



УКД 62-83 (075.8)

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАБОТЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Кашин В.Е., kabinet050@mail.ru, Дубяго М.Н., Полуянович Н.К., nik1-58@mail.ru

Институт радиотехнических систем и управления, г. Таганрог

В данной статье рассмотрено микроконтроллерное управление асинхронным двигателем. Показано, что алгоритм работы системы управления электрическим приводом при разделении функций управления и генерации ШИМ сигналов между двумя микроконтроллерами фактически является алгоритмом работы управляющего микроконтроллера (МК). Управляющий микроконтроллер обеспечивает: подачу команды на пуск и останов двигателя; регулирование оборотов и поддержание заданных оборотов асинхронного двигателя (АД); останов двигателя при заклинивании вала и т.д. Разработан алгоритм работы управляющего микроконтроллера. Рассмотрен метод формирования ШИМ сигнала.

Ключевые слова. Широтно-импульсная модуляция, управление электроприводом.

DEVELOPMENT OF ALGORITHM OF ELECTRIC DRIVE CONTROL SYSTEM

Kashin V.E., Dubyago M.N., Poluyanovich N.K.,

Institute of radio engineering systems and management, Taganrog

This article describes the microcontroller control of an asynchronous motor. It is shown that the algorithm of operation of the electric drive control system in the separation of control functions and generation of PWM signals between two microcontrollers is actually the algorithm of the control microcontroller. Managing the microcontroller provides the next points: 1) the command for starting and stopping the engine; 2) adjusting the rotation and hold rpm induction motor; 3) stopping the engine when the shaft is blocking, etc. Described the algorithm of operation control of the microcontroller and the methods of forming the PWM signal. The algorithm and programs of pulse width modulation (PWM) formation are developed. A definition of the fill factor of the PWM.

Keyword. Pulse width modulation, electric drive control.

При разработке алгоритма работы системы управления электрического привода (ЭП) [1], необходимо учитывать: – диапазон выходных частот инвертора ($f = 0 \div 75$ Гц); – частоту переключения электронных ключей; – выдержку пауз для предотвращения сквозных токов; – плавное регулирование выходной частоты инвертора; – точное поддержание заданной скорости вращения двигателя; – синфазность включения плеч трехфазного автономного инвертора напряжения; – обеспечение формы выходного напряжения инвертора близкой к синусоиде; – защиту двигателя от перегрузки; – защиту АИН от сквозных токов. Алгоритм работы системы управления электрическим приводом [1] при разделении функций управления и генерации ШИМ сигналов между двумя микроконтроллерами фактически является алгоритмом работы управляющего микроконтроллера МК1 (рис.2), в качестве которого был выбран микроконтроллер ATmega16. Управляющий микроконтроллер (МК) обеспечивает: подачу команды на пуск и останов двигателя [2-5]; регулирование оборотов двигателя; поддержание заданных оборотов асинхронного двигателя (АД); индикацию заданных оборотов вала при остановленном двигателе и текущих оборотов вала при запущенном двигателе; останов двигателя при заклинивании вала. Работает алгоритм управляющего МК ATmega16 (рис. 2) так.



Опорное значение скорости вращения вала задается при помощи кнопок «увеличить обороты» и «уменьшить обороты» вне зависимости от того запущен двигатель или нет. Для индикации оборотов двигателя используется подпрограмма в виде функции, в качестве параметра которой передается либо опорное значение числа оборотов при остановленном двигателе, либо значение числа оборотов, полученное с датчика скорости вращения вала при запущенном двигателе. Поступающие данные с датчика скорости вращения вала двигателя на порт С микроконтроллера используются для поддержания постоянной скорости вращения вала. Входное значение оборотов двигателя, поступающее с датчика скорости вращения вала является двоичным восьмиразрядным числом, которое обозначает десятки оборотов двигателя в минуту.

При увеличении нагрузки на валу снижаются обороты двигателя, для компенсации снижения оборотов, микроконтроллер увеличивает задающее значение, подающееся на порт D микроконтроллера до тех пор, пока значение оборотов с датчика не сравняется с опорным значением.

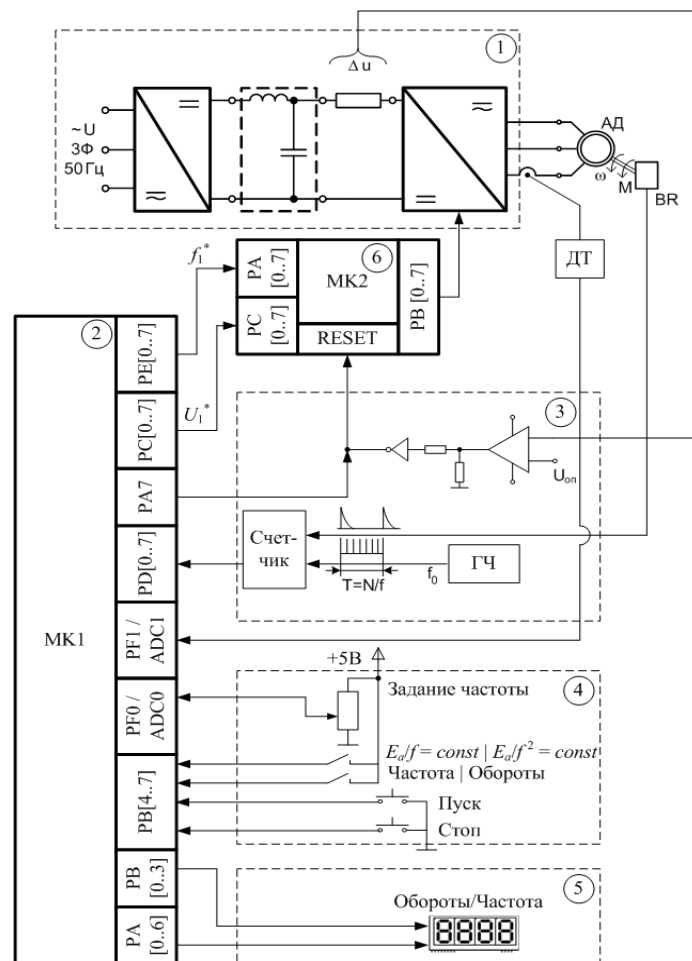


Рис 1. Микроконтроллерная система частотного регулирования

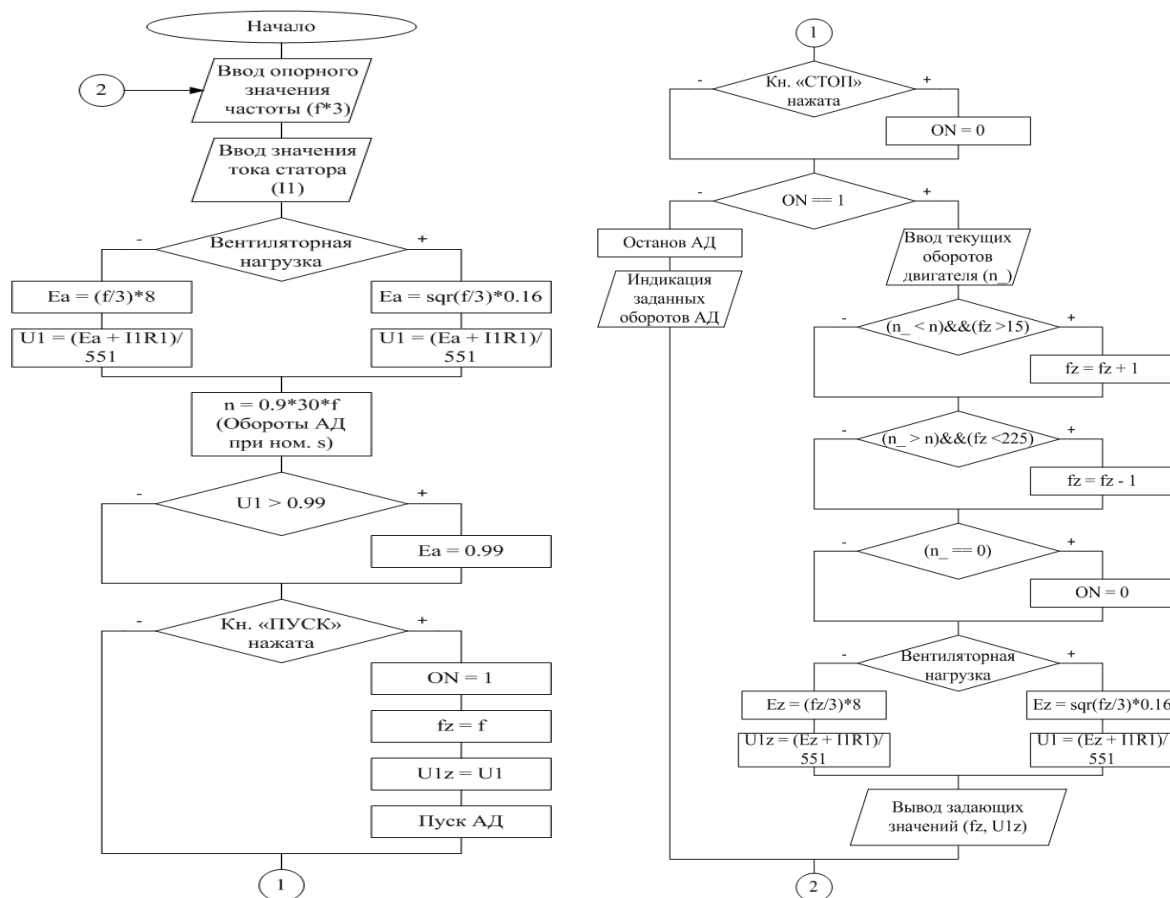


Рис. 2 Алгоритм работы управляющего микроконтроллера

Задающее значение является двоичным восьмиразрядным числом, которое обозначает десятки оборотов двигателя в минуту на холостом ходу. В случае заклинивания вала [2-5] (падение значения оборотов на датчике до нуля при высоком опорном значении оборотов) микроконтроллер управления (рис. 2) подает сигнал на отключение микроконтроллера, который генерирует ШИМ сигнал, как следствие на выходах микроконтроллера МК2 устанавливается сигнал равный логическому нулю и электронные ключи инвертора запираются. Разработана программа для управляющего микроконтроллера.

Разработка программы формирования ШИМ. При разработке программы для микроконтроллера формирования ШИМ, необходимо учитывать:

- частоту переключения электронных ключей;
- выдержку пауз для предотвращения сквозных токов;
- синфазность включения плеч трехфазного автономного инвертора напряжения;
- обеспечение формы выходного напряжения инвертора близкой к синусоиде.

Алгоритм работы микроконтроллера формирования ШИМ представлен на рис. 3.

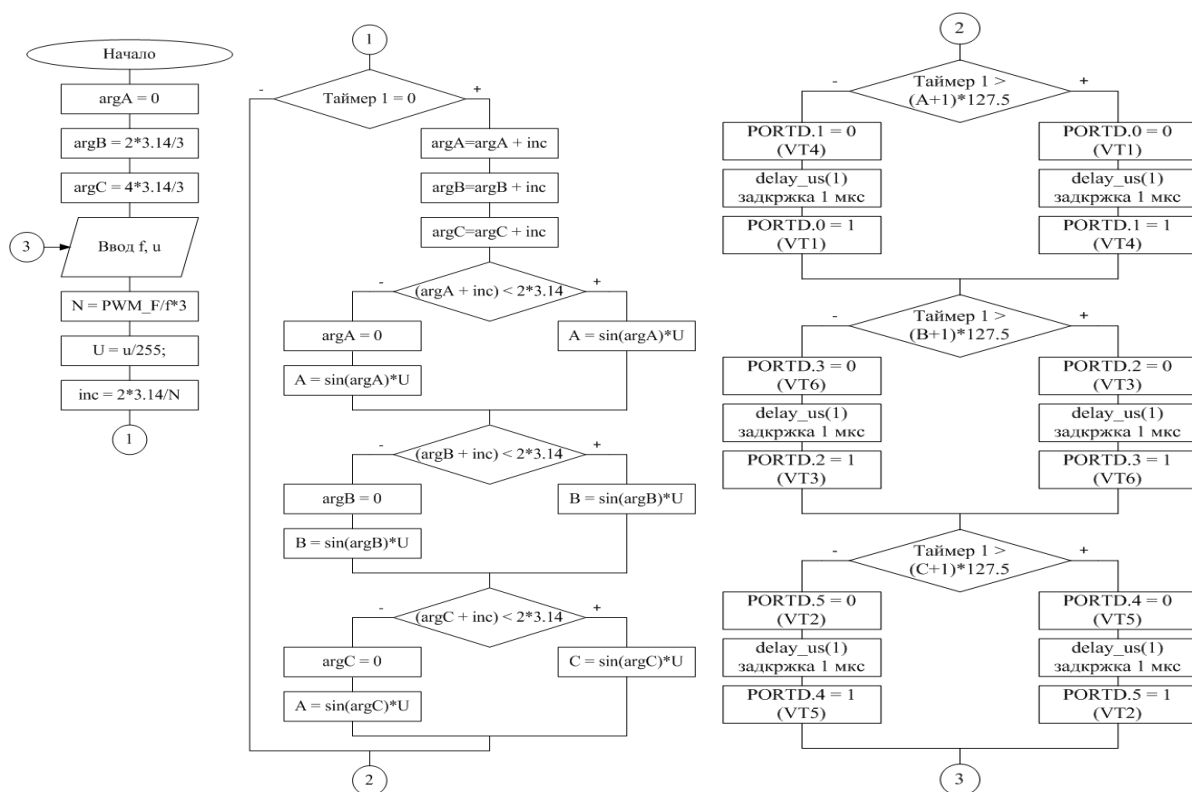


Рис. 3. Алгоритм формирования ШИМ

Формирования ШИМ сигнала. Чтобы определить состояний порта D микроконтроллера необходимо вычислить коэффициенты заполнения для ШИМ импульсов. Разделим полуволну на 18 импульсов, таким образом период ШИМ равен 10^0 рис. 4. Коэффициент заполнения определяется следующим образом:

$$K_{\text{зап}} = \frac{\tau}{T},$$

где T – период ШИМ; τ – продолжительность импульса.

Коэффициент заполнения можно определить как: $K_{\text{зап}} \approx \sin \varphi$.

Коэффициенты заполнения для формирования одной полуволны представлены в таблице 1.

Таблица 1. Коэффициенты заполнения

Угол φ	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Кзап	0,17	0,34	0,5	0,64	0,77	0,87	0,94	0,98	1
Угол φ	100	110	120	130	140	150	160	170	180
Кзап	0,98	0,94	0,87	0,77	0,64	0,5	0,34	0,17	0

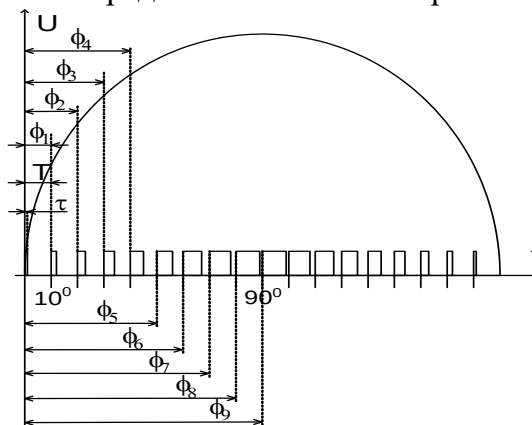


Рис. 4. Определение коэффициента заполнения



На основании схемы и диаграммы, а также рассчитанных коэффициентов заполнения разработан алгоритм определения состояний порта D микроконтроллера МК2 для формирования управляющего ШИМ сигнала. Разработана программа процедуры определения состояний порта D микроконтроллера ATmega 8 для формирования управляющего ШИМ сигнала.

Библиографический список:

1. Полуянович Н.К., Дубяго М.Н. Электрический привод. Для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» по профилю «Электрооборудование предприятий, организаций и учреждений, электрического транспорта, автомобилей и тракторов» / Южный Федеральный Университет, Инженерно-технологическая академия, Институт радиотехнических систем и управления, Кафедра электротехники и мехатроники. Таганрог, 2015.
2. Полуянович Н.К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий. / Санкт-Петербург, 2017. Сер. Учебники для вузов. Специальная литература.
3. Полуянович Н.К., Дубяго М.Н., Щуровский В.А. Методы испытания силового электрооборудования. / Южный Федеральный Университет, Инженерно-технологическая академия, Институт радиотехнических систем и управления, Кафедра электротехники и мехатроники. Таганрог, 2016.
4. Полуянович Н.К. Разработка алгоритма релейной защиты распределительной сети на основе математической модели. Известия ЮФУ. Технические науки. 2009. № 1 (90). С. 240-245.
5. Полуянович Н.К., Дубяго М.Н., Щуровский В.А., Береснев М.А. Методы экспериментального определения характеристик электрического привода. Южный Федеральный Университет, Инженерно-технологическая академия, Институт радиотехнических систем и управления, Кафедра электротехники и мехатроники. Таганрог, 2016.
6. Полуянович Н.К. Разработка алгоритма релейной защиты распределительной сети на основе математической модели. Известия ЮФУ. Технические науки. 2009. № 1 (90). С. 240-245.
7. Полуянович Н.К. Использование идеализированных элементов для моделирования характеристик нелинейных элементов в задаче автоматизированного проектирования. Известия ТРТУ. 1999. № 2 (12). С. 189-191.
8. Дубяго М.Н., Полуянович Н.К., Пшихопов В.Х. Метод исследования термофлуктуационных процессов в задачах диагностики и прогнозирования изоляционных материалов. Вестник Донского государственного технического университета. 2017. Т. 17. № 3 (90). С. 117-127.
9. Методы экспериментального определения характеристик электрического привода. Полуянович Н.К., Дубяго М.Н., Щуровский В.А., Береснев М.А. Южный Федеральный Университет, Инженерно-технологическая академия. Таганрог, 2016. –120.
10. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт электрооборудования и систем электроснабжения промышленных предприятий. Полуянович Н.К. Учебное пособие для студентов специальности "Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений" / Таганрог, 2005. – 232.