

предыдущих результатов вычислений управляющего воздействия, в результате не запланированной перезагрузки контроллера.

Для их устранения исследована возможность использования цифрового фильтра с идентичными свойствами без потери точности в качестве фильтрации. Были проведены эксперименты по сравнению свойств рекуррентных цифровых фильтров 1-го, 2-го, 3-го порядков и скользящего среднего при обработке специальной модели промышленного сигнала, включающего постоянную, импульсную и случайную составляющие с целью выявления зависимости постоянной времени фильтра от интервала усреднения и времени цикла.

При анализе сопоставления усредненных сигналов скользящим средним и рекуррентными фильтрами определялся коэффициент соответствия, как отношение интервала усреднения к постоянному времени фильтра, с минимальным средне квадратичным отклонением. В результате получено выражение для расчета постоянной времени фильтра, позволяющий выполнять рекуррентными фильтрами функцию усреднения: $T_f = T_u T_c / \exp(\sqrt{k})$, где k – порядок фильтра.

Проверка достоверности полученных результатов на реальном промышленном сигнале показала, что фильтры 2-го и 3-го порядка с одинаковыми постоянными времени можно использовать в качестве усреднителя с погрешностью не более 1,5 % и 1,05 %, соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Изерман. Р. Цифровые системы управления. - М.: Мир, 1984. – 327 с.
2. Смит, Стивен. Цифровая обработка сигналов: практическое руководство для инженеров и научных работников: пер. с англ. / С. Смит. — Москва: Додэка-XXI, 2011. - — 718 с.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ИСТОЧНИКА ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО СОЛЕНОИДА ТОКАМАКА КТМ

И.И. Матаннанов, Зарва Д.Б, В.М. Павлов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: matannanov-ivan@mail.ru

Современная жизнь общества требует огромное количество электрической энергии. Причем получение этой энергии не должно пагубно влиять на окружающую среду, а также должно быть максимально выгодным в экономическом плане. Одним из решений этой проблемы является получение энергии при помощи управляемого термоядерного синтеза. Наиболее перспективным устройством для осуществления управляемого термоядерного синтеза в наше время является токамак.

В данной работе проведена разработка модели для схемы выпрямления трехфазного напряжения для источника питания центрального соленоида токамака КТМ. Назначение модели заключается в исследовании нормальных и аварийных режимов работы источника питания с целью разработки алгоритмов диагностики реального источника питания по результатам измерения выходных токов и напряжений.

Сама схема выпрямления была реализована в пакете Matlab/Simulink [1]. Основными блоками в модели являются источник трехфазного напряжения, трехфазный выпрямитель Ларионова на тиристорах, схема формирования управляющих импульсов, индуктивно-резистивная нагрузка. Были проведены исследования, влияющие на работоспособность данной модели, путем изменения угла отпирания тиристорov, а также

проанализировано состояние модели при аварийных режимах работы, которые часто на практике происходят из-за неисправности выпрямительных элементов [2,3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьяконов В.П. Simulink 5/6/7: Самоучитель – М.: ДМК-Пресс, 2008. – 784 с.
2. Е.Н. Зимин Электроприводы постоянного тока с вентильными преобразователями. – М.: Энергоиздат, 1981 – 192с.
3. Полупроводниковые выпрямители / Е. И. Беркович, А. И. Боровой, В. М. Венделанд; Под ред. Ф. И. Ковалева, Г. П. Мостковой. — М. : Энергия, 1967.

ОРГАНИЗАЦИЯ БЮДЖЕТНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ

С.А. Митяев, В.А. Курочкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

В результате исследований [1], разработан высокочастотный источник питания (ВИП) [2], обеспечивающий частоту генерируемого тока до 100кГц и возможность изменения параметров тока, напряжения и мощности. Для проведения экспериментов на ВИП был реализован интерфейс оператора в SCADA TraceMode, в нем же, для удержания колебательного контура в резонансе экстремальный регулятор частоты по амплитуде тока или напряжения.

Задатчиком выступает микроконтроллер ATMEGA328P, связанный с ЭВМ оператора и непосредственно с платой управления (ПУ) IGBT транзисторами мостового инвертора установки. ПУ реализует подачу на затворы транзисторов широтно-импульсного модулированного (ШИМ) сигнала, параметры которого определяются задатчиком. Частота ШИМ напрямую связана с частотой выходного тока установки, скважность определяет форму выходного тока и мощность. ПУ в свою очередь регулируется по двум аналоговым каналам для каждого параметра ШИМ. В микроконтроллере отсутствуют цифро-аналоговые преобразователи, поэтому генерация аналоговых сигналов управления ПУ реализована встроенными модулями ШИМ микроконтроллера с последующим прохождением сигналов через фильтр нижних частот. Необходимая амплитуда аналогового сигнала, передающегося на ПУ, задается скважностью ШИМ сигнала микроконтроллера. Скважность ШИМ сигнала микроконтроллера задается посредством протокола ModBus с ЭВМ. Экстремальный регулятор частоты реализован в SCADA TraceMode и работает по минимальному значению тока перед резонансным контуром. Аппаратно связь реализована посредством промышленного интерфейса RS-485. Подключение со стороны микроконтроллера выполнено с помощью микросхемы MAX485, со стороны ЭВМ преобразователем RS485-USB. Интерфейс оператора в SCADA TraceMode выполнен в виде мнемосхемы управляемого источника. Датчики тока на выходе источника подключены к аналогово-цифровому преобразователю микроконтроллера, что позволяет отслеживать параметры установки непосредственно через интерфейс оператора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработка системы автоматического управления резистивным нагревом кремниевых стержней переменным током [Электронный ресурс] / А. Г. Горюнов [и др.] // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ] / Томский политехнический университет (ТПУ). — 2012. — Т. 321, № 5 : Управление, вычислительная техника и информатика. — [С. 228-233].
2. Пат. на полезную модель №121255 RU. Устройство равномерного нагрева поликристаллических кремниевых стержней // Горюнов А.Г., Курочкин В.А., Козин К.А. Селиванов В.В.; Заяв. 11.05.2012, Опубл. 20.10.2012.