

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра дискретной математики  
и информационных технологий

**SCADA (диспетчерское управление и сбор данных) в системе  
распределения электроэнергии**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Магистра 2 курса 271 группы  
направления 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»  
факультета компьютерных наук и информационных технологий  
Джодхари Ахмед Джасим Абд Али

Научный руководитель

к. ф.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

А.Д. Панферов

Заведующий кафедрой

к. ф.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Л.Б. Тяпаев

Саратов 2017

## **ВВЕДЕНИЕ**

Развитие промышленного производства, усложнение технологических процессов, рост мощности и размеров используемого оборудования достаточно давно потребовали предоставить управляющему персоналу специализированные системы для сбора контрольных параметров, их визуализации, приоритизации и первичного анализа, с одной стороны, и дистанционной реализации управляющих воздействий, с другой. Фактически с начала коммерческого использования ЭВМ они стали, в том числе, использоваться для создания автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). В англоязычной традиции для определения систем с таким назначением принято использовать термин SCADA (аббр. от англ. Supervisory Control And Data Acquisition — диспетчерское управление и сбор данных) в его максимально расширенном толковании.

Удаленный сбор данных и управление особенно необходимы на инфраструктурных объектах и системах просто в силу их больших географических размеров. Примером таких систем являются системы подачи и распределения электроэнергии. Системы энергораспределения как минимум охватывают отдельные регионы. Чаше это целые страны или группы стран. Их бесперебойная работа критически важна для экономики, государственного управления и обеспечения безопасности населения. Сама природа электрической энергии требует практически мгновенной реакции на изменения параметров нагрузок, состояния промежуточных узлов сети и объектов генерации. Этим определяется ответственность разработчиков и эксплуатантов, актуальность и важность предметной области.

Современные системы управления распределением электроэнергии строятся с применением цифровых аппаратных датчиков контроля параметров, систем первичного сбора и обработки параметров с использованием быстродействующих специализированных вычислительных блоков и высоконадежных производительных телекоммуникационных линий для

централизации процедур принятия решений и управления. Правильный выбор аппаратных и программных решений, систем передачи данных, процедур визуализации и анализа информации представляет сложную многопараметрическую задачу.

Целью предлагаемой работы является анализ возможностей для построения SCADA систем применительно к распределению электроэнергии в Республике Ирак с учетом сложившейся практики и имеющихся ресурсов.

Представляемым результатом является проект системы управления распределительной подстанцией районного уровня с удаленного централизованного диспетчерского пульта. Представлены спецификации необходимого аппаратного обеспечения, определены требования к линиям связи и разработан интерфейс взаимодействия для оператора системы.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Определение и особенности SCADA.** Термин SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition-диспетчерское управление и сбор данных) используется для определения используемых в промышленности и на транспорте систем, обеспечивающих в непрерывном режиме сбор данных с контролируемых протекающие процессы датчиков, пересылку их в центр управления для обработки, предоставления диспетчерскому персоналу для принятия необходимых решений и реализацию управляющих воздействий. В более узком смысле может использоваться для определения класса прикладного программного обеспечения, используемого для решения задач такого типа.[1]

С простейшими задачами диспетчерского контроля и управления мы сталкиваемся даже дома, манипулируя освещенность помещений или наполняя ванную для купания. С такими задачами мы пока еще чаще справляемся сами, хотя понятие «умный дом» уже существует достаточно давно. Но если число условных лампочек начинает исчисляться тысячами, они оказываются разбросанными по большой территории, в ванны льётся

сразу из нескольких кранов и одновременно вытекает совсем не то, что вливалось, приходится использовать SCADA системы.

Системы SCADA появились задолго до создания и распространения современных цифровых систем передачи данных и исходно были основаны на собственных специализированных решениях и архитектурах. В настоящее время системы SCADA эволюционируют в сторону современных открытых стандартов. Это позволяет применять в них новые возможности современных средств и технологий связи.[2]

Строящиеся на бызе компьютерных технологий системы SCSDA эволюционируют вместе с ними. С этой точки зрения можно говорить о трёх поколениях систем SCADA.

Первые автоматизированные системы управления производственными процессами создавались еще в эпоху одиночных мэйнфрэймов до появления сетей. Такие системы были обособленными и рассчитанными на управление отдельными производствами.[3]

Для обслуживания вынесенных на большие расстояния объектов и групп объектов были разработаны и стали широко использоваться удаленные терминалы RTU. Коммуникации с ними реализовывались по имеющимся телекоммуникационным каналам, а протоколы для обмена данными пришлось разрабатывать самим производителям RTU. Эти протоколы были интеллектуальной собственностью разработчиком и имели мало общего с используемыми в современных общедоступных глобальных сетях. Изначально ориентированные на передачу относительно небольших информационных потоков, они не имели резервов для увеличения скорости работы и средств для параллельной передачи других типов данных. Аппаратные решения тоже не отличались универсальностью.

Требования высокой надежности обеспечивались в системах первого поколения аппаратным резервированием с непрерывным контролем со стороны резервного экземпляра за работой основного экземпляра системы.

Второе поколение систем SCADA обязано своим появлением распространению компактных компьютеров и технологий локальных сетей. Это позволило распределить функции контроля между несколькими относительно небольшими компьютерами. Кроме того это позволило ввести функциональную дифференциацию между ними: выделять отдельные машины или группы машин для сбора информации, обработки данных, хранения данных и обеспечения взаимодействия с персоналом. Использование ЛВС ограничивало размеры таких систем.

Поскольку для SCADA необходимо обеспечивать работу в режиме реального времени, это требование накладывалось и на протоколы ЛВС. Часто разработчикам было удобно создавать для этого специальные протоколы или модифицировать уже существующие. В результате они и сетевое оборудование оказывались не совместимыми с существующими на рынке.

Переход к распределенным системам позволил изменить подход к обеспечению отказоустойчивости. Теперь нет необходимости держать наготове избыточную дублирующую систему. При одновременной работе нескольких сетевых узлов при выходе одного из них из строя оставшиеся могут сразу распределить его функции между собой (при наличии некоторой избыточности но без полного дублирования).

Подключение к системе RTU однако осуществлялось, как и в системах первого поколения, специализированными медленными технологиями и протоколами. Это оставляло пользователя надолго привязанным к выбранному однажды производителю оборудования.

Современные системы SCADA принято относить к третьему поколению. Сохраняя основные элементы систем второго поколения (несколько управляющих узлов с распределением функций и RTU), в системах третьего поколения происходит постепенный отказ от закрытых протоколов производителей оборудования и переход к общепринятым открытым сетевым протоколам. Это относится и к технологиям организации

ЛВС управляющей системы, так и к взаимодействию с удаленными RTU. В последнем случае используются стандартные WAN технологии. [3,4]

Переход к открытым протоколам имел и то последствие, что производить специализированные аппаратные вычислительные системы для SCADA стало не выгодно и их место заняли стандартные компьютеры. Разработчики в основном сосредоточились на прикладном ПО для систем SCADA. Использование WAN для передачи данных в центры управления потребовало начать производство RTU, умеющих работать с такими сетями.

Включение в набор рабочих инструментов стандартных WAN технологий позволяет системам третьего поколения в критически важных случаях обеспечивать передачу функций управления не только между узлами единственного центра управления, но и в режиме сохранения полного контроля над объектом переносить управление в другой, географически удаленный, центр управления.

**Ignition для SCADA.** Ignition - это промышленный сервер приложений. Установленный как серверное программное обеспечение, он может использоваться для создания широкого спектра промышленных приложений с web-интерфейсом. Для описания таких систем обычно используются термины: HMI (human-machine interface - человеко-машинный интерфейс), SCADA и MES (manufacturing execution system - система управления производственными процессами). Ignition обеспечивает необходимую функциональность за счет использования модульной архитектуры.

Функции хранения и обслуживания данных реализуются модулем OPC-UA (OLE for Process Control Unified Architecture - ведущий промышленный стандарт для доступа к данным). Благодаря ему Ignition не только принимает на себя роль сервера хранения и обслуживания данных, собранных его встроенными драйверами, но и может предоставлять данные сторонним клиентам.

Ignition предлагает надежные функции регистрации данных. Модуль SQL Bridge предлагает архивирование истории, триггерные транзакции с

рукопожатиями и многое другое. Кроме того, инновационная функция SQLTags Historian упрощает хранение и использование данных истории процессов.[5]

Функции контроля статуса процессов и управления реализуются на базе системы тегов SQLTags. Это позволяет быстро и просто в режиме Drag&Drop за считанные минуты формировать контрольные экраны как однопользовательских терминалов, так и распределенных многопользовательских систем контроля.

Экраны клиентских приложений разрабатываются с помощью конструктора WYSIWYG, а затем развертываются на любом количестве клиентских компьютеров без проблем с установкой или лицензированием. Клиент всегда обновляется с последней версией проекта, поскольку изменения распространяются автоматически. Клиенты работают как полноценные приложения, не испытывая проблем, характерных для традиционно установленных клиентов.

В Ignition встроена мощная тревожная система. Для каждого тега доступна динамическая конфигурация аварийного сигнала. Мощная система конвейерных уведомлений позволяет точно контролировать логику уведомлений. Сообщения могут использовать электронную почту, SMS или телефонные звонки, чтобы быть уверенным, что они попадут к нужным людям, когда что-то пойдет не так. Встроенный журнал аварийных сообщений хранит историю аварийной системы в базе данных, что позволяет легко отслеживать и анализировать распространенные проблемы в вашем процессе.

**Особенности распределения электроэнергии.** Электрическая энергия вырабатывается зачастую достаточно далеко от мест потребления. Генерирующие мощности стараются разместить в тех местах, где есть гидроэнергетические ресурсы, доступные нефть или уголь. Это снижает себестоимость электроэнергии, но возникает необходимость её передачи на значительные расстояния. Такая передача тем эффективней, чем выше

напряжение в линии передачи. Но для конечных потребителей электроэнергия со столь высоки напряжением не нужна, они просто не смогут её использовать. На самой электрической станции производимая электроэнергия тоже имеет не достаточно высокое напряжени [6].

Проблемы решается за счет двукратного преобразования напряжения. Сначала на электрической станции напряжение повышают до необходимого уровня и в таком виде электроэнергия передаётся по магистральным линиям электропередач на десятки и сотни километров. Затем напряжение понижается до приемлемого потребителям уровня и уже в таком адаптированном виде по коротким местным линиям доставляется конечным пользователям. И повышение, и понижение напряжения обычно выполняются в несколько шагов, поэтапно.

**Система управления распределительной подстанцией.** Результатом работы является программа мониторинга работы двухтрансформаторной распределительной подстанции 33/11кВ. Она обеспечивает контроль, визуализацию данных и управление двумя понижающими трансформаторами 33/11кВ, вспомогательным трансформатором 11/0.430kv (обеспечивающим нужды оборудования самой распределительной подстанции) и остальным оборудованием. Система обеспечивает контроль температуры каждого из трансформаторов, давления масла в их системах охлаждения, значения тока и напряжения на каждой из фазовых шин.

Собранная информация отображается в графической форме с использованием стандартных примитивов Ignition. Информация может отображаться на мониторе хоста центра управления или транслироваться на мобильное устройство оператора.

Главное окно разработанной SCADA системы представлено на Рис. 1. В центре окна отображается температура наружного воздуха. В условиях жаркого пустынного климата это очень важный параметр, так как системы трансформаторов используют его для охлаждения и в жаркую погоду охлаждение становится не эффективным. Также для каждого трансформатора



показывается температура и давление масла в системе охлаждения. При выходе этих параметров за допустимые пределы мы имеем возможность выключить каждый из трансформаторов по отдельности. Можно настраивать автоматический режим выключения или ручной (оператором):

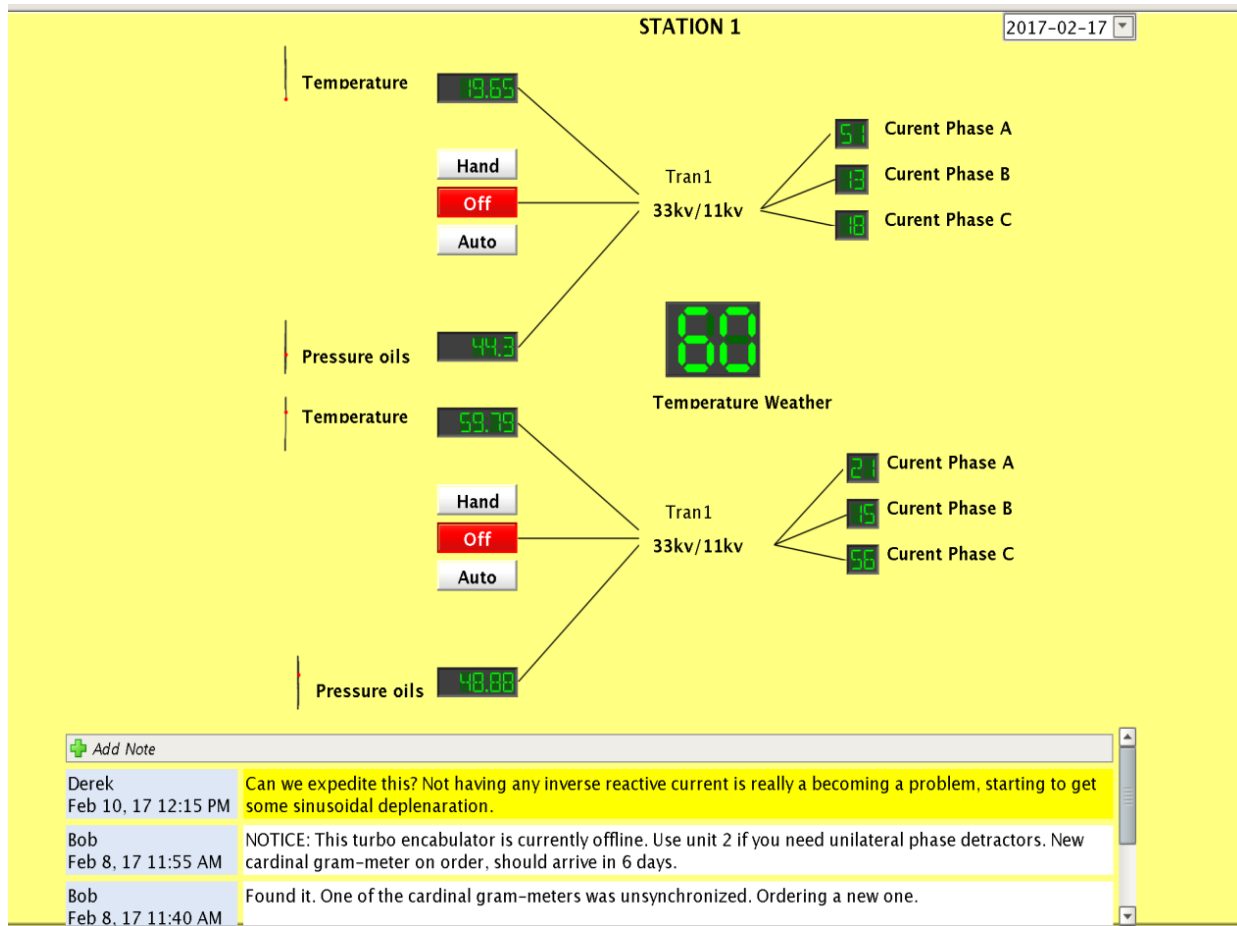


Рис. 1. Основное окно системы для управления распределительной станции

Также на главном окне отображается текущее значение тока по каждой из низковольтных фаз, что позволяет контролировать активность потребителей. В качестве дополнительной информации выведена текущая дата. Внизу доступен журнал для дежурных операторов, в котором они могут оставлять сообщения своим сменщикам об особенностях работы оборудования и прочих событиях.

Система имеет ряд вспомогательных экранов. Они предназначены в основном для просмотра истории изменения тех или иных параметров. Так, на Рис. 2 представлено окно просмотра данных о давлении в системах охлаждения трансформаторов. Данные отображаются для обоих

трансформаторов. Они отображаются за определеннфй интервал времени в текстовой (табличной) форме и в виде графиков. Данные с MPU поступают каждые 20 с и окно будет обновляться с каждым поступлением новых значений.

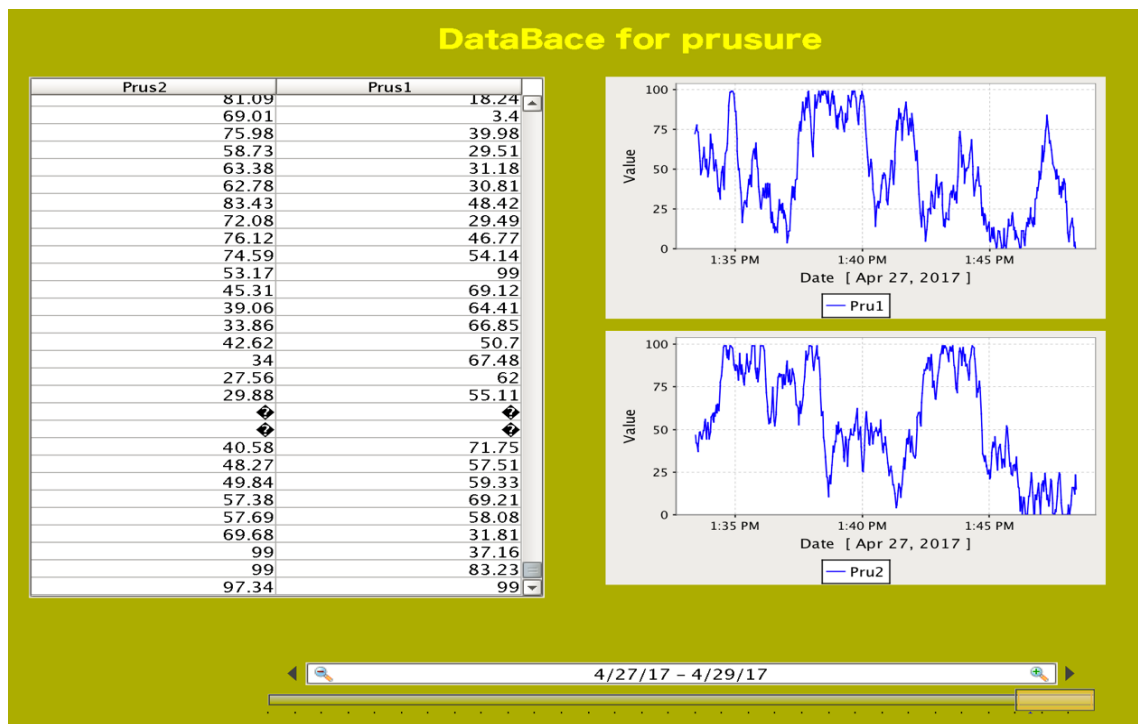


Рис. 2. Данные по истории давления масла

На Рис. 3 аналогичное окно о данных по температуре.

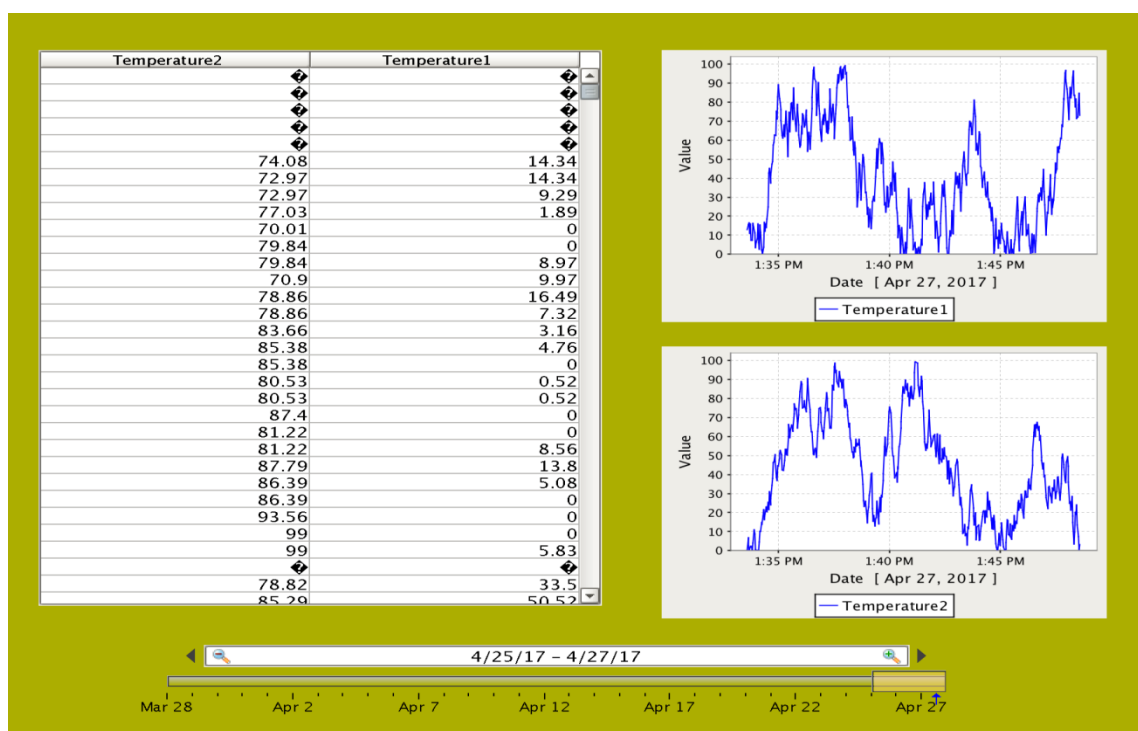


Рис. 3. Температурные данные и график

Диспетчеру может быть удобно проанализировать взаимосвязь изменения ключевых параметров. На Рис. 4 одновременно представлены в графической форме показатели температуры и давления. Пользователь может выбирать масштаб просмотра.

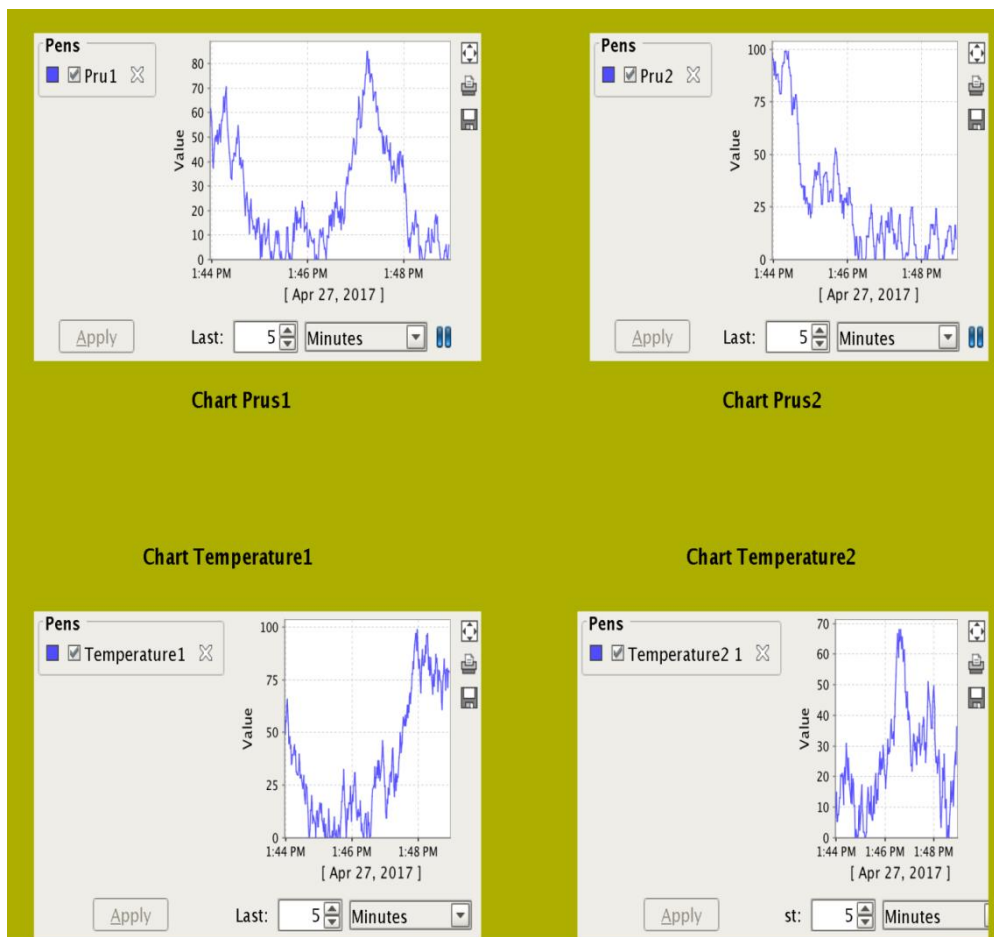


Рис. 4.Графики изменения давления и температуры на одном экране

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе проведен анализ возможностей для построения SCADA систем применительно к распределению электроэнергии в Республике Ирак, представлены требования к таким системам, состав необходимого оборудования и ПО.

Дано общее определение SCADA систем, особенностей их архитектур и используемых протоколов. Особое внимание уделено физическим характеристикам оборудования и систем, работающим в жестких климатических условиях.

В качестве среды реализации системы выбрано ПО Ignition. Выбор обусловлен сложившейся практикой. Показаны возможности этой среды, основные принципы её использования. Требования по настройкам взаимодействия с первичными системами сбора данных.

Кратко рассмотрены особенности предмета автоматизации, состав основного оборудования распределительных подстанций энергосистемы и параметры, которые необходимо контролировать.

Представляемым результатом является проект системы управления распределительной подстанцией районного уровня с удаленного централизованного диспетчерского пульта. Показаны настройки основных экранов системы, контролируемые параметры и способ их отображения.

Система разработана с соблюдением стандартов оператора энергосетей РИ и готова к эксплуатации в реальных условиях.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1 Scada . ru - Публикации - SCADA - системы: взгляд изнутри  
// URL: <http://www.scada.ru/publication/book/preface.html>
- 2 LS производственная система компании RTU
- 3 Кузнецов А. Genesis for Windows - графическая scada-система для разработки АСУ ТП. // Современные технологии автоматизации.- 1997.- №3.
- 4 ПРОМСАТ - SCADA-система Citect // URL:  
<http://www.promsat.com/page/11/>
- 5 [www.ignition.com](http://www.ignition.com) ignition Дизайн окон и конфигурация системы и получить результаты
- 6 Обзор SCADA-систем //URL:[http://savetech.ru/index.php?optin=com\\_content&view=article&id=17&Itemid=22](http://savetech.ru/index.php?optin=com_content&view=article&id=17&Itemid=22)