

**УДК 62-83-52**

СЕМЕНИЦКИЙ И.С., студент гр. ЭП-41 (ГГТУ им. П.О.Сухого)  
Научный руководитель ВЕППЕР Л.В., доцент (ГГТУ им. П.О.Сухого)  
г. Гомель

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЧАСТОТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ С БЕСПРОВОДНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ДЛЯ ТРЁХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Несмотря на то, что преобразователи частоты (ПЧ) нашли применение в задачах управления электродвигателями и их защиты относительно недавно (с 1980-х годов), сегодня они не просто широко распространены, а необходимы для большинства технологических процессов на производствах.

В связи с повсеместным использованием частотных преобразователей появилась, в частности, необходимость в реализации беспроводного управления. Перед нами были поставлены следующие задачи:

- Подобрать подходящий микроконтроллер и описать используемую периферию;
- Выбрать протокол удалённого управления;
- Описать принцип работы системы и реализовать функциональную схему управления;
- Описать достоинства и недостатки системы.

Частотный преобразователь (ЧП) представляет собой электронный прибор, преобразующий сетевой ток в режиме реального времени в целях адаптации его под параметры электродвигателя. Векторные частотные преобразователи позволяют тонко регулировать и поддерживать обороты асинхронных двигателей (АД) и приводов, благодаря чему появляется возможность с высокой точностью настраивать алгоритм их работы в зависимости от требуемого режима. Используя различные математические модели, векторные преобразователи частоты могут не только контролировать работу статора и ротора АД, но и учитывать их взаимодействие, обеспечивая адаптацию момента и скорости вращения к требуемому режиму управления, гарантируя при этом двигателю наивысший КПД. Сохранение высокого крутящего момента во всем диапазоне скоростей (в том числе при малых оборотах), в свою очередь, дает возможность максимально использовать динамические свойства асинхронного двигателя.

В конструкции каждого частотного преобразователя есть несколько узлов, которые отвечают за функциональные возможности данного оборудования:

- силовой импульсный инвертор;

- звено постоянного тока, которое состоит из выпрямителя и фильтрующего устройства;
- система управления.

Первым узлом, в который подается напряжение, является выпрямительное устройство, преобразующее переменный ток в постоянный. После выпрямителя ток направляется через транзисторные ключи, которые поочередно подключают обмотку асинхронного двигателя к плюсовому и минусовому контактам выпрямителя. Система из нескольких коммутационных транзисторов образует силовой импульсный инвертор, который является промежуточным узлом любого частотного преобразователя. В современных силовых инверторах используются биполярные транзисторы, которые позволяют вырабатывать достаточно высокую частоту переключения, что в итоге дает возможность получать синусоиду с минимальными искажениями.

Всего лишь несколько лет назад для регулировки двигателей использовались механические устройства, которые не могли предотвратить ударно-пусковые нагрузки на оборудование. В результате срок эксплуатации асинхронных двигателей был небольшим, к тому же использование механической системы управления приводило к существенным энергопотерям. Для исключения негативного воздействия на промышленное оборудование специалисты разработали электронные устройства регулировки частоты, которые позволяют осуществлять широтно-импульсное управление асинхронными двигателями. В результате пусковой ток стал ниже в 4-5 раз, что сделало возможным плавный пуск оборудования.

Кроме отсутствия большого пускового тока, преобразователи частоты сокращают энергопотери, а также позволяют создавать обратную связь между смежными приводами. Как следствие, оборудование может работать в режиме автонастройки.

Управлением преобразователем частоты будет заниматься система на базе кристалла ESP8266, которая изображена на рисунке 1. Использование данного микроконтроллера обуславливается такими факторами, как присутствие радиомодуля на борту, а также наличие необходимой периферии для общения по интерфейсам RS422/485.

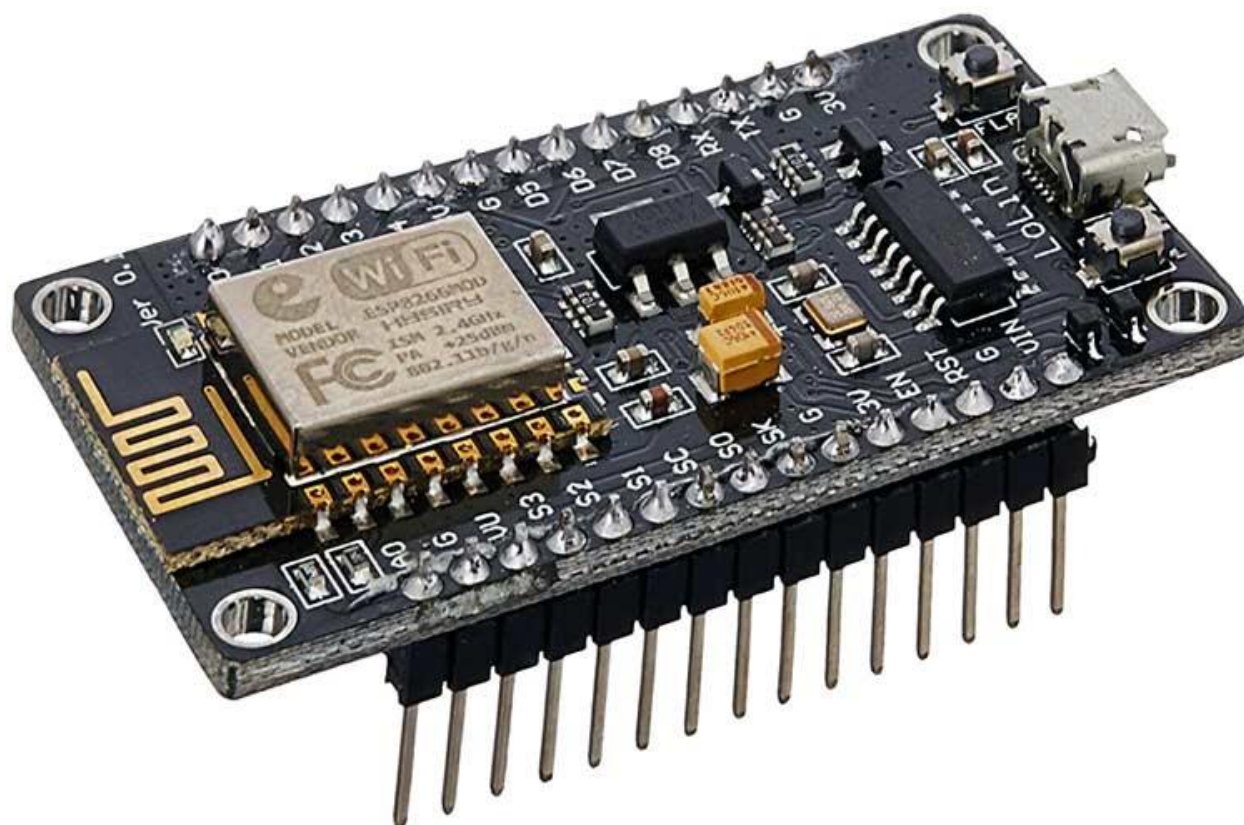


Рисунок 1. Внешний вид системы на базе кристалла ESP8266

Для реализации общения нашего микроконтроллера и преобразователя частоты необходимо использовать USART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) и несколько GPIO (General-Purpose Input/Output)-пинов. USART и GPIO будут использоваться для реализации физического протокола, по которому общается представленный преобразователь частоты. Также GPIO-пины опционально можно использовать для управления дискретными входами ПЧ. Прошивка микроконтроллера будет реализовываться на базе SDK (Software Development Kit) Espressif-idf (Espressif-idf – это бесплатный набор инструментов для работы с ESP8266).

Для реализации беспроводного управления было решено использовать MQTT; так называется протокол обмена сообщениями по шаблону «издатель-подписчик» (pub/sub). При условии действия такого протокола издатель публикует сообщение в заданный топик брокера, а подписчик в своё время периодически проверяет, опубликовал ли сообщение издатель. В качестве брокера можно использовать локальный сервер или облачное приложение. Издатель при этом не требует каких-либо настроек по количеству или расположению подписчиков, получающих сообщения. Кроме того, подписчикам не требуется настройка на конкретного издателя. В системе может быть несколько брокеров, распространяющих сообщения.

Функциональная схема управления устройством изображена на рисунке 2.

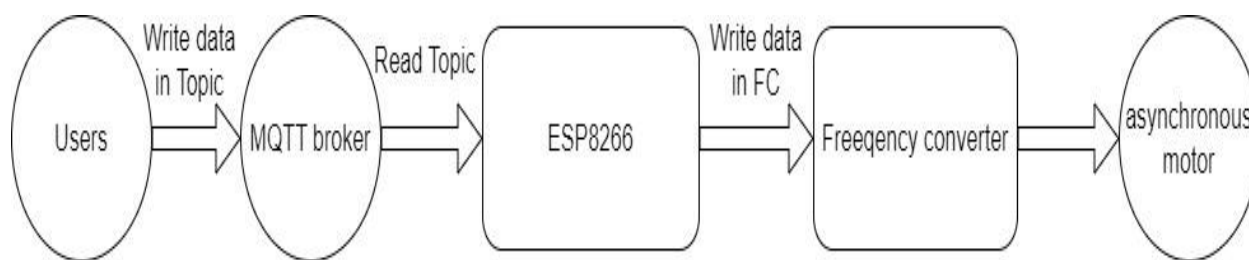


Рисунок 2. Функциональная схема управления устройством

На схеме изображены следующие элементы:

- Users – пользователи, подключаемые к брокеру;
- MQTT broker – сервер, хранящий приходящие от пользователей команды;
- ESP8266 – система на базе кристалла с радиомодулем;
- Frequency converter – преобразователь частоты.
- Asynchronous motor – асинхронный двигатель.

По нашим предположениям, такая система сможет найти ряд применений в различных сферах жизни, так как она является универсальной и способна реализовать комфортное управление преобразователем частоты. В ходе дальнейшей работы над проектом планируется выполнить стендовые исследования удалённого управления преобразователем частоты, а также произвести пробный запуск данной системы управления.

Список литературы:

1. Преобразователи частоты «СИРИУС». – URL: <https://isup.ru/articles/47/18131/> (дата обращения: 17.03.2023). – Текст: электронный.
2. Espressif-idf. – URL: <https://docs.espressif.com/projects/esp8266-rtos-sdk/en/latest/get-started/index.html> (дата обращения: 17.03.2023). – Текст: электронный.
3. Беспроводной протокол MQTT. – URL: <https://mqtt.org/> (дата обращения: 17.03.2023)–Текст: электронный.