

ДК 621.37

*А.А. ЖУКОВ, Г.М. ДЕЙКОВА, Д.А. ВАЩЕНКО, О.В. САХАРЧУК, М.А. СОРОКИН***ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКТА ВИРТУАЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ NI ELVIS II+ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО КУРСУ «СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ»**

Обобщен опыт использования комплекта виртуальных измерительных приборов NI ELVIS II+ в лабораторном практикуме по курсу «Схемотехника аналоговых электронных устройств».

Ключевые слова: NI ELVIS II+, Micro-Cap, Moodle, схемотехника, виртуальные измерительные приборы, лабораторный практикум.

Курс «Схемотехника аналоговых электронных устройств» является общеобразовательным курсом для студентов радиотехнических специальностей вузов. Он предназначен для подготовки студентов в области моделирования, проектирования, экспериментального исследования и применения аналоговых электронных схем и функциональных звеньев в радиоэлектронной аппаратуре. Курс закладывает основы системного подхода к построению сложных аналоговых радиотехнических систем. Для реализации этих целей в курсе необходимо сочетание эффективного использования современных компьютерных средств схемотехнического моделирования и натурального макетирования радиоэлектронных устройств.

На радиофизическом факультете Томского госуниверситета в течение ряда лет для повышения эффективности аудиторной и самостоятельной работы студентов используется электронная версия курса, реализованная в системе Moodle (<http://rff-moodle.tsu.ru>). Этот электронный ресурс включает в себя теоретический материал, тестовый модуль, комплекс практических занятий и лабораторных работ [1].

До недавнего времени большая часть лабораторных работ проводилась только в форме компьютерного эксперимента с использованием программы схемотехнического моделирования и проектирования Micro-Cap [2], что было связано с отсутствием необходимого количества современных измерительных приборов. Появление на факультете комплекта виртуальных измерительных приборов NI ELVIS II+ компании National Instruments (официальный сайт <http://ni.com>) позволило в каждой лабораторной работе помимо компьютерного моделирования проводить и экспериментальное исследование изучаемых электронных элементов и радиотехнических схем.

Измерительный комплект содержит целый ряд приборов, реализованных в программной среде LabVIEW. Он предоставляет широкие возможности для измерений и исследований характеристик и параметров элементов и схем, а также обеспечивает сохранение получаемых результатов.

Для проведения лабораторных работ по курсу авторами использовались следующие измерительные приборы указанного комплекта:

- анализаторы вольт-амперных характеристик двухполюсников и трехполюсников;
- анализатор амплитудно-частотных (АЧХ) и фазочастотных характеристик (ФЧХ);
- анализатор спектра;
- генератор стандартных сигналов;
- осциллограф.

Подробная информация о комплекте приборов NI ELVIS II+ и их технических характеристиках размещена на сайте производителя <http://russia.ni.com/datasheet>.

Для реализации большого количества вариантов заданий по расчету схем и проведению лабораторных работ необходимо знание характеристик нелинейных электронных элементов. С этой целью были измерены семейства входных и выходных характеристик биполярных транзисторов. Для примера на рис. 1 и 2 приведены эти вольт-амперные характеристики для *n-p-n*-транзистора КТ315Б, включенного по схеме с общим эмиттером. Из характеристик определялись основные параметры транзисторов: потенциал Эрли и параметр β ($h_{21\beta}$).

Отдельная лабораторная работа посвящена проектированию активных фильтров. С использованием анализатора АЧХ и ФЧХ исследовались характеристики этих фильтров. На рис. 3 для примера приведены характеристики низкочастотного (НЧ) фильтра Чебышева второго порядка.

Одна из лабораторных работ посвящена исследованию линейных генераторов на операционных усилителях (ОУ) [3].

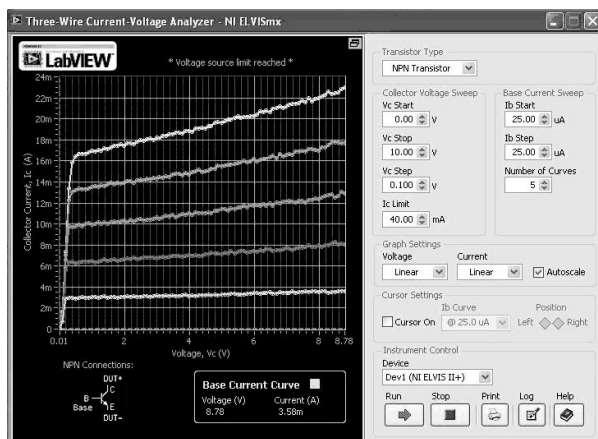


Рис. 1. Семейство выходных характеристик биполярного транзистора КТ315Б для разных токов базы

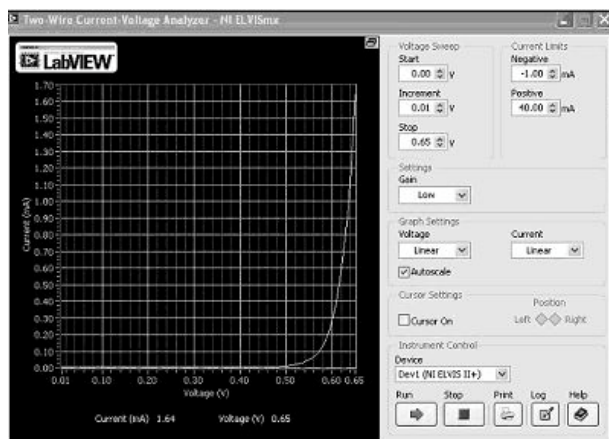


Рис. 2. Входная характеристика биполярного транзистора КТ315Б при фиксированном значении потенциала коллектора

На рис. 4 для примера приведены спектральное и временное изображения четырехполосного генератора гармонических колебаний на ОУ.

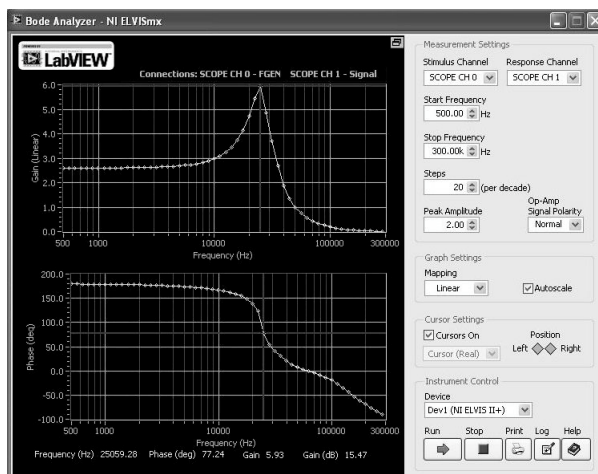


Рис. 3. АЧХ и ФЧХ активного НЧ-фильтра Чебышева второго порядка

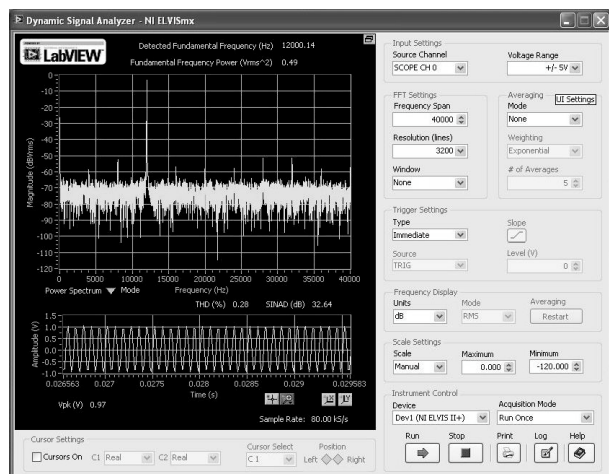


Рис. 4. Спектральное и временное изображения четырехполосного генератора гармонических колебаний на ОУ

В разработке схем лабораторных работ и их изучении с помощью комплекта NI ELVIS II+ активное участие принимали студенты-дипломники факультета. Дипломники также провели поставленные работы со студентами младших курсов, что вызвало особый интерес у обучаемых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дейкова Г.М., Жуков А.А. // Изв. вузов. Физика. – 2010. – Т. 53. – № 9/3. – С. 291–292.
2. Амелина М.А., Амелин С.А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap 8. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 464 с.
3. Вангенхайм Л. Активные фильтры и генераторы. Проектирование и схемотехника с использованием интегральных микросхем. – М.: Техносфера, 2010. – 416 с.

Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, Россия
E-mail: gyk@webmail.tsu.ru

Поступила в редакцию 15.06.12.

Жуков Андрей Александрович, к.ф.-м.н., доцент;
Дейкова Галина Михайловна, к.ф.-м.н., доцент;
Ващенко Дмитрий Александрович, студент;
Сахарчук Олег Владимирович, студент;
Сорокин Максим Александрович, студент.