

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждения образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 62-34/-38:004.31-022.53

Татарченко
Сергей Николаевич

Исследование и разработка микропроцессорной системы контроля и защиты от
аварий электроприводов промышленного оборудования

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра техники и технологии
по специальности 1-39 81 03 Информационные радиотехнологии

Научный руководитель

Крушев Владимир Тимофеевич

Кандидат технических наук, доцент

Минск 2020

В настоящее время наиболее распространённым видом электродвигателей являются асинхронные двигатели трехфазного переменного тока с рабочим напряжением до 500В. Их надежная и бесперебойная работа обеспечивается в первую очередь надлежащим выбором их по номинальной мощности, режиму работы и форме исполнения. Не меньшее значение имеет также соблюдение необходимых требований и правил при составлении электрической схемы, выборе пускорегулирующей аппаратуры, проводов и кабелей, монтаже и эксплуатации электропривода. Но даже для правильно спроектированных и эксплуатируемых электроприводов при их работе всегда остается вероятность появления аварийных или ненормальных режимов работы, при которых срок службы двигателя может значительно сократиться, или может произойти авария. Большинство алгоритмов традиционных защит основано на контроле действующих значений токов и напряжений. Такой подход требует длительного наблюдения за процессами в аварийных ситуациях для принятия правильного решения о состоянии контролируемого объекта. Системами защиты в большинстве своем представляют собой электронные устройства на базе микроконтроллеров. 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 по параметрам двигателей необходимо использовать различные датчики и программировать отдельные значения минимальных и максимальных токов. В связи с этим недостатком классических методов, для реализации устройства был выбран метод контроля и защиты, в основе которого лежит не прямое измерение тока, а измерение угла сдвига фаз между током и напряжением в обмотке статора, то есть коэффициента мощности.

Целью работы является разработка новой системы защиты асинхронных электродвигателей от электрических аварий, которая имеет широкий диапазон мощностей, подходит к любому асинхронному двигателю и реализует весь спектр защит от абсолютного большинства электрических аварий. Система защиты должна использовать современную элементную базу и использовать актуальные подходы к решению задач по реализации тех или иных узлов системы.

Для достижения указанной цели решаются следующие задачи научного характера:

- исследование переходных процессов в асинхронных электродвигателях при нормальных режимах работы и внутренних замыканиях и оценка изменения параметров в рассматриваемых режимах;
- разработка уточненной математической модели контролируемого электродвигателя, которая отображает его поведение в переходных режимах;
- разработка алгоритма работы быстродействующей микропроцессорной защиты асинхронного электродвигателя от аварий на основе динамического контроля его параметров;
- разработка управляющей программы, реализующей алгоритм работы устройства защиты;
- разработка макета и прототипа устройства.

В первой главе приведен анализ асинхронного электродвигателя в качестве объекта мониторинга и защиты, сформулированы требования к быстродействующим защитам, устанавливаемым на электродвигателях, для выявления внутренних повреждений. Описаны основные виды аварий электродвигателей и неисправностей, которые ведут к сокращению срока эксплуатации электропривода. Приведен основной список параметров, которые необходимо контролировать при эксплуатации электропривода, и указаны допуски, которые являются общими для электродвигателя и электрической сети. Описаны качественные характеристики электрической сети. Приведена общая схема замещения асинхронного электропривода и дан расчет необходимых параметров схемы замещения.

Во второй главе проведен анализ существующих систем защиты асинхронных двигателей и дана классификация видов защит. Описаны их принципы работы, возможных опции и характеристики. Описана современная схемотехника и элементная база устройств защитных устройств и методы построения типовых электрических блоков. Дан сравнительный анализ протоколов связи и обмена информацией, которые используются для программирования и настройки устройств защиты.

В третьей главе описана разработка самой микропроцессорной системы мониторинга и защиты. Дано описание принципа его работы, показаны его преимущества и недостатки, и его сравнение с классическими методами. Показаны отличия от обычных устройств защиты. Показан выбор и реализация основных узлов системы, а так же полный расчет электрической схемы устройства. Описан основной алгоритм работы системы защиты и взаимодействие задач по назначению и приоритету. Показана последовательность инициализации системы и назначение каждой используемой функции. Приведен полный список контролируемых параметров и дана последовательная таблица кодов ошибок, которые может формировать система. Описана реализация алгоритмов, которые заключают в себе принципы работы системы защиты. Дано понятие операционной системы реального времени, и показано, как она используется в решении задач систем защиты. Показаны примеры реализации алгоритмов, где программный код написан на языке С. Дана полная схема взаимодействия задач между собой по приоритету.

В четвертой главе дано компьютерное моделирование системы с асинхронным электродвигателем с использованием математических `spice` моделей. Показаны графики токов и напряжений в обмотках статора при нормальном режиме работы. Смоделированы различные аварийные ситуации, где показано, каким образом изменяются контролируемые параметры. Показаны макеты модулей системы и последовательность разработки устройства. Показан прототип готового защитного устройства, которой включает в себе все описанные функции.

Таким образом, в ходе работы была разработана система защиты асинхронных электродвигателей от аварий, которая использует принцип контроля коэффициента мощности. Была разработана математическая модель двигателя в трехфазной сети, где были показаны общие характеристики и

переходные процессы в процессе его работы. Было доказано, что используя подход с измерением коэффициента мощности, можно построить систему защиты с такими же возможностями, как и у классических устройств, но которая в то же время будет обладать более простой реализацией и более широким охватом номенклатуры двигателей. Для измерения сдвига фаз между током и напряжением в статоре можно использовать любой подходящий по характеристикам трансформатор тока, и система не требует каких-либо дополнительных настроек или изменений. Контроль температуры с помощью измерения сопротивления обмотки статора дает возможность исключить датчик температуры. Использование любых трансформаторов тока совместно с исключением датчика температуры позволяет сделать систему более дешевой в производстве и более гибкой в настройке.

Библиотека БГУИР

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1–А. Татарченко, С. Н. Микропроцессорная система контроля и защиты от аварий электроприводов промышленного оборудования / С. Н. Татарченко // 55-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР: Сборник тезисов докладов. – Минск: БГУИР, 2019 –С. 150-151.

2–А. Татарченко, С. Н. Микропроцессорная система контроля электропривода промышленного оборудования / С. Н. Татарченко // 56-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР: Сборник тезисов докладов. – Минск: БГУИР, 2020. –С. 234-235.

Библиотека БГУИР