

# Векторный анализ цепей в учебном процессе

**Владимир Губа, Олеся Быкова, Александр Савин (г. Томск)**

**Появление новейших приборов компании «ПЛАНАР» изменило представление о качестве и возможностях анализа сигналов и цепей. В статье приведены основные функциональные возможности и достоинства анализаторов. Представлены курсы учебного процесса, которые можно реализовать на их основе.**

Электронные устройства применяются повсеместно и настолько прочно вошли в нашу жизнь, что люди используют их, сами того не замечая: ключ от домофона, банковская карта, аудиосистема в автомобиле, сигнализация, микроволновая печь, кофеварка, телефон. Список можно продолжать и продолжать. Электроника есть практически во всём, начиная от детских «говорящих» игрушек и заканчивая системами государственной безопасности. Электронику используют во всех сферах человеческой деятельности. Очень трудно найти пример, где её нет.

Для создания любых электронных устройств необходимы специалисты, умеющие качественно проектировать и производить радиотехнические изделия и системы. Эти люди должны не только разбираться в теории, но и уметь пользоваться современными вычислительными программами и измерительной техникой. Таких специалистов готовят многие высшие учебные заведения страны. В рамках образовательной программы предусмотрены многочисленные практические занятия. В данной статье мы заострим внимание на специализированном оборудовании для учебного процесса (см. рис. 1).

Самой распространённой измерительной техникой для подготовки специалистов в радиотехнической области являются осциллограф и анализатор спектра – приборы для анализа характеристик сигналов во временной и частотной областях. Эти приборы хорошо изучены и прекрасно зарекомендовали себя в деле. Их постоянно улучшают, приводя в соответствие с уровнем мирового развития электроники. К ним с уважением относятся и инженеры, и преподаватели. Многие студенты имеют к ним доступ для выполнения практических и исследовательских работ. Существуют даже целые курсы по работе с осциллографами и анализаторами спектра. Но как-то в тени остаётся третий прибор из этой линейки, такой же нужный и незаменимый. Это векторный анализатор цепей. Не то чтобы о нём забыли. Принято считать, что прибор этот «сверхточный» и «сверхдорогой», «безумно сложный», «его покупают только крупные компании», «нужно потратить много времени на изучение особенностей работы с ним». Так думают многие преподаватели, из-за чего отказываются от его освоения в ходе учебного процесса. Время идёт, и ничего не меняется, хотя анализаторы цепей

есть практически в любой технической компании. И только в этих компаниях новички – бывшие студенты – начинают изучать, как работает векторный анализатор цепей. С этим нужно что-то делать...

Доступные векторные анализаторы цепей существуют, и не стоит думать, что их доступность отражается на технических возможностях: колоссальный опыт инженеров вместе с текущим развитием электроники позволили вывести данные приборы на принципиально новый уровень. Это стало возможным с появлением новейшей серии анализаторов от компании «ПЛАНАР». Эти приборы изменили представление о качестве и возможностях анализа сигналов и цепей.

Компания «ПЛАНАР» выпустила следующие приборы: векторные рефлектометры серии CABAN (см. рис. 2) и компактные портативные анализаторы TR1300/1 (см. рис. 3). Основное их назначение – измерение комплексных коэффициентов передачи и отражения ( $S_{ij}$  элементов матрицы рассеяния) многополосников [1, 2]. Приборы могут применяться для измерений характеристик оконечных нагрузок, кабелей, радиотехнических модулей и блоков, антенн, причём как в лабораторных, так и полевых условиях. Совместно с внешними антеннами или датчиками они могут быть использованы для анализа различных сред распространения сигналов, изучения вопросов о свойствах объектов в электронной, химической, медицинской и пищевой промышленности. Приме-



Рис. 1. Области применения анализаторов цепей



Рис. 2. Векторные рефлектометры

ры такого применения – определение удельного коэффициента поглощения (SAR) электромагнитной энергии различными материалами и жидкостями, которые используются при производстве и испытаниях мобильных телефонов, магнитно-резонансных томографов и пр.

В едином компактном металлическом корпусе анализатора установлены: генераторы испытательного и гетеродинного сигналов, аттенуатор регулировки мощности, направленные ответвители, многоканальный приёмник и блок управления на базе сигнального процессора. Они представляют собой радиотехническую систему, в которой можно выделить отдельно группы формирования, приёма, выделения и обработки сигнала.

Приборы имеют простой дружественный интерфейс, не требующий кропотливого изучения, и способны отображать результаты измерений в различных форматах: КСВН, модуль коэффициентов передачи и отражения в линейном и логарифмическом масштабах, фаза коэффициентов передачи и отражения, ГВЗ,

импеданс, расстояние до обрыва или повреждения. Расчёт и отображение параметров осуществляются в частотной и временной областях. Программное обеспечение имеет богатый набор функций для более приятной и плодотворной работы с приборами: большое количество одновременно отображаемых графиков, развитая маркерная система для поиска нужных значений по заданному критерию, допусковый контроль, математическая и статистическая обработка, фильтрация, сохранение и восстановление измеренных данных и настройки органов управления. Реализована поддержка следующих режимов работы: управление запуском развертки, преобразование импеданса, исключение или встраивание цепи и временная селекция, что делает приборы мощным инструментом для анализа сигналов и цепей. Работают анализаторы под управлением внешнего компьютера или планшета, которые позволяют ускорить процесс измерений без использования дорогостоящей элементной базы в самих приборах.

Огромным преимуществом анализаторов компании «ПЛАНАР» является возможность удалённого управления собственным программным обеспечением пользователя, адаптированным под конкретные приложения. Используя возможности программирования, пользователь может сам выбрать, как применять встроенные источники сигнала и прецизионный многоканальный приёмник для решения измерительной задачи. Удалённое управление осуществляется в соответствии с программной технологией COM/DCOM. Также приборы и их программное обеспечение полностью совместимы с приложениями пакета LabView.

Особое внимание уделено обслуживанию приборов во время их эксплуатации. Так, например, компания «НПК ТАИР» разработала специализированное программное обеспечение для рефлектометров, позволяющее на любом этапе жизненного цикла прибора просто и недорого проводить требуемые верификационные процедуры, соответствующие мировому уровню развития метрологии.



Рис. 3. Векторные анализаторы цепей TR1300/1

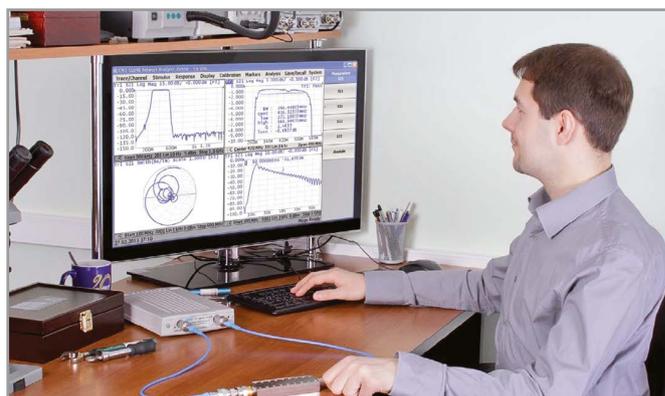


Рис. 4. Внешний вид рабочего места

На рисунке 4 видно, насколько портативными и компактными могут быть анализаторы цепей и как мало пространства требуется для создания одного рабочего места.

С помощью этих приборов можно устраивать курсы, посвящённые векторному анализу цепей, изучению свойств материалов, метрологии и курсы программирования измерительной техники. Изучая математику, физику, химию, биологию или иную науку, студенты могут довериться качественным измерениям, произведённым с помощью

описываемого оборудования. Образовательный процесс станет увлекательнее и динамичнее для каждого его участника, появится возможность более интенсивного изучения свойств окружающего нас мира. Наше общество ждёт новых открытий, позволяющих подняться ещё на одну ступень развития выше: новые материалы, новые устройства, новые лекарства. Хочется верить, что люди, окончившие высшие учебные заведения, будут настоящими специалистами, а производители передового оборудования будут стремиться создавать

благоприятные условия для творческой и созидательной деятельности.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Векторный рефлектометр CABAN R54. Руководство по эксплуатации. [http://www.planar.chel.ru/Products/Measurement%20instrument/caban\\_r54/Manual\\_Caban\\_R54\\_2013-12-19\\_Rus.pdf/view](http://www.planar.chel.ru/Products/Measurement%20instrument/caban_r54/Manual_Caban_R54_2013-12-19_Rus.pdf/view).
2. Векторный анализатор цепей TR1300/1. Руководство по эксплуатации. [http://www.planar.chel.ru/Products/Measurement%20instrument/tr1300/Manual\\_Obzor\\_TR1300\\_2014-01-20\\_Rus.pdf/view](http://www.planar.chel.ru/Products/Measurement%20instrument/tr1300/Manual_Obzor_TR1300_2014-01-20_Rus.pdf/view).

