

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛЬТАМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИФРОВЫМ ОСЦИЛЛОГРАФОМ GDS-806C

Н.М. Сапрунова, Т.А. Козина  
г. Челябинск, ЮУрГУ

## THE INVESTIGATION OF VOLT-AMPERE CHARACTERISTICS BY DIGITAL OSCILLOSCOPE GDS-806C

N.M. Saprunova, T.A. Kozina  
Chelyabinsk, South Ural State University

**Точечное и векторное представление сигналов токов, напряжений транзистора и диода; влияние частоты дискретизации на вид вольтамперной характеристики; влияние масштаба напряжения на смещение нуля.**

*Ключевые слова: осциллограф GDS-806C, вольтамперные характеристики.*

**The dotted and vector signal notation of the diode and transistor current and voltage; the sampling rate influence on volt-ampere characteristics; the voltage scale influence on the zero shift.**

*Keywords: oscilloscope GDS-806C, volt-ampere characteristics.*

Современные осциллографы имеют большие возможности для исследования электрических сигналов, поэтому изучение вольтамперных характеристик удобно проводить при помощи осциллографа. В данной статье рассмотрены особенности работы цифрового осциллографа GDS - 806C при снятии вольтамперных характеристик диодов и транзисторов.

После установки масштабов по току и напряжению, а также положения осей X, Y необходимо в режиме «Экран» выбрать тип представления сигнала в виде вектора или в виде точки. При векторном представлении точки дискретизации сигнала соединяются друг с другом прямой. При точечном представлении на экране появляются отдельные точки. Положение нулевых линий на основной развертке для векторного представления показано на рис. 1, причем входы первого и второго каналов подключены к схеме, но схема обесточена. Входы включены в режиме измерения постоянного тока. Из рис. 1 видно, что нулевые линии имеют малые флуктуации и удовлетворяют значению нулевого сигнала тока и напряжения.

На первом этапе исследования необходимо в режиме «Горизонтальное меню» включить основную развертку сигнала и посмотреть два вида представления сигнала. На рис. 2, а приведено точечное представление тока коллектора и коллекторного напряжения транзистора, на рис. 2, б — векторное. Авторы считают, что более удобным является векторное представление. Наблюдение процессов можно производить как в режиме «Пуск», так и в режиме «Стоп».

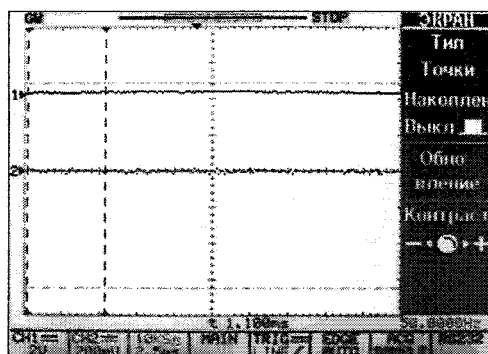


Рис. 1. Положение нулевых линий на основной развертке

На втором этапе необходимо выбрать способ обработки входных аналоговых сигналов. Число точек, которым формируется цифровой сигнал, зависит от длины памяти. Для осциллографа GDS-806C она меняется от 50 до 125 000, но при работе в режиме X-Y длина памяти всегда устанавливается равной 500. Поэтому исследователь стоит перед выбором - включить стандартную выборку или режим усреднения. В режиме усреднения сигнал является результатом сложения нескольких форм сигнала, полученных после каждого запуска развертки. Число запусков меняется от 2 до 256. Авторы считают, что форма сигнала получается более «сглаженной» при усреднении, но не следует увлекаться большим числом запусков развертки.

После наблюдения временных диаграмм тока и напряжения включается режим X-Y. В этом ре-

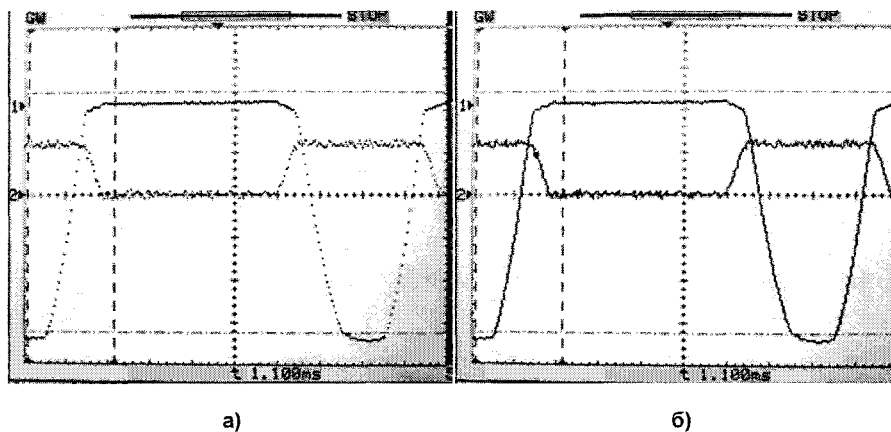


Рис. 2. Представление тока коллектора и коллекторного напряжения транзистора:  
а – точечное, б – векторное

жиме также может быть точечное или векторное представление сигнала. На рис. 3 приведено точечное представление ВАХ транзистора.

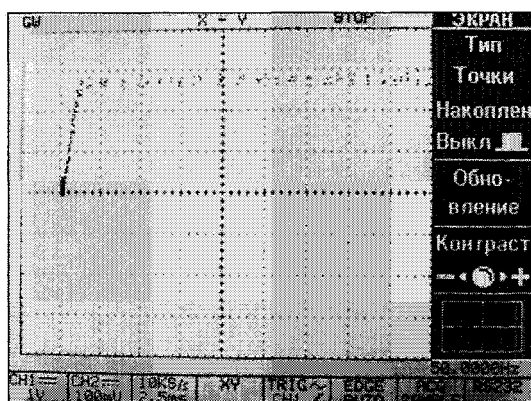


Рис. 3. Точечное представление ВАХ транзистора

В результате исследования установлено, что частота дискретизации сигнала на основной развертке влияет на вид вольтамперной характеристики. На экране осциллографа должно располагаться от 0,5 до 2 периодов сигнала. На рис. 4, а, б

приведены характеристики диодов для разных масштабов по времени: 1 мс/см и 50 мс/см. Основная развертка для сигналов анодного тока и напряжения диода дает осциллограмму, показанную на рис. 5. Для малой частоты развертки (рис. 4, б) вольтамперная характеристика представлена отдельными точками.

Исследовано влияние масштаба напряжения на смещение нуля по горизонтали. Масштаб напряжения изменяется от 0,5 В/см до 5 В/см. Применение делителя на входе было нецелесообразно, так как исследования проводились для диодов и транзисторов малой мощности. Смещение нуля становится заметным при масштабе напряжения 5 В/см и составляет  $\pm 200$  мВ.

Для масштаба напряжения 0,5 В/см смещение нуля составляет  $\pm 10$  мВ, т. е. в том и другом случае смещение получается в пределах  $\pm 10\%$ . Для сравнения дрейфа нуля приведены вольтамперные характеристики в масштабах 0,5 В/см и 5 В/см (рис. 4а, б). Согласно паспортным данным абсолютная погрешность измерения напряжения при непосредственном входе составляет  $\pm (0,03U_{\text{изм}} + 0,05K)$  В, где  $U_{\text{изм}}$  - измеренное значение напряжения; К - величина, равная уста-

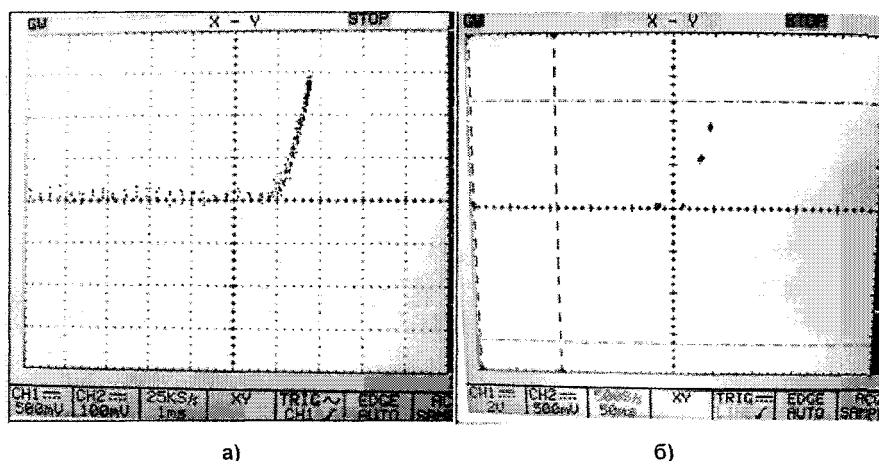


Рис. 4. ВАХ диода:  
а – для масштаба напряжения 0,5 В/см и времени 1 мс/см;  
б – для масштаба напряжения 2 В/см и времени 50 мс/см

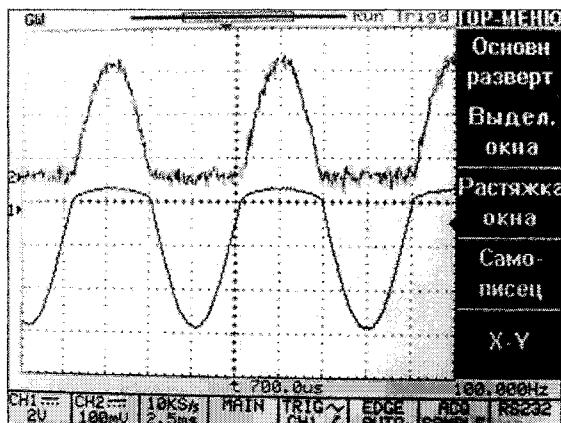


Рис. 5. Осциллограмма анодного тока и напряжения диода

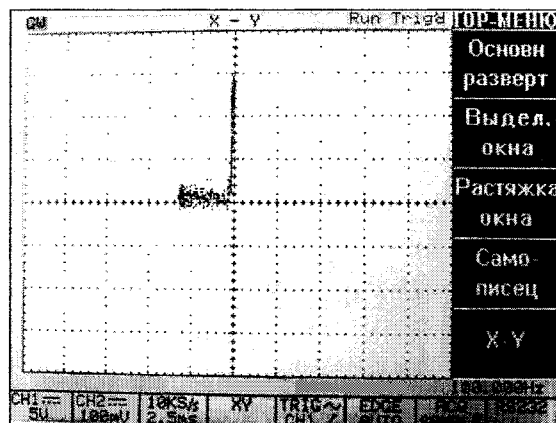


Рис. 6. ВАХ диода для масштаба 5 В/см

новленному значению коэффициента отклонения в вольтах. Следовательно, при  $U_{изм} = 0$  и  $K = 5$  В/дел смещения нуля может лежать в пределах  $\pm 250$  мВ.

Был отмечен ряд особенностей исследования вольтамперных характеристик цифровым осциллографом GDS - 806С:

1. Исследование сигнала во временной области можно проводить как при векторном, так и при точечном представлении.

2. Снятие ВАХ необходимо соотносить с временной разверткой сигнала и проводить его для векторного представления.

3. Следует учитывать смещение нуля на ВАХ в пределах  $\pm 10$  %.

4. К недостаткам изучения ВАХ цифровым осциллографом следует относить флуктуации обратной ветви ВАХ диода и выходной характеристики транзистора на участке насыщения при уменьшении масштаба по току.

*Поступила в редакцию 05.04.2010 г.*

Надежда Михайловна Сапрунова. Кандидат технических наук, доцент кафедры электропривода, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск. Контактный телефон: 8 (351) 267-96-90.

**Nadezhda Mikhailovna Saprunova** is Associate Professor of the Electric Drive and Automation of the Industrial-Scale Plants Department of South Ural State University, Chelyabinsk. Tel: 8 (351) 267-96-90.

Татьяна Андреевна Козина, студент кафедры электропривода, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск. Контактный телефон: 8 (351) 267-96-90.

**Tatyana Andreyevna Kozina** is a postgraduate student of the Electric Drive and Automation of the Industrial-Scale Plants Department of South Ural State University, Chelyabinsk. Tel: 8 (351) 267-96-90.