

УДК 621.311

АВТОМАТИЗАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТАБЛИЦ СИГНАЛОВ АСУ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПО ПРИНЦИПИАЛЬНЫМ СХЕМАМ ВТОРИЧНЫХ ЦЕПЕЙ

Горбунов Р. А., директор, филиал фирмы «СетьСтройПроект», г. Чебоксары

E-mail: gorbunov@setsp.ru;

Трофимов А. В., канд. техн. наук, доцент,

E-mail: trofi56@bk.ru;

Поляков А. М., канд. техн. наук, доцент,

E-mail: PoliakovAM@mpei.ru;

Абдухалилов Г. А., аспирант,

E-mail: aga_net@mail.ru

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

111250, Москва, ул. Красноказарменная, д. 14

Аннотация. Рассмотрены вопросы автоматизации формирования таблиц подключения входных и выходных сигналов программно-технического комплекса автоматизированных систем управления технологическими процессами электроустановок в рамках системы автоматизированного проектирования цепей вторичной коммутации. Показаны способы организации связи между элементами принципиальных электрических схем управления электрооборудованием и каналами модулей устройств связи с объектом интеллектуальных электронных устройств защиты и управления присоединений.

Ключевые слова: автоматизированные системы управления технологическими процессами электроустановок, системы автоматизированного проектирования, интеллектуальные электронные устройства, таблицы сигналов.

DESIGN AUTOMATION OF THE ELECTRIC INSTALLATION AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS' SIGNAL TABLES BASED ON CIRCUIT DIAGRAMS OF SECONDARY WIRING

Gorbunov R. A., head of department, «SetStroyProjekt», OOO, Cheboksary;

Trofimov A. V., Ph.D. of technical sciences, associated professor, MPEI;

Poliakov A. M., Ph.D. of technical sciences, associated professor, MPEI;

Abdukhalilov G. A., undergraduate, MPEI

National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow

Lead. Article describes the design automation of the input and output signals connection tables for hardware and software complexes of the electrical installations' automatic process control systems within Computer-Aided Design system of secondary circuits. Connection methods between elements of the schematic diagrams of the electrical equipment control and channels of computer-process interface modules of the protection and connection controls intelligent electronic devices are demonstrated.

Key words: Substation Automation System, Computer Aided Design, intelligent electronic devices, tables of signals.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Повсеместное использование в качестве систем контроля и управления (СКУ) оборудованием электростанций и подстанций автоматизированных систем управления на базе современных микропроцессорных средств (в дальнейшем, в соответствии со стандартом МЭК 61850, будем использовать термин «интеллектуальные электронные устройства» (ИЭУ)) существенно изменило подходы к их проектированию, внедрению и эксплуатации. Если при реализации СКУ на традиционных средствах рабочей документации проектной организации было достаточно для закупки аппаратуры, монтажа и наладки системы, а всю логику, реализованную на реле, можно было «потрогать руками», то при реализации алгоритмов на микропроцессорной технике существенная часть проекта уходит в область информационных технологий. Проекты разделились на проекты нижнего (полевого) уровня, реализуемые проектными, монтажными и наладочными организациями, и верхнего (микропроцессорного) уровня, реализуемые обычно поставщиками программно-технических комплексов (ПТК) или инжиниринговыми организациями. «Пограничным» документом между проектами нижнего и верхнего уровня являются таблицы подключения входных и выходных сигналов ПТК.

Автоматизация проектирования при разработке рабочей документации на системы контроля и управления электростанций и подстанций позволяет существенно повысить производительность труда проектировщиков и улучшить качество проекта. Это связано с тем, что существенная часть документации состоит из принципиальных и монтажных схем. И если разработка принципиальных схем требует напряжения инженерной мысли, то монтажная документация (схемы кабельных соединений, схемы подключения рядов зажимов, монтажные схемы устройств) во многом может быть сформирована автоматически, так как содержит в основном информацию из принципиальных схем (марки цепей и номера контактов аппаратов), представленную в другой форме [1].

Реализация СКУ в виде автоматизированных систем управления на основе интеллектуаль-

ных электронных устройств во многом меняет подходы к проектированию. Принципиальные схемы упрощаются, так как логика работы схемы реализуется контроллером. Значительная часть принципиальной схемы представляет собой схему подключения входных и выходных сигналов ИЭУ. С другой стороны, появились новые документы — таблицы сигналов. Часть сигналов формируется «физически» (от измерительных трансформаторов, блок — контактов выключателей, контактов реле и пр.) Другие сигналы формируются в ИЭУ и передаются только по цифровой сети.

Для поддержания целостности схемотехнической и информационной частей проекта возникает потребность создания, в рамках электротехнической системы автоматизированного проектирования, средств автоматизации формирования баз данных сигналов.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СХЕМОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Основные виды и последовательность разработки документации на цепи вторичной коммутации показаны на рис. 1. Принципиальные электрические схемы, отражающие принципы работы оборудования являются основой для



Рис. 1. Структура рабочей документации схемотехнической части проекта

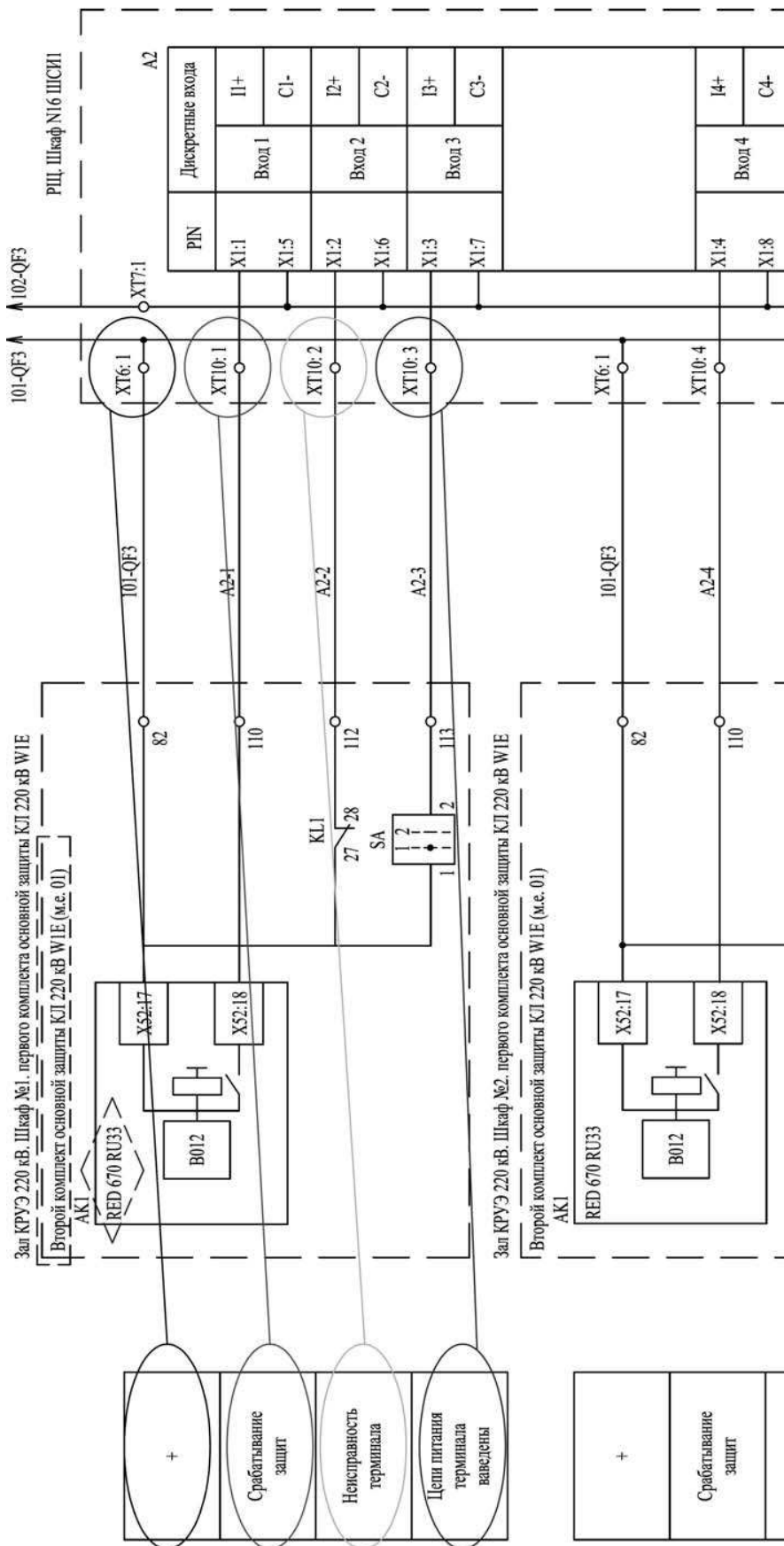


Рис. 2. Фрагмент принципиальной схемы

разработки всех видов документов. По заданию заводу, содержащему принципиальные схемы, общие виды, схемы соединения рядов зажимов для нетиповых низковольтных комплектных устройств, осуществляется изготовление и поставка комплектных устройств. Схемы кабельных связей и кабельные журналы отражают номенклатуру, длины, трассы прокладки и адреса привязки кабелей. Схемы подключения рядов зажимов определяют непосредственное подключение жил кабелей к рядам зажимов устройств.

Проектирование цепей вторичной коммутации электроустановок начинается с разработки принципиальных электрических (полных) схем. В силу сложности электроустановок разработка принципиальных схем на вторичные цепи ведется по функциональным группам. На основе принципиальных схем выполняются практически все дальнейшие проектные процедуры по разработке монтажных схем, так как в них отражаются все необходимые соединения аппаратов, участвующих в проекте. То есть монтажная документация представляет в других формах информацию принципиальной схемы.

Реализация схем осуществляется в виде низковольтных комплектных устройств (НКУ) (типовых или нетиповых), на которых размещаются аппараты схемы, и кабелей, объединяющих соответствующие цепи. Поэтому на следующем этапе проектирования на основе принципиальных схем ведется разработка документации на нетиповые НКУ, формируются схемы кабельных соединений и кабельные журналы. На заключительном этапе на основе схем рядов зажимов НКУ и схем кабельных соединений разрабатываются схемы подключения рядов зажимов.

Многokратное участие информации в разных документах при ручном проектировании приводит к большому объему рутинной работы и является одним из основных источников ошибок. Так как процесс проектирования является итерационным, то внесение изменений в один документ требует переработки большого количества взаимосвязанных документов. Средства автоматизации, которые обеспечили бы однократный ввод данных в документах-

первоисточниках и их автоматическое отображение в зависимых документах, обеспечивают возможность существенного повышения эффективности и качества процесса проектирования. Такой подход реализован, в частности, в рамках системы автоматизированного проектирования цепей вторичной коммутации (САПР ЦВК) [1].

Основой системы автоматизированного проектирования являются:

- библиотека условных графических обозначений элементов схем, графическо-текстовые базы данных электрических аппаратов, проводов, кабелей;
- система управления проектом, которая обеспечивает простую и логичную последовательность этапов проектирования, сокращая время получения выходной документации, а также систематизированное хранение информации, обеспечивая быстрый доступ к документам.

Подготовленная в САПР полная принципиальная схема не просто является набором чертежей, но и содержит информацию о соединениях всех элементов. Это позволяет использовать ее для создания других документов. Если на схеме определенным образом фиксировать информацию о сигналах, то с ней также можно будет работать в рамках базы данных проекта.

ФОРМИРОВАНИЕ ТАБЛИЦ СИГНАЛОВ

Как уже отмечалось, при реализации вторичных цепей на микропроцессорных устройствах значительная часть принципиальной схемы представляет собой схему подключения входных и выходных сигналов ИЭУ. Чтобы цепи управления заработали, необходимо сконфигурировать и запрограммировать ИЭУ присоединения. Для программирования контроллеров обычно используется базовое программное обеспечение от поставщиков ПТК. Исходной информацией для программирования являются таблицы подключения входных и выходных сигналов ИЭУ.

В общем случае для связи проектов верхнего и нижнего уровня о сигналах необходима информация:

- описание сигнала (код, наименование, вид, тип, состояние);

Класс напряжения	Присоединение	Устройство	Краткое наименование	Диспетчерское наименование сигнала (полное наименование)	Тип сигнала	Статус	Сост. при норм. режиме	Класс тревог	Панель, ячейка шкафа	На клеммы "+"	На клеммы "–"
										ХТ8:42	
					AI				16	ХТ8:44	ХТ8:43
					AI				16	ХТ8:46	ХТ8:45
					AI				16	ХТ8:48	ХТ8:47
			23BE40	Дискретные сигналы							
220 кВ	Сколково-Очаково	Шкаф №1. первого комплекта основной защиты КЛ 220 кВ W1E	RED670RU33	Срабатывание защит	BI			III	16	ХТ10:1	ХТ7:1
220 кВ	Сколково-Очаково	Шкаф №1. первого комплекта основной защиты КЛ 220 кВ W1E	RED670RU33	Неисправность терминала	BI			III	16	ХТ10:2	ХТ7:1
220 кВ	Сколково-Очаково	Шкаф №1. первого комплекта основной защиты КЛ 220 кВ W1E	RED670RU33	Цели терминала выведены	BI			III	16	ХТ10:3	ХТ7:1
220 кВ	Сколково-Очаково	Шкаф №2. первого комплекта основной защиты КЛ 220 кВ W1E	RED670RU33	Срабатывание защит	BI			III	16	ХТ10:4	ХТ7:1
220 кВ	Сколково-Очаково	Шкаф №2. первого комплекта основной защиты КЛ 220 кВ W1E	RED670RU33	Неисправность терминала	BI			III	16	ХТ10:5	ХТ7:1
220 кВ	Сколково-Очаково	Шкаф №2. первого комплекта основной защиты КЛ 220 кВ W1E	RED670RU33	Цели терминала выведены	BI			III	16	ХТ10:6	ХТ7:1

Рис. 3. Фрагмент таблицы входных и выходных сигналов

- связь сигнала с первичным оборудованием (распределительное устройство, ячейка, аппарат);
- адрес в ПТК (шкаф, ИЭУ, модуль устройства связи с объектом (УСО), канал, клеммы);
- адрес источника сигнала (шкаф, аппарат);
- данные о кабеле (номер, марки цепей).

Существенная часть этой информации присутствует на принципиальной схеме. На рис. 2 приведен фрагмент принципиальной схемы, на котором выделена связанная с сигналами информация. На рис. 3 приведен фрагмент таблицы входных и выходных сигналов, соответствующий этой принципиальной схеме.

Традиционно названия сигналов присутствуют на принципиальной схеме в виде поясняющих надписей (на рис. 2 — «Срабатывание защиты», «Неисправность терминала», «Цепи питания терминала выведены»). Если такие надписи включать в чертеж не просто в виде текста, а как специализированный блок, связанный с топологией схемы, то информация о сигнале и его связях на схеме может быть автоматически занесена в базу данных проекта для формирования в дальнейшем выходных форм.

Рассмотрим эту взаимосвязь на примере сигнала «Срабатывание защиты», связанного с цепью с маркой А2–1. Схемотехническая часть базы данных проекта содержит информацию о всех контактах аппаратов (позиционные обозначения, номера зажимов, место установки аппарата, к каким цепям подключены), а также проводах и кабелях, которыми они соединяются. Так, для цепи А2–1 известно, что она проложена в кабеле, соединяющем шкаф N1 первого комплекта основной защиты КЛ W1E, установленный в зале КРУЭ–220 кВ, и шкаф N16 ШСИ 1, установленный на распределительном щите (РЩ). Приемником сигнала является модуль УСО устройства А2, установленного в шкафу N16. Тип устройства А2 может быть получен из перечня аппаратов схемы. Подключен сигнал к контакту А2-Х1:1 через зажим ХТ 10:1 шкафа. Источником сигнала является модуль УСО устройства АХ1, установленного в шкафу N1. Подключен сигнал к контакту АХ1-ХS2:18 через зажим 110 первой монтажной единицы шкафа. Очевидно, что вся эта информация, на-

ряду с названием сигнала, может быть использована для автоматического формирования таблицы сигналов (рис. 3).

Для привязки сигналов к каналам модулей УСО в базе данных САПР должна храниться информация о модулях УСО. На основе этих данных в базе данных проекта может быть сформирована структура ПТК с распределением модулей по ИЭУ [2]. Для каждого модуля должны быть заданы количество и типы каналов, на какие зажимы должны подключаться сигналы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При разработке рабочей документации на вторичные цепи электроустановок принципиальные электрические схемы являются одним из основных источников для формирования таблиц входных и выходных сигналов ПТК.

Использование специализированных средств для привязки сигналов ПТК на принципиальных электрических схемах, выполненных в рамках САПР цепей вторичной коммутации электроустановок, позволяет автоматизировать процесс формирования таблиц подключения входных и выходных сигналов с учетом схемотехнических данных. Это позволяет существенно сократить трудозатраты на создание и корректировку соответствующих документов.

Средства автоматизации проектирования и базы данных проекта могут быть полезны не только на этапе проектирования, но и в ходе пусконаладочных работ, а также при эксплуатации автоматизированной системы управления технологическим процессом для оперативного поиска информации по подключению сигналов [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трофимов А. В. Автоматизация проектирования вторичных цепей электрических станций и подстанций // Электрические станции. — 2009. — № 10.
2. Трофимов А. В. Автоматизация проектирования АСУ ТП тепловых электростанций // Теплоэнергетика. — 2009. — № 10. — С. 32–36.
3. Трофимов А. В., Лопатин В. В. Использование проектной базы данных САПР ТАИ при эксплуатации АСУ ТП ТЭЦ // Теплоэнергетика. — 2013. — № 10. — С. 61–64.