



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ТРАНЗИСТОРЫ БИПОЛЯРНЫЕ

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ

**ГОСТ 18604.26-85
(СТ СЭВ 4757-84)**

Издание официальное

ГОСТ 18604.26-85 929
з/1991 от 28.06.90 в ред. действ.
с 01.01.93.
Изд. n 19, 1990г.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва



ТРАНЗИСТОРЫ БИПОЛЯРНЫЕ

Методы измерения временных параметров

Bipolar transistors.
Methods of time parameters measurement

ГОСТ

18604.26-85

[СТ СЭВ 4757-84]

ОКП 62 2300

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 20 декабря 1985 г. № 4534 срок действия установлен

с 01.07.86

до 01.07.91

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на биполярные транзисторы и устанавливает методы измерения временных параметров: времени задержки $t_{\text{з}}^{\text{н}}$, времени нарастания $t_{\text{нр}}$, времени включения $t_{\text{вкл}}$, времени рассасывания $t_{\text{рас}}$, времени спада $t_{\text{сп}}$, времени выключения $t_{\text{выкл}}$.

Общие требования при измерении и требования безопасности — по ГОСТ 18604.0—83.

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 4757—84.

1. ПРИНЦИП И УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЯ

1.1. Значения временных параметров определяют измерением интервалов времени в соответствии с определениями временных параметров, приведенными в ГОСТ 20003-74.

1.2. Условия и режим измерения временных параметров должны соответствовать установленным в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов.

2. АППАРАТУРА

2.1. Временные параметры следует измерять на установке, электрическая структурная схема которой приведена на черт. 1.

Издание официальное

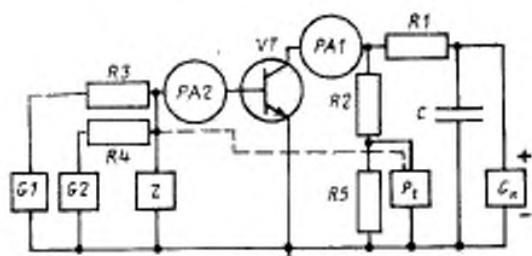
Перепечатка воспрещена



© Издательство стандартов, 1986

Допускается включать импульсные измерители тока в любой части измеряемой цепи.

Конкретную схему измерения приводят в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов.



GI—генератор однополярных пульсаций; *G2*—генератор однополярных запирающих импульсов; *PA1*, *PA2*—импульсные измерительные токи; *VT*—специальный транзистор; *Z*—ограничитель напряжения; *R1*—резистор нагрузки; *R2*, *R5*—делильные резисторы в цепи базы; *P1*—измеритель интервалов времени; *C*—блокировочный конденсатор; *G₃*—источник постоянного напряжения коллектора

Черт. 1

2.2. Параметры импульсов на выходе генераторов $G1$ и $G2$ в соответствии с диаграммой временных параметров, приведенной на черт. 2, должны соответствовать следующим требованиям:

длительность насыщающего импульса $t_{\text{нз}}$ не должна быть менее $1,5 t_{\text{вкл, max}}$ при измерении параметров $t_{\text{зз}}$, $t_{\text{р.п.}}$, $t_{\text{вкл}}$ и не менее $5 t_{\text{рас, max}}$ при измерении параметров $t_{\text{рас}}$, $t_{\text{сп}}$, $t_{\text{вкл}}$, где $t_{\text{вкл, max}}$ и $t_{\text{рас, max}}$ соответственно максимальное время включения и максимальное время рассасывания, которые устанавливают из диапазона измерения конкретной измерительной установки;

длительность фронта насыщающего импульса при измерении параметра $t_{\text{взл}}$ не должна превышать $0,3 t_{\text{изм}}$, а при измерении параметров $t_{\text{зл}}$ и $t_{\text{пр}}$ — $0,5 t_{\text{изм}}$, где $t_{\text{изм}}$ — время одного из указанных параметров;

длительность насыщающего импульса в технически обоснованных случаях может быть меньше $5 t_{\text{растых}}$. Конкретное значение $t_{\text{нз}}$ указывают в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов;

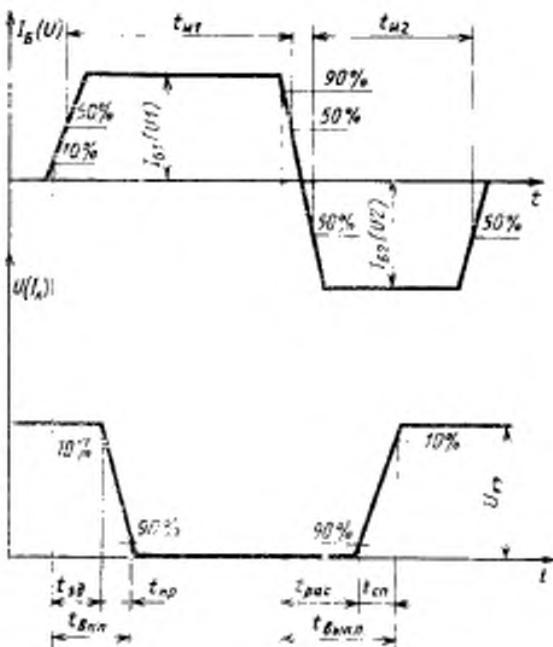
длительность запирающего импульса $t_{\text{из}}$ не должна быть менее максимального значения $t_{\text{выжатых}}$, которое устанавливают из диапазона измерения конкретной измерительной установки; неравномерность вершины импульса не должна превышать 5 % амплитудного значения импульса;

длительность выброса на вершине импульса не должна превышать минимального значения измеряемого интервала времени t_{\min} , определяемого рабочим диапазоном конкретной измерительной установки;

амплитуда выбросов на вершине импульса не должна превышать 10 % амплитудного значения импульса;

длительность изменения полярности тока базы от момента, когда спад насыщающего импульса достигает уровня 90 % амплитудного значения I_{B1} до момента нарастания запирающего импульса до уровня 90 % амплитудного значения I_{B2} должна быть не более $0,5 t_{\text{спад}}$, где I_{B1} — ток базы (насыщающий), I_{B2} — ток базы (запирающий), $t_{\text{спад}}$ — минимальное значение измеряемого времени спада;

погрешность установки уровней отсчета временных параметров не должна выходить за пределы $\pm 3\%$ по отношению к амплитудному значению импульса U_{K3} (или I_K), где U_{K3} — постоянное напряжение коллектор-эмиттер, I_K — ток коллектора;



Черт. 2

скважность насыщающего импульса и амплитуда напряжения между импульсами должны быть такими, чтобы они не влияли

на результаты измерения. Значения их указывают в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов; погрешность установления амплитуды импульсов токов базы не должна выходить за пределы $\pm 10\%$.

2.3. Вместо генераторов однополярных импульсов $G1$ и $G2$ допускается применять импульсные генераторы тока.

Один из генераторов однополярных импульсов может быть заменен источником постоянного напряжения.

При замене генератора $G1$ источником постоянного напряжения схему измерительной установки (см. черт. 1) модифицируют в схему с постоянным насыщающим и импульсным запирающим токами, а при замене генератора $G2$ источником постоянного напряжения — в схему с импульсным насыщающим и постоянным запирающим токами.

При измерении временных параметров $t_{\text{зз}}$, $t_{\text{зп}}$ и $t_{\text{вка}}$ генератор $G2$ может отсутствовать.

2.4. В качестве токосъемных элементов вместо импульсных измерителей тока $PA1$ и $PA2$ допускается использовать резисторы, трансформаторы тока и другие элементы, не влияющие на результат измерения временных параметров.

Импульсные измерители тока $PA1$ и $PA2$ могут отсутствовать, если обеспечена установленная точность задания токов базы и коллектора.

2.5. Ограничитель напряжения Z предназначен для защиты перехода эмиттера транзистора от перенапряжения обратной полярности и для ограничения напряжения холостого хода на зажимах контактного устройства при отключении испытуемого транзистора.

Для транзисторов малой мощности при длительности импульса менее 200 нс ограничитель напряжения в цели базы испытуемого транзистора может отсутствовать.

2.6. Индуктивность цепи L , Гн, в которой протекают импульсные токи коллектора и эмиттера, рассчитывают по формуле

$$L \leq \frac{t_{\text{мин}} \cdot R_1}{5},$$

где $t_{\text{мин}}$ — минимальный измеряемый интервал времени;
 R_1 — значение сопротивления резистора нагрузки.

2.7. Емкость между коллекторным выводом контактного устройства и корпусом C_k , Ф, для подключения к установке испытуемого транзистора рассчитывают по формуле

$$C'_k \leq \frac{t_{\text{мин}}}{5R_1}.$$

Емкость между базовым выводом контактного устройства и корпусом C_6 , Ф, для испытуемого транзистора рассчитывают по формуле

$$C_6 \leq \frac{I_{B\min} \cdot t_{\min}}{5U_{BEmax\max}},$$

где $I_{B\min}$ — минимальное значение тока базы (насыщающего);

$U_{BEmax\max}$ — максимальное напряжение насыщения база-эмиттер, указанное в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов.

2.8. Погрешность сопротивления резисторов $R1-R5$ не должна превышать 1 %.

2.9. Делители напряжения $R2, R5$ должны быть компенсированными и не искажать форму выходного сигнала.

2.10. Измеритель интервалов времени P_t подключают к коллектору или к резистору нагрузки $R1$ непосредственно или через делитель напряжения $R2, R5$.

Время нарастания переходной характеристики измерителя интервалов времени P_t не должно быть более $0,3 t_{\min}$.

При использовании осциллографа в качестве измерителя интервалов времени P_t его синхронизация может быть внутренней или внешней от генераторов $G1$ или $G2$ в зависимости от измеряемого параметра.

Для измерения временных параметров допускается применять внутренние или внешние регулируемые линии задержки.

Пример использования однолучевого осциллографа в качестве измерителя интервалов времени приведен в справочном приложении.

2.11. Погрешность установления импульсного тока коллектора не должна выходить за пределы $\pm 10\%$.

2.12. Максимально допустимая основная погрешность измерительной установки δ_{osc} при измерении параметров $t_{рас}, t_{выка}, t_{вкл}$ длительностью более 5 нс не должна выходить за пределы $\pm 10\%$ конечного значения предела измерения и $\pm 15\%$ измеряемого значения — в начале рабочего участка шкалы.

Максимально допустимая основная погрешность измерительной установки δ_{osc} при измерении параметров $t_{сп}, t_{ир}, t_{зз}$ длительностью более 5 нс не должна выходить за пределы $\pm 15\%$ конечного значения предела измерения и $\pm 20\%$ измеряемого значения — в начале рабочего участка шкалы.

Максимально допустимая основная погрешность измерительной установки с цифровым отсчетом δ_{osc} при измерении значений временных параметров длительностью более 5 нс не долж-

на выходить за пределы $\pm 10\%$ измеряемого значения и ± 2 знака младшего разряда дискретного отсчета.

3. ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

3.1. Испытуемый транзистор подключают к установке и устанавливают режимы измерения, заданные в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов: постоянное напряжение коллектор-эмиттер $U_{КЭ}$, импульсный ток коллектора $I_{Ки}$, ток базы I_B (импульсный или постоянный насыщающий ток) для измерения параметров $t_{зд}$, $t_{ир}$, $t_{вкл}$, ток базы $I_{Б2}$ (импульсный запирающий ток) для измерения параметров $t_{рас}$, $t_{сп}$, $t_{выкл}$, напряжение на ограничителе напряжения Z .

3.2. При использовании одноканального осциллографа в качестве измерителя интервалов времени P_i , его подключают сначала на вход испытуемого транзистора (или на вход генератора $G1$ или $G2$) для калибровки начала отсчета, затем на выход испытуемого транзистора для отсчета интервала времени.

3.3. Отсчет производят в соответствии с определениями временных параметров и диаграммой временных параметров (см. черт. 2). При этом допускается:

при измерении времени спада устанавливать другие уровни отсчета, что оговаривают в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов;

при измерении времени рассасывания и времени выключения за начало отсчета устанавливать момент, когда фронт запирающего импульса достигнет 90 % его амплитудного значения;

устанавливать начало отсчета в момент, когда временная диаграмма тока базы пересекает нулевой уровень;

концом отсчета считать момент, когда спад выходного импульса достигнет 90 %-ного амплитудного значения.

3.4. Пример измерения временных параметров импульсных транзисторов, у которых $U_{КЭ,пос.чтн} \geq 0,1 U_{КЭ}$, приведен в справочном приложении.

4. ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ

4.1. Показатели точности измерения времени задержки, времени нарастания, времени спада и времени рассасывания должны соответствовать установленным в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов.

4.2. Границы интервала δ , в котором с установленной вероятностью 0,997 находится погрешность измерения, определяют по формуле

$$\delta = \pm \sqrt{\delta_{\text{очн}}^2 + \delta_{\text{реж}}^2}, \text{ при этом}$$

$$\text{для } t_{\text{зх}} \delta_{\text{реж}} = \sqrt{(\delta_{I_{\text{Б1}}}^2)^2 + (\delta_{I_{\text{К.нас}}}^2)^2};$$

$$\text{для } t_{\text{вр}} \delta_{\text{реж}} = \frac{1}{\ln \frac{n-0,1}{n-0,9}} \cdot \frac{0,8n}{(n-0,1) \cdot (n-0,9)} \cdot \sqrt{(\delta_{I_{\text{Б1}}}^2)^2 + (\delta_{I_{\text{К.нас}}}^2)^2};$$

$$\text{для } t_{\text{из}} \delta_{\text{реж}} = \frac{1}{\ln \frac{n-0,9}{n-0,1}} \cdot \frac{0,8n}{(n-0,1) \cdot (n-0,9)} \cdot \sqrt{(\delta_{I_{\text{Б1}}}^2)^2 + (\delta_{I_{\text{К.нас}}}^2)^2};$$

$$\text{для } t_{\text{рас}} \delta_{\text{реж}} = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2},$$

где $\delta_{\text{реж}}$ — погрешность задания режима измерения, устанавливаемая в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов;

$\delta_{I_{\text{Б1}}}$ — погрешность насыщающего тока базы;

$\delta_{I_{\text{К.нас}}}$ — погрешность насыщающего тока коллектора $I_{\text{К.нас}}$;

n — степень насыщения, определяемая по формуле

$$n = \frac{I_{\text{Б1}} \cdot h_{213}}{I_{\text{К.нас}}};$$

$$\delta_1 = \frac{1}{\ln \frac{n+s}{1+s}} \cdot \frac{n}{n+s} \cdot \sqrt{(\delta_{I_{\text{Б1}}}^2)^2 + (\delta_{I_{\text{К.нас}}}^2)^2};$$

$$\delta_2 = \frac{1}{\ln \frac{n+s}{1+s}} \cdot \frac{(1+n) \cdot s}{(n+s) \cdot (1+s)} \cdot \sqrt{(\delta_{I_{\text{Б2}}}^2)^2 + (\delta_{I_{\text{К.нас}}}^2)^2};$$

где s — степень рассасывания, определяемая по формуле

$$s = \frac{I_{\text{Б2}} \cdot h_{213}}{I_{\text{К.нас}}}.$$

1. ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОДНОЛУЧЕВОГО ОСЦИЛЛОГРАФА В КАЧЕСТВЕ ИЗМЕРИТЕЛЯ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ

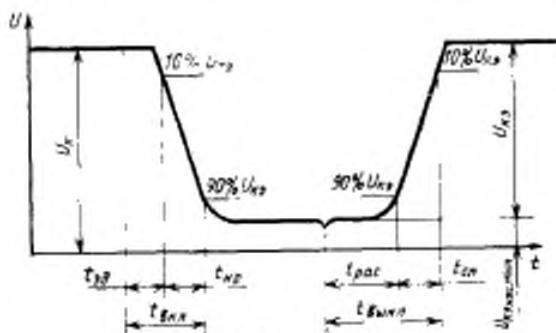
Начало времени рассасывания и времени выключения следует брать от нулевого уровня тока базы при изменении его полярности от плюс I_{B1} до минус I_{B2} .

Начало отсчета времеки рассасывания и времени выключения допускается устанавливать по кратковременному выбросу на импульсе напряжения U_{K3} , которое указано в конкретных схемах измерения и вершина которого совпадает с нулевым уровнем тока базы при изменении полярности от плюс I_{B1} до минус I_{B2} .

Для более точной фиксации начала отсчета по выбросу напряжения допускается кратковременно увеличивать чувствительность осциллографа.

2. ПРИМЕР ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ, У КОТОРЫХ $U_{K3\text{наст.тип}} \geq 0,1 U_{K3}$

Отсчет временных параметров производят в соответствии с диаграммой, приведенной на чертеже.



Отсчет ведут по импульсу напряжения коллектора при выполнении следующих условий:

от источника постоянного напряжения коллектора устанавливают напряжение, рассчитываемое по формуле

$$U_K = U_{K3} + U_{K3\text{наст.тип}},$$

где U_{K3} — постоянное напряжение коллектор-эмиттер, указанное в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов;

$U_{K3\text{наст.тип}}$ — типовое значение напряжения насыщения коллектор-эмиттер $U_{K3\text{наст}}$, указанное в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов.

Редактор *Т. С. Шеко*
Технический редактор *М. И. Максимова*
Корректор *А. И. Зюбан*

Сдано в наб. 09.01.86 Подп. в печ. 07.03.86 0,75 усл. п. л. 0,75 усл. кр.-отт. 0,54 уч.-нац. л.
Тираж 10000 Цена 3 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123640, Москва, ГСП,
Новопресненский пер., 3.
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256, Зак. 129