

УДК 621.313

В. О. КВАШНИН (канд.техн.наук, доц.), **Ю.Н. ЧЕРЕДНИК**
Донбасская государственная машиностроительная академия
v.kvashnin@mail.ru

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГУЛИРУЕМОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ С ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

Приведено описание разработки платы управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором с использованием автономного инвертора напряжения на базе контроллера Atmel, позволяющего осуществить плавный пуск двигателя и изменение частоты вращения. Результаты работы могут быть использованы при построении более сложных эффективных систем управления асинхронными двигателями.

Электропривод, автономный инвертор напряжения, широтно-импульсная модуляция, алгоритм, драйвер, контроллер.

Введение. Совершенствование производственных механизмов и технологических процессов также тесно связано с развитием автоматизированного электропривода, который обеспечивает экономию электроэнергии за счет организации наиболее экономичной работы механизма в установившихся и переходных режимах и уменьшение потерь в самом электроприводе.

В наше время при рассмотрении различных вариантов автоматизированных электроприводов одним из наиболее перспективных следует признать частотно-регулируемый электропривод переменного тока, в следствии высокой выносливости, надежности, низкой стоимости асинхронных электродвигателей. Наиболее распространенным алгоритмом управления трехфазных асинхронных электроприводов является алгоритм с поддержанием постоянства отношения напряжение/частота с использованием широтно-импульсного модулированного (ШИМ) управления инвертором напряжения [1].

Прогресс в области силовых полупроводниковых приборов дал возможность создания полностью управляемых ключей на базе силовых полевых транзисторов (MOSFET), запираемых тиристорных (GTO), биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT), запираемых тиристорных с интегрированным блоком управления (IGCT), что позволило отказаться от тиристорных преобразователей с присущими для них рядом сложностей, таких как: неполное управление, использование схем принудительной коммутации, высокий коэффициент искажений потребляемого тока по входу преобразователя.

Анализ литературных источников. В настоящее время, наиболее быстрое развитие получили электроприводы двухзвенными преобразователями частоты, выполняемыми на основе автономных инверторов напряжения (АИН) или инверторов тока (АИТ). Особенностью выходных напряжений АИН является пульсирующий характер, который обусловлен несовершенством существующих алгоритмов управления ключами АИН, особенно в области малых частот. Улучшить качество выходного напряжения АИН возможно при уменьшении периода модуляции. Однако это уменьшение ограничено динамическими возможностями силовых полупроводниковых ключей и значительным ростом дополнительных коммутационных потерь. Поэтому разработка эффективных алгоритмов управления силовыми ключами АИН, позволяющих улучшить качество выходного напряжения без специальных изменений схемы АИН является актуальной [2].

Широтно-импульсная модуляция в автономном инверторе стала активно применяться вследствие появления высокопроизводительных, ориентированных только на задачи электропривода микроконтроллеров, которые имеют достаточный набор периферии. Наибольших успехов в создании таких микроконтроллеров в конце двадцатого века достигли такие известные мировые производители как: Atmel, Motorola, Texas Instruments, Siemens, Intel. Таким образом, программная реализация перспективных алгоритмов управления на базе современной микропроцессорной техники предоставила ряд новых возможностей для построения более качественных систем управления электроприводов [3].

Цель работы. Разработка исследовательского стенда для изучения динамических характеристик и свойств двухмассовых электромеханических систем, построенных на основе асинхронных регулируемых электроприводов.

Методика исследований. Основным методом исследования, примененным в данной работе, является метод математического моделирования, метод теории автоматического управления и численных методов вычисления.

Частотно-управляемый асинхронный привод обычно строится по схеме «питающая сеть – выпрямитель – фильтр – трехфазный инвертор напряжения – приводимый асинхронный двигатель». Наиболее сложным узлом является инвертор напряжения. Последние годы он строится на основе управляемых силовых ключей – транзисторов (MOSFET или IGBT), а еще совсем недавно применялись схемы на полууправляемых ключах (тиристорах). Задача инвертора – получение из постоянного напряжения регулируемого по частоте и действующему значению трехфазного напряжения. Для регулирования частоты и действующего значения напряжения обычно используют ШИМ.

© Квашнин В. О., Чередник Ю.Н., 2011

Управление силовыми ключами инвертора осуществляет по определенному алгоритму специальный управляющий контроллер. Алгоритм управления подразумевает не только реализацию функций регулирования частоты и действующего значения выходного напряжения, но так же и реализацию защиты силовых ключей от перегрузок и короткого замыкания.

Входной каскад преобразователя (выпрямитель) отделен от выходного каскада (инвертора) промежуточным звеном постоянного тока. Звено постоянного тока, в общем случае, содержит емкость значительной величины, предназначенную для сглаживания пульсаций и накопления необходимой энергии для питания инвертора. Величина емкости определяется исходя из обеспечения необходимых динамических свойств инвертора (минимального отклонения выходного напряжения в переходных режимах) и максимально возможных перегрузочных способностей преобразователя.

При проектировании асинхронного электропривода была создана виртуальная электрическая модель системы управления и силовая часть привода в программе PROTEUS (рис. 1).

Предварительно были выбраны и рассчитаны все элементы (электрическая принципиальная схема электропривода представлена на рис. 2).

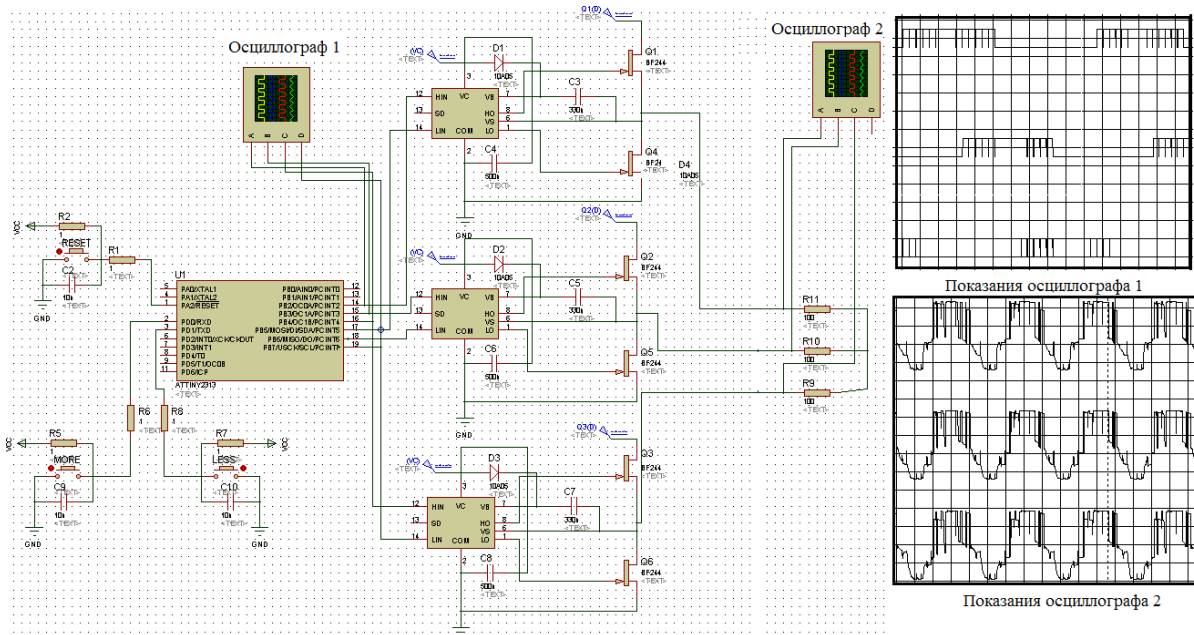


Рисунок 1 – Схема модели асинхронного электропривода в программе PROTEUS

Управление осуществляется при помощи микроконтроллера ATtiny2313. В качестве силовых драйверов были выбраны микросхемы типа IR2130, в качестве силовых ключей – полевые транзисторы IRF740A.

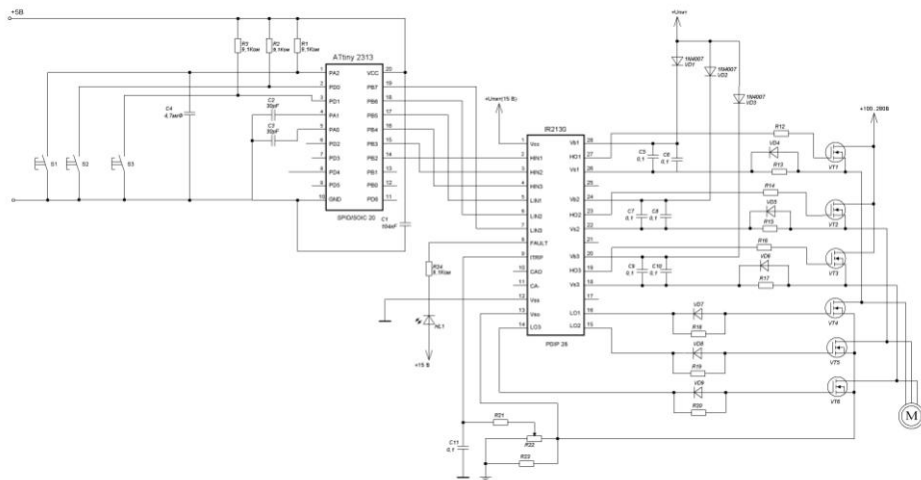


Рисунок 2 – Электрическая принципиальная схема асинхронного электропривода

Микроконтроллер ATtiny2313 представляет собой восьмиразрядный микроконтроллер с внутренней программируемой flash-памятью размером 2 Кбайта. Основные характеристики микроконтроллера ATtiny2313:

AVR RISC архітектуру; 32 регістра загального призначення; тактова частота 20 МГц; 2 Кбайт вбудованої програмуваної flash-пам'яті; 128 байт програмуваної енергонезалежної пам'яті даних (EEPROM); 8-разрядний і 16-разрядний таймер/счётчик з програмуваним переділителем, режимом співпадіння; чотири канали ШІМ з різними режимами роботи; вбудований аналоговий компаратор; програмуваний сторожевий таймер і вбудований тактовий генератор.

Управління здійснюється від трьох кнопок: кнопка перезапуску, зменшення і збільшення частоти. Також програмно реалізований плавний пуск: від початкової частоти $f_0 = 10$ Гц (можна регулювати програмно) до номінальної $f_n = 50$ Гц.

Графіки сигналів з вихідних портів контролера на драйвер представлені на рисунках 3а (управляючий сигнал на верхній і нижній ключі фази А) і 3б (управляючий сигнал на верхні ключі фаз А і В).

Основний алгоритм програм інвертора представлений на рисунку 4.1, 4.2.

Сигнали управління з порту В, всі виводи якого налаштовані на вивід інформації, поступають на драйвер 3-х фазного моста IR2130. Сигнали управління з кнопок поступають на вивід порту А2 (кнопка «Перезапуск») і на виводи порту D0, D1 («більше частота», «менше частота»).

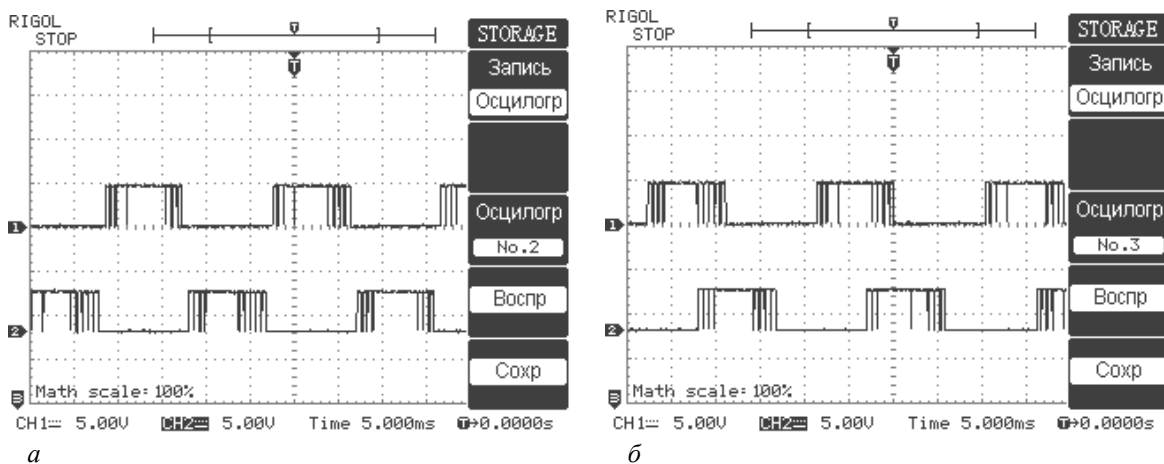


Рисунок 3 – Графіки управляючого сигналу з портів мікроконтролера



Рисунок 4.1 – Блок-схема алгоритма программы реализации синусоидальной ШИМ



Рисунок 4.2 – Блок-схема алгоритма программы реализации синусоидальной ШИМ

Выводы.

1. Был спроектирован и создан лабораторно-исследовательский стенд асинхронного электропривода мощностью 120 Вт.
2. Разработан алгоритм управления и отлажена рабочая программа для микропроцессорной системы управления на базе микроконтроллера ATtiny2313, которая осуществляет синусоидальный ШИМ.
3. Полученный лабораторный стенд позволяет проводить дальнейшие исследования для изучения динамических свойств электромеханических систем на основе асинхронного электродвигателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. AVR494: Управление асинхронным электродвигателем переменного тока по принципу постоянства V/f и обычного ШИМ-управления [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/app/micros/avr/AVR494.htm>
2. Шавьолкін О.О. Перетворювальна техніка: навчальний посібник / Шавьолкін О.О., Наливайко О.М.; під загальною редакцією канд. техн. наук, доц. О.О. Шавьолкіна. – Донецьк-Краматорськ: ДДМА, 2003. – 330 с.
3. Белов А.В. Микроконтроллеры AVR в радиоловительской практике / Белов А.В. – СПб: Наука и Техника, 2007. – 352 с.

Надійшла до редколегії 29.03.2011

Рецензент: О.І. Толочко

В.О. КВАШНІН, Ю.М. ЧЕРЕДНИК
Донбаська державна машинобудівна академія

Розробка та дослідження регульованого асинхронного електропривода на основі перетворювача частоти з широтно-імпульсною модуляцією. Приведено опис розробки плати керування асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором з використанням автономного інвертора напруги на базі контролера Atmel, що дозволяє здійснити плавний пуск двигуна та зміни частоти обертання. Результати роботи можуть бути використані при побудованні більш складних ефективних систем керування асинхронними двигунами. *Електропривод, автономний інвертор напруги, широтно-імпульсна модуляція, алгоритм, драйвер, контролер.*

V. KVASHNIN, J. CHEREDNYK
Donbass State Machine-Building Academy

Development and Analysis of the Regulated Electric Asynchronous Electric Drive Based Frequency Converters with Pulse-Width Modulation. The description of the development of the asynchronous motor with squirrel cage rotor control board with the using autonomous voltage inverter controller-based Atmel, allowing a smooth start-up engine and change speed. The results can be used to construct more sophisticated control systems of the induction motors. *Electric drive, autonomy voltage inverter, pulse width modulation, algorithm, driver, controller.*