



УДК:004.032-021.381:62-503.55

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ УНИФИЦИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

ПОСТНОВ А.А., КАДЫРОВ И.Ш., ПОЛЯНИНОВ Г.А.

КГТУ им. И.Раззакова

izvestiya@ktu.aknet.kg

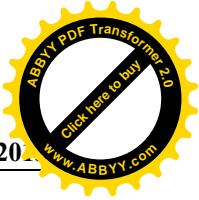
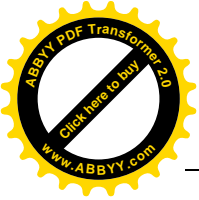
В статье раскрывается принцип построения унифицированных цифровых систем управления электроприводами на базе микроконтроллеров фирмы Atmel – Atmega 128.

In this article the construction principles of the unified digital control system for thyristor converter based on Atmel's microcontroller - Atmega 128 has been considered.

Введение. Попытка создания унифицированной системы управления электроприводом постоянного тока была сделана еще в 60-е годы прошлого столетия с применением «Унифицированного блока системы регулирования» (УБСР), реализованного с помощью транзисторной схемы [1]. Однако система на базе УБСР, хотя и явилась основой оптимальной системы управления электроприводом, была громоздкой, энергоемкой и отличалась низким быстродействием. Появление аналоговых операционных усилителей позволила сравнительно простыми аппаратными средствами создать надежную систему управления для автоматизированного электропривода постоянного тока, получающего питание с выхода полупроводникового преобразователя.

Аналоговые операционные усилители использовались и в системе управления электроприводом переменного тока, с помощью которых были реализована структура со сложнейшим алгоритмом управления частотно-регулируемого электропривода, связанного с преобразованием уравнений из трехфазной системы в двухфазную систему и наоборот. Прямые и обратные преобразования уравнений в электроприводе переменного тока, при существующей структуре системы управления, позволили получить высокие показатели регулирования скорости двигателя. Однако эта система не является унифицированной, так как ею можно было управлять только частотно-регулируемым электроприводом. Кроме того эта система является сложной, многокомпонентной и требует высокой квалификации обслуживающего персонала.

Цели и методы. Проектирование цифровой системы управления электроприводом постоянного и переменного тока с применением современного быстродействующего однокристалльного микроконтроллера позволяет решать задачи унификации за счет высокой степени интеграции микропроцессорной системы и разработки соответствующего программного обеспечения. При этом неизменным остается аппаратная часть, представляющая собой



универсальное устройство, в котором алгоритм управления, заложенный аналоговыми схемотехническими решениями модернизируемой системы управления электроприводом, переводится на программное обеспечение.

Компонентами цифровой унифицированной цифровой системы управления является быстродействующий 8-разрядный однокристалльный микроконтроллер фирмы Atmel – Atmega 128 и согласующие системы ввода/вывода, обеспечивающие связь с внешними аналоговыми или цифровыми устройствами: решающими модулями, датчиками скорости, тока, положения и др. Микроконтроллер Atmega 128 основан на ядре AVR, который сочетает в себе богатый набор инструкций с 32 универсальными рабочими регистрами. Все 32 регистра непосредственно подключены к арифметико – логическому устройству (АЛУ), который позволяет указать два различных регистра в одной инструкции и выполнить ее за один цикл. Наличие в базовом микроконтроллере цифровой шины позволяет включать внешний, подчиненный базовому, микроконтроллер для повышения быстродействия, перераспределения задач или расширения внешних компонентов.

Результаты исследований. На рис.1 приведена структурная схема унифицированной цифровой системы управления автоматизированным электроприводом, построенная с помощью микроконтроллера фирмы Atmel – Atmega 128, который является базовым элементом. Относительно базового элемента формируются входные и выходные шины, в количестве достаточном для управления преобразователями энергии для питания двигателей постоянного и переменного тока. При этом преобразователями энергии для регулирования скорости двигателей постоянного и переменного тока являются полупроводниковые преобразователи, построенные с помощью силовых транзисторов или тиристоров.

Регулировать скорость двигателем постоянного тока (ДПТ) в широком диапазоне можно с помощью тиристорного преобразователя (ТП) и тиристорного или транзисторного широтно-импульсного преобразователя (ШИП), а транзисторным или тиристорным преобразователем частоты (ТПЧ) – скорость асинхронного двигателя (АД) [2].

Формирование выходного напряжения требуемой формы в ТП производится с помощью системы импульсно-фазового управления (СИФУ). СИФУ с помощью внешних транзисторных ключей VT1- VT6 (рис.1) распределяет управляющие импульсы всем 12 силовым тиристорам реверсивного ТП, собранного по мостовой схеме. Регулируемым параметром СИФУ является угол запаздывания открывания тиристоров, прямо-пропорционально зависящий от напряжения управления, подаваемого на вход СИФУ. Выбор той или иной вентильной группы реверсивного ТП производится блоком логики (БЛ), который управляет транзисторами VT7 и VT8 и подает питание импульсным трансформаторам вентильных групп VG1 или VG2 [3]. Таким образом, для формирования питающего напряжения ДПТ базовый микроконтроллер должен быть загружен программным обеспечением СИФУ и БЛ.

Для разработки работы программного обеспечения СИФУ и БЛ потребуется подать на аналоговые входы напряжения синхронизации фаз *A, B, C*, а на цифровой вход микроконтроллера выходное напряжение датчика нулевого тока в двоичном коде [3]. Сведение о напряжении управления на вход СИФУ поступает в цифровом коде либо от цифровой модели предыдущего устройства, либо по внешним шинам от дополнительного микроконтроллера.

Формирование выходного напряжения ШИП и ТПЧ производится с помощью широтно-импульсного модулятора (ШИМ), который с помощью транзисторных ключей VT1 – VT6 (рис.1) распределяют управляющие импульсы силовым транзисторам или тиристорам ШИП или инвертора ТПЧ. Регулируемым параметром ШИМ является скважность напряжения прямоугольной формы, формируемого на выходе ШИП, а на выходе инвертора ТПЧ ступенчатые напряжения с переменной скважностью, гладкая составляющие которых имеют синусоидальную форму. Так как процесс регулирования скорости АД гораздо сложнее чем в ДПТ, то дополнительно к ШИМ ТПЧ требуется включить трехфазный генератор синусоидальных сигналов (ГСС), у которого регулируемые параметрами являются частота, амплитуда и фаза формируемых напряжений. Напряжения с выхода ГСС являются переменными ШИМ при формировании напряжений на выходе ТПЧ.

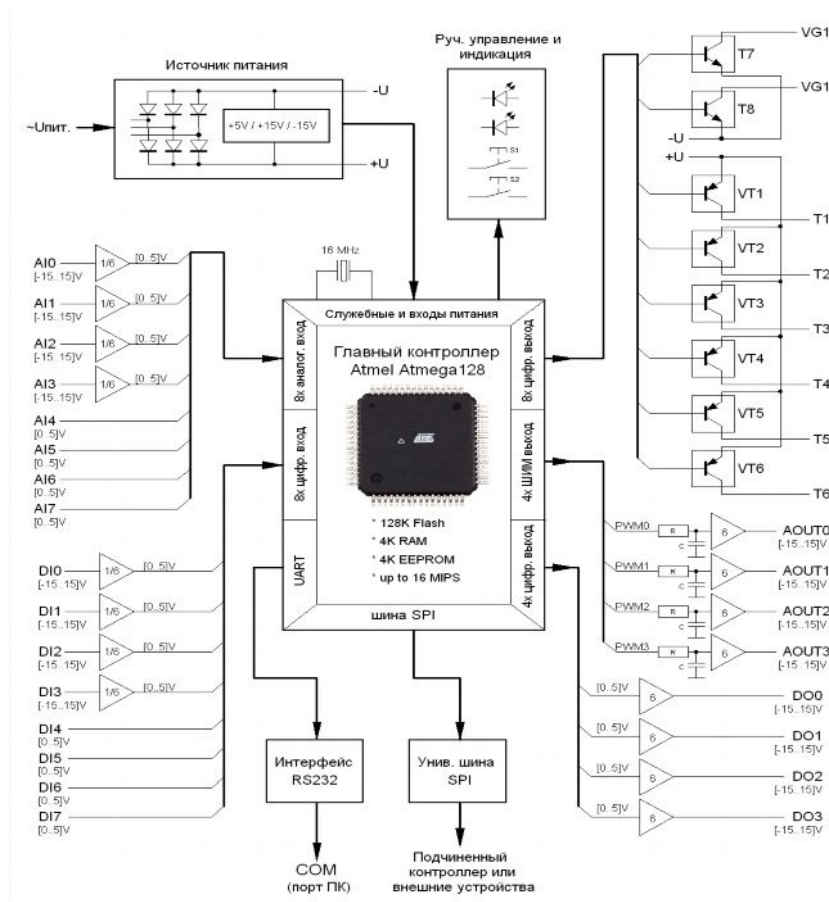
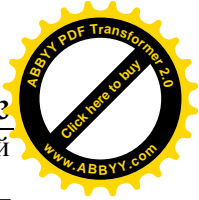
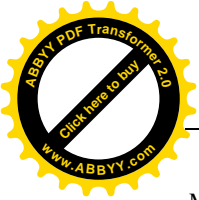


Рис. 1. Структурная схема устройства



Таким образом, для формирования напряжения на выходе ШИП базовый микроконтроллер должен быть загружен программным обеспечением ШИМ, а для ТПЧ – программным обеспечением ШИМ и ГСС. Необходимые дополнительные устройства и входные воздействия проектировщик может устанавливать в процессе наладки самостоятельно.

При проектировании автоматизированных электроприводов постоянного и переменного тока для современных технологических комплексов перед разработчиками ставятся две наиболее распространенных комплексных задачи. Первая задача включает в себя стабилизацию регулируемых параметров в установившемся режиме или в режиме слежения. При этом переходные процессы, связанные с пуском и остановкой двигателя в этих электроприводах производятся при наложенных ограничениях параметров, которые могут вывести из строя механическую или электрическую часть двигателя. Вторая задача относится к процессу управления, когда двигатель из одного установившегося состояния переходит в другое, при условии достижения максимума или минимума какого-либо заранее заданного критерия качества. Последнюю принято называть задачей оптимального управления.

Реализация обеих задач требует использования, различных по назначению регуляторов контролируемых параметров двигателя от которых зависит достижение поставленной цели. Первую задачу можно решить в результате синтеза системы управления автоматизированного электропривода, когда на основании показателей качества регулирования скорости определяется функциональная схема. Синтез системы управления позволяет, во-первых, определить структуру регулятора, во – вторых, математическое описание относительно входных и выходных параметров, в – третьих, появляется возможность произвести расчеты оптимальных параметров для настройки регулятора.

При микропроцессорном управлении потребуется разработать программное обеспечение регуляторов, которые будут использованы для выполнения первой задачи. Для второй задачи может потребоваться более сложный алгоритм, описываемый нелинейными уравнениями. В этом случае помимо регуляторов в систему управления потребуется введение нелинейных блоков или элементов числового программного управления. Для этого случая предусмотрена универсальная шина SPI для подключения внешнего, подчиненного базовому, контроллер. Числовое программное управление, а также программное обеспечение микропроцессорного управления электроприводом вводятся в базовый и дополнительный контроллер от персонального компьютера через интерфейс RS232.

На рис.2 приведен макетный образец проектируемого унифицированного устройства, предназначенного для числового управления электроприводами постоянного и переменного тока. Для того чтобы иметь полное представление о разрабатываемом устройстве ниже приведем основные технические характеристики микроконтроллера Atmega 128:

– возможность выполнения большинства инструкций за один машинный цикл позволяет увеличить производительность контроллера до 1 млн. операций в секунду;

– при рабочей частоте 16 мегаГц быстродействие контроллера приближается к 16 млн. операций в секунду;

– программа контроллера пишется на доступном языке Си;

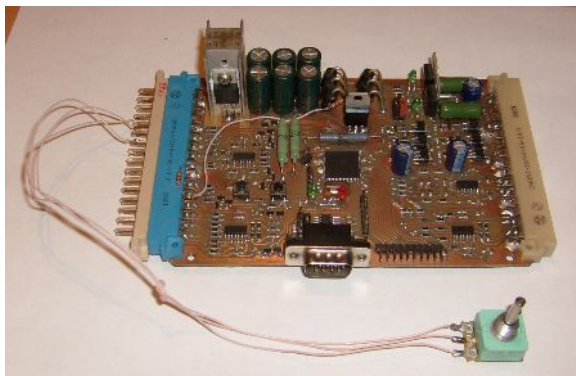


Рис. 22. Макетный образец устройства

– шина UART (универсальный асинхронный приемо-передатчик) настраивается к подключению к персональному компьютеру по интерфейсу RS232 или на подключение к промышленной шине RS485, объединяющие однотипные контроллеры в одной сети или для подключения к цифровым датчикам стандарта RS232;

– шина SPI позволяет увеличить быстродействие устройства за счет подключения внешнего контроллера или внешних смежных устройств, предназначенных для улучшения режимов работы устройства.

Выводы:

1. Разработанное устройство за счет использования микроконтроллера Atmega 128, выпускаемый массовым тиражом и имеющего относительно низкую стоимость, по своим техническим параметрам позволяет решать многие задачи цифрового управления.

2. Реализуется возможность формирования различных структур систем регулирования координат автоматизированных электроприводов постоянного и переменного тока, включая системы управления различных силовых преобразователей.

Литература

1. Терехов В.М. Элементы автоматизированного электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 224 с.

2. Кадыров И.Ш. Проектирование электромеханических систем для машин автоматического действия. – Бишкек: ИЦ «Текник», 2006. – 211 с.

Кадыров И.Ш. Принципы, методы и алгоритмы построения микропроцессорных систем управления электромеханическими машинными агрегатами. – Бишкек: ИЦ «Текник», 2007. – 206 с.