

ТРАНЗИСТОРЫ

Метод измерения коэффициента
передачи токаTransistors. Method for measuring
current transfer coefficientГОСТ
18604.7-74Взамен
ГОСТ 10870-68Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР
от 14 июня 1974 г. № 1478 срок введения установлен

с 01.01.76

Проверен в 1984 г. Постановлением Госстандарта от 29.01.85 № 184 срок дей-
ствия продлен

до 01.01.91

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на биполярные транзисторы малой мощности и устанавливает метод измерения коэффициента передачи тока h_{21e} (отношение изменения выходного тока к вызвавшему его изменению входного тока в режиме короткого замыкания выходной цепи по переменному току).

Общие условия при измерении коэффициента передачи тока должны соответствовать требованиям ГОСТ 18604.0-83.

1. АППАРАТУРА

1.1. Измерительные установки, в которых используются стрелочные приборы, должны обеспечивать измерение с основной погрешностью в пределах $\pm 5\%$ от конечного значения рабочей части шкалы и в пределах $\pm 10\%$ в начале рабочей части шкалы.

Для измерительных установок с цифровым отсчетом основная погрешность измерения должна быть в пределах $\pm 5\%$ от измеряемого значения ± 1 знак младшего разряда дискретного отсчета.

1.2. Приборы, измеряющие постоянную составляющую тока эмиттера и коллектора, могут быть включены на любом участке цепи, где протекают указанные токи.

1.3. Показания электронного измерителя напряжения (ЭИН), вызванные пульсацией напряжения источников питания измеря-

Издание официальное

Перепечатка воспрещена

★

Переиздание. Декабрь 1985 г.

мого транзистора, а также внутренними и внешними наводками в схеме при отсутствии измеряемого сигнала, должны быть не более 2% шкалы.

1.4. Измерение коэффициента передачи тока производят на малом переменном сигнале. Амплитуду сигнала считают достаточно малой, если при уменьшении амплитуды генератора в два раза, значение измеряемого параметра изменяется менее, чем на величину основной погрешности измерения.

1.5. Измерение параметра h_{21e} производят при включении транзистора по схеме с общим коллектором по переменному току и по схеме с общей базой по постоянному току на любой частоте в диапазоне 50—1500 Гц.

Примечание. Верхняя граница частотного диапазона измерения для транзисторов с частотой f_T (f_α) ≤ 500 кГц должна быть не более 1000 Гц.

1.6. Значение тока эмиттера I_E или коллектора I_C и напряжения на коллекторе U_C указывают в стандартах или другой технической документации, утвержденной в установленном порядке, на транзисторы конкретных типов.

1.7. Необходимость применения защиты транзистора от паразитных автоколебаний указывают в стандартах или другой технической документации, утвержденной в установленном порядке, на транзисторы конкретных типов.

В приложении к данному стандарту представлены примеры рекомендуемых специальных схем подключения транзисторов для защиты от паразитных автоколебаний.

2. ПОДГОТОВКА К ИЗМЕРЕНИЮ

2.1. Структурная электрическая схема для измерения h_{21e} должна соответствовать указанной на чертеже.

2.2. Основные элементы, входящие в схему, должны соответствовать требованиям, указанным ниже.

2.2.1. Значение входного сопротивления прибора ЭИН должно превышать значение сопротивления резистора R_b не менее чем в 100 раз.

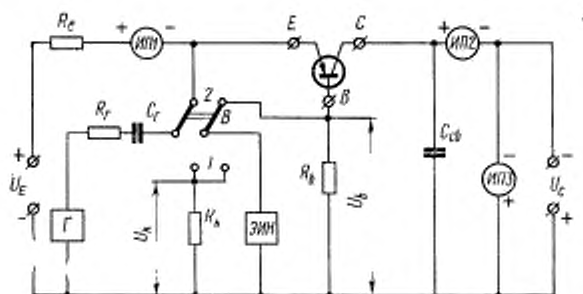
2.2.2. Напряжения источников питания транзистора U_E и U_C обеспечивают режим испытываемого транзистора по постоянному току при измерении.

Значение сопротивления R_e (резистора или внутреннего сопротивления источника постоянного тока) выбирают из соотношения

$$R_e \geq 100[R_b(1+h_{21b\min})+60 \text{ Ом}],$$

где $h_{21b\min}$ — минимальное значение коэффициента передачи тока в схеме с общей базой на низкой частоте, соответствующее выбранному пределу измерения на шкале ЭИН.

Постоянное напряжение на коллекторе U_C задают от источника питания коллектора с внутренним сопротивлением, значение которого должно быть не более $\frac{U_C}{10I_E}$.



U_E — напряжение источника питания эмиттера; R_e — резистор в цепи эмиттера; ИП1, ИП2 — измерители постоянного тока; $R_г$ — резистор в цепи генератора; $C_г$ — разделительный конденсатор; $R_к$ — каллибровочный резистор; ЭИИ — электронный измеритель напряжения; В — переключатель схемы; $R_б$ — резистор в цепи базы; $C_сб$ — конденсатор, обеспечивающий короткое замыкание в выходной цепи; ИП3 — измеритель постоянного напряжения; U_C — напряжение источника питания коллектора; Г — генератор высокочастотного электрического сигнала.

2.2.3. Значение емкости конденсатора $C_{сб}$, предназначенного для обеспечения короткого замыкания по переменному току на выходе транзистора, выбирают из соотношения

$$\frac{1}{\omega C_{сб}} \leq \frac{1}{100 h_{22б \text{ min}}}, [\text{Ом}]$$

где ω — угловая частота измерения;

$h_{22б \text{ min}}$ — минимальное значение выходной проводимости в схеме с общей базой указывают в технической документации на конкретный тип транзистора.

2.2.4. Резистор $R_б$ должен обеспечивать заданную точность измерения и значение его сопротивления удовлетворять соотношениям

$$0,05 U_C \geq \frac{I_E}{h_{2, \text{em}13-1}} \cdot R_б;$$

$$R_б \leq \frac{1}{100 h_{22б \text{ min}}}, [\text{кОм}]$$

где I_E — постоянный ток эмиттера, мА;

U_C — напряжение питания коллектора, В;

$h_{21e \min}$ — минимальное значение коэффициента передачи тока в схеме с общим эмиттером на низкой частоте указывают в стандартах или другой технической документации, утвержденной в установленном порядке, на транзисторы конкретных типов.

2.2.5. Сопротивление в цепи генератора (или внутреннее сопротивление генератора R_{Γ}) должно удовлетворять соотношению

$$R_{\Gamma} \geq 100[R_b(1+h_{21e \min})+60 \text{ Ом}].$$

Значение емкости конденсатора C_{Γ} выбирают из соотношения

$$\frac{1}{\omega C_{\Gamma}} \ll R_{\Gamma}.$$

2.2.6. Резистор R_k должен обеспечивать заданную погрешность измерения и не должен превышать $0,01 R_{\Gamma}$.

3. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

3.1. Измерение величины h_{21e} производят следующим образом.

Транзистор включают в измерительную схему и по приборам ИП1 или ИП2 и ИП3 устанавливают режим по постоянному току (ток I_E или I_C и напряжение U_C).

Перед измерением производят калибровку измерительной установки. Для этого переключатель B устанавливают в положение 1. При этом на калибровочный резистор R_k подают напряжение от генератора Γ и устанавливают заданный ток эмиттера $I_e = \frac{U_x}{R_k}$, контролируемый по падению напряжения U_x на резисторе R_k . Затем переключатель B устанавливают в положение 2 и измеряют падение напряжения U_b на резисторе R_b .

3.2. Система калибровки может отличаться от приведенной в настоящем стандарте, если она обеспечивает правильное соотношение между амплитудой генератора и чувствительностью ЭИИ, точность измерения и удобство работы.

3.3. Значение параметра $1+h_{21e}$ вычисляют по формуле

$$1+h_{21e} = \frac{U_x \cdot R_b}{U_b \cdot R_k}.$$

Шкала ЭИИ может быть проградуирована непосредственно в значениях параметра $1+h_{21e}$.

Значение h_{21e} вычисляют по формуле

$$h_{21e} = \frac{U_x \cdot R_b}{U_b \cdot R_k} - 1.$$

Допускается измерение тока эмиттера I_e при поддержании постоянного тока базы ($U_b = \text{const}$) с использованием шкалы ЭИИ с прямым отсчетом параметра.

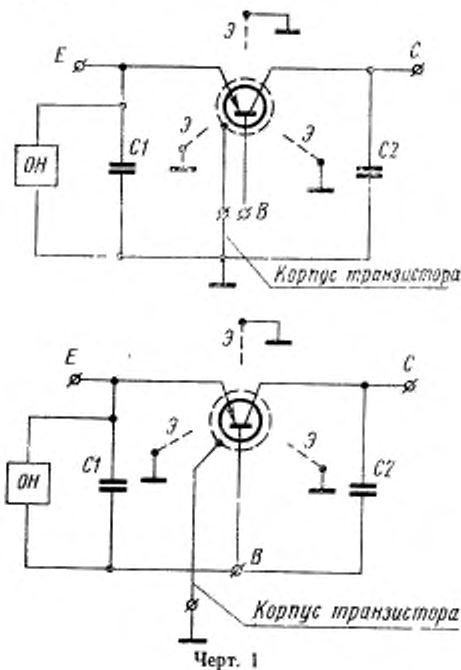
**ПРИМЕРЫ СХЕМ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ВЧ И СВЧ ТРАНЗИСТОРОВ К СХЕМАМ
ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕДАЧИ ТОКА h_{21e} ,
ИЗОБРАЖЕННЫМ НА ЧЕРТ. 1—3 НАСТОЯЩЕГО СТАНДАРТА**

1. Для измерения параметра h_{21e} в режиме малого сигнала транзисторов навесной конструкции с гибкими выводами, высокочастотные параметры которых удовлетворяют соотношению

$$\frac{f_T}{r_{b'e}C_c} < 30,$$

где f_T — граничная частота коэффициента передачи тока, МГц;

$r_{b'e}C_c$ — постоянная времени цепи обратной связи на высокой частоте, пс; примеры схемы подключения транзисторов приведены на черт. 1. Элементы, входящие в схемы на черт. 1, должны соответствовать требованиям, указанным ниже.



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 нужно сокращать до минимально возможной величины. Рекомендуется применение контактных устройств, в которых номинальные значения емкостей конденсаторов $C1$ и $C2$ являются составной частью конструкции и колеблются от 30 до 20000 пФ.

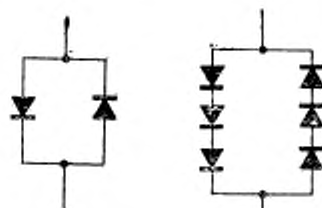
Рекомендуется принимать меры к устранению погрешности измерения за счет падения напряжения на соединительных проводах и контактах путем разделения контактов и соединительных проводов на токовые и потенциальные.

1.2. Для уменьшения проходной емкости эмиттера и коллектора в контактном устройстве эти выводы друг от друга отделяют электростатическим экраном (Э).

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

1.4. Вывод корпуса транзистора присоединяют к корпусу (земле) измерительной установкой через емкость (по высокой частоте). В этом случае номинальное значение емкости конденсатора выбирают в пределах от 10000 до 50000 пФ, а требования к монтажу аналогичны требованиям к $C1$ и $C2$.

1.5. Примеры схем ограничителя напряжения (ОН), предназначенного для защиты эмиттерного перехода от случайных перенапряжений обратной полярности и для ограничения напряжения холостого хода на зажимах контактного устройства при отключении транзистора, приведены на черт. 2, 3 приложения.



Черт. 2

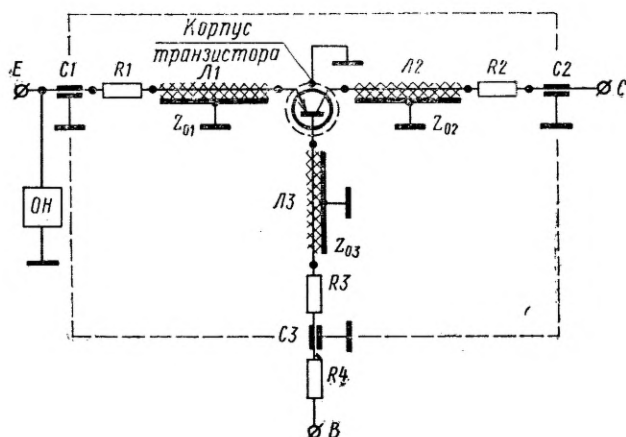
Черт. 3

Уровень ограничения напряжения должен быть в 1,5—2 раза больше, чем прямое падение напряжения на зажимах измеряемого транзистора.

В качестве диодов для схем ограничения применяют кремниевые диоды, а также $p-n$ переходы кремниевых транзисторов.

2. Для транзисторов коаксиальной и полосковой конструкции, электрические параметры которых не удовлетворяют неравенству, приведенному в п. 1 настоящего приложения, схема подключения, рекомендуемая при измерении параметра h_{21e} в режиме малого сигнала должна соответствовать приведенной на черт. 4 приложения.

Элементы, входящие в схему, представленную на черт. 4, должны соответствовать следующим требованиям.



ОН—ограничитель напряжения; $C1$, $C2$, $C3$ —проходные конденсаторы; $R1$, $R2$, $R3$ —нагрузочные резисторы, согласованные с линией (активная нагрузка); $L1$, $L2$, $L3$ —полосковые передающие линии; Z_{01} , Z_{02} , Z_{03} —волновые сопротивления линий $L1$, $L2$, $L3$.

Черт. 4

2.1. Волновые сопротивления линии $L1$, $L2$, $L3$ должны выбираться из диапазона от 20 до 150 Ом.

Примечания:

1. Рекомендуемые значения волновых сопротивлений

$$Z_{01}=20 \text{ Ом}, Z_{02}=50 \text{ Ом}, Z_{03}=50 \text{ Ом}.$$

2. Рекомендуется принимать меры к устранению паразитных связей между линиями, подключенными к различным электродам транзистора.

2.2. Сопротивления нагрузочных резисторов передающих линий должны быть 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, и в силу малой своей величины они не влияют на результаты измерения параметра h_{21e} в режиме малого сигнала.

2.3. Значения емкостей проходных конденсаторов $C1$, $C2$, $C3$, выбираемые из диапазона от 300 до 10000 пФ, не оказывают влияния на результаты измерения параметра h_{21e} по методике, изложенной в настоящем стандарте.

2.4. Рекомендуется принимать меры к устранению паразитной связи между передающими линиями в цепях различных электродов транзистора и к уменьшению проходной емкости между электродами эмиттера и коллектора контактного устройства ($C'_{ce} < C_{ce}$), где C'_{ce} — паразитная емкость между выводами коллектора и эмиттера контактодержателя).

2.5. Ограничитель напряжения (ОН) должен соответствовать требованиям п. 1.5 настоящего приложения.

Дополнительным требованием является увеличение уровня ограничения по сравнению со значением уровня ограничения, указанного в п. 1.5 приложения, на значение ΔU_E , которое определяется как

$$\Delta U_E = I_E \cdot R_1,$$

■ на значение ΔU_C , которое определяется как

$$\Delta U_C = I_C \cdot R_3 \approx R_3 \cdot I_E,$$

где I_E — постоянный ток эмиттера указывают в стандартах или другой технической документации, утвержденной в установленном порядке, на транзисторы конкретных типов.

2.6. Напряжение питания коллектора при измерении транзистора в схеме подключения, приведенной на черт. 4, определяется по формуле

$$U'_C = U_C + I_E \cdot R_3,$$

где U'_C — напряжение, устанавливаемое на измерителе напряжения