

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР / ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ /
TECHNICAL SCIENCES

DOI 10.54596/2958-0048-2023-3-125-132

УДК 622.2

МРНТИ 45.53.32

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ В УСТРОЙСТВАХ СИСТЕМ
АВТОМАТИЧЕСКОГО ПУСКА И ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Барабанов Д.В.^{1*}, Савостин А.А.¹

^{1*}Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева,
Петропавловск, Республика Казахстан

*E-mail: dimabarabanov55@mail.ru

Аннотация

В данной статье рассматриваются современные решения в области устройств автоматического пуска и защиты электродвигателей, которые играют важную роль в промышленных устройствах для обеспечения безопасной и надежной работы. Применение датчиков в системах автоматического пуска и защиты, которые измеряют различные физические параметры, такие как положение, расстояние, температура и другие, и преобразуют их в сигналы для дальнейшей обработки. Так же в качестве современных решений в устройствах систем автоматического пуска и защиты электродвигателей рассматривается применение микроконтроллеров, ПЛК (Программируемый логический контроллер), IoT (Интернет вещей).

Ключевые слова: Электродвигатель, датчики, микроконтроллер, ПЛК, IoT, системы мониторинга и контроля, передача информации.

ЭЛЕКТР ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫН АВТОМАТТЫ ІСКЕ ҚОСУ ЖӘНЕ ҚОРҒАУ
ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫНДАҒЫ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ШЕШІМДЕР

Барабанов Д.В.^{1*}, Савостин А.А.¹

^{1*}М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті,
Петропавл, Қазақстан Республикасы

*E-mail: dimabarabanov55@mail.ru

Аңдатпа

Бұл бапта қауіпсіз және сенімді жұмысты қамтамасыз ету үшін өнеркәсіптік құрылғыларда маңызды рөл атқаратын электр қозғалтқыштарын автоматты іске қосу және қорғау құрылғылары саласындағы заманауи шешімдер қарастырылады. Қалпы, қашықтығы, температурасы және басқалары сияқты әртүрлі физикалық параметрлерді өлшейтін және оларды одан әрі өңдеу үшін сигналдарға түрлендіретін автоматты іске қосу және қорғау жүйелерінде датчиктерді қолдану. Сондай-ақ, электр қозғалтқыштарын автоматты іске қосу және қорғау жүйелерінің құрылғыларында заманауи шешімдер ретінде микроконтроллер, ПЛК (Бағдарламаланатын логикалық контроллер), IoT (Заттар интернеті) қолдану қарастырылады.

Түйінді сөздер: Электр қозғалтқыш, датчиктер, микроконтроллер, ПЛК, IoT, мониторинг және бақылау жүйелері, ақпарат беру.

MODERN SOLUTIONS IN DEVICES OF SYSTEMS OF AUTOMATIC STARTING AND PROTECTION OF ELECTRIC MOTORS

Барабанов Д.В.^{1*}, Савостин А.А.²

^{1*}*M. Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan*

**E-mail: dimabarabanov55@mail.ru*

Abstract

This paper discusses modern solutions in the field of automatic motor starting and protection devices, which play an important role in industrial devices to ensure safe and reliable operation. The application of sensors in automatic starting and protection systems that measure various physical parameters such as position, distance, temperature and others and convert them into signals for further processing. Also as modern solutions in the devices of automatic starting and protection systems of electric motors the application of microcontrollers, PLC (Programmable Logic Controller), IoT (Internet of Things) is considered.

Keywords: Electric motor, sensors, microcontroller, PLC, IoT, monitoring and control systems, information transfer.

Введение

В современных промышленных устройствах, электродвигатели являются одним из важных компонентов, обеспечивающих работу механизмов и устройств. В связи с этим, электродвигатели нуждаются в особой защите и контроле для предотвращения аварийных ситуаций. Для этого применяются передовые решения в области автоматического пуска и защиты электродвигателей.

На данный момент существует множество различных систем и методик для автоматического пуска и защиты электродвигателей. Они включают в себя традиционные методы, такие как прямой пуск и пуск через резисторы, а также более современные решения, основанные на электронных устройствах и цифровых технологиях. Системы автоматического пуска и защиты предназначены для предотвращения перегрузок, коротких замыканий, перенапряжений и других неисправностей, которые могут повредить электродвигатель или вызвать аварии. Необходимо выявить наиболее перспективные системы автоматического пуска и защиты электродвигателей. Для начала кратко рассмотрим существующие решения в данной области:

Аналоговые и цифровые датчики: Системы, основанные на датчиках, позволяют непрерывно мониторить параметры работы электродвигателя, такие как ток, напряжение и температура. Это позволяет оперативно реагировать на неисправности и предотвращать повреждение оборудования.

Микроконтроллеры: Микроконтроллеры предоставляют высокую гибкость в управлении электродвигателями. Они могут быть запрограммированы для выполнения различных функций, включая мягкий пуск, защиту от перегрузок и аварийное отключение.

Программируемые логические контроллеры (ПЛК): ПЛК являются стандартом в автоматизации и управлении электродвигателями. Они предоставляют высокую надежность и возможность интеграции с другими системами управления.

IoT (Интернет вещей): IoT-технологии позволяют удаленно мониторить и управлять электродвигателями через интернет. Это обеспечивает операторам доступ к данным и управлению даже на больших расстояниях.

Основой в устройствах систем автоматического пуска и защиты электродвигателей является применение датчиков для контроля параметров работы. Датчик — это элемент

измерительной системы, который определяет величину физического параметра и преобразует ее в сигнал, который в дальнейшем может быть обработан системой. Системам мониторинга и контроля требуются датчики для измерения физических величин, таких как положение, расстояние, сила, деформация, температура, ускорение, напряжение, ток и т. д.

Датчики могут измерять ток, напряжение, температуру и другие параметры, что позволяет системе автоматически реагировать на изменения и корректировать работу электродвигателя в режиме реального времени. Это позволяет улучшить эффективность работы и предотвратить повреждения оборудования

Существуют аналоговые и цифровые датчики. Аналоговый датчик измеряет физическое значение и преобразует его в аналоговый сигнал. В отличие от цифровых датчиков, которые выдают дискретные значения, аналоговые датчики выдают сигналы, которые являются непрерывными, и изменяются в соответствии с изменением измеряемого физического параметра. Чтобы данные, собранные с аналогового датчика, обработать или использовать в цифровом оборудовании, их необходимо преобразовать в цифровой сигнал с помощью аналого-цифрового преобразователя. Цифровой датчик измеряет физическую величину и преобразует ее в цифровой сигнал, он выдает дискретные значения, которые имеют фиксированный диапазон. Цифровые датчики могут быть подключены напрямую к системам мониторинга и контроля.

Одним из примеров датчика системы автоматического пуска и защиты электродвигателей может служить датчик переменного тока (ДПТ). ДПТ используется для измерения тока в цепи переменного тока. В системе автоматического пуска и защиты электродвигателей ДПТ может использоваться для контроля тока в электрической цепи двигателя и обнаружения отклонений от норм, таких как перегрузка и короткое замыкание. ДПТ обычно устанавливают на фазу, которую необходимо контролировать. Когда ток в цепи превышает установленное значение, датчик обнаруживает это и отправляет сигнал контроллеру.

Внешний вид ДПТ представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Внешний вид датчика переменного тока.

Микроконтроллеры являются ключевыми компонентами в системах автоматического пуска и защиты электродвигателей. Они представляют собой микропроцессорные устройства, которые способны выполнять различные задачи по управлению и мониторингу электрических систем, включая пуск, остановку, регулирование скорости и защиту от нештатных ситуаций.

Программирование микроконтроллеров в системах автоматического пуска и защиты электродвигателей является важным этапом в их разработке. Программное обеспечение для микроконтроллеров обычно разрабатывается на языке программирования С или ассемблере и загружается в память микроконтроллера с помощью специального программатора.

После загрузки программного обеспечения микроконтроллер начинает работать по заданным алгоритмам, обрабатывая входящие сигналы и выдачу команд на выходы. В системах автоматического пуска и защиты электродвигателей микроконтроллеры используются для обнаружения нештатных ситуаций, таких как перегрузки, короткое замыкание, потеря фазы и т.д. Они также могут использоваться для управления пуском и остановкой электродвигателя, регулирования скорости, контроля за параметрами электродвигателя и передачи информации об их состоянии на систему управления.

Микроконтроллеры используются для взаимодействия с другими устройствами, например, датчиками и исполнительными механизмами. Они могут генерировать сигналы управления для электромагнитных контакторов и реле, которые используются для пуска и остановки электродвигателя, а также для управления другими устройствами в системе.

Внешний вид представителя семейства микроконтроллеров AVR, ATMEGA328P-PU, представлен на рисунке 2.

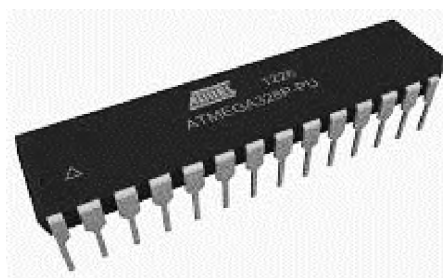


Рисунок 2. Внешний вид микроконтроллера ATMEGA328P-PU.

Рассмотрим применение ПЛК (Программируемый логический контроллер) в системах автоматического пуска и защиты. ПЛК — это микропроцессорная система управления, предназначенная для автоматизации процессов в промышленных условиях. Он использует программируемую память для внутреннего хранения ориентированных на пользователя инструкций для реализации определенных функций, таких как арифметика, счет, логика, синхронизация и т.д.

ПЛК обеспечивает точное управление и мониторинг работы электродвигателя. Он также позволяет программировать настройки системы, что делает ее более гибкой и адаптивной к изменениям в производственном процессе.

Типичный ПЛК можно разделить на части, как показано на рисунке 3(а). Этими компонентами являются центральный процессор, секция ввода/вывода, источник питания и устройство программирования. Термин «архитектура» может относиться к аппаратному обеспечению ПЛК, к программному обеспечению ПЛК или к их комбинации. Рисунок 3(а) показывает упрощенную структурную схему ПЛК. На рисунке 3(б) в упрощенном виде представлена архитектура ПЛК.

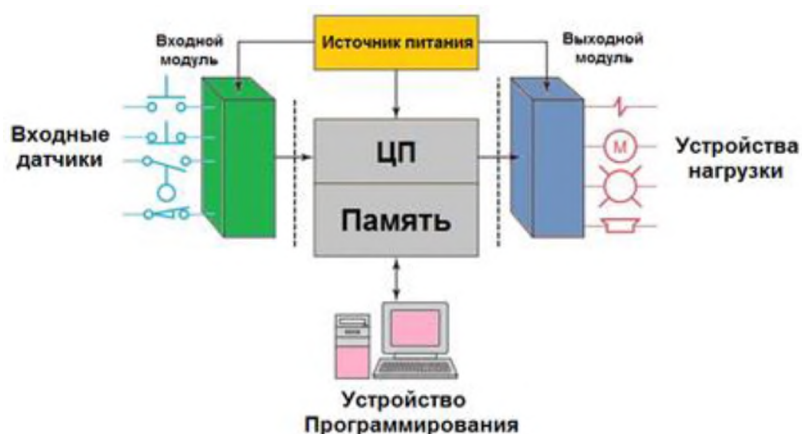


Рисунок 3(а). Упрощенная структурная схема ПЛК.

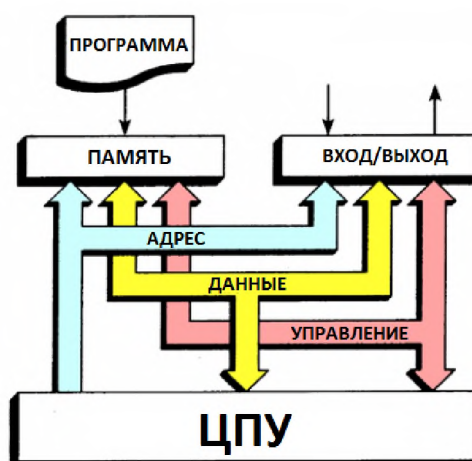


Рисунок 3(б). Упрощенный вид архитектуры ПЛК.

В качестве примера приведем один из современных ПЛК Crouzet Millenium PLC-88970162 (XD-26). Millenium дает возможность воспользоваться всеми последними разработками в области логических контроллеров последнего поколения.

ПЛК Crouzet Millenium поддерживает несколько языков программирования, включая LD (логические диаграммы), FBD (функциональные блоки), ST (структурированный текст) и IL (инструкционный список). Это дает пользователям возможность выбрать наиболее подходящий язык для решения поставленных задач.

ПЛК Crouzet Millenium обладает цифровыми и аналоговыми входами и выходами, которые позволяют подключать различные типы датчиков, приводов и других устройств. Кроме того, он поддерживает функции аналоговой обработки данных, такие как фильтрация, усиление и т.д.

ПЛК Crouzet Millenium поддерживает программирование таймеров и счетчиков, это позволяет управлять временем и частотой сигналов и процессов.

ПЛК Crouzet Millenium имеет встроенный интерфейс Ethernet, благодаря этому имеется возможность интеграции его с другими системами и обеспечивает более быстрое и надежное управление процессами.

Внешний вид ПЛК Crouzet Millenium представлен на рисунке 4.



Рисунок 4. Crouzet Millenium PLC-88970162 (XD-26).

Одним из инновационных решений в системах автоматического пуска и защиты электродвигателей является применение IoT (Интернет вещей) – технологий.

IoT – технологии позволяют собирать, анализировать и использовать данные в режиме реального времени для управления и контроля работы электродвигателей. Системы автоматического пуска и защиты, основанные на IoT, могут быть подключены к облачным платформам, которые обеспечивают удаленное управление и мониторинг. Это позволяет операторам системы быстро реагировать на изменения в работе электродвигателей и предотвращать отказы оборудования.

Системы автоматического пуска, основанные на IoT, могут работать на основе информации о нагрузке и эффективности двигателя. Данные, полученные из датчиков, установленных на электродвигателе, могут быть использованы для управления пусковыми процедурами, чтобы гарантировать оптимальные условия для работы двигателя. Кроме того, системы автоматического пуска могут быть настроены на автоматическое включение и выключение, в зависимости от изменения нагрузки, что позволяет экономить электроэнергию.

Системы защиты на основе IoT могут отслеживать работу электродвигателя и предупреждать операторов системы об опасных условиях, таких как перегрузки или короткое замыкание. Системы защиты могут быть настроены на автоматическое отключение двигателя в случае обнаружения опасной ситуации, что помогает предотвратить серьезные повреждения оборудования и уменьшить риск возникновения аварий.

В целом, системы автоматического пуска и защиты, основанные на IoT, могут повысить эффективность и безопасность работы электродвигателей. Они позволяют операторам системы быстро и эффективно реагировать на изменения в работе оборудования и предотвращать возможные аварии.

На данный момент использованием технологии Интернета вещей (IoT) в области автоматического пуска и защиты электродвигателей считается наиболее перспективным по ряду причин:

Удаленный мониторинг и управление: IoT позволяет операторам и инженерам мониторить состояние электродвигателей в реальном времени. Это особенно важно для предприятий с распределенными системами и объектами в разных локациях. Пользователи могут получать уведомления о возможных неисправностях и событиях, а

также принимать меры в удаленном режиме, что сокращает время реакции на аварийный ситуации.

Прогнозирование отказов: Благодаря сбору и анализу больших объемов данных с датчиков, системы IoT способны прогнозировать потенциальные проблемы с электродвигателями и предупреждать о них. Это позволяет проводить предварительную диагностику и профилактику, уменьшая вероятность аварий и снижая затраты на ремонт.

Интеграция с другими системами: IoT легко интегрируется с другими системами управления и мониторинга на предприятии, такими как системы управления зданиями (BMS), системы управления производством (SCADA) и другие.

Сбор данных: С IoT собирается огромное количество данных, которые могут быть использованы для анализа производственных процессов

По сути, IoT представляет собой интегрированную систему, которая может использовать все выше перечисленные технологии для создания более умной и эффективной системы автоматического пуска и защиты электродвигателей. Это позволяет более точно и эффективно управлять электродвигателями, предотвращать неисправности и оптимизировать производственные процессы.

Заключение

Применение передовых решений, основанных на использовании датчиков, микроконтроллеров, ПЛК, IoT позволяет снизить риски аварийных ситуаций, повысить эффективность работы промышленных устройств и улучшить общую надежность систем автоматического пуска и защиты электродвигателей. Как было ранее сказано на сегодняшний день использование IoT технологий является наиболее оптимальным решением.

Использование IoT технологий в области автоматического пуска и защиты электродвигателей имеют большой потенциал для улучшения эффективности, надежности и безопасности работы промышленного оборудования. Их внедрение требует соответствующих организационных и технических решений, однако это позволит снизить затраты на обслуживание и ремонт оборудования.

Литература:

1. Кузьмин И.Л., Иванов И.Ю., Писковацкий Ю.В., Губаев Д.Ф. Микропроцессорная релейная защита и автоматика электрических машин: Учебное пособие. (2021)
2. Удут Л.С., Кояин Н.В., Мальцева О.П., Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Ч.3. Электрические машины постоянного тока в системах автоматизированного электропривода: Учебное пособие. - Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 152 с
3. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. – Л.: Энергоатомиздат, 1982. – 392 с.
4. Sumathi, P. Vijayakumar and G. Dhivya "Innovation in Power, Control, and Optimization: Emerging Energy Technologies". (2020)
5. Sravani B. and Vamshi A. "Practical Industrial IoT Security". (2020)
6. Austin H. and Bill D. "Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications" (2015)
7. Douglas N. Zipse "Motor Control and Drive Design Handbook" (2017)
8. Интернет ресурс: <https://www.conrad.com>

References:

1. Kuz'min I.L., Ivanov I.Yu., Piskovackij Yu. V., Gubaev D.F. Mikroprocessornaya relejnaya zashchita i avtomatika elektricheskikh mashin: Uchebnoe posobie. (2021)
2. Udut L.S., Koyain N.V., Mal'ceva O.P., Proektirovanie i issledovanie avtomatizirovannykh elektroprivodov. CH.3. Elektricheskie mashiny postoyannogo toka v sistemah avtomatizirovannogo elektroprivoda: Uchebnoe posobie. - Tomsk: Izd-vo TPU, 2007. – 152 s.

3. Basharin A.V., Novikov V.A., Sokolovskij G.G. Upravlenie elektroprivodami: Uchebnoe posobie dlya vuzov. – L.: Energoatomizdat, 1982. – 392 s.
4. Sumathi, P. Vijayakumar and G. Dhivya "Innovation in Power, Control, and Optimization: Emerging Energy Technologies". (2020)
5. Sravani B. and Vamshi A. "Practical Industrial IoT Security". (2020)
6. Austin H. and Bill D. "Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications" (2015)
7. Douglas N. Zipse "Motor Control and Drive Design Handbook" (2017)
8. Internet resource: <https://www.conrad.com>