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 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) $\leqslant$ 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.

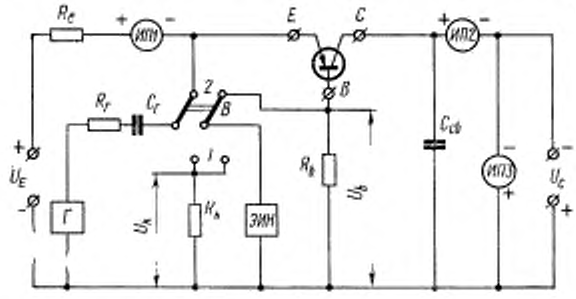
2.2.2. Напряжения источников питания транзистора U_E и U_C обеспечивают режим испытываемого транзистора по постоянному току при измерении.

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_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

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

где ω — 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_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 $R_к$ 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 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

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

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

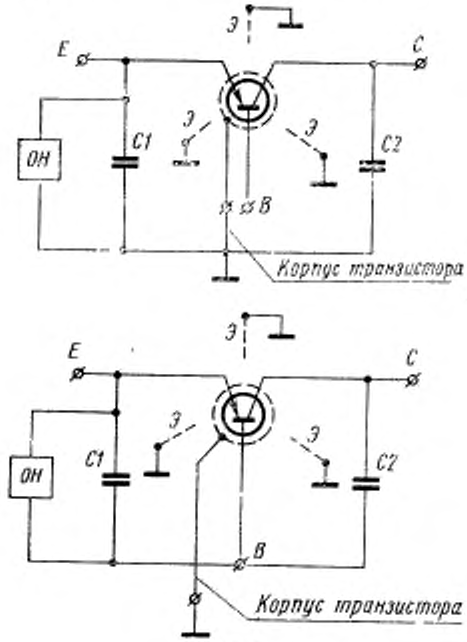
$$\frac{f_T}{r_{b'b}C_c} < 30,$$

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*).

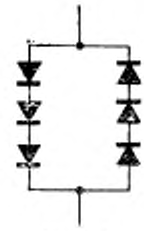
1.3. Принимают меры к уменьшению взаимной индукции между выводами контактного устройства

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 отключенном транзисторе, приведены на черт. 2, 3 приложения.



Черт. 2



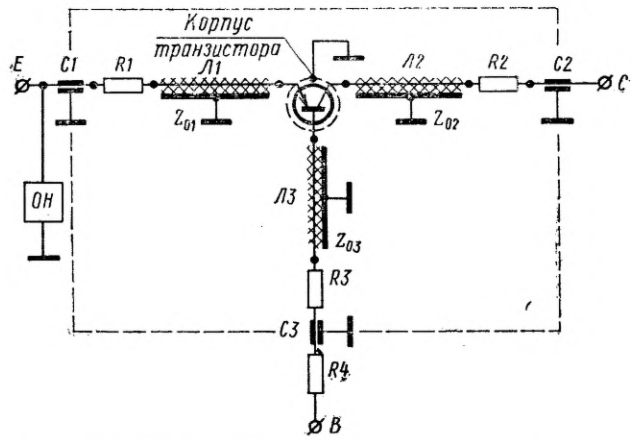
Черт. 3

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

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

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 *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 ΔU_E, которое определяется как

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

на значение ΔU_C, которое определяется как

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

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

$$U'_C = U_C + I_E \cdot R_э ,$$

где U'_C — напряжение, устанавливаемое на измерителе напряжения

gost.e-ecolog.ru