УДК 621.382.3.083.8:006.354 Группа Э29

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

# 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 ±5 % от конечного значения рабочей части шкалы и в пределах ±10 % в начале рабочей части шкалы.

Для измерительных установок с цифровым отсчетом основная погрешность измерения должна быть в пределах ±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 измеряе-

Издание официальное Перепечатка воспрещена

★

*Переиздание Декабрь 1985 г*

gost.e-ecolog.ru

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 $f_T$ ($f_\alpha$) $\leqslant$ 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.

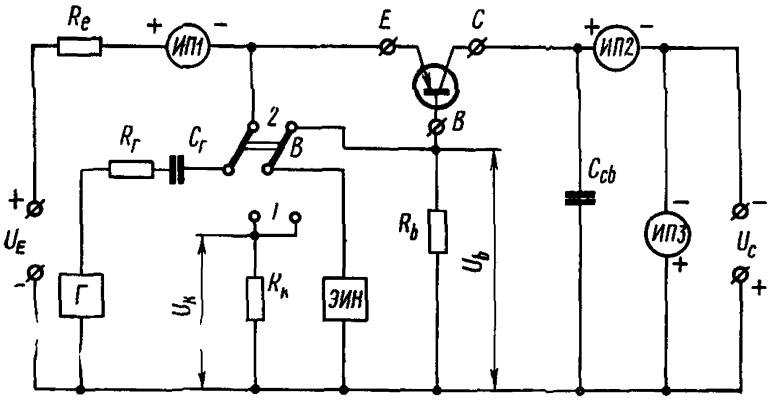
2.2.2. Напряжения источников питания транзистора $U_E$ и $U_C$ обеспечивают режим испытываемого транзистора по постоянному току при измерении.

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

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

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; $R_К$—калибровочный резистор; *ЭИН*—электронный измеритель напряжения; *В*—переключатель схемы; $R_В$—резистор в цепи базы; $C_{СВ}$—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

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

где $\omega$ — угловая частота измерения;

$h_{22b\,\min}$ — 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

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

$$R_b \leqslant \frac{1}{100 h_{22b\min}}, [\text{кОм}]$$

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 *Г*) $R_Г$ должно удовлетворять соотношению

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

Значение емкости конденсатора $C_Г$ выбирают из соотношения

$$\frac{1}{\omega C_Г} \leqslant R_Г .$$

2.2.6. Резистор $R_к$ должен обеспечивать заданную погрешность измерения и не должен превышать $0{,}01\,R_Г$.

### 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 $I_Б$ или $I_C$ и напряжение $U_C$).

Перед измерением производят калибровку измерительной установки. Для этого переключатель *В* устанавливают в положение *1*. При этом на калибровочный резистор $R_к$ подают напряжение от генератора Г и устанавливают заданный ток эмиттера $I_e = \frac{U_к}{R_к}$, контролируемый по падению напряжения $U_к$ на резисторе $R_к$. Затем переключатель *В* 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

$$1+h_{21e} = \frac{U_к \cdot R_b}{U_b \cdot R_к} .$$

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

Значение $h_{21e}$ вычисляют по формуле

$$h_{21e} = \frac{U_к \cdot R_b}{U_b \cdot R_к} - 1.$$

Допускается измерение тока эмиттера $I_e$ при поддержании постоянным тока базы ($U_b$ = 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

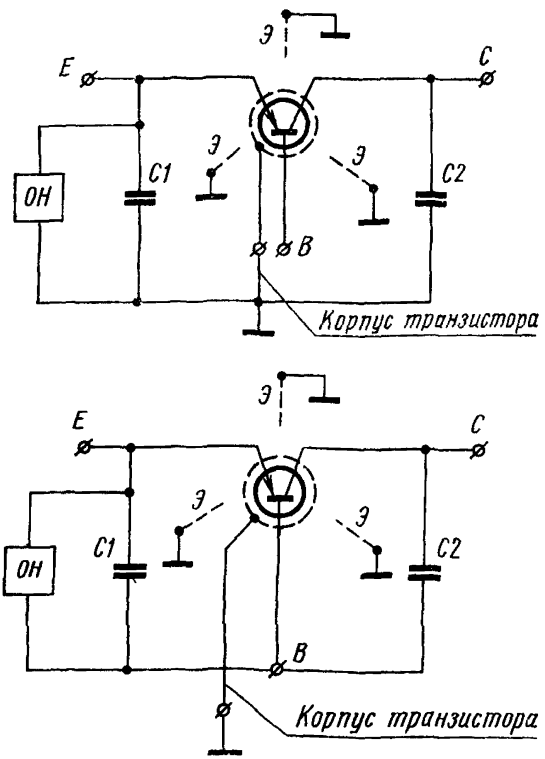
$$\frac{f_T}{r_{b'b}C_c} < 30,$$

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.

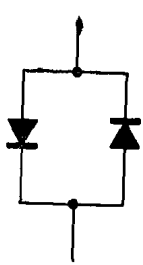
Рекомендуется принимать меры к устранению погрешности измерения за счет падения напряжения на соединительных проводах и контактах путем разделения контактов и соединительных проводов на токовые и потенциальные.

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

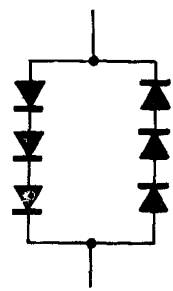
1.3. Принимают меры к уменьшению взаимной индукции между выводами контактного устройства.

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



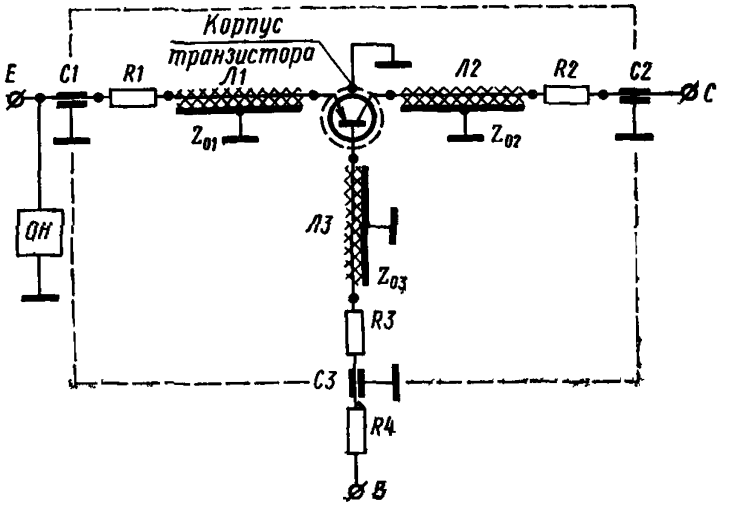
Черт. 3

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

В качестве 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; *С1, С2, С3*—проходные конденсаторы, *R1, R2, R3*—нагрузочные резисторы, согласованные с линией (активная нагрузка), *Л1, Л2, Л3*—полосковые передающие линии, $Z_{01}$, $Z_{02}$ $Z_{03}$—волновые сопротивления линий *Л1, Л2, Л3*

Черт 4

2 1 Волновые сопротивления линии *Л1, Л2, Л3* должны выбираться из диапазона от 20 до 150 Ом

Примечания:

1 Рекомендуемые значения волновых сопротивлений

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

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

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

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 *С1, С2, С3,* 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 $\Delta U_E$, 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

$$U'_C = U_C + I_E \cdot R_1 ,$$

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

gost.e-ecolog.ru