

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КООРДИНАТАМИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА MATLAB SIM POWER SYSTEMS

Ковбаса С. Н. , к.т.н. доц.; Потапенко А. В. , Гайдамака А. Г. , студенты.
Кафедра автоматизации электромеханических систем и электропривода

Введение. Новые алгоритмы управления координатами асинхронного двигателя (АД), как правило, исследуются методом математического моделирования с использованием идеализированного инвертора. Реальные инверторы напряжения имеют ряд неидеальностей, которые на практике могут проводить к существенному ухудшению показателей качества регулирования координат. К таким неидеальностям в первую очередь относится так называемое «мертвое время» инвертора – время паузы между закрытием и отпиранием ключей плеча инвертора, импульсный характер прикладываемого к статору напряжения и другие. Влияние неидеальностей инвертора при управлении АД можно исследовать экспериментально, однако это требует определенных затрат на создание экспериментальной установки, что не всегда возможно. В приложении SimPowerSystems пакета Matlab [1], [2] предложена уточненная модель инвертора напряжения, исследованию возможности применения которой и посвящена данная статья.

Описание модели. Функциональная схема модели системы преобразователь частоты – асинхронный двигатель показана на рисунке 1. Она состоит из следующих основных блоков: асинхронный двигатель (Induction machine), трехфазный инвертор (Three phase inverter), трехфазный диодный выпрямитель (Three phase diode rectifier), контроллер скорости (Speed controller), клампер (Braking chopper), ШИМ модулятор (SVM generator).

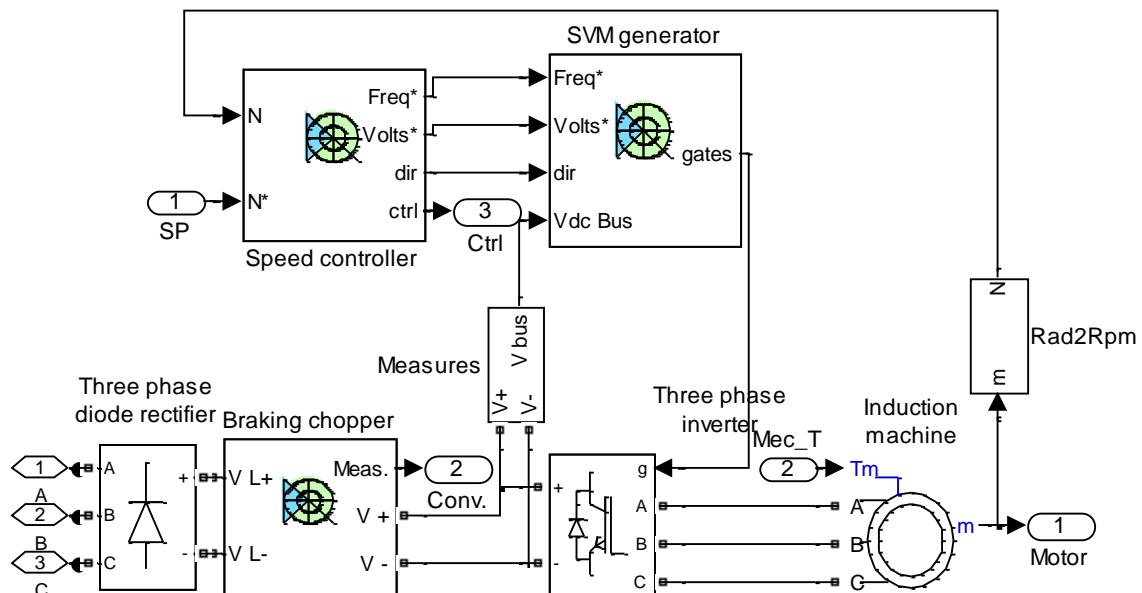


Рисунок 1 – структурная схема АД с векторной ШИМ

Описание параметров модели.

При использовании демонстрационной модели необходимо ввести следующие параметры. Номинальные параметры АД: Power – Мощность двигателя (Вт); Voltage – Линейное напряжение статора (В); Frequency – Номинальная частота (Гц); Resistance Stator – Сопротивление статора Ом; Resistance Rotor – Сопротивления ротора (Ом); Leakage inductance – Индуктивность рассеивания: Stator – Статора (Гн); Rotor – Ротора (Гн); Mutual inductance – Взаимоиндукция (Гн); Начальные значения токов – по умолчанию нулевые; Inertia – Момент инерции ($\text{кг}\cdot\text{м}^2$); Friction – коэффициент вязкого трения ($\text{Н}\cdot\text{м}/\text{с}$); Pole pairs – Количество пар полюсов.

Параметры инвертора и звена постоянного тока: Capacitance – Емкость фильтра выпрямителя (Φ); Параметры клампера: Resistance – Сопротивление (Ом); Frequency – Частота (Гц); Activation Voltage – Напряжение запуска (В); Shutdown voltage – Напряжение выключения (В).

Параметры ввода и вывода модели. На входы модели подаются: SP – заданная скорость двигателя, об/мин, Тм – момент нагрузки, $\text{Н}\cdot\text{м}$, A, B, C – трехфазное напряжение питающей сети.

Модель на выходе формирует три вектора данных: Motor – переменные АД; Conv – переменные трехфазного преобразователя; Ctrl – вектор данных с переменными контроллера угловой скорости.

Рассмотренная модель использована для исследования динамического поведения частотно-управляемого АД с параметрами, приведенными в таблице 1 при следующей последовательности операций управления: двигатель разгоняется с нуля до 167,55 рад/с, в момент времени 1,5 секунды к его валу прикладывается номинальный момент нагрузки, равный 11 $\text{Н}\cdot\text{м}$.

Таблица 1

Параметр	Знач.	Параметр	Знач.
Мощность двигателя, Вт	2238	Взаимоиндукция, мГн	69.3
Фазное напряжение статора, В	220	Момент инерции, $\text{кг}\cdot\text{м}$	0.089
Номинальная частота, Гц	60	Количество пар полюсов	2
Сопротивление статора, Ом	0.435	Коэффициент вязкого трения, $\text{Н}\cdot\text{м}/\text{с}$	0.005
Сопротивления ротора, Ом	0.816	Сопротивление клампера, Ом	8
Индуктивность рассеивания статора, Гн	0.002	Емкость фильтра выпрямителя, мкФ	340
Индуктивность рассеивания ротора, Гн	0.002	Частота коммутации клампера, Гц	4000

Графики переходных процессов при рассмотренном тесте показаны на рисунке 2. На рисунке 3 показан график момента АД мощностью 2,2 кВт полученный при выполнении подобного теста на экспериментальной установке двигатель разгоняется в момент времени 0,95 с, при $t=1,65$ с к его валу

прикладывается номинальный момент нагрузки. Из сравнения рис. 2 и рис.3 устанавливаем, что рассмотренная модель преобразователя частоты вносит дополнительную динамику в процессы регулирования координат АД, которая является близкой к существующей в реальных электроприводах. То есть, использование библиотеки SimPowerSystems позволяет выполнять исследование алгоритмов управления АД с получением результатов, максимально приближенных к реальным системам.

Блок регулятора скорости демонстрационной модели можно заменить на любой другой алгоритм регулирования угловой скорости или момента. Для этого исследуемый алгоритм должен формировать на выходе следующие переменные: Freq – частота напряжения статора, Volts – модуль, и dir – направление вращения вектора напряжения статора.

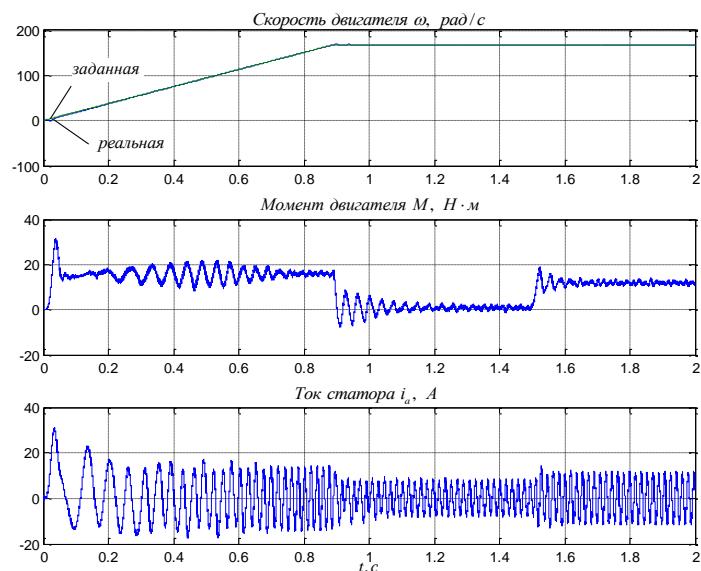


Рисунок 2 – Модель переходных процессов АД с векторной ШИМ

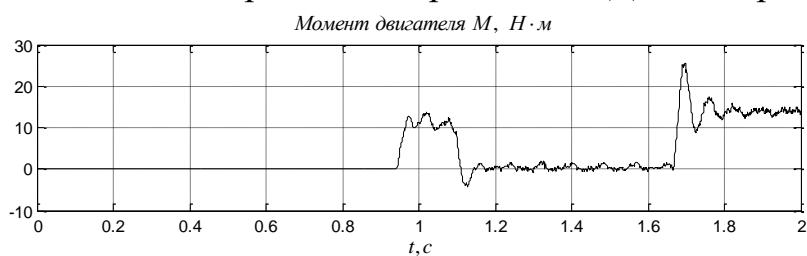


Рисунок 3 – Экспериментальные переходные процессы АД

Рассмотрена модель преобразователя частоты из пакета SimPowerSystems, которая позволяет выполнять исследование алгоритмов управления АД с учетом динамических процессов преобразователя частоты. Сравнение результатов моделирования и эксперимента подтверждают, что такая модель в значительной степени приближена к реальным системам ПЧ-АД.

Перечень ссылок

1. www.mathworks.com.
2. Островерхов М.Я., Пижов В.М. Моделювання електромеханічних систем в Simulink. – К.: ВД «Стилос», 2008. - 528 с.