

ТРАНЗИСТОРЫ БИПОЛЯРНЫЕ

Методы измерения статического коэффициента
передачи тока

Transistors bipolar. Methods for measuring
static current transfer ratio

ОКП 62 2312

ГОСТ

18604.2—80*

(СТ СЭВ 4288—83)

Взамен

ГОСТ 18604.2—73

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).

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

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

$$t_{н\ min} \geq \frac{5h_{21Э\ max}}{2\pi f_{гр}},$$

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

$$\frac{I_{Э\ min}}{100Q}, \text{ или } \frac{I_{Э\ min}}{100},$$

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

$$I_K > \frac{I_{Э\ max}}{Q},$$

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

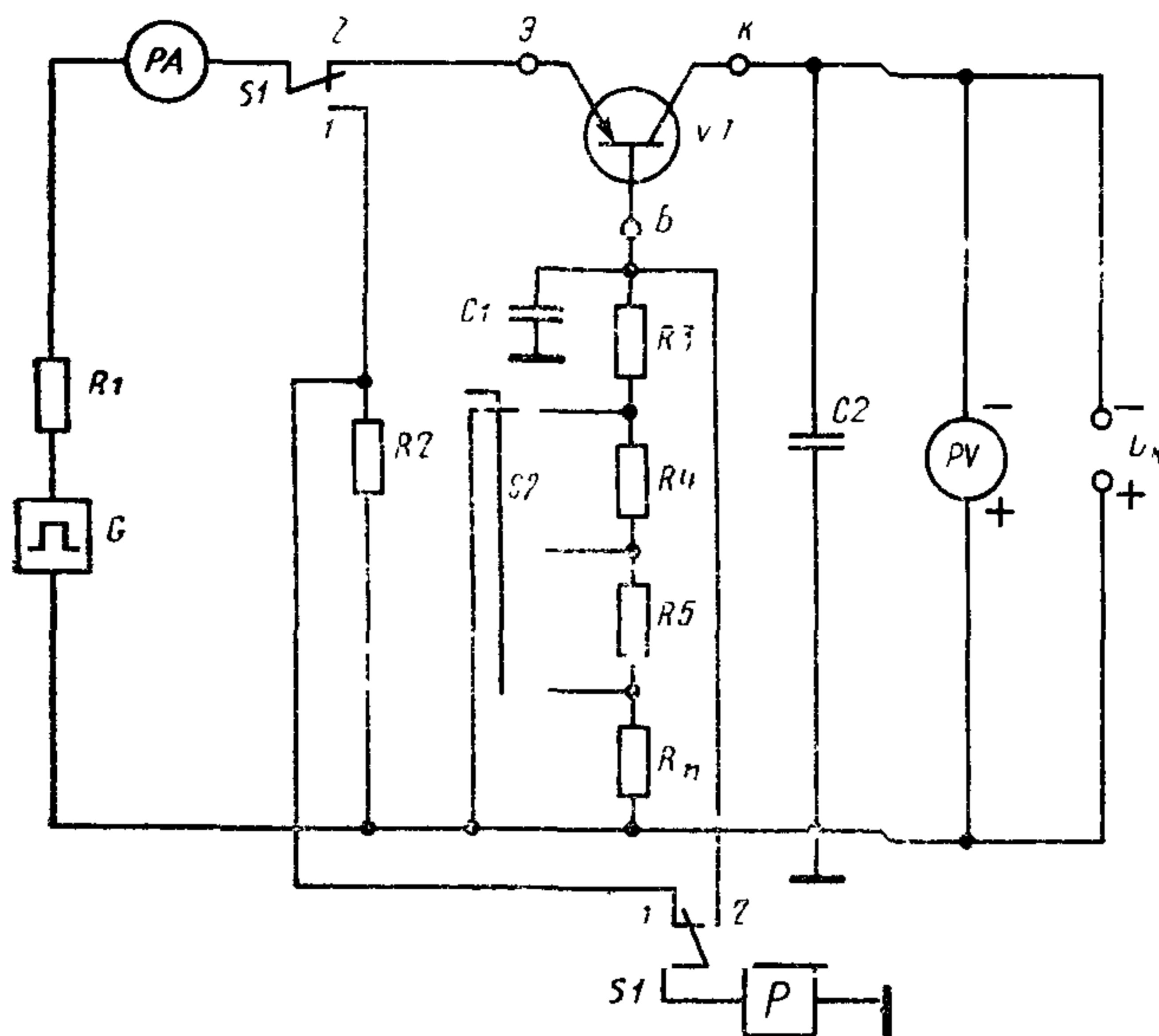
$$u_1 \leq \frac{U_{К\ min}}{10}; \quad u_1 \leq I_{Э\ min} R_2;$$

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

R_2 — калибровочный резистор.

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

$$u_1 \leq \frac{U_{К\ min}}{100}; \quad u_1 \leq I_{Э\ min} R_2.$$



PA—измеритель тока эмиттера; *S1*—переключатель; *VT*—измеряемый транзистор, *R1, R2, ..., Rn*—резисторы, *C1, C2*—конденсаторы; *G*—генератор однополярных импульсов; *S2*—переключатель поддиапазонов $h_{21Э} + 1$; *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

$$R_{вх P} \geq 100 R_{Б \max},$$

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

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

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

Если нормировано максимальное напряжение насыщения база-эмиттер, то

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

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

1.1.2.7. Значение сопротивления резистора R_2 для данного поддиапазона постоянного тока эмиттера должно выбираться из условия

$$R_2 \leq \frac{R_1}{50}, \quad R_2 \leq \frac{U_{\text{БЭ нас}}}{I_{\text{Э}}}$$

1.1.2.8. Сопротивление токосъемного резистора R_3 в цепи базы, предназначенное для поддиапазона наименьших значений $h_{21\text{Э}} + 1$, зависит от выбранного поддиапазона постоянного тока эмиттера:

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

$$R_3 + R_4 + R_5 = (R_3 + R_5) l_2.$$

где $(h_{21\text{Э}} + 1)_{\text{min}}$ — минимальное значение параметра;
 R_3, R_4, \dots, R_n — калибровочные 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, \dots, R_n подбирают с погрешностью $\pm 1\%$.

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

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 C_2 , 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 C_2 может быть меньше указанного или он может отсутствовать, если источник коллекторного напряжения способен обеспечить ток $I_K = I_{Э \max}$ и спад напряжения коллектора за время t_n не превышает 10 % заданного.

1.1.2.10. Емкость конденсатора C_1 , предотвращающего появление выбросов тока базы в результате переходных процессов, выбирают из условия

$$0,1 t_n \geq \tau_b = C_1 R_{bn} \geq \frac{h_{21Э \max}}{4\pi f_{гр}},$$

где τ_b — постоянная времени цепи базы;

R_{bn} — эквивалентное сопротивление, полученное в результате последовательного соединения резисторов $R_3, R_4 \dots R_n$ 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 $f_{h_{21б}}$ или $|h_{21Э}|/f$ ($f_{h_{21б}}$ — 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_{bn} должно быть найдено соответствующее значение C_{bn} , 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 τ_b 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 τ_b .

Примечание. Допускается наличие выбросов на базовом импульсе тока при условии, что измерение $h_{21Э}$ прозвядт 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 $I_{\text{э}}$ и постоянное напряжение от источника питания коллектора.

В цепь эмиттера измеряемого транзистора через резистор $R1$ подают однополярный импульс тока $I_{\text{э}}$ от генератора однополярных импульсов. Значение тока эмиттера регулируют плавно внутри каждого поддиапазона измерения и ступенчато от поддиапазона к поддиапазону и контролируют прибором $РА$. 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 $U_{\text{к}}$ от источника постоянного напряжения. Значение $U_{\text{к}}$ 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 $U_{\text{к}} \leq U_{\text{кэо гр}}$, граничное напряжение указывают в стандартах.

Если граничное напряжение $U_{\text{кэо гр}}$ не нормируется, то $U_{\text{к}} \leq 0,4U_{\text{кб max}}$, где $U_{\text{кб max}}$ — 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 $h_{21 \text{э}}$.

1.1.4. Показатели точности

Основная погрешность измерительных установок, использующих для измерения стрелочные приборы, должна находиться в пределах $\pm 5\%$ конечного значения рабочей части шкалы и в пределах $\pm 10\%$ 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 $\pm 10\%$ конечного значения шкалы и в пределах $\pm 15\%$ измеряемого значения в начале рабочей части шкалы

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

(Измененная редакция, Изм. № 1).

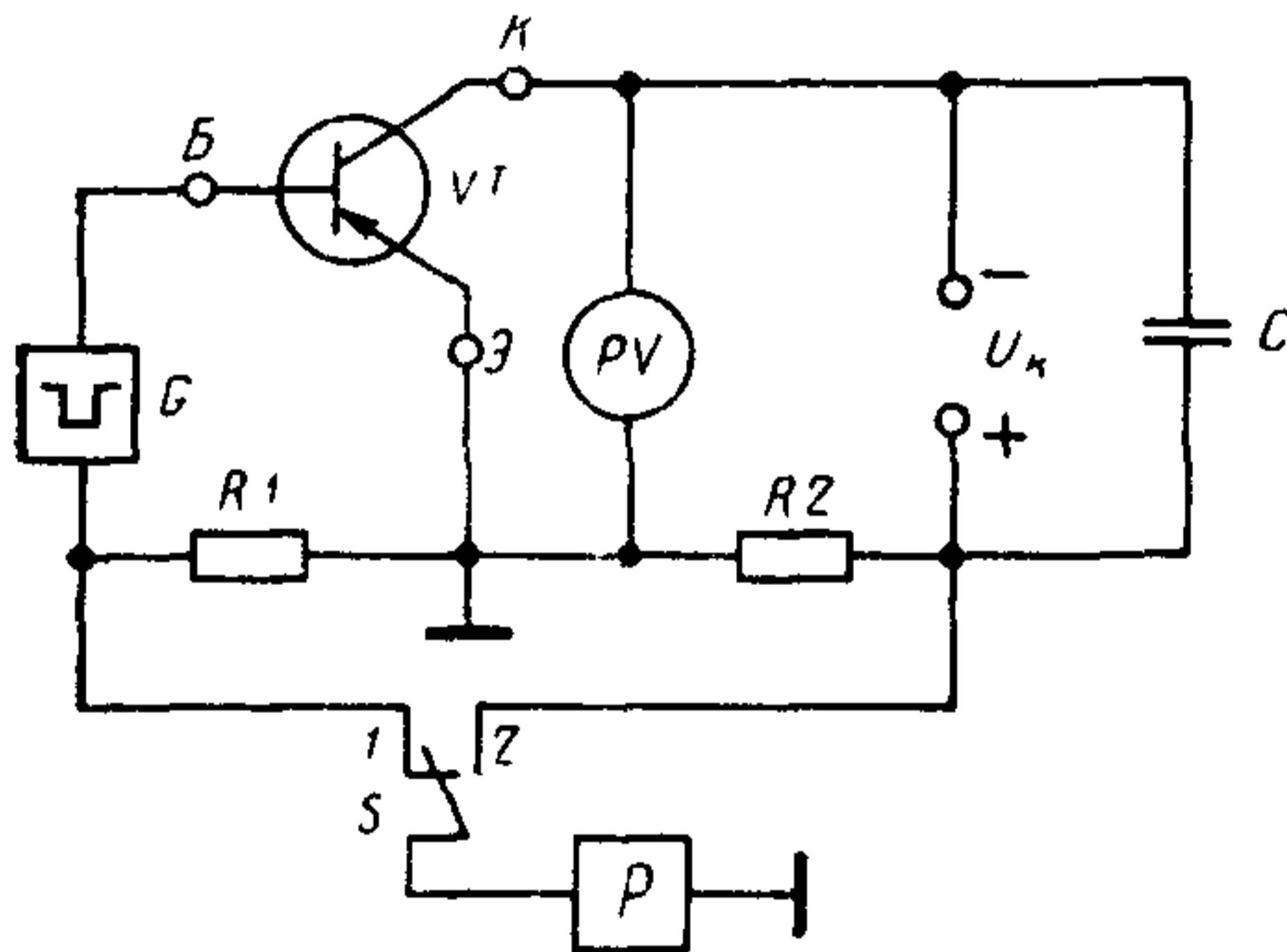
1.2. Метод измерения $h_{21э}$ в схеме с общим эмиттером

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_K —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 R_2 и напряжения источника питания коллектора U_K должны выбираться из условий:

$$U_K = U_{KЭ} + I_K R_2;$$

$$U_K < U_{KЭогр}$$

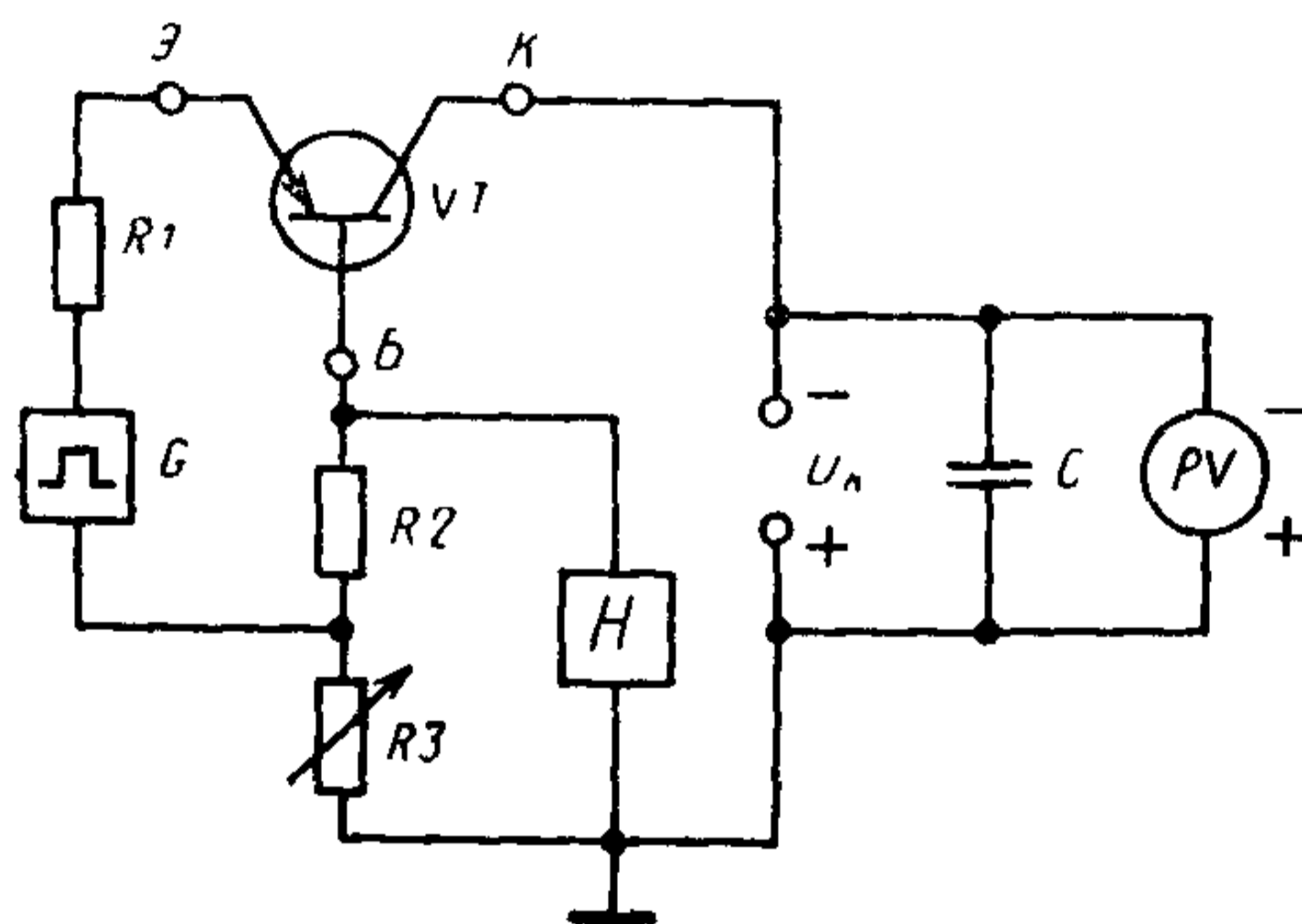
Резисторы R_1 и R_2 могут включаться в любом участке цепи, где протекают измеряемые токи, при этом основная погрешность измерительной установки не должна превышать значения, указанного в п. 1.1.4. Допускается вместо резистора R_2 использовать генератор тока, обеспечивающий задание тока коллектора, оговоренного в стандартах.

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

$$R_{вхP} \geq 100R_1;$$

$$R_{вхP} \geq 100R_2;$$

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



VT —измеряемый транзистор R_1, R_2, R_3 —резисторы, U_K —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 $U_{KЭ}$ 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_K , которое определяют как

$$I_K = \frac{U_{R_2}}{R_2}$$

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

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

$$I_B = \frac{U_{R_1}}{R_1}.$$

1.2.3.4. Статический коэффициент передачи тока определяют как

$$h_{21Э} = \frac{I_K}{I_B} = \frac{U_{R_2}}{U_{R_1}} \cdot \frac{R_1}{R_2}.$$

1.2.3.5. Заданное значение тока коллектора I_K может быть установлено изменением значения сопротивления резистора R_1 при постоянной амплитуде напряжения генератора однополярных импульсов U_G или источника питания постоянного тока.

При заданных значениях напряжения U_G и тока коллектора I_K параметр $h_{21Э}$ определяется значением сопротивления резистора R_1 . Сопротивление резистора R_1 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

$$U_{R_1} = U_P \leq I_{K \min} R_2;$$

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

$I_{K \min}$ — наименьшее значение амплитуды импульса тока коллектора, определяемое рабочим диапазоном измерительной установки для данного значения сопротивления резистора R_2 . Если напряжение, соответствующее полному отклонению стрелки пикового вольтметра, равно $U_P = I_K R_2 = U_{R_2}$, 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 R_3 должны соответствовать

$$\frac{R_2}{h_{21Э \min}} \geq R_3 \geq \frac{R_2}{h_{21Э \max}} ;$$

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

$$U_n \leq I_{Э} \cdot \frac{h_{21Э}}{h_{21Э} + 1} \cdot \frac{\Delta R_3 \cdot R_{вхн}}{R_3 + R_2 + R_{вхн}} ,$$

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_n — чувствительность нуль-индикатора;

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

г) значение сопротивления резистора R_2 должно соответствовать требованиям п. 1.1.2.7. Максимальное значение сопротивления резистора R_2 выбирают из условия

$$R_1 \geq \frac{50R_2}{h_{21Э} + 1} ,$$

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 $I_{\text{Э}}$ и $U_{\text{К}}$ должны соответствовать указанным в п. 1.1.3.1.

1.3.3.2. От генератора однополярных импульсов задают постоянный ток эмиттера $I_{\text{Э}}$. От источника постоянного напряжения коллектора устанавливают заданное значение напряжения $U_{\text{К}}$.

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

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

$$h_{21\text{Э}} = \frac{R_2}{R_3}$$

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 $h_{21\text{Э}}$ на постоянном токе должны соблюдаться условия в диапазоне рабочих температур:

$$I_{\text{КБО}} \leq \frac{I_{\text{К}}}{h_{21\text{Э max}} 50} = \frac{I_{\text{Э}}}{(1 + h_{21\text{Э max}}) 50},$$

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

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

2.1.2. Режим измерения по постоянному току: значение постоянного тока эмиттера $I_{\text{Э}}$ или постоянного тока коллектора $I_{\text{К}}$ и постоянного напряжения коллектор-база $U_{\text{КБ}}$ указывают в стандартах.

2.2. Аппаратура

2.2.1. Параметр $h_{21\text{Э}}$ или $h_{21\text{Э}} + 1$ 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 R_1 .

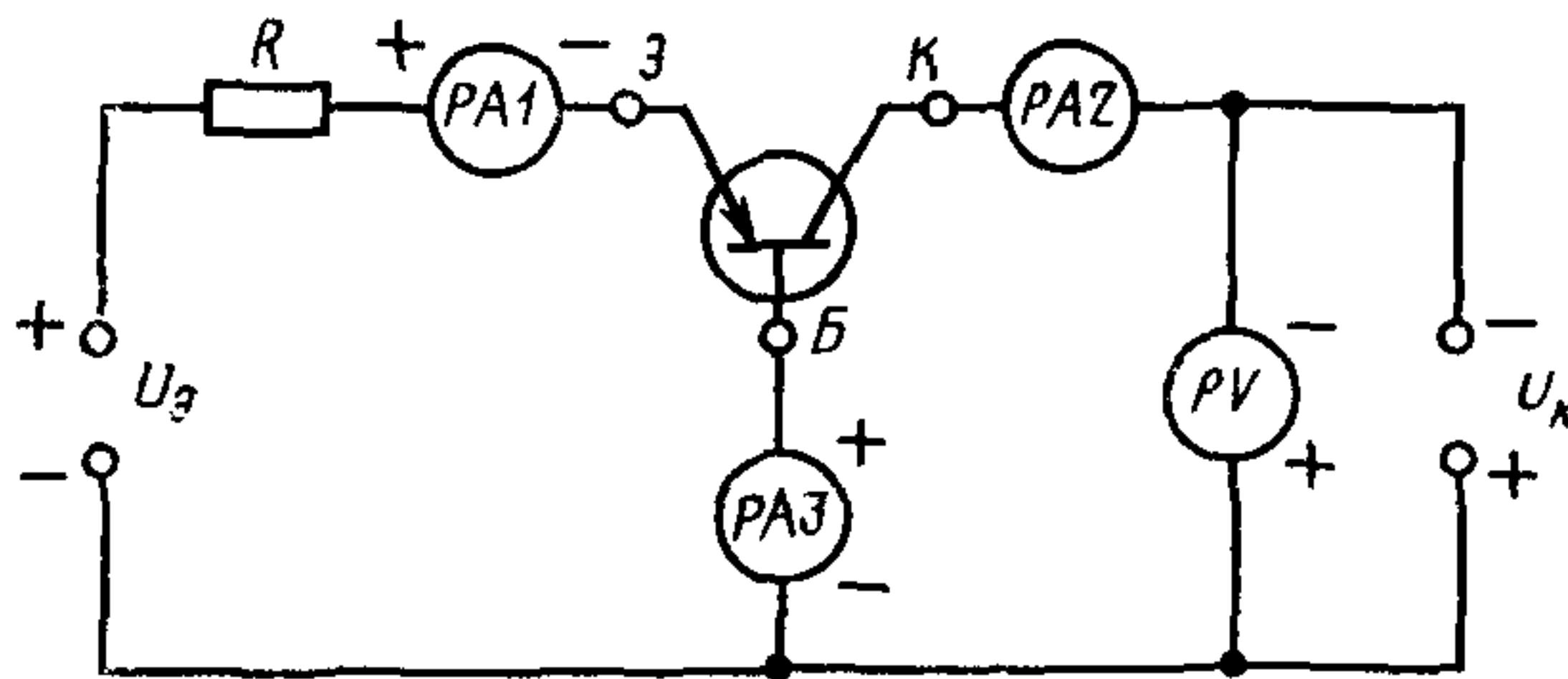
2.2.3. При измерении параметра $h_{21\text{Э}}$ задают постоянный ток коллектора $I_{\text{К}}$ и прибор $РА1$ из схемы исключается. При измере-

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 —токо-
 задающий 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.

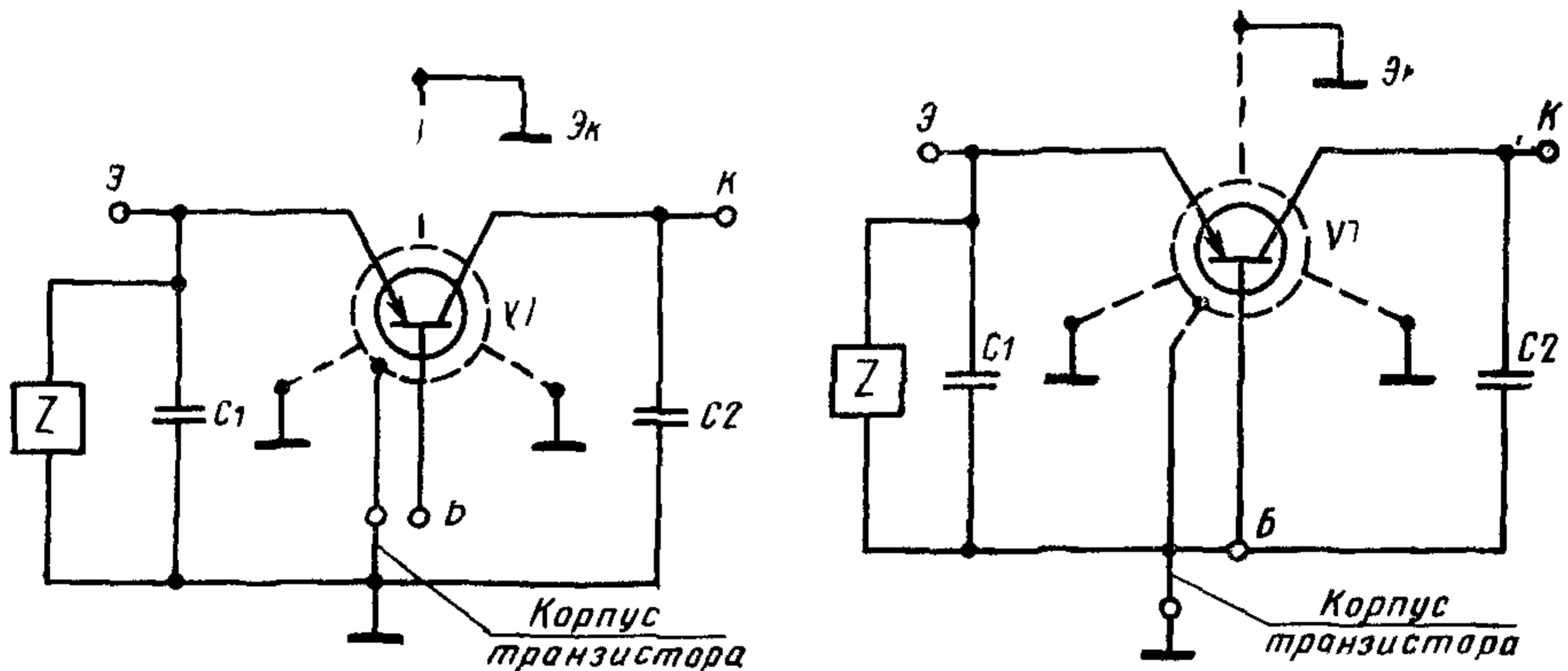
**ПРИМЕРЫ СХЕМ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ВЧ И СВЧ ТРАНЗИСТОРОВ
К СХЕМАМ ИЗМЕРЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО КОЭФФИЦИЕНТА
ПЕРЕДАЧИ ТОКА $h_{21Э}$, ПРЕДСТАВЛЕННЫМ НА ЧЕРТ. 1—3
НАСТОЯЩЕГО СТАНДАРТА**

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

$$\frac{f_{гр}}{\tau_k} < 30,$$

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

τ_k — постоянная времени цепи обратной связи на высокой частоте, пс, приведены на черт 1



\mathcal{E}_K — 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 C1 и C2 являются составной частью конструкции. Значения емкостей C1 и C2 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.

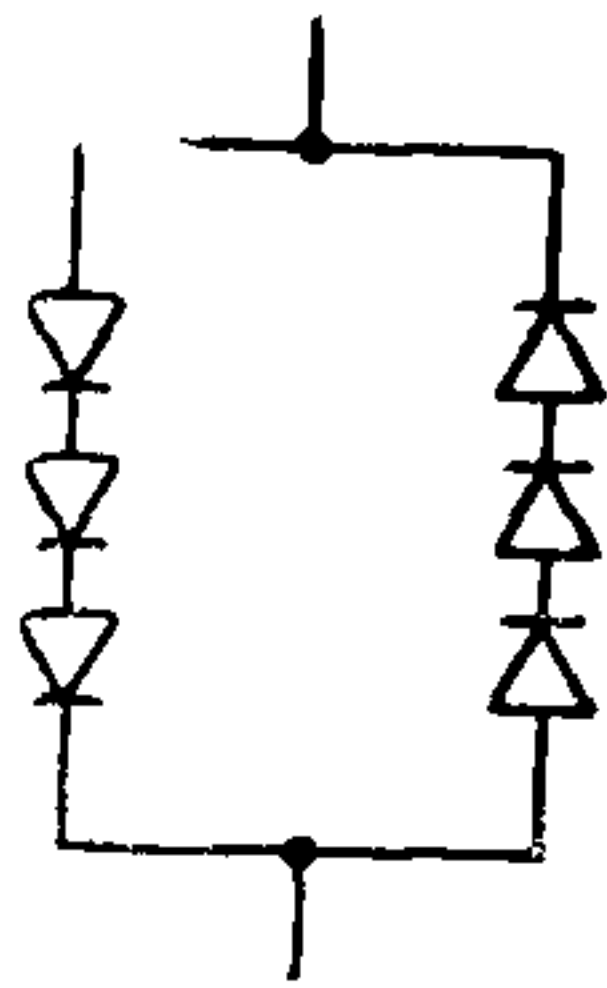
1.2. Для уменьшения проходной емкости эмиттера и коллектора контактного устройства отделяют выводы эмиттера и коллектора друг от друга электростатическим экраном.

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

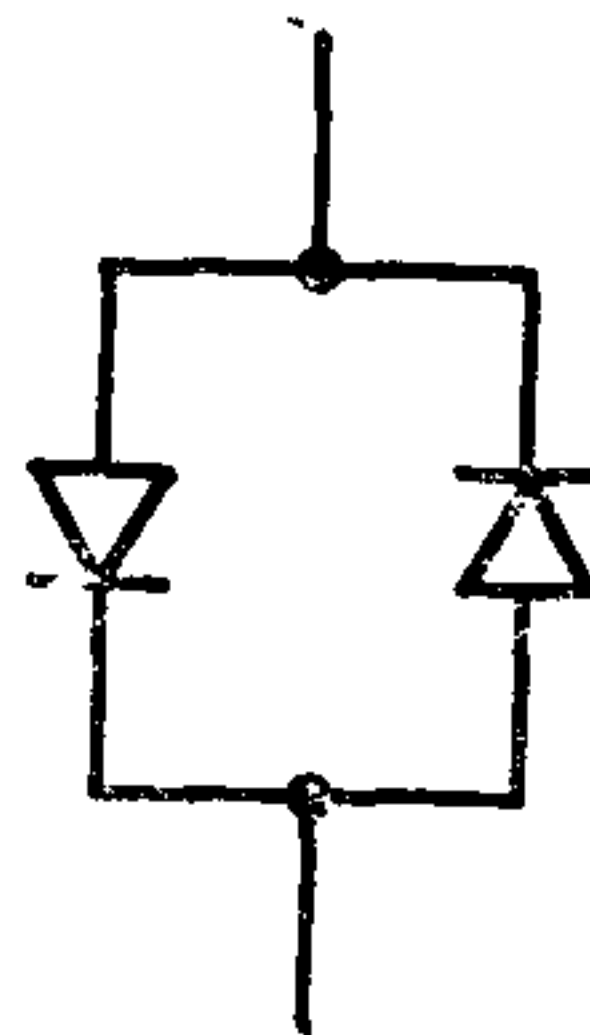
1.4. Вывод корпуса транзистора присоединяют к корпусу (к земле) измерительной установки через конденсатор (по высокой частоте). В этом случае номинал емкости выбирают в пределах от 10000 до 50000 пФ, а требования к монтажу аналогичны требованиям к монтажу конденсаторов $C1$ и $C2$.

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 $\pm(0,5-0,6)$ В, на черт. 2 — на уровне $\pm(1,5-1,8)$ 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 $L1-L3$ 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 разны волновым сопротивлениям соответствующих линий:

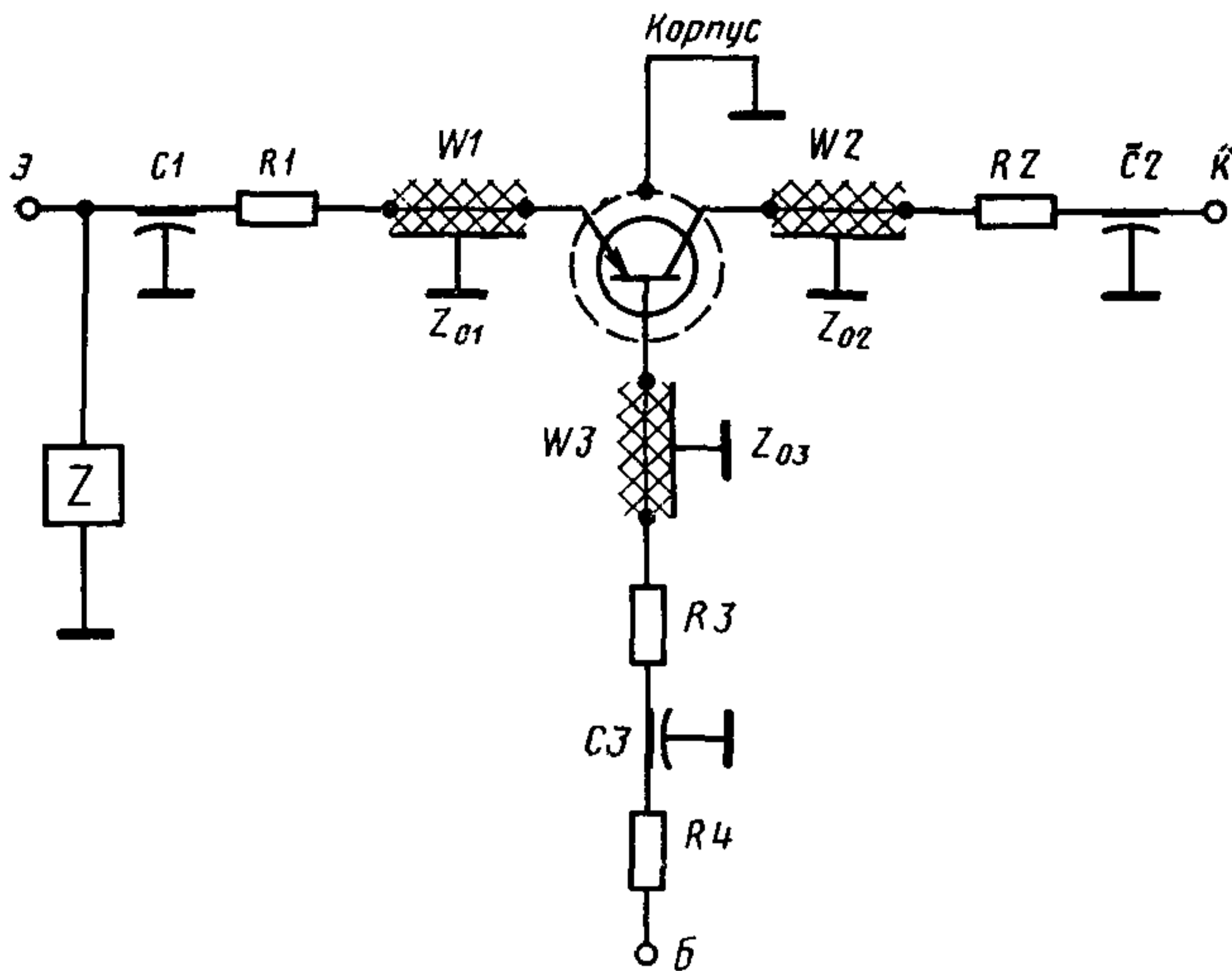
$$R_1=Z_{01}; R_2=Z_{02}; R_3=Z_{03}$$

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 $C1, C2, C3$, 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-



R_1, R_2, R_3 —нагрузочные резисторы; C_1, C_2, C_3 —проходные конденсаторы; W_1, W_2, W_3 —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.