

## ИЗМЕРИТЕЛЬ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

*Закаблук А.Ю.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Шульгов В.В. – старший преподаватель*

**Аннотация.** Разработан прибор, позволяющий методом амперметра-вольтметра измерять вольт-амперные характеристики исследуемых резисторов, диодов, биполярных и полевых транзисторов и выводить информацию на встроенный индикатор или на персональный компьютер.

**Ключевые слова:** вольт-амперная характеристика, метод амперметра-вольтметра, Arduino IDE, Processing, ATmega2560.

**Введение.** В связи с бурным развитием информационных технологий остаются актуальным вопрос усовершенствования и пополнения современными образцами оборудования материальной базы ССУЗов и ВУЗов. Зачастую для решения этой проблемы закупается дорогостоящее

оборудование или усовершенствование материальной базы не происходит, что может привести к неактуальности полученных знаний учащимися и студентами. Для развития и совершенствования учебной и лабораторной базы при обучении студентов по дисциплине «Полупроводниковые приборы и элементы интегральных микросхем» был разработан измеритель характеристик полупроводниковых приборов.

**Основная часть.** В данном устройстве ВАХ полупроводниковых приборов определяются при помощи базового метода их измерения – метода вольтметра-амперметра. В соответствии с этим методом к электродам полупроводникового прибора подключаются управляемые источники (генераторы) ЭДС или тока и с помощью измерительных приборов вольтметров и амперметров (миллиамперметров) измеряются напряжения и токи в цепях полупроводникового прибора при различных значениях ЭДС или тока источников. Общие базовые схемы измерения вольт-амперных характеристик по данному методу для двух- и трехэлектродных полупроводниковых приборов приведены на рисунке 1 [1].

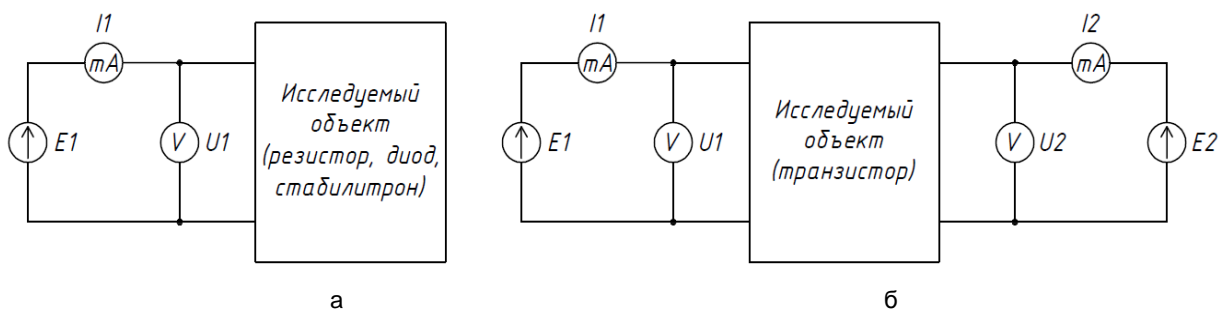


Рисунок 1 – Общие схемы измерения вольт-амперных характеристик методом вольтметра-амперметра для двух- (а) и трехэлектродных (б) объектов исследования

3D- модель измерителя характеристик представлена на рисунке 2. Измеритель был разработан на основе микроконтроллера ATmega2560 [2], который в настоящее время является популярным для прототипирования и разработки несложных устройств. Для измерителя тока и напряжения была использована микросхема INA219 [3], которая позволяет измерять напряжения до 26 вольт и ток до 3,2А. В рамках разработанного прибора данные диапазоны были ограничены до 10 вольт и 100 мА. Реализованный прототип имеет встроенный цветной дисплей, позволяющий выводить текущую информацию, также предусмотрена возможность вывода информации на монитор персонального компьютера. Предусмотрена съемная измерительная панель, которая позволяет расширить функционал прибора без изменения конструкции. Одной из возможных дополнительных функций является изучения влияния температуры окружающей среды на вольтамперные характеристики изучаемых приборов.

Для программирования микроконтроллера использовалась среда разработки Arduino IDE [4], а для реализации программного обеспечения для персонального компьютера – язык программирования Processing [5], основанный на Java.

Измеритель позволяет получить характеристики широкого номинала резисторов, диодов и транзисторов (рисунок 3).



Рисунок 2 – 3D- модель измерителя характеристик полупроводниковых приборов

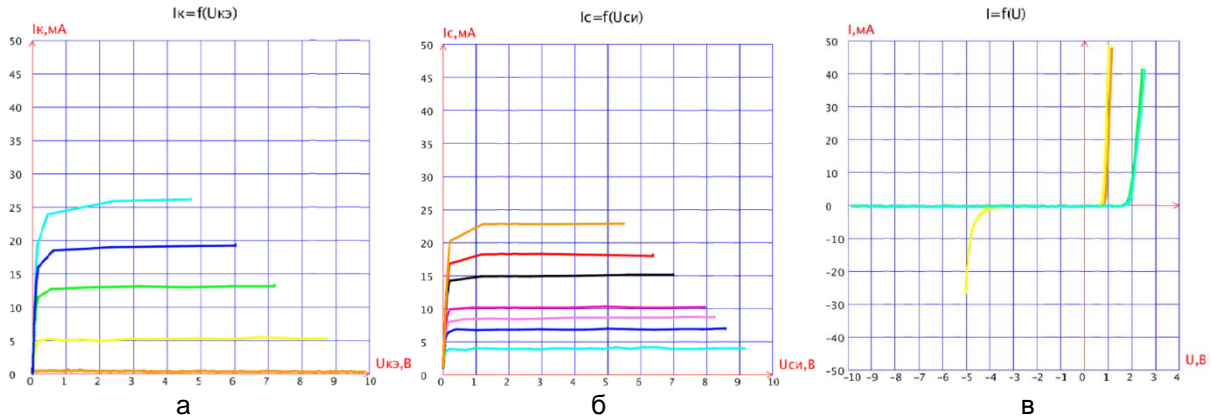


Рисунок 3 – Вольт-амперные характеристики полученные с использованием измерителя полупроводниковых приборов: выходные характеристики биполярного (а) и полевого транзистора (б), характеристики диодов (в)

**Заключение.** Разработанный измеритель полупроводниковых приборов является оптимальным вариантом для изучения работы и характеристик полупроводниковых приборов в рамках учебного процесса. Это обусловлено компактностью прибора и небольшим рабочим напряжением питания в 12В. Наличие встроенного дисплея и возможности отображения информации на мониторе персонального компьютера, позволяет работать с прибором индивидуально и в группе. Возможна реализация прибора с управляющей и обрабатывающей частью на персональном компьютере или мобильных устройствах в качестве программных приложений и отдельной измерительной частью, что позволит сократить затраты на изготовления прибора.

**Список использованных источников:**

1. Исследование параметров и характеристик полупроводниковых приборов с применением интернет-технологий. Версия 1.0 [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Н. М. Егоров, А. С. Глинченко, В. А. Комаров, А. В. Сарафанов. — Красноярск: ИПК СФУ, 2008.
2. Atmel ATmega640/V-1280/V-1281/V-2560/V-2561/V 8-bit: Datasheet / Atmel Corporation. — Режим доступ : <https://datasheet-pdf.com/PDF/ATMEGA2560-Datasheet-ATMELCorporation-51703>.
3. INA219 Zero-Drift, Bidirectional Current/Power Monitor With I2C Interface: Datasheet / Texas Instruments. — <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ina219.pdf>.
4. Джереми, Б Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства; пер. с англ. / Б. Джереми. — СПб.: БХВ-Петербург, 2015.
5. Орлов, П. А. Программирование для дизайнеров: учеб. пособие / П.А. Орлов; под ред. проф. В.М. Иванова — М.: АВАТАР, 2015.