

Аликин Н.А.

Научный руководитель: д.т.н. доцент кафедры РТ. Е.В.Федосеева
*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный
университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
alikin,nickita2013@gmail.com*

Полосковый фазовращатель СВЧ диапазона

Фазовращатели (ФВ) играют важную роль в современных системах связи, радиолокации и радионавигации. Они позволяют изменять фазу электромагнитной волны и изменять направление излучения антенной решетки.

Основными характеристиками ФВ являются точность установления фазового сдвига, минимальное затухание сигнала в требуемом диапазоне частот и компактные габариты. Кроме того, важно, чтобы ФВ имел широкий диапазон рабочих частот и малый уровень искажений сигнала. Существует множество различных конструкций ФВ, каждая из которых обладает своими достоинствами и недостатками. Разнообразие конструкций позволяет выбрать оптимальное решение для каждой конкретной задачи. Однако габариты ФВ являются одним из основных ограничений в их применении, особенно на низких частотах. Низкочастотные фазовращатели обычно имеют большие размеры, что ограничивает их применимость в малогабаритных электронных системах. Именно поэтому миниатюризация ФВ становится важной задачей для создания более компактных устройств.

Полосковый фазовращатель может быть использован для дискретного управления фазой сигнала. Был спроектирован полосковый фазовращатель, который содержит полосковый проводник, выполненный в форме меандра и заключенный между первой и второй диэлектрическими платами, первую и вторую коммутируемые широкие полосы, расположенные на внешних сторонах плат вдоль меандра, перемычки, гальванически соединяющие между собой широкие полосы, первую пару коммутирующих диодов, включенных на входном и выходном концах между меандром и одной из широких полосок, вторую пару диодов, включенных на входном и выходном концах одной из широких полосок и экраном, а также последовательно соединенные пятый диод и поглощающий резистор, включенные на расстоянии четверти длины волны самого коротковолнового паразитного резонанса от одного из концов меандра, при этом номинальное сопротивление поглощающего резистора равно половине волнового сопротивления подводящих линий. Техническим результатом является обеспечение широкой полосы рабочих частот при больших (более 180°) управляемых фазовых сдвигах и малых габаритах.

В данной работе представлены результаты исследования параметров микрополоскового фазовращателя с коммутацией отрезков линий передачи. Разработан и смоделирован фазовращатель с фазовым сдвигом 45° , работающий на частоте 450 МГц. Миниатюризация была достигнута путем замены отрезка линии передачи звеном фильтра нижних частот (ФНЧ). В результате получены две конструкции фазовращателя. В первом варианте конструкция выполнена замена одного коммутируемого отрезка на звено фильтра низких частот, а во втором варианте в конструкции фазовращателя дополнительно заменены полосковые элементы цепи питания диодов сосредоточенными элементами.

Литература

1. Автоматические устройства СВЧ: Справочник / В.Т. Царенко, В.В. Имшенецкий, М.Ш. Борисов. — К.: Техника, 1983. — 152 с.
2. Веселов Г.И. Микроэлектронные устройства СВЧ / Г.И. Веселов, Е.Н. Егоров. — Л.: Высш. шк., 1988. — 376 с.

Аношин К.Е.
Научный руководитель – зам. директора Орлов П.А.
ГАПОУ ВО «Муромская государственная инженерно-техническая академия»
602264, Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д. 16
kirillanosin05@gmail.com

Разработка цифровых бинарных часов

Цифровые бинарные часы – это часы, показывающие время в бинарном двоичном коде. В бинарных часах используется система счисления, применяемая почти во всех компьютерах. В двоичной системе счисления используется только 2 цифры 0 и 1, в отличие от десятичной, используемая людьми в которой 10 цифр.

Бинарные часы – это не только средство индикации времени, это хороший тренажер для мозга. Утренняя физическая зарядка полезна для организма, но зарядка нужна и для мозга. Попытка понять сколько же времени показывают бинарные часы действует не хуже пары чашек кофе, но при этом абсолютно безвредна. Так же бинарные часы — это хорошее средство для обучения счету в уме детей, приобщения их к математике, электронике и программированию в игровой форме.

Актуальность темы обусловлена тем, что механические и электронные часы становятся все менее современными и из-за этого бинарные часы все чаще появляются на российском рынке, но их стоимость относительно высока.

Целью данной работы является разработка цифровых бинарных часов, которые должны показывать время в бинарном двоичном коде и их стоимость будет ниже представленных на рынке аналогов, а функционал ничем не будет уступать.

Технические требования:

- возможность питания от сети 220 вольт и от аккумулятора;
- отображения времени в двоичном коде с разделенной индикацией часов, минут и секунд;
- возможность регулировки времени;
- возможность менять цвет свечения светодиодов;
- презентабельный вид корпуса.

После анализа исходных данных были изучены существующие в продаже цифровые бинарные часы со схожими характеристиками и определена структурная схема цифровых часов.

Цифровые бинарные часы состоят из платы микроконтроллера, блока питания, модуля часов реального времени, кнопок для управления и настройки, светодиодов, резисторов.

Цифровые бинарные часы собраны на платформе Arduino Nano, построенной на 8-битном микроконтроллере ATmega328p. Данный контроллер имеет относительно низкую стоимость, доступность и простоту программирования. Он имеет достаточное количество выводов для подключения всех необходимых модулей.

Модуль часов реального времени DS1302 необходим для точной индикации времени на часах. Микросхема отличается низким энергопотреблением и позволяет отсчитывать время с точностью до секунд. Питание модуля можно осуществлять, как через Arduino Nano, так и самостоятельно.

20 светодиодов должны быть расположены в определенном порядке - шесть столбцов и четыре строки. Два столбца используются для отображения количества часов, следующие 2 столбца – для отображения количества минут и следующие два столбца – для отображения количества секунд. С учетом исходных данных необходимо применить RGB светодиоды, цветом свечения которых будет управлять микроконтроллер.

Для обеспечения автономной работы часов схема должна содержать плату контроля зарядки и аккумулятор типоразмера 18650. В качестве контроллера зарядки можно применить модуль на базе микросхемы TP4056.

Таким образом, вышеописанное техническое решение позволит изготовить конкурентноспособные цифровые бинарные часы с требуемыми характеристиками. В

перспективе развития данного проекта может быть рассмотрен вариант изготовления наручных цифровых бинарных часов.

Литература

1. Лободинов В.С., Пан С.Р., Пугачев И.В., Трофименко В.Н., Тузко Я.Н. Применение arduino в учебном процессе // Молодой исследователь Дона. 2019. №1 (16). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-arduino-v-uchebnom-protsesse> (дата обращения: 15.02.2024).

2. Поляков, К. Ю. Информатика: 11-й класс: базовый и углублённый уровни : учебник : в 2 частях / К. Ю. Поляков, Е. А. Еремин. — 5-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2023 — Часть 2 — 2023. — 302 с.

Глотов Д.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры РТ С.Н. Жиганов
Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный
университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
dgpht@mail.ru

Каскадное соединение фильтра Хогенауэра и корректирующего FIR-фильтра

В данной статье речь пойдет о каскадных интегрально-гребенчатых фильтрах (cascaded integral-comb filters CIC) Хогенауэра (Hogenauer), нашедшим широкое применение в задачах децимации и интерполяции. Основное преимущество CIC-фильтров в практическом аспекте состоит в том, что они не требуют операций умножения, что существенно снижает нагрузку на вычислительный узел, в котором они будут реализованы. В основе CIC-фильтра лежат два базовых блока: интегратор и гребенчатый фильтр. Это обстоятельство делает CIC фильтры весьма привлекательными при аппаратной реализации на FPGA или DSP.

Исходный дискретный сигнал поступает на интегрально-гребенчатый CIC-фильтр. По своей структуре CIC-фильтр представляет собой фильтр нижних частот. Из графика АЧХ CIC-фильтра следует заметить, что первый ноль зависит от задержки фильтра. В заключение отметим, что результирующая АЧХ (это каскадное умножение) $K_{CIC}(f) \cdot K_{COMP}(f)$ имеет некоторый уровень пульсаций. Для сглаживания пульсаций АЧХ в полосе пропускания можно использовать оконную функцию (например, функция Кайзера), которая накладывается на импульсную характеристику корректирующего FIR-фильтра.

Далее разработал модель каскадного соединения CIC+FIR выполнена в двух вариантах. В первом случае – на основе библиотечных функций утилиты «Filter Designer Toolbox» пакета MATLAB. Во втором случае – это аналитическая модель. Проверил работоспособность синтезированного фильтра на ЛЧМ-сигнале со следующими параметрами: длительность сигнала – 0.3 мс, частота девиации – 10МГц. Частота дискретизации модельного ЛЧМ-сигнала составляет 192 МГц или выходная частота сигнала после АЦП. Сигнал сформирован функцией «chirp» пакета MATLAB. Подводя итог моделированию цепочки CIC+FIR на основе библиотечных функций утилиты Filter Designer Toolbox пакета MATLAB, можно сделать вывод, что нужно искать компромисс между требованиями к корректирующему фильтру и допустимому искажению формы сигнала.

Далее рассмотрим аналитическую модель фильтрации CIC+FIR. Входной сигнал $S(nT)$ представляет собой последовательность цифровых отсчетов ЛЧМ-сигнал сформированный на основе функции «chirp». Далее сигнал поступает на CIC-фильтр с целью предварительной фильтрации перед этапом децимации. По результатам моделирования видно, что входной сигнала искажает свою форму из-за особенностей структуры CIC-фильтра. На следующей ступени происходит коррекция формы сигнала, а также предварительная фильтрации перед итоговой децимацией. На заключительной стадии происходит понижение частоты дискретизации еще в 2 раза с 24МГц до 12МГц.

Таким образом, из полученных результатов видно, что в тракте, где осуществляется понижение частоты дискретизации с 192МГц до 12МГц коэффициент корреляции высокий. Это означает, что фильтр-дециматор вносит небольшие искажения в форму ЛЧМ-сигнала. Также стоит отметить, что коэффициент корреляции является одним из многих параметров, который характеризует качество фильтра-дециматора. Для определения более точного значения порядка корректирующего фильтра, как в основном тракте, так и в дополнительном тракте необходимо искать компромисс между требованиями к полосам пропускания и подавления.

Гусенков А.В.

Научный руководитель: старший преподаватель кафедры РТ М.С. Смирнов
Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный
университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
andrei.gs@list.ru

Разработка измерительного комплекса на основе беспилотных летательных аппаратов для построения диаграмм направленности антенн

Развитие технологий беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) открывает новые возможности для создания измерительных комплексов, способных эффективно и точно проводить измерения в различных областях, включая радиотехнические исследования. Одним из применений (БПЛА) в инженерных задачах является построение диаграмм направленности антенн.

Диаграмма направленности (ДН), характеризует интенсивность излучения в зависимости от направления антенны в заданной плоскости. ДН антенны определяет целый ряд тактико-технических характеристик радиосистемы, в состав которой входит антенна [1].

На этапе проектирования любой антенной системы, безусловно, выполняется теоретический расчет ее ДН. Однако фактические параметры и характеристики, полученные на этапах испытаний, не в полной мере соответствуют расчетам, что может быть вызвано различными причинами: влияние окружающего ландшафта, неучтенное при расчете взаимное влияние элементов антенной системы друг на друга, конструктивные недостатки, случайные ошибки в монтаже системы и т.д. Поэтому до ввода антенных систем в эксплуатацию необходимо знать их фактические характеристики и параметры.

Целью работы является разработка измерительного комплекса на основе БПЛА для построения ДН антенн.

Разработка измерительного комплекса на основе БПЛА для построения ДН антенн позволяет значительно упростить процесс измерений и повысить точность получаемых результатов. БПЛА обладает возможностью автономного полета и точного позиционирования в пространстве, что позволяет проводить измерения даже в труднодоступных местах.

Измерительный комплекс может быть оснащен специализированными измерительными приборами, такими как анализаторы спектра или приемники сигналов. БПЛА оснащается передатчиком, который отправляет сигнал на антенну для измерения. После обработки полученных данных комплекс позволяет построить диаграмму направленности антенны.

Преимущества использования измерительного комплекса на основе БПЛА для построения диаграмм направленности антенн очевидны. Это увеличивает скорость и эффективность проведения измерений, позволяет сократить затраты на персонал и оборудование.

Для решения поставленной задачи, необходимо:

- разработать процедуры облётных замеров, а также произвести анализ требований и разработку аппаратного обеспечения;
- обосновать выбор платформы-носителя измерительного зонда, а также разработать принципы автоматической регистрации итогов измерений и синхронизации данных;
- решить задачу точного позиционирования в пространстве БПЛА, а также произвести анализ погрешностей измерений и оценку точности метода;
- произвести математическое моделирование хода измерений и восстановления объемной ДН на этапе постобработки данных измерений.

Литература

1. Просвиркин, И.А. Измерение параметров излучения крупноапертурных ФАР с помощью беспилотного летательного аппарата / В.И. Класен, Б.А. Левитан, И.А. Просвиркин, С.А. Топчиев // Радиотехника, – №17 (185), – 2014, – С. 1-4.

Дмитриев Д.Д.
Научный руководитель к.т.н., доцент кафедры РТ А.Н. Докторов
Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный
университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
Gagisddd@gmail.com

Разработка многофункциональной паяльной станции с регулируемой температурой

В данной работе производилась разработка, сборка и настройка многофункционального устройства, представляющего собой паяльную станцию с регулировкой по температуре, лабораторным блоком питания и USB интерфейсом. Основная идея заключается в уменьшении места за рабочим столом и быстрого доступа к отдельному оборудованию, что сделает работу мастера более комфортной и быстрой.

В качестве паяльного устройства был выбран модуль контроллера паяльной станции на базе жала Накко T12 с регулируемой температурой и встроенным энкодером, с помощью которого можно зайти в меню для точной настройки паяльника [1]. Модулем лабораторного блока служит плата, сделанная на базе импульсного блока питания и микросхем TL084, которые являются операционными усилителями. Основное применение модуля стабилизатора с выходом USB интерфейс это преобразование нестабильного входного напряжение в диапазоне 5 – 40 Вольт в стабильное выходное напряжение 5 вольт[2].

Модули организуются в корпусе из текстолита размерами 200 на 120 миллиметров. На лицевой панели данного устройства выведены все регулирующие потенциометры, отверстия для коррекции точки нуля температуры паяльного жала, дисплей вольтметра на семисегментных индикаторах и дисплей с показаниями температуры паяльного жала, с помощью которого осуществляется выбор настроек паяльника. Изменение настроек производится нажатием на энкодер[1]. Для комфортной работы можно отдельно включать и выключать с помощью клавишного переключателя лабораторный блок питания и паяльник [3]. Ниже на рисунке 1 предоставлена общая структурная схема многофункциональной станции.

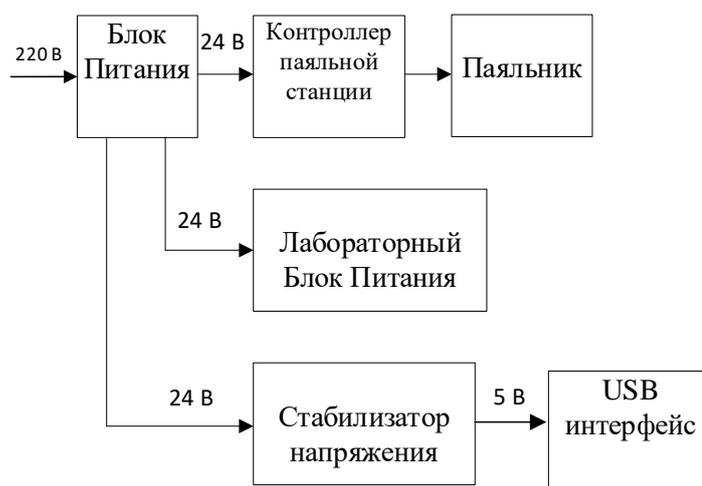


Рис.1 – Обобщенная структурная схема многофункциональной станции

На данной схеме изображен модуль «Блок питания». Работа блока питания основана на принципе импульсного источника питания, применяется он для преобразования переменного напряжения сети 220 В в постоянное напряжение 24 В. [4] К блоку питания подключен модуль паяльной станции, предназначенный для вывода паяльника на нужный режим работы. Основой

работы контроллера является создание ШИМ (широтно-импульсная модуляция) питания паяльника. Обратная связь, реализованная с помощью термопары, и датчик движения паяльника позволяют стабилизировать температуру и продлить срок службы жала паяльника на основе керамического нагревателя на базе жала Hakko T12. Программирование работы паяльника осуществляется с помощью следующих настроек:

P00: восстановить стандартные параметры (0 или 1, значение по умолчанию 0,0 для не восстановления, 1 для восстановления).

P01: коэффициент усиления операционного усилителя (200-350 раз, шаг 1, по умолчанию 230).

P02: напряжение смещения операционного усилителя (0 ~ 250 мВ, шаг 2, значение по умолчанию 100, относится к концевнику, чтобы сохранить рабочее напряжение для комнатной температуры)

P03: данные термопары °С/мВ (30 ~ 50, шаг 1, значение по умолчанию 41, необходимо изменить для нестандартной термопары, требующей корректировки коэффициента преобразования).

P04: шаг регулировки температуры (0,1, 2,5, 10 градусов по желанию, 0 может блокировать температуру паяльника).

P05: время сна (как долго не переключатся в режим сна) (0 ~ 60 минут, шаг 1, 0 - функция сна запрещена).

P06: время выключения (0 ~ 180 минут, 0 ~ 30 шагов 1,30 ~ 180 шагов 10, 0 - функция отключения запрещена).

P07: коррекция температуры (+ 20 градусов, шаг 1) (из-за сопротивления датчика термопары NTC в шасси паяльника, паяльная станция нагревается, что приведет к обнаружению температуры NTC выше комнатной температуры. Это приводит к тому, что в результате высокой температурной компенсации термопары или по другим причинам температура паяльника не является точной. Если установить другие параметры, но при этом температура все еще высокая или низкая, то можно использовать эту функцию для коррекции температуры).

P08: режим пробуждения (0,1, 0 в режиме выключения для запуска может быть повернут энкодер, а также можно встряхнуть ручку паяльника для пробуждения; 1 для пробуждения нужно вращать только энкодер, при этом нажатие на энкодер не приведет к запуску).

P09: режим повышения температуры для увеличения температуры до регулировки (от 20 градусов до 100 градусов производится регулировка, шаг регулировки 10 градусов).

P10: настройка для увеличения продолжительности нагрева (диапазон регулировки 10 секунд до 250 секунд, регулировка шага 5 секунд)

P11: режим настройки параметров. Автоматическое сохранение параметров и функция возврата в режим нагрева настройки для активного времени (диапазон от 4 секунд до 60 секунд).

К основному блоку питания параллельно подключён модуль «лабораторный блок питания». Он предназначен для регулировки постоянного напряжения, стабилизации тока и напряжения нагрузки в пределах 0...24 В, 0...3 А [5]. Последним модулем является блок стабилизатора напряжения. В нём происходит стабилизация напряжения на 5 вольт для подключения к USB интерфейсу внешних устройств [2] для подачи питания.

Таким образом, в данной работе была разработана многофункциональная паяльная станция с встроенным регулируемым источником питания.

Литература

1. Сборка паяльной станции на базе жала T12 [Электронный ресурс]. <https://www.kirich.blog/obzory/instrumenty/854-nedorogoy-komplekt-dlya-sborki-payalnoy-stancii-t12.html>
2. Стабилизатор напряжения [Электронный ресурс]. <https://www.ruselectronic.com/stabilizatory-naprjazhjenija/>
3. Паяльные инструменты [Электронный ресурс]. <https://club.dns-shop.ru/blog/t-375-payalnyie-instrumentyi/57856-kak-vyibrat-elektropayalnik/>

4. Разработка структурной схемы [Электронный ресурс]. <https://tbsm.bstu.by/wp-content/uploads/2021/04/Разработка-структурной-схемы1.pdf>
5. ШИМ–контроллер [Электронный ресурс]. <https://dinlin.ru/blog/pomoshch-masteram/chtotakoe-shim-kontroller-kak-on-ustroen-i-rabotaet-analogi-shim-kontrollera-1>

Евсиков В.К.

Научный руководитель: к.т.н., доцент, доцент кафедры РТ Д.Н. Романов
Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный
университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
vlad.evsikov2000@mail.ru

Разработка портативной метеостанции

В современном мире точное прогнозирование погоды играет важную роль в повседневной жизни, и портативные метеостанции становятся все более популярными среди энтузиастов и любителей метеорологии. Создание собственной портативной метеостанции на базе Arduino предоставляет возможность получать актуальные метеорологические данные в реальном времени, а также изучать процессы изменения погоды.

Arduino Nano - это компактная и удобная плата, которая отлично подходит для создания небольших и энергоэффективных устройств. Она обладает достаточной производительностью и функциональностью, чтобы обрабатывать данные от различных датчиков, управлять дисплеями и выполнять другие задачи. Arduino Nano также обеспечивает широкие возможности для расширения и настройки, позволяя добавлять новые модули, датчики и функциональность по мере необходимости. Это делает ее идеальным выбором для разработки портативных устройств, а также для обучения и прототипирования различных электронных проектов.

Данная метеостанция предназначена для измерения и отображения основных показателей погоды, таких как температура, влажность, время, атмосферное давление, высота над уровнем моря и скорость ветра.

Для измерения температуры и влажности используется датчик DHT11. Этот датчик позволяет точно измерить температуру и влажность в окружающей среде. Результаты измерений отображаются на одном из двух LCD1602 дисплеев, которые встроены в метеостанцию. Это позволяет пользователю быстро и удобно получить информацию о текущих погодных условиях. Датчик BMP180 используется для измерения атмосферного давления и высоты над уровнем моря. Эти данные также могут быть отображены на дисплее, предоставляя полезную информацию о текущих погодных условиях. Модуль времени DS1302 используется для отслеживания года, числа и времени. Дополнительно, метеостанция оснащена датчиком HW-201, который позволяет измерять скорость ветра, считывая показания с оборотов вентилятора и выводить результаты на второй дисплей LCD1602. Это позволяет пользователям получать информацию о погодных условиях, связанных с ветром, и принимать соответствующие меры.

Портативная метеостанция на базе Arduino Nano является удобным и ценным инструментом для любителей метеорологии. Она обеспечивает точные измерения и отображение данных о погоде, позволяя своим пользователям быть в курсе текущих погодных условий и принимать информированные решения.

Литература

1. Шабанин, Е. А. Arduino Nano. Руководство для начинающих / Е. А. Шабанин. - СПб.: БХВ-Петербург, 2019.
2. Джонсон, Н. Датчики и датчик циркуитеры. Энциклопедия / Н. Джонсон. - М.: Солон-Пресс, 2016.
3. Чжоу, Ч. Разработка проектов с использованием Arduino и Raspberry Pi / Ч. Чжоу. - СПб.: Питер, 2017.
4. Матвеев, Ю. А. Arduino и датчики / Ю. А. Матвеев. - Киев: БХВ-Киев, 2018.
5. Либензон, В. А. Arduino для начинающих / В. А. Либензон. - М.: ДМК Пресс, 2017.
6. Анисимов, В. Ф. Программирование и разработка приложений для Arduino / В. Ф. Анисимов. - СПб.: Питер, 2016. - С.17-21.

Зуев А.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры РТ К.К. Храмов
 Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного
 образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный
 университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
 arseniy.zuev.2004@mail.ru

Радиомаяк КВ диапазона

Предлагаемое устройство предназначено для дистанционного контроля и получения информации о состоянии охраняемого объекта в автоматическом режиме. Радиомаяк работает в диапазоне коротких волн.

Структурная схема радиомаяка представлена на рис. 1.

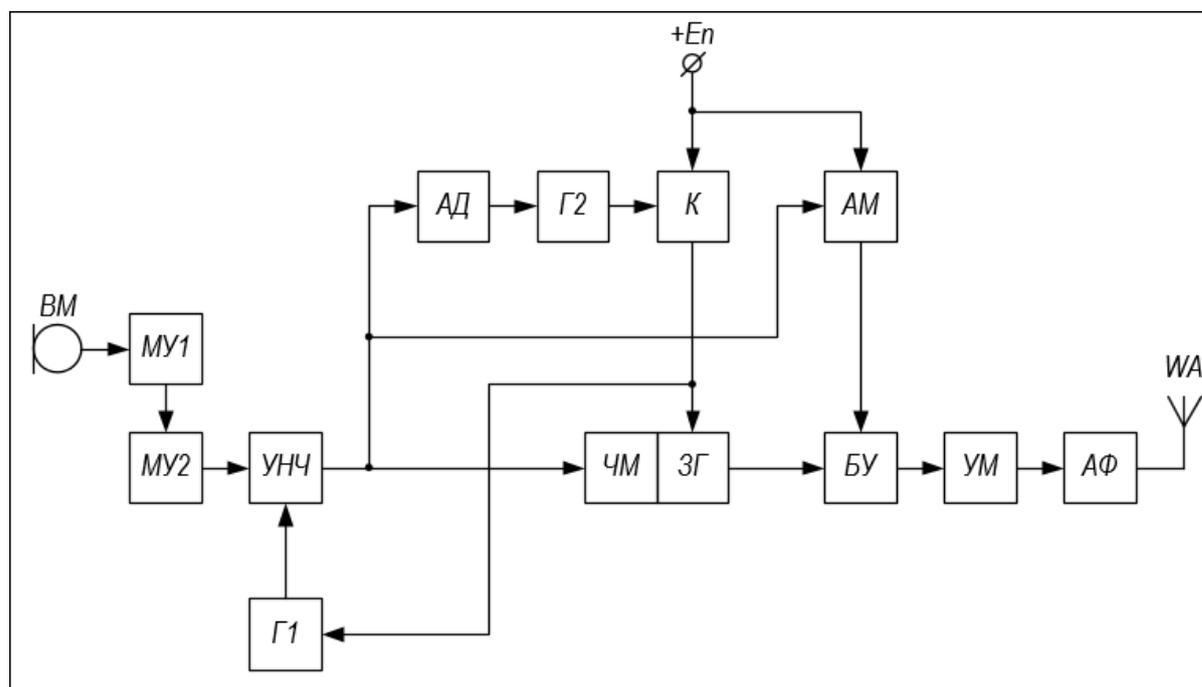


Рис. 1- Структурная схема радиомаяка КВ диапазона

Звуковой сигнал с выхода микрофона ВМ последовательно усиливается микрофонными усилителями МУ1 и МУ2, а затем подается на усилитель низкой частоты (УНЧ). Каскады МУ1 и МУ2 усиливают слабый сигнал с микрофона и сжимают динамический диапазон низкочастотного сигнала[1].

УНЧ используется для повышения чувствительность передатчика. В нем реализована система автоматической регулировки усиления (АРУ). Сигнал с УНЧ попадает на амплитудный детектор (АД), который выделяет низкочастотную составляющую, и частотный модулятор (ЧМ). После АД сигнал поступает на ждущий мультивибратор (Г2), который регулирует работу коммутатора (К).

АД, Г2 и К представляют собой систему VOX. Система VOX (Voice Operated eXchange) - это система автоматического включения и выключения радиопередатчика в зависимости от наличия голосового сигнала. эта система регулирует работу задающего генератора (ЗГ), который совмещён с ЧМ. ЗГ - это устройство, которое генерирует высокочастотные колебания и модулирует их информационным сигналом для дальнейшей передачи [2]. Он является источником стабильного сигнала, который определяет частоту радиопередачи. Также между К и ЗГ подключается второй ждущий мультивибратор (Г1), который управляет усилением УНЧ. Он представляет из себя систему автоматической регулировки усилением (АРУ). Эта система

ослабляет сильный сигнал и усиливает слабый для поддержания постоянного уровня усиления, компенсируя колебания мощности расстояние до приёмника и другие факторы

Затем сигнал усиливается буферным усилителем (БУ). Кроме усиления, БУ служит для развязки (отделение цепей питания от общего источника питания) и согласования последующими каскадами. Помимо ЗГ, к БУ подключается амплитудный модулятор (АМ). АМ является компонентом радиопередатчика, который модулирует (увеличивает или уменьшает амплитуду) несущую волну по амплитуде в соответствии с входным аудиосигналом.

Исходя из выше сказанного в радиомаяке есть ЧМ и АМ, которые могут быть использованы одновременно или поочерёдно. После первичного усиления БУ, сигнал поступает на каскад усилителя мощности (УМ). Его задача - усилить входной сигнал до уровня, достаточного для передачи на необходимое расстояние. Затем сигнал поступает на антенный фильтр, который предназначен для подавления помех и улучшения качества сигнала.

Ожидается, что технические данные будут следующими [3]:

- Выходная мощность передатчика: 300-800 мВт;
- Дальность действия на открытой местности (при взаимодействии с переносным вариантом приемника): 3-7 км;
- Напряжение питания: от 6,5 до 10 В;
- Ток потребления в дежурном режиме: 12-20 мА;
- Ток потребления в режиме передачи: 100-400 мА;
- Стабилизация частоты кварцевая в диапазоне: 26-28 МГц;
- Модуляция: ЧМ, АМ;
- Диапазон температуры окружающей среды: -20 +40 °С;

Литература

1. Электронная библиотека книг [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://z-lib.io/book/16440198>
2. Электронная библиотека книг [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://vk.com/away.php?utf=1&to=https%3A%2F%2Fz-lib.io%2Fbook%2F14218392>
3. Портал для радиолюбителей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.radioman-portal.ru/magazin/radiohobbi/magazin.php?ye=2000&mo=6>

Исаков И.А.

Научный руководитель: д.т.н. доцент кафедры РТ Е.В. Федосеева
Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
igor.isalov.256w@yandex.ru

Радиофотонный тракт многодиапазонной СВЧ радиометрической системы

Радиометрическая СВЧ система – это комплекс, предназначенный для дистанционного зондирования атмосферы. С ее помощью можно отслеживать изменения состояния атмосферы путем измерения мощности собственного радиозумового излучения атмосферы.

В данной работе произведен выбор, обоснование и расчёт волоконно-оптической линии передачи сигналов от приемных модулей СВЧ радиометрической системы дистанционного зондирования атмосферы, расположенного непосредственно у антенны к блоку обработки данных измерений.

Данная антенна, входящая в состав радиометрической системы находится на крыше корпуса института №2, расположенного по адресу г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23.

Задача, обеспечить передачу полученного от системы слабого, шумового сигнала к блоку обработки измерений, расположенному в здании. При этом линия передачи не должна вносить дополнительных затуханий и шумов в сигнал.

Разработанный радиофотонный тракт СВЧ радиометрической системы содержит одиннадцать каналов передачи данных по числу каналов измерений системы. Первой решалась задача определения типа исполнения линии передачи, а также анализировалась возможность объединения передачи всех сигналов в одном оптическом канале (мультиплексирование) на входе и разделение каналов на выходе (демультиплексирование).

Проведенный анализ способов организации передачи сигналов одиннадцати каналов СВЧ радиометрической системы показал, что наиболее предпочтительным является вариант построения радиофотонного тракта с мультиплексором и демультиплексором на входе и выходе соответственно. Этот вариант построения радиофотонного тракта СВЧ радиометрической системы обеспечивает передачу данных по одному кабелю, в отличие от способа с использованием отдельной линии для сигналов каждого канала, в результате чего появляется необходимость создания системы из одиннадцати кабелей.

Были выбраны устройства мультиплексирования и демультиплексирования, которые должны были удовлетворять следующим требованиям:

- осуществлять работу с одиннадцатью, или большим числом каналов;
- иметь невысокую стоимость;
- обеспечивать внесение минимумов шумов и искажений в сигнал при своей работе.

Кроме устройств мультиплексирования и демультиплексирования выбраны устройства модуляции и демодуляции, так как на входе и выходе линии передачи имеет место радиосигнал, а передача осуществляется по оптическому каналу. Было выбрано оптоволокно, исходя из условия обладания необходимым запасом прочности, внесения минимальных помех в сигнал и обеспечения наименьшего затухания сигнала.

Таким образом, были решены задачи включения оптической линии передачи в многоканальную СВЧ радиометрическую систему, что обеспечит снижение коэффициента шума системы в целом и повысит ее помехоустойчивость.

Комаров И.С.
Научный руководитель – зам. директора Орлов П.А.
ГАПОУ ВО «Муромская государственная инженерно-техническая академия»
602264, Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д. 16
komarov.iliuschka@yandex.ru

Разработка портативного небулайзера

Небулайзер — это устройство, которое используется для проведения ингаляционной терапии. Портативный небулайзер имеет компактный размер и легкий вес, что позволяет его легко переносить и использовать в любом месте. Он работает от батареек или от сети, что делает его удобным для использования в любых условиях.

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что в настоящее время все больше людей страдают от заболеваний дыхательных путей. Ингаляционная терапия является одним из наиболее эффективных методов лечения таких заболеваний.

Целью данной работы является разработка портативного небулайзера с требуемыми характеристиками и низкой стоимостью.

Функциональность переносного небулайзера включает в себя:

- мобильность (необходимо сделать его возможным работать как от сети, так и на батарейках).
- простота (необходимо сделать его интуитивно понятным в плане управления для того, чтобы его могли использовать как дети, так и пожилые люди).
- регулируемые параметры (необходимо сделать многофункциональным, чтобы регулировать дозировку, поток воздуха, зарядку и количество лекарства, возможность работы как в ручном режиме, так и полностью в автоматическом).

После определения исходных данных были изучены небулайзеры с похожими характеристиками, определен состав и выбрана элементная база. Небулайзер состоит из емкости для лекарства, маски, трубки и блока управления.

Блок управления разрабатываемого небулайзера состоит из кулера, пьезоизлучателя, аккумулятора, платы контроля заряда и платформы Arduino Nano.

Кулер в небулайзере обычно состоит из пластика или металла. Он, может быть, разных форм и размеров, в зависимости от модели небулайзера. Что касается возможности печати кулера, то это зависит от типа небулайзера и материала, из которого он изготовлен.

Пьезоизлучатель в небулайзерах используется для преобразования электрической энергии в механическую и наоборот. Он работает на основе пьезоэлектрического эффекта, при котором электрический заряд, приложенный к кристаллу, вызывает его деформацию, что в свою очередь приводит к возникновению механических колебаний.

В небулайзерах батарейки или аккумулятор используются для питания устройства. Они обеспечивают энергию, необходимую для работы небулайзера, включая создание аэрозоля и направление потока холодного пара. Некоторые модели небулайзеров работают от батареек, которые можно легко заменить, когда они разрядятся. Это делает их удобными для использования в дороге или в местах, где нет доступа к электричеству. Другие модели небулайзеров работают от аккумулятора, который можно заряжать от сети. Это позволяет использовать устройство в течение длительного времени без необходимости замены батареек.

В целом, использование Arduino Nano, в небулайзерах обеспечивает гибкость, программную настройку и контроль работы устройства, позволяя создавать более персонализированные и эффективные процедуры ингаляции.

Исследование позволило сделать вывод о том, что портативный небулайзер играет значительную роль в уходе за пациентами с заболеваниями дыхательной системы, обеспечивая им возможность получать необходимое лечение в любое время и в любом месте. Однако, в настоящее время существуют все возможности для самостоятельной разработки и изготовления данного медицинского прибора с характеристиками, не уступающими аналогам, и с доступной себестоимостью.

Литература

1. Белоцерковская Ю.Г. возможности клинического применения современных небулайзеров // МС. 2020. №17. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-klinicheskogo-primeneniya-sovremennyh-nebulayzerov> (дата обращения: 01.02.2024).
2. Лободинов В.С., Пан С.Р., Пугачев И.В., Трофименко В.Н., Тузко Я.Н. Применение arduino в учебном процессе // Молодой исследователь Дона. 2019. №1 (16). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-arduino-v-uchebnom-protsesse> (дата обращения: 01.02.2024)

Разработка учебного стенда «Исследование системы автоматического управления усилением на аналоговых перемножителях сигналов»

Автоматическая регулировка усиления (АРУ) – это процесс поддержания постоянного уровня выходного сигнала приёмника, независимо от изменений амплитуды или мощности входного сигнала. АРУ компенсирует изменения напряжения входного сигнала путем автоматической регулировки коэффициента усиления приёмника. Эти изменения могут быть вызваны различиями в мощности передаваемых сигналов, физическими условиями распространения сигнала, а также движением передатчика и приёмника.

Распространёнными элементами для построения системы АРУ являются транзисторы, однако их недостатком является нелинейная амплитудная характеристика.

Линейной регулировочной характеристикой обладают аналоговые перемножители сигналов. Реализованная с их помощью система АРУ регулирует сигнал, подаваемый пользователем, таким образом, чтобы он перемножался с постоянным напряжением, приходящим от генератора, благодаря чему амплитуда этого сигнала на выходе схемы перемножителя изменяется, в зависимости от необходимых условий эксплуатации.

Для исследования системы АРУ на перемножителях использовалась среда Microcap, с помощью которой были получены её амплитудные характеристики.

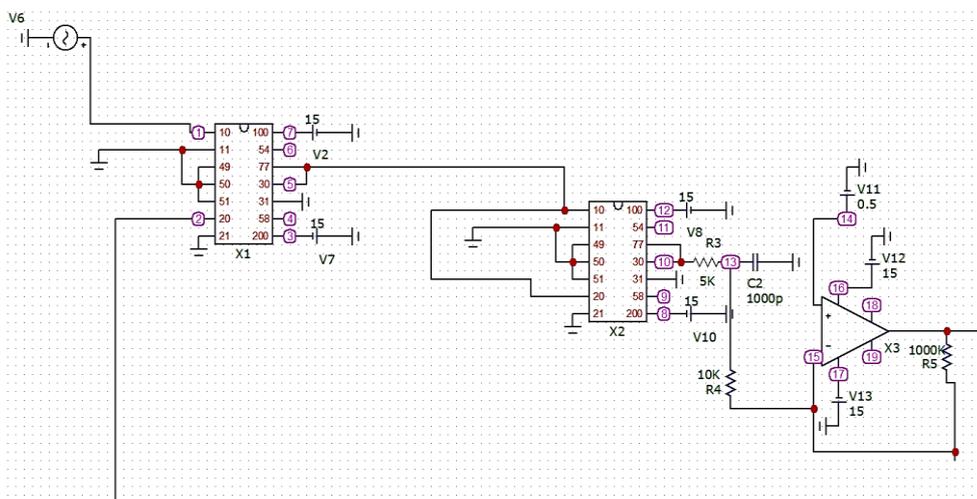


Рис. 1 – Схема исследуемой системы АРУ на перемножителях в среде Microcap

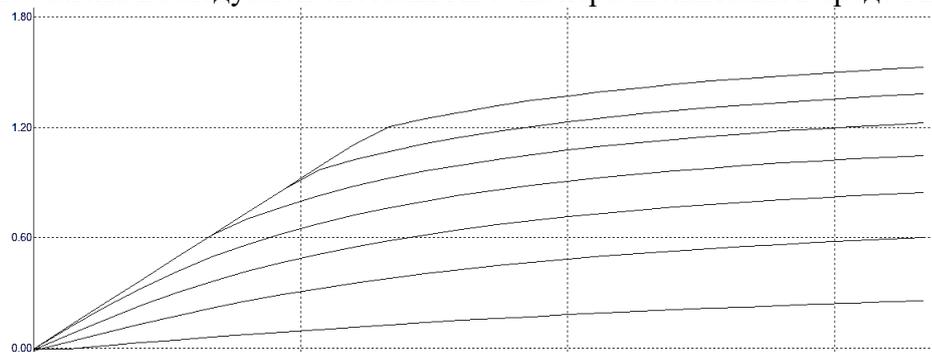


Рис. 2 – Амплитудные характеристики системы АРУ на перемножителях

Как видно из представленных графиков, АХ системы, построенной на перемножителях, стремится к идеальной. Благодаря тому, что АХ системы на перемножителях стремится к идеальной, данная система будет подходить для использования в широком диапазоне частот и иметь высокую линейность передачи, что способствует быстрой передаче информации без искажений, потерь или ошибок.

Предполагаемая схема лабораторного стенда системы АРУ на перемножителях представлена на рисунке 3.

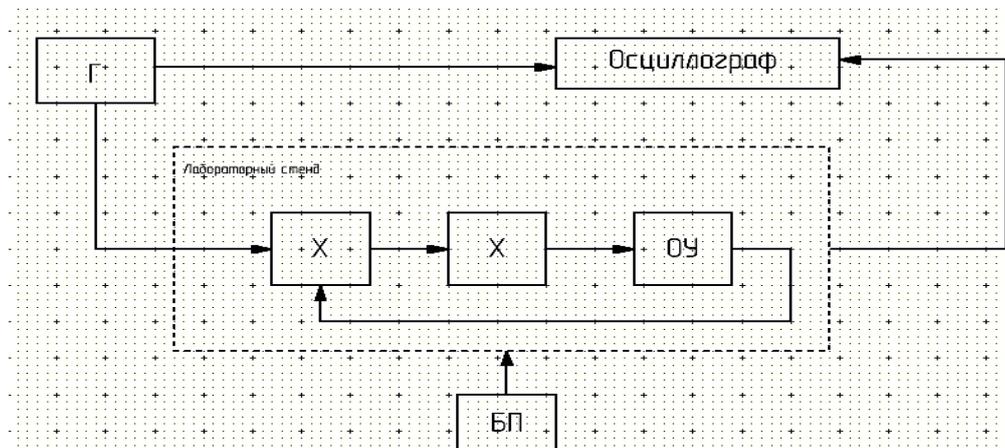


Рис. 3 - Структурная схема лабораторного стенда для изучения системы АРУ на перемножителях

Здесь Г-генератор, X – аналоговый перемножитель, ОУ– операционный усилитель, БП – блок питания.

Данный лабораторный стенд работает следующим образом:

Сигнал с генератора подаётся на вход системы АРУ, выполненной на аналоговых перемножителях, которая, используя, обратную связь для автоматического корректирования усиления сигнала, отклоняет часть этого усиленного сигнала обратно к управляющему входу, где происходит сравнение с оригинальным сигналом. На основе этого сравнения схема регулирует усиление так, чтобы оно соответствовало заданному уровню или другим критериям. Затем, усиленный сигнал подаётся на осциллограф для визуализации его параметров. Блок питания, используемый в этой схеме, обеспечивает необходимое питание для всех её компонентов.

Таким образом, разрабатываемый стенд позволит студентам исследовать возможности автоматической регулировки усиления сигнала в реальном времени, измерить амплитудные характеристики системы АРУ, а также получить частотные и временные характеристики системы АРУ.

Литература

1. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Практикум для студентов образовательных программ «Радиотехника» и «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Ч.1 / В.В Ромашов, Л.В. Ромашова [Электронный ресурс]. // Муром: МИ (филиал) ВлГУ, 2015 - С.32.
2. Красько А.С. Схемотехника аналоговых электронных устройств Томск : ТУСУР, 2006, 180 с., УМО - <http://ibooks.ru/reading.php?productid=27909>
3. Опадчий, Ю.Ф. Аналоговая и цифровая электроника (полный курс): учебник / Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров; под ред. О.П. Глудкина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 768 с.

Лагунов И.Р.

Научный руководитель: к.т.н., доцент К.К. Храмов

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
Pavina175@gmail.com

Проблемы исследования параметров крупноапертурных антенн

Исследование параметров антенн и антенных решёток (АР) при их проектировании, введении в эксплуатацию является неотъемлемой частью работы конструкторов и инженеров. Проблема при изучении параметров конкретной антенны заключается в трудоёмкости проводимых как математических вычислений, так и полевых измерений. Сегодня для облегчения и оптимизации их работы широкое применение получили различные аппаратно-программные средства.

Основные параметры антенн, такие как диаграмма направленности, коэффициент усиления, коэффициент эллиптичности и другие, определяются в дальней зоне, так как зачастую именно в дальней зоне проводится основная работа излучателя [1].

Диаграмма направленности (ДН) одна из важнейших характеристик антенны, описывающая угловую зависимость поля антенны в дальней зоне. Различают ДН на отдельных поляризациях (горизонтальной и вертикальной) и диаграмму направленности по мощности, представляющую собой сумму квадратов модулей вертикальной и горизонтальной поляризации.

Стоит учитывать, что при переходе к трёхмерным моделям, более сложным формам излучателей и АР сложность проводимых вычислений существенно увеличивается. Вместе с тем увеличивается и время, затрачиваемое на проектирование и ввод в эксплуатацию изделия.

Ещё одним немаловажным параметром при работе с антеннами служит поляризация. Поляризация характеризует направленность вектора электрической составляющей электромагнитной волны в пространстве. Принято выделять вертикальную, горизонтальную и круговую поляризации [2]. От типа поляризации зависит помехоустойчивость, эффективная дальность работы антенны, интенсивность отражения электромагнитных волн (ЭМВ) от объектов. Также необходимо учитывать вращение плоскости поляризации при прохождении ЭМВ через ионосферу. Всё это отражает лишь малую часть параметров, которые необходимо учитывать при проектировании, введении в эксплуатацию как одиночных антенн, так и АР.

В настоящее время все более широкое применение находят пакеты прикладных программ и специализированная аппаратура для экспериментального исследования, так как они существенно упрощают процесс разработки и сопровождения антенн в течении срока их работы. Так ещё полвека назад для моделирования ДН антенны потребовались бы часы расчётов, а для проверки её параметров у образца в полевых условиях облётным методом потребовалось бы использовать самолёт. В настоящее время специализированные пакеты программ способны за минуты создать трёхмерную проекцию ДН исследуемой антенны, а использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) существенно снизить затраты и повысить точность полевых измерений [3].

Так в формате задач проектирования и оптимизации параметров АР особый интерес представляет инструментарий пакета прикладных программ для решения задач технических вычислений Matlab. Данный программный комплекс имеет множество встроенных функций и инструментов визуализации, участвующих в процессах проектирования. В частности, инструментарий Matlab содержит функции обработки сигналов, изображений и оптимизации, необходимый в разработке АР и визуализации её ДН. Эти инструменты сгруппированы в специализированные библиотеки, такие как Phased Array System Toolbox, отвечающую за моделирование и анализ систем обработки сигналов, и Antenna Toolbox, позволяющую создавать автономные антенны и строить линейные и прямоугольные массивы антенн с использованием широкого перечня заданных элементов с параметризованной геометрией.

Отдельного внимания заслуживают связанные с ними пакеты программного обеспечения (ПО) Simulink и Embedded Coder. Simulink предоставляет возможность решения всего спектра задач от разработки концепции модели до тестирования, проверки, создания кода и реализации в устройстве. Embedded Coder генерирует легко воспринимаемый, компактный и высокоскоростной C и C++ код для программирования встраиваемых процессоров, отладочных плат и микропроцессоров, используемых для серийного выпуска [4-6].

В докладе на примере пакета программ Matlab продемонстрировано, что применение специализированного ПО позволяет достаточно просто проводить анализ параметров и характеристик антенных решёток. Кроме того, синтез решёток, в первом приближении, может быть осуществлён с использованием средств обработки сигналов в случае одномерной решётки, а также инструментов обработки изображений в случае двумерных решёток без учёта взаимной связи между элементами.

Доклад на конференции демонстрирует результаты исследования (моделирования) параметров крупноапертурных антенн в программе Matlab с использованием различных библиотек и приводит их сравнительные характеристики.

Литература

1. П.В. Миляев, Современные методы и средства измерения радиотехнических характеристик антенн / П.В. Миляев, Ю.Н. Калинин, Д.И. Савченко // НПП «ТРИМ» СШП Измерительные системы». – Санкт-Петербург: «Альманах современной метрологии», № 2 (18) 2019, с.133-157.
2. Кубанов В.П., Ружников В.А., Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М. Основы теории антенн и распространения радиоволн: Учебное пособие / Под ред. В.П. Кубанова. – С.: ИНУЛ-ПГУТИ, 2016. – 258 с.: ил.
3. Просвиркин, И.А. Облетный метод измерения диаграмм направленности антенн в дальней зоне / В.И. Классен, Б.А. Левитан, И.А. Просвиркин, С.А. Топчиев // Материалы докладов Международной конференции «Инжиниринг & Телекоммуникации - En&T 2014», 26-28 ноября 2014г., Москва/Долгопрудный МФТИ, – 2014.
4. Дьяконов В.П. Matlab 6.5 SP1/7.0 + Simulink 5/6. Основы применения. М.: Солон-Пресс, 2015. – 800 с.
5. Типикин А.А. Моделирование антенных устройств в Matlab с использованием пакета расширения Antenna Toolbox. М.: СОЛОН-Пресс, 2018. – 116 с.
6. Сайт компании Mathworks. [Электронный ресурс] URL: <https://www.mathworks.com/help/comm/ref/arrayconfig.html>.

Ломтев О.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент, доцент кафедры РТ Романов Д.Н.
Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
kh@mivlgu.ru

Система обнаружения утечек смазочно-охлаждающей жидкости на основе цифровой обработки изображений

Технология цифровой обработки изображений позволяет автоматизировать процесс обнаружения утечек без необходимости постоянного контроля со стороны операторов. Это значительно упрощает и ускоряет процесс обнаружения и реагирования на утечки. Внедрение технологии обнаружения утечек способствует повышению эффективности работы предприятия, уменьшению простоев оборудования и повышению общей производительности за счет надежной работы производственных процессов.

Специализированное программное обеспечение системы обнаружения утечек смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) предназначено для цифровой обработки изображений, поступающих с камер видеонаблюдения, установленных на участке гидроиспытаний трубоэлектросварочного цеха, с целью обнаружения утечки СОЖ из электросварного шва испытываемой трубы на этапах подъема давления и выдержки под давлением. При обнаружении утечки СОЖ оператор участка гидроиспытаний оповещается посредством звуковой и световой сигнализации. Результаты испытаний фиксируются в форме видеопоследовательностей и отдельных изображений, на которых были зафиксированы утечки СОЖ.

В современной промышленности обеспечение безопасности и эффективности производственных процессов является одним из приоритетных задач. Одной из важных составляющих в этом контексте является система обнаружения утечек СОЖ.

Проведенное инженерное обследование и техническое проектирование позволили определить оптимальное размещение технических средств данной системы. Так, на посту операторов участков предусмотрено размещение сервера системы обнаружения утечек (СОУ), источника бесперебойного питания, коммутатора Ethernet, панели управления СОУ, блоков питания ЖК-мониторов и ЖК-мониторов на кронштейне над пультом управления штатной аппаратурой.

В отсеке гидроиспытаний предусмотрено размещение цифровых HD-видеокамер, светодиодных светильников и кабелей Ethernet для подключения видеокамер. На крыше кожуха участка располагаются силовые кабели для питания светодиодных светильников.

Основная цель работы заключается в определении оптимального размещения технических средств системы обнаружения утечек СОЖ, для раннего выявления потенциальных проблем и повышения безопасности производственных процессов. В ходе исследования проведена оценка эффективности предложенных технических решений с целью оптимизации работы системы обнаружения утечек СОЖ.

Митрофанова П.С.

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.В. Ромашов

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

appolinariya.mitrofanova@mail.ru

Исследование фазовых шумов синтезаторов частот

Гибридные синтезаторы частот на основе прямого цифрового и косвенного методов синтеза в настоящее время широко используются в качестве формирователей сигналов в современных радиосистемах [1].

В данной работе необходимо провести исследование спектральной плотности мощности фазовых шумов (произвести расчет шумовых характеристик) для различных схем построения синтезаторов и выбор лучшего из них.

Для разработки структурной схемы синтезатора частот использована специальная программа, которая производит расчет шумовых характеристик. Программа предоставляет выбор ряда микросхем цифровых вычислительных синтезаторов частот ЦВС и ФАПЧ.

На рис. 1 приведены шумовые характеристики для различных вариантов построения синтезаторов: 1-3 – косвенный метод синтеза, 4 - ЦВС в гибридном синтезаторе частот (ГСЧ) в цепи обратной связи ФАПЧ, 5,6 – ЦВС в гибридном синтезаторе частот в качестве генератора подставки. Как видно, наименьшим уровнем СПМ фазовых шумов обладают схемы, в которых ЦВС используется в качестве генератора подставки.

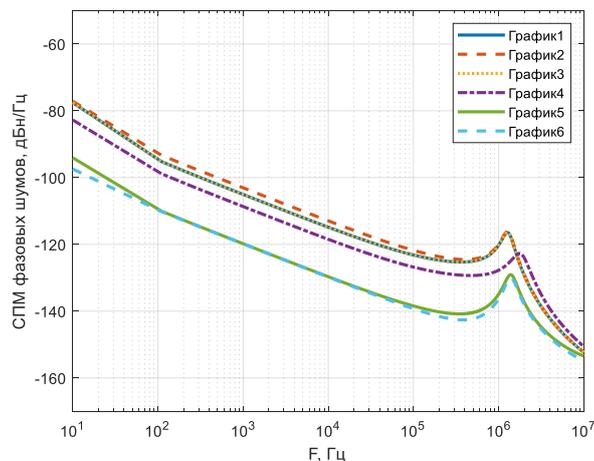


Рис. 1 - СПМ фазовых шумов вариантов синтезаторов

Структурная схема гибридного синтезатора с ЦВС в качестве генератора подставки приведена на рис. 2.

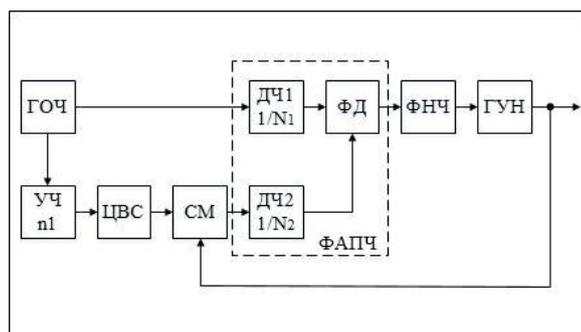


Рис. 2 - Структурная схема ГСЧ с ЦВС в качестве генератора подставки

Данный синтезатор представляет собой систему ФАПЧ со смесителем СМ в цепи обратной связи, на который подается частота смещения (подставки) с ЦВС. Схема состоит из генератора опорной частоты ГОЧ, частота которого 200 МГц, как наиболее удобная для дальнейших преобразований. В качестве ГОЧ предполагается использовать кварцевый генератор, который обладает высокой стабильностью. Для определения параметров остальных элементов схемы будет использована та же программа, что и для определения фазовых шумов.

На рис. 3 представлены результаты моделирования вкладов звеньев ГСЧ с ЦВС в качестве опорного генератора ФАПЧ в результирующий уровень СПМ фазовых шумов при следующих параметрах: максимальная частота фазового детектора $f_{\max} = 100$ МГц, выходная частота ГОЧ $f_{\text{ГОЧ}} = 200$ МГц, выходная частота ГУНа $f_{\text{ГУН}} = 2950$ МГц, шаг частоты $\Delta f = 10$ кГц [2].

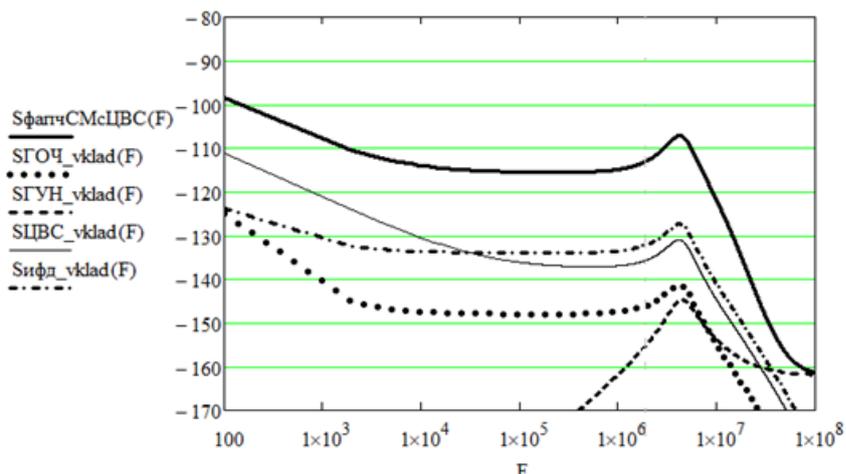


Рис. 3 - Вклад звеньев в результирующую СПМ ФШ ГСЧ с ЦВС в качестве генератора подставки

Как видно из рисунка, наибольший вклад вносит ЦВС. Самый наименьший вклад на частоте 1000 Гц вносит ГОЧ.

Литература

1. Рыжков А.В., Попов В.Н. Синтезаторы частот в технике радиосвязи.- М.: Радио и связь, 1991. - 264 с.
2. Ромашов В.В., Ромашова Л.В. Методика расчета коэффициентов аппроксимации спектральной плотности мощности фазовых шумов цифровых вычислительных синтезаторов // Радиотехнические и телекоммуникационные системы, 2012, №1. С. 23-26.
3. Ромашов, В.В. Гибридный синтезатор частот с улучшенными спектральными характеристиками / В.В. Ромашов, Л.В. Ромашова, К.К. Храмов, К.А. Якименко // Патент на полезную модель №172814; заявл. 24.04.2017; опубл. 25.07.2017; Бюл. № 21.

Петрова Е.А.

Научный руководитель: д.т.н. доцент Федосеева Е.В.

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

ear061978@mail.ru

Исследование влияния рассогласования на характеристики СВЧ усилителей

В настоящее время активно развивается электронная техника, работающая в диапазоне СВЧ. В частности, широкое применение в радиопередаточных, радиоприемных и других электронных устройствах находят малошумящие усилители СВЧ сигналов. К малошумящим усилителям СВЧ предъявляется комплекс достаточно жестких требований. Они должны обладать:

- очень малым коэффициентом шума;
- высоким коэффициентом усиления;
- широким динамическим диапазоном;
- равномерной АЧХ и линейной ФЧХ в широкой полосе частот.

В данной работе проанализированы параметры усилителей СВЧ, реализованных на аналоговых микросхемах. Рассмотрены их основные характеристики и проведены лабораторные измерения таких параметров, как динамический диапазон, АЧХ, ФЧХ, КСВ, фазовые шумы, S-параметры, в том числе при внесении рассогласования во входные цепи усилителей.

Одно из исследованных устройств - усилитель на микросхеме ADL5536, производства компании ANALOG DEVICES, представляет собой универсальный усилитель с широким динамическим диапазоном и низким уровнем шума. Полоса рабочих частот от 20 МГц до 1 ГГц.

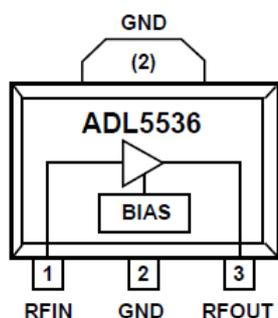


Рис. 1 – Функциональная блок-схема ADL5536 микросхемы ADL5536

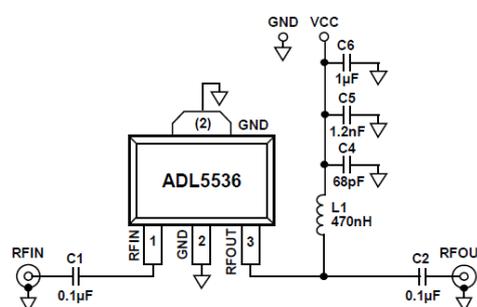


Рис. 2 – Схема стандартного подключения в схему электрическую принципиальную

Блок ADL5536 имеет плоскую характеристику усиления во всей полосе рабочих частот и обеспечивает усиление 20 дБм. Коэффициент шума составляет всего 2,7 дБ, а точка интермодуляции третьего порядка по выходу OIP3 достигает значения 49,0 дБм на частоте 380 МГц.

Вход и выход усилителя имеет встроенное согласующее сопротивление 50 Ом, что позволяет исключить внешние согласующие элементы. Для работы в схеме требуются всего несколько конденсаторов и дроссель в цепи питания.

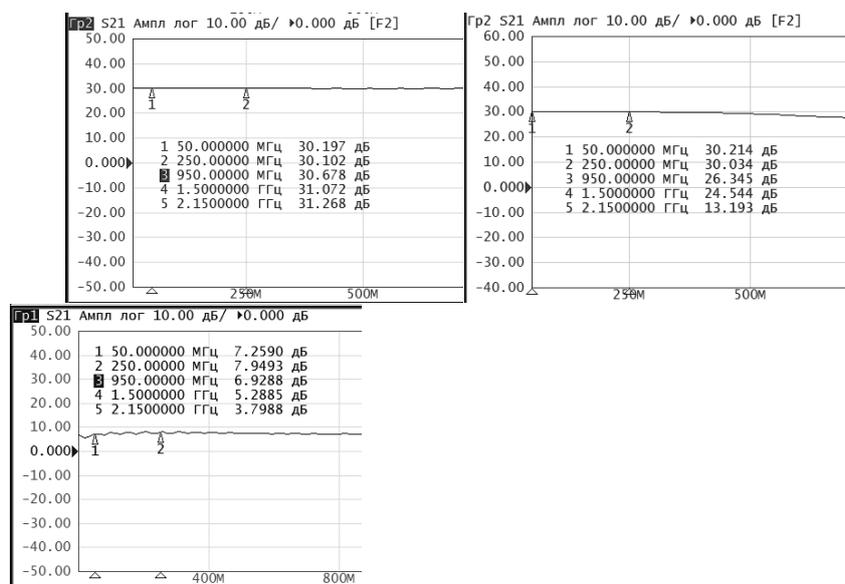
Цель исследования – изучение изменения характеристик усилителей при внесении рассогласования во входные и выходные цепи.

В теории СВЧ-цепей для оценки характеристик устройств применяют S – параметры, измеряемые векторными анализаторами цепей. В данном исследовании был использован векторный анализатор цепей OBZOR 304/1.

Анализировалось изменение S – параметров: S_{11}/S_{22} , характеризующих коэффициент отражения волны от входа/выхода СВЧ устройства, и S_{21}/S_{12} - коэффициента передачи.

Выполненное исследование S – параметров усилителей, при согласовании на входе и выходе, выявило отклонение полученных значений параметров от их паспортных величин, что может быть объяснено дополнительным влиянием устройств подключения усилителей к векторному анализатору и возможным разбросом параметров самих усилителей.

Также, исследовалось влияние внесения рассогласования в схему усилителя, путем подключения во входные и выходные цепи конденсаторов (дополнительного реактивного сопротивления) и резистора, сопротивление которого 75 Ом (активное сопротивление).



а) б) в)

Рис. 3 – Параметр S21 по амплитуде усилителя на мкcx ADL5536 :

- а) при отсутствии рассогласования; б) с внесенным реактивным сопротивлением;
- в) с внесенным активным сопротивлением

Результаты измерений показали, что при внесении рассогласования с помощью реактивного сопротивления, параметр S21 ухудшает свои значения при увеличении частоты, начиная примерно с 900 МГц, а при внесении активного сопротивления происходит существенное ухудшение параметров.

Для анализа влияния рассогласования использовалась диаграмма Вольперта – Смита. Применение нормированных сопротивлений позволяет применять диаграмму для измерения полных сопротивлений, включенных в линии передачи с любым волновым сопротивлением. На рисунке 4 показан вид диаграммы полных сопротивлений при отсутствии и наличии рассогласования во входных цепях усилителей СВЧ.

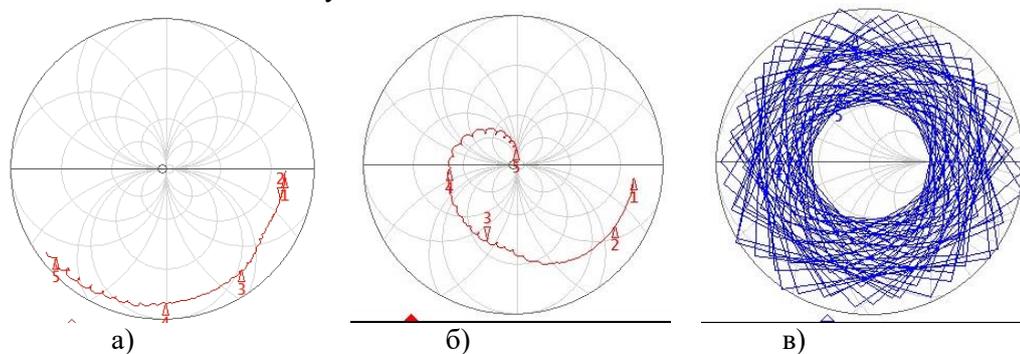


Рис. 4 – Круговая диаграмма Вольперта-Смита усилителя на мкcx ADL5536:
 а) при отсутствии рассогласования; б) с внесенным реактивным сопротивлением;
 в) с внесенным активным сопротивлением

Результаты исследований показали, что согласование СВЧ усилителей по входу и выходу сильно влияет на их параметры. Наличие рассогласования приводит к ухудшению параметров усилителей и к изменению их частотных зависимостей.

Литература

1. Техника и полупроводниковая электроника СВЧ: Учебное пособие [Электронное издание] / О.О. Дробахин, С. В. Плаксин, В. Д. Рябчий, Д. Ю. Салтыков. – Севастополь: Вебер, 2013.– 322 с.
2. Схемотехника аналоговых электронных устройств. Версия 1.0[Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / А. И. Громыко, А. Г. Григорьев, В. Д. Скачко. – Электрон. дан. (4 Мб). – Красноярск : ПКСФУ, 2008. – (Схемотехника аналоговых электронных устройств : УМКД№ 46-2007 / рук. творч. коллектива А. И. Громыко).
3. Теория линейных электрических цепей. Четырехполюсники. Электрические фильтры: учеб.-метод. пособие / Н. П. Волков ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель :БелГУТ, 2021. – 129 с.

Сытов К.Д., Стреблянский И.Р.
Научный руководитель к.т.н., доцент кафедры РТ Докторов А.Н.
Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный
университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
arseniirofeev@gmail.com

Сборка и анализ работы супергетеродинного радиоприемника.

Данная работа посвящена сборке простого супергетеродинный радиоприёмника, демонстрирующего принцип работы устройств радиосвязи.

Супергетеродинный радиоприёмник (супергетеродин) — один из типов радиоприёмников, основанный на принципе преобразования принимаемого сигнала в сигнал фиксированной промежуточной частоты (ПЧ) с последующим его усилением.[1]

Принципиальная схема радиоприемника FM Radio Module, исследованного в данной работе, показана на рисунке 1.

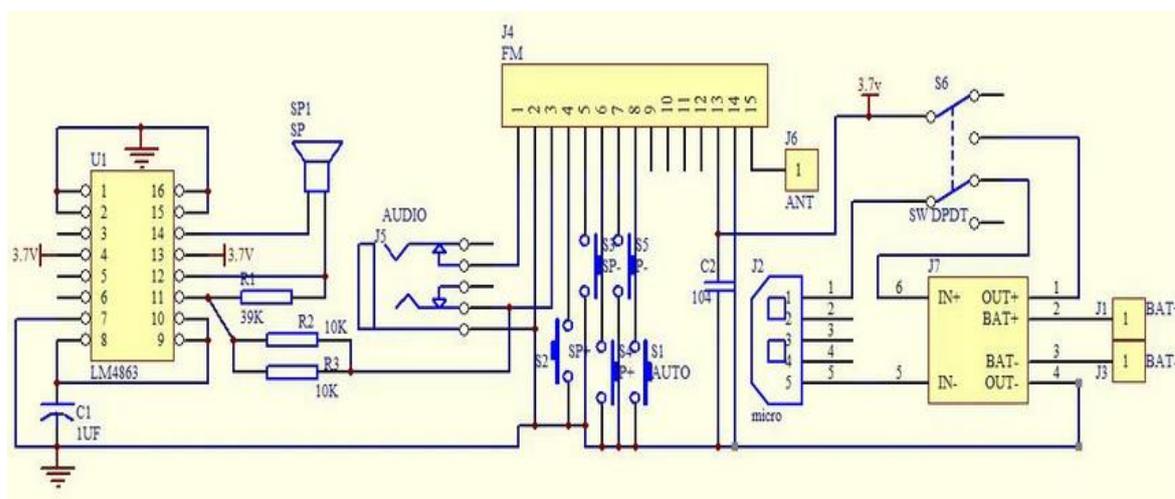


Рис. 1 – Схема радиоприемника FM Radio Module

Радиоприемник FM Radio Module работает следующим образом: сигнал поступает на антенну, после чего передается на вход усилителя высокой частоты, после этого он(сигнал) поступает в смеситель, где происходит смешивания из-за чего появляется определенный спектр комбинационных частот, т.к. сигналы поступающее с антенны имеют разную, зачастую сильно отличающуюся частоту. Одновременно с этим из гетеродина поступают колебания вспомогательной частоты, которые в смесителе перемешиваются с входным сигналом, на выходе смесителя образуется ещё две частоты (суммарная и разностная). Разностная становится промежуточной, и идет на вход фильтра промежуточной частоты.

Внешний вид собранного устройства показан на рисунке 2.



Рис. 2 – Внешний вид устройства

Фильтр промежуточной частоты (ПЧ) настроенный на требуемое значение промежуточной частоты, отфильтровывает сигнал на этой частоте от сигналов на других частотах, возникающих в смесителе [2].

Далее, промежуточный сигнал поступает на усилитель, который в свою очередь усиливает сигнал до нормальной работы детектора. Входной промежуточный сигнал поступая в детектор, в котором происходит демодуляция промежуточного сигнала, на выходе — низкочастотный модулирующий сигнал. В конечном счете, сигнал поступает в усилитель низкой частоты, который преобразует электрические колебания, путем их усиления, до слышимого человеком диапазона частот. После этого сигнал поступает в динамик и преобразуется в звуковые волны.

Сборка данного радиоприёмника прошла успешно. Эта модель отлично работает и подтверждает свои технические характеристики: рабочее напряжение: 3-5 В, рабочая температура: 20-70°C. Рабочие частоты: Частота 1: 108,0 МГц-187,0 МГц Частота 2:108,0 МГц~276,0 МГц.

Литература

1. Супергетеродинный приемник [Электронный ресурс]: https://ru.wikipedia.org/wiki/Супергетеродинный_радиоприёмник
2. Информационная платформа [Электронный ресурс]: <https://www.radartutorial.eu/09.receivers/rx05.ru.html>

Холодов И.Ю., Матюков М.А.

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Е.В. Федосеева
Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный
университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
johncold511@gmail.com

Исследование изменения чувствительности свч радиометрической системы при цифровом накоплении выходных сигналов системы

При СВЧ радиометрическом зондировании выполняется измерение мощности ради шумового сигнала, создаваемого исследуемой областью пространства, величина которого имеет существенно малые значения (при зондировании атмосферы 10^{-14} – 10^{-16} Вт) [1-3]. При СВЧ радиометрических измерениях система должна выделять измеренный шумовой сигнал на фоне собственных шумов, т.е. обладать высокой чувствительностью.

Под порогом чувствительности приборов для измерения интенсивности флуктуационного электромагнитного излучения понимается шумовой сигнал на входе приёмной системы, равный по своей амплитуде на выходе системы среднеквадратическому отклонению флуктуационного сигнала, обусловленного собственными шумами усилительного тракта [4]. В СВЧ радиометрических системах обычно предусмотрена компенсация шумов [5], создаваемых самой системой, поэтому на ее выходе имеет только флуктуационный гауссовский случайный процесс, обусловленный преобразованным входным шумовым сигналом измеряемого собственного излучения исследуемой области пространства.

Пороговая чувствительность радиометрической системы определяется выражением:

$$\Delta T = \frac{T_N}{\sqrt{2\Delta f\tau}}$$

где T_N – шумовая температура радиометрической системы; Δf – полоса пропускания радиометрической системы; τ – постоянная времени системы.

Согласно представленному выражению для чувствительности СВЧ радиометрической системы при увеличении постоянной времени, равной времени накопления выходного низкочастотного фильтра радиометрической системы, пороговое значение входного сигнала, определяющего чувствительность системы, уменьшается. Таким образом возможно реализовать увеличение чувствительности СВЧ радиометрической системы при увеличении времени накопления.

Широкие возможности по реализации такого подхода к повышению чувствительности СВЧ радиометрических систем предоставляет способ цифрового накопления сигналов, реализуемый программным способом после аналого-цифрового преобразования выходного сигнала приемно-усилительного блока системы. Однако при использовании данного метода необходимо решить вопрос о величине времени накопления. При этом задача может быть сформулирована, как нахождение времени накопления, при котором выходной сигнал системы наиболее точно отражает тенденцию изменения метеопараметров пограничного слоя атмосферы.

На рисунке 1 представлены выходные сигналы СВЧ радиометрической системы в период с 01.08.2023 по 21.08.2023 на длине волны 7,5 см на вертикальной поляризации без цифрового накопления и с цифровым накоплением с оптимальным временем накопления.

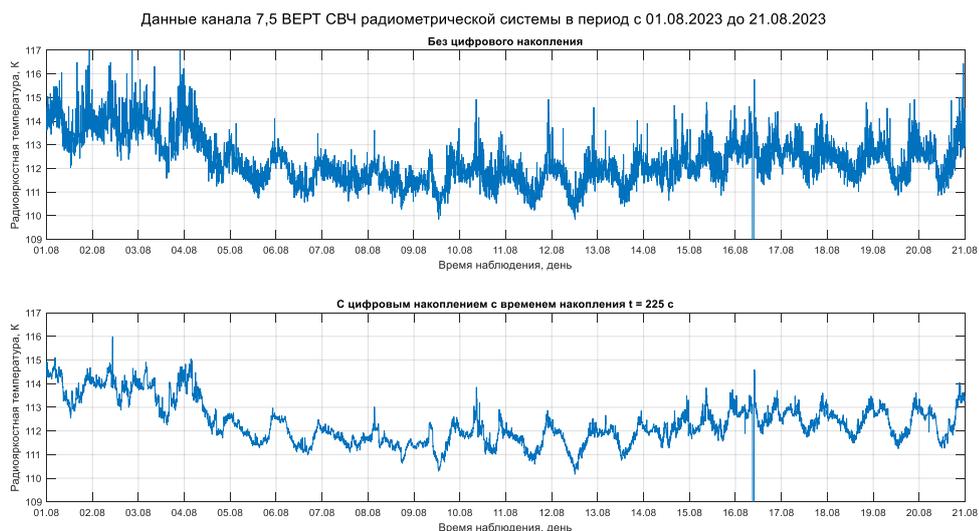


Рис.1 - Временные зависимости выходного сигнала СВЧ радиометрической системы в период с 01.08.2023 по 21.08.2023 на длине волны 7,5 см на вертикальной поляризации

Результаты оценки эффективности цифрового накопления выходных сигналов СВЧ радиометрической системы показаны в таблице 1. В таблице введены следующие сокращения: K_1 – коэффициент корреляции без цифрового накопления; K_2 – коэффициент корреляции с цифровым накоплением; ΔK – относительное увеличение коэффициента корреляции при цифровом накоплении, %; $\tau_{\text{ОПТ}}$ – значение времени оптимального накопления, с.

Таблица 1 - Результаты оценки эффективности цифрового накопления выходных сигналов СВЧ радиометрической системы в период с 01.08.2023 по 04.08.2023

Канал	Параметр корреляции	K_1	K_2	ΔK	$\tau_{\text{ОПТ}}$
7,5 ГОР	Корреляция по температуре	0,816	0,861	5,53	191
7,5 ВЕРТ		0,616	0,780	26,75	234
7,5 ДОП		0,417	0,600	43,83	234
3,2 ГОР		0,022	0,035	57,68	173
3,2 ВЕРТ		0,644	0,763	18,58	268
3,2 ДОП		0,865	0,865	0	0
1,35 ГОР		0,628	0,729	16,08	205
1,35 ВЕРТ		0,291	0,291	0	0
1,35 ДОП		0,944	0,944	0,04	9
0,8 ГОР		0,924	0,924	0	0
0,8 ВЕРТ		0,940	0,940	0	0

В целом полученные результаты оценки эффективности применения цифрового накопления выходных сигналов СВЧ радиометрической системы показали возможность ее реализации при условии значительного увеличения времени накопления, а, следовательно, и повышения чувствительности системы.

Применение цифрового накопления выходных сигналов многодиапазонной СВЧ радиометрической системы также показало возможность увеличению коэффициента

корреляции между выходными сигналами СВЧ радиометрической системы и данными метеопараметров пограничного слоя атмосферы при одновременном решении задачи повышения чувствительности СВЧ радиометрической системы.

Литература

1. Радиотеплолокация в метеорологии / В.Д. Степаненко, Г.Г. Щукин, Л.П. Бобылев, С.Ю. Матросов. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 283 с.
2. Кутуза Б.Г., Яковлев О.И., Данилычев М.В. Спутниковый мониторинг Земли: Микроволновая радиометрия атмосферы и поверхности. Монография. М., Ленанд, 2016. - 336 с.
3. Кадыгров Е.Н. Микроволновая радиометрия термической стратификации атмосферы. – Москва, 2020.
4. Радиотепловое дистанционное зондирование Земли: физические основы : в 2 т. / Евгений Шарков.— Т. 1.— М. : ИКИ РАН, 2014.— 544 с. : ил. ; +2 л. цв. вкл.
5. Федосеева ЕВ, Щукин ГГ, Ростокин ИН, Ростокина ЕА. Компенсация помех в работе СВЧ радиометрических систем / Радиотехнические и телекоммуникационные системы.– 2014.– 1(13).– С.50-62.

Чугунов А.И.

Научный руководитель к.т.н., доцент кафедры РТ А.Н. Докторов
 Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного
 образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный
 университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
chugunovandrey.207@gmail.com

Сборка и анализ работы двух усилителей звука на микросхемах К174УН7

Данная работа посвящена микросхеме К174УН7 и двух усилителях, созданных на ее базе.

Усилители звука – это особые электронные приборы, которые позволяют увеличить низкочастотные электрические колебания. Подобные устройства функционируют в частотном диапазоне от 20 Гц до 20 кГц на уровне 3 дБ.

Принципиальная схема усилителя, исследованного в данной работе, показана на рисунке 1.

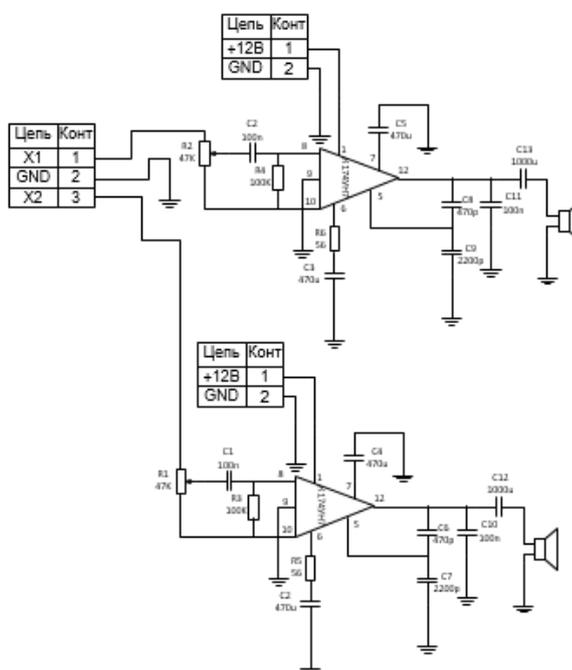


Рис. 1 – Схема стереоусилителя на микросхемах марки К174УН7

Внешний вид собранного стереоусилителя звуковых сигналов показан на рисунке 2.

Схема включает в себя: две микросхемы К174УН7 и радиаторы к ним, два спаренных потенциометра номиналом 47 кОм, два резистора номиналом 100 кОм, два резистора номиналом 56 Ом, четыре конденсатора номиналом 10 нФ, четыре конденсатора номиналом 470 мкФ, два конденсатора номиналом 2200 пФ, два конденсатора номиналом 470 пФ, два конденсатора номиналом 1000 мкФ, два динамика ГДШ-3, радио-Bluetooth модуль, подключенный к входу X1 и X2.

Схема выполнена на двух макетных платах, дорожки проводились одножильным тонким проводом в изоляции. Работы проводились паяльником при температуре 300 градусов.



Рис. 2 – Внешний вид собранного устройства

Собранное устройство представляет собой стереоусилитель из двух каскадов на микросхемах К174УН7, а также подключенный к каналам входа модуль с радио и Bluetooth связью. Входной каскад обеспечивает регулирование усиления мощности, а выходной каскад само усиление и плавность выходного сигнала.

Рассмотрим принцип работы: Через Bluetooth- связавшись с одноименным модулем, подключенным к каналам X1 и X2, а также включив режим радио - провоцируем появление звукового сигнала на каналах X1 и X2. Поворачивая ручку спаренных резисторов R1 и R2, мы можем регулировать амплитуду входного сигнала. Так как коэффициент усиления по напряжению у микросхемы ≥ 45 , то ослабляя входной сигнал, мы ослабляем выходной сигнал. После этого, входной сигнал проходит на вход микросхемы, общий ее провод и эмиттер выходного каскада. Сигнал усиливается и идет на выход микросхемы, который через конденсатор связан с выводом коррекции, вывод фильтра связан через конденсатор с землей, а вывод обратной связи связан с конденсатором, резистором и с землей. Такое соединение выводов и позволяет корректно усиливать входной сигнал. Сама схема рассчитана на выходную мощность 4Вт.

Сборка данных усилителей прошла успешно. Эти модели отлично работают и подтверждают свои технические характеристики: выходная мощность 4Вт, ток потребления в холостом режиме 20мА, напряжение питания 12В.

Литература

1. Улучшение качества звучания // Радио-1984.—№ 11.— 58 стр.
2. Два усилителя на микросхемах. Радио,—1980, № 9.— 58 стр.
3. Интегральные схемы серии К174: Каталог.— М.: ЦНИИ «Электроника», 1981, вып. 1.— [68].
4. Филин С. Снижение искажений в усилителях мощности на ИМС. Радио.—1981 — № 12.— [40].
5. Назаров В. КВ приемник на ИМС серии К174 II Радио,— 1981,—№ 3.—[27— 29].
6. Назаров В. УКВ приемник на микросхемах и Радио,-1982,- № 7,— [29, 30].
7. Аналоговые интегральные микросхемы: Справочник /А .Л. Булычев, В. И. Галкин, В. А. Прохоренко. - 2-е издание, переработанное и дополненное - Минск: Беларусь, 1993г. - [382].

Шнитов Е.А, Малышева К.М.

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры РТ Докторов А.Н.

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
eugeneshnitov2002@gmail.com, Malyshevak31@gmail.com

Разработка автоматической системы слежения за солнцем для солнечных панелей

Система слежения за солнцем (солнечный трекер) – устройство, предназначенное для слежения за перемещением солнца, чтобы солнечная панель могла получить максимальную энергию от его света. Солнечная панель представляет из себя группу фотоэлектрических преобразователей (фотоэлементов), производящих энергию из солнечного света. Современные солнечные панели имеют КПД 15-30%, однако он очень сильно зависит от угла падения солнечных лучей. Система слежения за солнцем позволяет получить максимальный КПД панели в течении всего солнечного дня, изменяя угол поворота солнечной панели, чтобы на фотоэлементы постоянно попадало максимальное количество солнечного света. Подобные приборы используются при проектировании автономных источников питания для устройств и электростанций на солнечных панелях. Система слежения может быть двух осевой для поворота по азимуту и вдоль горизонта, и одноосевой для поворота только вдоль горизонта [1].

Структурная схема устройства показана на рисунке 1. Она демонстрирует принцип работы устройства: от датчиков освещенности идут два сигнала и обрабатываются микроконтроллером [2]. Он создает сигнал управления сервоприводами для поворота массива фотоэлементов так, чтобы они оказались под прямыми солнечными лучами. При этом происходит зарядка блока литий-ионных аккумуляторов, размещенных в корпусе устройства. Для этого необходим контроллер заряда литий-ионных аккумуляторов, поскольку нельзя выходить за пределы напряжений 3-4,2 В на один аккумуляторный элемент.



Рис. 1 - Структурная схема устройства

Системы слежения за солнцем могут быть исполнены в виде схемы на транзисторах, на микросхемах или на микроконтроллере. Схема на транзисторах имеет ряд ограничений, а также она морально устарела, поэтому был сделан выбор в пользу схемы на микроконтроллере. Также схема солнечного трекера на базе микроконтроллера проще в исполнении и технологичнее.

Внешний вид устройства показан на рисунке 2. На этом рисунке в корпусе прибора видно также выходное гнездо разъема USB. Оно предназначено для подключения портативных устройств с питанием 5 В для их зарядки.



Рис. 2 Внешний вид устройства

Основой прибора является микроконтроллер серии ATMEGA328 [3], имеющий в своем составе несколько каналов АЦП, позволяющих измерять показания датчиков и сравнивать их значения, на основании чего управлять поворотом сервопривода солнечной панели [4].

Микроконтроллер – это универсальное устройство, представляющее собой компьютер или ЭВМ, выполненное на одном кристалле микросхемы. ATMEGA328 позволяет выполнять до 16 миллионов операций за одну секунду, и обладает богатым функционалом интерфейсов для подключения, поэтому именно на нем делают отладочные платы серии Arduino.

Питание устройства осуществляется от автономного источника питания 7,5 В. Устройство выполнено по блочному принципу, в пластиковом корпусе. Устройство имеет малые габаритные размеры. Устройство должно использоваться в нормальных климатических условиях, температура 25°C, давление 84,0 кПа, относительная влажность воздуха 70%;

Система слежения за солнцем, рассмотренная в данной работе, предназначена для изменения угла и стороны поворота солнечной панели. В дальнейшем планируется модернизация трекера путём добавления возможности вращения по второй оси.

Литература

1. Кашкаров А.П. “Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции” / Кашкаров А.П, 2022.
2. Белов А.В. “ARDUINO. От азов программирования до создания практических устройств” / Белов А.В., 2018.
3. Марголис Майкл, Уэлдин Ник, Джемсон Брайан "Arduino. Большая книга рецептов" / Марголис Майкл, 2021.
4. Шафиков И.Р. “Автономный солнечный трекер” / Шафиков И.Р, 2020.