

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ВАХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КОМПОНЕНТОВ

Бикбулатов А.С.

Научный руководитель: Селезнев А.И., ассистент

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

Email: asb6@tpu.ru

Известно, что параметры полупроводниковых компонентов варьируются даже среди элементов одного типонаминала. Это означает, что ВАХ каждого отдельного компонента имеет индивидуальный вид. Это создает некоторые сложности при изготовлении приборов.

В специализированных устройствах, позволяющих измерять параметры полупроводниковых компонентов и строить их вольт-амперные характеристики, нуждаются, в первую очередь, предприятия, занимающиеся производством этих компонентов, для обеспечения контроля их качества и соответствия нормам. Также данный прибор нужен научным лабораториям, научно-производственным центрам, которые занимаются проектированием новых устройств, когда необходимо уже на начальном этапе производить контроль параметров устройств и их устойчивость при влиянии внешних факторов. Также измеритель ВАХ может быть использован в учебных заведениях для проведения лабораторных работ при изучении основ полупроводниковой техники для наглядного изучения вида характеристик и сравнения реальных ВАХ с теоретическими.

В настоящее время на рынке существуют подобные приборы. Тем не менее, часть из них представляют собой аналоговые измерители (например, Л2-54) основных параметров полупроводниковых приборов, причем без визуального отображения их ВАХ. Другие позволяют наблюдать ВАХ компонентов на экране прибора или компьютера в виде графиков и таблиц. Однако, они представляют собой сложные, дорогостоящие устройства. Проектируемый прибор обеспечит хорошие показатели точности при измерении параметров полупроводниковых компонентов (диодов, биполярных транзисторов, тиристоров, светодиодов и т.д.) малой и средней мощности, сделает возможным визуальное представление результатов измерений на мониторе компьютера, позволит управлять параметрами воздействующих на компонент сигналов. При этом прибор будет иметь сравнительно низкую стоимость.

Рассмотрим структурную схему прибора.

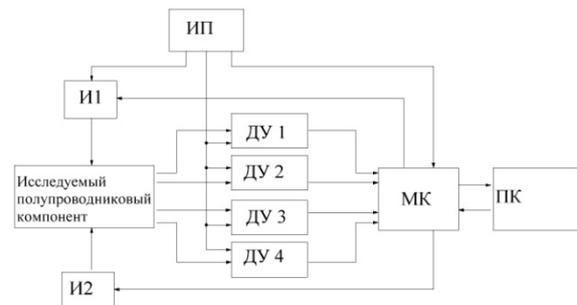


Рис. 1. Структурная схема: ДУ1, ДУ2, ДУ3, ДУ4 – дифференциальные усилители;

И1, И2 – управляемые источники напряжения;

МК – микроконтроллер; ПК – персональный компьютер; ИП – источник питания.

Работой прибора управляет микроконтроллер ATmega 16. Производительности ATmega 16 достаточно для выполнения требуемых логических и арифметических операций. Микроконтроллер имеет несколько входов 8-канального 10-разрядного АЦП, модуль универсального асинхронного приемопередатчика (UART), способен генерировать сигнал с широтно-импульсной модуляцией, прост в программировании, является широко распространенным и недорогим.

В схеме имеется 2 управляемых источника напряжения. Их управление производится микроконтроллером, с помощью широтно-импульсной модуляции. Вырабатываемые микроконтроллером импульсы подаются на вход фильтра нижних частот, который выделяет постоянную составляющую сигнала. Изменяя скважность импульсов, контроллер регулирует величину управляющего напряжения от 0 до 5 В. Это напряжение с помощью операционного усилителя и схемы на биполярных транзисторах усиливается и выполняет роль напряжения питания (E_p) для схемы измерения исследуемых компонентов в диапазоне от 0 до 30 В. Диапазон изменения напряжения E_1 (для задания тока базы транзистора) от 0 до 5 В.

В качестве измерителей напряжений используются 4 дифференциальных усилителя. Входы дифференциальных усилителей подключены параллельно сопротивлениям, ток через которые необходимо измерить, а также к тем местам схемы, где необходимо найти падение напряжения. В данном случае измеряются напряжения U_{R6} , $U_{6э}$, $U_{Rк}$, $U_{кэ}$.

Выходные сигналы с дифференциальных усилителей подаются на входы АЦП

микроконтроллера, который преобразует их в значения токов и напряжений.

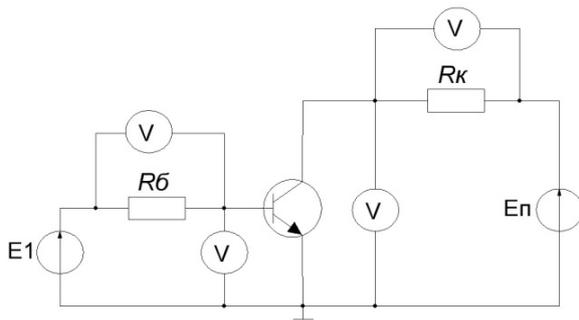


Рис. 2 Типичная схема для снятия характеристик транзистора.

Полученные данные отправляются по каналу UART в ПК. В связи с тем, что не все современные персональные компьютеры и ноутбуки имеют разъем COM-порта, применен USB–COM переходник. Сведения поступают в ПК в виде таблиц. Данные можно легко вставить в программу для построения графиков и получить графическое представление вольт-амперных характеристик.

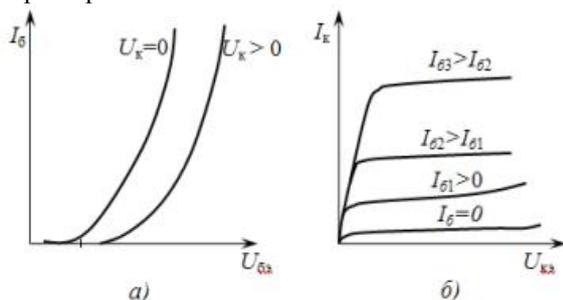


Рис. 3 Вольт-амперные характеристики биполярного транзистора: а – входные, б – выходные.

До начала проведения измерений пользователю будет предложено задать параметры воздействий на компонент, такие как максимальный ток коллектора (ток через диод) и максимальное напряжение коллектор-эмиттер.

С помощью данного прибора в графическом виде возможно получить следующие виды характеристик:

- зависимость тока, протекающего через диод от напряжения на нем;
- семейство зависимостей тока базы транзистора от напряжения база-эмиттер при различных напряжениях коллектор-эмиттер (семейство входных характеристик);
- семейство зависимостей тока коллектора транзистора от напряжения коллектор-эмиттер при различных токах базы (семейство выходных характеристик);
- ВАХ стабилитронов и светодиодов.

Разрабатываемый прибор прост в эксплуатации. Для работы с прибором, прежде всего, следует подключить его к ПК через USB интерфейс и запустить программу Terminal. После чего нужно установить исследуемый

полупроводниковый компонент в разъем прибора. Пользователю предоставляется сделать выбор типа полупроводникового компонента, установить максимальные значения тока и напряжения, которые будут применены для его исследования. Все это осуществляется в программе Terminal отправкой соответствующих символов. Далее начинаются измерения. При изучении транзистора, сначала исследуется его входная характеристика. Контроллер начинает дискретно, с определенным шагом, рассчитываемым программой, изменять значения воздействующих на компонент напряжений. После каждого такого изменения происходит измерение значений напряжений и токов, протекающих через компонент. Эти данные поступают в контроллер. Программа, используя определенный алгоритм и применяя формулы преобразования, обрабатывает данные и отправляет их в ПК.

По такому же принципу происходит исследование выходной характеристики транзистора. В итоге, на ПК передаются две таблицы. Первая колонка, содержит значения токов (мА), вторая колонка – значения напряжений: для ВАХ диода и входной характеристики транзистора – (мВ), для выходной характеристики – (В). При необходимости увидеть графическое представление вольт-амперных характеристик, необходимо скопировать данные в программу, предназначенную для построения математических графиков, и получить наглядное изображение характеристик, что позволит более детально и точно исследовать их вид, а также выбрать рабочую точку и режим работы компонента в электрической схеме устройства, где он будет применен.

Основные технические характеристики прибора:

- Питание устройства осуществляется от сети 220 В, 50 Гц;
- Максимальное напряжение коллектор-эмиттер 30 В;
- Максимальный ток через коллектор (диод) 500 мА;
- Шаг изменения напряжения коллектор-эмиттер 120 мВ;
- Максимальный ток базы 10 мА;
- Шаг изменения тока базы 9,7 мкА.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ATmega16(L) Complete. URL: <http://www.atmel.com/pt/br/Images/doc2466.pdf>
2. П. Хоровиц, У. Хилл. Искусство схемотехники// Издание 5-е, переработанное. Москва «Мир», 1998.
3. Мутовин Ю.В. Твердотельная электроника: практикум/ Ю.В. Мутовин. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007. – 113с.