

УДК 621.313

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Якунович А.А., студент гр. 881971

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Шпак И.И. – канд. техн. наук, доцент

Аннотация. В статье приведены результаты, полученные в процессе создания автоматизированного стенда для проведения испытаний асинхронных электродвигателей. Разработанный стенд позволяет своевременно обнаруживать изменения в номинальных значениях параметров двигателей и предупредить появление дефектов. Автором доклада выполнено схемотехническое проектирование стенда, разработаны алгоритм и программное обеспечение его функционирования, а также конструкция печатного узла блока управления, с применением современной САПР.

Ключевые слова: автоматизированный стенд, испытания асинхронных электродвигателей, номинальные значения параметров двигателей, дефекты электродвигателей, схемотехническое проектирование, разработка алгоритма и программного обеспечения, конструкторское проектирование.

Введение. Электродвигатели играют исключительно важную роль в реализации задач повышения производительности труда в различных отраслях народного хозяйства, автоматизации и комплексной механизации производственных процессов. Около 70% объема вырабатываемой электроэнергии преобразуется в механическую энергию электродвигателями, которые приводят в движение различные станки и механизмы. Широкое внедрение электрического привода во все отрасли промышленного производства и возрастающие требования к статическим и динамическим характеристикам электродвигателей, предъявляют повышенные требования к проверке и контролю их параметров. Всё вышесказанное обуславливает исключительную актуальность разработки автоматизированных устройств для проведения испытаний асинхронных электродвигателей. Создание такого оборудования поможет сотрудникам предприятий своевременно обнаруживать изменения в значениях номинальных параметров двигателей и предупредить появление дефектов. Использование указанных устройств, поможет спрогнозировать сроки выхода из строя двигателей.

Основная часть. Проведение испытаний электрических машин необходимо проводить на всех этапах их жизненного цикла: при проектировании, в процессе производства, а также в процессе эксплуатации. На стадии проектирования проводят испытания макетных и опытных образцов электрических машин для проверки соответствия выходных показателей и характеристик машины требуемым значениям.

Испытания электрических машин на электромашиностроительных заводах представляют собой часть общего технологического процесса. Необходимость повышения производительности труда приводит к усиленной автоматизации производственных процессов. Это в полной мере относится и к испытаниям. Так, почти на всех машиностроительных заводах испытания проводят на конвейерах. В последние годы всё больше испытаний проводится с применением ЭВМ. При этом ЭВМ не только управляет испытаниями, но и позволяет оперативно анализировать результаты испытаний и на этой основе осуществлять управление качеством изготовления электрических машин. Исключительную важность представляют собой периодические испытания электрических машин в процессе эксплуатации [1].

Развитие методов и средств испытаний электрических машин регламентируется государственными стандартами. Одним из основополагающих является ГОСТ 7217-87 [2]. Дальнейшее развитие стандартизации методов испытаний шло по пути разработки методов измерений или испытаний отдельных параметров. Существующие методы диагностики технического состояния асинхронных электродвигателей согласно [2] предполагают осуществлять измерение параметров электродвигателя в различных режимах, в том числе под нагрузкой.

Для измерения параметров электродвигателя под нагрузкой в схему разработанного стенда пришлось включить тормоз, имитирующий заданную нагрузку на двигатель; предусмотреть измерение фазных токов, частоты вращения вала и температуры двигателя. Для этого были использованы: датчики фазных токов, датчик температуры, датчик оборотов. Кроме этого, для измерения нагрузки необходим датчик момента, измеряющий момент двигателя.

Разработанное автором устройство предназначено для считывания и обработки выходных параметров асинхронных электродвигателей с последующей индикацией полученных результатов. Структурная схема автоматизированного стенда для проведения испытаний асинхронных электродвигателей под нагрузкой представлена на рисунке 1.

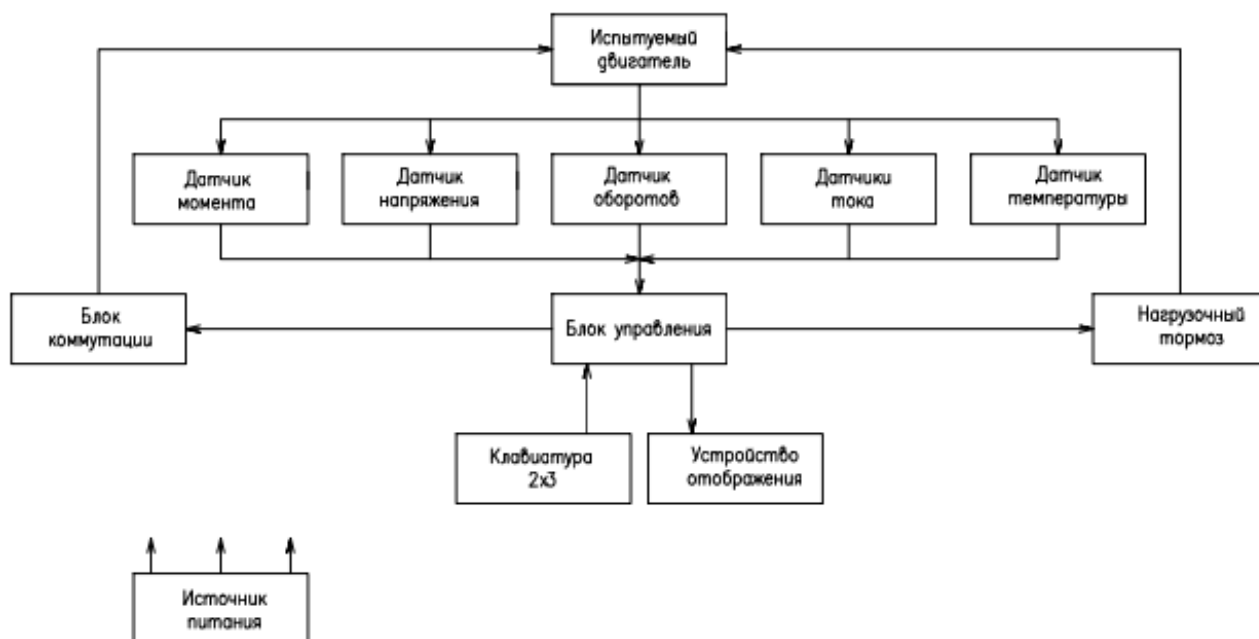


Рисунок 1 – Схема электрическая структурная устройства

Для измерения таких физических величин как: частота вращения, пусковой момент, сила фазных токов и напряжение, температура испытуемого электродвигателя, с помощью датчиков снимаются нужные показатели и полученные данные отправляются в блок управления. Блок управления снимает и записывает эти данные; далее он сопоставляет полученные данные со значениями, заложенными в программе, и выдает информацию на устройство отображения (дисплей). Блок питания обеспечивает устройство стабилизированным питанием. Устройство торможения обеспечивает требуемую нагрузку на двигатель. Посредством блока коммутации блок управления запускает или останавливает испытуемый двигатель.

Ядром устройства, несомненно, является блок управления на основе микроконтроллера, который выполняет функциональную роль менеджера. Основной блока управления является микроконтроллер. Был выбран микроконтроллер серии ATmega [3], архитектура которого представлена на рисунке 2.

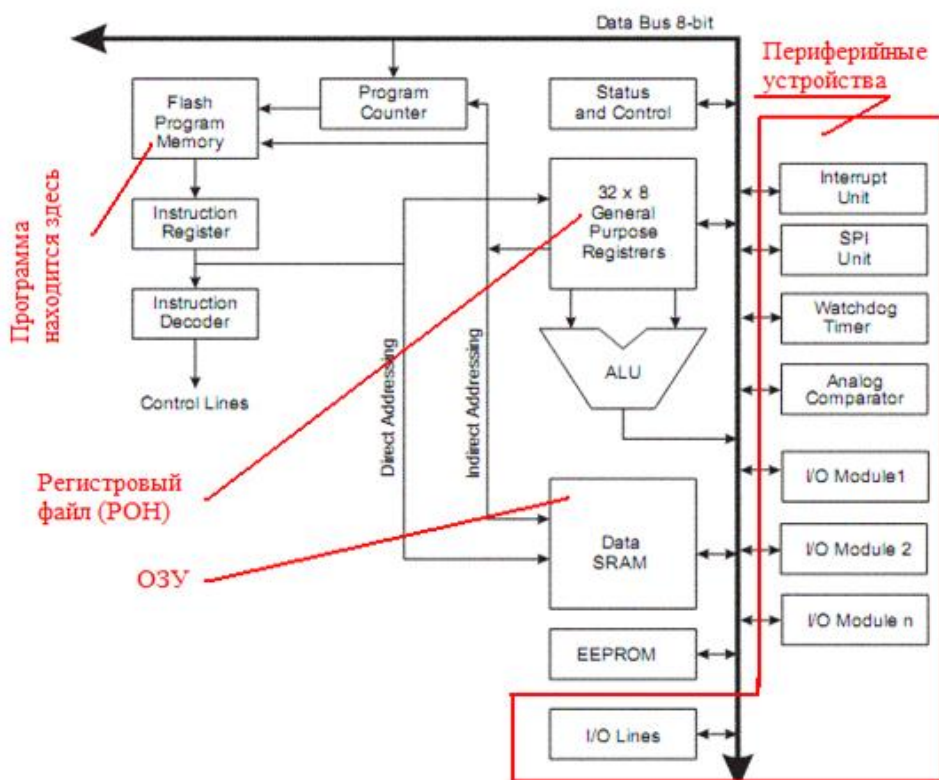


Рисунок 2 – Архитектура микроконтроллера ATmega328

Выбранный тип контроллера пользуется большой популярностью в мире благодаря невысокой цене, стабильности параметров и большому количеству информационных ресурсов [4], которые позволяют освоить его в кратчайшие сроки и с небольшими финансовыми издержками.

Для связи с периферийными устройствами в микроконтроллере используются порты ввода-вывода и необходимые интерфейсы. Для подключения датчика температуры используется интерфейс 1Wire. Для подключения датчиков с аналоговыми сигналами (датчик тока, напряжения, момента и скорости) используем встроенный АЦП и порты ввода-вывода. Клавиатура и дисплей также подключены к портам ввода-вывода.

Переменное сетевое напряжение поступает на блок питания и преобразуется в постоянные питающие напряжения. Блок коммутации осуществляет включения-выключения испытуемого двигателя посредством реле. Для защиты микроконтроллера от всплесков индуктивного напряжения блок коммутации выполнен с использованием оптопары, для осуществления гальванической развязки. Реле непосредственно управляет состоянием испытуемого электродвигателя.

Весьма непросто в процессе проектирования оказался выбор датчика тока. Существует множество методов измерения тока [5,6], однако в промышленности наиболее широко применяются три: на основе использования токового шунта, на основе эффекта Холла и трансформатора тока. Самой простой является схема измерения тока с помощью шунта. При этом измеряется падение напряжения на шунте, после чего рассчитывается значение тока. Основными недостатками здесь являются отсутствие гальванической развязки и низкий КПД.

Указанные недостатки существенно ограничивают использование токовых шунтов. Схемы для измерения тока на основе трансформатора тока, с помощью датчика на эффекте Холла и измерения напряжения с помощью делителя напряжения показаны на рисунке 3.

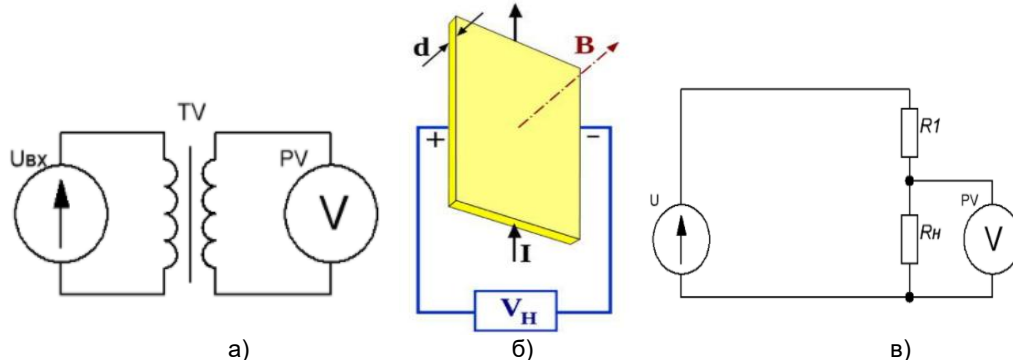


Рисунок 3 – Схемы для измерения тока и напряжения на основе трансформатора тока (а), с помощью датчика на эффекте Холла (б) и делителя напряжения (в)

В результате анализа достоинств и недостатков [6] из датчиков, приведенных на рисунке, для измерения тока был выбран датчик на эффекте Холла - рисунок 3 (б). Наиболее простым методом измерения напряжения является использование делителя напряжения - рисунок 3 (в).

Устройство торможения представляет собой двигатель постоянного тока. Для его управления используется мостовая схема в виде Н-моста и драйвера ключей. Для управления транзисторами используем драйвер управления. Сигналы управления поступают на драйвер из микроконтроллера. Схема разработанного устройства торможения представлена на рисунке 4.

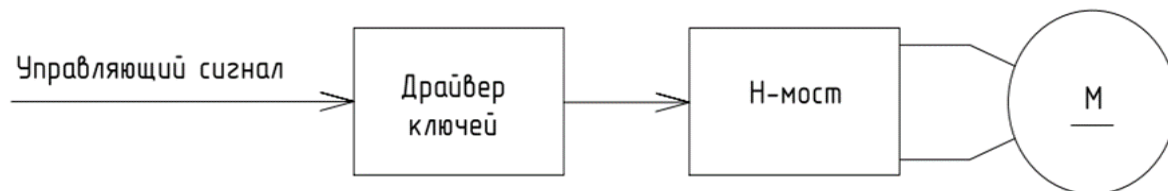


Рисунок 4 – Функциональная схема тормоза

При выборе датчиков ориентировались в первую очередь на использование широко распространенных в настоящее время множество датчиков со встроенным микропроцессором. Обработка измерений непосредственно в самом датчике позволяет улучшить его характеристики. Общая схема таких датчиков [7], показана на рисунке 5.

Сам датчик находится под управлением микропроцессора, это позволяет менять уровни возбуждения так, что переключение диапазонов происходит автоматически. Кроме того, могут отслеживаться температура окружающей среды и другие параметры, а также производится коррекция показаний датчика с использованием аналогового усилителя или данных, сохраненных в памяти. Наиболее ценная возможность, предоставляемая микропроцессорной обработкой – это возможность получения линейного сигнала от нелинейного датчика при помощи таблицы соответствия, хранящейся в памяти. Это позволяет создавать датчики с очень низкой нелинейностью.



Рисунок 5 – Архитектура датчиков со встроенным микропроцессором

Для реализации разработанного автоматизированного стенда была выбрана современная элементная база, и проведён расчёт функциональных узлов. Поэтапно были разработаны алгоритм работы блока управления и программное обеспечение [4] для микроконтроллера. Отличительной особенностью разработки является эффективное использование результатов научных исследований, выполненных по данной проблеме [9], при создании современного стенда для осуществления мониторинга технического состояния асинхронных электродвигателей, а также определения влияющих на это состояние факторов в условиях эксплуатации.

Заключение. Конструкция блока управления была реализована в виде небольшого блока. В процессе проектирования топологии печатной платы и печатного узла на её основе была использована система автоматизированного проектирования Altium Designer.

Одним из преимуществ созданного автоматизированного стенда является сравнительная простота его настройки и наладки, а также возможность улучшения эксплуатационных характеристик и создания более сложных интеллектуальных систем контроля и испытания электродвигателей.

Список использованных источников:

1. Гольдберг О. Д. Испытания электрических машин. / О.Д. Гольдберг // — Москва: Высшая школа, 2000. — 256 с.
2. Машины электрические вращающиеся. Общие требования. Методы испытаний.: ГОСТ 7217-87. — Введ. 01.01.1988. — Москва: Издательство стандартов, 1986. — 40 с.
3. Евстифеев, А. В. Микроконтроллеры AVR семейства Мега : руководство пользователя / А. В. Евстифеев // - Москва: ДМК Пресс, ДОДЭКА, 2015. - 587 с.
4. Языки программирования микроконтроллеров [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://mcscpu.ru/index.php/soft/42-lmcsu/67-programmlang>.
5. Электронные компоненты. Каталог [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.chipdip.by>
6. Свинцов Е.Л. Современные Датчики. Справочник.: справ. пособие / Е.Л. Свинцов, Заболотной Ю.А. Москва.: Техносфера, 2005. — 588с
8. Джексон, Р. Г. Новейшие датчики / Р.Г. Джексон// — Москва : Техно-сфера, 2000. — 256 с.
9. Диссертация на тему «Автоматизированная система. контроля технического состояния асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/avtomatizirovannaya-sistema-kontrolya-tekhnicheskogo-sostoyaniya-asinkhronnykh-elektrodvigateli>

UDC 621.313

AUTOMATED TEST BENCH FOR ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTORS

Yakunovich A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shpak I.I. — PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Annotation. The article presents the results obtained in the process of creating an automated stand for testing asynchronous electric motors. The developed stand makes it possible to detect changes in the nominal values of engine parameters in a timely manner and prevent the appearance of defects. The author of the report performed circuit design of the stand, developed an algorithm and software for its operation, as well as the design of the printed unit of the control unit, using modern CAD.

Keywords. automated stand, tests of asynchronous electric motors, nominal values of motor parameters, defects of electric motors, circuit design, algorithm and software development, design engineering.