Кравченко О. И., Абдурахманов Р.Ф., Доровской В.А.
Проектирование систем управления на базе логических контроллеров релейной системы подстанции «Эмаль» ГУП РК «КМЗ»

*ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»
(Россия, Керчь)*

doi: 10.18411/lj-12-2018-150

idsp: ljjournal-12-2018-150

Аннотация

В данной статье речь пойдет о проектировании системы управления при помощи ПЛК на базе существующей уже системы управления релейной защиты установленной на отдельно взятой ячейке подстанции «Эмаль» и замене данной системы на систему управления защитой при помощи программируемых логических контроллеров.

Ключевые слова: Релейная защита, автоматических систем, контроллеры, ПЛК, управление, проектирование.

Abstract

This article focuses on designing a control system using a PLC based on the existing relay protection control system installed in a separate cell of the Enamel substation and replacing this system with a protection control system using programmable logic controllers.

Keywords: Relay protection, automatic systems, controllers, PLC, control, design.

Введение

В настоящее время наш век характеризуется с компьютерными технологиями, искусственными разумами способными самостоятельно и логически мыслить. Многие в своем производстве используют автоматизированные машины, которые управляются с незначительной помощью человека или с помощью заранее заданных параметров на компьютере. Программируемые логические контроллеры (ПЛК) являются одними из многочисленных приборов автоматизации, которые все больше и больше используют в различных сферах производства человека.

На данный момент на подстанции «Эмаль» ГУП РК «КМЗ» существующая защитная система управления является релейной. Релейные автоматические системы имеют широкое применение в самых разнообразных областях технологии и инженерии, отличаясь простотой, а в ряде случаев и лучшими динамическими свойствами, чем иные типы автоматических систем. Они используются как в стационарных автоматических системах, так и в автоматических системах управления подвижными объектами.

Релейные автоматические системы относятся к категории автоматических систем прерывистого действия. Моменты времени, в которые происходит замыкание и размыкание системы, заранее неизвестны. Обычно они не задаются извне, а определяются внутренними свойствами самой автоматической системы. Этим обуславливаются основные специфические особенности динамики процессов автоматического регулирования.

Анализ литературных источников. Постановка проблемы.

В своей книге [1, стр.4] при анализе систем управления Митин Г.П. и Хазанова О.В. пишут: «ПЛК с успехом заменили блоки релейной автоматики и устройства жесткой логики на интегральных микросхемах малой и средней степени интеграции». Кроме того рассматривая ПЛК как микропроцессорную систему отмечают что «Сегодня ПЛК - это микропроцессорная система специального назначения с проблемно-ориентированным программным обеспечением для реализации алгоритмов

логического управления и замкнутых систем автоматического управления в сфере промышленной автоматики. ПЛК отличаются универсальностью структуры и инвариантностью по отношению к объекту управления в пределах определенного класса задач». В настоящее время литература по ПЛК позволяет найти действительно существенную и нужную информацию об их назначении, принципе действия, что дает нам возможность начать делать требуемый анализ по проектированию систем управления подстанции «Эмаль» ГУП РК «КМЗ».

В работе автора Неждана Кахальникова в своей работе [2, pandia.ru] описывает принцип работы релейной защиты «Релейные автоматические системы относятся к категории автоматических систем прерывистого действия. Моменты времени, в которые происходит замыкание и размыкание системы, заранее неизвестны; они не задаются извне, а определяются внутренними свойствами самой автоматической системы. ... По своему принципу работы релейные автоматические системы существенно нелинейны.»

В работе [3, lib.knigi-x.ru/otladka-plk.php] И.В. Петров , В. Долл пишут «Контроллер должен вырабатывать на своих выходах сигналы, которые определяются по заданному алгоритму на основании мгновенных значений входных сигналов и их предыстории. В идеальном мире время от изменения входов до соответствующей ответной реакции должно быть равно нулю. То есть идеальный контроллер должен обладать идеальным быстродействием, он должен успевать реагировать даже на импульсы бесконечно малой длительности.

В своих трудах [4, стр.1] Тройников В.С. описывает ПЛК как «...специализированное МП управляющее устройство, приспособленное к использованию непосредственно в производственных условиях и программируемое на упрощённых языках, доступных непрофессиональным пользователям, т.е. пользователям, не имеющим специальной подготовки по программированию».

Постановка проблемы. Как показывает анализ литературных источников система релейной защиты хоть и надежна, но уже устаревшая. На данный момент большинство промышленных предприятий перешло или только переходит на автоматическое решение той или иной задачи. В нашем случае это проектирование перехода с релейной защиты отдельно взятой ячейки на подстанции «Эмаль» ГУП РК «КМЗ» на защиту с помощью программных логических контроллеров.

Цели и задачи исследования. Для повышения качества системы управления разработать проект на базе уже существующей системы управления релейной защиты на ячейке подстанции «Эмаль». А также рассмотрение и возможность замены релейной защиты на ПЛК (программные логические контроллеры). Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: исследовать существующую систему релейной защиты на ячейке подстанции «Эмаль», и спроектировать защиту при помощи программируемых логических контроллеров.

Методы и материалы исследования. Наше исследование заключается в изучении предыдущих научных исследований перечисленных выше научных авторов и имеющейся уже существующей системы управления релейной защиты на подстанции «Эмаль» ячейке №9 10 кВ. По своему принципу работы релейные автоматические системы существенно нелинейны.

Результаты исследования.

Исследование релейная система.

Особенность релейных автоматических систем, состоящая в том, что форма выходной величины релейного элемента не зависит существенно от формы его входной величины, позволяет произвести исследование их сравнительно простыми средствами, не прибегая к сложному математическому аппарату, мало знакомому студентам. Эта особенность дает возможность развить методы расчета релейных автоматических систем, в некотором смысле аналогичные методы расчета линейных автоматических

систем. Подобная аналогия приводит не только к упрощению расчетов, но и сохраняет привычные понятия, представления и терминологию линейной теории автоматического управления. Релейными автоматическими системами называются такие системы в которых хотя бы одно из звеньев имеет релейную характеристику. В релейных автоматических системах управляющее воздействие изменяется скачком всякий раз, когда управляющий сигнал проходит через некоторые фиксированные значения, называемые пороговыми. В таких системах усилителем является релейный элемент, характеристика которого выражает связь между управляющим сигналом и управляющим воздействием.

Схема участка энергосистемы

Непрерывный мониторинг всех элементов энергетической системы с реакцией на появление повреждений и аварийные режимы является главной функцией релейной защиты. В электрических цепях энергосистемы устанавливаются специальные выключатели. Они выполняют действия отключения токов, которые появляются в результате повреждений и аварий. Принцип действия релейной защиты такой же как на всех подстанциях 110/10/6 кВ. Ячейка, которую мы берем как основу нашего исследования, при понижении имеет напряжение 10кВ. Защита на ней определяет участок с повреждением и воздействием на ближайший выключатель, который способен отключить участок от энергосистемы. Пример показан на изображении ниже:

Однако отключения — это не единственное назначение релейной защиты. Защитные устройства должны различать свойства нарушения и по возможности автоматически выполнять действия для того чтобы нормальный режим в энергосистеме был восстановлен, либо сигнализировать на щит управления дежурному персоналу, который сможет принять необходимые меры и решения по какому-либо нарушению.

Релейные автоматические системы отличаются структурой соединения отдельных элементов линейной части, конструктивными особенностями этих элементов, характером управляющего сигнала, т. е. законом автоматического регулирования и т. п. Классификация релейных автоматических систем по этим признакам не отличается от известной классификации линейных автоматических систем. Среди многочисленных элементов релейного действия с двумя состояниями наиболее распространены:

- контактные и бесконтактные конечные выключатели;
- электромагнитные реле;

- электронные ключи;
- пневматические элементы и т. п.

Разработка проекта системы на базе программируемых логических контроллеров.

Программируемые логические контроллеры (ПЛК) представляют собой специализированное микропроцессорное управляющее устройство, приспособленное к использованию непосредственно в производственных условиях и программируемое на упрощённых языках, доступных непрофессиональным пользователям. По принципу действия ПЛК представляет собой упрощённую модель компьютера, в которой программным путём реализуется цифровой управляющий автомат. ПЛК, как правило, имеет блочно-модульную конструкцию, что позволяет пользователю сконфигурировать требуемую объектно-ориентированную конфигурацию контроллера путём доукомплектования некоторого базового (управляющего) модуля необходимым набором модулей ввода-вывода из номенклатуры, предлагаемой изготовителем ПЛК.

Особенности ПЛК:

- простота общения с пользователем, заключающаяся в возможности программирования ПЛК по принципиальной электрической схеме, по логическим (булевым) уравнениям и с помощью простого алгоритмического языка;
- приспособленность к работе в тяжёлых производственных условиях за счёт применения оптоэлектронной гальванической развязки входов и выходов от внешних электрических цепей, за счёт приспособленности ПЛК к расширенному диапазону условий эксплуатации;
- модульность конструкции, позволяющая компоновать из ограниченного числа унифицированных модулей контроллеры различного функционального назначения и требуемой конфигурации, что открывает широкие перспективы в части повышения гибкости создаваемых систем управления сложными технологическими модулями;
- резкое сокращение затрат на проектирование за счёт существенного снижения стоимости программирования, а также за счёт упрощения привязки модульной конструкции к конкретному объекту управления;
- значительное сокращение сроков разработки и проектирования систем управления оборудованием за счёт возможности параллельного проведения работ по их проектированию (в том числе программированию) и изготовлению систем управления на основе ПЛК;
- возможность корректировки алгоритмов управления непосредственно в цеховых условиях (при монтаже, пуске, испытаниях и модернизации оборудования), что существенно улучшает адаптивные качества систем управления технологическим оборудованием;
- широкая номенклатура модулей ввода-вывода для связи контроллеров с датчиками, управляемыми механизмами, а также управляющими устройствами, выполненными на других принципах и другой элементной базе, что положительно сказывается на эффективности построения комплексных систем управления с использованием ПЛК;
- наличие встроенной автоматической функциональной диагностики позволяет существенно упростить процесс эксплуатации и повысить ремонтпригодность как собственно контроллера, так и управляемого технологического оборудования.

К числу основных характеристик (параметров), по которым пользователь осуществляет выбор ПЛК для конкретного применения, относятся:

- количество входов-выходов, — одна из главных характеристик, определяющих максимально возможное количество контролируемых

датчиков и управляемых механизмов, которые могут быть подключены к ПЛК;

- номенклатура предлагаемых модулей ввода-вывода – характеризует возможности адаптации ПЛК различных фирм к условиям промышленного использования в части номенклатуры и величин питающих напряжений и коммутируемых токов органов управления, датчиков и исполнительных механизмов;
- ёмкость памяти для хранения программ пользователя – определяет возможности данного ПЛК в части создания прикладного программного обеспечения;
- быстродействие ПЛК – как правило, измеряется приведенным к 1К памяти и характеризует длительность цикла однократного обслуживания всех входов-выходов;
- типы используемых языков и технологии программирования – характеризуют степень сложности освоения прикладного программного обеспечения и удобство ввода и корректировки записанных в памяти управляющих программ;
- оснащённость стандартными интерфейсами – характеризует приспособленность ПЛК к использованию его в иерархических системах управления с возможностью дистанционного ввода и корректировки программ и данных, а также к использованию в составе контроллерных сетей.

Для дальнейшего проектирования для начала необходимо разложить весь процесс или ячейку на сегменты, не зависящие друг от друга. Эти сегменты определяют границы между контроллерами и влияют на описания функциональных областей и назначение ресурсов.

Далее необходимо привести описание работы каждого сегмента процесса или ячейки. Для этого надо сделать следующие пункты:

- определить входы/выходы;
- описать систему функционирования;
- описать условия деблокировки (состояния, которые должны достигаться перед разрешением действия) для каждого отдельно взятого реле;
- описать интерфейс оператора;
- описать интерфейсы с другими сегментами процесса или ячейки.

При проектировании схем защиты следует определить оборудование, требующее для обеспечения безопасности аппаратно-реализованной логики. Устройства управления могут выходить из строя опасным образом, вызывая неожиданный запуск или изменение в работе ячейки. Там, где неожиданная или неправильная работа (такое как короткое замыкание) ячейки может привести к физической травме людей или значительному материальному ущербу, нужно уделить внимание использованию электромеханических блокировок.

Вывод

Рассмотрев выше приведенные данные, взятые на основе уже существующей системы управления релейной защитой на отдельно взятой ячейке подстанции «Эмаль», и данные взятые из научных источников по программируемым логическим контроллерам можно сделать вывод, что для проектирования замены существующей системы релейной защиты на программируемые логические контроллеры необходимо сделать ряд определенных действий, таких как:

- разложение всего процесса или ячейки на сегменты, не зависящие друг от друга;
- привести описание работы каждого сегмента процесса или ячейки;

— определение оборудования, требующего для обеспечения безопасности, аппаратно-реализованной логики.

1. Тучинский С.В., Андриянов И.Н., «Промышленные контроллеры серии БАЗИС.» Науч. Журнал «Технические и программные средства систем автоматизации», стр. 19-21.
 2. Функциональное проектирование программируемого логического контроллера [Электронный ресурс] 28.10.2018г. // <https://scienceproblems.ru/funktsionalnoe-proektirovanie/2.html>
 3. Релейные автоматические системы [Электронный ресурс] 28.10.2018г // <https://pandia.ru/text/78/331/61958.php> .
 4. Тройников В.С. «Программируемые логические контроллеры», стр. 1-2.
 5. Мишин ГЛ., Хазанова О.В. Системы автоматизации с использованием программируемых логических контроллеров: Учебное пособие.- М.: ИЦ МГТУ «Станкин», 2005. - 136 с.
-