

## ТРАНЗИСТОРЫ

**Метод измерения коэффициента передачи тока**

Transistors. Method for measuring current transfer coefficient

**ГОСТ****18604.7—74**

Взамен  
ГОСТ 10870—68

Постановлением 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 действия 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  $\pm 1$  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 измеряе-



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 снимают 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  $f_T$  ( $f_\alpha$ )  $\leq 500$  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.

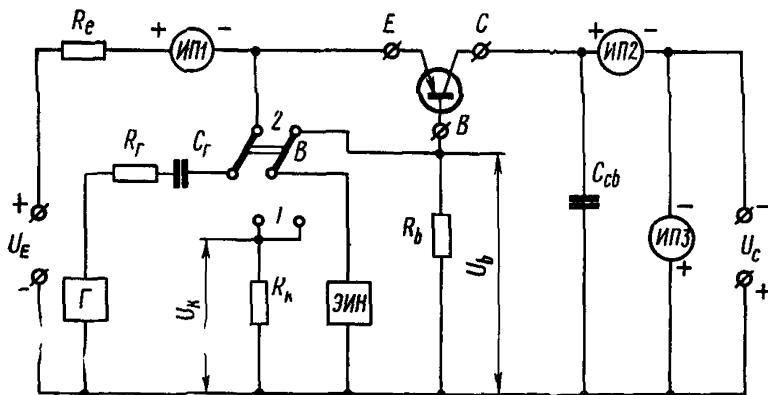
2.2.2. Напряжения источников питания транзистора  $U_E$  и  $U_C$  обеспечивают режим испытуемого транзистора по постоянному току при измерении.

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;  $R_\Gamma$  — резистор в цепи генератора;  $C_r$  — разделительный конденсатор;  $R_k$  — калибровочный резистор; ЭИН — электронный измеритель напряжения;  $B$  — переключатель схемы;  $R_B$  — резистор в цепи базы;  $C_{cb}$  — конденсатор, обеспечивающий короткое замыкание в выходной цепи; ИП3 — измеритель постоянного напряжения;  $U_C$  — напряжение источника питания коллектора; Г — генератор низкочастотного электрического сигнала.

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

$$\frac{1}{\omega C_{cb}} \leq \frac{1}{100 h_{22b} \text{ min}}, [\Omega]$$

где  $\omega$  — угловая частота измерения;

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

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

$$0,05U_C \geq \frac{I_E}{h_{21e} \text{ min} + 1} \cdot R_b;$$

$$R_b \leq \frac{1}{100h_{22b} \text{ min}}, [\text{k}\Omega]$$

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  $\Gamma$ )  $R_\Gamma$  должно удовлетворять соотношению

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

Значение емкости конденсатора  $C_\Gamma$  выбирают из соотношения

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

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  $\Gamma$  и устанавливают заданный ток эмиттера  $I_e = \frac{U_k}{R_k}$ , контролируемый по падению напряжения  $U_k$  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 ЭИН, точность измерения и удобство работы.

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

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

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

Значение  $h_{21e}$  вычисляют по формуле

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

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

ПРИЛОЖЕНИЕ  
Справочное

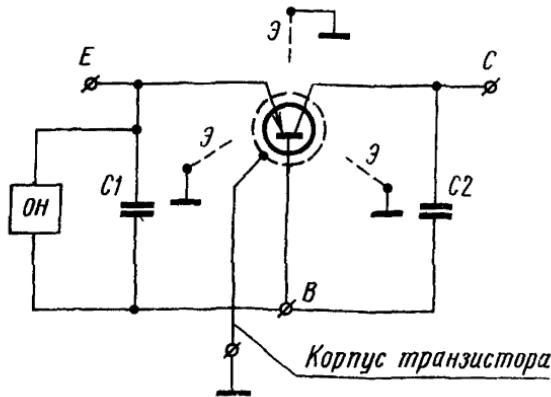
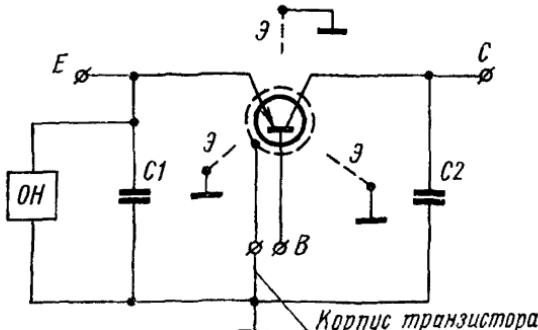
**ПРИМЕРЫ СХЕМ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ВЧ И СВЧ ТРАНЗИСТОРОВ К СХЕМАМ  
ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕДАЧИ ТОКА  $h_{21e}$ ,  
ИЗОБРАЖЕННЫМ НА ЧЕРТ. 1-3 НАСТОЯЩЕГО СТАНДАРТА**

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

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

где  $f_T$  — граничная частота коэффициента передачи тока, МГц;

$r_{b'b}C_c$  — 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.



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 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.

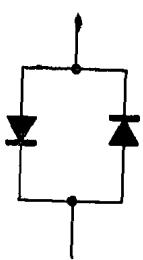
Рекомендуется принимать меры к устранению погрешности измерения за счет падения напряжения на соединительных проводах и контактах путем разделения контактов и соединительных проводов на токовые и потенциальные.

1.2. Для уменьшения проходной емкости эмиттера и коллектора в контактном устройстве эти выводы друг от друга отделяют электростатическим экраном ( $\mathcal{E}$ ).

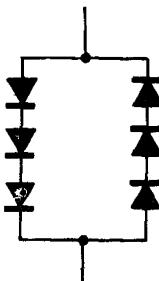
1.3. Принимают меры к уменьшению взаимной индукции между выводами контактного устройства.

1.4. Вывод корпуса транзистора присоединяют к корпусу (земле) измерительной установки 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



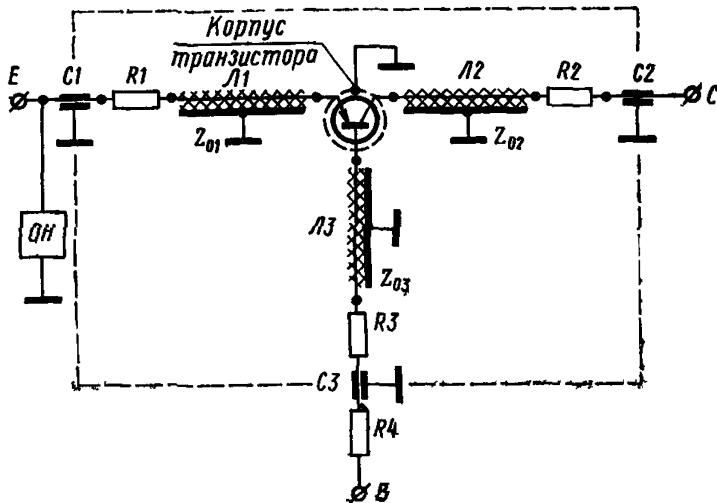
Черт. 3

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

В качестве дисков для схем ограничения применяют кремниевые диски, 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;  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ —проходные конденсаторы,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ —нагрузочные резисторы, согласованные с линией (активная нагрузка),  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ —полосковые передающие линии,  $Z_{01}$ ,  $Z_{02}$ ,  $Z_{03}$ —волновые сопротивления линий  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$

#### Черт 4

2.1 Волновые сопротивления линий  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  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  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ , 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 15 настоящего приложения

Дополнительным требованием является увеличение уровня ограничения по сравнению со значением уровня ограничения, указанного в п 15 приложения, на значение  $\Delta U_E$ , которое определяется как

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

на значение  $\Delta U_C$ , которое определяется как

$$\Delta U_C = I_C \cdot R_2 \approx R_2 \cdot I_E,$$

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

$$U'_C = U_C + I_E \cdot R_2,$$

где  $U'_C$  — напряжение, устанавливаемое на измерителе напряжения.