

Информатика, вычислительная техника и управление

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПРИВОДА ИЗ МАТЕРИАЛА С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ

В.Н. Зимин, Г.Н. Кувыркин, И.Ю. Савельева, А.О. Шахвердов

Аннотация: перспективным направлением использования приводов из материалов с эффектом памяти формы является их применение в крупногабаритных трансформируемых космических конструкциях. В настоящее время при создании механизмов, включающих в себя элементы, выполненные из материала с эффектом памяти формы, основную роль играют экспериментальные методы. Управляющим воздействием на активный элемент из материала с эффектом памяти формы может быть только температурное поле. Для правильной реализации процесса раскрытия крупногабаритной трансформируемой конструкции необходимо точное моделирование процесса работы привода. В связи с этим появляется необходимость углублённо исследовать температурный режим активного элемента. Исследования проводились с активным элементом из никелида титана, выполненным в виде проволоки диаметром 1.5мм. В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований температурного режима активного элемента, а также расчёт температурного режима в программном комплексе Matlab. Было проведено исследование изменения температуры по длине активного элемента с эффектом памяти формы, а также изменения температуры в поперечном сечении. Полученные результаты позволят составить более точные математические модели работы активного элемента привода для раскрытия крупногабаритных космических конструкций

Ключевые слова: температура, привод, память формы, математическая модель, конечные элементы, раскрытие, космическая конструкция

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSN-2023-0012)

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ С КОМПЕНСАЦИЕЙ ВОЗМУЩЕНИЯ

А.С. Веркнер, К.О. Горлова, Е.О. Гурьянова

Аннотация: исследуются структурные проблемы, связанные с компенсацией детерминированных возмущений, действующих на мобильного робота. Полученный в работе результат позволяет утверждать, что в сравнении с системами, основанными только на обратной связи, применение упреждения возмущения, каскадного управления во многих случаях имеет преимущество. Описаны математическая и компьютерная модели движения мобильного робота для детерминированных возмущений. Представленная математическая модель, имеющая простую структуру, при этом удобная для решения различных задач управления, может применяться в учебно-методических целях. На основе использования принципа внутренней модели обеспечены условия компенсации возмущения в установившемся режиме. Реализовано упреждение возмущения применительно к данному объекту управления. Произведено аналитическое конструирование каскадного управления. Представлено сравнение исследуемых структур систем управления. Проведен сравнительный анализ и исследована эффективность каждого принципа управления, путем проведения численного моделирования. Представленные алгоритмы управления показали свою эффективность в компенсации возмущения, а также улучшили стабильность и быстродействие системы. Результаты исследований могут быть использованы при разработке и испытаниях систем управления, на которые действуют детерминированные возмущения. В качестве объекта управления рассматривается мобильный робот класса «robot car kit». Компьютерное моделирование проведено в среде класса MATLAB

Ключевые слова: математическая модель мобильного робота, компьютерная модель мобильного робота, движение мобильного робота в гору, компенсация возмущения, принцип внутренней модели, упреждение возмущения, каскадное управление

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ ПОСРЕДСТВОМ CAD-СИСТЕМЫ

Г.В. Петрухнова, В.А. Трубецкой, А.С. Точилин

Аннотация: разработка и использование робототехнических систем актуальны, эффективны и обоснованы. Для контроля состояния роботов требуются современные инструменты сбора, хранения и анализа данных. Грамотная реализация процедур управления робототехническими системами является одним из главных условий обеспечения эффективности и надежности их функционирования. Рассматривается полуавтономный робот, управляемый посредством CAD-системы. Целью статьи является представление архитектуры системы для управления роботом-манипулятором. В данной задаче CAD-система представляет собой среду моделирования-управления, в которой трёхмерные модели отражают поведение физического устройства. Представляемая система включает в себя произвольную робототехническую подсистему, состоящую из функциональных блоков, а также desktop-приложение, которое отображает модель управляемого устройства. Каждый блок робототехнической подсистемы может обмениваться информацией с другими элементами подсистемы. Протокол обмена информацией устроен так, что система модулей со своими внутренними адресами развернута на транспортном уровне. Внутренний адрес содержит тип устройства и его уникальный номер из числа таких устройств. Межмодульный обмен информацией определяется сеансовым уровнем протокола. Реализация программного обеспечения основана на использовании DLL-библиотеки с общим для всех таких библиотек API. Стек протоколов предполагает наличие нескольких независимых модулей, так данные распределяются между ними сервером. Для внешнего клиента существует только одна точка входа в систему – сервер. Модели реальных устройств загружаются в систему из файлов открытых форматов: OBJ, STL. Для каждого формата написаны шейдеры. Разработчик библиотеки может задать набор типов датчиков, приводов, накопителей, подходящих для работы с его устройством. Это делает систему подходящей для работы с устройствами из произвольного набора модулей с известным протоколом обмена данными. Чтобы добавить какое-либо новое устройство для мониторинга и управления, необходимо лишь реализовать протокол внутри встраиваемой системы, а после собрать реализацию части графической системы в виде динамической библиотеки. Рассмотрены примеры практического использования представляемой системы

Ключевые слова: робототехнические системы, модель OSI, трехмерное моделирование, CAD-система, шейдер, протокол обмена данными, desktop-приложение, модель освещения Фонга

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ КОНВЕЙЕРНОЙ ОБРАБОТКИ В ЗАДАЧАХ ЛОГИСТИКИ

И.И. Супрунов

Аннотация: рассматривается задача модификации модели и алгоритма аддитивной последовательной (конвейерной) обработки движущегося протяженного объекта с целью применения в некоторых задачах логистики. Алгоритм конвейерной обработки в первоначальной версии связан с задачей принудительного охлаждения полосы горячей прокатки и содержит три модуля. Эти модули соответствуют режимам пассивного охлаждения полосы до входа в активную зону, принудительного охлаждения в активной зоне и пассивного охлаждения после выхода из активной зоны до момента смотки. Наиболее важной частью алгоритма является модуль расчета режимов работы душирующих установок в активной зоне. Этот модуль может быть адаптирован для применения в некоторых задачах логистики, связанных с составлением графиков доставки (или получения) грузов при наличии последовательности транспортных средств и последовательности терминалов. В задаче доставки (или получения) грузов заданы емкости транспортных средств и мощности терминалов. Мощность терминала понимается как количество условных единиц груза, которые можно разгрузить (или получить) одновременно в данном терминале. Каждое транспортное средство осуществляет разгрузку (или погрузку) последовательно в нескольких терминалах, при этом выбор соответствующих активных терминалов из общей последовательности всех терминалов (составление путевого листа) определяется модифицированной версией алгоритма конвейерной обработки

Ключевые слова: конвейерная обработка, терминалы, логистика

РАЗРАБОТКА ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКОМ ПОСТУПАЮЩИХ ЗАЯВОК

А.В. Дятчина, С.А. Олейникова, Т.Н. Недикова

Аннотация: освещается разработка методов и проблемно-ориентированных программ для задачи определения наилучшего соответствия между потоком поступающих заявок и специалистами, которые могут их выполнить. В классическом варианте эта задача является задачей о назначениях. Принципиальным отличием рассматриваемой задачи от известного варианта являются использование нескольких произвольных критериев, отражающих качество выбранного решения, наличие расписания специалистов по обслуживанию заявок, пришедших ранее, а также временные ограничения на выполнение работ. В качестве подхода для разработки алгоритма был выбран один из комбинаторных методов дискретной оптимизации – метод имитации отжига. Данный метод целесообразно использовать для сложных NP-полных задач дискретной оптимизации, к которым относится исследуемая задача. В работе особое внимание уделено разработке проблемно-ориентированной системы, в основе которой лежит практическая реализация описанного алгоритма. Разработана структура данной системы, спроектирована база данных, представлены основные формы приложения. Кроме того, в статье приведены результаты работы предложенного алгоритма на тестовых данных. Разработанный алгоритм и проблемно-ориентированная система могут использоваться на любых предприятиях и организациях, в которых требуется решать задачу распределения потока входящих заявок по специалистам с точки зрения множества критериев

Ключевые слова: оптимизационная задача, проблемно-ориентированная система, многокритериальная оптимизация, метод имитации отжига, задача о назначениях

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА СИНХРОННО-ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ НА БАЗЕ GPS-СИНХРОНИЗИРОВАННОГО АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

В.А. Казбанов, М.С. Курицкий, А.Н. Алещенко, В.М. Анискевич

Аннотация: рассматривается проблема нехватки доступных аппаратных и программных средств цифрового мониторинга в режиме реального времени состояния различных параметров сети, субъектов генерации и передачи электроэнергии (таких как мощность, сдвиг фаз, частота и прочее). Проанализировано, что для эффективного реагирования на различного рода искажения и аварии в линии передачи необходима синхронизация полученных из разных частей сети измерений, учитывая, что данные по этой сети передаются с огромной скоростью, а сама сеть имеет большую протяжённость. В исследовании изучается эффективный метод решения описанных проблем, заключающийся в создании и внедрении устройств на базе технологий синхронно-векторных измерений, использующих синхронизацию времени глобальными позиционирующими системами. Обращается внимание на то, что зарубежные аналоги таких устройств являются дорогостоящими, обладают закрытыми конструкционными и программными сведениями. В работе представлены результаты разработки авторами прототипа программно-аппаратного комплекса синхронно-векторных измерений на базе GPS-синхронизированного АЦП, который является недорогой, но перспективной и открытой альтернативой коммерческим предложениям. Предлагается собственное программное обеспечение, полностью реализующее процессы получения измерений, их обработки и отображения результата конечному пользователю на странице веб-сервера с доступом как по локальной, так и из внешней сети

Ключевые слова: синхронно-векторные измерения, электроэнергетика, цифровая обработка сигналов, микроконтроллеры, GPS/ГЛОНАСС, программно-аппаратный комплекс, системы диагностики электросетевого оборудования

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ ИНСТРУМЕНТА УДАРНОГО УСТРОЙСТВА ПРИ АСИММЕТРИЧНЫХ НАГРУЗКАХ

А.М. Слиденко

Аннотация: рассматривается модель инструмента ударного устройства в форме стержня постоянного поперечного сечения при наличии несимметричных импульсных нагрузок. Предполагаются независимыми поперечные и продольные колебания инструмента при импульсных внешних нагрузках. Рассматриваются нагрузка на инструмент со стороны обрабатываемой породы и дополнительная нагрузка в результате воздействия других неопределенных факторов. При расчете поперечных колебаний инструмент рассматривается как консольная балка с жестким креплением на одном конце. Расчетная схема продольных колебаний представлена стержнем с упругим и диссипативным сопротивлением на торце со стороны взаимодействия с бойком. Импульсная нагрузка моделируется определением начальной скорости на малом участке инструмента и кратковременно действующей силой на заданном участке инструмента. Сформулирована начально-краевая задача с неоднородными волновыми уравнениями второго и четвертого порядков, правая часть которых моделирует кратковременно действующую силу на определенном участке инструмента. Решение начально-краевой задачи находится методом конечных разностей и методом Фурье при наличии только жесткого сопротивления в продольном направлении. Метод Фурье позволяет выбрать рациональные параметры разностной схемы. Выбрана смешанная разностная схема с весовыми коэффициентами. Решение разностных задач на каждом временном слое находится трехточечным и пятиточечным методами прогонки. Показана эквивалентность определения импульсной нагрузки двумя различными методами. Метод Фурье и метод конечных разностей реализованы в общей компьютерной программе. Программа позволяет определять различные формы и частоты колебаний в продольном и поперечном направлениях и распределение напряжений в сечениях инструмента

Ключевые слова: ударное устройство, инструмент, волновые уравнения, консольная балка, поперечные колебания, продольные колебания, метод Фурье, краевые условия, импульсная нагрузка, разностная схема, методы прогонки

ФУНКЦИОНАЛ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ РЕЛЕ

Д.Н. Трубицын, А.В. Коськин

Аннотация: рассматривается вариант автоматизированной системы управления производством (АСУП), объединяющий возможности систем электронного документооборота (СЭД), систем автоматизированного проектирования (САПР) и автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУ ТП). Определены основные функции и множества документов, используемых для автоматизированного управления производством на этапах разработки технического задания (ТЗ), эскизного проекта, конструкторского проекта, изготовления опытного образца и серийного производства. Исходя из задач, стоящих перед различными подразделениями производства, предложен режим доступа к различным видам производственных документов с учетом необходимости визирования документов различными производственными отделами. Проанализирована возможность автоматического формирования некоторых документов в том случае, если вся необходимая информация для их выпуска есть в прочих электронных документах, входящих в предложенную систему документооборота. Рассмотрен обмен документами между различными отделами в процессе выполнения работы. Представлены необходимые вспомогательные функции данной системы, такие как хранение резервных копий документов и конвертирование документов в широко распространенные форматы. Рассмотрены возможность объединения системы с системой АСУ ТП и необходимость функционала, обеспечивающего конвертирование документов в файлы, подходящие для системы АСУ ТП. В заключение сделан вывод о том, что данная система позволит сократить трудозатраты и уменьшить время, необходимое на разработку и изготовление продукции, за счет автоматизации выпуска отдельных документов, а также сокращения времени необходимого на обмен документами. Кроме того, интеграция с АСУ ТП позволит значительно повысить автоматизацию производства, практически исключив человека из непосредственного управления производством

Ключевые слова: АСУП, СЭД, САПР, АСУ ТП твердотельные реле, функции и документы АСУ

РАЗРАБОТКА IP-БЛОКОВ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

А.В. Русанов, Л.В. Сопина, А.В. Бунина

Аннотация: предложены два сложнофункциональных (СФ/IP) блока операционных усилителей (ОУ), построенных на n-канальной и p-канальной дифференциальных парах. ОУ являются универсальными блоками, на основе которых можно построить множество различных электронных узлов. В настоящее время ОУ получили широкое применение как в виде отдельных чипов, так и в виде IP-блоков в составе более сложных интегральных схем. Разработанные IP-блоки ОУ предназначены для применения в интегральных схемах линейных стабилизаторов напряжения в качестве усилителей ошибки. В стабилизаторах напряжения усилитель ошибки выполняет ключевую роль, сравнивая опорное напряжение с выходным (или частью выходного) напряжением, и управляет проходным элементом для обеспечения этого равенства. Представлены описание электрических схем усилителей, основные электрические характеристики, результаты моделирования, указаны особенности разработки топологии интегральной схемы. ОУ разработаны на базе отечественного технологического процесса с проектными нормами 3 мкм. Разработка схемы и топологии проводилась в специализированной системе автоматизированного проектирования интегральных схем. Для моделирования схемы использовались сертифицированные математические модели полупроводниковых приборов. Разработанные топологии ОУ прошли верификацию, состоящую из проверки соблюдения проектных норм (Design rule check, DRC), восстановления электрической схемы из топологии и сравнения топологии с исходной схемой (Layout vs Schematic, LVS)

Ключевые слова: операционный усилитель, интегральные схемы, микросхема, аналоговые IP-блоки, аналоговые СФ блоки

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОТИВОДЕЙСТВИЮ МАЛОРАЗМЕРНЫМ РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНО-УДАРНЫМ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТАМ

Д.Г. Пантенков, В.П. Литвиненко, А.Н. Глушков

Аннотация: как показал проведенный анализ событий 2022-2023 годов, применение малоразмерных разведывательных и разведывательно-ударных беспилотных летательных аппаратов (БпЛА) малого и легкого классов в вооруженных конфликтах и при нанесении ущерба объектам критически важной инфраструктуры стало носить массовый характер. Это легко объясняется доступностью их приобретения, весьма незначительной их стоимостью, с одной стороны, и широким функционалом, с другой стороны. Современные БпЛА малого и легкого класса способны находиться в воздухе от нескольких десятков минут до нескольких часов, осуществлять непрерывный мониторинг за интересующими объектами, проводить радио- и радиотехническую разведку заданных районов, проводить съемку подстилающей поверхности, выдавать целеуказание для атаки цели реактивным системам залпового огня, корректировать точность попадания снарядов ударных средств, осуществлять ретрансляцию информации удаленным ее получателям, выступать в качестве ударных дронов или дронов-камикадзе. По сути, современные конфликты перешли в стадию интеллектуального противостояния операторов робототехнических комплексов и систем, включая комплексы с БпЛА различного класса и целевого назначения. Статья является продолжением целой серии работ, в том числе других авторов, посвященных противодействию малоразмерным БпЛА, показаны расчётные количественные соотношения требуемого уровня излучаемой энергии в зависимости от расстояния до объекта воздействия в случае применения средств радиоэлектронной борьбы и функционального поражения бортового радиоэлектронного оборудования

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, малый класс, противодействие, основные способы, радиоэлектронная борьба, функциональное поражение, радиосвязь, навигация, эффективность, автоматизированный комплекс

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЭМС-КОММУТАТОРОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ АКТИВНОЙ ПЛАНАРНОЙ АНТЕННЫ УДА-ЯГИ

Е.А. Ищенко, С.О. Распопов, А.С. Тупицына, И.А. Черноиваненко, С.М. Фёдоров

Аннотация: рассматривается возможность использования микроэлектромеханических-коммутаторов (МЭМС-коммутаторов) в конструкции планарной антенны Уда-Яги для управления характеристиками диаграмм направленности. Моделирование исследуемой задачи выполнялось на основе использования SPICE-моделей эквивалентных схем МЭМС-коммутатора как в активном (включенном), так и в выключенном (разомкнутом) режиме. Полученные результаты показывают, что использование МЭМС-коммутаторов позволяет обеспечить высокую эффективность работы антенны, при этом удается создать условия для управления характеристиками диаграмм направленности антенны, так как предполагается подключение дополнительных директоров на основе коммутации МЭМС-коммутаторов. Для повышения точности моделирования в выключенном режиме МЭМС-коммутаторы заменялись также эквивалентными схемами. Проведенное исследование подтвердило, что МЭМС-ключи имеют малое сопротивление в активном режиме и высокую изоляцию в выключенном режиме. В процессе моделирования исследовалась планарная антенна Уда-Яги, которая имела тринадцать директоров, из которых двенадцать имели в своей конструкции по два МЭМС-коммутатора для включения и выключения директоров. На основании моделирования было получено, что антенна имеет КНД от 11.8 до 14.1 дБ, при этом КПД во всем рабочем диапазоне частот более 65 %, а благодаря использованию МЭМС-ключей удается обеспечить быстрое подключение дополнительных директоров в планарной антенне Уда-Яги, что повышает направленные свойства антенны

Ключевые слова: активная антенна, антенна Уда-Яги, МЭМС-коммутаторы, SPICE-модель

ВЛИЯНИЕ ШУМА НА ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ ПО ДИСКРЕТНЫМ ОТСЧЕТАМ ГАРМОНИЧЕСКОГО СИГНАЛА МЕТОДОМ МОМЕНТОВ

М.А. Альрубеи, А.Д. Поздняков

Аннотация: известны алгоритмы измерения отклонения частоты гармонических сигналов, основанные на использовании массива дискретных отсчетов, быстрого преобразования Фурье (БПФ) и интерполяции. Метод моментов позволяет получить средневзвешенную оценку положения на оси частот пика энергетического спектра, принимаемого за результат измерения. Рассмотрены возможности применения метода моментов, ограниченные методической погрешностью, которая обусловлена влиянием шага частотной сетки БПФ, видом используемой оконной функции, числом учитываемых спектральных линий, длительностью интервала дискретизации сигнала. В основе экспериментального исследования применен метод полунатурного моделирования в среде Матлаб 2016 с компьютерным формированием выбранного числа отсчетов испытательного гармонического или полигармонического сигнала при реальной обработке полученных данных при наличии и отсутствии шума. Приведены результаты исследования влияния числа отсчетов, числа учитываемых спектральных линий, отношения сигнал/шум для окон Наттолла, Чебышева, Блэкмана, Кайзера, Ханна, Треугольное, Плоская вершина, Парзена, Блэкмана-Харриса. Даны рекомендации с целью оптимизации параметров контроля частоты. Сравнение погрешностей для разных оконных функций при отношении сигнал/шум 60 дБ показывает, что при 16 отсчетах и учете трех спектральных линий лучшим является Треугольное окно с погрешностью около $1\text{E-}03$, худшим – окно Наттолла с погрешностью $1\text{E-}02$. При 2048 отсчетах и учете семи спектральных линий лучшим является окно Наттолла с погрешностью $1\text{E-}09$, худшим – Треугольное окно с погрешностью $1\text{E-}06$. Анализ данных моделирования показал, что при использовании метода моментов вначале необходимо оценить, какой максимальный объем отсчетов можно получить и какое число спектральных линий использовать в расчетах, и только после этого выбирать подходящее окно. Корректный выбор вида оконной функции позволяет уменьшить погрешность на порядок

Ключевые слова: метод моментов, частота, гармонический сигнал, отсчет, погрешность, временное окно

МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К АНАЛОГОВОЙ ЧАСТИ ПРИЕМНОГО ТРАКТА ЦИФРОВОГО РАДИОПРИЕМНИКА

Р.И. Буров, А.И. Гревцев, В.И. Зимарин, В.В. Капитанов

Аннотация: при проектировании аналоговой части приемного тракта цифрового радиоприемника, построенного по супергетеродинной схеме, применительно к узкополосным сигналам, возникает необходимость использовать методический аппарат, позволяющий учитывать влияние чувствительности, коэффициента шума, коэффициента усиления аналогового тракта, дискретизации при аналого-цифровом преобразовании, наложение спектров в процессе дискретизации и выбор номиналов промежуточных частот. Разработка методики обоснования требований к аналоговой части приемного тракта цифрового радиоприемника. Элементами новизны представленного подхода является учет многообразия факторов, влияющих на структуру элементов аналогового тракта, на основе предъявляемых требований к характеристикам разрабатываемых цифровых радиоприемников. Показано, каким образом на этапе проектирования осуществляется предварительный выбор структуры тракта принимаемой частоты, усилительных приборов, исходя из условий многосигнальной избирательности, выбор минимального значения первой промежуточной частоты с учетом обеспечения подавления помехи по побочным каналам первого преобразования частоты, значений частоты дискретизации и номинала второй промежуточной частоты, а также приводятся структурные схемы трактов. Предложенный подход позволяет обосновать требования к построению аналоговой части приемного тракта цифрового радиоприемника, а также к параметрам его элементов

Ключевые слова: цифровой радиоприемник, тракт принимаемой частоты, тракт промежуточных частот, чувствительность, избирательность

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФИЛЬТРУЮЩИХ КОНДЕНСАТОРОВ НА РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УПРАВЛЯЕМОГО МЕТАМАТЕРИАЛА

С.М. Фёдоров

Аннотация: исследуется характер влияния фильтрующих конденсаторов на рабочие характеристики фазовращателя на основе управляемого метаматериала, построенного в виде электромагнитного кристалла, в узлах которого размещены коммутирующие рpn-диоды. Фильтрующие конденсаторы были добавлены в конструкцию фазовращателя для фильтрации постоянной составляющей электрического тока, управляющей рpn-диодами. Представлены графики реализуемых сдвигов фазы и уровень вносимых потерь, полученные с помощью математического моделирования. Применение управляемого метаматериала позволяет добиться изменения значения фазы отраженной волны в широкой полосе частот в пределах от 0 до 360 градусов, при этом частотные зависимости фазы, соответствующие различным сечениям расположения плоскости отражения, имеют регулярный характер. Кроме того, отражения от структуры управляемого метаматериала при выключенных коммутаторах незначительны, а в силу изотропности метаматериала поляризация волн может быть произвольной. Перспективным представляется применение оптически управляемых коммутаторов на основе микроэлектромеханических систем (МЭМС) и нанозлектромеханических систем (НЭМС), в которых замыкание контактов осуществляется в результате давления силы света на одну из пластин устройства. Данный вид коммутирующих элементов обладает высокой степенью достижимой изоляции, достигающей 70 дБ в закрытом состоянии и малым ослаблением (сотые доли децибела) в открытом состоянии. Также возможно применение в качестве коммутатора фотоуправляемого полупроводника, характеризующегося низкой проводимостью при отсутствии освещения и высокой проводимостью при его освещении

Ключевые слова: отражательный фазовращатель, фильтрующие конденсаторы, управляемый метаматериал

МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ВЛИЯНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНУЮ СИСТЕМУ РАДИОПЕРЕДАЧИ

И.В. Свиридова, Р.Н. Хорошайлов, Д.В. Лялин

Аннотация: системы радиосвязи между поездом и путями передают необходимую для движения поездов информацию (такую как управление поездом, голосовая диспетчеризация, команды, оперативная информация, а также данные мониторинга) между бортовым радиооборудованием и соответствующей инфраструктурой радиосвязи, расположенной вдоль путей. В условиях высокоскоростных железных дорог электромагнитные помехи (EMI) представляют серьезную угрозу для систем радиосвязи между поездом и путями и могут привести к критическим проблемам безопасности железнодорожного транспорта и даже пассажиров. Учитывая сложный сценарий развития высокоскоростной железной дороги, важно отслеживать влияние помех, чтобы гарантировать качество системы радиосвязи между поездом и путями. С одной стороны, системы радиосвязи между поездом и путями работают в сложной электромагнитной среде, где временные помехи сосуществуют постоянно, и резко изменяются во время движения поезда. С другой стороны, для применения на железных дорогах использовались различные технологии радиосвязи, включающие коды прямой коррекции ошибок для защиты от электромагнитных помех. Таким образом, предлагается новый подход к оценке воздействия на радиопередачу, основанный на совместных статистических характеристиках, изменяющихся во времени электромагнитных помех. В этом подходе применяется динамическая модель отображения эффективного отношения сигнал/помеха плюс шум для установления связи между показателями блочной ошибки бортовой радиосвязи и общими статистическими характеристиками помех с использованием взаимной информационной метрики. Моделирование радиопередачи с использованием турбокодирования и кодирования с низкой плотностью проверки четности при различных помехах показывает, что этот подход эффективен для оценки ухудшения качества передаваемого сигнала при прямом кодировании с исправлением ошибок из-за электромагнитных помех с различными характеристиками

Ключевые слова: электромагнитное воздействие, распределение вероятности амплитуды, распределение длительности импульса, радиопередача между поездом и путями

Машиностроение и машиноведение

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ СТОЛА УСТРОЙСТВА ДЛЯ АДДИТИВНОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПЛАЗМЕННОЙ ДУГОЙ В СРЕДЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ВАКУУМА

В.В. Куц, А.Н. Гречухин, Д.А. Павлов, И.А. Чернышев

Аннотация: рассмотрены вопросы проектирования системы охлаждения рабочего стола устройства для аддитивного формообразования изделий плазменной дугой в среде динамического вакуума. Обозначены условия работоспособности системы охлаждения по температуре теплоносителя, температуре рабочего стола и объему теплоносителя в системе охлаждения. Построены математические зависимости температуры теплоносителя и температуры рабочего стола устройства от конструктивных параметров системы охлаждения рабочего стола устройства для аддитивного формообразования плазменной дугой. Проведена серия экспериментов методом компьютерного моделирования при помощи модуля Flow Simulation системы моделирования SolidWorks. Обработка результатов экспериментов, построение уравнений для расчета температуры теплоносителя и температуры рабочего стола были выполнены с применением программы Statistica. На основе полученных данных определены рациональные конструктивные параметры проектируемой системы охлаждения рабочего стола, обеспечивающие работоспособность устройства для аддитивного формообразования изделий плазменной дугой в среде динамического вакуума: количество каналов охлаждения – 4, диаметр одного канала охлаждения – 8 мм. Сочетание таких параметров обеспечит максимальную температуру теплоносителя на уровне 34 °С, максимальную температуру на обратной поверхности рабочего стола на уровне 300 °С, что соответствует условиям работоспособности системы охлаждения рабочего стола устройства

Ключевые слова: аддитивные технологии, формообразование, плазменная наплавка, метод конечных объемов

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА НА ОСНОВЕ ФОТОПОЛИМЕР-АБРАЗИВНОГО КОМПОЗИТА В УСЛОВИЯХ ЕДИНИЧНОГО И МЕЛКОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Д.А. Голобурдин, А.М. Козлов

Аннотация: шлифование - один из наиболее распространенных методов обработки ответственных поверхностей деталей в современном машиностроении. Среди большого количества факторов, влияющих на процесс шлифования, одними из наиболее важных являются характеристики и свойства абразивного инструмента. В связи с внедрением в производство новых конструкционных материалов разработка и производство современного абразивного инструмента являются одними из приоритетных задач. Описана технология изготовления абразивного инструмента с использованием SLA технологии 3D-печати (стереолитография). Приведены основные технологические этапы изготовления абразивного инструмента по предлагаемой технологии, представлено описание используемого в работе оборудования, программного обеспечения (CAD-системы, системы генерации управляющих работой 3D-принтера программ), а также расходных материалов и режимов печати образцов. Представлены возможности предлагаемой технологии, в частности, изготовление инструмента со сложной геометрией рабочих поверхностей, изменяемой геометрии от периферии к центру инструмента, а также с изменяемыми характеристиками, например, с разной зернистостью абразивного материала. Рассмотрены преимущества и недостатки предложенной технологии, проанализированы полученные результаты. Представлены результаты регрессионного анализа, на основании которых выведена зависимость параметра времени засветки слоя от плотности фотополимерно-абразивной композиции

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, фотополимер-абразивный композит, SLA технология, шлифовальный инструмент