

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

Якубович Александр Викторович

Формирование измерительной информации для высокоточного контроля
частотных параметров радиоэлектронных средств

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра техники и технологии

по специальности 1-39 81 03 "Информационные радиотехнологии"

Научный руководитель
Свирид Владимир Лукич
канд. техн. наук, доцент

Минск 2018

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире очень большую роль играет различное измерительное оборудование. Из-за необходимости проведения все более точных измерений с целью получения достоверных данных об измеряемом оборудовании, нужно с каждым днем как можно больше повышать точность измерительной аппаратуры. Особенно остро эта проблема стоит в области радиоэлектроники, когда из-за недостаточной точности измерительного оборудования производится калибровка, которая в недостаточной степени точности соответствует желаемым требованиям. В результате чего, данные небольшие погрешности в дальнейшем могут сильнее всего влиять на качество сигнала, а также на достоверность принимаемой и передаваемой информации. Это не так важно в бытовом использовании оборудования связи, но может иметь колоссальное значение в различных научных миссиях, в которых информация может передаваться на большие расстояния, и точность здесь будет играть первостепенную роль.

Одним из способов повышения точности измерений является преобразование получаемой при измерении аналоговой информации в цифровую последовательность. Получаемую при помощи аналого-цифровых преобразователей информацию в дальнейшем гораздо проще обрабатывать при помощи электронно-вычислительных машин, погрешность при этом будет минимальна. Точность же таких преобразований будет ограничиваться лишь разрядностью цифровых средств обработки. Но в современном мире это не является большой проблемой, так как разрядность существующих чипов позволяет с большой степенью точности производить преобразования.

Современные тенденции развития промышленного производства характеризуется существенным улучшением технических характеристик различных радиоэлектронных средств (РЭС), что определяет необходимость совершенствования научного и технологического контрольно-измерительного комплекса. В связи с этим повышение точности и быстродействия контроля параметров РЭС на основе формирования испытательных сигналов является весьма актуальной задачей.

Для достижения требуемой цели изначально необходимо проанализировать существующие методы формирования испытательных сигналов, изучить принципы построения формирователей в составе автоматизированных систем контроля параметров РЭС, а затем предложить принципы построения и схемотехнику аналогичных подсистем с ускоренной адаптацией, с их анализом и компьютерным моделированием. На заключительном этапе следует выработать рекомендации по микроминиатюризации, проектированию и расчету, предложить эффективную методику экспериментального исследования основных функциональных блоков формирователей испытательных сигналов с адаптацией параметров.

Принципиальной особенностью разработки является обеспечение повышенной стабильности амплитуды и линейности характеристики управления по частоте формирователя испытательных сигналов. Это обстоятельство приводит к необходимости учета многочисленных факторов для обеспечения оптимальных режимов работы и требует использования специальных схемотехнических решений, направленных на обеспечение заданных требований.

Результаты выполненных исследований планируются для использования в учебном процессе.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Современные тенденции развития промышленного производства характеризуется существенным улучшением технических характеристик различных радиоэлектронных средств (РЭС), что определяет необходимость совершенствования научного и технологического контрольно-измерительного комплекса. В связи с этим повышение точности и быстродействия контроля параметров РЭС на основе формирования измерительной информации является весьма актуальной задачей.

Степень разработанности проблемы

Отсутствие в настоящее время математического описания и высокоэффективных методов формирования измерительной информации с не позволяет достоверно определять и оценивать точность схемотехнических реализаций различных формирователей и преобразователей сигналов в широком частотном диапазоне.

Цель и задачи исследования

Целью диссертации является повышение точности и быстродействия контроля параметров РЭС за счет ускоренного формирования измерительной информации в автоматических контрольно-измерительных системах. Для достижения данной цели в работе сформулированы **следующие задачи**:

- анализ и оценка точности формирования измерительной на основе синхронного фазонечувствительного активного фильтра;
- анализ и расчет основных функциональных блоков формирователя измерительной информации на основе синхронного фазонечувствительного активного фильтра;
- рекомендации по микроминиатюризации и экспериментальному исследованию.

Объектом исследования являются: формирователи на основе синхронных фазонечувствительных активных фильтров.

Предметом исследования является интегральная микросхемотехника.

Область исследования

Содержание диссертационной работы относится к микроэлектронным устройствам и соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) по специальности 1-39 81 03 «Информационные радиотехнологии».

Теоретическая и методологическая основа исследования

В основу диссертации легли результаты исследований в области обеспечения высокой точности и быстродействия контроля параметров РЭС в автоматических контрольно-измерительных системах. Теоретической основой исследования является интегральная микросхемотехника. Для построения математических моделей и выполнения расчётов использовался пакет программного обеспечения *MathCAD*.

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке методов повышения точности, а также быстродействия контроля параметров РЭС за счет предложенных принципов построения и схемотехнической реализации подсистем формирования измерительной информации в составе автоматизированных измерителей центральной частоты и полосы пропускания (ЦЧ и ПП) различных РЭС с эффективной методикой их экспериментального исследования.

Личный вклад соискателя

Все основные результаты и выводы получены соискателем самостоятельно. Соискателем проработаны теоретические и практические основы методов повышения точности и быстродействия контроля параметров РЭС в автоматических контрольно-измерительных системах. Разработаны структурные схемы измерителей, использующие данные методы повышения точности и быстродействия. Разработаны электрические принципиальные схемы основных функциональных блоков (ФБ), входящих в состав формирователя измерительной информации. Представлены предложения по микроминиатюризации и экспериментальному исследованию формирователя.

Положения, выносимые на защиту

1. Принципы построения формирователей измерительной информации.
 - Принципы построения формирователей измерительной информации на основе синхронных фазонечувствительных фильтров в составе

автоматизированных систем контроля ЦЧ и ПП РЭС;

- Формирование высших производных.

2. Схемотехника и расчет основных функциональных блоков формирователя измерительной информации для контроля параметров РЭС.

- Расчет подсистемы нормирования характеристик высших производных;
- Расчет управляемого по частоте автогенератора;
- Расчет канала преобразования и обработки квадратурного сигнала;
- Расчет синхронного фильтра-демодулятора, автоколебательного генератора импульсов, делителя частоты, преобразователя частоты в напряжение.

3. Анализ и расчет погрешностей формирования измерительной информации.

4. Рекомендации по микроминиатюризации формирователя измерительной информации и его экспериментальному исследованию.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в разработке и исследовании новых методов и средств, позволяющих повысить точность и быстродействие контроля параметров РЭС в автоматических контрольно-измерительных системах. Результаты выполненных исследований планируется для использования в учебном процессе кафедры Информационных радиотехнологий по дисциплине «Проектирование аналоговых микроэлектронных устройств».

Апробация и внедрение результатов исследования

Результаты исследования были представлены на 53-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (2017 г, Минск).

Структура и объем работы.

Работа состоит из общей характеристики, введения, пяти глав исследования, заключения, библиографического списка и графического материала. Общий объем диссертации составляет 65 страниц. Работа содержит 16 рисунков. Библиографический список включает 15 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В **общей характеристике работы** указана актуальность темы исследования, сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследования. Указаны: научная новизна и практическая значимость диссертационной работы, а также личный вклад соискателя. Приведены положения, выносимые на защиту.

Во **введении** рассмотрено современное состояние проблемы, определены основные направления исследований, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы.

Первая глава содержит обзор методов формирования измерительной информации в автоматизированных измерителях ЦЧ и ПП РЭС. Описаны экстремально-дифференциальный и координатно-дифференциальный методы измерения частотных характеристик резонансных систем.

Во **второй главе** рассматриваются принципы формирования измерительной информации на основе синхронного фазонечувствительного активного фильтра. Рассмотрена вторая производная от АЧХ как критерий высокоточного определения частотных параметров РЭС. Изложены принципы формирования высших производных.

В **третьей главе** приведены схемотехника и расчет основных функциональных блоков формирователя измерительной информации на основе синхронного фазонечувствительного активного фильтра. Рассчитаны: управляемый по частоте автогенератор, синхронный фильтр-демодулятор, автоколебательный генератор импульсов, преобразователь частоты в напряжение.

В **четвёртой главе** произведен анализ точности формирования измерительной информации.

В **пятой главе** изложены рекомендации по микроминиатюризации и экспериментальному исследованию формирователя измерительной информации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации были рассмотрены методы, а также пути повышения точности и быстродействия контроля параметров радиоэлектронных средств за счет ускоренного формирования измерительной информации в автоматических контрольно-измерительных системах.

В соответствии с этим были предложены способы формирования измерительной информации в автоматизированных измерителях центральной частоты и полосы пропускания радиоэлектронных средств. Рассмотрены принципы построения формирователей измерительной информации на основе синхронных фазонечувствительных активных фильтров. Приведены схемотехника и расчет основных функциональных блоков формирователя. Проведен анализ основных характеристик формирователя измерительной информации.

Все расчеты выполнены с помощью специализированного пакета компьютерной математики MathCAD 14. Графический материал подготовлен с помощью программы для быстрого черчения электрических и структурных схем Visio.

Результаты выполненных исследований планируется для использования в учебном процессе кафедры Информационных радиотехнологий по дисциплине Проектирование аналоговых микросистемных устройств.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1– А] Якубович, А.В. Формирование измерительной информации на основе синхронного фазонечувствительного активного фильтра/ А.В. Якубович //Сборник материалов 53-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. Секция «Информационные радиотехнологии».