

## ТРАНЗИСТОРЫ ПОЛЕВЫЕ

Метод измерения коэффициента шума

Field-effect transistors  
Noise figure measurement technique

ГОСТ

20398.2-74\*

[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 коэффициента шума  $K_{ш}$ .

Общие условия при измерении коэффициента шума должны соответствовать требованиям ГОСТ 20398.0-74.

Стандарт соответствует СТ СЭВ 3413-81 в части метода измерения коэффициента шума (см. справочное приложение).

(Измененная редакция, Изм. № 1).

## 1. АППАРАТУРА

1.1. Измерительные установки, предназначенные для измерения коэффициента шума, должны обеспечивать основную погрешность измерения в пределах  $\pm 1$  дБ.

## 2. ПОДГОТОВКА К ИЗМЕРЕНИЮ

2.1. Блок-схема измерения коэффициента шума  $K_{ш}$  должна соответствовать указанной на чертеже. На приведенной схеме измеряемый транзистор включен по схеме с общим истоком по пе-

Издание официальное

Перепечатка воспрещена

★

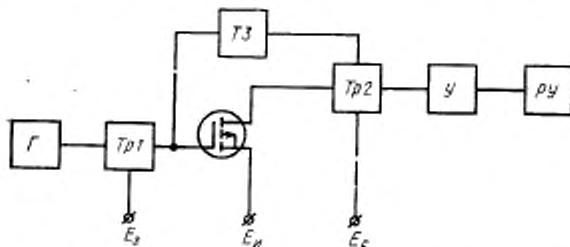
\* Переиздание март 1984 г. с Изменением № 1, утвержденным в июле 1983 г. (ИУС 11-83).

ременному току. Допускается проводить измерения  $K_{ш}$  в схеме с общим затвором по переменному току.

2.2. Основные элементы, входящие в схему, должны удовлетворять требованиям, указанным ниже.

2.2.1.  $G$  — генератор шумового или синусоидального сигнала.

В области частот выше 1 МГц рекомендуется применять в качестве генератора  $G$  источник шумового сигнала. Шумовой генератор должен быть откалиброван в единицах напряжения шума, шумовой мощности или относительной шумовой температуры. Допускается калибровка генератора в единицах коэффициента шума. В области частот до 1 МГц допускается использование синусоидального сигнала. Синусоидальный генератор должен быть откалиброван в единицах напряжения. Допускается калибровка сину-



$G$  — генератор;  $Tr1$  — входной трансформатор полного сопротивления;  $Tr2$  — выходной трансформатор полного сопротивления;  $T3$  — схема нейтрализации;  $Y$  — усилитель;  $PУ$  — регистрирующее устройство.

соидальных генераторов в единицах коэффициента шума. Точность калибровки генераторов должна обеспечивать установленную погрешность измерения коэффициента шума. В области частот выше 1 МГц выходное сопротивление генератора должно быть 50 или 75 Ом. В области частот до 1 МГц выходное сопротивление генератора ( $R_G$ ) должно непосредственно включаться в цепь затвора измеряемого транзистора;

$Tr1$  — входной трансформатор полного сопротивления. Трансформатор предназначен для преобразования выходного сопротивления генератора  $G$  в величину, комплексно-сопряженную входному полному сопротивлению измеряемого транзистора или в оптимальное сопротивление, обеспечивающее минимальное значение коэффициента шума или в нормированное значение сопротивления. В области частот выше 1 МГц рекомендуется применять регулируемые трансформаторы полного сопротивления.

В области частот до 1 МГц вместо  $Tr1$  может быть использован резистивный делитель напряжения;

$Tr2$  — выходной трансформатор полного сопротивления.

В области частот выше 1 МГц рекомендуется применять регулируемые трансформаторы полного сопротивления для обеспечения согласования выходного полного сопротивления измеряемого транзистора с входным полным сопротивлением усилителя  $У$ . В области частот до 1 МГц вместо  $Tr2$  может использоваться резистор нагрузки стока измеряемого транзистора;

$T3$  — схема нейтрализации, используется в случае необходимости при измерении на частотах выше 1 МГц для обеспечения стабильности;

$У$  — усилитель. Усилитель должен определять ширину эффективной шумовой полосы, которая не должна превышать 30 % от частоты измерения, если иное не оговорено в стандартах или другой технической документации на конкретные типы полевых транзисторов, должен иметь регулируемый коэффициент усиления и быть линейным. В усилителе должна быть предусмотрена возможность компенсации собственных шумов усилителя, либо производиться их учет.

На частотах выше 1 МГц рекомендуется использовать гетеродинный усилитель;

$PУ$  — регистрирующее устройство. Регистрирующее устройство должно реагировать на среднее квадратическое значение приложенного сигнала. Шкалу регистрирующего устройства рекомендуется градуировать непосредственно в единицах коэффициента шума.

При отсчете измеряемого коэффициента шума по шкале калиброванного генератора  $G$  допускается шкалу  $PУ$  градуировать в относительных единицах напряжения, мощности или относительной шумовой температуры в зависимости от калибровочного параметра генератора  $G$ .

(Измененная редакция, Изм. № 1).

### 3. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

3.1. Транзистор включают в схему и устанавливают режим по постоянному току.

3.2. При отсчете  $K_{ш}$  по шкале генератора  $G$  измерения проводят в следующем порядке.

3.2.1. При выключенном генераторе устанавливают определенное показание ( $\alpha_1$ ) регистрирующего устройства  $PУ$ , регулируя усиление усилителя  $У$ .

3.2.2. Включают генератор и изменяют уровень его выходного сигнала до тех пор, пока показания  $PУ$  не увеличатся в  $n$  раз (например, в 2 раза).

Допускается до включения генератора снизить коэффициент усиления по мощности усилителя  $У$  в  $n$  раз и затем, включив генератор, изменить уровень его выходного сигнала до тех пор, по-

ка не будет достигнуто прежнее показание ( $\alpha_1$ ) регистрирующего устройства.

3.2.3. Значение  $K_{ш}$  отсчитывают по шкале генератора в соответствии с соотношением

$$K_{ш} = \frac{U_{Гш}^2}{4\kappa TR_{Г}(n-1)} = \frac{U_{Г}^2}{4\kappa TR_{Г}(n-1) \cdot \Delta f} = \frac{P_{Гш} - \kappa T}{\kappa T(n-1)} = \frac{T_{Гш} - T}{T(n-1)},$$

где  $U_{Гш}$  — среднее квадратическое значение напряжения шума генератора  $G$  на 1 Гц полосы;

$U_{Г}$  — значение синусоидального напряжения генератора;

$R_{Гш}$  — мощность шума генератора  $G$  на 1 Гц полосы;

$P_{Г}$  — выходное сопротивление источника сигнала (выходное сопротивление генератора  $G$  или значение сопротивления резистора  $R_{Г}$ );

$T$  — температура в К;

$\Delta f$  — ширина эффективной шумовой полосы;

$T_{Гш}$  — шумовая температура генератора;

$\kappa$  — постоянная Больцмана ( $\kappa = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж/К).

(Измененная редакция, Изм. № 1).

3.3. При отсчете  $K_{ш}$  по шкале регистрирующего устройства  $PУ$  измерения производят в следующем порядке.

3.3.1. При включенном генераторе по шкале  $PУ$  устанавливают определенное показание ( $\alpha_1$ ), соответствующее выходному уровню сигнала генератора  $G$ .

При этом либо значение сигнала генератора должно не менее чем на 10 дБ превышать приведенный к входу шум измеряемого транзистора, либо должен быть использован модуляционный способ разделения сигнала генератора и собственных шумов транзистора.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

3.3.2. Генератор включают и отсчитывают значение  $K_{ш}$  ( $\alpha_2$ ) по шкале  $PУ$  в соответствии с соотношением

$$K_{ш} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1 - \alpha_2} \cdot \frac{U_{Гш}^2}{4\kappa TR_{Г}} = \frac{\alpha_2 \cdot U_{Г}^2}{(\alpha_1 - \alpha_2) 4\kappa TR_{Г} \cdot \Delta f} = \frac{\alpha_2 (P_{Гш} - \kappa T)}{(\alpha_1 - \alpha_2) \kappa T} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1 - \alpha_2} \cdot \frac{T_{Гш} - T}{T}.$$

3.4. Допускается производить измерения  $K_{ш}$  методом сравнения с использованием калибровочного усилителя с известным коэффициентом шума  $K_{ш}$ . Порядок измерения в этом случае должен быть следующим:

3.4.1. При включенном в измерительную схему калибровочном усилителе, регулируя усиление усилителя  $У$  по шкале  $PУ$ , устанавливают определенное показание ( $\alpha_1$ ), соответствующее  $K_{ш0}$ .

3.4.2. Вместо калибровочного усилителя подключают в измерительную схему усилитель с измеряемым транзистором и отсчитывают значение  $K_{ш}(\alpha_2)$  по шкале  $PУ$  в соответствии с соотношением  $K_{ш} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \cdot K_{ш0}$ .

При этом коэффициенты усиления измерительной схемы с калибровочным усилителем и с усилителем на измеряемом транзисторе не должны отличаться более чем на 0,5 дБ.

3.5. Значение коэффициента шума выражают в децибелах или в относительных единицах, причем

$$K_{ш}(\text{дБ}) = 10 \lg K_{ш}$$

---

ПРИЛОЖЕНИЕ  
Справочное

Информационные данные о соответствии ГОСТ 20398.2—74 СТ СЭВ 3413—81  
ГОСТ 20398.2—74 полностью соответствует разд. 8 СТ СЭВ 3413—81.  
(Введено дополнительно, Изм. № 1).

---