УДК 621.382.3.083:006.354 Группа Э29

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ТРАНЗИСТОРЫ ПОЛЕВЫЕ

Метод измерения крутизны характеристики

Field-effect transistors.
Forward transconductance
measurement technique

ГОСТ 20398.3—74*

(СТ СЭВ 3413—81)

Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 31 декабря 1974 г. № 2852 срок введения установлен

с 01.07.76

Проверен в 1979 г. Срок действия продлен

до 01.07.86

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на маломощные полевые транзисторы и устанавливает метод измерения крутизны характеристики S на малом сигнале. (Сигнал считается малым, если при уменьшении его амплитуды в два раза изменение параметра не выходит за пределы погрешности измерения).

Общие условия при измерении крутизны характеристики должны соответствовать требованиям ГОСТ 20398.0—74.

Стандарт соответствует СТ СЭВ 3413—81 в части метода измерения крутизны характеристики (см. справочное приложение 1).

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1. АППАРАТУРА

1.1. Измерительные установки, предназначенные для измерения крутизны характеристики S, должны обеспечивать основную погрешность измерения в пределах ± 10 % от конечного значения рабочей части шкалы. Для измерительных установок с цифровым отсчетом основная погрешность измерения должна быть в пределах $\pm\left(8+0{,}7\,\frac{S_{\text{пред}}}{S_x}\right)$ %, где S_x — значение измеряемой крутизны, $S_{\text{пред}}$ — конечное значение установленного предела измерения.

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

★

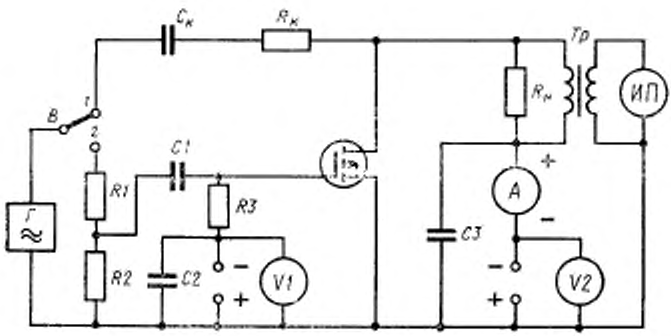
** Переиздание март 1984 г. с Изменением № 1, утвержденным в июле 1983 г. (ИУС 11—83).*

gost.e-ecolog.ru

2. ПОДГОТОВКА К ИЗМЕРЕНИЮ

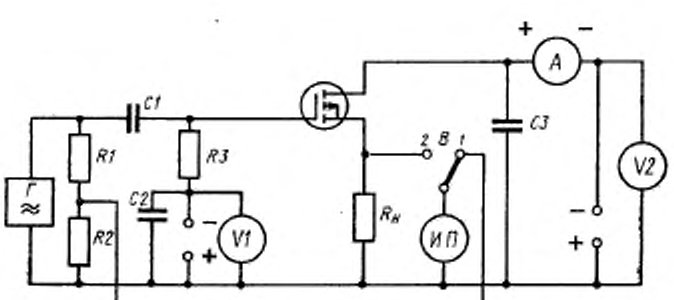
2.1. Принципиальная электрическая схема измерения крутизны характеристики должна соответствовать на черт. 1, 2 или 3.

Примечание. В лабораторных условиях допускается измерять крутизну характеристики мостовым методом (см. справочное приложение 2).



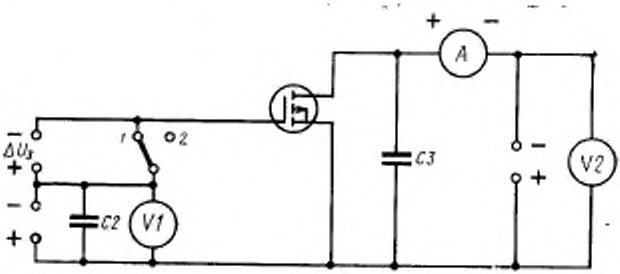
Г—генератор; *R1*, *R2*, *R3*, $R_н$, $R_к$—резисторы; *C1*, *C2*, *C3*, $C_к$—конденсаторы; *Тр*—трансформатор, *А*—измеритель тока, *V1*, *V2*, *ИП*—измерители напряжения; *В*—переключатель

Черт. 1



Г—генератор; *R1*, *R2*, *R3*, $R_н$—резисторы; *C1*, *C2*, *C3*—конденсаторы; *А*—измеритель тока; *V1*, *V2*, *ИП*—измерители напряжения, *В*—переключатель.

Черт. 2



C2, C3—конденсаторы; *V1, V2*—измерители напряжения; *A*—измеритель тока, ΔU_3 -источник постоянного напряжения.

Черт. 3

(Измененная редакция, Изм. № 1).

2.2. Основные элементы, входящие в схемы черт. 1, 2 и 3, должны удовлетворять следующим требованиям:

Г — генератор синусоидального напряжения или импульсного напряжения типа «меандр» фиксированной частоты. Частота генератора выбирается равной одной из частот в диапазоне 20—20000 Гц;

R1, R2 — резисторы делителя. Точность определения отношения $\frac{R_1+R_2}{R_2}$ должна обеспечивать установленную погрешность измерения крутизны.

Значение сопротивления (R_1+R_2) в схеме черт. 1 должно не менее чем в 100 раз превышать значение выходного сопротивления генератора *Г*, если входные сопротивления схемы в обоих положениях переключателя *В* отличаются не более чем на 1 %;

$R_к$ — резистор в цепи калибровки. Резистор выбирается с точностью, обеспечивающей заданную погрешность измерения. Значение $R_к$ должно не менее чем в 100 раз превышать значение выходного сопротивления генератора *Г*, если входные сопротивления схемы в обоих положениях переключателя *В* отличаются не более чем на 1 %. Значение сопротивления $R_к$ должно не менее чем в 100 раз превышать значение резистора $R_и$;

R3—резистор в цепи затвора измеряемого транзистора.

Значение сопротивления резистора *R3* должно не менее чем в 100 раз превышать значение сопротивления резистора *R2*.

Падение постоянного напряжения на резисторе *R3* от протекания тока затвора при задании режима по постоянному напряжению затвора и стока не должно превышать амплитуды переменного напряжения на затворе измеряемого транзистора, обеспечивающей условие малого сигнала.

Допускается использование разделительного трансформатора между генератором *Г* и входом измеряемого транзистора вместо конденсатора *С1* и резистора *R3*, при этом должна обеспечиваться заданная погрешность измерения. Вместо резистора *R3* можно использовать делитель *R1*, *R2*. В этом случае делители *R1*, *R2* подключаются к генератору *Г* через конденсатор *С1*, а конденсаторы *С1* и *С2* должны удовлетворять следующим условиям:

$$\frac{1}{\omega C_1} \leqslant 0{,}1(R_1+R_2);$$

$$\frac{1}{\omega C_2} \leqslant 0{,}1R_2,$$

$R_н$ — резистор нагрузки, значение которого должно удовлетворять условию

$R_н \leqslant \frac{0{,}1}{g_{22и}}$ — в случае калибровки с транзистором;

$R_н \leqslant \frac{0{,}01}{g_{22к}}$ — в случае калибровки без транзистора,

где $g_{22и}$ — наибольшее значение активной составляющей выходной проводимости измеряемого транзистора.

Значение $R_н$ в схеме черт. 2 должно определяться с точностью, обеспечивающей заданную погрешность измерения крутизны характеристики S и удовлетворять следующему условию

$$R_н \leqslant \frac{1}{30S},$$

где S — наибольшее значение крутизны характеристики измеряемого транзистора.

Допускается шунтировать резистор $R_н$ в схеме черт. 2 индуктивностью или настроенным контуром (для пропускания постоянной составляющей), при этом должна обеспечиваться заданная погрешность измерения;

С1, *С2*, *С3*, $C_к$ — конденсаторы, емкости которых должны удовлетворять следующим условиям:

$$\frac{1}{\omega C_1} \leqslant 0{,}1R_3; \qquad \frac{1}{\omega C_3} \leqslant 0{,}3R_н;$$

$$\frac{1}{\omega C_2} \leqslant 0{,}1R_3; \qquad \frac{1}{\omega C_к} \leqslant 0{,}1R_н.$$

Конденсатор *С3* может отсутствовать, если сумма внутреннего сопротивления источника питания цепи стока и сопротивления измерителя тока А на частоте измерения не превышает 0,01 $R_н$;

ИП — измеритель напряжения с регулируемой чувствительностью. Допускается применение *ИП* с нерегулируемой чувствительностью; в этом случае должна регулироваться амплитуда выходного напряжения генератора. Шка-

ла *ИП* может быть непосредственно отградуирована в единицах крутизны характеристики *S*. Входное сопротивление измерителя напряжения *ИП* должно не менее чем в 100 раз превышать сопротивление резистора *R2* (для схемы черт. 2);

Тр — трансформатор. Изменение коэффициента трансформации при изменении величины постоянной составляющей тока стока измеряемого транзистора от нуля до наибольшей возможной должно обеспечивать заданную точность измерения. Допускается применение дросселя вместо трансформатора *Тр*, при этом должна обеспечиваться установленная погрешность измерения;

ΔU_3 — источник постоянного напряжения. Точность определения величины ΔU_3 должна быть такой, чтобы погрешность измерения не превышала установленного значения.

2.3. Падение напряжения от протекания постоянной составляющей тока стока на первичной обмотке трансформатора и измерителе тока в схеме черт. 1, а также на измерителе тока в схеме черт. 2 не должно превышать 1,5 % от постоянного напряжения на стоке измеряемого транзистора. В схеме черт. 2 это условие должно выполняться с учетом падения напряжения на сопротивлении $R_и$ от протекания постоянной составляющей тока стока.

Если $R_и$ в схеме черт. 1 также удовлетворяет этим требованиям, то трансформатор в этой схеме может отсутствовать. В этом случае сигнал на *ИП* должен сниматься через конденсатор, требования к которому аналогичны требованиям к *С3*.

2.4. Если указанные в п. 2.3 условия не выполняются, необходимо увеличивать напряжение источника в цепи стока на значение, равное падению напряжения на упомянутых цепях.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

2.5. Система калибровки может отличаться от приведенной на черт. 1, 2 и 3, если она обеспечивает правильное соотношение между амплитудой сигнала генератора и чувствительностью измерителя напряжения, точность измерения и удобство в работе.

3. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

3.1. Измерения производят в следующем порядке.

Транзистор включают в схему и устанавливают режим по постоянному току.

Переключатель *В* устанавливают в положение *1*. В схеме черт. 1 и 2, изменяя либо чувствительность измерителя напряжения, либо напряжение генератора, устанавливают определенное

значение напряжения U_1 по измерителю напряжения *ИП*. В схеме черт. 3 отсчитывают показание I_1 по измерителю тока *А*.

Переключатель *В* устанавливают в положение *2* и отсчитывают значение напряжения U_2 по измерителю *ИП* в схеме черт. 1 и 2, а в схеме черт. 3 отсчитывают значение I_2 по измерителю тока *А*.

3.2. В схеме черт. 1 и 2 допускается производить калибровку (положение *1* переключателя) в отсутствии измеряемого транзистора, при этом погрешность измерения не должна превышать установленной величины.

3.3. Крутизну характеристики *S* определяют по формулам:

$$S = \frac{1}{R_к} \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_2} \cdot \frac{U_2}{U_1} —$$ для схемы черт. 1,

$$S = \frac{1}{R_н} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{U_2}{U_1} —$$ для схемы черт. 2,

$$S = \frac{(I_2 - I_1)}{\Delta U_3} —$$ для схемы черт. 3.

«ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

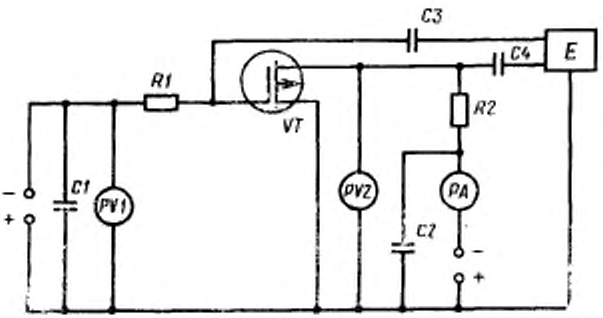
Информационные данные о соответствии ГОСТ 20398.3—74 СТ СЭВ 3413—81.
ГОСТ 20398.3—74 полностью соответствует разд. 7 СТ СЭВ 3413—81.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

Измерение мостовым методом

1. Аппаратура

Схема измерения крутизны характеристики приведена на чертеже.



R1, R2—резисторы, *VT*—измеряемый транзистор; *C1, C2, C3, C4*—конденсаторы; *E*—измерительный мост, *PV1, PV2*—измерители напряжения; *PA*—измеритель тока

2. Подготовка к измерению

Значения емкостей конденсаторов *C1* и *C2* должны удовлетворять условиям:

$$\omega C_1 \gg g_{11u};$$

$$\omega C_2 \gg g_{22u}.$$

Значение сопротивления резисторов *R1* и *R2* должно быть много больше внутреннего сопротивления моста и в то же время меньше значения параметра

$$1/Y_{21u}.$$

Входное сопротивление измерителя напряжения *PV2* должно быть в 100 раз больше сопротивления резистора *R2*.

Значение емкостей конденсаторов *C3* и *C4* должны удовлетворять условиям:

$$\omega C_3 \gg |Y_{21u}|;$$

$$\omega C_4 \gg |Y_{21u}|.$$

Внутреннее сопротивление измерителя напряжения *PV2* должно быть во много раз больше отношения $\frac{U_{DS}}{I_D}$.

3. Проведение измерения

Мост балансируют. Включают в схему измеряемый транзистор, устанав-
стандартах или технических условиях на транзисторы
конкретных типов режим постоянного тока, затем мост снова балансируют и **считывают** показания параметра *S*.

Приложения 1 и 2 (Введены дополнительно, Изм. № 1).

gost.e-ecolog.ru