

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И ЗАЩИТЫ ОТ АВАРИЙ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

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

Татарченко С.Н.

Крушев В.Т. – к.т.н., доцент

В работе рассматривается микропроцессорная система, предназначенная для контроля и защиты от аварий электроприводов промышленного оборудования на базе асинхронных двигателей.

В настоящее время наиболее распространённым видом электродвигателей являются асинхронные двигатели трехфазного переменного тока с рабочим напряжением до 500В. Их надежная и бесперебойная работа обеспечивается системами защиты, которые в большинстве своем представляют собой устройства на базе микропроцессоров. Принцип работы большинства существующих устройств защиты основан на прямом измерении текущего тока в каждой из фаз статора двигателя. Недостаток этого метода заключается в том, что для защиты разных двигателей необходимо программировать отдельно свои значения минимальных и максимальных токов. В связи с этим для реализации устройства был выбран метод контроля и защиты с помощью измерения коэффициента мощности [1].

Разработанная система защиты предназначена для контроля режима работы асинхронного электропривода в трехфазной сети энергоснабжения (380/220В, 50 Гц) и автоматического отключения при возникновении аварийных ситуаций. Принцип работы устройства основан на контроле текущих значений коэффициента мощности (K_m) в цепи питания работающего электропривода. На рисунке 1 представлена временная диаграмма работы электродвигателя в трехфазной цепи.

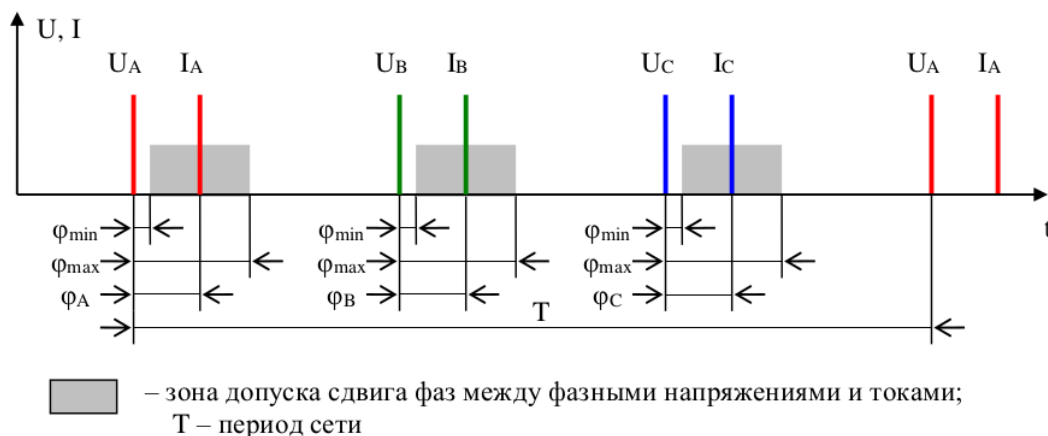


Рисунок 1- Временная диаграмма работы электропривода в трехфазной сети

На рисунке $U_{(A, B, C)}$ и $I_{(A, B, C)}$ представляют собой точки перехода значений напряжения и тока из отрицательных в положительные (переход через ноль) в фазах сети А, В, С. $\varphi_{(A, B, C)}$ представляют собой номинальные сдвиги фаз между током и напряжением в каждой фазе, φ_{\min} и φ_{\max} являются минимальным и максимальным сдвигом между током и напряжением в каждой фазе. При синусоидальном напряжении и токе коэффициент мощности равен косинусу угла сдвига фаз между кривыми напряжения и тока. Таким образом, при измерении временного интервала между переходом через ноль напряжения и тока можно получить значения K_m в каждой фазе. Паспортное значение K_m , которое соответствует номинальной мощности, указывается в технических условиях и находится в пределах 0,6 — 0,95 для большинства современных двигателей [2]. Без нагрузки (режим холостого хода) K_m не превышает значения 0,1...0,2, т.е. двигатель не выполняет полезной работы, но продолжает потреблять ток от сети. При блокировке ротора K_m стремится к 1 и сдвиг фаз между током и напряжением практически исчезает. Контроль коэффициента мощности в границах от 0,1 до 0,95 позволяет определить степень нагрузки практически любого асинхронного двигателя не зависимо от его паспортной мощности, что делает устройство наиболее универсальным решением.

Разработанная система построена на базе микроконтроллера *stm32f030r8t6* с ядром *cortex-M0*. На рисунке 2 представлена структурная схема системы защиты.

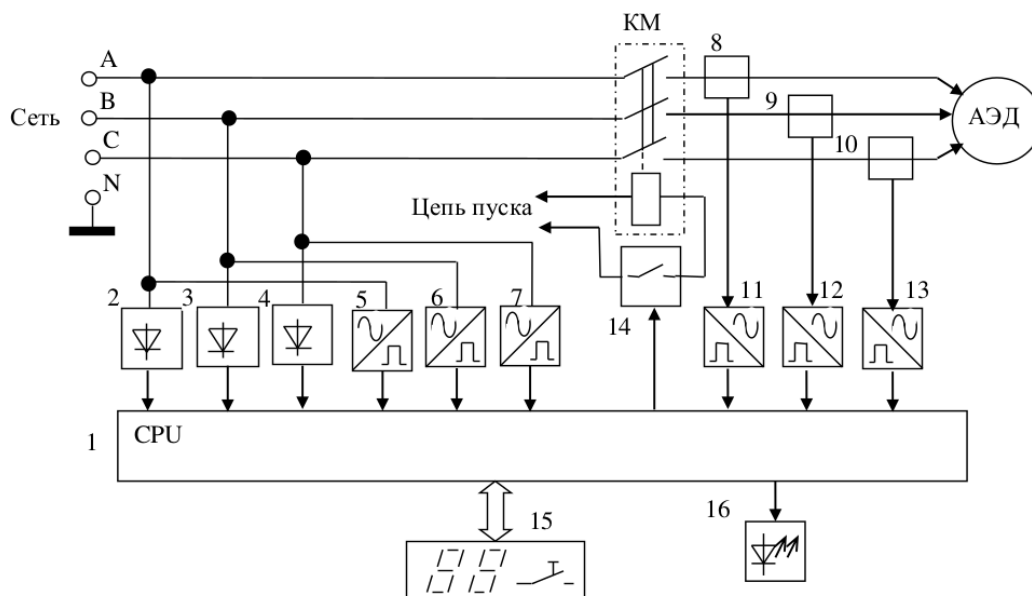


Рисунок 2- Структурная схема системы контроля и защиты от аварий

Блок защиты состоит из микроконтроллера 1; преобразователей напряжения сети 2, 3, 4; преобразователей переменного напряжения в импульсное 5, 6, 7; преобразователей сигналов с датчиков тока в импульсное напряжение 11, 12, 13; узла коммутации исполнительной цепи 14. Датчики тока 8, 9, 10 представляют собой бесконтактные датчики индуктивного типа (трансформаторы тока). Фазные напряжения сети поступают на встроенный аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) микроконтроллера через преобразователи напряжения сети 2, 3 и 4. Текущая частота сети, а также порядок чередования фаз (АВС или СВА) контролируется через преобразователи переменного напряжения в импульсное 5, 6, 7. Измерение коэффициента мощности в каждой фазе осуществляется с помощью преобразователей напряжения и тока в импульсные напряжения, сигналы с которых поступают на цифровые входы микроконтроллера. С помощью встроенных таймеров микроконтроллер измеряет временной сдвиг между импульсами тока и напряжения и определяет текущее значение Км за каждый период фазы. Узел индикации 16 отображает режим, в котором находится электропривод. В случае аварии срабатывает светодиодная индикация. Блок ввода-вывода данных 15 служит для отображения текущего режима работы, вывода информации о возможной причине срабатывания аварийного отключения. Блок ввода-вывода отображает историю предыдущего цикла работы двигателя и позволяет просмотреть и отредактировать константы для контролирующей программы. Для исключения ложных срабатываний можно задавать чувствительность программы контроля и время срабатывания таймера для задержки включения защиты.

При включении в сеть электропривода, устройство защиты производит проверку качества сети. Блок защиты измеряет текущие фазные напряжения, частоту и порядок чередования фаз в сети. Измеренные значения сравниваются с постоянными, записанными в энергонезависимую память контроллера, и, в случае попадания измеренных значений в заданные пределы, включает узел коммутации 14 через заданное время задержки. В течение цикла работы электродвигателя блок защиты непрерывно измеряет фазные напряжения и значения Км в каждой фазе и на основе измерений вычисляет текущий перекос фаз и разбаланс по мощности. В случае отклонения значений от заданных программой включается таймер задержки отключения. Если после срабатывания таймера контролируемые значения не возвращаются в заданные пределы, то срабатывает система защиты и происходит принудительное отключение электропривода от сети. Вместе с срабатыванием защиты происходит запись во внутреннюю память контроллера возможной причины аварии, которую в дальнейшем можно считать с помощью устройства ввода-вывода данных в виде номера ошибки.

Таким образом, разработанная микропроцессорная система представляет собой простое и универсальное решение для защиты асинхронных электродвигателей от перегрузок и аварий.

Список использованных источников:

1. Патент RU 2263382.
2. Чернышев А.Ю., Дементьев Ю.Н., Чернышев И.А. Электропривод переменного тока // Томский политехнический университет, 2011.