

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
Администрация Правительства Кузбасса
Администрация г. Новокузнецка
Институт проблем управления им. Трапезникова РАН
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН
АНО «Научно-образовательный центр «Кузбасс»**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
(в образовании, науке и производстве)
AS' 2023**

**ТРУДЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО–ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
(с международным участием)**

12-14 декабря 2023 г.

**Новокузнецк
2023**

УДК 658.011.56
С 409

Редакционная коллегия:

д.т.н., проф. В.В. Зимин (ответственный редактор),
д.т.н., проф. С.М. Кулаков, к.т.н., доц. В.А. Кубарев,
д.т.н., проф. Л.Д. Павлова, д.т.н., доц. И.А. Рыбенко,
к.т.н., доц. В.И. Кожемяченко (технический редактор).

С 409 Системы автоматизации (в образовании, науке и производстве) AS'2023: труды Всероссийской научно–практической конференции (с международным участием), 12-14 декабря 2023 г. / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. В.В. Зимина. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2023. – 420 с.

ISBN 978-5-7806-0583-6

Труды конференции посвящены научным и практическим вопросам в области современных систем автоматизации и информатизации учебных, исследовательских и производственных процессов. Представлены результаты исследования, разработки и внедрения методического, математического, программного, технического и организационного обеспечения систем автоматизации и информационно-управляющих систем в различных сферах деятельности.

Сборник трудов ориентирован на широкий круг исследователей, научных работников, инженерно-технический персонал предприятий и научно-исследовательских лабораторий, преподавателей вузов, аспирантов и обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры.

УДК 658.011.56

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2023

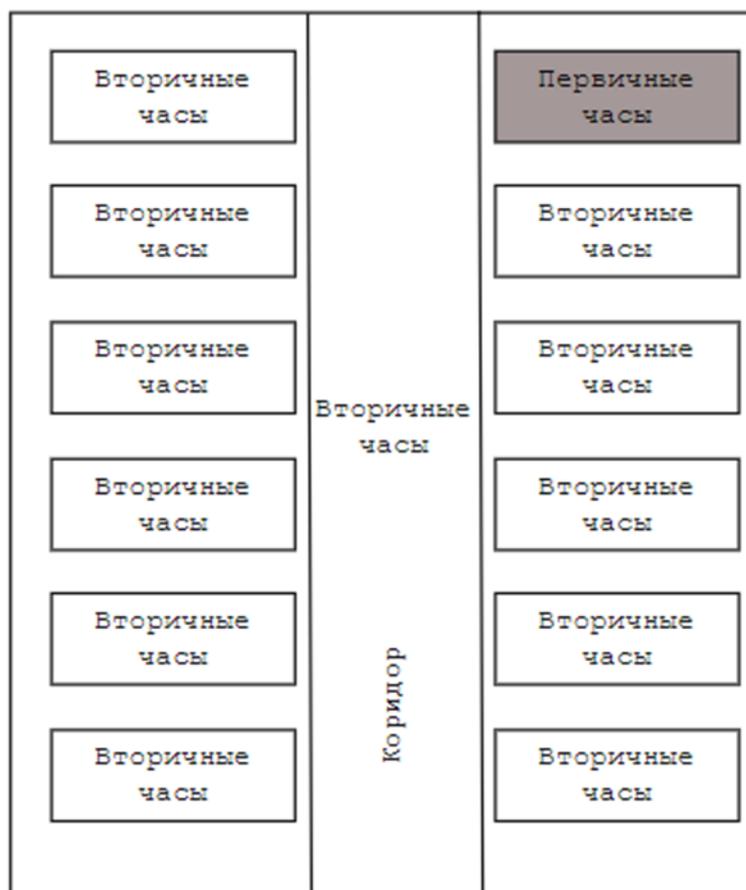


Рисунок 7 – План расположения ведущих и ведомых устройств по аудиториям

Спроектирована и реализована система единого времени для кафедры ЭЭ и ПЭ СибГИУ, позволяющая централизованно управлять множеством вторичных часов из одного места, используя первичные часы.

Библиографический список

1. Н-мост L293D. – Текст : электронный // Технические характеристики : [сайт]. – URL: <https://amperkot.ru/static/3236/uploads/datasheets/l293.pdf> (дата обращения: 22.11.2023).
2. Модуль реальных часов DS1302. – Текст : электронный // Datasheet : [сайт]. – URL: <https://amperkot.ru/static/3236/uploads/datasheets/DS1302.pdf> (дата обращения: 22.11.2023).

УДК 621.317.75

ИЗМЕРЕНИЕ АФЧХ С ПОМОЩЬЮ УНИВЕРСАЛЬНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА OSA103F

Яценко Н.Р., Борщинский М.Ю.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
г. Новокузнецк, Россия, taxbor@kuz.ru

Аннотация. Амплитудно-фазовая частотная характеристика (АФЧХ) представляет собой метод анализа комплексных частотных характеристик линейных систем, таких как фильтры и усилители. В данной статье рассматривается применение универсального измерительного прибора OSA103F для измерения АФЧХ, предоставляющего возможности от малых до высоких частот.

Ключевые слова: амплитудно-фазовая частотная характеристика, OSA103F, измерение частоты, универсальный измерительный прибор.

Abstract. Amplitude-Frequency Characteristics (AFC) is a method for representing complex frequency characteristics of linear systems, such as filters and amplifiers. This article explores the application of the universal measurement device OSA103F for measuring AFC, providing capabilities from low to high frequencies.

Keywords: Amplitude-Frequency Characteristics, OSA103F, frequency measurement, universal measurement device.

Амплитудно-фазовая частотная характеристика (АФЧХ) – это метод представления комплексных частотных характеристик линейных систем, таких как фильтры, усилители и другие электронные устройства [1]. Они позволяют определить амплитуду и фазу выходного сигнала относительно входного сигнала при разных частотах, что важно для анализа стабильности, устойчивости и качества работы системы.

АФЧХ используются в различных областях, включая радиотехнику, электронику, обработку сигналов и автоматизацию. Их применение включает разработку и тестирование электронных схем, изучение систем управления и контроль качества продукции. Они позволяют оценить, как система реагирует на различные частоты сигнала, что важно при проектировании фильтров, усилителей и других электронных устройств.

В настоящее время интенсивное развитие получил новый класс приборов – векторные анализаторы цепей, которые позволяют снимать АЧХ в комплексной форме или в виде модуля коэффициента передачи и фазового сдвига от частоты. Однако это очень дорогие и редкие приборы.

Для определения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) во многих случаях достаточно использовать простые устройства, такие как осциллографы с дополнительными функциями. Одним из таких устройств является генератор качающейся частоты, который позволяет генерировать сигнал синусоидальной формы с переменной частотой, пропорциональной уровню управляющего напряжения. Этот сигнал подается на тестируемое устройство (4-х полюсник), после которого сигнал детектируется и подаётся на вертикальный вход осциллографа. В результате мы получаем график АЧХ на экране осциллографа, отражающий реакцию тестируемого устройства на сигнал с переменной частотой.

Ещё недавно измерители АЧХ, работающие в широком диапазоне частот, были сложными, громоздкими, тяжёлыми и дорогими приборами. Например, советские измерители АЧХ X1-40, X1-46, X1-56 с диапазоном частот от 20 Гц до 1, 0,2 и 0,2 МГц соответственно имели вес 35, 42 и 44 кг, а измеритель X1-43 с диапазоном частот от 0,5 МГц до 1,25 ГГц весил даже 47 кг [2]. Стабильность частоты их была не высокой.

Переход к микроэлектронной элементной базе и применение технологии прямого цифрового синтеза частот открывают новые перспективы в создании генераторов с высочайшей стабильностью частоты и возможностью перестройки в широком диапазоне – от тысячных долей герц до нескольких гигагерц, иногда даже десятков гигагерц. Эти приборы, как правило, представляют собой компактные устройства с умеренной массой, имеющие схожий интерфейс пользователя и основные параметры настройки, такие как частота и уровень сигнала.

В качестве примера такого современного прибора можно рассмотреть комбинированный измерительный прибор отечественного производства OSA103F, который является USB-приставкой к компьютеру (рисунок 1).

Прибор обладает следующими функциями: многоканальный осциллограф; многофункциональный генератор; частотомер; анализатор спектра; измеритель АФЧХ; векторный антенный анализатор; измеритель LC; рефлектометр; SDR-приёмопередатчик.

Возможности по измерению АФЧХ следующие – линейный и логарифмический масштаб, настраиваемый диапазон; калибровка с учётом соединительных кабелей (амплитудная и фазовая нормализация); диапазон частот – 50 Гц...100 МГц; динамический диапазон (9 кГц...100 МГц) – более 100 дБ.

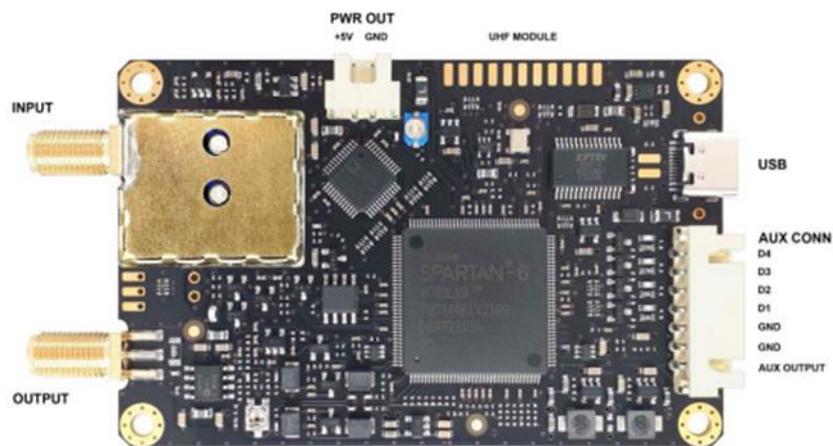


Рисунок 1 – Внешний вид прибора OSA103F

Для включения режима измерения АФЧХ нужно в пункте меню «Инструменты» выбрать «Измеритель АЧХ, ФЧХ». Принципы работы – совместная работа ГКЧ и следящего синхронного цифрового приёмника, что позволяет измерять коэффициент передачи четырёхполюсников.

Перед измерением нужно произвести процедуру калибровки [3] – подключить кабель с волновым сопротивлением 50 Ом ко входу осциллографа; подключить кабель с волновым сопротивлением 50 Ом к выходу генератора; соединить кабели временным коаксиальным соединителем; открыть окно калибровки – Меню->Настройки ИАЧХ->Калибровка; заменить соединитель исследуемым четырёхполюсником.

Возможности работы прибора по измерению АФЧЗ были проверены на фильтрах верхней (ФВЧ) и нижней частоты (ФНЧ). Схемы подключения прибора показаны на рисунке 2.

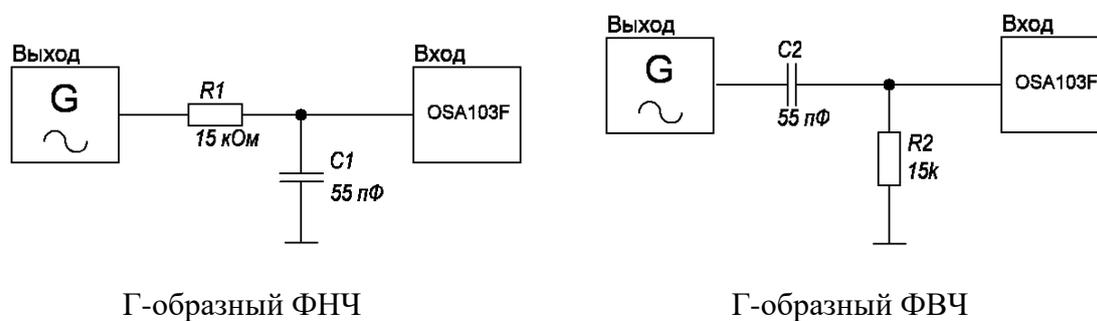


Рисунок 2 – Схемы подключения прибора

Полученные результаты показаны на рисунках 3 и 4.

Для оценки достоверности полученных результатов было произведено моделирование в программе Proteus четырёхполюсников с теми же параметрами. Результаты моделирования представлены на рисунках 5 и 6.

При сравнении характеристик видно, что они совпадают – это свидетельствует о высокой точности измерений, проводимых с помощью универсального измерительного прибора.

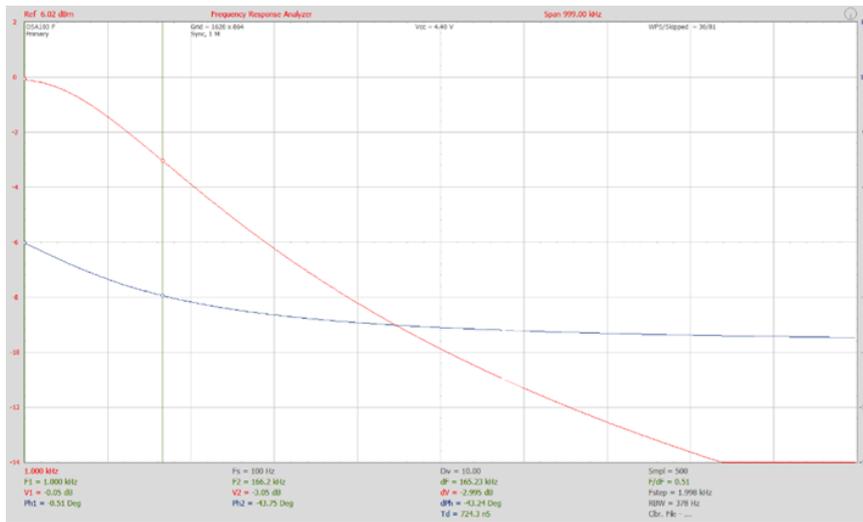


Рисунок 3 –АФЧХ фильтра нижних частот снятая с помощью OSA103F

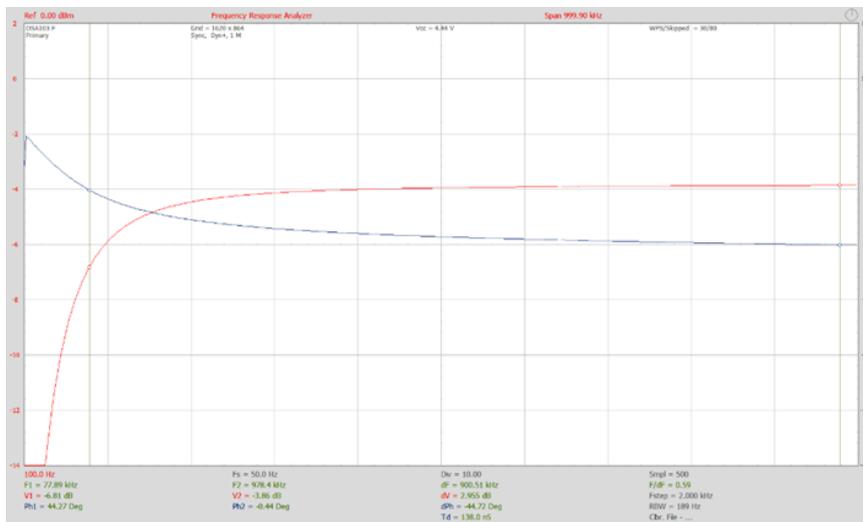


Рисунок 4 – Реальная АФЧХ фильтра верхних частот снятая с помощью OSA103F

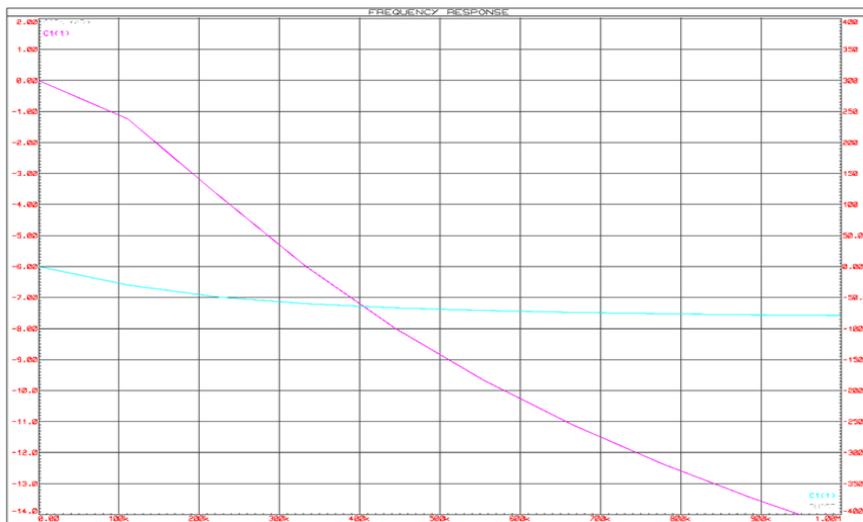


Рисунок 5 –АФЧХ фильтра нижних частот полученная в Prtoteus

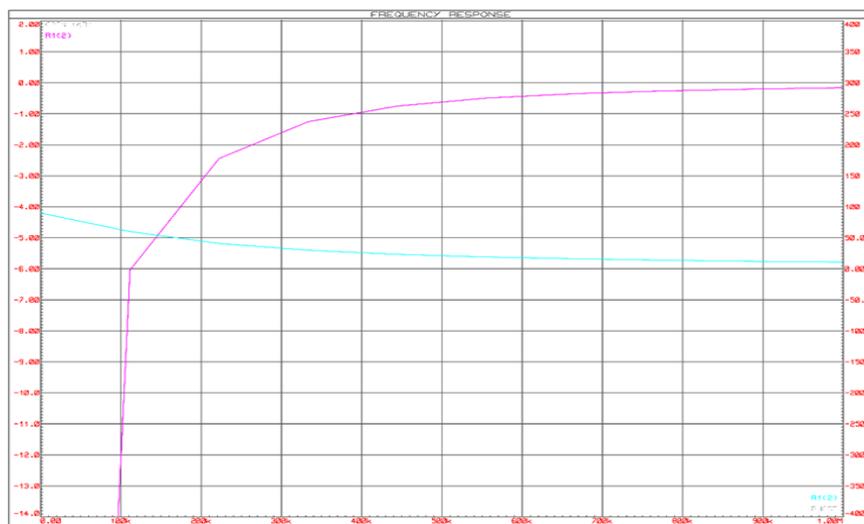


Рисунок 6 – Реальная АФЧХ фильтра верхних частот полученная в Prtoteus

Использование OSA103F для измерения АФЧХ является важным инструментом изучения дисциплин «Схемотехника» и «Радиотехника». Прибор позволяет студентам и исследователям проводить эксперименты с различными электронными устройствами, изучать их характеристики и улучшать свои навыки в области электроники и обработки сигналов.

Библиографический список

1. Амплитудно-частотная характеристика (частотная характеристика) / 2455 // Большой энциклопедический словарь / Гл. ред. А. М. Прохоров. – 1-е изд. – М. : Большая российская энциклопедия, 1991. – ISBN 5-85270-160-2.
2. Кузнецов В.А., Долгов В.А., Коневских В.Н. и др. Измерения в электронике: Справочник / Под редакцией В.А. Кузнецова. М.: Энергоатомиздат, 1987.
3. Инструкция по эксплуатации OSA103F Rev A, 17 апреля 2022. <https://www.osa103.ru/files/osa103.pdf>.

УДК 621.313

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИССЛЕДОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ. СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Дорошенко А.В.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
г. Новокузнецк, Россия, sandr654059@yandex.ru

Аннотация. Описаны способы моделирования как метода мощного инструмента исследования и познания. Рассмотрены основные направления математического моделирования, выполнения многообразия решаемых задач, описаны эффективность использования математического моделирования с использованием компьютеров и персональных вычислительных машин, а также рассмотрены проблемы и перспективы их применения в практической сфере деятельности.

Ключевые слова: математическое моделирование, системы компьютерного моделирования, MATLAB, MathCAD, NI Multisim, синтез электрических цепей.

Abstract. The methods of modeling as a method of a powerful tool of research and cognition are described. The main directions of mathematical modeling are considered, a variety of solved tasks are performed, the effectiveness of using mathematical modeling using computers and personal computers is described, as well as the problems and prospects of their application in the practical field of activity are considered.

<i>Александров Н.А., Модзелевский Д.Е., Кипервассер М.В.</i>	
Модернизация многодвигательного электропривода установки сухого тушения кокса с учетом неидентичности характеристик электродвигателей.....	346
<i>Поползин И.Ю., Живаго Р.Э.</i>	
Особенности работы синхронного двигателя при колебаниях сетевого напряжения в нерегулируемых электроприводах с длительным режимом работы	351
<i>Костылев С.Ю., Модзелевский Д.Е.</i>	
Построение модели и синтез управления автоматизированной поточно-транспортной системы	356
<i>Калачева О.К., Модзелевский Д.Е.</i>	
Исследование режимов работы многоагрегатного электропривода насосной станции.....	362
<i>Алтухов Д.И., Модзелевский Д.Е.</i>	
Разработка многоуровневого инвертора напряжения для электропривода ШПУ	367
<i>Вершинин М.С., Модзелевский Д.Е.</i>	
Применение имитационного моделирования при создании тренажера для подготовки к сдаче демонстрационного экзамена по «Мехатронике».....	374
<i>Мальшев Г.Д., Борщинский М.Ю.</i>	
Разработка электронного значка со световой эмблемой СибГИУ.....	381
<i>Ушаков В.В., Кармачев С.К., Борщинский М.Ю.</i>	
Осциллограф на базе персонального компьютера	383
<i>Рогожников И.П., Борщинский М.Ю.</i>	
Реализация системы единого времени с использованием микроконтроллера	386
<i>Яценко Н.Р., Борщинский М.Ю.</i>	
Измерение АФЧХ с помощью универсального измерительного прибора OSA103F	390
<i>Дорошенко А.В.</i>	
Современные методы и средства исследования автоматизированных электрических и электромеханических систем. состояние, проблемы, перспективы.....	394
<i>Сарсембин А.О., Кубарев В.А.</i>	
Системы автоматического регулирования возбуждения синхронных двигателей шахтного подъёма.....	398
<i>Кубарев В.А., Кучик М.М., Маршев Д.А.</i>	
Визуализация электрических схем	402
<i>Бунакова М.Т., Водоватова А.Е., Корнеев П.А., Мищенко С.А., Низовская А.Д.,</i>	
Разработка учебного квадрокоптера.....	406
СПИСОК АВТОРОВ	412
СОДЕРЖАНИЕ	414