

сравнению с САР с дифференциатором; максимальная динамическая ошибка регулирования при обработке внутреннего возмущения в обеих системах близка к зоне нечувствительности регулятора.

1. Кузьмицкий, И.Ф. Теория автоматического управления: учеб. / И.Ф. Кузьмицкий, Г.Т. Кулаков. – Минск, БГТУ, 2010. – 574с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРИВОДОВ В СРЕДЕ MULTISIM

Лагутин А.Е., к.т.н, доцент

Белорусская государственная академия связи, Минск, РБ

В инженерной практике при проектировании электромеханических комплексов (ЭК), а также при автоматизированном выборе наилучших проектных решений, широко применяются компьютерные методы исследования и синтеза. Эти методы позволяют повысить эффективность решений и сократить сроки и затраты на ввод ЭК в промышленную эксплуатацию [1].

Современные ЭК характеризуются большим числом взаимосвязанных входных и выходных параметров. В математическом описании динамика ЭК представляется системой дифференциальных и алгебраических уравнений.

С появлением вычислительной техники новых поколений и совершенствованием методов ее использования наметился новый системный подход к организации процесса проектирования на ПК, заключающийся в создании крупных программных комплексов, построенных по модульному принципу, с универсальными информационными и управляющими связями между модулями. При решении задач данного класса используются единые информационные массивы, организованные в банки данных.

Для решения задач исследования и синтеза систем автоматизированных электроприводов применяют следующие программные средства: MATLAB (MathWorks, Inc) [2]; GPSS (компания Minuteman Software – США); SCILAB, MATHCAD (Mathsoft, Inc); DERIVE (Soft Warehouse); SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных) или DCS (Distributed Control Systems – распределенная система управления) – системы, реализующие в том числе и функции схематичного отображения технологических процессов; Case-средства (Computer-

Aided Software/System Engineering) и др. Указанные средства отличаются друг от друга формой представления данных, характером решаемых задач, графическими возможностями, способностью взаимодействия.

В то время как хорошая конструкция – следствие хорошей схемы, по настоящему отличные конструкции создаются только если у вас есть возможность их эмулировать. Эмуляция прибора позволяет снизить количество циклов разработки и ошибок при создании прототипа. Если схема проверяется эмулированием прямо во время разработки, количество циклов проектирования заметно снижается.

В NI Multisim есть множество функций и средств эмуляции, недоступных в других пакетах проектирования электроники [3]. Последняя версия Multisim 14.0 позволяет объединить процессы разработки электронных устройств и тестирования на основе технологии виртуальных приборов для учебных и производственных целей. Она включает в себя версию Multicap, что делает её универсальным средством для программного описания и немедленного последующего тестирования схем. Также можно использовать Multisim для интерактивного создания принципиальных электрических схем и моделирования их режимов работы.

Анализ Multisim

В Multisim предусмотрено множество режимов анализа данных эмуляции, от простых до самых сложных, в том числе и вложенных.

Основные виды анализа:

1) DC – анализ цепи на постоянном токе.

Анализ цепей на постоянном токе осуществляется для резистивных схем. Это правило следует напрямую из теории электрических цепей; при анализе на постоянном токе конденсаторы заменяют разрывом, катушки индуктивности – коротким замыканием, нелинейные компоненты, такие как диоды и транзисторы, заменяют их сопротивлением постоянному току в рабочей точке. Анализ цепи на постоянном токе выявляет узловые потенциалы исследуемой схемы.

2) AC – анализ цепи на переменном токе.

Анализ цепей на переменном токе заключается в построении частотных характеристик.

3) Transient – анализ переходных процессов.

Анализ переходных процессов в цепях позволяет определить форму выходного сигнала, то есть построить график сигнала как функции времени.

Моделирование импульсного метода управления электроприводами с двигателями постоянного тока с независимым возбуждением в среде *MULTISIM*. Данный тип двигателей обладает весьма высокими энергетическими и эксплуатационными характеристиками, а их основной недостаток – наличие коллектора – в настоящее время успешно преодолевается расширением разработок в области, так называемых, вентильных двигателей с бесконтактной системой.

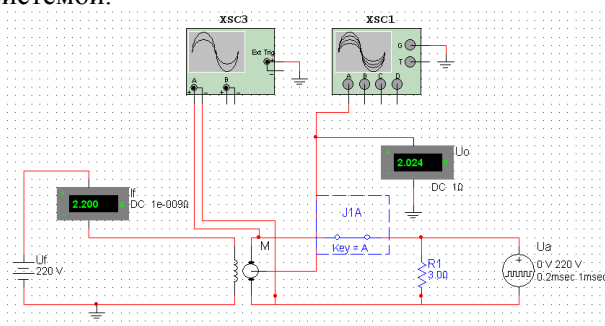


Рисунок 1 – Схема моделирования электропривода с двигателем постоянного тока

Моделирование бесконтактного электродвигателя постоянного тока в среде *MULTISIM*.

Системы современных приводов требуют применения надежных электродвигателей с высокими показателями точности при значительном диапазоне регулирования скорости. Этим требованиям удовлетворяют пришедшие на смену коллекторным двигателям бесконтактные двигатели постоянного тока (БДПТ), в которых ненадежный механический щеточно-коллекторный переключатель заменен управляемым коммутатором на полупроводниковых элементах.

Бесколлекторный двигатель по принципу действия представляет собой электрическую машину постоянного тока с магнитоэлектрическим индуктором на роторе и обмотками якоря на статоре. Коли-

чество статорных обмоток и число полюсов магнитов ротора выбирается в зависимости от требуемых характеристик двигателя.

Сложность совместного описания процессов в блоках БДПТ приводит к необходимости их исследования с использованием компьютерного моделирования, как правило, на схемотехническом уровне. Для компьютерного исследования характеристик 3-х фазного БДПТ при построении имитационных моделей целесообразно базироваться на исходной системе дифференциальных уравнений. Такой подход даёт возможность анализа множества вариантов структурного, параметрического и программного управления приводом. Поэтому была поставлена цель создания средствами *MULTISIM* совокупности имитационных моделей БДПТ для исследования процессов управления электроприводом.

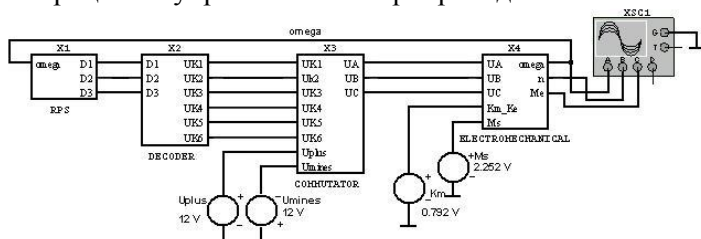


Рисунок 2 – Структура модели в виде иерархических блоков

Таким образом, модель БДПТ представлена в форме взаимодействия четырёх иерархических блоков (рисунок 2). Блок *ELECTROMECHANICAL* (X4), состоящий из двух модулей – электрического и механического, моделирует электромеханический преобразователь. Модель управления задают три блока. Блок *RPS* (X1) реализует датчик положения ротора, он формирует сигналы для распределителя импульсов. Распределитель импульсов реализован блоком дешифратором *DECODER* (X2). Цифровые сигналы датчиков *DECODER* преобразует в напряжения *UK1...UK6*, подаваемые на вход блока силового преобразователя *COMMUTATOR* (X3), который вырабатывает управляющие напряжения *UA, UB, UC* для обмоток статора.

Формирование общей структуры модели в виде соединения отдельных блоков обеспечивает гибкость модели, т. е. возможность изменения параметров и структуры посредством вариации соединения, типа и численных значений иерархических блоков.

Использование компьютерного моделирования позволяет ускорить и упростить проектирование модулей электромеханических систем. Результаты моделирования в дальнейшем могут быть уточнены аналитическими расчетами, используя полученные путем компьютерного моделирования параметры электромеханической системы, а также при проведении эксперимента.

Литература

1. Москаленко, В.В. Современные системы автоматизированного электропривода [Текст] / В.В. Москаленко. – М.: Высшая школа, 2010. – 208 с.
2. Черных, И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink [Текст] / И. В. Черных. – М.: ИД Питер, 2007, 288 с.
3. Хернтер, М. Е. Электронное моделирование в Multisim [Текст] / М. Е. Хернтер. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 488 с.

СИНТЕЗ УСТОЙЧИВОГО ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОГО ПОЛИНОМА ИНТЕРВАЛЬНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Несенчук А.А., к.т.н., доцент

*Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси,
Минск, РБ*

При функционировании системы параметры объекта управления под воздействием различных факторов могут изменяться в широких пределах, т.е. имеет место параметрическая неопределенность [1–4]. Поэтому, такую систему будем рассматривать как систему с интервальной неопределенностью [2–4].

Запишем характеристический полином системы в общем виде:

$$s^n + a_1 s^{n-1} + \dots + a_{n-1} s + a_n = g_n(s), \quad (1)$$

где коэффициенты a_j действительны и изменяются в пределах

$$\underline{a}_j \leq a_j \leq \bar{a}_j, \quad j = \overline{0, n};$$

$\underline{a}_j$ и $\bar{a}_j$ – соответственно минимальное и максимальное значения замкнутого интервала изменения коэффициента a_j . Полином (1) может быть гурвицев, либо нет.