

пользуются для контроля распределения потребляемой мощности. Определение гармонического состава тока и напряжения в сетях позволяет характеризовать режимы работы, как источников электрической энергии, так и потребляющих устройств, например тяговых двигателей электровозов. Данная проблема является важной при проведении измерений электромагнитных полей и сигналов в диапазоне сверхнизких частот (СНЧ), где излучение сети переменного тока создает значительные помехи, которые могут быть существенно снижены применением методики компенсации.

Для определения параметров периодических сигналов часто применяются цифровые технологии, основанные на дискретизации измеряемых сигналов, их оцифровке и вычислении дискретного преобразования Фурье (ДПФ). В данном случае решение проблемы состоит в интерполяции параметров измеряемого сигнала, когда его частота не совпадает с одним из отсчетов ДПФ. Интерполяторы с использованием двух-трех отсчетов ДПФ в окрестности частоты измеряемого сигнала, предложенные в работах Барри Квинна (Barry Quinn) и Томаса Грандке (Thomas Grandke), обладают достаточно высокой эффективностью и точностью. Однако, авторы используют упрощенное представление дискретного сигнала, исключая рассмотрение влияния пика в области отрицательных частот и эффект от конечной частоты дискретизации сигнала, что ограничивает применение данных интерполяторов для получения более точных оценок для случаев коротких реализаций анализируемых сигналов и при существенных различиях в амплитудах основной и высших гармоник.

В настоящем докладе предложен интерполятор для расчета параметров дискретного синусоидального сигнала конечной длительности с учетом вклада части спектра в области отрицательных частот и эффекта конечной частоты дискретизации сигнала. На основе численного моделирования выполнены оценки точности и эффективности нового интерполятора и проведено сравнение с известными интерполяторами. Исследована эффективность его применения для случая сложного гармонического состава сигнала, когда влияние растекания по частотам в спектре от основной гармоники не позволяет оценить параметры высших гармоник, имеющих малую амплитуду. Предложенный метод интерполяции реализован в виде программного кода и может быть применен как для измерения и контроля параметров тока и напряжения в силовых сетях, так и для использования в методах компенсации помех при измерениях СНЧ сигналов различного происхождения.

ВЫПРЯМИТЕЛИ С КОМБИНИРОВАННОЙ ФИЛЬТРАЦИЕЙ ДЛЯ ПРИСОЕДИНЕНИЯ К СИСТЕМАМ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ВЫРАЖЕННЫМИ РЕЗОНАНСНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Сокол Е. И., Гончаров Ю. П., Замаруев В. В., Ивахно В. В., Кривошеев С. Ю.,
Сыченко В. Г.¹, Данилов Н. В.

НТУ «ХПИ», 1 - Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна

Применение систем распределенного питания контактной сети постоянного тока от продольной линии с повышенной частотой напряжения в ней позволяет радикальным образом улучшать массогабаритные и энергетические показатели выпрямительных агрегатов. Однако негативным фактором являются резонансные свойства продольной линии, вследствие чего при коммутациях, которые происходят в выпрямителе, в линии возбуждаются высокочастотные резонансные колебания.

Механизм ударного возбуждения резонансных колебаний в продольной линии устраняется, если со стороны переменного тока выпрямитель обладает малым внутренним сопротивлением на высоких частотах, что равносильно созданию режима короткого замыкания в точке присоединения выпрямителя и повышения резонансной частоты линии. При

наличии нескольких выпрямителей, следующих с определенным шагом по длине линии, этот механизм дополнительно усиливается за счет того, что линия разбивается на короткие отрезки с высокими резонансными частотами, которые в системе не возбуждаются по причине ограниченной крутизны фронтов тока. Механической аналогией, поясняющей рассматриваемые эффекты, является струна, которая прижимается к жесткому основанию в нескольких местах.

В выпрямителе режим, близкий к короткому замыканию на высоких частотах, создает чисто емкостный выходной фильтр, поскольку напряжение на обкладках большого фильтрового конденсатора не может меняться быстро. Однако потребляемый ток в таком выпрямителе имеет неблагоприятную импульсную форму с большим действующим значением и связанными с этим добавочными потерями. Введение последовательно дросселя в выходной фильтр улучшает форму потребляемого тока, но фильтровый конденсатор при этом отделяется от входных зажимов большим индуктивным сопротивлением дросселя. Для рассматриваемых применений предлагается использовать выпрямитель с комбинированной фильтрацией, который не ухудшает существенно форму потребляемого тока, но обладает относительно входных зажимов емкостной реакцией. Схема наиболее эффективна при питании от источника напряжения с формой, приближенной к прямоугольнику (меандру): короткие, порядка 20 % от полупериода, фронты синусоидальной формы сочетаются при этом с протяженными плоскими вершинами. За основу берется выпрямитель с LC-фильтром, но дроссель шунтируется относительно слаботочной параллельной цепью, пропускающей порядка 10 % номинального тока и состоящей из последовательно соединенных диода и дополнительного фильтрового конденсатора C_{III} . Последний передает запасаемую энергию в цепь нагрузки с помощью маломощного (порядка 1% от номинальной мощности нагрузки) импульсного преобразователя, например, обратногоходовой топологии. За исключением коротких фронтов меандра, когда шунтирующий диод запирается, ко входным зажимам оказывается подключенной цепь из двух последовательно соединенных конденсаторов C , C_{III} и выпрямитель обладает относительно входных зажимов емкостной реакцией. В то же время, ввиду небольшого среднего значения тока, пропускаемого шунтирующей цепью, она не вызывает существенного искажения формы потребляемого тока. Шунтирующая цепь принимает на себя разность между средним и амплитудным значениями выпрямляемого напряжения, которая для указанных выше параметров меандра имеет порядок 10 % от амплитуды.

Компьютерное моделирование подтвердило функциональную работоспособность рассматриваемых структур и полученные количественные соотношения.

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМАХ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

Сытник Б. Т., Сытник В. Б., Брыксин В. А., Михайленко В. С.

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

Существенным недостатком дискретных систем управления высокого порядка является сложность аналитического исследования влияния изменения характеристик объекта управления и помех на параметры настройки регуляторов. Это затрудняет оценку качества процессов в системах управления подвижным составом (ПС) - поездами. Для систем 3-го и более высоких порядков с переменными параметрами и запаздыванием, функционирующих при воздействии на них помех переменной интенсивности, отсутствуют аналитические зависимости между изменяющимися параметрами объекта, адаптивного фильтра и параметрами настройки регуляторов. Это объясняется невозможностью нахождения ми-