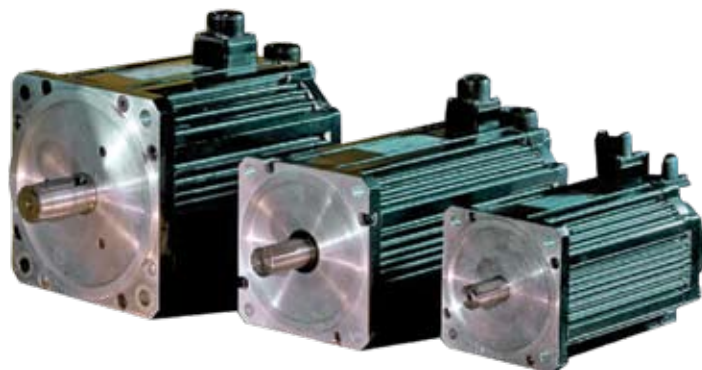


Математическая модель электропривода серии CSD в пакете Simulink



ООО «Балт-Систем» предлагает для использования на металлообрабатывающих станках и роботах с повышенными требованиями к статическим и динамическим характеристикам преобразователи серии CSD и синхронные вентильные электродвигатели серии NYS и HM с высокоэффективными Nd₂Fe₁₄B магнитами. Фотография электропривода на 30 А и электродвигателей NYS 50 Нм и HM 11 Нм показана на фото.



В данной статье рассматривается математическая модель электропривода, созданная в пакете Simulink. Модель синтезирована на основании реальных алгоритмов работы отдельных блоков электропривода и использованием пакета System Identification для определения конкретных параметров. Эта модель является составной частью дипломной работы в Санкт-Петербургском национальном исследовательском университете информационных технологий механики и оптики (ЛИТМО). Базовый алгоритм векторного управления, реализованный в электроприводе, является стандартным и применяется большинством фирм-изготовителей. Поэтому, данная модель будет полезна для инженерных работников, применяющих подобные привода и студентам профильных ВУЗов для наглядного представления работы реального электропривода, используемого на оборудовании в России и СНГ.

Программно-аппаратная структура векторного управления реализована на основе процессора цифровой обработки сигналов – DSP фирма TI и программируемой логической интегральной схемы – ПЛИС фирма Altera, которая позволяет работать в замкнутом контуре регулирования:

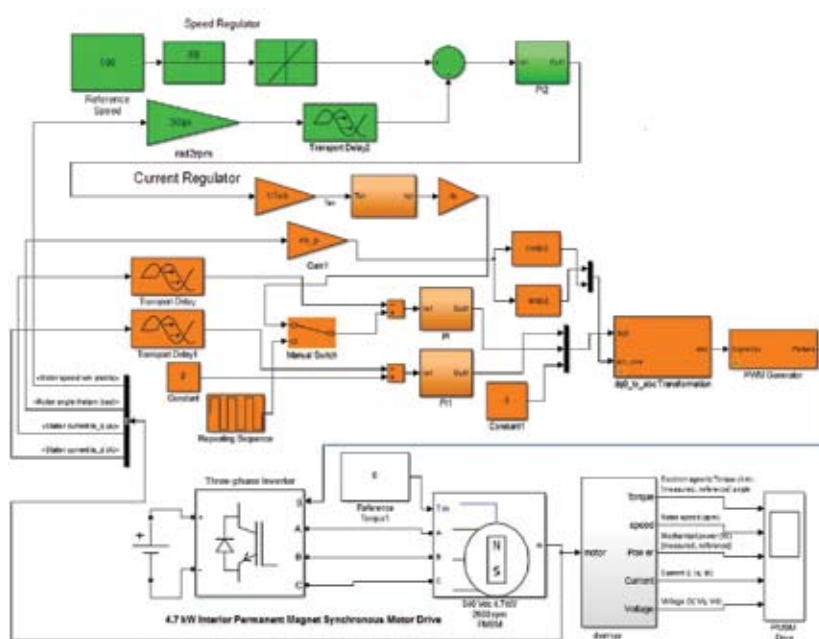
1. С обратной связью по току (полоса пропускания регулятора тока не менее 500 Гц и полный цикл расчета тока 125 мкс) – в качестве создания (поддержания) необходимого момента на валу электродвигателя.

2. С обратной связью по току и скорости (основной режим, полоса пропускания регулятора скорости не менее 100 Гц и полный цикл расчета скорости 500 мкс) – при использовании с системами ЧПУ или преднабора (и индикации).

3. С обратной связью по току, скорости и положению (полоса пропускания регулятора положения не менее 5 Гц и полный цикл расчета положения 1 мс) – при использовании с системами, имеющими выходное задание в виде последовательности импульсов (цифро-импульсный преобразователь).

Система векторного управления построена на основе уравнений динамики синхронного вентильного двигателя с постоянными магнитами на роторе, записанных относительно тока статора и потокосцепления ротора в синхронной вращающейся ортогональной системе координат (d, q), ориентированной по вектору потокосцепления ротора. Это позволя-

ет отдельно управлять потокосцеплением и электромагнитным моментом двигателя в каналах регулирования реактивной (Id) и активной (Iq) составляющих тока статора. Нулевое задание тока по оси d обеспечивает минимизацию тока статора при заданной величине момента нагрузки. Управление драйверами IGBT-инвертора осуществляет 6-ти канальный пространственно-векторный широтно-импульсный модулятор с частотой модуляции 4 кГц.

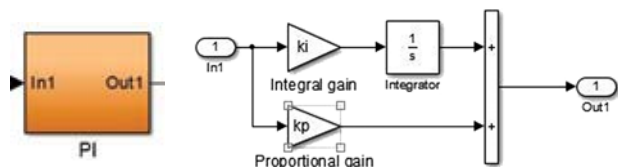


На рисунке приведена упрощенная модель электропривода CSD-DH16 и электродвигателя NYS-S20.

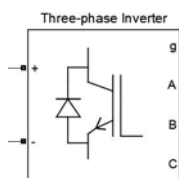
В ходе разработки модели наиболее сложными для идентификации были блоки:

- 1) Subsystem PI (ПИ регулятор составляющих тока Iq и Id);
- 2) dq0_to_abc Transformation (блок обратного преобразования Парка-Кларка);
- 3) Three-Phase Inverter (Трехфазный инвертор);
- 4) 540 Vdc 4.7 kW 2600 rpm PMSM (Permanent Magnet Synchronous Motor) (Синхронный двигатель);

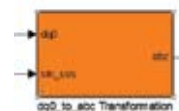
06 / 2013 • Издательство: «ИТО»



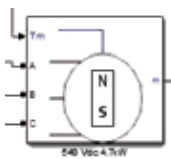
Блок PI выполняет функцию ПИ-регулятора. Он является подсистемой для того, чтобы объединить все составляющие ПИ-регулятора в один элемент. Это позволяет в дальнейшем добавлять его в другие части модели, не боясь потерять какой либо элемент.



Блок Three-Phase Inverter представляет собой трехфазный управляемый инвертор. Он построен на базе трехфазного моста (IGBT- транзисторы и диоды), который преобразует постоянное напряжение в трехфазное синусоидальное или наоборот. Сигнал g управляет работой транзисторов.



Блок dq0_to_abc Transformation выполняет функцию обратного преобразования Парка-Кларка. Блок преобразует три компонента (прямой оси, квадратурной оси и нулевой последовательности) в трехфазную систему.



Блок 540Vdc 4.7kW 2600rpm PMSM является моделью синхронного двигателя с постоянными магнитами на роторе, который может работать, как в генераторном, так и в двигательном режимах. Режим работы определяется знаком механического момента: положительный – для двигательного, отрицательный – для генераторного режима. На выходе блока можно наблюдать за параметрами двигателя: скорость, момент, фазные токи и напряжения и др.

В электроприводе CSD возможно наблюдение за малой группой параметров, при этом некоторые процессы остаются без внимания. В модели, на каждом ее участке, можно следить за прохождением сигналов и видеть полную картину процессов. В данной системе можно реализовать различные варианты симуляции, изменяя задание регулятора скорости и тока или подавая возмущающее воздействие. Для этого используется блок Repeating Sequence - многофункциональный генератор, с помощью которого возможно создавать сигнал любой формы и частоты. Если сравнивать с электроприводом CSD, то это аналог внутреннего функционального генератора.

Также существует возможность проверки двигателя на критические значения токов, моментов и напряжений. Модель является универсальной для данного типа управления, что позволяет использовать различные виды двигателей и приводов.

Более подробно описание модели и сама модель в ближайшее время будет выложено на нашем сайте.

ООО «Балт-Систем» 198206 г. Санкт-Петербург,

Петергофское шоссе, 73.

Тел. (812)-744-34-61, факс (812)-744-70-59

bs@petrlink.ru <http://www.bsystem.ru>