

И.С. Полющенко
(г. Смоленск, филиал НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)
I.S. Polyuschenkov (Smolensk, Branch of NRU MPEI in Smolensk)

РАЗРАБОТКА АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА СО СКАЛЯРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

DEVELOPMENT OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE WITH SCALAR CONTROL

Приведены материалы по разработке асинхронного электропривода со скалярным управлением. Описаны технические решения, связанные с проектированием программных и аппаратных средств микропроцессорной системы управления. При разработке использованы средства модельно-ориентированного программирования.

The materials on the development of asynchronous electric drive with scalar control are given. The technical solutions associated with the design of software and hardware parts of the microprocessor control system are described. When developed, tools of model-based programming technique are used.

Ключевые слова: асинхронный электропривод, скалярное управление, модельно-ориентированное программирование, микропроцессорное управление, транзисторный преобразователь.

Keywords: asynchronous electric drive, scalar control, model-based programming technique, microprocessor control, transistor power converter.

Электроприводы с асинхронными короткозамкнутыми электрическими двигателями широко распространены в различных областях применения благодаря их сравнительно низкой стоимости, надёжности, внедрению различных способов управления ими, а также благодаря внедрению современных силовых и управляющих электронных устройств. Наиболее экономичными способами управления асинхронным электрическим двигателем, связанными с регулированием напряжения, питающего статорную цепь, являются скалярный и векторный способы. Векторное управление основано на математическом аппарате обобщённой электрической машины и представлении электромагнитных и электромеханических переменных, или координат, в виде вращающихся векторов. Этот способ управления наилучшим образом подходит для асинхронных электроприводов, чтобы получить динамичное регулирование и широкий диапазон регулирования координат – электромагнитного момента, скорости вращения и угла поворота ротора. Указанный технический результат достигается за счёт применения сравнительно сложных алгоритмов управления, требующих большого объёма вычислений и сложных измерительных процессов. Для многих промышленных механизмов, таких

как насосы, вентиляторы, нагнетатели, положительные качества векторного управления излишни. Поэтому в них используется скалярное управление, которое основано на Г-образной схеме замещения асинхронного электрического двигателя и заключается в регулировании величины и частоты питающего напряжения, находящихся в некотором соотношении в зависимости от специфики механической нагрузки приводного механизма.

В докладе приведены материалы, касающиеся разработки асинхронного электропривода со скалярным управлением. При разработке программного обеспечения его микропроцессорной системы управления использованы средства модельно-ориентированного программирования – библиотека *Waijung Blockset*, интегрированная в систему компьютерной математики *Matlab*. Опыт использования этих средств, накопленный при работе над другим проектом [1], позволил выявить ограничения по их применению, которые были учтены при дальнейших разработках. Сказанное относится к достижению стабильности интервалов выполнения задач, к своевременности доступа к параметрам и переменным, а также к сокращению объёма вычислений. С учётом этого были разработаны пользовательские модельные блоки, специфичные для системы управления асинхронного электропривода, с применением подпрограмм на языке *C*. Кроме того, рационально распределены вычислительные и аппаратные ресурсы микроконтроллера. В проекте использована плата управления с микроконтроллером *STM32*, которая была ранее разработана при проектировании сервоконтроллера [1].

На рис.1 показана функциональная схема микропроцессорной системы управления асинхронного электропривода, на которой указаны средства реализации её подсистем и элементов. Эта схема подобна схеме системы управления сервоконтроллера из [1] по устройству и назначению некоторых её подсистем и элементов. Это относится к информационной подсистеме, предназначенной для работы электропривода под контролем системы управления технологического процесса (СУТП), а также для обмена данными по цифровым интерфейсам *UART*, *CAN* и *I2C* с персональным компьютером ПК и периферийным оборудованием, например, с датчиками и микросхемой постоянного запоминающего устройства ПЗУ. Основные отличия от проекта [1] связаны с обеспечением работы асинхронного двигателя АД и регулированием координат электропривода. Для этого реализуются алгоритмы скалярного управления двигателем и использованы обработчики технологических датчиков. Согласно указанной функциональной схеме, стандартные блоки библиотеки *Waijung Blockset* использованы в качестве программных обработчиков аппаратной периферии, а для реализации алгоритма управления двигателем и регулирования координат использованы различные средства *Matlab* и специально разработанные подпрограммы на *C*.

В качестве силового преобразователя СП использован модуль М31-10-6А1, который является сборкой трёхфазного мостового транзисторного инвертора и выпрямительного моста. У этого модуля имеется прямой доступ для управления каждым из транзисторов инвертора с помощью сигналов,

имеющих широтно-импульсную модуляцию (ШИМ) и подаваемых на входы управления инвертором от платы управления приводом. Максимальная частота выходного напряжения силового преобразователя составляет 250 Гц, что соответствует синхронной скорости вращения двухполюсного асинхронного двигателя 15000 об/мин. Формирование выходного напряжения осуществляется таким образом, что при максимальной его частоте на полупериоде имеется не менее десяти градаций скважности ШИМ.

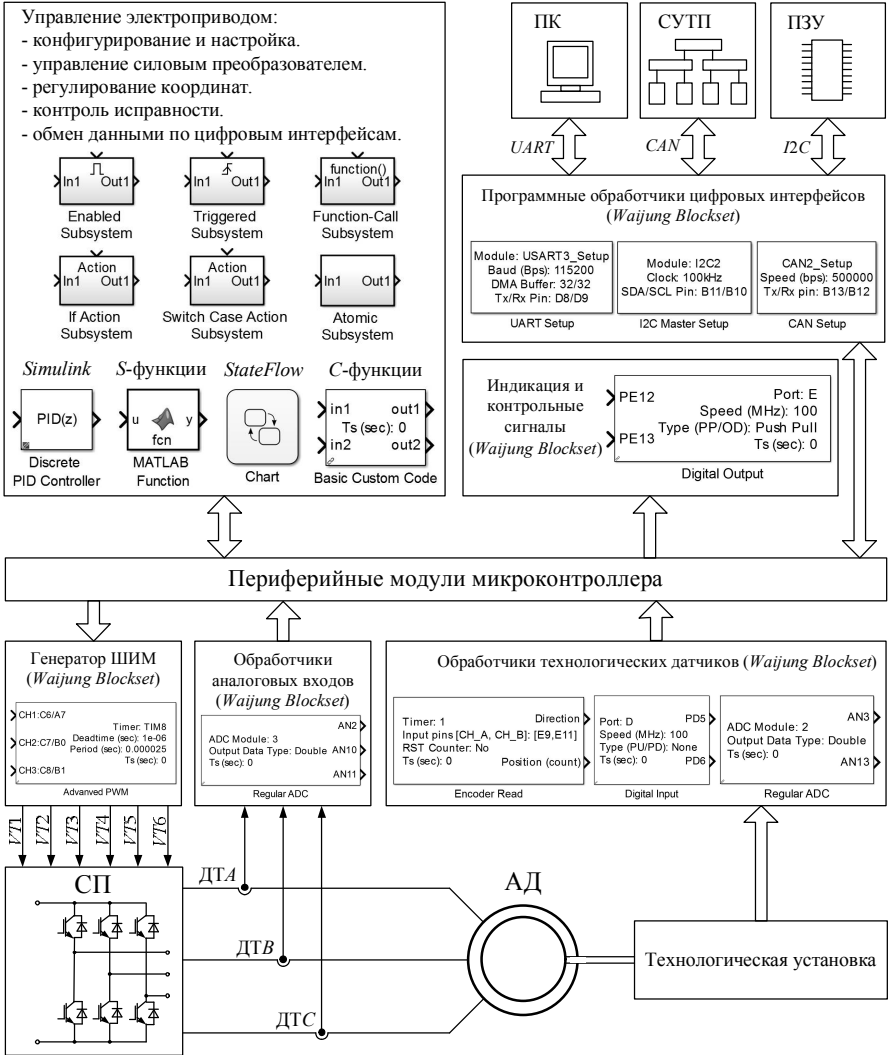


Рис.1. Функциональная схема системы управления асинхронного электропривода

Для работы электропривода в разомкнутой системе программно-аппаратным путём реализованы законы частотного управления с поддержанием некоторого соотношения между величиной и частотой напряжения, питающего асинхронный двигатель. При этом чтобы обеспечить линейность зависимости заданной скорости вращения ротора от сигнала или кода задания, первичным регулируемым параметром является частота напряжения, приложенного к статору асинхронного двигателя. Величина напряжения задаётся в зависимости от его заданной частоты. Также следует отметить, что для обеспечения пускового момента асинхронного двигателя, при низких частотах напряжения использована нелинейная коррекция. Например, при этой коррекции при снижении частоты питающего двигателя напряжения ниже граничного уровня около 30% от её номинальной величины происходит отклонение от зависимости $U/f = const$ с учётом допустимой величины тока статора. В замкнутой системе электропривода с целью стабилизации скорости его вращения использована положительная обратная связь по действующему значению тока, протекающего по статорной цепи. При стабилизации скорости вращения электропривода на уровне заданного значения в пределах некоторого допуска автоматически корректируются как частота, так и величина напряжения, которое формируется преобразователем СП. Кроме того, могут быть использованы технологические датчики, например, датчики скорости вращения, давления или расхода воздуха. Для ограничения электромагнитного момента и тока статорной цепи асинхронного двигателя при стопоре приводного механизма использована отрицательная обратная связь по току статора с отсечкой. Эта обратная связь вступает в действие при достижении действующим значением тока статора некоторого заданного значения, для измерения которого в электроприводе предусмотрены датчики фазных токов ДТА, ДТВ и ДТС асинхронного двигателя, как показано на рис. 1.

Таким образом, можно подвести итог, что средства модельно-ориентированного программирования, дополненные пользовательскими подпрограммами, специфичными для решаемых задач, позволили успешно решить комплекс задач, связанных с разработкой асинхронного электропривода, при достижении необходимой степени детализации программного обеспечения. Планируется применение результатов разработки для привода компрессорного агрегата.

Список литературы

1. *Полющенок, И.С.* Использование модельно-ориентированного программирования при разработке электропривода // САПР и моделирование в современной электронике [Текст] + [Электронный ресурс]: сб. науч. тр. II Международной научно-практической конференции / под ред. Л.А. Потапова, А.Ю. Дракина. – Брянск: БГТУ, 2018. – Ч.1. – 249 с.

Материал поступил в редколлегию 06.09.19.