

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ ПОЛЕВОГО ТРАНЗИСТОРА С ЗАТВОРОМ ШОТТКИ

Студенты гр. 113515 Т.В. Сердюкова, М.В. Махновец,  
гр. 103136 М.П. Тиханович, Е.Ю. Калинин,  
канд. физ.-мат. наук В.В. Черный

*Белорусский национальный технический университет*

При определении параметров полевого транзистора с затвором Шоттки необходимо знать величины паразитных сопротивлений истока и стока. Указанные сопротивления можно определить методом, предложенным в работе [1].

В этой работе показано, что при постоянном токе затвора  $I_g$  транзистора (барьер Шоттки смещен в прямом направлении) и выполнении неравенства  $I_d \gg I_g$ , имеет место следующая зависимость:

$$(dV_{gs}/dI_d) = R_s + (nV_T/I_d),$$

где  $V_{gs}$  – напряжение между затвором и истоком,  $I_d$  ток стока,  $V_T = (kT/e)$  – термический потенциал, ( $k$  – постоянная Больцмана,  $T$  – температура по шкале Кельвина,  $e$  – заряд электрона),  $R_{ch}$  – сопротивление канала,  $n$  – фактор идеальности барьера Шоттки (барьера металл-полупроводник).

Экстраполируя линейный участок зависимости  $\Delta V_{gs}/\Delta I_d$  от  $1/I_d$  а ось ординат, можно определить сопротивление истока  $R_s$ . Изменение  $I_d$  достигается путём изменения напряжения  $V_{ds}$  между стоком и истоком. Расчёт производной выполнялся численным методом.

В [1] показано также, что в широком интервале токов  $I_d$  отношение  $dV_{ds}/dI_d$  остается постоянным и равным сумме сопротивлений истока, стока и канала.

Основу прибора для измерения сопротивлений различных областей транзистора представляет собой дифференциальный усилитель ДУ1. На один из его входов поступает напряжение от каскада, задающего величину как постоянной, так и переменной составляющих тока стока (или тока истока). На второй вход поступает напряжение, пропорциональное току  $I_d$ , с резистора, включенного последовательно с исследуемым транзистором. Для этого выводы данного резистора подключены через операционные повторители к входам другого дифференциального усилителя ДУ2, с выхода которого напряжение через делитель поступает на второй вход ДУ1. Переменная составляющая этого напряжения усиливается, затем детектируется и измеряется вольтметром постоянного тока. По известным значениям сопротивлений, коэффициентов усиления дифференциального усилителя ДУ2 и усилителя переменного тока можно определить величину

ну переменных составляющих тока стока  $dI_d$  или напряжения затвористок  $dV_{gs}$ . Величина тока затвора в прямом направлении  $I_g$  устанавливалась неизменной и равной 10 мкА.

Затвор транзистора подключался к генератору тока, собранному на полевом транзисторе. Переменная составляющая напряжения затвористок  $dV_{gs}$  поступает на вход операционного повторителя, затем усиливается, детектируется и измеряется вольтметром постоянного тока.

Величина производной  $dV_{gs}/dI_d$  (или  $dV_{gd}/dI_s$ ) определялась как отношение полученных величин  $dV_{gs}$  и  $dI_d$  (или  $dV_{gd}$  и  $dI_d$ ).

Генератор переменного напряжения был собран по традиционной схеме Вина, дополненной схемой стабилизации амплитуды выходного сигнала, выполненной на отдельной микросхеме.

На рис.1 приведена зависимость  $\Delta V_{gs}/\Delta I_d$  от  $1/I_d$  для одного из исследованных транзисторов. Из данной зависимости по методу наименьших квадратов было определено значение сопротивление стока  $R_s=10,5$  Ом. Аналогичные измерения, когда исток и сток поменялись местами, показали, что  $R_d=10,8$  Ом. Из измерений зависимости  $V_{ds}/\Delta I_d$  от  $1/I_d$  было найдено (рис.2), что

$$R_s + R_d + R_{ch} = 29,8 \text{ Ом.}$$

По этим результатам определялось сопротивление канала  $R_{ch} = 8,5$  Ом.

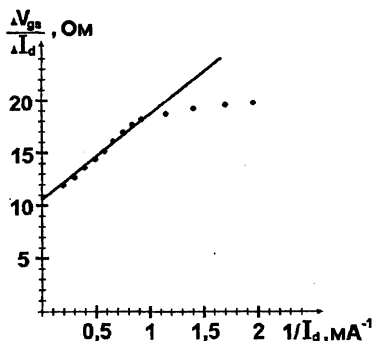


Рис.1. Определение  $R_s$

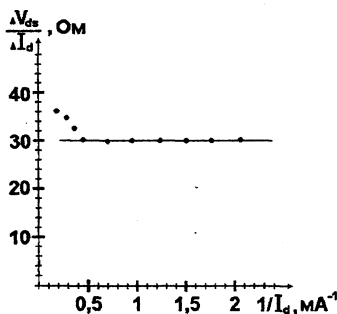


Рис.2. Определение  $R_s + R_d + R_{ch}$

#### Использованные источники

- 1 Holmstrom, R.P., Bloss, W.L. IEEE EDL, 1986, V. 7. - p. 410-412.