

УДК 621.85.055:004.9

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС ПО ЭЛЕКТРОННЫМ ЦЕПЯМ И МИКРОСХЕМОТЕХНИКЕ НА БАЗЕ ПРОДУКЦИИ КОМПАНИИ NATIONAL INSTRUMENTS

Н. Н. Беспалов, М. В. Ильин, С. С. Капитонов
Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева,
Научно-производственное предприятие «Электронная техника – МГУ», г. Саранск
Тел. (834-2) 24-37-05. E-mail: eltech-mgu@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается программно-аппаратный лабораторный комплекс для исследования характеристик полупроводниковых диодов и схем вторичных источников питания на их основе, а также основных схем включения операционных усилителей.

Ключевые слова. Диод, вольт-амперная характеристика, сопротивление, напряжение, ток, осциллограмма, нагрузка, внешняя характеристика, стабилизатор, LabVIEW.

Summary. In this paper the hardware and software laboratory complex to investigate the characteristics of semiconductor diodes and circuits of secondary sources of supply based on them, as well as major schemes including operational amplifiers.

Keywords. Diode, current-voltage characteristic, resistance, voltage, current, waveform, load, external characteristic, stabilizer, LabVIEW.

Постановка задачи

Среда разработки лабораторных виртуальных приборов LabVIEW представляет собой среду прикладного графического программирования, используемую в качестве стандартного инструмента для проведения измерений, анализа их данных и последующего управления приборами и исследуемыми объектами. Наряду с созданием сложных приборов и инструментов комплекс аппаратных средств компании National Instruments (NI) [1] совместно с программой LabView можно использовать и для общеобразовательных целей, например, для выполнения лабораторных работ, причем сфера их применения непрерывно расширяется. В образовании технологии NI нашли широкое применение при создании лабораторных практикумов по электротехнике, механике, физике, метрологии, электрическим машинам. Одним из примеров внедрения продуктов NI в образовательную деятельность является разработанный нами аппаратно-программный лабораторный комплекс по электронным цепям и микросхемотехнике.

Описание решения

Основная идея работы заключается в том, чтобы создать максимально простой лабораторный комплекс, в котором решение поставленных учебных задач выполняется за счет многофункциональности оборудования и программ компании NI.

На рис. 1 представлен внешний вид первого блока лабораторного комплекса.

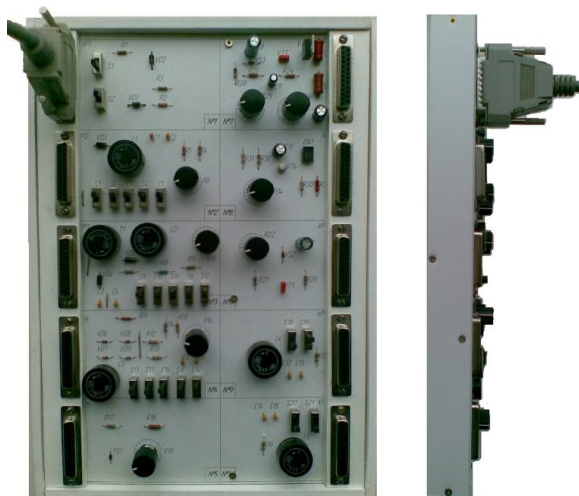


Рис. 1. Внешний вид первого блока лабораторного комплекса.

Первый блок разработанного лабораторного комплекса предназначен для исследования характеристик полупроводниковых диодов и схем вторичных источников питания на их основе и линейных стабилизаторов напряжения.

В состав первого блока лабораторного комплекса входят модули, позволяющие исследовать:

- свойства и характеристики полупроводникового диода;
- основные схемы выпрямления переменного напряжения;
- стабилизаторы постоянного напряжения.

Первый блок позволяет определять вольт-амперные характеристики (ВАХ) полупроводникового диода в состоянии высокой и низкой проводимости, а также его основные параметры [2]. На рис. 2 представлена схема, предназначенная для определения ВАХ диода. С помощью ключей $S1$ и $S2$ выбирается, в состоянии высокой или низкой проводимости исследуется диод. С помощью шунтов R_{s1} и R_{s2} определяется ток, протекающий через диод.

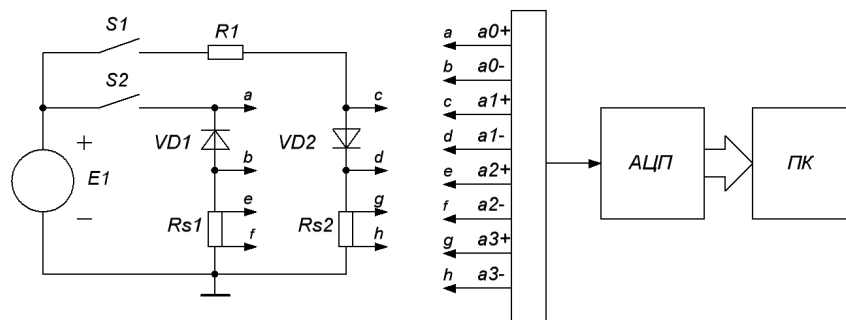


Рис. 2. Схема для определения ВАХ диода.

В состоянии высокой проводимости определяются:

- ВАХ (рис. 3);
- зависимость сопротивления диода на постоянном токе от напряжения на диоде;
- зависимость дифференциального сопротивления диода от напряжения на диоде.

Зависимости сопротивления диода на постоянном токе и дифференциального сопротивления диода от напряжения на диоде устанавливаются на основании результатов измерений, полученных при определении ВАХ диода в состоянии высокой проводимости.

ВАХ диода в состоянии низкой проводимости представлена на рис. 4.

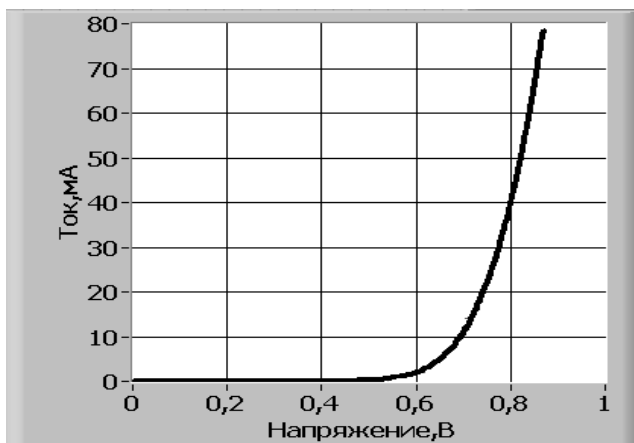


Рис. 3. ВАХ диода в состоянии высокой проводимости.

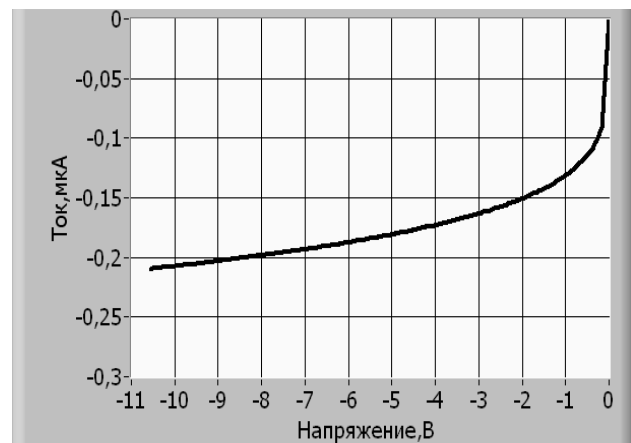


Рис. 4. ВАХ диода в состоянии низкой проводимости.

Данный блок позволяет проводить исследование однофазной однополупериодной, двухфазной и однофазной мостовой схем выпрямления [2]. При этом осуществляется определение:

- основных осциллограмм напряжений и токов для нагрузок различного характера (активной, активно-индуктивной и активно-емкостной);
- внешних характеристик для соответствующих нагрузок.

На рис. 5 и рис. 6 для примера представлены осциллограммы токов и напряжений, определенные в среде LabVIEW для двухфазной схемы, работающей на RL -нагрузку.

Алгоритм снятия внешней характеристики заключается в следующем. Весь диапазон сопротивлений переменного резистора, включенного в качестве нагрузки, разбивается на определенное число равных участков, каждому из которых соответствует метка на корпусе резистора. Изначально движок резистора находится в положении, соответствующем максимальному сопротивлению. Для определения внешней характеристики измеряются значения напряжения и тока нагрузки. Ток нагрузки определяется с помощью шунта, включенного последовательно с нагрузкой. Измерение производится по нажатию кнопки на лицевой панели LabVIEW. Измеренные значения напряжения и тока нагрузки помещаются в массивы, на основании которых строится внешняя характеристика и определяется массив выходного сопротивления выпрямителя. Далее движок резистора переводится в положение, соответствующее соседней метке на корпусе и вышеописанный алгоритм повторяется снова. Число измерений выбирается произвольно в диапазоне от 10 до 20.

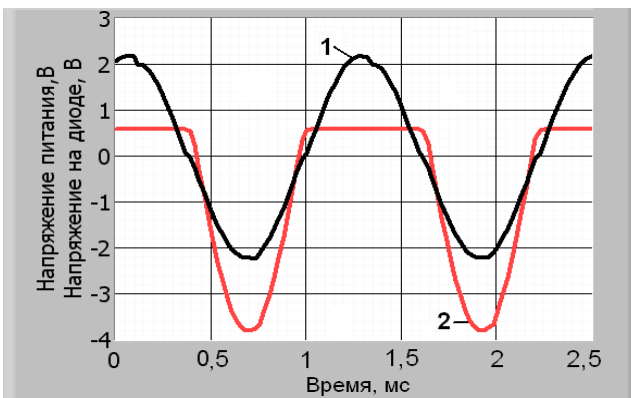


Рис. 5. Осциллограммы сетевого напряжения (кривая 1) и напряжения на диоде (кривая 2).

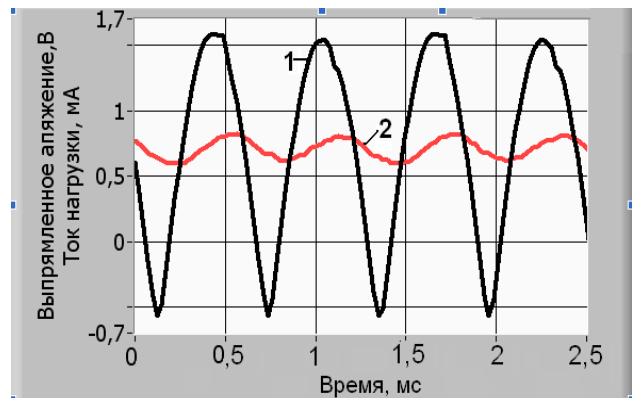


Рис. 6. Осциллограммы выпрямленного напряжения (кривая 1) и тока нагрузки (кривая 2).

На рис. 7 представлена внешняя характеристика двухфазной схемы, работающей на RL -нагрузку.

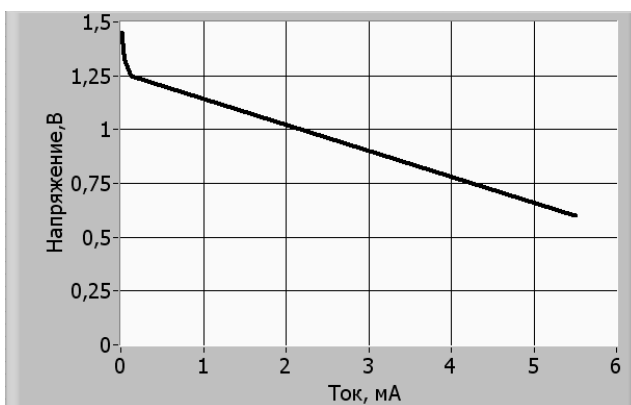


Рис. 7. Внешняя характеристика для RL -нагрузки.



Рис. 8. Зависимость выходного напряжения стабилизатора от величины входного напряжения.

Первый блок лабораторного комплекса позволяет проводить исследование

параметрического и однокаскадного стабилизаторов напряжения, а также компенсационных стабилизаторов с биполярных транзисторах и операционном усилителе (ОУ). При этом осуществляется определение:

- зависимости выходного напряжения стабилизатора от входного;
- внешней характеристики стабилизатора.

В качестве примера на рис. 8 приведена зависимость выходного напряжения компенсационного стабилизатора на биполярных транзисторах от величины входного напряжения. Внешняя характеристика стабилизатора определяется по вышеописанному алгоритму для двухфазной схемы.

Второй блок лабораторного комплекса предназначен для исследования основных схем включения ОУ и позволяет исследовать входные и выходные временные сигналы различных форм, амплитудные и амплитудно-частотные характеристики основных схем включения ОУ при различных коэффициентах усиления.

На рис. 9 представлен внешний вид второго блока лабораторного комплекса.

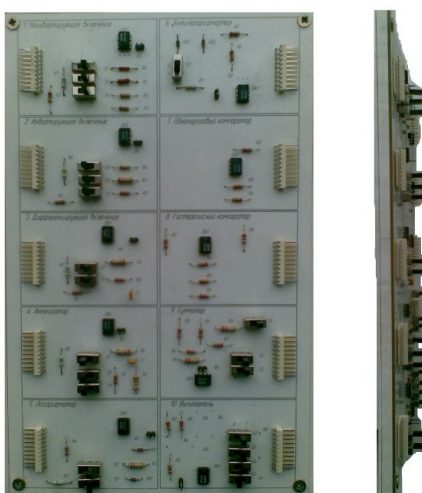


Рис. 9. Внешний вид второго блока лабораторного комплекса.

В состав второго блока лабораторного комплекса входят модули для выполнения следующих лабораторных работ:

- 1) исследование неинвертирующего включения ОУ;
- 2) исследование инвертирующего включения ОУ;
- 3) исследование дифференциатора на ОУ;
- 4) исследование интегратора на ОУ;
- 5) исследование логарифматора на ОУ;
- 6) исследование антилогарифматора на ОУ;
- 7) исследование однопорогового компаратора на ОУ;
- 8) исследование гистерезисного компаратора на ОУ;
- 9) исследование сумматора на ОУ;
- 10) исследование вычитателя на ОУ.

Наряду с аппаратной частью создана и программная часть для проведения лабораторного практикума по исследованию основных схем включения ОУ. Она представляет собой ряд виртуальных приборов (ВП) для каждой из исследуемых схем.

Разработанный аппаратно-программный лабораторный комплекс позволяет:

- изучать входные и выходные временные сигналы различных форм;
- исследовать амплитудные характеристики (АХ) при различных схемах включения ОУ при различных коэффициентах усиления с контролем входа в режим насыщения;
- исследовать амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) различных схем включения ОУ.

В качестве примера на рис. 10 представлены виртуальные приборы для исследования

входных и выходных сигналов различных форм во времени, а на рис. 11 ВП для исследования амплитудных характеристик неинвертирующего включения ОУ. На рис. 12 представлен пример представления АЧХ в ВП неинвертирующего включения ОУ.

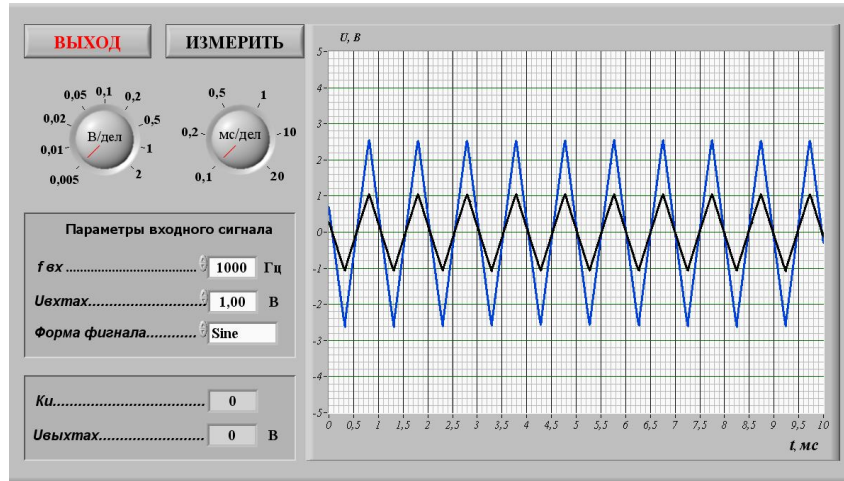


Рис. 10. Виртуальный прибор для исследования входных и выходных сигналов неинвертирующего включения ОУ во времени.

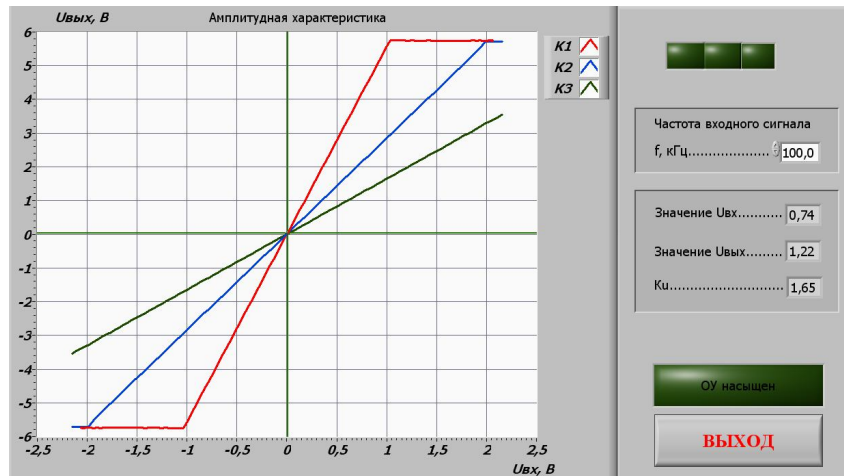


Рис. 11. Виртуальный прибор для исследования АХ неинвертирующего включения ОУ.

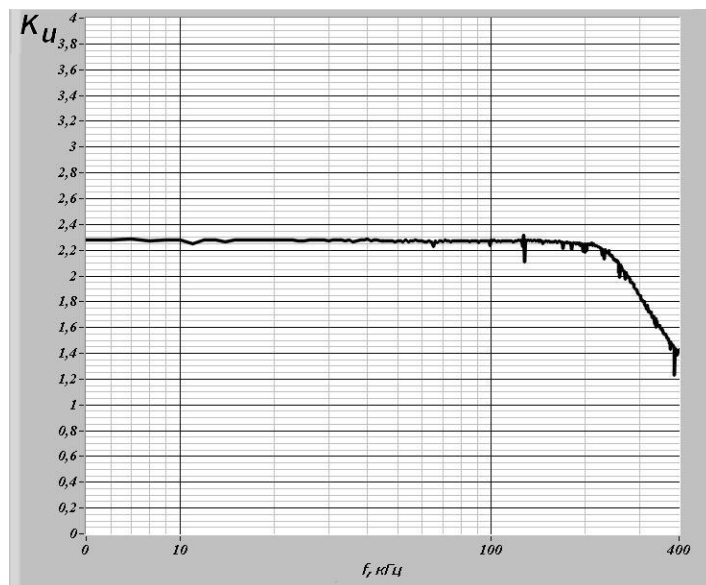


Рис. 12. Пример представления АЧХ в ВП неинвертирующего включения ОУ.

Вывод

Применение оборудования компании «National Instruments» при создании лабораторных работ, позволяет создать универсальные и легко перенастраиваемые учебные комплексы. Выполняя лабораторные работы на оборудовании такого типа, студенты получают значительно больше информации о параметрах и характеристиках исследуемых схем, чем при использовании стандартного измерительного оборудования. Кроме того, студенты имеют возможность изменять параметры исследуемых схем и наблюдать результаты на мониторе компьютера, что способствует лучшему усвоению материала и улучшению практических навыков по дисциплине.

Литература

1. Дж. Тревис, LabVIEW для всех. – М. : ДМК Пресс ПриборКомплект, 2004 – 544 с.
2. И. М. Чиженко, В. С. Руденко, В. И. Сенько, Основы преобразовательной техники. – М. : «Высшая школа» , 1974 – 454 с.

Сведения об авторах

Беспалов Николай Николаевич – кандидат технических наук, заведующий кафедрой автоматике Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарёва, e-mail: bnn48@mail.ru.

Ильин Михаил Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры автоматике Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарёва, e-mail: imike@rambler.ru.

Капитонов Сергей Сергеевич – студент Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарёва, e-mail: kapitonovfet@rambler.ru.