

## КОМПЬЮТЕРНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АНАЛИЗА АЧХ И ФЧХ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ

В.Т. РЕВИН<sup>1</sup>, Ю.С. АЛЬКЕВИЧ<sup>2</sup>, В.А. СИМОНЕНКО<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь  
revin@bsuir.by, letterdotandnumber@gmail.ru, viteo@yandex.ru*

Применение компьютерно-измерительных систем является в настоящее время приоритетным направлением автоматизации процесса измерения параметров радиотехнических сигналов и цепей. В этой связи большой интерес представляет автоматизация средств измерения амплитудно- (АЧХ) и фазочастотных (ФЧХ) характеристик широкого класса четырехполосников, используемых в различных областях современной техники.

*Ключевые слова:* компьютерно-измерительная система, амплитудно-частотная характеристика, фазочастотная характеристика, программное обеспечение, LabVIEW.

Наиболее перспективным путем повышения уровня автоматизации измерения амплитудных и фазовых параметров в диапазоне частот является использование в составе измерительных систем встроенных средств вычислительной техники, позволяющей обеспечивать диалог оператора с системой и представлять при этом измерительную информацию в цифровом виде, обеспечивать контроль правильности действия оператора и самоконтроль системы, организовывать интерфейс, что позволит использовать прибор в составе больших автоматизированных измерительных систем, повышать точность измерений путем учета при вычислении результата измерения факторов, влияющих на точностные характеристики системы.

Наряду с амплитудными и частотными параметрами измерение фазовых параметров сигналов, элементов и узлов аппаратуры, линий связи и трактов передачи является одним из наиболее распространенных видов измерений, особенно в радиоэлектронике и технике связи. Их знание необходимо для обеспечения безынерционной передачи информации и становится особенно важным при передаче информации на большие расстояния. Кроме того, с помощью фазовых параметров часто оценивают качество различных устройств радиоэлектроники и связи.

Разработанная на кафедре метрологии и стандартизации БГУИР для целей учебного процесса компьютерно-измерительная система (КИС) позволяет проводить анализ АЧХ и ФЧХ различных четырехполосников в диапазоне частот от 1 до 150 кГц в автоматическом режиме. Структурная схема КИС для анализа АЧХ и ФЧХ приведена на рис. 1.

В качестве источника опорного и измерительного сигналов используется цифроаналоговый преобразователь платы сбора данных NI PCI-6251 производства National Instruments. Генерация синусоидального сигнала качающейся частоты происходит путем подачи цифровых кодов выборок, формируемых ЭВМ, в буфер памяти цифроаналогового преобразователя (ЦАП) по шине PCI. Считывание цифровых кодов из буфера и последующая генерация отдельной выборки синхронизируется тактовым генератором 1.

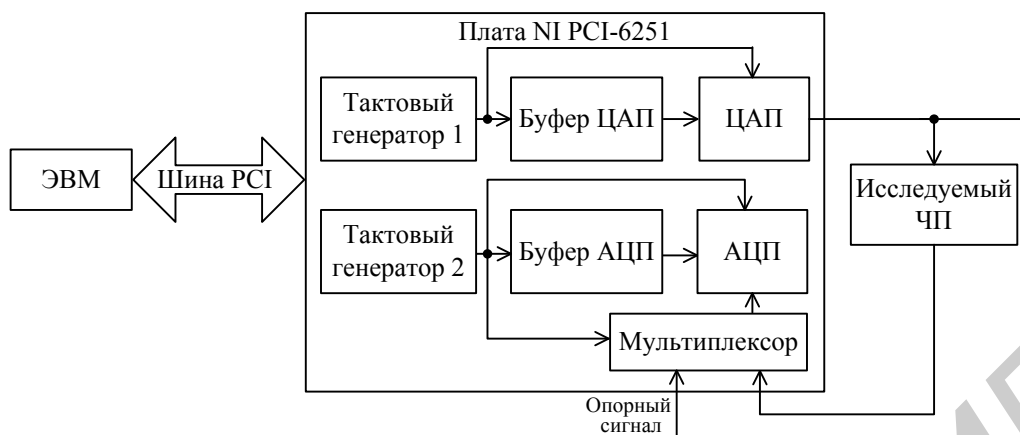


Рис. 1. Структурная схема компьютерно-измерительной системы для анализа АЧХ и ФЧХ четырехполюсников

Измерение параметров опорного сигнала и сигнала, снимаемого с выхода исследуемого четырехполюсника, обеспечивается персональным компьютером после их последовательного преобразования в цифровой код и записи в буфер АЦП. Последовательная подача опорного и измерительного сигналов на вход шестнадцатиразрядного АЦП осуществляется с помощью мультиплексора. Процесс коммутации и записи измерительной в буфер АЦП синхронизируется тактовым генератором 2. После завершения операции считывания информации данные из буфера АЦП передаются в ЭВМ по шине PCI. Поскольку получение измерительной информации происходит поочередно, то полученные результаты измерения будут содержать ложный фазовый сдвиг, значение которого определяется в процессе вычислений.

Управление процессом измерения производится с помощью программного обеспечения, установленного на персональном компьютере. Программное обеспечение создано в графической среде программирования LabVIEW 2009 с использованием библиотек функций управления платой NI PCI-6251.

Основные параметры разработанной компьютерно-измерительной системы приведены в табл. 1.

Табл. 1. Основные параметры компьютерно-измерительной системы

Диапазон рабочих частот, кГц	1 – 150
Пределы измерения фазовых сдвигов, град.	$\pm 180$
Пределы измерения относительной амплитуды, дБ	минус 40 – плюс 20
Погрешность измерения фазовых сдвигов, град.	$\pm 2$ (на частоте 1 – 100 кГц) $\pm 5$ (на частоте 100 – 150 кГц)
Погрешность измерения относительной амплитуды, дБ	$\pm 0,5$
Погрешность установки частоты, %	$\pm 0,0015$

Таким образом, в процессе разработки КИС решена основная поставленная перед разработчиками задача – практически полная автоматизация процесса измерения АЧХ и ФЧХ четырехполюсников.