

УДК 004.382+004.31(076.5)(075.8)

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ

Бричак Е.Ю., студент гр.181071

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Институт информационных технологий,
г. Минск, Республика Беларусь*

Скудняков Ю.А. – канд. техн. наук, доцент кафедры ИСиТ

Аннотация. В работе частично представлено разработанное программное средство и технологии управления единой электроэнергетической системы на базе программируемых логических контроллеров. Разработанное программное средство позволяет минимизировать риски и аварийные ситуации при эксплуатации высоковольтных систем, ярчайшей демонстрацией чего являются суда марки «ECOBUS» - пассажирские транспортные суда.

Ключевые слова. Система «ТРАНИТ», Экобас, программируемый логический контроллер, технологии, единая электроэнергетическая система.

Введение.

В связи с ситуацией в мире и необходимости эксплуатации высоковольтных систем, у крупных компаний и промышленных предприятий все чаще возникает вопрос о создании более комплексной системы управления подобных систем. В соответствии с требованиями бизнеса необходимо, чтобы стоимость разработки подобной системы управления соответствовала ликвидности будущего продукта, из-за чего вопрос стоимости всегда стоит остро.

Часто подобные системы имеют ряд аналоговых и дискретных устройств в схеме работы, что затрудняет считывание и отправку данных с подчиненных устройств. Так, программируемый микроконтроллер в большинстве случаев потребует реализации соответствующих разъемов, расположения преобразователей интерфейсов, а также дорогостоящий чип, устойчивый к помехам и нагрузкам, чтобы избежать внезапного выгорания или неработоспособности устройства. И пусть в перспективе доведённый до совершенства контроллер сэкономит большие средства. Но актуально это для крупных производств со своим закрытым циклом разработки и производства. Большинство компаний, как показывает практика, ограничены в своих возможностях, что вынуждает искать новые пути решения уже привычных задач. В таких случаях многие прибегают к ПЛК – программируемому логическому контроллеру.

ПЛК – необходимый элемент систем управления промышленными установками и производственными процессами. Применение устройства значительно расширяет функциональные возможности АСУТП и оборудования, существенно удешевляет себестоимость продукции, повышает эффективность учета и контроля [1].

Профессионально грамотно созданный контроллер представляет собой программно-техническое решение, использование которого позволяет эффективно и оперативно осуществлять мониторинг и управление различными объектами и процессами, в частности, такими важными объектами как речные и морские суда различного назначения и конструктивного исполнения. Для решения таких задач контроллеры должны обладать мощной, совместимой и интуитивно понятной системой программирования, удобством в монтаже и обслуживании, высокой ремонтопригодностью, развитыми средствами самодиагностики и контроля правильности реализации прикладных задач, средствами интеграции в единую систему, высокой надежностью и адаптивностью к окружающей среде [2].

Расширение функциональных возможностей ПЛК позволяет решать широкий спектр задач по мониторингу и управлению объектами и процессами. Однако, при этом, требуется подключение дополнительных технических и программных средств, что повышает стоимость ПЛК. Поэтому при проектировании и разработке ПЛК необходимо произвести расчет требуемого функционала, разумных финансовых издержек для достижения важного показателя качества контроллера как соотношение цена/производительность.

Основная часть.

Примером эффективности и работоспособности ПЛК является практическое его использование в процессе управления судами марки "ECOBUS", курсирующими сейчас по Москве-реке. Эти суда являются примерами экологически чистого транспорта, так как вся ходовая часть судов использует только электричество для работы.

Для регулирования подаваемого тока, преобразования постоянного в переменный, отработки приходящих с судна запросов используется система "ТРАНИТ", в основе которой заложен ПЛК (рисунки 1).

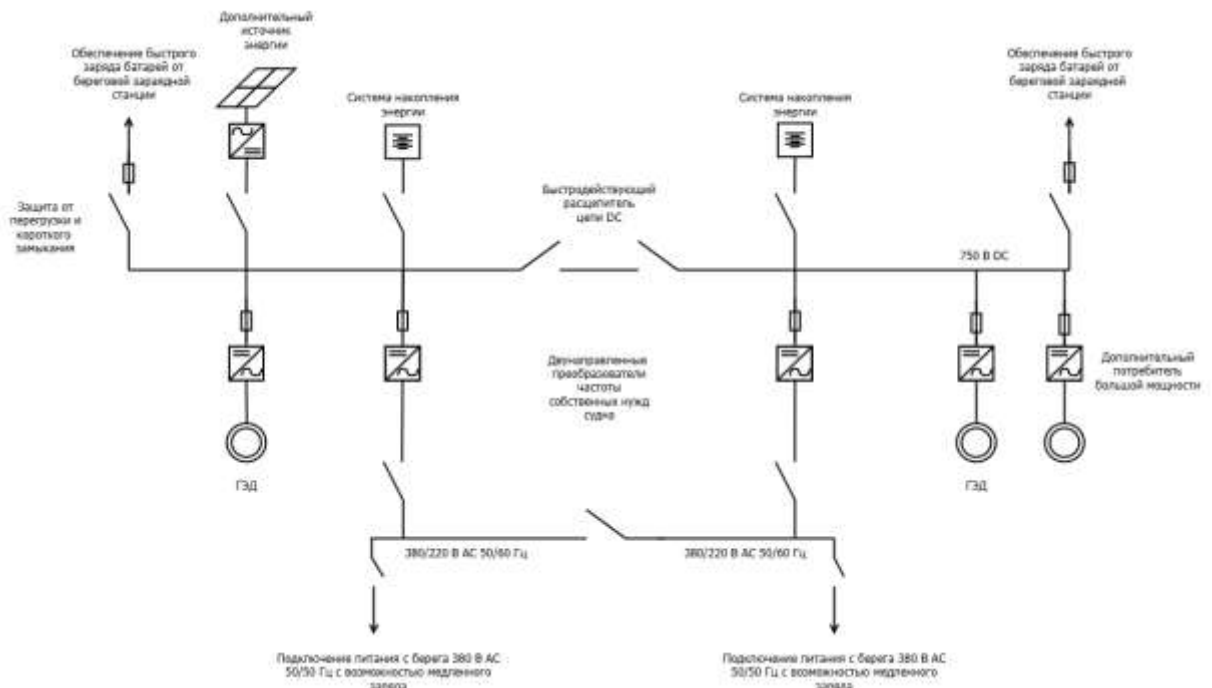


Рисунок 1 – Общая схема системы «ТРАНИТ» для судна модели «ECOBUS»

В зависимости от версии судна используются ПЛК разных производителей – российской компании FASTWEL и тайваньской компании Weintek. У каждого из ПЛК имеется ряд своих преимуществ и недостатков.

ПЛК на базе модулей серии Fastwell/O предназначены для измерения, контроля и регулирования параметров дискретных, периодических и непрерывных технологических процессов, представленных электрическими сигналами с дискретным и непрерывным изменением параметров, для обмена данными и командами между вычислительными устройствами ПЛК, а также с автоматизированными системами оперативно-диспетчерского управления [3].

Главным преимуществом ПЛК от Fastwel является его производитель. Это делает его наиболее устойчивым к изменениям в мире ПЛК.

Также, на протяжении всей разработки сотрудники Fastwel активно поддерживают разработчиков и помогают решать проблемы, возникающие во время настройки и эксплуатации ПЛК. Также данный факт сказывается на цене устройства.

Однако у данного ПЛК есть существенный недостаток – проблемы с адаптированным ПО. Из-за особенностей шины FBUS, которую Fastwel специально разработали для ПЛК, стандартное ПО для разработки требует отдельной настройки.

Промышленный контроллер с MT-CTRL01 и модули ввода/вывода серии IRWEINTEK применяются для принятия и обработки различных сигналов. Модули Weintek бывают аналоговые (AI, AO), дискретные (DI, DO) релейные (RO) и температурные (AT), а также они делятся по количеству каналов. Также в составе модулей Weintek бывают коммутационные модули для связи по промышленным протоколам с другими устройствами (Modbus, CanBus, EtherCAT). В нашем каталоге можно найти модули расширения с различными характеристиками [4].

ПЛК от Weintek являются наиболее дешевыми вариантами в сравнении со многими аналогами. Также большим плюсом является то, что компания Weintek выпускает ряд устройств, в том числе и панели HMI, которые легко соединяются в единую систему устройств, что сильно упрощает последующую работу.

Так, судна второй очереди выполнены на ПЛК от Weintek, что позволило избежать трудностей в разработке обновленного программного обеспечения для системы «ТРАНИТ», свойственных ПЛК от Fastwel. Однако, ПЛК от Weintek также имеет свои ограничения. Так, работа по некоторым протоколам может производиться лишь с определенной версией данного протокола. Иначе может возникнуть ряд проблем в подключении устройств в сети.

Одним из основных достоинств ПЛК являются дискретные и аналоговые модули расширения. Преимущество данных модулей кроется в названии: они позволяют считывать данные и отправлять команды на подчинённые устройства в зависимости от вида подключения. Так, дискретные модули позволяют общаться и принимать данные с программируемых или дискретных устройств сети, как счетчики напряжения.

Аналоговые модули работают по тому же принципу, но уже с устройствами, чей сигнал не подлежит дискретизации.

ПЛК позволяет аккумулировать данные с разных устройств и выстроить логику работы, основываясь на считываемых значениях.

К примеру, при превышении температуры одного из важных элементов сети ПЛК, считав температуру через аналоговый вход, зафиксирует аварию, прервет алгоритм и разорвет цепь в необходимых местах. Или же, считав данные через дискретный вход, ПЛК может отправить соответствующую команду или набор данных через дискретный выход на подчиненное устройство.

Сам ПЛК является аналогово-дискретным устройством, внутри себя использующий микроконтроллер. В сути своей это малая вычислительная машина, обладающая собственной оперативной и постоянной памятью, процессором для вычисления и выводами для реализации пользовательского интерфейса.

Сделано это с целью максимальной адаптации устройства к возможными возникающим условиям и необходимости решения задач.

Документация по разным ПЛК позволяет манипулировать при необходимости даже системными настройками, реализуя различную логику для специфичных задач.

Приводя пример из практики, устройства от компании Weintek не могут реализовывать внутри себя стандартными методами CODESYS модель поведения Slave-устройства в системе. То есть и ПЛК, и панель ПДУ от данного производителя не могут обрабатывать запросы по умолчанию. Они могут их лишь формировать и отправлять.

Однако, благодаря некоторым внутренним настройкам и реализации некоторых библиотек, которые существуют в базе CODESYS, можно написать свой ModBusServer, позволяющий создать на ПЛК или панели ПДУ сервер обработки запросов, имитирующий Slave-устройство в сети (рисунок 2).

```
PROGRAM MB_SLAVE_HMI_510
VAR
    MB_SERVER_510: ModbusTCP_Slave.ModbusServer;
END_VAR
```

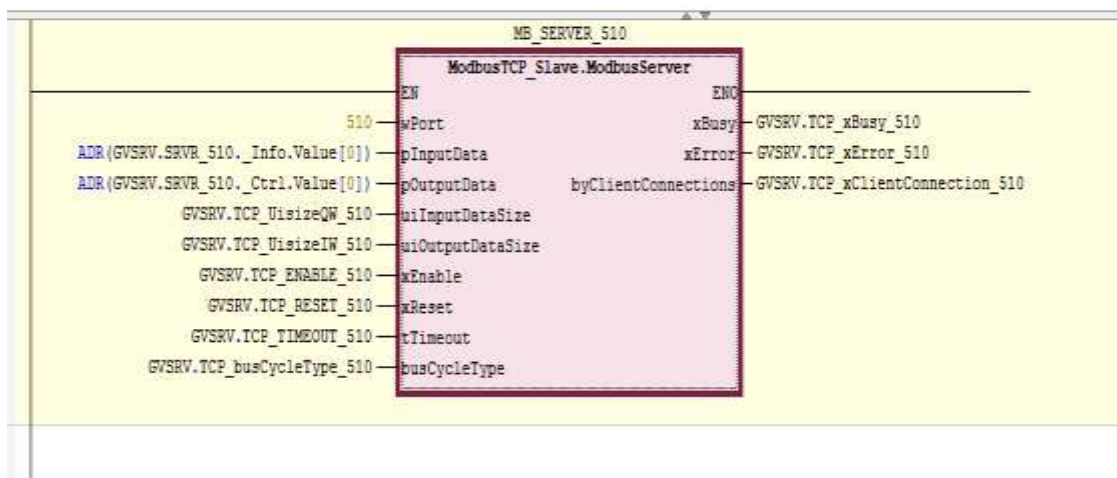


Рисунок 2 – Пример ModBusServer из проекта, выполненного на пошаговых функциональных графиках (SFC)

В данном объекте сервера указываются:

1. сам блок и его тип данных;
2. его порт общения с устройствами в сети;
3. адрес начального регистра на запись;
4. адрес начального регистра на чтение;
5. размер регистра на запись;
6. размер регистра на чтение;
7. бит статуса доступности порта;
8. бит статуса перезапуска порта;
9. переменная-счетчик, определяющая время простоя;
10. бит занятости сервера;
11. бит ошибок сервера;
12. количество клиентов у сервера.

Последние три являются выходными значениями блока и позволяют отслеживать его состояние в работе. Это лишь один из примеров реализации сторонних алгоритмов для обхода ограничений, заложенных производителем. Тем не менее, это лишний раз подчеркивает гибкость ПЛК, как программируемого устройства.

Важную часть в работе ПЛК играют поддерживаемые протоколы. Выше уже упоминалась шина FBUS для ПЛК от Fastwel. Для передачи данных по шине разработчики из Fastwel реализовали одноименный протокол передачи данных по модулям расширения. У Weintek эту же функцию исполняет стандартизированная шина IBus,

Данная шина и протокол позволяют передавать данные с модуля на модуль, пока те не окажутся в оперативной памяти ПЛК. Так же, устройства поддерживают вышеупомянутые ModBus, EtherCAT и CanBus.

EtherCAT – это технология промышленного Ethernet в реальном времени, изначально разработанная компанией Beckhoff Automation. Протокол EtherCAT, описанный в стандарте IEC61158, подходит для жестких и мягких требований к работе в реальном времени в технологиях автоматизации, при испытаниях и измерениях, а также во многих других областях.

Основное внимание при разработке EtherCAT уделялось короткому времени цикла (≤ 100 мкс), низкому джиттеру для точной синхронизации (≤ 1 мкс) и низкой стоимости оборудования.

EtherCAT был представлен в апреле 2003 года, а EtherCAT Technology Group была основана в ноябре 2003 года. Тем временем ETG превратилась в крупнейшую в мире организацию по промышленным сетям Ethernet и полевым шинам. ETG объединяет производителей и пользователей, которые в составе технических рабочих групп вносят свой вклад в развитие технологии EtherCAT [5].

Полевая шина CAN (ControllerAreaNetwork) характеризуется высокими скоростью передачи данных и помехоустойчивостью, а также способностью обнаруживать любые возникающие ошибки. Не удивительно, что благодаря этому CAN сегодня широко используется в таких областях, как автомобильный и железнодорожный транспорт, промышленная автоматика, авиация, системы доступа и контроля.

По данным ассоциации CiA (CANinAutomation, www.can-cia.de), в настоящее время в эксплуатации находится около 300 млн CAN-узлов по всему миру. В Германии CAN-шина занимает первое место по популярности среди остальных полевых шин.

В данной статье приводится общее описание и технические характеристики CAN-шины и описывается логика ее работы. Приводится описание встроенных модулей CAN, автономных контроллеров на примере микроконтроллеров (МК) Infineon, трансиверов и дросселей [6].

ModBus так же является протоколом для передачи данных между устройствами сети. Основной особенностью является строгая адресация, разбиваемая по 16 бит. Это позволяет передавать данные на большой скорости, минимизируя время на обработку принятых данных. Данный способ так же имеет свои недостатки.

Если адресация была нарушена в одном месте, то все последующие данные также сместятся на соответствующую длину вставленной команды. Благодаря протоколу ModBus внутри системы «ТРАНИТ» также налажено общение между двумя ПЛК двух отделений. Также через ModBus реализовано общение с дополнительными модулями ПЛК, они же коптеры. Не стоит путать модули расширения и дополнительные модули. Первые – аналоговые и дискретные модули ввода и вывода. Вторые – дополнительные модули, находящиеся на отдалении, имеющие свой адрес, к которым также по шине расширения можно подключить модули расширения для агрегации данных из другой подсети, требующей комплексного подключения. Делается это с целью сэкономить рабочее пространство и не вести десятки проводов из подчиненных устройств к модулям расширения самого ПЛК. Также стоит отметить, что имеется два вида протокола ModBus – ModBusRTU и ModBusTCP. Оригинальным протоколом является ModBusRTU, предназначенный для общения устройств через интерфейсы RS-232 и RS-485. ModBusTCP является логическим продолжением, сохраняя логику строкой адресации оригинального протокола, но доработанный для передачи данных через кабель Ethernet по протоколу TCP/IP.

Все вышеперечисленное позволяет составить сложносочиненную комплексную систему передачи данных для последующей работы алгоритма.

Самой важной частью ПЛК, без которой он не может быть допущен до производства, – это реализованная поддержка языков программирования МЭК61131-3.

Стандарт МЭК 61131-3 включает в себя 5 языков:

- LD - (Ladderdiagram) Лестничные диаграммы;
- FBD - (Functionblockdiagram) Диаграммы функциональных блоков;
- SFC - (Sequentialfunctionchart) Пошаговые функциональные графики;
- ST - (Structuredtext) Структурный текст;
- IL - (Instruction list) Список инструкций [7].

Основным является StructuredText - один из пяти языков, поддерживаемых стандартом МЭК 61131-3, разработанный МЭК (международной электротехнической комиссией) для Программируемых Логических Контроллеров (PLC). Это язык высокого уровня, блочно структурированный и синтаксически напоминающий Pascal, на котором он и основан.

Все языки стандарта МЭК 61131-2 основаны на единой платформе. Многие их элементы (переменные, система адресации, функции, функциональные блоки и многое другое) определены в них одинаково. Это позволяет одновременно использовать различные языки при создании отдельных программных компонентов (POU), даже в рамках одного программного проекта.

Все языки стандарта МЭК 61131-3 основаны на единой элементной базе. Переменные и функции определяются на общей платформе, поэтому могут быть использованы во всех пяти языках внутри стандарта МЭК 61131-3 и одновременно в одной программе.

ST, как он задуман стандартом МЭК 61131-3, является довольно мощным языком, ничем не уступающим Си. Все ограничения языка ST в большинстве случаев обусловлены его реализацией конкретным вендором, нежели самим стандартом.

Последняя особенность, которую нужно упомянуть – цикличность работы ПЛК. То есть, каждое n-е количество миллисекунд, которые мы задаем сами в проекте, ПЛК повторяет написанный алгоритм, опрашивает по модулям расширения и дополнительным модулям подчиненные устройства и выполняет логику, свойственную в тех или иных ситуациях.

Основным местом разработки алгоритмов для ПЛК является среда разработки CODESYS. Программная среда поддерживает сотни ПЛК и библиотек. Так, и ПЛК от Fastwel, и ПЛК от Weintek поддерживают проекты, написанные в CODESYS. Среда разработки также является мощным инструментом тестирования и наладки программ. Также среда позволяет подключаться и наблюдать приходящие значения и исполнение алгоритмов, «на горячую» вносить изменения в переменные и управлять отдельными устройствами через манипуляцию в регистре.

Заключение. Описанные выше технологии, устройства и готовые программные решения позволяют управлять высоковольтными промышленными устройствами, одним из которых и является электроэнергетическая система «ТРАНИТ». Два устройства, связанные друг с другом через ПЛК и общую шину, используют все вышеперечисленные особенности для постоянной бесперебойной работы, управляя напряжением до 800В и током до 700А. И во многом это возможно благодаря специфике ПЛК и правильному использованию поддерживаемых технологий.

Список использованных источников:

1. Промышленный контроллер: для чего нужен, устройство и виды ПЛК/ VEDAMS [Электронный доступ] Режим доступа:– <https://drives.ru/stati/chto-takoe-promyshlennyj-kontroller/>.
2. Лившиц, Ю. Е. Программируемые логические контроллеры для управления технологическими процессами : учебно-методическое пособие и лабораторные работы / Ю. Е. Лившиц, В. И. Лакин, Ю. И. Монич. – Минск : БНТУ, 2014. – Ч. 1. – 206 с.
3. Fastwel I/O/ Сайт Fastwel [Электронный доступ] – Режим доступа: www.fastwel.ru/products/fastwel-plc/fastwel-io/.
4. cMT-CTRL01/ Сайт «Доступная автоматика» [Электронный доступ] Режим доступа:– https://xn----8sbk.xn--p1ai/plc/weintek_module/.
5. EtherCAT / Сайт «EtherCatTechnologyGroup» [Электронный доступ] Режим доступа:<https://www.ethercat.org/en/technology.html>.
6. CAN-шина в промышленных сетях / Сайт «Компоненты и технологии» [Электронный доступ] Режим доступа:– <https://www.ethercat.org/en/technology.html>.
7. Романов, С. Изучаем Structured Text стандарта МЭК61131-3 / С.Романов – Бешкек, с. 16.

UDC 004.382+004.31(076.5)(075.8)

SHIP MANAGEMENT SYSTEM USING PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS

Brichak E. Yu., student

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Skudnyakov Yu.A. – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Annotation. The paper partially presents the developed software and control technologies of a unified electric power system based on programmable logic controllers. The developed software tool makes it possible to minimize risks and emergencies during the operation of high-voltage systems, the clearest demonstration of which are ECOBUS brand vessels - passenger transport vessels.

Keywords. TRANIT system, Ecobase, programmable logic controller, technologies, unified electric power system.