатора должно быть равно нулю). Допускается изменять сопротивление резистора *R2* при постоянном *R3*.

1.3.3.4. Параметр $h_{21Э}$ определяют по формуле

$$h_{21Э}=\frac{R_2}{R_3}$$

1.3.4. *Показатели точности измерения*

Показатели точности измерения должны соответствовать указанным в п. 1.1.4.

2. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕДАЧИ ТОКА НА ПОСТОЯННОМ ТОКЕ

2.1. Принцип и условия измерения

2.1.1. При измерении параметра $h_{21Э}$ на постоянном токе должны соблюдаться условия в диапазоне рабочих температур:

$$I_{КБО} \leqslant \frac{I_К}{h_{21Э\,max}\,50}=\frac{I_Э}{(1+h_{21Э\,max})\,50},$$

где $I_{КБО}$ — обратный ток коллектора, указывают в стандартах.

Если обратный ток коллектора не соответствует указанному *неравенству, необходимо учитывать дополнительную погрешность*, вносимую значением $I_{КБО}$.

2.1.2. Режим измерения по постоянному току: значение постоянного тока эмиттера $I_Э$ или постоянного тока коллектора $I_К$ и постоянного напряжения коллектор-база $U_{КБ}$ указывают в стандартах.

2.2. Аппаратура

2.2.1. Параметр $h_{21Э}$ или $h_{21Э}+1$ следует измерять на установке, структурная электрическая схема которой приведена на черт. 4.

2.2.2. Значение токозадающего сопротивления R (резистора или внутреннего сопротивления источника постоянного тока эмиттера) должно соответствовать требованиям п. 1.1.2.6 к резистору *R1*.

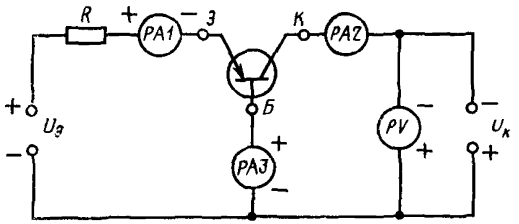
2.2.3. При измерении параметра $h_{21Э}$ задают постоянный ток *коллектора* $I_К$ *и прибор PA1 из схемы исключается. При измере-*

нии параметра $h_{21э}$ +1 задают постоянный ток эмиттера $I_э$ и прибор *РА2* из схемы исключается.

2.2.4. Постоянный ток базы $I_б$ измеряют прибором *РА3* или по падению напряжения на калиброванном сопротивлении, включенном вместо прибора *РА3*, требования к которому соответствуют указанным в п. 1.1.2.8.

2.2.5. Падение напряжения на приборах *РА2, РА3* или калиброванном сопротивлении в цепи базы должно быть меньше или равно 0,1 $U_К$.

2.2.6. Допускается измерение параметра $h_{21э}$ при заданном постоянном токе эмиттера и при напряжении на коллекторе, равном нулю.



РА1, РА2, РА3—измерители постоянного тока; *PV*—измеритель постоянного напряжения, *R*—токозадающий резистор, *VT*—измеряемый транзистор, $U_К$ —источник питания напряжения коллектора, $U_Э$ —источник питания постоянного тока эмиттера

Черт. 4

Падение напряжения в цепи базы не должно превышать 50 мВ. Требования к элементам схемы при этом аналогичны требованиям к соответствующим элементам схемы черт. 4.

2.3. Подготовка и проведение измерения

2.3.1. Измеряемый транзистор подключают к схеме. Устанавливают заданный в стандартах режим измерения по постоянному току.

2.3.2. При измерении $h_{21э}$ ток коллектора и ток базы определяют соответственно по показаниям приборов *РА2* и *РА3*, при измерении $h_{21э}$ +1 токи эмиттера и базы определяют по показаниям приборов *РА1* и *РА3*.

2.4. Обработка результатов

Значения параметров определяют по формулам:

$$h_{21Э}=\frac{I_К}{I_Б} \quad \text{или} \quad h_{21Э}+1=\frac{I_Э}{I_Б}$$

2.5. Показатели точности измерения

Показатели точности измерений соответствуют требованиям, указанным в п. 1.1.4.

ПРИЛОЖЕНИЕ
Справочное

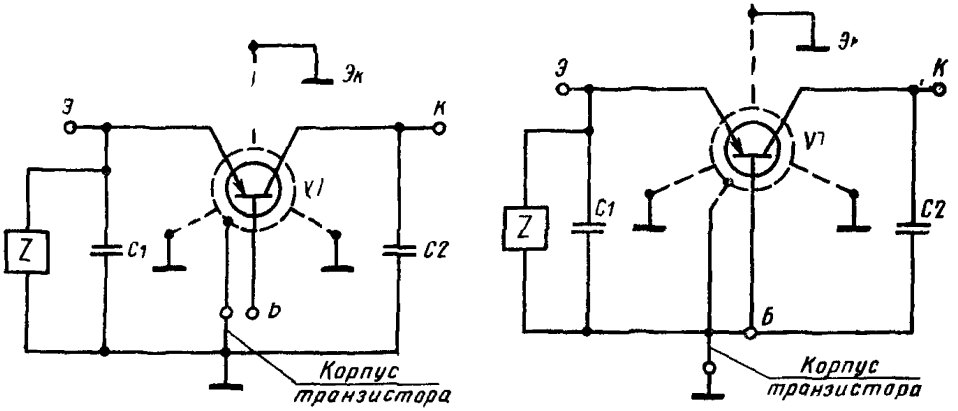
ПРИМЕРЫ СХЕМ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ВЧ И СВЧ ТРАНЗИСТОРОВ К СХЕМАМ ИЗМЕРЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕДАЧИ ТОКА $h_{21Э}$, ПРЕДСТАВЛЕННЫМ НА ЧЕРТ. 1—3 НАСТОЯЩЕГО СТАНДАРТА

1 Схемы подключения транзисторов к схемам измерения параметра $h_{21Э}$ высокочастотные параметры которых удовлетворяют соотношению

$$\frac{f_{гр}}{\tau_к} < 30,$$

где $f_{гр}$ — граничная частота коэффициента передачи тока, МГц,

$\tau_к$ — постоянная времени цепи обратной связи на высокой частоте, пс, приведены на черт 1



$Э_К$ — экран, *VT* — измеряемый транзистор, *Z* — ограничитель напряжения, *C1*, *C2* — блокировочные конденсаторы

Черт. 1

1.1 Конденсаторы *C1* и *C2* блокируют выводы транзистора по высокой частоте с целью повышения устойчивости и избежания паразитного самовозбуждения Эти конденсаторы монтируют непосредственно на выводах контактного устройства. Длину соединительных выводов необходимо сокращать до минимальной. Рекомендуется применение контактных устройств, в которых номинальные значения емкостей C_1 и C_2 являются составной частью конструкции. Значения емкостей C_1 и C_2 выбирают в пределах от 30 до 20000 пФ

Следует обеспечивать условия для уменьшения погрешности измерения за счет падения напряжения на соединительных проводах и контактах путем разделения контактов и соединительных выводов контактного устройства на токовые и потенциальные.

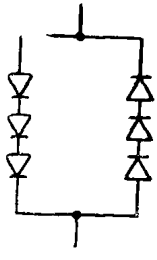
1.2. Для уменьшения проходной емкости эмиттера и коллектора контактного устройства отделяют выводы эмиттера и коллектора друг от друга электростатическим экраном.

1.3. Принимают меры к уменьшению взаимной индукции между выводами контактного устройства.

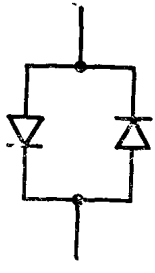
1.4. Вывод корпуса транзистора присоединяют к корпусу (к земле) измерительной установки через конденсатор (по высокой частоте). В этом случае номинал емкости выбирают в пределах от 10000 до 50000 пФ, а требования к монтажу аналогичны требованиям к монтажу конденсаторов *С1* и *С2*.

1.5. Примеры схем ограничителя напряжения *Z*, предназначенного для защиты эмиттерного перехода от случайных увеличений напряжения обратной полярности и для ограничения напряжения холостого хода на зажимах контактного устройства при отключении транзистора, приведены на черт. 2 и 3 приложения. Схема на черт. 3 ограничивает напряжение на уровне ±(0,5—0,6) В, на черт. 2 — на уровне ±(1,5—1,8) В.

Уровень ограничительного напряжения выбирают в 1,5—2 раза больше, чем прямое падение напряжения на зажимах измеряемого транзистора.



Черт. 2



Черт. 3

2. Схема подключения транзисторов к схемам измерения параметра $h_{21Э}$, электрические параметры которых не удовлетворяют неравенству, приведенному в п. 1 приложения, представлена на черт. 4.

2.1. Волновые сопротивления линий *Л1—Л3* выбирают в пределах от 20 до 150 Ом. Рекомендуемые значения: $Z_{01}=20$ Ом, $Z_{02}=50$ Ом, $Z_{03}=50$ Ом

Следует обеспечивать условия для устранения паразитных связей между линиями, подключенными к различным выводам транзистора.

2.2. Нагрузочные резисторы передающих линий равны волновым сопротивлениям соответствующих линий:

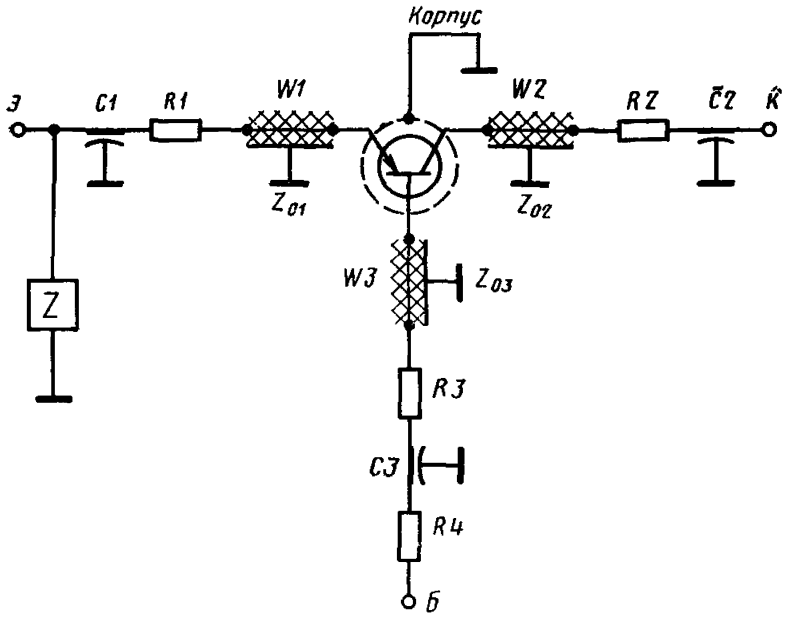
$$R_1=Z_{01};\ R_2=Z_{02};\ R_3=Z_{03}$$

Нагрузочные резисторы включают последовательно в цепи выводов транзисторов на всех частотах.

Так как значения их малы, они не влияют на результаты измерения параметра $h_{21Э}$, в противном случае необходимо принимать меры, исключающие это влияние.

2.3. Значения емкостей проходных конденсаторов *С1, С2, С3*, которые выбирают в пределах от 300 до 10000 пФ, не сказываются на результатах измерения параметра $h_{21Э}$.

2.4. Следует обеспечивать условия для устранения паразитной связи между передающими линиями в цепях различных выводов транзистора и к уменьшению проходной емкости между выводами эмиттера и коллектора контактного устройства ($C'_{КЭ}<C_{КЭ}$, где $C_{КЭ}$ — паразитная емкость между выводами кол-



R1, R2, R3—нагрузочные резисторы; *C1, C2, C3*—проходные конденсаторы; *W1, W2, W3*—полосковые передающие линии с волновым сопротивлением Z_{01}, Z_{02}, Z_{03}.

Черт. 4

лектора и эмиттера контактного устройства; $C_{КЭ}$ — емкость между выводами коллектора и эмиттера измеряемого транзистора).

2.5. Ограничитель напряжения должен соответствовать требованиям, изложенным в п. 1.5. Дополнительным требованием является увеличение уровня ограничения по сравнению со значением уровня ограничения, указанным в п. 1.5, на значение $\Delta U_Э$, которое определяется как $\Delta U_Э = I_Э R_1$, и на значение $\Delta U_К$ определяемое как

$$\Delta U_К = I_К \cdot R_2 \cong R_2 \cdot I_Э ,$$

где $I_Э$ — ток эмиттера, указанный в стандартах.

2.6. Напряжение коллектор-база при измерении в схеме, подключения, приведенной на черт. 4, определяют по формуле

$$U_{КБ} = U_К - I_Э \cdot R_2 ,$$

где U — напряжение на источнике питания коллектора.

gost.e-ecolog.ru