

3. Датчики: устройства, которые позволяют измерять различные параметры, такие как скорость вращения, положение вала, ток и напряжение. Датчики обеспечивают обратную связь для системы управления.

4. Программное обеспечение: программы, которые реализуют алгоритмы управления и обработки данных. Написаны на языках программирования, таких как C, Python.

5. Электронные компоненты включают в себя драйверы для управления двигателями, источники питания, резисторы, конденсаторы и другие элементы, необходимые для работы системы.

Микропроцессорная система управления работает по следующему принципу.

Датчики собирают информацию о текущем состоянии системы, скорости вращения двигателя или его положении. Микропроцессор обрабатывает полученные данные, сравнивает их с заданными параметрами и принимает решения о необходимости изменения работы двигателей. На основе принятых решений микропроцессор отправляет команды на драйверы двигателей, изменяя их скорость и направление вращения. Обратная связь позволяет системе получать данные от датчиков, что позволяет ей адаптироваться к изменениям в условиях работы и обеспечивать стабильное управление.

Применение лабораторного стенда. Лабораторный стенд с двигателями постоянного тока может использоваться для различных целей:

– обучение. Студенты могут изучать основы электротехники, автоматизации и управления, проводя эксперименты с различными режимами работы двигателей.

– исследования. Ученые могут использовать стенд для проведения экспериментов, связанных с динамикой и управлением электрическими машинами.

– разработка и тестирование. Инженеры могут разрабатывать и тестировать новые алгоритмы управления и системы автоматизации.

Разработана система управления двигателями постоянного тока на основе микропроцессора Arduino Nano, которая позволяет управлять двигателями постоянного тока лабораторного стенда, снимать их скоростные и механические характеристики, анализировать параметры напряжения и тока, а также регулировать величину нагрузки с помощью программного кода.

ЧАСТОТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТРЕХФАЗНОГО ТОКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

А. А. Белоусов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: А. В. Козлов, М. П. Тиличенко

Частотный преобразователь трехфазного тока для электродвигателей, формирование импульсов, управления трехфазным трансформаторным инвертором.

Ключевые слова: частотный, частота, транзистор, биполярных, микросхема, ключ, генератор.

Существенным недостатком асинхронных электродвигателей является сложность и стоимость оборудования, применяемого для обеспечения плавного регулирования скорости вращения ротора путем изменения частоты переменного тока, питающего статорные обмотки электродвигателя. Сложность оборудования обусловлена не только тем, что требуется трехфазный генератор необходимой мощности с плавно регули-

руемой частотой, но и тем, что одновременно с уменьшением частоты генератора следует уменьшать и величину напряжения.

Схема однофазного инвертора. Схема однофазного инвертора приведена в [1]. Параметры элементов схемы управления определялись исходя из номинальных параметров электродвигателя ($U_{\text{ном}}$, $I_{\text{ном}}$, $P_{\text{ном}}$). Схема управления содержит генератор тактовых импульсов с регулируемой частотой f_1 на микросхеме K561ЛН2 (элементы DD1.1, DD1.2, DD1.3), сдвиговый регистр K561ИР2, работающий в режиме ждущего мультивибратора (элементы DD2, DD1.4, DD1.5), одновибратор на микросхеме K561ТМ2 (элемент DD3.1), микросхему K561ЛП13 (элементы DD4.1, DD4.2), выполняющую операцию «логическое умножение» (2И) и выходные эмиттерные повторители на транзисторах КТ817. Эта схема обеспечивает регулировку частоты переключения силовых ключей VT1, VT2 инвертора в противофазе, что необходимо для получения двухполярного напряжения $U_4(t)$ на выходе инвертора. Регулировка действующего напряжения U_4 обеспечивается изменением скважности управляющих импульсов путем соответствующего выбора параметров конденсатора C3 и резистора R4 одновибратора. При этом схемой обеспечивается и одновременное изменение частоты. Временные синхронизированные диаграммы напряжений на выходах схемы управления представлены в [1].

При снижении частоты вращения ротора однофазного конденсаторного асинхронного электродвигателя длительность импульсов на выходе одновибратора остается неизменной, а паузы между ними увеличиваются, что уменьшает действующее напряжение U_4 на выходе инвертора. Емкость C1 подбирается экспериментально. Конденсаторы C2 и C3 (рис. 1) защищают ключи VT1 и VT2 от перенапряжений. Транзисторы VT1 и VT2 выбираются с учетом пускового тока двигателя и напряжения, при этом их допустимое напряжение «коллектор – эмиттер» должно быть больше удвоенного значения напряжения на выходе выпрямителя.

Схема преобразователя однофазного напряжения в трехфазное. Схема преобразователя однофазного напряжения в трехфазное, основанная на трех однофазных инверторах, выходные (повышающие) обмотки трансформаторов Tr1, Tr2, Tr3 которых соединены в звезду. Формирователь импульсов регулирует частоту вращения ротора трехфазного асинхронного электродвигателя и действующее значение напряжения, подаваемого на его статорные обмотки. Данная схема также приведена в статье [1].

Формирователь импульсов управления трехфазным трансформаторным инвертором. Формирователь содержит пять микросхем 561 серии и питается от источника стабилизированного напряжения 12В.

Формирователь работает следующим образом. На элементах DD1.1-DD1.3 собран генератор однополярных прямоугольных с регулируемой частотой $f_r = 180 - 360$ Гц. Эти импульсы подаются на вход «с» счетчика DD1.2, работающего в режиме делителя частоты. В результате на выходах 5, 6, 13 этого счетчика формируется трехфазное однополярное напряжение с регулируемой частотой $\frac{f = f_r}{6} = 180 - 360$ Гц.

На выходах 12, 10, 8 элементов DD1.4, DD1.5, DD1.6 формируется трехфазное напряжение $\underline{V}_A$, $\underline{V}_B$, $\underline{V}_C$ инверсное по отношению к напряжению V_A , V_B , V_C на выходах счетчика.

На трех микросхемах DD1.3, DD1.4, DD1.5 собраны шесть одновибраторов, запускаемых каждый своим сигналом $\underline{V}_A$, $\underline{V}_B$, $\underline{V}_C$, V_A , V_B , V_C .

Параметры элементов R , C всех одинаковы и выбираются такими, чтобы на максимальной чистоте напряжения $\underline{VA}$ и $\underline{VA}$, $\underline{VB}$ и $\underline{VB}$, $\underline{VC}$ и $\underline{VC}$ не накладывались, а имели минимальный интервал треугольник $t_{\min}$, необходимый для поочередной коммутации транзисторов каждого инвертора.

При использовании полевых или GBT транзисторов импульсных управлениях с выходом одновибраторов можно называть на затворы транзисторов через резистивный делитель, а при использовании биполярных транзисторов необходимо называть импульсы на базу через эмитерные повторители (усилители мощности) [2, 3]. Для элементов DD1.1-DD1.6 схема открытия ключей приведена на рис. 1.

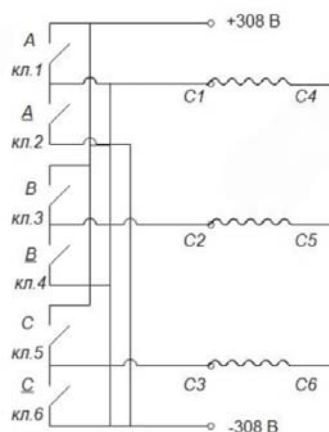


Рис. 1. Схема открытия ключей биполярных транзисторов

В ходе теоретических и экспериментальных исследований установлено следующее:

- разработана схема управления и проведена экспериментальная оптимизация параметров ее элементов для однофазного инвертора;
- изготовлена и настроена экспериментальная установка для демонстрации частотного регулирования скорости вращения ротора однофазного асинхронного электродвигателя с пусковым конденсатором;
- разработана схема преобразователя однофазного сетевого напряжения в трехфазное на основе трех однофазных инверторов;
- разработана схема управления и проведена экспериментальная оптимизация параметров ее элементов для трехфазного инвертора;
- проверена, испытана и отлажена работа частотного преобразователя путем подбора компонентов схемы для стабильной работы.

Литература

1. Козлов, А. В. Схемотехническая реализация частотного регулирования скорости вращения роторов асинхронных электродвигателей / А. В. Козлов, М. П. Тиличенко // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2024. – № 4 (99). – С. 99–104. – DOI 10.62595/1819-5245-2024-4-99-104
2. Дацковский, Л. Х. Современное состояние и тенденции в асинхронном частотно-регулируемом электроприводе / Л. Х. Дацковский, В. И. Роговой, В. А. Абрамов // Электротехника. – 1996. – № 10. – С. 18–28.
3. Усманходжаев, Н. М. Методы регулирования скорости однофазных конденсаторных асинхронных двигателей / Н. М. Усманходжаев. – М. : Энергия, 1980. – 120 с.