



С.К. Ободинская

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ



2007

Содержание

Введение	4
Раздел 1. Автоматизация электрооборудования предприятий	
1.1 Объекты автоматизации в производственных процессах	4
1.2 Виды обеспечения АСУ ТП	4
1.3 Устройства локальной автоматики	6
1.4 Промышленные контроллеры	8
1.5 Пример автоматизированной системы управления	11
Раздел 2. Автоматизация электроэнергетических объектов	
2.1 Управление энергетическими режимами в энергосистеме	15
2.2 Объекты автоматизации в энергосистеме	20
2.3 Системы и источники оперативного тока	20
2.4 Автоматическое повторное включение (АПВ)	23
2.5 Автоматический ввод резерва (АВР)	25
2.6 Автоматическая частотная розгрузка	27
2.7 Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики	31
2.8 Средства телемеханики в электрических сетях	40
2.9 Каналы связи для передачи телемеханической информации	42
2.10 АСДУ электроэнергетических объектов	44
2.11 Автоматизация учета электрической энергии (АСКУЭ)	44
2.12 Автоматическое регулирование напряжения	46
2.13 Автоматизация систем компенсации реактивной мощности	50
Раздел 3. Автоматизация административных и гражданских зданий	
3.1 Системы автоматизации административных и гражданских зданий	51
3.2 Автоматизация управления освещением	52
3.3 Автоматизация систем кондиционирования воздуха	57
3.4 Устройство пожарной сигнализации	77
3.5 Автоматизация системы водоснабжения	86
3.6 Устройство АВР в системах электроснабжения зданий	87
3.7 Пример решения АСДУ интеллектуального здания	90
3.8 Автоматическое регулирование режима электронагревательных устройств	98
3.9 Наладка электрических схем автоматизации	99
ЛИТЕРАТУРА	103

Введение

Программой предмета "Автоматизация электрооборудования и систем электро-снабжения" предусматривается изучение устройства, принципа действия, параметров и характеристик автоматических систем регулирования и элементов автоматики, применяемых в системах управления производственными процессами.

В результате изучения предмета необходимо знать:

- важнейшие направления развития и применения автоматики в производственных процессах и системах электроснабжения;

- устройство, принцип действия, схемное обозначение, характеристики, область применения элементов автоматики и автоматических систем управления;

- принципы построения типовых узлов, применяемых в автоматике;

Собирать схемы и уметь ими пользоваться:

- собирать схемы и выполнять эксперименты по исследованию элементов автоматики;

- обрабатывать результаты и анализировать их;

- пользоваться технической и справочной литературой.

Изучение предмета основывается на знаниях, полученных по общеобразовательным предметам, а также по предметам "Теоретические основы электротехники", "Электротехнические материалы", "Электрические измерения", «Основы микропроцессорной техники», «Электроснабжение».

В свою очередь данный предмет является базой для изучения профилирующих предметов и выполнения проектов по автоматизации.

Автоматизация электрооборудования относится к числу наиболее важных курсов для подготовки современных специалистов электротехнических специальностей

- электриков, электромехаников, электроэнергетиков и др.

Термин «автоматическое управление» означает процесс управления техническим объектом без вмешательства человека. При этом объект управления должен быть способен воспринимать управляющие воздействия – сигналы, содержащие информацию о том, что должно с ним произойти.

Если управление осуществляется техническими средствами без участия человека – это автоматическое управление.

Системы автоматического управления (САУ) предназначены для управления техническими процессами без непосредственного вмешательства или участия человека.

В составе САУ различают собственно объект управления и управляющие устройства.

Объект и управляющее устройство связаны через исполнительные механизмы, по которым на объект передаются управляющие воздействия, и измерительную аппаратуру, от которой управляющие устройства получают сигналы о состоянии объекта. С точки зрения направленности информационных потоков возможны два основных принципа построения САУ: с разомкнутой и с замкнутой цепью воздействий.

Автоматика – отрасль науки и техники, исследующая и применяющая: теорию автоматического управления, принципы построения автоматических систем и технические средства, образующие эти автоматические системы.

Автоматическая система управления АСУ – это совокупность управляющего объекта (нескольких объектов) УО и автоматического управляющего устройства АУУ, взаимодействующих между собой.

Все АСУ можно разделить на две группы:

1. Разомкнутые АСУ. В этом случае входными воздействиями для управляющего устройства являются только внешние воздействия.

2. Замкнутые АСУ. В этом случае входными воздействиями для управляющего устройства являются как внешние, так и внутренние воздействия.

Автоматической системой регулирования АСР называется автоматическая

система управления АСУ с замкнутой цепью воздействия.

АСР состоит из управляемого объекта и автоматического управляющего устройства (регулятора).

Различают частичную и комплексную автоматизацию производства.

Частичная автоматизация – охватывает отдельные участки производства.

Комплексная автоматизация охватывает все процессы и все операции в законченном технологическом процессе.

Основные законы регулирования.

Закон регулирования – это зависимость перемещения регулирующего органа от регулируемого параметра.

Основными законами регулирования, по которым строятся автоматические системы регулирования, являются :

1. пропорциональный
2. интегральный
3. пропорционально-интегральный
4. пропорционально-интегрально- дифференциальный закон.

Раздел 1 Автоматизация электрооборудования предприятий

1.1 Объекты автоматизации в производственных процессах

Объектом автоматизации является процесс. Некий процесс, имеющий входные параметры, на которые подаются управляющие воздействия, и выходные параметры, данные которых считываются.

Самое простое автоматическое устройство - сливной бачок. Процесс: поддержание одинакового уровня воды в бачке. Вход: поток объема воды. Регулируемый параметр: площадь сечения заглушки. Выход: уровень воды в бачке.

В данном случае регулятор простейший, Если уровень воды в бачке равен заданному, заглушка закрыта. Однако сам переходный процесс будет инерционным до некоторой степени точности первого порядка, поскольку поплавков, поднимающийся с уровнем постепенно закрывает заглушку, уменьшая поток.

Если более точно, то процесс будет инерционным второго порядка т.е. колебательным, т.к. при поднятии поплавка он слегка колеблется вверх-вниз, прежде чем занять свое постоянное положение. Поэтому, точнее можно описать бачок уравнением звена второго порядка. Однако регулятора достаточно простого, т.к. величина допустимой погрешности велика.

1.2 Виды обеспечения АСУ ТП

Создание и внедрение таких сложных систем, какими являются АСУТП, связано с реализацией (материализацией) в тесной взаимосвязи различных видов обеспечения, которые, в свою очередь, отражают различные аспекты функционирования систем.

Выделяется ряд основных видов обеспечения, определяемых ниже.

Техническое обеспечение- комплекс технических средств (КТС), применяемых для функционирования автоматизированной системы управления.

Согласно определению стандарта под КТС АСУТП понимают все аппаратные средства от ЭВМ до датчиков (измерительных преобразователей) и исполнительных органов.

Математическим обеспечением считают совокупность математических методов, моделей и алгоритмов обработки информации, использованную при создании автоматизированной системы управления.

Программное обеспечение представляет собой комплекс программ, реализующих алгоритмы обработки информации. Его разделяют на общее (ОПО) и специальное (СПО).

ОПО - совокупность программ, рассчитанных на широкий круг пользователей и предназначенных для организации вычислительного процесса и (или) решений часто встречающихся задач обработки информации, СПО - разрабатываемых при создании конкретной АСУТП для реализации ее функций.

Под информационным обеспечением подразумевают совокупность реализованных решений по объемам, размещению и формам организации информации, циркулирующей в автоматизированной системе управления при ее функционировании.

Лингвистическое обеспечение определяется как совокупность языковых средств для формализации естественного языка, построения и сочетания информационных единиц при общении персонала автоматизированной системы управления со средствами вычислительной техники при функционировании АСУ.

Организационное обеспечение - совокупность документов, регламентирующих деятельность персонала автоматизированной системы управления в условиях ее функционирования.

Аппаратные средства (техническое обеспечение)

Представляется возможным разделить аппаратные средства современных АСУТП на две большие группы:

- 1) управляющие вычислительные комплексы (УВК);
- 2) датчики и исполнительные органы.

Наиболее широко применяемые на практике УВК выпускаются специализированными предприятиями в виде законченных конструктивов, которые при создании АСУТП требуют выделения определенной производственной площади или отдельного помещения. В отличие от средств УВК датчики и исполнительные органы чаще всего являются конструктивными элементами технологического оборудования, связанными с УВК с помощью линий (физической среды) передачи в виде двух или более проводов или волоконно-оптических кабелей.

Следует отметить, что в связи с развитием микропроцессорной вычислительной техники на нижнем иерархическом уровне все чаще применяются микроУВК или микроконтроллеры, которые также могут встраиваться в технологическое оборудование, для чего они имеют соответствующее конструктивное исполнение, например в виде одноплатного электронного модуля. Деление на микроУВК и микроконтроллеры достаточно условно. Под последними чаще всего понимают специализированные на выполнение в автоматическом режиме определенных функций микроУВК. Назначение микроконтроллеров, как правило, не требует использования устройств связи с оперативным персоналом. В общем случае в состав УВК входят: ЭВМ (одна или несколько), комплектуемые необходимым набором стандартных внешних устройств, различные типы устройств связи с объектом (УСО), точнее, устройств связи с датчиками и исполнительными органами, и устройства связи с оперативным персоналом (УСОП).

УСО и УСОП часто объединяют, называя их *устройствами ввода-вывода информации* (УВВИ).

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, подсистемы связи с датчиками и приемниками (исполнительными органами) информации в АСУТП составляют большую часть аппаратуры нижнего уровня УВК и во многих случаях превышают по объему и стоимости электронное оборудование для обработки информации (микроЭВМ).

Разнообразие технологических процессов и технологического оборудования обусловило наличие обширной номенклатуры датчиков и исполнительных органов, что повлекло за собой разработку относительно широкой номенклатуры устройств, обеспечивающих автоматический обмен информацией с микроЭВМ.

Поскольку количество датчиков и исполнительных органов для сложного ТОУ может исчисляться сотнями и даже тысячами, а номенклатура - десятками, то возникает задача агрегатирования УСО в виде электронных модулей, при этом стремятся наиболее экономичным способом удовлетворить системные требования. Нахождению для

конкретной АСУТП близкой к оптимальной (по критерию экономичности) конфигурации подсистемы сопряжения с датчиками и исполнительными органами в известной степени противоречит стремление к сокращению числа вариантов разрабатываемых подсистем путем их типизации и стандартизации, что, как правило, увеличивает среднюю избыточность аппаратуры для каждой АСУТП.

1.3 Устройства локальной автоматики

Понятие автоматизация производства часто, и причём небезосновательно, ассоциируется с масштабными компьютеризированными системами управления технологическими и производственными процессами. Существует большое число задач автоматизации гораздо меньшего масштаба, которые, тем не менее, от этого не теряют своей актуальности. Исключение из управления технологическим процессом человеческого фактора, получение оперативной и достоверной информации о его параметрах, управление небольшими производственными установками -- вот далеко не полный перечень задач, которые могут быть решены с помощью простых и недорогих приборов и устройств. Рассмотрим сравнительно простую и вместе с тем достаточно типичную схему смесительной установки, приведенную на рис. 1

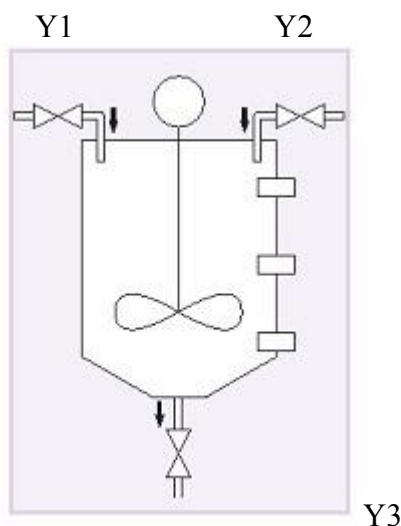


Рис.1. Смесительная установка

Алгоритм работы установки очень прост. После её запуска в работу открывается клапан Y1, и ёмкость начинает заполняться компонентом 1. При достижении уровня 2 срабатывает датчик SL2, закрывается клапан Y1 и открывается клапан Y2. В ёмкость начинает поступать компонент 2. После заполнения ёмкости до уровня 1 по сигналу от датчика SL1 закрывается клапан Y2 и включается привод мешалки M. Через 15 минут он выключается, смесь готова. Для её выгрузки открывается клапан Y3. Окончание процесса фиксируется датчиком SL3 (уровень 3). После закрытия клапана Y3 установка готова к новому циклу приготовления смеси. Услужим немного задачу и добавим условие возможности приготовления на этой же установке смеси по другой рецептуре. Это означает, что в ёмкость должно загружаться иное число компонентов с индивидуальными для каждого из них дозой и порядком загрузки, а также изменено время работы мешалки. Наверное, нет необходимости говорить о том, что такое условие уже не может быть реализовано с помощью релейной схемы на дискретных элементах без полной её переделки, такая задача вполне по плечу микроконтроллеру, в котором алгоритм управления реализуется программно, а аппаратных средств имеется ровно столько, сколько необходимо для решения подобных по сложности задач. И чтобы это

утверждение не выглядело голословным, познакомимся с данным классом устройств поближе на примере логического модуля LOGO! фирмы Siemens.



Рис.2 Микроконтроллеры семейства LOGO!

Логический модуль LOGO! изначально задумывался как промежуточное звено между традиционными релейными элементами автоматики (контакты, реле времени и т.п.) и программируемыми контроллерами. В нём вместо соединения проводов должно было использоваться логическое соединение функций, обычно реализуемых аппаратно с помощью отдельных устройств. Но в отличие от программируемых контроллеров сложность устройств должна была позволять работать с ними персоналу без специальных знаний в области программирования. С этой же целью ввод программы в LOGO! предполагалось осуществлять непосредственно со встроенным индикатором и клавиатуры. Для подключения к источникам сигналов и исполнительным устройствам модули LOGO! первых поколений имели 6 или 12 дискретных входов и 4 или 8 дискретных выходов. Затем к дискретным входам добавилось два аналоговых. И, наконец, в 2001 году фирма Siemens выпустила модульный LOGO!, в котором увеличение числа обслуживаемых входов и выходов обеспечивается с помощью дополнительных модулей расширения. В модульном варианте микроконтроллер LOGO! можно реализовать максимум с 24 дискретными и 8 аналоговыми входами, а также 16 дискретными выходами. Напряжение питания входных цепей в LOGO! соответствует напряжению питания модуля, которое может быть 12/24 В постоянного тока, 24 и 230 В переменного тока. Выходы могут быть транзисторными или релейными. Нагрузочная способность последних (до 10А) обеспечивает непосредственное подключение достаточно мощных исполнительных устройств. Существуют и логические модули без дисплея и клавиатуры, благодаря чему они почти на 20 процентов дешевле. Главной особенностью микроконтроллеров LOGO! все же является то, что схема релейной автоматики собирается из программно реализованных функциональных блоков. В распоряжении пользователя имеется восемь логических функций типа И, ИЛИ и т.п., большое число типов реле, в том числе реле с задержкой включения и выключения, импульсное реле, реле с самоблокировкой, а также такие функции, как выключатель с часовым механизмом, тактовый генератор, календарь, часы реального времени с возможностью автоматического перехода на летнее/зимнее время и др.

1.4 Промышленные контроллеры

В настоящее время автоматизация любых производственных процессов выполняется на базе универсальных микропроцессорных контроллерных средств, которые получили название программно-технических комплексов (ПТК). На вход ПТК от датчиков поступают измеренные значения величин, характеризующих производственный процесс. Комплексы реализуют заданные функции контроля, учета, регулирования, последовательного логического управления и выдают результаты на экран дисплея рабочей станции оператора и управляющие воздействия на исполнительные механизмы объекта автоматизации. Все ПТК можно разбить на классы, каждый из которых рассчитан на определенный набор выполняемых функций и соответствующий объем получаемой и обрабатываемой информации об объекте.

Для каждой группы контроллерных средств описывается рациональная область применения.

Как выбирать контроллерные средства

Контроллер на базе персонального компьютера

Так как в последнее время появились многочисленные модификации персональных компьютеров в промышленном исполнении и повысилась надежность их работы, РС стали активно применяться для автоматизации производственных объектов. К важным достоинствам РС следует отнести открытую архитектуру, легкость подключения любых блоков ввода/вывода, выпускаемых третьими фирмами, возможности по использованию широкой номенклатуры наработанного программного обеспечения (операционных систем реального времени, баз данных, пакетов прикладных программ контроля и управления). Контроллеры на базе РС (PC based control), как правило, управляют сравнительно небольшими замкнутыми объектами. Общее число входов/выходов контроллера на базе РС обычно не превосходит нескольких десятков соединений, а набор функций предусматривает либо сложную обработку измерительной информации с расчетом нескольких управляющих команд, либо вычисления по специализированным формулам, аргументами которых выступают измеряемые величины.

В общих терминах можно указать следующие условия, очерчивающие область применения контроллеров на базе РС в промышленности:

- выполняется большой объем вычислений за достаточно малый интервал времени при небольшом количестве входов и выходов объекта (необходима большая вычислительная мощность);
- средства автоматизации работают в окружающей среде, не отличающейся от условий работы офисных персональных компьютеров;
- операторам практически не требуется мощная аппаратная поддержка работы в критических условиях, которая обеспечивается обычными контроллерами.

К функциям такой поддержки относятся: глубокая диагностика работы вычислительных устройств, меры автоматического резервирования, в т. ч. Устранение неисправностей без останова устройства (использование жесткого малого времени цикла контроллера), модификация программных компонентов во время работы системы автоматизации и т. д. Контроллер выполняет нестандартные функции, которые целесообразно программировать не на специальном технологическом языке, а на обычном языке программирования высокого уровня, типа C++, Pascal.

Локальный контроллер (PLC)

В настоящее время в промышленности используется несколько типов локальных контроллеров.

1. Встроенный, являющийся неотъемлемой частью агрегата, машины, прибора. Такой контроллер может управлять станком с ЧПУ, современным интеллектуальным аналитическим прибором, автомашинистом и др. оборудованием. Выпускается на раме без специального кожуха, поскольку монтируется в общий

корпус оборудования.

2. Автономный модуль, реализующий функции контроля и управления небольшим изолированным технологическим узлом, как, например, районные котельные, электрические подстанции, резервуарные парки. Автономные контроллеры помещаются в защитные корпуса, рассчитанные на разные условия окружающей среды. Почти всегда эти контроллеры имеют порты для соединения в режиме "точка-точка" с другой аппаратурой и интерфейсы, связывающие отдельные устройства через сеть с другими средствами автоматизации. В контроллер встраивается или подключается к нему специальная панель интерфейса с оператором, состоящая из алфавитно-цифрового дисплея и набора функциональных клавиш.

В этом классе следует выделить специальный тип локальных контроллеров, предназначенных для систем противоаварийной защиты.

Устройства отличаются особенно высокой надежностью, живучестью и быстродействием.

В них предусматриваются различные варианты полной текущей диагностики неисправностей с глубиной до отдельной платы; защитные коды, предохраняющие информацию от искажений во время передачи и хранения; резервирование как отдельных компонентов, так и всего устройства в целом. В частности, к наиболее распространенным способам резервирования контроллеров этого типа относятся:

- горячий резерв отдельных компонентов и/или контроллера в целом (при непрохождении теста в рабочем контроллере управление переходит ко второму контроллеру);
- троирование основных компонентов и/или контроллера в целом с голосованием по результатам обработки сигналов всеми контроллерами, составляющими группу (за выходной сигнал принимается тот, который выдали большинство контроллеров группы, а контроллер, рассчитавший иной результат, объявляется неисправным);
- работа по принципу "пара и резерв". Параллельно работает пара контроллеров с голосованием результатов, и аналогичная пара находится в горячем резерве. При выявлении разности результатов работы первой пары управление переходит ко второй паре; первая пара тестируется, и либо определяется наличие случайного сбоя и управление возвращается к первой паре, либо диагностируется неисправность и управление остается у второй пары.

Контроллеры, предназначенные для цепей противоаварийной защиты, должны иметь специальный сертификат, подтверждающий их высокую надежность и живучесть.

Контроллеры данного класса чаще всего имеют десятки входов/выходов от датчиков и исполнительных механизмов, небольшую или среднюю вычислительную мощность.

3. Сетевой комплекс контроллеров (PLC, Network).

Сетевые ПТК наиболее широко применяются для управления производственными процессами во всех отраслях промышленности. Минимальный состав данного класса ПТК подразумевает наличие следующих компонентов:

- набор контроллеров;
- несколько дисплейных рабочих станций операторов;
- системную (промышленную) сеть, соединяющую контроллеры между собой и контроллеры с рабочими станциями.

Контроллеры каждого сетевого комплекса, как правило, имеют ряд модификаций, отличающихся друг от друга быстродействием, объемом памяти, возможностями по резервированию, способностью работать в разных условиях окружающей среды, числом каналов входа/выхода. Так что можно подобрать контроллер для каждого узла автоматизируемого агрегата с учетом особенностей и выполняемых функций последнего и использовать один и тот же комплекс для управления разными производственными объектами.

Системная сеть может иметь различную структуру: шину, кольцо, звезду; она часто подразделяется на сегменты, связанные между собой повторителями и маршрутизаторами. Информация, передаваемая по сети, достаточно специфична и может

представлять собой как периодические, так и случайные во времени короткие сообщения. К передаче сообщений предъявляются жесткие требования: они гарантированно должны доставляться адресату, а для сообщений высшего приоритета, например, предупреждающих об авариях, также следует обеспечить указанный срок передачи сообщений.

Следует выделить телемеханический тип сетевого комплекса контроллеров, предназначенный для автоматизации объектов, распределенных по большой области пространства.

Системная сеть с характерной структурой и особые физические каналы связи (радиоканалы, выделенные телефонные линии, оптоволоконные кабели) позволяют интегрировать узлы объекта, отстоящие друг от друга на многие десятки километров, в единую систему автоматизации.

Рассматриваемый класс сетевых комплексов контроллеров имеет верхние ограничения как по сложности выполняемых функций, так и по объему автоматизируемого объекта. Обычно телемеханические комплексы решают типовые задачи измерения, контроля, учета, регулирования и блокировки, используя до нескольких десятков тысяч измеряемых и контролируемых величин.

Чаще всего сетевые комплексы применяются на уровне цехов машиностроительных заводов, агрегатов нефтеперерабатывающих, нефтехимических и химических производств (правда, не самых мощных), а также цехов предприятий пищевой промышленности. Телемеханические сетевые комплексы контроллеров используются для управления газо- и нефтепроводами, электрическими сетями, транспортными системами.

4. *Распределенные маломасштабные системы управления* (DCS, Smoller Scale).

Маломасштабные распределенные контроллерные средства в среднем превосходят большинство сетевых комплексов контроллеров по мощности и гибкости структуры, а следовательно, по объему и сложности выполняемых функций. В целом, этот класс еще имеет ряд ограничений по объему автоматизируемого производства и набору реализуемых функций. Однако данная категория средств отличается от предшествующего класса тем, что имеет развитую многоуровневую сетевую структуру.

Так нижний уровень может выполнять связь контроллеров и рабочей станции компактно расположенного технологического узла, а верхний уровень поддерживать взаимодействие нескольких узлов друг с другом и с рабочей станцией диспетчера всего втоматизируемого участка производства. На верхнем уровне (уровне рабочих станций операторов) эти комплексы, по большей части, имеют достаточно развитую информационную сеть. В некоторых случаях расширение сетевой структуры идет в направлении применения стандартных цифровых полевых сетей, соединяющих отдельные контроллеры с удаленными от них блоками ввода/вывода и интеллектуальными приборами.

Подобная простая и дешевая сеть соединяет по одной витой паре проводов контроллер с множеством интеллектуальных полевых приборов, что резко сокращает длину кабельных сетей на предприятии и уменьшает влияние возможных помех, поскольку исключается передача низковольтной аналоговой информации на значительные расстояния.

Мощность контроллеров, применяемых в этом классе средств, позволяет в дополнение к типовым функциям контроля и управления реализовывать более сложные и объемные алгоритмы управления (например, самонастройку алгоритмов регулирования, адаптивное управление).

Маломасштабные распределенные системы управления используются для автоматизации отдельных средних и крупных агрегатов предприятий непрерывных отраслей промышленности, а также цехов и участков дискретных производств и цехов заводов черной и цветной металлургии.

5. *Полномасштабные распределенные системы управления* (DCS, Full Scale).

Это наиболее мощный по возможностям и охвату производства класс контроллерных средств, практически не имеющий границ ни по выполняемым на производстве функциям, ни по объему автоматизируемого производственного объекта. Нередки примеры использования одной такой системы для автоматизации производственной деятельности целого крупномасштабного предприятия.

Описываемая группа контроллерных средств отличается:

- развитой многоуровневой структурой, предусматривающей выделение трех уровней: информационного, системного и полевого, причем для организации отдельных уровней могут использоваться разные варианты построения сетей;
- клиент-серверным режимом работы;
- выходом на корпоративную сеть предприятия, систему управления бизнес-процессами, глобальную сеть Интернет, а также на уровень интеллектуальных приборов;
- широким модельным рядом применяемых контроллеров, различающихся по числу входов/выходов, быстродействию, объему памяти разного типа, возможностям по резервированию, наличию встроенных и удаленных интеллектуальных блоков ввода/вывода на все виды аналоговых и дискретных сигналов;
- широким диапазоном рабочих станций;
- мощным современным программным обеспечением, в состав которого входят:
 - а) интерфейсы операторов с системой управления, предусматривающие различные варианты построения на разных уровнях управления;
 - б) набор технологических языков с объемными библиотеками типовых программных модулей для решения задач контроля, логического управления и регулирования;
 - в) универсальные прикладные пакеты программ, реализующие типовые функции управления отдельными агрегатами, диспетчерское управление участками производства, технический учет и планирование производства в целом,
 - г) системы автоматизированного проектирования и конструкторского документооборота для разработки системы автоматизации.

Полномасштабные распределенные системы управления устанавливаются на электростанциях, крупных агрегатах типа "котел-турбина", нефтеперерабатывающих заводах для управления крекинг-процессами, охватывают все производство на химических и нефтехимических заводах и т. д.

1.5 Пример автоматизированной системы управления

В настоящее время для решения простейших задач автоматизации в области бытовой техники, машино- и приборостроении еще очень часто используются "традиционные" реле и контакторы. Для того чтобы заполнить брешь, зияющую в спектре средств создания автоматизированных систем управления между "традиционной" техникой и программируемыми контроллерами, разработан новый класс устройств - класс так называемых логических модулей. Логический модуль объединяет в себе большое количество самых разнообразных функций, таких, например, как функции вспомогательных контакторов, реле времени, выключателей с часовым механизмом, реле с самоблокировкой, импульсных реле или счетчиков. Компактные модули "LOGO!" просты в эксплуатации и обслуживании и рентабельны даже в том случае, если вы используете небольшое их количество. Для размещения в электрошкафу им необходимы всего 72 мм длины профильной планки, или, иными словами, 4 стандартных "посадочных" места. Модули "LOGO!" монтируются путем крепления на 35-миллиметровую профильную планку, соответствующую стандартам DIN. В логический модуль встроены 6 цифровых входов и 4 цифровых выхода, элементы индикации и обслуживания, блок питания на 24 В постоянного тока или 115В (230 В) переменного тока, а также 14 самых распространенных на практике логических функций. Эти 14 функций подразделяются на 6 базовых функций (AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR) и 8 специальных функций (задержка

включения и выключения, импульсное реле, выключатель с часовым механизмом, реле с самоблокировкой, тактовый генератор, задержка включения с памятью, а также прямой и реверсивный счетчики).



Рис. 3 Схема подключения модуля LOGO!

"LOGO!" объединяет эти разнообразные функции в одном устройстве. Это позволяет сократить до минимума затраты на электрический монтаж, необходимый при использовании "традиционной" техники. Вместо того, чтобы соединять друг с другом отдельные устройства (например, такие, как вспомогательные контакторы, реле или счетчики) множеством проводов, нужные Вам логические функции, а также взаимосвязи между ними просто программируются в одном единственном логическом модуле! В логический модуль может быть, например, помещена программа, содержащая следующие элементы: две задержки включения, две задержки выключения, один выключатель с часовым механизмом, один тактовый генератор, один счетчик, а также 10 базовых функций. Обслуживание этой техники не требует специальных знаний или дополнительного обучения. Встроенные в логические модули функции выбираются и объединяются в программу управления путем простого нажатия соответствующих клавиш. Создаваемые таким образом схемы управления можно в любой момент быстро и легко изменить. Для этого не нужны ни специальные инструменты, ни дополнительные затраты на электрический монтаж!

Если некоторая программа управления используется многократно, она может быть скопирована на специальный съемный модуль памяти, и таким образом перенесена в другой логический модуль.

Пример реализации коммутационной схемы на LOGO!

Конечно, вы знаете, что собой представляет коммутационная схема. Тем не менее, вот пример:

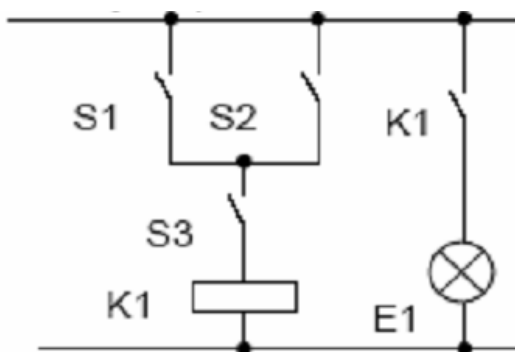


Рис. 4. Коммутационная схема управления

Реализация схемы показанной на рис. 4 с помощью LOGO!

В LOGO! схема создается соединением друг с другом блоков и соединительных элементов:

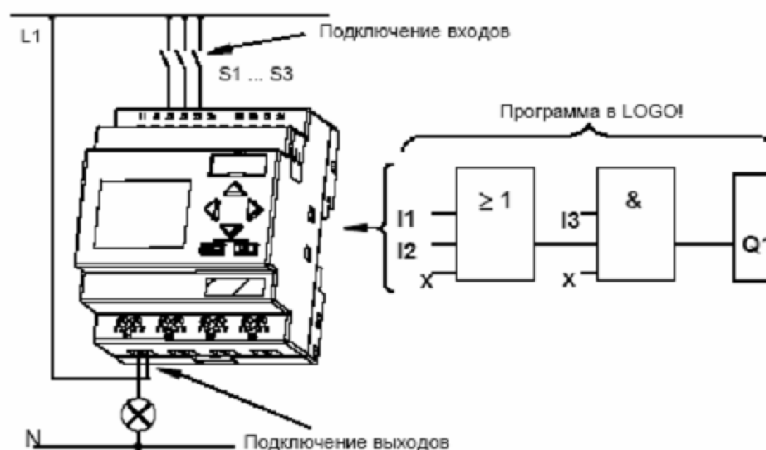


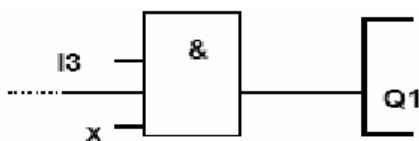
Рис.5 Реализация коммутационной схемы с помощью LOGO!

Для реализации схемы в LOGO! начните с выхода схемы.

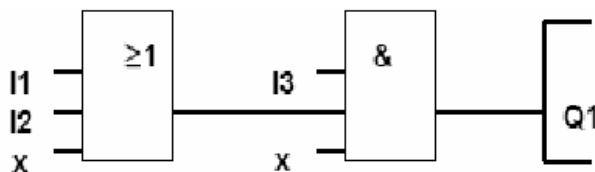
Выходом является нагрузка или реле, которым необходимо управлять.

Схема преобразуется вами в блоки. Для этого пройдите по схеме от выхода к входу:

Шаг 1: На выходе Q1 имеется последовательное соединение нормально открытого контакта S3 с другим компонентом схемы. Последовательное соединение соответствует блоку **AND** [И]:



Шаг 2: S1 и S2 соединены параллельно. Параллельное соединение соответствует блоку **OR** [ИЛИ]:



Неиспользуемые входы

Коммутационная программа автоматически присваивает неиспользуемым соединительным элементам состояние, обеспечивающее надлежащее функционирование соответствующего блока. Если хотите, то вы можете обозначить неиспользуемые соединительные элементы символом .x.. В нашем примере мы будем использовать только два входа блока **OR** [ИЛИ] и два входа блока **AND** [И]; в обоих случаях третий (и четвертый) вход обозначены символом .x. как неиспользуемые.

Выход блока И управляет реле на выходе Q1.

Потребитель E1 подключен к выходу Q1.

Пример подключения

На следующем рисунке показано подключение варианта LOGO! на 230 В переменного тока.

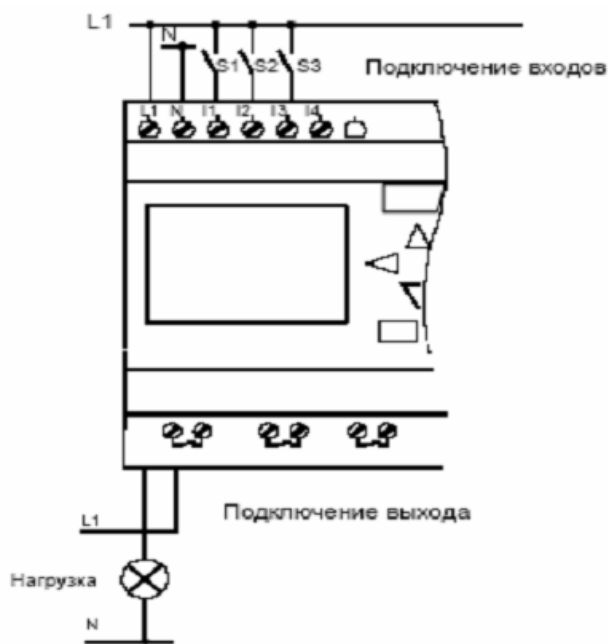
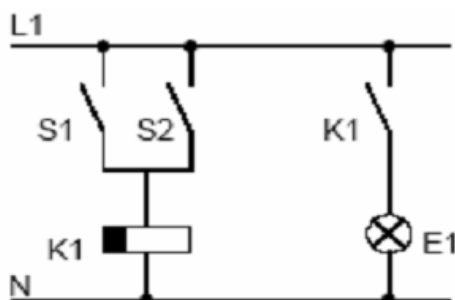


Рис.6 Вариант подключения LOGO! на 230В

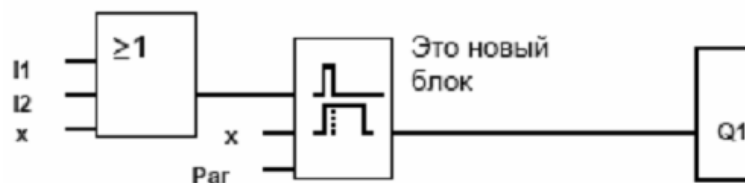
Чтобы создать вторую программу, мы слегка изменим первую.

Начнем с рассмотрения коммутационной схемы для второй программы:

Вы уже знаете первую часть схемы. Ключи S1 и S2 управляют реле. Это реле включает потребителя E1. Оно должно снова выключить потребителя по истечении 12 минут



В LOGO! соответствующая коммутационная программа выглядит следующим образом:



Из первой программы вы здесь снова найдете блок ИЛИ и выходное реле Q1. Новой является только задержка выключения.

Автоматизация частной гостиницы на LOGO!.

Объект автоматизации. Частная трехэтажная гостиница на 9 номеров с автономными системами отопления, кондиционирования, вентиляции и канализации. Основой автоматизации служат программируемые логические контроллеры LOGO! 24RC с цифровыми модулями расширения LOGO! DM8 24R. На пульт диспетчера выводятся следующие параметры системы:

- состояние управляемого оборудования с возможностью частичного удаленного управления в ручном режиме;
- сигналы пожарной сигнализации, наличие людей в

номерах;· положение-окон;· сигналы системы контроля доступа;· сигналы датчиков протечки.

В системе реализованы некоторые дополнительные центральные функции: дистанционное включение проветривания номеров;· дистанционное включение/выключение света в номерах;· дистанционное включение/выключение подачи питания на электрические розетки.

Автоматизируемые системы.

1. Гостиничные номера:· система управления освещением; система управления микроклиматом; контроль присутствия людей в номере; · контроль протечек; система управления вентиляцией; система контроля доступа;· управление силовыми розетками;· пожарная сигнализация; контроль открытия окон.

2. Система вентиляции:· контроль и управление температурой воздуха в воздухоканалах; · контроль и управление температурой воды теплообменника; · контроль положение и управление приводами воздушных заслонок; · контроль и управление работой вентилятора;· управление водяными заслонками.

3. Бойлерная система:· контроль и управление температурой воды в системе; контроль работы автоматики.

4. Канализация:· контроль уровня сточных вод в емкостях;· контроль и управление работой насоса;· управление работой компрессора септика;· контроль и управление работой системы клапанов.

5. Холлы:· управление освещением;· контроль присутствия; управление системой контроля доступа; управление розеточными группами.

Срок реализации проекта – три месяца.

Экономические показатели.

Проект разрабатывался по заказу владельца гостиницы исходя из имеющихся данных по эксплуатации данного объекта с целью снижения издержек за счет:

- снижения (по расчетам – практически до 40%) потребления электроэнергии;
- уменьшения эксплуатационных расходов на обслуживание оборудования;
- повышения комфортности и безопасности обслуживания клиентов;
- значительного увеличения срока службы оборудования.

Раздел 2. Автоматизация электроэнергетических объектов

2.1 Управление энергетическими режимами в энергосистеме

Виды режимов и состояний энергосистемы

Режимы энергосистемы

Допустимые режимы:

Нормальный режим, Вынужденный режим, Послеаварийный режим

Аварийные режимы с недопустимыми отклонениями параметров:

Синхронный режим с недопустимой частотой, Синхронный режим с недопустимым напряжением, Синхронный режим с недопустимой нагрузкой оборудования или сечений электрической сети, Асинхронный режим, Режим синхронных качаний, Режим неконтролируемого самовозбуждения синхронных машин.

Аварийные режимы с нарушенной структурой системы:

Режим с ослабленной структурой, Режим с разделением энергосистемы на изолированно работающие части, Режим с отделением от энергосистемы неработоспособных частей.

Состояния энергосистемы

Нормальное состояние, Контролируемое аварийное состояние, Чрезвычайное состояние.

Нормальное состояние энергосистемы - состояние энергосистемы, при котором условия ее

функционирования соответствуют нормативным, отсутствуют нарушения в работе основных устройств и оборудования, параметры режима удовлетворяют всем требованиям по безопасности, надежности функционирования и качеству электроэнергии.

Контролируемое аварийное состояние энергосистемы - состояние энергосистемы, при котором она находится под воздействием возмущения или после него с отклонениями параметров функционирования от нормальных значений, однако обладает необходимыми запасами энергоресурсов, пропускной способности сети, резервами генерирующих мощностей и является управляемым.

Чрезвычайное состояние энергосистемы - состояние энергосистемы, имеющее высокую вероятность нарушения или уже повлекшее нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей.

Оперативный резерв мощности

Включенный резерв (ввод требует менее 20 минут при обеспеченности первичными энергоресурсами более 3 часов), Первичный резерв - (с автоматическим вводом до 30 секунд), Вторичный резерв (с автоматическим или ручным вводом до 15 минут (на загрузку и на разгрузку)), Третичный резерв - оперативный и холодный резерв, обеспеченный энергоресурсами и вводимый персоналом. В нормальных и расчетных аварийных условиях частота в энергосистеме поддерживается системой регулирования частоты, состоящей из подсистем первичного, вторичного и третичного регулирования.

Первичное регулирование частоты (время мобилизации до 30 с) является основным средством ограничения отклонений частоты. Оно осуществляется регуляторами скорости генерирующих установок, которые инициируют быстрое изменение моментов турбин энергоблоков на электростанциях в зависимости от направления и величины отклонения скорости вращения турбин от заданной.

Вторичное регулирование частоты (время мобилизации до 15 мин) корректирует действие регуляторов скорости на электростанциях, выделенных для астатического регулирования частоты и внешних перетоков в зоне регулирования. Оно обеспечивает спустя некоторое время восстановление частоты в энергосистеме, диапазонов первичного регулирования.

Третичное регулирование частоты восстанавливает возможности вторичного регулирования, оптимизирует распределение возникшего в зоне регулирования небаланса между электростанциями с использованием расчетов, основанных на измерениях, проводимых в режиме реального времени.

При внезапном возникновении больших небалансов мощности, как правило, связанных с разделением энергосистемы на несбалансированные части, для поддержания частоты предусматривается и используется противоаварийная автоматика (частотной разгрузки и предотвращения недопустимого повышения частоты). Она ограничивает отклонения частоты в аварийных ситуациях, сохраняя работоспособность электростанций и предотвращая развитие нарушений баланса мощности.

Для скорейшего восстановления электроснабжения потребителей, энергопринимающие установки которых были отключены действием АЧР, предусматривается автоматика их частотного повторного включения (ЧАПВ). Она подключает потребителей по мере восстановления частоты за счет ввода резервов генерирующих мощностей.

Глубокое снижение или значительное повышение частоты, прежде всего, недопустимо по режимам работы электрических станций. В частности, для тепловых электростанций снижение частоты ниже 49.0 Гц недопустимо по режиму работы котлов, имеющих питательные электронасосы. При длительном, более 1 мин, снижении частоты ниже 48 Гц возникает угроза срыва режимов питательных насосов и останова энергоблоков от технологических защит. Работа на пониженной частоте может приводить к разрушению лопаточного аппарата паровых турбин.

На атомных электрических станциях без ограничений по времени допускается работа энергоблоков в составе энергосистемы при частоте от 49.0 до 50.4 Гц. Работа с частотой ниже 49.0 допускается:

- при частоте 49.0 - 48.0 Гц до 2-х минут, но не более 20 минут в год,
- при частоте 48.0 - 47.0 Гц до одной минуты, но не более 20 минут в год,
- при частоте 47.0 - 46.0 не более 10 секунд.

Ограничение электроснабжения потребителей, в том числе, путем отключения их энергопринимающих установок, может применяться при возникновении аварийного режима с внезапно образовавшимся недостатком электрической мощности, вызвавшим снижение частоты электрического тока в ЕЭС России или изолированно работающих энергосистем ниже 49.8 Гц.

Предотвращение и ликвидация недопустимого снижения частоты электрического тока
В поддержании нормального уровня частоты участвуют все области регулирования, выполняя заданный суточный график сальдо перетоков мощности с коррекцией по частоте.

Компенсация возникающих небалансов в синхронной зоне возлагается на одну или несколько электростанций, а обеспечение этим электростанциям необходимого регулировочного диапазона осуществляется загрузкой или разгрузкой других электростанций.

При снижении частоты в синхронной зоне, в области регулирования, в которой произошла потеря генерирующей мощности, для ее компенсации используются все имеющиеся собственные резервы мощности, а также резервные мощности других областей с учетом пропускной способности электрических связей.

Для предотвращения возможного снижения частоты в энергосистеме, перегрузки внешних или внутренних связей с необходимой заблаговременностью до предстоящего прохождения максимума нагрузки (утреннего или вечернего), после разработки и анализа ожидаемого баланса мощности и, при выявленной необходимости.

При внезапном снижении частоты ниже 49.8 Гц, оператор области регулирования, ответственный за частоту в синхронной зоне, производит следующие действия:

- на основании показаний приборов диспетчерского центра, опроса оперативного персонала и сообщений с мест выясняет причины снижения частоты, состояние и режим контролируемых внешних и внутренних связей,
- в зависимости от причин принимает меры к восстановлению частоты до уровня, установленного стандартом, путем использования имеющихся резервов мощности, не допуская при этом превышения допустимых перетоков мощности по контролируемым сечениям.

Операторы операционных зон, в которых произошли потери генерирующей мощности, отключения линий электропередачи или погашение подстанций, немедленно информируют об аварийных отключениях операторов вышестоящих уровней оперативно-диспетчерского управления и принимают меры к ликвидации возникших нарушений.

Если, несмотря на принятые меры, снижение частоты продолжается, то дополнительно:

- используются разрешенные аварийные перегрузки генерирующих установок с контролем их продолжительности и загрузки линий электропередачи;
- повышается электрическая нагрузка на ТЭЦ за счет снижения расхода пара на промышленные и тепловые отборы путем понижения температуры сетевой воды.

Если проведение мероприятий по предыдущему пункту не обеспечило повышения частоты выше 49.8 Гц, то вводят ограничения потребления электроэнергии и отключают энергопринимающие установки потребителей с контролем перетоков мощности по внутренним и внешним связям.

При большой потере генерирующей мощности и глубоком снижении частоты (ниже 49.6 Гц) отключают энергопринимающие установки потребителей, не допуская превышений значений максимально допустимых перетоков мощности по внутренним и внешним связям областей регулирования.

При больших дефицитах мощности, недостаточности АЧР, ее отказе вследствие глубокого снижения напряжения, как правило, связанных с разделением энергосистемы на несбалансированные части, вероятно снижение частоты ниже 47 Гц.

В таких случаях, для сохранения работоспособности электростанций предусматривается их автоматическое выделение на работу со сбалансированной нагрузкой.

При отказе системы автоматического выделения электростанции на работу со сбалансированным районом дежурный персонал электростанции должен самостоятельно провести мероприятия по выделению электростанции и обеспечить надежную работу механизмов собственных нужд, вплоть до их выделения на резервное питание при снижении частоты ниже уровня, допустимого для оборудования собственных нужд.

При работе энергосистемы с пониженной частотой (ниже 49.6 Гц) в электрических сетях и на электростанциях запрещается проведение плановых переключений в РУ, устройствах релейной защиты и противоаварийной автоматики, устройствах технологической автоматики энергоблоков, кроме необходимых для ликвидации аварий.

При повышении частоты выше 50.1 Гц, на основании показаний устройств телеизмерения и телесигнализации на диспетчерском пункте, опроса и сообщений оперативного персонала, определяются причины повышения частоты, выясняются состояние и режим внутренних и внешних контролируемых связей зоны. Для понижения частоты разгружаются электростанции (ГЭС, ТЭС, ТЭЦ), агрегаты ГАЭС переводятся в двигательный режим.

В случае возникновения перегрузки контролируемых связей принимаются меры к их разгрузке путем разгрузки электростанций в избыточной части зоны, обеспечивающей снижение перетоков мощностей до допустимых значений.

Для недопущения повышения частоты выше 50.2 Гц, при повышении частоты выше 50.1 Гц и наличии тенденции ее дальнейшего роста, разгружают генерирующее оборудование вплоть до технического минимума с контролем частоты и перетоков мощности по внутренним и внешним связям.

Предотвращение и ликвидация недопустимых отклонений напряжения

Напряжение в электрической сети изменяется в зависимости от нагрузки, исполняемых в данный момент программ выработки электроэнергии, указаний оператора зоны по изменению режима и имеющих место на данный момент аварийных нарушений в ней (отключения генераторов, трансформаторов, ЛЭП).

Протяженные линии электропередачи напряжением 330 кВ и выше нуждаются в компенсации вырабатываемой ими реактивной мощности при включениях и режимах малой загрузки. Особенностью процесса является то обстоятельство, что реактивную мощность нецелесообразно передавать на большие расстояния, поскольку ее передача создает значительные потери мощности и напряжения, поэтому регулирование напряжения для поддержания его отклонений в заранее определенных пределах носит локальный характер.

Обеспечение резервов реактивной мощности.

При планировании режимов работы энергосистемы для обеспечения требуемого уровня напряжения в сети должны быть предусмотрены достаточное число генераторов и/или синхронных компенсаторов, батарей конденсаторов и/или реакторов, связанных с сетью на напряжении классов 220 кВ и выше, которые могут участвовать в выработке или потреблении реактивной мощности.

На всех электростанциях должно быть предусмотрено автоматическое регулирование напряжения и реактивной мощности.

Необходимые для обеспечения допустимости режима в зоне регулирования устройства, используемые для регулирования напряжения в сети и потоков реактивной мощности, должны находиться в диспетчерском управлении или ведении оператора операционной зоны.

Система регулирования напряжения

Первичное регулирование напряжения является основным средством ограничения отклонений напряжений предельно допустимыми значениями. Оно осуществляется автоматическими регуляторами возбуждения (генераторов, синхронных компенсаторов,

синхронных двигателей) и устройствами управления режимами статических компенсаторов реактивной мощности при изменении напряжения на выводах генератора, трансформатора или в других контролируемых пунктах.

Вторичное регулирование напряжения координирует работу устройств регулирования напряжения и реактивной мощности в пределах данной зоны для того, чтобы поддерживать требуемый уровень напряжения в «контрольных пунктах» сети действиями персонала или автоматически, восстанавливая диапазоны первичного регулирования напряжения на объектах.

Третичное регулирование напряжения восстанавливает возможности вторичного регулирования, оптимизирует уровень напряжения в «контрольных пунктах» системы с использованием расчетов, основанных на измерениях, проводимых в режиме реального времени, для того чтобы провести настройку устройств, которые влияют на распределение реактивной мощности (регуляторы генерирующих установок, трансформаторов, устройства компенсации реактивной мощности, реакторы и батареи конденсаторов).

Допустимые отклонения напряжения от номинальных значений в узлах электрической сети.

В узлах электрической сети 110 кВ и выше допустимые отклонения напряжения от номинальных значений определяются нормами для установленного оборудования электрических станций и сетей с учетом допустимых эксплуатационных повышений напряжения промышленной частоты на электрооборудовании (в соответствии с данными заводоизготовителей и циркуляров), требованиями по устойчивости параллельной работы генераторов, частей синхронной зоны, устойчивости работы двигателей.

Минимально допустимые и аварийно допустимые напряжения в узлах с мощными электродвигателями или высокой долей электродвигательной нагрузки определяются через нормируемые коэффициенты запаса и критические по устойчивости напряжения.

Предотвращение и ликвидация недопустимых снижений напряжений

Электрические сети должны быть оснащены автоматикой ограничения снижения напряжения.

При снижении напряжения на энергообъектах одной из зон операторами смежных зон должна оказываться помощь в его повышении следующими мерами:

- использованием резервов реактивной мощности смежных областей с повышением напряжения до максимально допустимых значений;
- использованием разгрузки генераторов по активной мощности и увеличением загрузки по реактивной в зонах с пониженным напряжением с контролем частоты и перетоков мощности по внутренним и внешним связям.

Основные мероприятия по повышению напряжения, за исключением взятия перегрузки и отключения потребления, следует проводить при снижении напряжения ниже графика, а взятие перегрузок и отключение потребления - ниже минимально допустимого. Снижение напряжения ниже аварийно допустимого значения не должно допускаться. Если напряжение в узлах сети снижается до или ниже аварийного предела, установленного стандартами организации, допускается использование перегрузочной способности генераторов и компенсаторов. При этом напряжения в других пунктах сети не должны превышать максимально допустимых значений для оборудования. При работе с пониженным напряжением и возникновении тенденции снижения напряжения со скоростью более 5 кВ за 5 мин принимаются меры по ограничению электропотребления. Если после принятых мер к восстановлению напряжения оно остается ниже аварийно допустимого значения, отключают очередями энергопринимающие установки потребителей в том узле, где произошло снижение напряжения, до повышения напряжения выше минимально допустимого значения.

В случае снижения напряжения на каких-либо объектах ниже установленных минимально допустимых значений, на основе опроса оперативного персонала, показаний устройств телеизмерений и телесигнализации определяют причины снижения напряжения и, в

зависимости от их характера, оператор соответствующей зоны совместно с персоналом энергообъектов принимает следующие меры:

- отключают шунтирующие реакторы;
 - включают батареи статических конденсаторов;
 - изменяют коэффициенты трансформации трансформаторов, оснащенных устройствами РПН;
 - снижают перетоки активной мощности по линиям электропередачи;
 - увеличивают загрузку СК и генераторов по реактивной мощности вплоть до уровня предельных аварийных перегрузок. При этом предусматриваются меры, предотвращающие возможное отключение генераторов защитой от перегрузки по току ротора.
- При одностороннем отключении линии электропередачи и повышении напряжения сверх допустимого значения эта линия включается в транзит, а при отсутствии такой возможности
- с нее снимается напряжение.

Наибольшими рабочими напряжениями для объектов разных номинальных напряжений являются:

7.2 для 6 кВ, 12.0 для 10 кВ, 40.5 для 35 кВ, 126.0 для 110 кВ, 252.0 для 220 кВ, 363.0 для 330 кВ, 525.0 для 500 кВ, 787.0 для 750 кВ, 1200.0 для 1150 кВ.

2.2 Объекты автоматизации в энергосистеме

. Объектами автоматизации являются тепловые, атомные и гидроэлектростанции, подстанции, электрические сети, промышленные предприятия, предприятия железных дорог и метрополитена, объекты нефте- и газодобычи, при этом могут создаваться автоматизированные системы любой сложности: управляющие, информационные, диспетчерские, системы сигнализации и др. Целью таких систем является – объединение отдельных устройств в единую связанную систему для обеспечения оптимального функционирования объекта.

В основе решений лежат Комплексы устройств телемеханики и автоматики «ProField» и блоки релейной защиты и автоматики OmegaProt, SigmaProt и EuroProt. Основные преимущества построения автоматизированных систем :использование специализированных устройств позволяет решать каждую из задач (защита, регистрация аварий, контроль параметров нормального режима, управление, автоматика) наиболее эффективно;

Условно систему можно разбить на 4 уровня:

Уровень 0: устройства локальной автоматики;

Уровень 1: устройства сбора и передачи данных (УСПД);

Уровень 2: контроллеры АСУ и концентраторы данных;

Уровень 3: управляющие ЭВМ и программный комплекс Xgram

2.3 Системы и источники оперативного тока

Совокупность источников питания, кабельных линий, шин питания переключающих устройств и других элементов оперативных цепей составляет систему оперативного тока данной электроустановки. Оперативный ток на подстанциях служит для питания вторичных устройств, к которым относятся оперативные цепи защиты, автоматики и телемеханики, аппаратура дистанционного управления, аварийная и предупредительная сигнализация. При нарушениях нормальной работы подстанции оперативный ток используется также для аварийного освещения и электроснабжения электродвигателей (особо ответственных механизмов).

Проектирование установки оперативного тока сводят к выбору рода тока, расчету нагрузки, выбору типа источников питания, составлению электрической схемы сети оперативного тока и выбору режима работы.

К системам оперативного тока предъявляют требования высокой надежности при коротких замыканиях и других ненормальных режимов в цепях главного тока.

Применяются следующие системы оперативного тока на подстанциях:

- 1) постоянный оперативный ток - система питания оперативных цепей, при которой в качестве источника питания применяется аккумуляторная батарея; ;
- 2) переменный оперативный ток - система питания оперативных цепей, при которой в качестве основных источников питания используются измерительные трансформаторы тока защищаемых присоединений, измерительные трансформаторы напряжения, трансформаторы собственных нужд. В качестве дополнительных источников питания импульсного действия используются предварительно заряженные конденсаторы;
- 3) выпрямленный оперативный ток - система питания оперативных цепей переменным током, в которой переменный ток преобразуется в постоянный (выпрямленный) с помощью блоков питания и выпрямительных силовых устройств. В качестве дополнительных источников питания импульсного действия могут использоваться предварительно заряженные конденсаторы;
- 4) смешанная система оперативного тока - система питания оперативных цепей, при которой используются разные системы оперативного тока (постоянный и выпрямленный, переменный и выпрямленный).

В системах оперативного тока различают:

- зависимое питание, когда работа системы питания оперативных цепей зависит от режима работы данной электроустановки (подстанции);
- независимое питание, когда работа системы питания оперативных цепей не зависит от режима работы данной электроустановки.

Области применения различных систем оперативного тока

Постоянный оперативный ток применяется на подстанциях 110-220 кВ со сборными шинами этих напряжений, на подстанциях 35-220 кВ без сборных шин на этих напряжениях с масляными выключателями с электромагнитным приводом, для которых возможность включения от выпрямительных устройств не подтверждена заводом-изготовителем.

Переменный оперативный ток применяется на подстанциях 35/6(10) кВ с масляными выключателями 35 кВ, на подстанциях 35-220/6(10) и 110-220/35/6(10) кВ без выключателей на стороне высшего напряжения, когда выключатели 6(10)-35 кВ оснащены пружинными приводами.

Выпрямленный оперативный ток должен применяться: на подстанциях 35/6(10) кВ с масляными выключателями 35 кВ, на подстанциях 35-220/6(10) кВ и 110-220/35/6(10) кВ без выключателей на стороне высшего напряжения, когда выключатели оснащены электромагнитными приводами; на подстанциях 110 кВ с малым числом масляных выключателей на стороне 110 кВ.

Смешанная система постоянного и выпрямленного оперативного тока применяется для уменьшения емкости аккумуляторной батареи за счет применения силовых выпрямительных устройств для питания цепей электромагнитов включения масляных выключателей. Целесообразность применения этой системы должна быть подтверждена технико-экономическими расчетами.

Смешанная система переменного и выпрямленного оперативного тока применяется: для подстанций с переменным оперативным током при установке на вводах питания выключателей с электромагнитным приводом, для питания электромагнитов включения которых устанавливаются силовые выпрямительные устройства; для подстанций 35-220 кВ без выключателей на стороне высшего напряжения, когда не обеспечивается надежная работа защит от блоков питания при трехфазных коротких замыканиях на стороне среднего или высшего напряжения. В этом случае защита трансформаторов выполняется на переменном токе с использованием предварительно заряженных конденсаторов, а остальных элементов подстанции – на выпрямленном оперативном токе.

Система постоянного оперативного тока

В качестве источников постоянного оперативного тока используются аккумуляторные батареи типа СК или СН.

Потребители постоянного тока

Всех потребителей энергии, получающих питание от аккумуляторной батареи, можно разделить на три группы:

- 1) *Постоянно включенная нагрузка* – аппараты устройств управления, блокировки, сигнализации и релейной защиты, постоянно обтекаемые током, а также постоянно включенная часть аварийного освещения. Постоянная нагрузка на аккумуляторной батареи зависит от мощности постоянно включенных ламп сигнализации и аварийного освещения, а также от типов реле. Так как постоянные нагрузки невелики и не влияют на выбор батареи, в расчетах можно ориентировочно принимать для крупных подстанций 110-500 кВ значение постоянно включенной нагрузки 25 А.
- 2) *Временная нагрузка* – появляющаяся при исчезновении переменного тока во время аварийного режима – токи нагрузки аварийного освещения и электродвигателей постоянного тока. Длительность этой нагрузки определяется длительностью аварии (расчетная длительность 0,5 часа).
- 3) *Кратковременная нагрузка* (длительностью не более 5 с) создается токами включения и отключения приводов выключателей и автоматов, пусковыми токами электродвигателей и токами нагрузки аппаратов управления, блокировки, сигнализации и релейной защиты, кратковременно обтекаемых током.

Система переменного оперативного тока

При переменном оперативном токе наиболее простым способом питания электромагнитов отключения выключателей является непосредственное включение их во вторичные цепи трансформаторов тока (схемы с реле прямого действия или с дешунтированием электромагнитов отключения при срабатывании защиты). При этом предельные значения токов и напряжений в токовых цепях защиты не должны превышать допустимых значений, а токовые электромагниты отключения (реле типов РТМ, РТВ или ТЭО) должны обеспечивать необходимую чувствительность защиты в соответствии с требованиями ПУЭ. Если эти реле не обеспечивают необходимой чувствительности защиты, питание цепей отключения производится от предварительно заряженных конденсаторов.

На подстанциях с переменным оперативным током питание цепей автоматики, управления и сигнализации производится от шин собственных нужд через стабилизаторы напряжения.

Источниками переменного оперативного тока являются трансформаторы собственных нужд и измерительные трансформаторы тока и напряжения, осуществляющие питание вторичных устройств непосредственно или через промежуточные звенья – блоки питания, конденсаторные устройства. Переменный оперативный ток распределяется централизованно и, следовательно, при его использовании не требуется сложной и дорогой распределительной сети.

Однако зависимость питания вторичного оборудования от наличия напряжения в основной сети, недостаточная мощность самих источников (измерительные трансформаторы тока и напряжения) ограничивает область применения оперативного переменного тока.

Трансформаторы тока служат надежными источниками для питания защит от коротких замыканий; трансформаторы напряжения и трансформаторы собственных нужд могут служить источниками для защит от повреждений и ненормальных режимов, не сопровождающихся глубокими понижениями напряжения, когда не требуется высокой стабильности напряжения и допустимы перерывы в питании.

Стабилизаторы напряжения предназначены для:

- 1) поддержания необходимого напряжения оперативных цепей при работе АЧР, когда возможно одновременное снижение частоты и напряжения;
- 2) разделения оперативных цепей и остальных цепей собственных нужд подстанции (освещение, вентиляция, сварка и т.д.), что существенно повышает надежность оперативных цепей.

Система выпрямленного оперативного тока

Для выпрямления переменного тока используются:

Блоки питания стабилизированные типа БПНС-2 совместно с токовыми типа БПТ-1002 – для питания цепей защиты, автоматики, управления.

Блоки питания нестабилизированные типа БПН-1002 – для питания цепей сигнализации и блокировки, что уменьшает разветвленность цепей оперативного тока и обеспечивает возможность выдачи всей мощности стабилизированных блоков для срабатывания защиты и отключения выключателей.

Блоки БПН-1002 вместо БПНС-2 – для питания цепей защиты, автоматики, управления, когда возможность их использования подтверждена расчетом и не требуется стабилизация оперативного напряжения (например, при отсутствии АЧР).

Силовые выпрямительные устройства ТЧ на У КП и У КПК с индуктивным накопителем – для питания включающих электромагнитов приводов масляных выключателей. Индуктивный накопитель обеспечивает включение выключателя на короткое замыкание при зависимом питании цепей включения.

Блоки питания нестабилизированные БПЗ-401 применяются для заряда конденсаторов, которые используются для отключения отделителей, включения короткозамыкателей, отключения выключателей 10(6) кВ защитой минимального напряжения, а также отключения выключателей 35-110 кВ при недостаточной мощности блока питания.

2.4 Автоматическое повторное включение (АПВ)

Автоматическое повторное включение (АПВ) — одно из средств релейной защиты, направленное на увеличение надёжности электроснабжения. Заключается в автоматическом включении отключенного с помощью аварийной автоматики или по ошибке участка электросети.

Применение

Все повреждения в электрической сети можно условно разделить на два типа: устойчивые и неустойчивые. К устойчивым повреждениям относятся такие, для устранения которых требуется вмешательство оперативного персонала или аварийной бригады. Такие повреждения не самоустраняются со временем, эксплуатация поврежденного участка сети невозможна. К таким повреждениям относятся обрывы проводов, повреждения участков линий, опор ЛЭП, повреждения электрических аппаратов.

Неустойчивые повреждения характеризуются тем, что они самоустраняются в течение короткого промежутка времени после возникновения. Такие повреждения могут возникать, например, при случайном схлестывании проводов. Возникающая при этом электрическая дуга не успевает нанести серьёзных повреждений, так как через небольшой промежуток времени после возникновения короткого замыкания цепь обесточивается аварийной автоматикой. Практика показывает, что доля неустойчивых повреждений составляет 50-90 % от числа всех повреждений.

Включение отключенного участка сети под напряжение называется повторным включением. В зависимости от того, остался ли этот участок сети в работе или же снова отключился, повторные включения разделяют на успешные и неуспешные.

Соответственно, успешное повторное включение указывает на неустойчивый характер повреждения, а неуспешный на то, что повреждение было устойчивым.

Для того чтобы ускорить и автоматизировать процесс повторного включения применяют устройства автоматического повторного включения (АПВ).

Устройства АПВ получили широкое применение в электрических сетях. Их использование в сочетании с другими средствами релейной автоматики позволило полностью автоматизировать многие подстанции, избавляя от необходимости держать там оперативный персонал. Кроме того, в ряде случаев АПВ позволяет избежать тяжелых последствий от ошибочных действий обслуживающего персонала или ложных срабатываний релейной защиты на защищаемом участке.

В ПУЭ указано, что устройствами АПВ должны в обязательном порядке снабжаться все воздушные и кабельно-воздушные линии с рабочим напряжением 1 кВ и выше. Кроме того, устройствами АПВ снабжаются трансформаторы, сборные шины подстанций и электродвигатели.

Классификация

В зависимости от количества фаз, на которые действуют устройства АПВ, их разделяют на:

однофазное АПВ — включает одну отключенную фазу (при отключении из-за однофазного короткого замыкания)

трёхфазное АПВ — включает все три фазы участка цепи.

комбинированные — включает одну или три фазы в зависимости от характера повреждения участка сети.

Трёхфазные АПВ могут в зависимости от условий работы сети разделяться на простые (ТАПВ)

несинхронные (НАПВ)

быстродействующие (БАПВ)

с проверкой наличия напряжения (АПВНН)

с проверкой отсутствия напряжения (АПВОН)

с ожиданием синхронизма (АПВОС)

с улавливанием синхронизма (АПВУС)

в сочетании с самосинхронизацией генераторов и синхронных компенсаторов (АПВС)

В зависимости от того, какое количество раз подряд требуется совершить повторное включение, АПВ разделяются на АПВ однократного действия, двукратного и т. д.

Наибольшее распространение получили АПВ однократного действия, однако в ряде случаев применяются АПВ с другой кратностью действия.

По способу воздействия на выключатель АПВ могут быть:

механические — они встраиваются в пружинный привод выключателя.

электрические — воздействуют на электромагнит включения выключателя.

Поскольку механические АПВ работают без выдержки времени, их использование было принято нецелесообразным, и в современных схемах защитной автоматики используются только электрические АПВ.

По типу защищаемого оборудования АПВ разделяются соответственно на АПВ линий, АПВ шин, АПВ электродвигателей и АПВ трансформаторов.

Принцип действия АПВ

Реализация схем АПВ может быть различной, это зависит от конкретного случая, в котором схему применяют. Однако основной принцип заключается в сравнении положения ключа управления выключателем и состояния этого выключателя. То есть, если на схему АПВ поступает сигнал, что выключатель отключился, а со стороны управляющего выключателем ключа приходит сигнал, что ключ в положении «включено», то это означает, что произошло незапланированное (например, аварийное) отключение выключателя. Этот принцип применяется для того, чтобы исключить срабатывание устройств АПВ в случаях, когда произошло запланированное отключение выключателя.

Требование к АПВ

К схемам и устройствам АПВ применяется ряд обязательных требований, связанных с обеспечением надёжности электроснабжения. К этим требованиям относятся:

АПВ должно обязательно срабатывать при аварийном отключении на защищаемом

участке сети.

АПВ не должно срабатывать, если выключатель отключился сразу после включения его через ключ управления. Подобное отключение говорит о том, что в схеме присутствует устойчивое повреждение, и срабатывание устройства АПВ может усугубить ситуацию. Для выполнения этого требования делают так, чтобы устройства АПВ приходили в готовность только через несколько секунд после включения выключателя. Кроме того, АПВ не должно срабатывать во время оперативных переключений, осуществляемых персоналом.

В схемах АПВ должна присутствовать возможность выведения их для ряда защит (например, после действия газовой защиты трансформатора, срабатывание устройств АПВ нежелательно)

Устройства АПВ должны срабатывать с заданной кратностью. То есть однократное АПВ должно срабатывать 1 раз, двукратное — 2 раза и т. д.

После успешного включения выключателя, схема АПВ должна обязательно самостоятельно вернуться в состояние готовности.

АПВ должно срабатывать с выставленной выдержкой времени, обеспечивая наискорейшее восстановление питания в отключенном участке сети. Как правило, эта выдержка равняется 0,3-0,5 с. Однако, следует отметить, что в ряде случаев целесообразно замедлять работу АПВ до нескольких секунд.

2.5 Автоматический ввод резерва (АВР)

Автоматический ввод резерва (Автоматическое включение резерва, АВР) — один из методов релейной защиты, направленный на повышение надежности работы сети электроснабжения. Заключается в автоматическом подключении к системе дополнительных источников питания в случае потери системой электроснабжения из-за аварии.

Общие требования к АВР

АВР должно срабатывать за минимально возможное после отключения рабочего источника энергии время.

АВР должно срабатывать всегда, в случае исчезновения напряжения на шинах потребителей, независимо от причины. В случае работы схемы дуговой защиты АВР может быть заблокировано, чтобы уменьшить повреждения от короткого замыкания. В некоторых случаях требуется задержка переключения АВР. К примеру, при запуске мощных двигателей на стороне потребителя, схема АВР должна игнорировать просадку напряжения.

АВР должно срабатывать однократно. Это требование обусловлено недопустимостью многократного включения резервных источников в систему с не устранённым коротким замыканием.

Реализацию схем АВР осуществляют с помощью средств РЗА: реле различного назначения, цифровых блоков защит (контроллер АВР), переключателей - изделий, включающих в себя механическую коммутационную часть, микропроцессорный блок управления, а также панель индикации и управления.

Согласно ПУЭ все потребители электрической энергии делятся на три категории: I категория — к потребителям этой группы относятся те, нарушение электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный материальный ущерб, опасность для безопасности государства, нарушение сложных технологических процессов и пр. II категория — к этой группе относят электроприёмники, перерыв в питании которых может привести к массовому недоотпуску продукции, простоя рабочих, механизмов, промышленного транспорта. III категория — все остальные потребители электроэнергии.

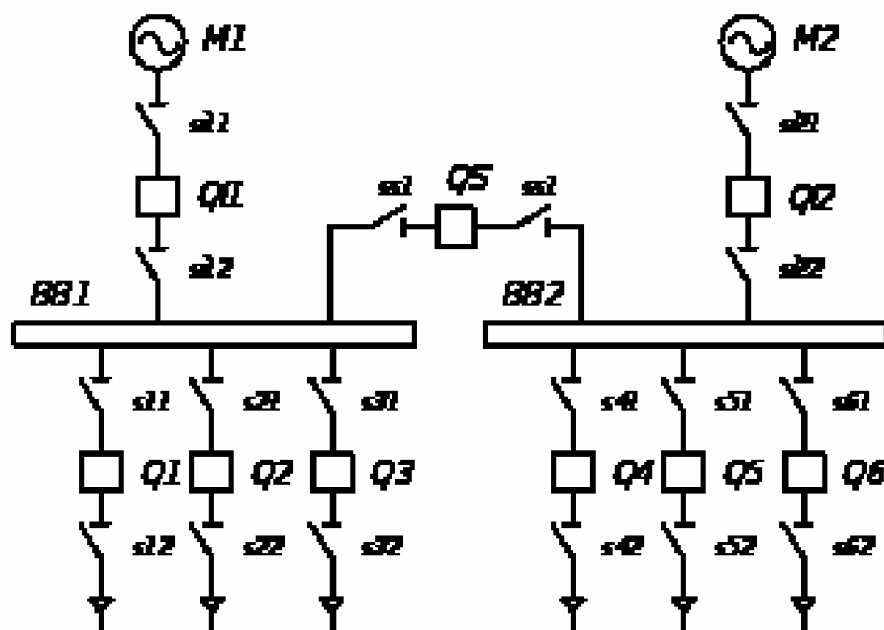


Рис.7 Схема секционированной системы сборных шин. Секции имеют связь посредством секционного выключателя QS

Таким образом, кроме неудобств в повседневной жизни человека, длительный перерыв в электропитании может привести к угрозе жизни и безопасности людей, материальному ущербу и другим, не менее серьезным последствиям. Бесперебойное питание можно реализовать, осуществив электропитание каждого потребителя от двух источников одновременно (для потребителей I категории так и делают), однако подобная схема имеет ряд недостатков:

Токи короткого замыкания при такой схеме гораздо выше, чем при раздельном питании потребителей.

В питающих трансформаторах выше потери электроэнергии.

Релейная защита сложнее, чем при раздельном питании.

Необходимость учета перетоков мощности вызывает трудности, связанные с выработкой определенного режима работы системы.

В некоторых случаях не получается реализовать схему из-за того, что нет возможности осуществить параллельную работу источников питания из-за ранее установленной релейной защиты и оборудования.

В связи с этим возникает необходимость в раздельном электроснабжении и быстром восстановлении электропитания потребителей. Решение этой задачи и выполняет АВР. АВР может подключить отдельный источник электроэнергии (генератор, аккумуляторная батарея) или включить выключатель, разделяющий сеть, при этом перерыв питания может составлять всего 0.3 — 0.8 секунд.

При проектировании схемы АВР, допускающей включение секционного выключателя, важно учитывать пропускную способность питающего трансформатора и мощность источника энергии, питающих параллельную систему. В противном случае может получиться так, что переключение на питание от параллельной системы выведет из строя и её, так как источник питания не сможет справиться с суммарной нагрузкой обеих систем. В случае если невозможно подобрать такой источник питания, обычно предусматривают такую логику защиты, которая отключит наименее важных потребителей тока обеих систем.

АВР разделяют на:

АВР одностороннего действия. В таких схемах присутствует одна рабочая секция питающей сети, и одна резервная. В случае потери питания рабочей секции АВР подключит резервную секцию.

АВР двухстороннего действия. В этой схеме любая из двух линий может быть как рабочей, так и резервной.

АВР с восстановлением. Если на отключенном вводе вновь появляется напряжение, то с выдержкой времени он включается, а секционный выключатель отключается. Если кратковременная параллельная работа двух источников не допустима, то сначала отключается секционный выключатель, а затем включается вводной. Схема вернулась в исходное состояние.

АВР без восстановления.

Принцип действия

В качестве измерительного органа для АВР в высоковольтных сетях служат реле минимального напряжения, подключённые к защищаемым участкам через трансформаторы напряжения. В случае снижения напряжения на защищаемом участке электрической сети реле даёт сигнал в схему АВР. Однако, условие отсутствия напряжения не является достаточным для того, чтобы устройство АВР начало свою работу. Как правило, должен быть удовлетворён еще ряд условий:

На защищаемом участке нет неустранённого короткого замыкания. Так как понижение напряжения может быть связано с коротким замыканием, включение дополнительных источников питания в эту цепь нецелесообразно и недопустимо.

Вводной выключатель включён. Это условие проверяется, чтобы АВР не сработало, когда напряжение исчезло из-за того, что вводной выключатель был отключён намеренно.

На соседнем участке, от которого предполагается получать питание после действия АВР, напряжение присутствует. Если обе питающие линии находятся не под напряжением, то переключение не имеет смысла.

После проверки выполнения всех этих условий логическая часть АВР даёт сигнал на отключение вводного выключателя обесточенной части электрической сети и на включение межлинейного (или секционного) выключателя. Причём, межлинейный выключатель включается только после того, как вводной выключатель отключился.

В низковольтных сетях одновременно в качестве измерительного и пускового органа могут служить магнитные пускатели или модуль АВР-3/3. Либо предназначенный для управления схемами АВР микропроцессорный контроллер АВР.

2.6 Автоматическая частотная разгрузка (АЧР)

Назначение и общий принцип выполнения АЧР

В любой объединённой энергосистеме должен быть резерв активной мощности, при этом в системе поддерживается номинальное напряжение и номинальная частота.

Дефицит активной мощности, вызванный отключением части генераторов или включением новых потребителей, повлечет за собой снижение частоты в энергосистеме. Небольшое снижение частоты (на несколько десятых герца) не представляет опасности для нормальной работы энергосистемы.

Снижение же частоты более, чем на 1-2 Гц представляет серьёзную опасность и может привести к полному расстройству работы энергосистемы. Это в первую очередь объясняется тем, что при понижении частоты сети снижается частота вращения электродвигателей, а значит и производительность механизмов, которые они вращают.

Представим себе тепловую электростанцию. Снижение частоты на 3-5 Гц приводит к уменьшению на 20-40% подачи воды в конденсатор циркуляционными насосами.

При таком снижении частоты питательные насосы почти полностью прекращают подачу воды в котел. Мощность станции резко падает. Создается в системе еще

большой дефицит активной мощности. Таким образом, происходит лавинообразный процесс, получивший название «лавины частоты».

Название говорит само за себя. Процесс происходит очень быстро.

Дежурный персонал не смог бы остановить эту лавину, поэтому ликвидация аварийного режима возлагается на устройства автоматики.

Для предотвращения развития аварии должны быть немедленно мобилизованы все имеющиеся резервы активной мощности, имеющиеся на электростанции. Все вращающиеся агрегаты загружаются до предела с учетом допустимых кратковременных перегрузок. Кроме полной загрузки генераторов можно еще перевести синхронные компенсаторы в режим генераторов.

При отсутствии вращающегося резерва активной мощности единственным возможным способом восстановления частоты в сети является отключение части наименее ответственных потребителей.

Это осуществляется с помощью специальных устройств – автоматов частотной разгрузки (АЧР), срабатывающих при опасном снижении частоты.

Надо отметить, что действие АЧР всегда связано с определенным экономическим ущербом, поскольку отключение линий, питающих предприятие влечет за собой недоработку продукции или появление брака. Однако существование АЧР оправданно возможно большими потерями при системной аварии.

Глубина снижения частоты зависит не только от значения дефицита активной мощности в первый момент аварии, но и от характера нагрузки.

Нагрузка делится на две группы.

К первой группе относится чисто активная нагрузка (типа осветительных приборов), на которую снижение частоты никак не влияет и эта группа продолжает потреблять ту же мощность, что и до возникновения аварии.

Ко второй группе относится двигательная нагрузка, для которой снижение частоты приводит к уменьшению потребляемой мощности (мы об этом говорили ранее на примере ТЭС). Таким образом, несколько уменьшается дефицит активной мощности в сети.

Этот процесс получил название регулирующего эффекта нагрузки.

Чем больше доля второй группы потребителей в общей массе нагрузки в системе, тем устойчивей она получается, тем сильнее проявится регулирующий эффект нагрузки. Устройства АЧР должны устанавливаться там, где возможно возникновение значительного дефицита активной мощности во всей энергосистеме или в отдельных ее районах, а мощность потребителей, отключаемых при срабатывании АЧР, должна быть достаточной для предотвращения лавины частоты.

В соответствии с ПТЭ устройства АЧР должны исключать возможность даже кратковременного снижения частоты ниже 45 Гц.

Время работы с частотой ниже 47 Гц не должно превышать 20 с., а с частотой ниже 48,5 Гц – 60 с.

При выполнении АЧР необходимо учитывать все реально возможные случаи аварийных отключений генерирующей мощности и разделения энергосистемы на части, в которых может возникнуть дефицит активной мощности, а также то обстоятельство, что нагрузка, а следовательно, и возможный дефицит активной мощности меняются в зависимости от сезона, времени суток, дней недели. Для того, чтобы суммарная мощность нагрузки потребителей, отключаемых действием АЧР, хотя бы примерно соответствовала дефициту активной мощности, возникшему при данной аварии, АЧР, как правило, выполняется многоступенчатой, в несколько очередей, отличающихся уставками по частоте срабатывания.

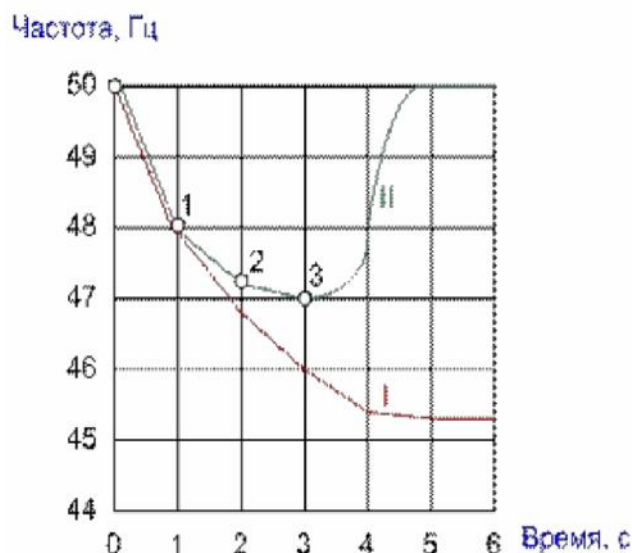


Рис.8 Процесс изменения частоты в энергосистеме
 I-первая очередь АЧР; 2-вторая очередь АЧР; 3-третья очередь АЧР
 I-отсутствие АЧР; II-работа АЧР из трех ступеней

На рисунке приведены кривые, характеризующие процесс изменения частоты в энергосистеме при внезапном возникновении дефицита активной мощности. Если в энергосистеме отсутствует АЧР, то снижение частоты, вызванное дефицитом активной мощности, будет продолжаться до такого установившегося значения, при котором за счет регулирующего эффекта нагрузки и действия регуляторов частоты вращения турбин вновь установится баланс генерируемой и потребляемой мощности при новом сниженном значении частоты (кривая I).

Для восстановления в энергосистеме нормальной частоты в этом случае необходимо вручную отключить часть нагрузки потребителей, суммарное потребление мощности которыми при частоте 50 Гц равно дефициту мощности, вызвавшему аварийное снижение частоты.

Иначе будет протекать процесс изменения частоты при наличии АЧР (кривая II).

Пусть, например, АЧР состоит из трех очередей с уставками срабатывания 48, 47,5 и 47 Гц. Когда частота снизится до 48 Гц (точка 1), сработают АЧР первой очереди и отключат часть потребителей, дефицит активной мощности уменьшится, благодаря чему и уменьшится и скорость снижения частоты. При частоте 47,5 Гц (точка 2) сработают АЧР второй очереди и, отключив дополнительно часть потребителей, еще больше уменьшат дефицит активной мощности и скорость снижения частоты. При частоте 47 Гц (точка 3) сработают АЧР третьей очереди и отключат потребителей, мощность которых достаточна не только для прекращения снижения частоты, но и для ее восстановления.

Устройства АЧР, используемые для ликвидации аварийного дефицита активной мощности, подразделяются на три основные категории.

1 категория АЧР – быстродействующая ($t = 0,1-0,3$ с) с уставками срабатывания от 49 Гц (даже от 49,3 Гц) до 46,5 Гц.

Назначение этой категории АЧР – не допустить глубокого снижения частоты в первое время развития аварии.

2 категория АЧР – предназначена для восстановления частоты до нормального значения, если она длительно «зависает» на уровне 48 Гц. АЧР-2 работает после того, как отработала часть очередей АЧР-1.

Уставки АЧР-2 выбираются уже не по Герцам (как у АЧР-1), а по времени. При этом, по Герцам уставки всех очередей одинаковы и чуть больше уставки 1 очереди АЧР-1, обычно

Гачр-2=49,2 Гц. А вот выдержки времени разных ступеней АЧР-2 отличаются друг от друга на 3 с и могут быть от 5 до 90 с. Величина выдержки времени зависит от того, на какой агрегат мы рассчитываем (если это турбина, ей требуется больше времени на раскрутку).

3 категория – совмещенные АЧР-1 и АЧР-2. Логика при этом сохраняется.

При такой схеме выполнения АЧР гарантируется недопущение снижения частоты ниже 46 Гц и восстановление ее до нормального уровня за 1-1,5 минуты. Допускается неселективная работа смежных очередей АЧР-1 (при уставках, отличающихся друг от друга на 0,1 Гц).

Действие устройств АЧР должно сочетаться с другими видами автоматики. Так, например, для того, чтобы действие АЧР было эффективным, нагрузка потребителей, отключенных при аварийном снижении частоты, не должна подхватываться устройствами АПВ и АВР.

Предотвращение ложных отключений потребителей при кратковременных снижениях частоты в энергосистеме.

Сириус-АЧР. Назначение



Рис.9 Общий вид устройства частотной разгрузки Сириус-АЧР

Микропроцессорное устройство частотной разгрузки Сириус-АЧР предназначено для использования на электростанциях и подстанциях энергосистем с целью ликвидации дефицита активной мощности путем автоматического отключения потребителей при снижении частоты (АЧР) с последующим автоматическим включением отключенных потребителей при восстановлении частоты (ЧАПВ).

Терминал Сириус-АЧР является централизованным устройством, выдающим сигналы отключения и последующего включения одного или нескольких присоединений, подведенных под частотную разгрузку.

Наличие традиционных алгоритмов разгрузки типа АЧР-I, АЧР-II и ЧАПВ (АЧР-I имеет возможность блокировки по величине скорости снижения частоты), позволяет использовать устройство Сириус-АЧР для замены существующих блоков АЧР.

Устройство Сириус-АЧР обеспечивает следующие эксплуатационные возможности:

Три очереди разгрузки: АЧР-I, АЧР-II и ЧАПВ;

Совмещенная АЧР-II со ступенью АЧР-I (общее реле);

Блокировка АЧР-I по скорости снижения частоты;

Наличие контрольного канала для защиты от ложных срабатываний;

Контроль по напряжению;

Встроенный генератор частоты для проверок.

2.7 Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики

В настоящее время большинство фирм-производителей устройств релейной защиты и электроавтоматики (РЗА) прекращает выпуск электромеханических реле и переходит на микропроцессорную элементную базу. Это объясняется следующими достоинствами микропроцессорных устройств.

1. Элементная база (промежуточные трансформаторы, электронная часть, выходные устройства) у большинства устройств РЗА получается практически одинаковой. Отличие заключается в программном обеспечении.
2. В силу идентичности устройства комплектов различного назначения, достигается высокая степень автоматизации производства с минимальной долей ручного труда.
3. Микропроцессорные устройства РЗА органически входят в автоматизированную систему управления технологическим процессом (АСУ ТП) электрической части сетей и систем и обеспечивают высокую степень информатизации электроэнергетических процессов. В конечном счете это (со временем) должно повысить надежность электро-энергетических сетей и систем.
4. Микропроцессорные устройства являются интеллектуальными системами, обладающими возможностью совершенствования путем изменения программного обеспечения и использования более перспективных принципов выполнения (алгоритмов) защиты. Изменение алгоритмов и программ возможно осуществлять в ходе эксплуатации.
5. Эти устройства не требуют использования мощных ТТ и ТН, т. к. их потребление по цепям тока и напряжения крайне мало (единицы вольт и миллиамперы).

Широкое внедрение микропроцессорных устройств сдерживается их высокой стоимостью и практически отсутствием в России производства микропроцессорной техники. Однако это явление временное и в перспективе микропроцессорная техника в РЗА альтернативы не имеет (другие устройства с ней со временем будут неконкурентоспособны).

Центральным элементом рассматриваемых устройств является микропроцессор - однокристалльная электронно-вычислительная машина (ЭВМ) с оперативным (ОЗУ) и постоянным (ПЗУ) запоминающими устройствами, таймером, устройствами ввода и вывода.

Устройство подразделяется на аналоговую и цифровую части. В состав аналоговой части входят преобразователи «ток — напряжение» (промежуточные трансформаторы тока i/u), «напряжение - напряжение» (промежуточные трансформаторы напряжения u/u) и коммутатор аналоговых сигналов (мультиплексор МПл). Входным элементом цифровой части является аналогово-цифровой преобразователь (АЦП). Выходные сигналы (в цифровой форме) АЦП подаются на входы портов ввода-вывода (ПВВ) микропроцессора. Благодаря мультиплексору удается с помощью одного достаточно дорогостоящего АЦП последовательно осуществлять преобразование нескольких аналоговых сигналов в цифровую форму.

Арифметико-логическое устройство (АЛУ) микропроцессора по программе, заложенной в постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), с участием оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) производит обработку информации и принимает решение о необходимости отключения защищаемой линии.

Если такая необходимость есть, то срабатывают одно или несколько выходных реле из их комплекта (КВР), через контакты которых подается сигнал на отключение выключателя Q.

Данные о срабатывании выходных реле, параметрах срабатывания устройства защиты и др. могут быть выданы для персонала на жидкокристаллический индикатор (ЖКИ).

Требуемая информация может быть передана в АСУ ТП с помощью интерфейса RS232 или RS485. Коррекция программ, заложенных в ПЗУ, и настройка устройства может производиться с помощью клавиатуры (КЛ). Электропитание устройства осуществляется с помощью блока питания (БП).

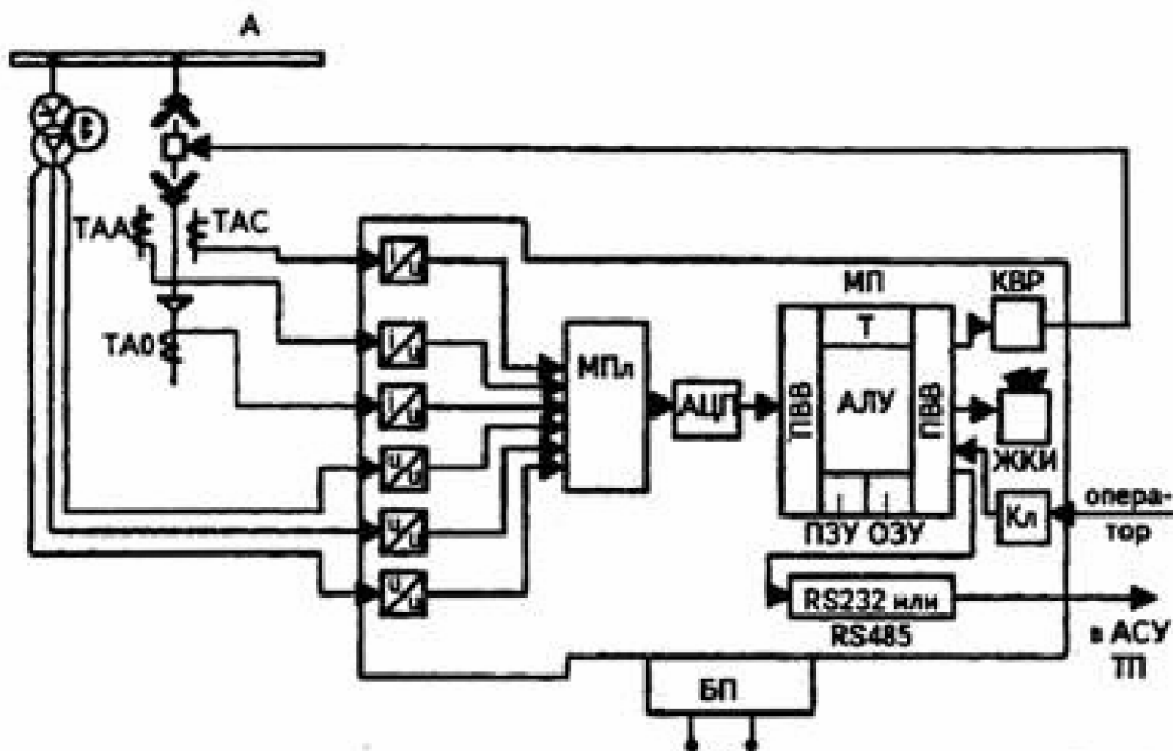


Рис. 10. Упрощенная структура микропроцессорного устройства релейной защиты линии 6-10 кВ

Характеристики микропроцессорных устройств релейной защиты во многом повторяют характеристики аналогичных устройств, выполненных на электро-механической или электронной элементной базе.

Микропроцессорные блоки релейной защиты и автоматики БЭМП.



Рис. 11. Общий вид блока релейной защиты и автоматики БЭМП

Микропроцессорные блоки релейной защиты и автоматики серии БЭМП выполняют все необходимые функции релейной защиты, автоматики, сигнализации и управления для присоединений среднего напряжения 6-35 кВ.

БЭМП применяется в качестве основного устройства РЗА присоединений комплектных распределительных устройств (КРУ) электрических станций и распределительных подстанций сетевых предприятий, промышленных предприятий, а также предприятий нефтяного и газового комплекса.

Типовые функциональные схемы позволяют использовать БЭМП в качестве:

защиты кабельных и воздушных линий;
защиты вводных и секционных выключателей;
защиты синхронных и асинхронных двигателей;
устройства контроля напряжения секции шин;
устройства автоматической частотной разгрузки;
устройства быстрого автоматического ввода резерва и другие.

Основные функции

релейная защита и автоматика присоединения;
управление выключателем;
сигнализация.

Дополнительные функции

Настраивается и управляется как со встроенного пульта, так и с персонального компьютера по переднему и заднему порту. Выполняет следующие дополнительные функции:

измерение действующих значений токов и напряжений;
технический учет электроэнергии;
автоматическая регистрация событий и параметров аварий;
автоматическое осциллографирование аварийных процессов;
определение места повреждения;
связь с АСУ ТП и персональным компьютером;
сбор данных для диагностики ресурса выключателя;
программно-аппаратная самодиагностика.

Основные технические данные.

БЭМП работает на подстанциях с постоянным или выпрямленным оперативным током номинальным напряжением U_n 110 или 220 В или переменным оперативным током номинальным напряжением 220 В.

При работе на переменном оперативном токе блоки могут запитываться от блоков питания БПНТ, БПТ 11, БПН 11, БПТ 1002, БПН 1002.

Широкий рабочий температурный диапазон от -40 до +55 °С позволяет использовать БЭМП в релейных отсеках КРУ как внутренней, так и наружной установки.

Напряжение питания (диапазон $=/\sim$), В от 88 до 242

Программирование БЭМП осуществляется при помощи специального редактора (RAD-средства), который позволяет качественно улучшить разработку программного обеспечения и обеспечивает:

построение схемы релейной защиты на графическом языке функциональных блоков (ФБ) с помощью встроенной библиотеки ФБ: реле тока, напряжения, частоты, направления мощности, времени, логических элементов и др.

настройку функций регистрации событий и осциллографирования с произвольным выбором аналоговых и дискретных сигналов;

редактирование структуры меню;

редактирование структуры и свойств переменных (регистров, доступных для АСУ ТП);

реализацию дополнительных функций управления и автоматики с помощью свободных дискретных входов и выходных реле;

автоматическое формирование документации (схемы, структуры меню и таблицы регистров АСУ ТП) в соответствии с разработанной функциональной схемой;

симуляцию произвольных дискретных и аналоговых сигналов для проверки отладки функциональной схемы;

до 32 групп уставок.

Реализация в БЭМП свободно программируемой логики, назначения дискретных

входов и выходных реле блоков, а также применение цифровой фильтрации аналоговых сигналов позволяет модифицировать типовые функциональные схемы и разрабатывать новые без изменения аппаратной части, кроме уточнения необходимого количества измерительных входов тока и напряжения, дискретных входных сигналов и выходных реле.

В БЭМП предусмотрено два вида регистрации параметров аварийных режимов работы защищаемого присоединения:

Регистратор параметров аварийных событий фиксирует измеряемые величины, необходимые для последующего анализа возникновения повреждения и правильности работы защит и автоматики:

дату/время пуска, срабатывания защит и отключения повреждения (возврата защит); минимальные и максимальные значения токов/напряжений/частоты в течение аварийного процесса.

Автоматическое осциллографирование аварийных процессов (с пуском от функций защит и автоматики) защищаемого присоединения производится с записью предаварийного режима (до 0,5 с). Запись нескольких осциллограмм подряд производится без "мертвых зон". Осциллограммы, считанные по последовательному каналу, хранятся в формате COMTRADE.

Реализована логика местного и дистанционного управления выключателем с выполнением следующих функций:

контроль исправности цепей управления;

контроль положения выключателя;

блокировка многократных включений выключателя.

Допустимый импульсный ток, протекаемый через контакты выходных реле БЭМП (30 А в течение 4 с), позволяет управлять вакуумным выключателем непосредственно от самого блока.

В БЭМП автоматически регистрируются параметры, необходимые для расчета ресурса выключателя:

счетчик циклов отключения/включения до 65535

суммарный ток отключений/включений, кА до 100 000

длительность последней коммутации, с до 1,00

Последовательный канал связи с АСУ ТП и ПК.

БЭМП имеет два независимых порта последовательной связи с АСУ ТП (на задней панели) и персональным компьютером (на лицевой панели), осуществляющих прием и передачу данных. Механизм уникальных идентификаторов событий и осциллограмм, реализованный в БЭМП, существенно облегчает ведение баз данных в АСУ ТП и позволяет исключить ошибки при анализе.

Наличие отдельного модуля связи с АСУ ТП позволяет реализовывать протоколы: Modbus, МЭК 60870-5, МЭК 61850. Реализован выбор оптимальной скорости передачи до 38400 бит/с по каналу RS485 (для АСУ ТП) и RS232C (для ПК).

Для настройки и обслуживания блока или группы микропроцессорных блоков серии БЭМП, объединенных в локальную сеть, разработано фирменное программное обеспечение, которое позволяет:

дистанционно управлять выключателем;

считывать текущие измеренные значения электрических параметров присоединения;

считывать и работать с журналом событий (просмотр/поиск/фильтрация);

определять состояние дискретных входов и выходных реле блоков;

считывать параметры аварийных событий;

считывать осциллограммы нормальных и аварийных режимов;

считывать/изменять уставки и переключать группы уставок защит и автоматики.

БЭМП выполнен в виде 19" кассеты EuroracPro одно- или двухрядного исполнения в зависимости от количества дискретных входных сигналов и выходных реле, что

обеспечивает высокую ремонтпригодность блока путем замены неисправной платы (группы дискретных входов или выходных реле, источника вторичного электропитания и т.д.).

На лицевой панели расположен встроенный пульт, который состоит из 2-х строчного вакуумного люминесцентного индикатора, 6 кнопок управления и 16 светодиодов сигнализации. БЭМП имеет заднее присоединение проводников под винт, для присоединения токовых цепей используется самозакорачивающийся разъем. Также имеется переднее присоединение проводников с использованием выносного пульта. Микропроцессорные устройства релейной защиты являются весьма сложными устройствами со специфическим принципом действия, не имеющим ничего общего с обычными (традиционными) реле защиты. В связи с этим возникает вопрос о том, насколько вообще микропроцессорное реле является собственно реле.

Микропроцессорное реле – это самый настоящий компьютер на основе процессора фирмы Intel или AMD (рис. 1), содержащий дополнительно плату с входными трансформаторами тока и напряжения (рис. 2), согласованными по параметрам с внешними трансформаторами тока и напряжения, а также плату с набором миниатюрных выходных электромагнитных реле.

Записанная в специальный чип (так называемый «software-key», фактически это постоянное запоминающее устройство – ПЗУ) программа позволяет обрабатывать входные сигналы таким образом, чтобы смоделировать действие того или иного вида защитного реле. Заменяв один такой чип на главной плате на другой, можно получить реле любого типа. То есть микропроцессорное реле является всего лишь виртуальным, а не настоящим реле.

Можно возразить, что многие из имеющихся на рынке устройств защиты на самом деле являются узкоспециализированными устройствами, предназначенными для выполнения строго определенного и весьма ограниченного набора функций, присущих только реле конкретного вида. Да и называются такие устройства как конкретный вид реле, например «реле частоты». Программирование такого реле сводится в основном к записи в его память требуемых порогов срабатывания, временных интервалов, выбора того или иного типа рабочей характеристики из некоторых возможных. Но и в этом случае ограничения на выполняемые функции накладываются вовсе не микропроцессором, которому совершенно всё равно, какие сигналы обрабатывать, а ПЗУ, в котором записана программа работы этого микропроцессора, и количеством входных и выходных каналов.

Если использовать в устройствах, выполняющих функции реле защиты, не ПЗУ с программой, записанной производителем, а СППЗУ – стираемое программируемое запоминающее устройство или ЭСППЗУ – электрически стираемое программируемое запоминающее устройство, и портативный программатор, позволяющий записать в память любой алгоритм действия микропроцессора, то вместо реле частоты получим некое универсальное устройство защиты.

При этом оно практически ничем не будет отличаться от широко применяемых сегодня универсальных микропроцессоров с цифровыми и аналоговыми входами, например таких, как Modicon, Siemens 7S-200, и многих других. Каждое такое устройство может иметь десятки входных модулей для преобразования входных сигналов в двоичный или шестнадцатиричный цифровой код, сотни виртуальных таймеров разных видов, компараторов, счетчиков с различной конфигурацией, разных типов триггеров, одно-вибраторов, огромное количество регистров памяти, используемых для записи промежуточных результатов, мощные выходные модули и т.д.

Из этого набора виртуальных элементов с помощью компьютерной программы, работающей под Windows, рисуют на экране (почти как в известных графических программах) сложнейшие системы автоматики, которые затем загружают в контроллер.

Включив опцию «симуляция», можно увидеть на экране компьютера, как будет работать вся эта система автоматики в режиме реального времени или в специально смоделированных аварийных режимах.

Совершенно очевидно, что внутренняя архитектура и принципы работы микропроцессорных устройств имеют очень мало общего с устройствами, определенными как электрические реле. Поэтому, по мнению автора, внутреннее устройство и принцип действия микропроцессорных устройств, в том числе и реле защиты, должны рассматриваться и изучаться не специалистами по релейной защите, а специалистами в области компьютерной техники.

Однако, поскольку такие виртуальные микропроцессорные устройства широко применяются в качестве реле защиты, целесообразно рассмотреть некоторые важные аспекты, связанные с применением таких реле. Сначала рассмотрим те преимущества микропроцессорных реле, которые отмечаются в рекламных проспектах производителей.

Главная плата универсального микропроцессорного реле с установленными на ней стандартным «компьютерным» микропроцессором (1) и постоянным запоминающим устройством (2) с программой, определяющей тип реле.

Плата микропроцессорного реле с входными трансформаторами тока и напряжения

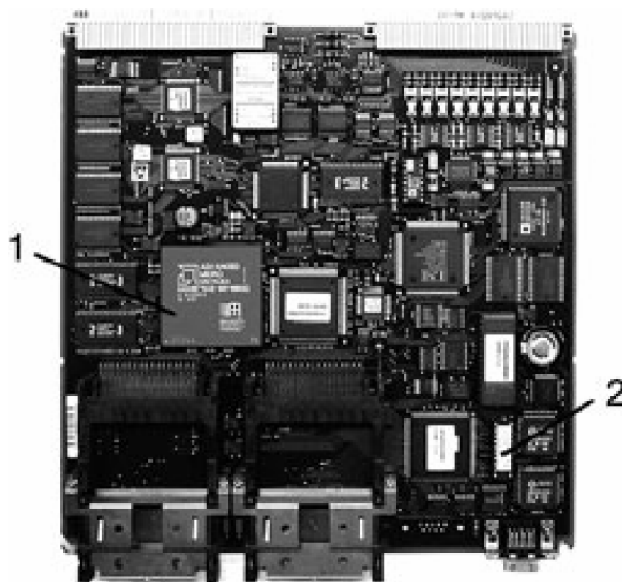


Рис. 12 Плата микропроцессорного реле

«Преимущества» микропроцессорных реле.

Позволяют записывать и потом воспроизводить для анализа аварийной ситуации режимы, непосредственно предшествовавшие аварии и в течение аварии.

А раньше такой возможности у энергетиков не было? Разве не существует огромное количество всевозможных регистраторов аварийных режимов и регистраторов срабатываний реле? ABB, Areva, Siemens, Ametek, NextPhase, Dewetron – далеко не полный перечень ведущих мировых производителей таких регистраторов и анализаторов аварийных режимов.

Позволяют с помощью подключенного компьютера изменять уставки срабатывания и переходить с одной характеристики на другую чисто программными средствами. Это действительно удобнее, чем настраивать реле с помощью потенциометров и отвертки, но сколько раз в течение 10–20 лет приходится в реальных условиях изменять режимы настройки реле? Два-три, не больше.

Позволяют передавать всю информацию об их состоянии на удаленные диспетчерские пункты через специальные каналы связи.

А разве до микропроцессорных реле не применялись дистанционные многоканальные системы передачи данных (например, SCADA), осуществляющие передачу информации о срабатывании каждого электромеханического реле на главный диспетчерский пульт?

Позволяют менять конфигурацию комплекта релейной защиты: включать или отключать отдельные функции (то есть как бы подключать или отключать отдельные реле) чисто программными средствами, с помощью подключенного внешнего компьютера.

Это действительно намного удобнее, чем устанавливать дополнительные реле и переделывать монтаж в панелях релейной защиты. Но опять возникает тот же самый вопрос: как часто приходится прибегать к таким операциям? Один (или два в самом неблагоприятном случае) раза за весь срок службы реле (25 – 30 лет).

Одно небольшое по размерам микропроцессорное реле может заменить целую группу обычных электромеханических реле. Особенно это относится к сложным защитам типа дистанционных. Благодаря этому можно сэкономить дорогостоящие площади, занимаемые шкафами с релейной защитой.

Действительно, сложные микропроцессорные реле занимают площади для монтажа в 5–10 раз меньшие, чем аналогичный по функциональным возможностям комплект обычных реле. Но вот каверзный вопрос: какую часть площади всей электростанции или подстанции удастся сэкономить при переходе от обычных электромеханических реле к микропроцессорным? Одну стотысячную или одну миллионную?

Позволяют реализовать значительно более высокую чувствительность к аварийным режимам, чем электромеханические реле.

И это чистейшая правда, но вопрос в том, всегда ли нужна такая чувствительность и точность в релейной защите энергетических объектов? Яркий пример тому – микропроцессорные реле частоты, обеспечивающие срабатывание при отклонении частоты на 0,005 Гц, в отличие от простых аналоговых электронных реле с точностью срабатывания 0,01–0,05 Гц (для разных моделей). Интересно, есть ли где-нибудь в мире электростанция или подстанция, на которых используется реле частоты, производящее какие-либо операции в энергосистеме при отклонении частоты на 0,005 Гц от номинального значения? Во многих случаях бывает избыточной чувствительность даже обычных электромеханических или аналоговых электронных реле и их приходится искусственно загроублять.

Более высокая надежность статических микропроцессорных реле по сравнению с электромагнитными реле, содержащими механически перемещающиеся элементы. Действительно, кажется неоспоримым тот факт, что статическое устройство, не содержащее подвижных элементов, намного надежнее в работе, чем сложный механизм со множеством взаимодействующих элементов. Но это только на первый взгляд. При более тщательном рассмотрении оказывается, что всё не так просто.

Во-первых, количество срабатываний (то есть перемещений подвижных элементов) электромеханических реле защиты совершенно мизерно по сравнению с их ресурсом. В личной практике автора были случаи, когда на проверку поступали реле с заводским дефектом, которые находились в эксплуатации свыше 10 лет. Тот факт, что эти дефекты не были выявлены в течение свыше 10 лет, говорит лишь о том, что в течение всего этого времени реле ни разу не сработало (а еще о том, что недопустимо проводить проверки реле так редко). О каком механическом износе подвижных частей может идти речь в таких случаях?

Во-вторых, количество элементов, из которых построено микропроцессорное реле, в сотни-тысячи раз больше, чем количество элементов, из которых состоит электромеханическое реле. А из теории надежности известна обратно пропорциональная зависимость между количеством элементов и надежностью сложных систем. Что касается надежности самих элементов, то и тут не всё так просто. В электромеханическом

реле под воздействием внешних факторов, способных вызвать повреждение, находятся лишь катушки электромагнитов и изоляция внутренних монтажных проводов. Сами по себе это очень надежные и устойчивые элементы, но если бы возникла необходимость в дальнейшем повышении надежности, то катушки можно было бы пропитать эпоксидным компаундом под вакуумом и использовать монтажные проводники во фторопластовой изоляции.

В микропроцессорных реле практически все электронные элементы находятся под воздействием приложенного напряжения питания, а часть из них – и под воздействием входного тока или напряжения. Часть элементов постоянно находится в режиме генерации сигналов. Некоторые компоненты (например, электролитические конденсаторы) усиленно стареют при постоянном воздействии рабочего напряжения. Что касается микросхем – основных активных элементов микропроцессорных реле, то именно они являются причиной большинства отказов реле (см. рис. 4 в [1]).

Не удивительно поэтому, что исследования, выполненные исследовательским отделом Israel Electric Corporation [2], привели к выводу о том, что надежность микропроцессорных реле ниже, чем электромеханических и полупроводниковых статических реле. Компоненты микропроцессорных реле выходят из строя чаще, чем элементы реле других видов. При этом отмечается, что имеющийся в сложных микро-процессорных реле внутренний мониторинг исправности не спасает дело, так как, во-первых, это мониторинг только основных режимов крупных функциональных блоков, а не исправности элементов, а во-вторых, информация о выходе из строя какого-то блока реле поступает к персоналу уже после того, как состоялся отказ реле.

То есть наличие такой внутренней самодиагностики не увеличивает надежность реле.

Это были так называемые «преимущества» микропроцессорных реле защиты.

Рассмотрим далее их недостатки.

Недостатки микропроцессорных реле

Влияние на работу реле электромагнитных возмущений со стороны питающей сети:

Внезапная потеря оперативного питания во время работы реле, вызванная перегрузкой или коротким замыканием в сети, срабатыванием автоматических выключателей в цепи оперативного питания, попаданиями молнии в линии электропередачи, обрывами проводов и др. Такие повреждения могут привести к прерыванию текущей работы оперативной памяти и кэша, зависанию микропроцессора, а иногда и к полной потере данных в том случае, если не приняты специальные меры по организации бесперебойного питания реле.

Электромагнитные шумы или помехи в цепях питания и во входных цепях реле. Такие помехи могут быть вызваны различными факторами и явлениями, например, коммутационными или атмосферными перенапряжениями, излучениями передатчиков или мощного промышленного оборудования, несинусоидальностью напряжения. Из практики эксплуатации микропроцессорных реле известны случаи, когда источником такого излучения, нарушившего нормальную работу микропроцессорного реле, был обычный телефон сотовой связи.

Несимметричные режимы в сети и режимы, связанные с провалами напряжения и с длительным (в течение нескольких секунд и более) понижением уровня напряжения. Такие режимы возникают при включении мощной однофазной нагрузки, при пусках мощных электродвигателей компрессоров, лифтов и др., а также при дефиците мощности в энергосистеме в часы пик. Сложные микропроцессорные реле обычно снабжаются сложными и дорогими источниками питания, способными обеспечить необходимый уровень напряжения на элементах схемы даже при глубоких провалах напряжения питания. Однако в более простых реле такие режимы приводят к нарушению их правильной работы. Причем такие нарушения иногда приводят к очень тяжелым авариям в сети, так как работа микропроцессора при пониженном уровне напряжения питания становится совершенно непредсказуемой.

Перенапряжения в сетях, вызванные сбросом нагрузки, или импульсные коммутационные перенапряжения, которые могут проникнуть в реле через питающую сеть и привести к повреждениям внутренних элементов реле и его полному отказу. Конечно, существуют международные стандарты, в которых изложены требования по защите реле от всех этих воздействий, и разработчики реле принимают специальные меры. Однако практика показывает, что далеко не всегда это спасает от повреждений даже реле ведущих фирм мира.

В литературе описано много случаев сбоев и даже повреждения микропроцессоров от перенапряжений. Известны, например, случаи массовых отказов микропроцессорных реле времени, установленных на атомных электростанциях США. В информационном бюллетене, посвященном этой проблеме [3], описаны случаи повреждения микропроцессорных реле времени от перенапряжений, возникших при отключении катушек промежуточных электромагнитных реле.

Микропроцессорные системы релейной защиты, особенно сложные, например такие, как дистанционные, не всегда адекватно ведут себя при сложных авариях.

Довольно часто наблюдаются случаи сбоев и неправильной работы сложных микропроцессорных защит в реальных условиях эксплуатации. Причем, если проверять такое реле на обычном лабораторном стенде при стандартных сигналах на его входах, то оно будет работать четко и надежно. Проблема заключается в том, что на таком стенде невозможно заранее смитировать все возможные комбинации и искажения сигналов, которые могут произойти в реальной ситуации. Невозможно заранее предусмотреть такие случаи и при разработке реле.

Эта ситуация чем-то напоминает проблемы с персональным компьютером, когда совершенно исправная мощная машина, снабженная неповрежденной мощной программной оболочкой Windows, неожиданно зависает при определенном наборе команд или при одновременном запуске нескольких программ. В большинстве случаев такие проблемы невозможно заранее предусмотреть и предупредить.

Существует довольно странная, на первый взгляд, ситуация, при которой быстродействующие микропроцессорные защиты реагируют на аварийный режим гораздо медленнее, чем электромеханические.

В некоторых энергосистемах для повышения надежности на параллельную работу включены и микропроцессорные, и электромеханические реле. При анализе аварийных ситуаций неоднократно оказывалось, что электромеханическое реле срабатывало и отключало выключатель до того, как успевало отреагировать микропроцессорное реле.

В общем случае, если для срабатывания электромеханического или электронного реле мгновенного действия достаточно 5–15 мс, то для микропроцессорного реле уже необходимо 30–40 мс (по данным производителей). В реальных же условиях оказывалось 80–100 мс. Это связано с тем, что, в отличие от электромеханического или аналогового электронного реле, микропроцессорное реле работает со входными величинами дискретно. Оно «захватывает» текущие значения входных величин, помещает их в буфер, затем захватывает еще один комплект входных величин через определенный промежуток времени и сравнивает его с помещенным в буфер. Если второй комплект окажется идентичным первому, входные величины отправляются в микропроцессор для обработки. В аварийных переходных режимах микропроцессору приходится обрабатывать большие массивы информации в режиме реального времени, сопровождающегося быстрыми и значительными изменениями входных сигналов, и для этого ему необходимо определенное время (иногда сотни миллисекунд). Более того, если уже после запуска микропроцессора ситуация изменилась (например, замыкание на землю одной фазы перешло в двухфазное, а затем и трехфазное), то запущенный процесс вычисления прерывается и все измерения начинаются сначала.

Микропроцессорные реле не привнесли в релейную защиту какие-то новые функции. Они всего лишь объединили функции отдельных реле, добавив функции, выполнявшиеся ранее регистрирующими приборами.

Микропроцессорные реле не обеспечили более высокий уровень надежности электроснабжения и не облегчили работу обслуживающего персонала.

Как отмечается в исследовании, выполненном в Israel Electric Corporation, «микропроцессорные реле возникли как результат прогресса в области электроники и в развитии статических электронных реле». Так зачем же потребовалось усложнять себе жизнь и вводить в эксплуатацию сложные микропроцессорные реле, с одной стороны, не имеющие никаких существенных преимуществ перед традиционными, а с другой, обладающие целым веером собственных проблем?

Оказывается, на это есть одна очень существенная причина. Но она лежит не в сфере электроэнергетики, которую мы рассматривали до сих пор, а в сфере производства реле.

Производить микропроцессорные реле несравненно более выгодно, чем электромеханические и даже аналоговые электронные. Это объясняется возможностью полной автоматизации всех технологических процессов производства и контроля параметров микропроцессорных реле. Крупнейшие международные концерны, такие как ABB, General Electric, Siemens, Alstom, уже давно стали «законодателями моды» в области электроэнергетики и определяют сегодня магистральные пути развития не только релейной защиты, но и всей электроэнергетики.

Несмотря на отмеченные недостатки и проблемы, тенденции развития релейной защиты таковы, что широкое и всё возрастающее применение микропроцессорных реле защиты неизбежно. В связи с этим энергетические компании должны четко представлять те трудности и проблемы, с которыми им придется столкнуться, и заблаговременно принять все необходимые меры.

В частности, нейтрализация возможности преднамеренного дистанционного воздействия на такие реле террористами и криминальными элементами обеспечивается заменой всех электрических проводов, подключенных к микропроцессорному реле (за исключением питания, разумеется), на оптоволоконные кабели и использованием оптоэлектронных трансформаторов тока и напряжения вместо традиционных электромагнитных.

Цепи питания микропроцессорных реле должны иметь полную гальваническую изоляцию от электрической сети, например, за счет использования системы мотор-генератор. Если по экономическим причинам это невозможно, должны быть использованы мощные высокочастотные фильтры и ограничители напряжений во всех ступенях цепей питания, цепей тока и напряжения. Реле должны быть установлены в полностью металлических шкафах, изготовленных по специальной высокочастотной технологии (с использованием электропроводных резиновых прокладок и смазок и т.п.). Необходимо принять специальные меры по снижению сопротивления цепей заземления, разделению цепей заземления высокочувствительной электронной аппаратуры и силовой высоковольтной.

Это та цена, которую необходимо заплатить за прогресс в области релейной защиты.

2.8 Средства телемеханики в электрических сетях

Средства телемеханики являются неотъемлемой частью диспетчерского управления энергетическими системами и обеспечивают возможность осуществления непрерывного контроля за работой энергообъектов и оперативного руководства выработкой и распределением электрической энергией.

Средства телемеханики (телеуправление, телесигнализация, телеизмерение и телерегулирование) применяются для диспетчерского управления территориально рассредоточенными электроустановками, связанными общим режимом работы, и их контроля. Благодаря применению средств телемеханики повышается эффективность диспетчерского управления, т. е. улучшается ведение режимов электрических сетей,

ускорение ликвидации нарушений и аварий, повышается экономичность и надежность работы электроустановок, снижается численность производственного персонала (возможен отказ вообще от постоянного дежурства персонала), уменьшаются площади производственных помещений и т. п.

В первую очередь средства телемеханизации используются для сбора информации о режимах работы, состоянии основного коммутационного оборудования, изменений при возникновении аварийных режимов или состояний, а также для контроля за выполнением распоряжений по производству переключений (плановых, ремонтных, оперативных) или ведению режимов эксплуатационным персоналом.

Телеуправление применяется на объектах без постоянного дежурства персонала.

Согласно ПУЭ, телеуправление должно предусматриваться в объеме, необходимом для централизованного решения задач по установлению надежных и экономически выгодных режимов работы электроустановок, работающих в сложных сетях, если эти задачи не могут быть решены средствами автоматики.

Телесигнализация предусматривается для отображения на диспетчерских пунктах положения и состояния основного коммутационного оборудования.

Телеизмерения должны обеспечивать передачу основных электрических и технологических параметров (характеризующих режимы работы отдельных электроустановок), необходимых для установления и контроля оптимальных режимов работы всей системы энергоснабжения в целом, а также для предотвращения или ликвидации возможных аварийных процессов. Телеизмерения наиболее важных параметров, а также параметров, необходимых для последующей ретрансляции, суммирования или регистрации, должны выполняться, как правило непрерывными.

Оперативное управление в электрических сетях осуществляется оперативно-диспетчерской службой. В предприятии электрических сетей создается диспетчерский пункт предприятия (ДП ПЭС), а в районе — диспетчерский пункт района электрических сетей (ДП РЭС). Для них предусматриваются средства диспетчерской, технологической и местной связи.

Район электрических сетей (РЭС) обслуживает распределительные сети при территориальной форме обслуживания электроустановок. В состав РЭС входят: оперативно-диспетчерская группа, участки, группы подстанций, специализированные бригады. Для ДП РЭС средства телемеханики предусматриваются для трансформаторных подстанций, 110/10, 110/35/10, 35/10 кВ. Средства телемеханики устанавливаются на подстанциях в объеме:

- 1) *телеуправления* коммутационным оборудованием, имеющим существенное значение для работы подстанций в схеме сети (обычно исполнительные органы, осуществляющие управление объектом, обладают дискретной природой и имеют малое число возможных состояний, например, "замкнуто" — "разомкнуто", "включено" — "выключено") ,
- 2) *телесигнализации* положения коммутационного оборудования подстанций (как правило, система телесигнализации передает сведения о дискретных состояниях контролируемых объектов, например, "включено" — "выключено"),
- 3) *аварийно-предупредительной телесигнализации*:

- работа защиты — один общий сигнал,
- авария трансформатора (работа газовой и дифференциальной защиты на отключение) — один сигнал для всех трансформаторов,
- ненормальная работа трансформатора (сигнализация о перегрузке, работа первой ступени газовой защиты, перегрев, понижение уровня масла) — один сигнал с трансформатора,
- земля на секции 35 кВ — один сигнал с секции,
- неисправность на подстанции (неисправность во вторичных цепях, попадание напряжения на подстанции, выход из строя стабилизатора питания) — один общий сигнал,

4) *телеизмерения по вызову* (тока трансформатора, тока отходящих линий напряжением 10 и 35 кВ, напряжения на шинах 35 и 10 кВ).

На двухобмоточных трансформаторах амперметр устанавливается в цепи одной из обмоток, так как токи в обмотках пропорциональны и по одному амперметру можно судить о нагрузке обеих обмоток. На трехобмоточных трансформаторах для контроля за нагрузкой (по току) амперметры устанавливаются в цепи всех трех обмоток. Это необходимо потому, что токи в обмотках могут быть сдвинуты по фазам и по нагрузке двух обмоток нельзя судить о нагрузке третьей. Ввиду практического отсутствия перекаса нагрузок у трансформаторов на них обычно устанавливается амперметр лишь на одной фазе. У трансформаторов с заземленной нейтралью амперметры устанавливаются во всех трех фазах.

2.9 Каналы связи для передачи телемеханической информации.

Любой процесс управления включает собственно управление, то есть воздействие на объект с целью изменения его состояния (положения в пространстве, значений его параметров), и контроль за состоянием объекта. Управление и контроль с помощью средств Т. осуществляются обычно с пункта управления (ПУ) или диспетчерского пункта (ДП), где находится оператор (диспетчер). Объекты управления могут быть сосредоточены в одном месте, на одном контролируемом (управляемом) пункте (КП) либо рассредоточены, то есть расположены по одному или группами (на нескольких КП) на большой территории (в пространстве). Расстояние между КП и ПУ может быть от нескольких десятков (например, при управлении строительным краном) до десятков и сотен тысяч км (например, при управлении автоматической межпланетной станцией). Для передачи телемеханической информации используют выделенные для этого линии связи (проводные и кабельные), радиоканалы, оптические, гидравлические и акустические каналы, распределительные электрические сети и линии электропередачи. Нередко телемеханическая информация передаётся по каналам, предназначенным для передачи др. сигналов — например, по телефонным каналам и каналам передачи данных. В этом случае для телемеханических сигналов выделяют определённый диапазон частот канала или целиком незанятый телефонный или телеграфный канал.

По одному стандартному телефонному каналу можно передавать управляющую информацию на десятки и даже сотни КП. При использовании выделенных проводных линий аппаратура КП обычно подключается параллельно к общей линии, структура которой может быть достаточно сложной (древовидной, кольцевой, кустовой и смешанной). Значительно реже (вследствие низкой надёжности) применяется цепочечное соединение линий связи и аппаратуры отдельного КП. Если для передачи телемеханической информации используют радиоканалы, то Т. называется радиотелемеханикой. Совокупность устройств, посредством которых с помощью человека-оператора осуществляется управление объектами и контроль за их состоянием на расстоянии, называется телемеханической системой (ТМС). Соответственно системы Т., выполняющие функции только управления и только контроля, называются системами телеуправления (ТУ) и телеконтроля (ТК).

Частично в телемеханической системе управляющие воздействия могут вырабатываться управляющим автоматом (например, для автоматического аварийного отключения оборудования, подключения нагрузок к энергосистеме, управления устройствами по заранее заданной программе и т. п.). При телеуправлении сложными объектами используются ЭВМ для обработки полученной контрольной информации, функционирующие в режиме «советчика». Такие телемеханические системы называются телеинформационными. Телемеханические системы, в которых управляющие воздействия вырабатываются полностью автоматически, называются телеавтоматическими системами управления.

При ТУ команды управления передаются оператором (диспетчером) с ПУ или ДП по каналу связи на объекты (к КП). Команды формируются оператором на пульте управления с помощью органов ручной коммутации (тумблеров, переключателей, кнопок). С ПУ в линию связи поступает кодированный сигнал, обычно в виде последовательности импульсов с определёнными признаками (см. Код в телемеханике). Из-за необходимости обеспечивать высокую надёжность передачи команд управления в ТУ применяются специфические методы кодирования, а также методы обнаружения и исправления ошибок с помощью квитирования сигналов (повторения сигналов по обратному каналу). При приёме кодовая посылка преобразуется в управляющее воздействие на соответствующий исполнительный механизм (например, в простейшем случае — на реле, включающее двигатель).

При ТК информация передаётся в обратном направлении — от объекта (с КП) к оператору (на ПУ или ДП). Контрольная информация о состоянии объекта поступает обычно с измерительных преобразователей (датчиков), реагирующих на изменения параметров объекта. Для удобства передачи такой информации используют кодирование и модуляцию или только одну модуляцию, в том числе двух- и трёхкратную (например, двухкратную частотную, широтно-импульсную и затем частотную модуляцию). На ПУ после демодуляции и декодирования индикаторы воспроизводят значение измеряемого параметра или отображают изменение состояния (положения) объекта управления. Сообщения, передаваемые системой ТК, обычно содержат информацию двух видов: сигнализирующую, дающую качественную оценку состояния как отдельных органов управления объекта («включено», «выключено», «открыто» и т. д.), так и объекта в целом («стоит», «движется», «вверху», «внизу» и др.), а также параметров, характеризующих объект («норма», «меньше нормы», «больше нормы», «авария» и др.), и измерительную, дающую количественную оценку контролируемого параметра (например, температуры, давления, напряжения в электрической цепи, угла поворота вала и т. д.). Поэтому и соответствующие процессы ТК называются телесигнализацией (ТС) и телеизмерением (ТИ).

Телеуправление и телеконтроль отличаются от дистанционного управления и дистанционного контроля тем, что все сигналы ТУ и ТК передаются по одной линии связи (существуют многопроводные системы Т., однако число проводов в них существенно меньше числа управляемых или контролируемых объектов). Эта особенность Т. позволяет осуществлять передачу информации на расстояние с меньшими материальными затратами, чем при дистанционном управлении.

Большинство объектов управления — двухпозиционные; они могут находиться в одном из двух состояний (позиций), например во включенном или отключенном. Таковы, например, электродвигатели, осветительные приборы, ж. -д. стрелки. Поэтому и команды управления, как правило, имеют дискретный характер: «включить» — «отключить», «пуск» — «остановка» и т. д. Однако иногда оказывается необходимым плавное изменение управляемого параметра. В этом случае оператор посылает непрерывные сигналы управления и по поступающей от объекта измерительной информации координирует свои дальнейшие действия. Та-кой вид ТУ называется телерегулированием (ТР).

Для чёткой, надёжной работы оператора необходимо переданную и принятую информацию представить в виде, наиболее удобном для восприятия её человеком. Для этого на ПУ используются различные сигнализаторы, индикаторы, устройства регистрации автоматической.

Для обеспечения независимой передачи (и приёма) многих сигналов по одному каналу связи в Т. применяется так называемое разделение сигналов, при котором сигналы сохраняют индивидуальные свойства и не искажают друг друга. Из множества способов разделения сигналов (см. Многоканальная связь) в Т. обычно применяется разделение по времени (каждому объекту отводится определённый интервал времени), по частоте (для каждого объекта устанавливается своя полоса частот), смешанное — частотно-временное

(например, для КП — частотное, а для объектов в рамках одного КП — временное) и адресное (каждому КП присваивается адрес, и все сообщения обязательно начинаются с кода адреса выбранного КП).

2.10 АСДУ электроэнергетических объектов

АСДУ представляет собой совокупность технических средств и информационно-математического обеспечения, которые используются при диспетчерском управлении на основе ЭВМ. Техника, используемая для создания АСДУ, программное обеспечение и принципы построения системы позволяют учесть особенности сети или схемы. Высокая надежность каждого элемента позволяет получить надежную систему управления, широкая номенклатура средств передачи данных и открытость системы позволяет ей сопрягаться с различными ранее созданными или вновь создаваемыми приборами и системами энергетики.

АСДУ имеет двухуровневую структуру. Нижний уровень ведет сбор и первичную обработку информации с контролируемых объектов, производит решение локальных задач сигнализации, измерений, диагностики, управления и защиты, передает результаты работы на более высокие по иерархии уровни системы управления. Для этого используются программируемые контролеры в комплексе с датчиками и преобразователями для измерения тока, напряжения, мощности и т. д. со стандартным выходным аналоговым либо числоимпульсным сигналом. Аппаратура этого уровня расположена непосредственно на объектах управления, или вблизи этих объектов. Верхний уровень служит для последующей обработки, хранения, представления, документирования информации, для оперативного контроля и управления, а также для передачи информации на более высокий уровень управления. Для реализации верхнего уровня используется ПЭВМ. Оборудование для функционирования верхнего уровня располагается на диспетчерском пункте РЭС.

2.11 Автоматизация учета электрической энергии (АСКУЭ)

Автоматизированная система контроля и управления энергопотреблением (АСКУЭ), внедряемые в настоящее время в энергетических подразделениях, позволяют повысить эффективность контроля и регулирования электропотребления за счет повышения точности и оперативности учета электроэнергии. Повышение эффективности работы энергосистемы в целом при внедрении АСКУЭ может быть достигнуто за счет рационального использования и экономии энергии потребителями, повышение качества краткосрочного прогнозирования электропотребления энергоемких предприятий, совершенствование системы расчетов с абонентами, выравнивание суммарного графика электрических нагрузок.

Функции, выполняемые комплексом программного обеспечения АСКУЭ:

- автоматизация оперативного централизованного сбора информации о расходе энергоресурсов;
- получение достоверных учетных и отчетных данных по показателям энергопотребления, технический учет электроэнергии по подстанциям, линиям, потребителям или группам потребителей, районам электрических сетей, предприятиям электрических сетей, производственным объединениям энергосистемы и энергосистеме в целом, а также по сетям каждой ступени номинального напряжения;
- оперативная обработка информации;
- сокращение времени сбора и обработки информации;
- уменьшение трудоемкости сбора и обработки информации;
- сокращение числа промежуточных звеньев при обработке информации и составления документации о расходе и потреблении энергоресурсов;

- регулирование расходной составляющей баланса мощности в энергосистеме в период прохождения максимума нагрузки;
- рациональное электроснабжение потребителей, обеспечивающее выполнение промышленностью производственных планов в условиях лимитирования по энергопотреблению;
- контроль правильности работы приборов учета, борьба с хищениями электрической энергии.

Автоматизация учета электроэнергии на электростанциях, подстанциях и промышленных предприятиях осуществляется в целях:

- повышения достоверности баланса электроэнергии на шинах электростанций и подстанций;
- снижения коммерческих потерь электроэнергии за счет своевременного снятия показаний электросчетчиков;
- повышения скорости обработки информации;
- оперативного контроля за выполнением диспетчерского графика нагрузок электростанции;
- повышения точности учета и оперативности контроля максимальной активной мощности предприятия в часы максимальной нагрузки энергосистемы;
- контроля расхода активной энергии на предприятии по цехам, участкам, энергоемким потребителям за расчетный период.

Автоматизацию учета следует осуществлять созданием системы учета состояний из технических средств, имеющих метрологическую, информационную, электрическую и конструктивную совместимость. По мере увеличения объема информации и возникновения новых объектов и задач энергосбережению система должна с минимальными затратами расширять свои функциональные возможности. Этого можно добиться благодаря модульному принципу построения.

Основной целью учета электроэнергии в энергосистемах является контроль объемов ее производства и потребления, а также получение достоверной информации для решения следующих технико-экономических задач:

- финансовые расчеты за электроэнергию на межгосударственном уровне, между энергоснабжающими предприятиями и потребителями, а также между энергосистемами республики;
 - контроль за соблюдением лимитов и договорных величин мощности и электропотребления;
 - определение и планирование выработки и потерь электроэнергии на всех классах напряжения;
 - определение и планирование удельных расходов топлива на электростанциях;
 - определение себестоимости выработки, передачи и распределения электроэнергии.
- Система учета должна обеспечивать определение количества электроэнергии:
- выработанной генераторами электростанций;
 - потребленной на производственные нужды (раздельно) электростанций и подстанций;
 - потребленной на производственные нужды энергосистемы;
 - отпущенной потребителям по линиям, отходящим от шин электростанций непосредственно к потребителю;
 - переданной в другие энергосистемы или полученной от них;
 - отпущенной потребителю из электрической сети;
 - поступившей в электрические сети различных классов напряжения;
 - переданной по транзитным линиям (отдельно в каждом напряжении);
 - переданной на экспорт и полученной по импорту.

Программный модуль АСКУЭ, являясь головной управляющей программой, должна позволять диспетчеру решать следующие задачи по автоматизированному учету энергоресурсов:

- 1). Настройка комплекса программных средств на систему энергоснабжения конкретного объекта учета, а именно:
 - задание масштабных коэффициентов каналов учета;
 - формирование каналов учета в группы учета;
 - формирование массивов характерных зон суток;
 - задание системного времени и др.
 - 2). Оперативный контроль за энергопотреблением на объекте учета.
 - 4). Контроль за суточным потреблением энергоресурсов по всему объекту учета и его отдельным подразделениям (линиям энергопотоков).
 - 5). Формирование отчетных ведомостей по расходу энергоресурсов на объекте учета и вывод их на печать.
 - 6). Контроль баланса электроэнергии по подстанциям.
 - 7). Контроль баланса электроэнергии в целом по РЭС.
 - 8). Контроль мощности энергопотребления по РЭС.
 - 9). Учет недоотпуска электроэнергии.
 - 10). Ведение базы данных с суточной и месячной информацией об энергопотреблении.
- Система учета активной и реактивной электроэнергии дает возможность определить количество энергии отпущенной подстанциями непосредственно потребителям, определить потери энергии в трансформаторах и сетях при ее распределении, контролировать установленные режимы потребления энергии.
- Для осуществления учета активной энергии счетчики устанавливаются: на каждом повысительном и понизительном трансформаторе для учета пропускаемой через трансформатор энергии (на понизительных трансформаторах счетчики устанавливаются со стороны низшего (среднего) напряжения, на всех отходящих линиях 6-10 кВ, на каждом синхронном компенсаторе.
- Счетчики реактивной энергии устанавливаются: на понижающих трансформаторах (со стороны среднего и низшего напряжения), на отходящих линиях 6 - 10 кВ, если на этих линиях установлены счетчики активной энергии для расчета с потребителями, на линиях питающих синхронные компенсаторы и конденсаторные батареи. При помощи электроизмерительных приборов осуществляется контроль за режимом работы отдельных линий электропередачи, распределительной сети, за качеством распределяемой электроэнергии, а также учет выработанной электроэнергии. Во всех случаях подстанции подчиняются РЭС, а объекты распределительной сети (пункты АВР, секционирующие выключатели) — участку электрических сетей. Готовность системы передачи сигналов во всех случаях должна быть не менее 0,99.

2.12 Автоматическое регулирование напряжения

Автоматическое регулирование напряжения (АРН) - процесс поддержания напряжений в узловых точках электрической системы в заданных пределах, осуществляемый для обеспечения технически допустимых условий работы потребителей электрической энергии и собственно системы, а также для повышения экономичности их работы (см. Энергосистема). У большинства потребителей электроэнергии допускаются длительные отклонения напряжения от номинального не более чем на $\pm 5\%$. Превышение номинального напряжения приводит к сокращению срока службы потребителей электроэнергии, уменьшение — снижает производительность и экономичность работы потребителей, пропускную способность линий электропередачи, может нарушить устойчивость работы синхронных машин и асинхронных двигателей.

Необходимость АРН вызывается переменными режимами работы потребителей и источников электроэнергии. Так, с увеличением нагрузок возрастает сила тока в сети, а следовательно -но, и потери напряжения в различных её участках, вследствие чего напряжения у потребителей могут выходить за допустимые пределы. В связи с этим на

шинах электростанций и на шинах вторичного напряжения районных подстанций осуществляется, как правило, встречное (согласное) регулирование, при котором с увеличением нагрузок напряжение держится выше номинального, а при снижении нагрузок — понижается. Это уменьшает размах отклонений напряжений у потребителей. Однако в общем случае такое регулирование не исключает необходимости АРН у каждого потребителя.

АРН на электростанциях осуществляется регулированием возбуждения синхронных генераторов (см. Автоматическое регулирование возбуждения). На подстанциях АРН осуществляется регулированием возбуждения синхронных компенсаторов, если они установлены на этих подстанциях, или автоматическим изменением под нагрузкой коэффициента трансформации трансформаторов, а также регулированием мощности батарей статических конденсаторов. У потребителей электроэнергии АРН осуществляется регулированием возбуждения мощных синхронных двигателей и регулированием мощности батарей статических конденсаторов. Вопрос о конкретном выборе регулирующих устройств решается на основе технико-экономического анализа.

Регулирование напряжения трансформатора — изменение числа обмоток трансформатора. Применяется для поддержания нормального уровня напряжения у потребителей электроэнергии. Большинство трансформаторов оборудовано некоторыми приспособлениями для настройки коэффициента трансформации путём добавления или отключения числа витков.

Настройка может производиться с помощью переключателя числа витков трансформатора под нагрузкой либо путем выбора положения болтового соединения при обесточенном и заземлённом трансформаторе. Степень сложности системы с переключателем числа витков определяется той частотой, с которой надо переключать витки, а также размерами и ответственностью трансформатора.

Применение.

В зависимости от нагрузки электрической сети меняется её напряжение. Для нормальной работы электроприёмников потребителей необходимо, чтобы напряжение не отклонялось от заданного уровня больше допустимых пределов, в связи с чем применяются различные способы регулирования напряжения в сети. Одним из способов является изменение соотношения числа обмоток первичной и вторичной цепи трансформатора (коэффициента трансформации). В зависимости от того, происходит это во время работы трансформатора или после его отключения от сети, различают «переключение без возбуждения» (ПБВ) и «регулирование под нагрузкой» (РПН). И в том и в другом случае обмотки трансформатора выполняются с ответвлениями, переключаясь между которыми, можно изменить коэффициент трансформации трансформатора.

Переключение без возбуждения.

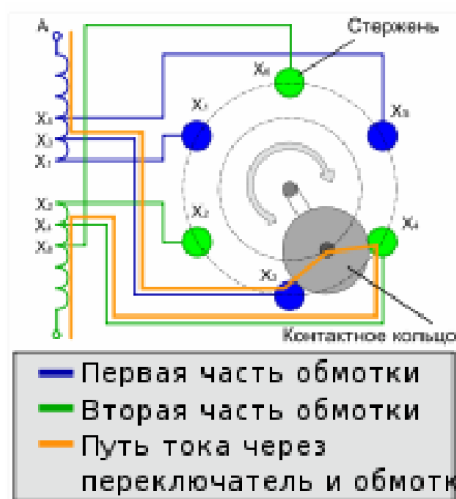


Рис.13 Переключатель ответвления

Схема работы переключателя ответвлений.

Данный тип переключения используется во время сезонных переключений, так как предполагает отключение трансформатора от сети, что невозможно делать регулярно, не лишая потребителей электроэнергии. ПБВ позволяет изменить коэффициент трансформатора в пределах от -5% до $+5\%$. На маломощных трансформаторах выполняется с помощью двух ответвлений, на трансформаторов средней и большой мощности с помощью четырех ответвлений по $2,5\%$ на каждое.

Ответвления чаще всего выполняются на той стороне, напряжение на которой в процессе эксплуатации подвергается изменениям. Обычно это сторона высшего напряжения.

Выполнение ответвлений на стороне высшего напряжения имеет также то преимущество, что при этом ввиду большего количества витков отбор $\pm 2,5\%$ и $\pm 5\%$ количества витков может быть произведён с большей точностью. Кроме того, ток на стороне высшего напряжения меньше и переключатель получается более компактным.

При переключении ответвлений обмотки при отключения трансформатора переключающее устройство получается проще и дешевле, однако переключение связано с перерывом энергоснабжения потребителей и не может проводиться часто. Поэтому этот способ применяется главным образом для коррекции вторичного напряжения сетевых понижающих трансформаторов в зависимости от уровня первичного напряжения на данном участке сети в связи с сезонным изменением нагрузки.

Переключатели числа витков без возбуждения.

Переключатель числа витков без возбуждения имеет достаточно простое устройство, предоставляющее соединение с выбранным переключателем числа витков в обмотке. Как следует из самого названия, он предназначен для работы только при выключенном трансформаторе.

Может оказаться, что давление контактов поддерживается с помощью некоего пружинного приспособления, которое может вызывать некоторую вибрацию. Если переключатели числа витков без возбуждения находятся в одном и том же положении в течение нескольких лет, то сопротивление контакта может медленно расти в связи с разрушением и окислением материала в точке контакта. При этом происходит разогревание, которое приводит к осаждению пиролитического углерода, который ещё более увеличивает контактное сопротивление и снижает степень охлаждения. В конечном счёте наступает неконтролируемая ситуация, и трансформатор может отключить механизм газовой защиты или может наступить ещё более тяжелое последствие; происходит короткое замыкание. Во избежание этого жизненно важно, чтобы работа с переключателем числа витков проводилась в отключенном от сети состоянии, по полной программе, несколько раз в течение регулярного технического обслуживания, с протиркой контактных поверхностей на чисто перед возвратом его обратно в заданное положение. Естественно, то же правило имеет силу, если переключатель числа витков без возбуждения отключается от работы на долгий период.

Регулирование под нагрузкой.

Данный тип переключений применяется для оперативных переключений, связанных с постоянным изменением нагрузки (например, днём и ночью нагрузка на сеть будет разная). В зависимости от того, на какое напряжение и какой мощности трансформатор, РПН может менять значение коэффициента трансформации в пределах от ± 10 до $\pm 16\%$ (примерно по $1,5\%$ на ответвление). Регулирование осуществляется на стороне высокого напряжения, так как величина силы тока там меньше, и соответственно, устройство РПН выполнить проще и дешевле. Регулирование может производиться как автоматически, так и вручную из ОПУ или диспетчерского пульта управления.

Переключатели числа витков под нагрузкой

Работу переключателя числа витков под нагрузкой можно понять по двум показательным функциям. Это переключающее устройство, которое переносит проходную мощность трансформатора от одного переключателя числа витков трансформатора к соседнему

переключателю числа витков. Во время этой операции оба переключателя числа витков соединены посредством переходного сопротивления. В этой фазе оба переключателя числа витков имеют общую токовую нагрузку. После этого соединение с предыдущим переключателем числа витков прерывается, и нагрузка переносится на новый переключатель числа витков. Приспособление, которое выполняет такое переключение, называется контактором.

Соединения с парой переключателей числа витков, которые производит контактор, может потребовать смены целого ряда переключателей числа витков регулирующей обмотки для каждой операции. Это функция переключателя числа витков. Выбор производится переключателем числа витков без прерывания тока.

Довольно важное улучшение в работе переключателей числа витков под нагрузкой произошло в результате изобретения быстродействующего триггерного контактора, названного принципом Янцена (Jantzen) по имени изобретателя. Принцип Янцена подразумевает, что контакты переключателя нагружены пружиной, и они перебрасываются из одного положения в другое после очень короткого периода соединения между двумя переключателями числа витков, через токоограничивающий резистор. Применение реактора является альтернативой принципу Янцена с последовательностью быстрых переключений и резисторами. В переключателе числа витков реакторного типа, напротив, намного труднее прервать циркулирующий реактивный ток, и это довольно сильно ограничивает скачок напряжения, однако этот принцип хорошо работает при относительно высоких токах. В этом отличие от быстродействующего резисторного переключателя числа витков, который применим для более высоких напряжений, но не для высоких токов.

Это приводит к тому, что реакторный переключатель числа витков обычно находится в низковольтной части трансформатора, тогда как резисторный переключатель витков подсоединен к высоковольтной части.

В переключателе витков реакторного типа потери в средней точке реактора благодаря току нагрузки и наложенного конвекционного тока между двумя вовлеченными переключателями числа витков невелики, и реактор может постоянно находиться в электрической цепи между ними. Это случит промежуточной ступенью между двумя переключателями числа витков, и это даёт в два раза больше рабочих положений, чем число переключателей числа витков в обмотке.

В переключателях витков резисторного типа контактор находится внутри контейнера с маслом, которое отделено от масла трансформатора. Со временем масло в этом контейнере становится очень грязным и должно быть изолировано от масляной системы самого трансформатора; оно должно иметь отдельный расширительный бак со своим отдельным вентиляционным клапаном.

Устройство переключения числа витков представляет собой клетку или изолирующий цилиндр с рядом контактов, с которыми соединяются переключатели числа витков от регулирующей обмотки. Внутри клетки два контактных рычага передвигаются пошагово поперёк регулирующей обмотки. Оба рычага электрически соединены с вводными клеммами контактора. Один рычаг находится в положении активного переключателя числа витков и проводит ток нагрузки, а другой рычаг находится без нагрузки и свободно передвигается к следующему переключателю числа витков. Контакты устройства переключения никогда не разрывают электрический ток и могут находиться в масле самого трансформатора.

Автоматическое регулирование напряжения.

Переключатель числа витков устанавливается для того, чтобы обеспечивать изменение напряжения в системах, соединенных с трансформатором. Совсем необязательно, что целью всегда будет поддержка постоянного вторичного напряжения. Внешняя сеть может также испытывать падение напряжения, и это падение также должно быть компенсировано.

Оборудование управления переключателем числа витков не является частью самого переключателя числа витков; оно относится к релейной системе станции. В принципе переключатель числа витков всего лишь получает команды: повысить или понизить. Однако обычные функции координации между различными трансформаторами внутри одной и той же станции являются частью технологии переключателей числа витков. Когда разные трансформаторы соединены прямо параллельно, их переключатель числа витков должен двигаться синхронно с обоими трансформаторами. Это достигается тем, что один трансформатор имеет обмотку как ведущий трансформатор, а другой – как подчиненный трансформатор. Одновременная работа не будет возможна, если имеется небольшой интервал между циркулирующими токами обоих трансформаторов. Однако это не имеет никакого практического значения.

2.13 Автоматизация систем компенсации реактивной мощности.

Компенсация реактивной мощности - целенаправленное воздействие на баланс реактивной мощности в узле электроэнергетической системы с целью регулирования напряжения, а в распределительных сетях и с целью снижения потерь электроэнергии[1]. Осуществляется с использованием компенсирующих устройств. Для поддержания требуемых уровней напряжения в узлах электрической сети потребление реактивной мощности должно обеспечиваться требуемой генерируемой мощностью с учетом необходимого резерва. Генерируемая реактивная мощность складывается из реактивной мощности, вырабатываемой генераторами электростанций и реактивной мощности компенсирующих устройств, размещенных в электрической сети и в электроустановках потребителей электрической энергии.

Компенсация реактивной мощности особенно актуальна для промышленных предприятий, основными электроприёмниками которых являются асинхронные двигатели, в результате чего коэффициент мощности без принятия мер по компенсации составляет 0,7 - 0,75.

Мероприятия по компенсации реактивной мощности на предприятии позволяют: уменьшить нагрузку на трансформаторы, увеличить срок их службы, уменьшить нагрузку на провода, кабели, использовать их меньшего сечения, улучшить качество электроэнергии у электроприемников, уменьшить нагрузку на коммутационную аппаратуру за счет снижения токов в цепях, избежать штрафов за снижение качества электроэнергии пониженным коэффициентом мощности, снизить расходы на электроэнергию, уменьшить уровень высших гармоник в сети.

Значительную часть электрооборудования любого предприятия составляют устройства, обязательным условием нормальной работы которых является создание в них магнитных полей, а именно: трансформаторы, асинхронные двигатели, индукционные печи и прочие устройства, которые можно обобщенно охарактеризовать как "индуктивная нагрузка". Поскольку одной из особенностей индуктивности является свойство сохранять неизменным ток, протекающий через нее, то при протекании тока нагрузки появляется фазовый сдвиг между током и напряжением (ток "отстает" от напряжения на фазовый угол). Разные знаки у тока и напряжения на период фазового сдвига, как следствие, приводят к снижению энергии электромагнитных полей индуктивностей, которая восполняется из сети. Для большинства промышленных потребителей это означает следующее: по сетям между источником электроэнергии и потребителем кроме совершающей полезную работу активной энергии протекает и реактивная энергия, не совершающая полезной работы и направленная только на создание магнитных полей в индуктивной нагрузке. Активная и реактивная энергии составляют полную энергию, при этом доля активной энергии по отношению к полной определяется косинусом угла сдвига фаз между током и напряжением - $\cos\varphi$. Однако, протекая по кабелям и обмоткам трансформаторов, реактивный ток снижает в пределах их пропускной способности долю протекаемого по ним активного

тока, вызывая при этом значительные дополнительные потери в проводниках на нагрев - т.е. активные потери. Из этого следует, что согласно современным правилам расчета за электроэнергию, потребитель вынужден как минимум дважды платить за одни и те же непроизводительные затраты. Один раз - непосредственно за потребленную из сети реактивную энергию (по счетчику реактивной энергии) и второй раз - за нее же, но косвенно, оплачивая активные потери от протекания реактивной энергии, учитываемые счетчиком активной энергии. Изменить данную ситуацию можно путем размещения источника реактивной энергии непосредственно у потребителей - это дает возможность разгрузить сети от реактивного тока и практически исключить все вышеописанные недостатки - т.е. "скомпенсировать" индуктивную реактивную мощность. Таким источником служат другие фазосдвигающие элементы - конденсаторы. В противоположность индуктивности, конденсаторы стремятся сохранять неизменным напряжение на своих зажимах, т.е. для них ток "опережает" напряжение. Поскольку величина потребляемой электроэнергии на любом предприятии никогда не является постоянной и может меняться в существенном диапазоне за достаточно малый промежуток времени, - то, соответственно, может меняться и соотношение активной потребляемой энергии в полной, т.е. $\cos\varphi$.

Причем, чем меньше активная нагрузка какого-либо индуктивного потребителя (асинхронного двигателя, трансформатора), тем ниже $\cos\varphi$. Из этого следует, что для компенсации реактивной мощности необходим набор оборудования, обеспечивающий адекватное регулирование $\cos\varphi$ в зависимости от изменяющихся условий работы оборудования - т.е. установка компенсации реактивной мощности (УКРМ).

Основные компоненты УКРМ

- Источники емкостной реактивной мощности - конденсаторы;
- Регулятор реактивной мощности - устройство, измеряющее и поддерживающее величину $\cos\varphi$ на заданном оптимальном уровне путем выдачи команд на исполнительные устройства без участия персонала;

Автоматизированные конденсаторные установки (АКУ) для компенсации реактивной мощности предназначены для эксплуатации в сетях электроснабжения промышленных предприятий с номинальным напряжением 0,4 кВ.

Раздел 3. Автоматизация административных и гражданских зданий

3.1 Системы автоматизации административных и гражданских зданий

С точки зрения работы инженерного оборудования и автоматизации инженерных систем в аспекте безопасности имеет смысл рассматривать инженерную безопасность зданий. С точки зрения систем автоматизации эти вопросы могут быть отнесены к вопросам технологической безопасности.

Аппаратные средства промышленных и гражданских объектов.

Существует две линейки оборудования (аппаратных средств системы автоматизации) - это промышленная автоматика и оборудование, предназначенное для использования в жилых и общественных зданиях (в гражданском строительстве). В некоторых ситуациях эти линейки оборудования могут пересекаться и промышленное оборудование может использоваться на гражданских объектах. Это связано с тем, что в промышленном строительстве к оборудованию предъявляется совокупность гораздо больших специфических требований, связанных с надежностью, с резервированием процессов.

Такое оборудование может, например, выполняться с двойным резервированием источников питания, процессоров. Повышенные требования предъявляются и к скорости передачи данных. Все информационные каналы дублируются, логика работы системы

основана на анализе не одного, а нескольких датчиков, при этом, в зависимости от реализации системы, реакция на возмущающее воздействие может быть различной в зависимости от того, получен ли сигнал от одного или нескольких дублированных датчиков, и т. д. Зачастую более жесткие требования предъявляются ко времени реакции системы.

Кроме того, оборудование для промышленной автоматики гораздо более разнообразно по своему составу. В линейку промышленного оборудования входят датчики любых возможных типов. Оборудование может поставляться во взрывобезопасном исполнении, что означает, например, что работа самого датчика не должна являться причиной возникновения угрозы.

Указанные обстоятельства обуславливают более высокую стоимость линейки оборудования промышленной автоматики по сравнению со стоимостью оборудования, предназначенного к использованию на гражданских объектах. Зачастую стоимость оборудования различается значительно. Тем не менее в случае возникновения каких-либо специфических требований к системе автоматизации жилого или общественного здания требуемые функции могут быть реализованы посредством оборудования из промышленной линейки.

3.2 Автоматизация систем кондиционирования воздуха

Контроль качества воздуха в здании.

Важнейшей функцией системы технологической безопасности здания является обеспечение безопасного пребывания людей в здании, в том числе для общественных зданий - на рабочих местах, то есть обеспечение безопасных условий работы. В последнее время, в связи со строительством новых офисных зданий, эта тема получает особую актуальность. Новые деловые центры высокого класса подразумевают автоматизацию, направленную на контроль качества воздуха.

Здесь можно рассмотреть так называемые датчики качества воздуха. Подобные датчики выпускаются разными производителями. Датчики можно разделить на две категории: направленные на контроль загрязненности воздуха, а именно наличия пылевых частиц (например, от ковровых покрытий, бумажная пыль, обычная бытовая пыль), и контролирующие совокупность газовых примесей в воздухе (СО, метан, NOx). Таким образом, для контроля загрязнений в обслуживаемом помещении требуется установить три-четыре различных датчика. Это удорожает системы (поскольку любое периферийное оборудование такого уровня, как правило, активное, требует независимого дополнительного электропитания).

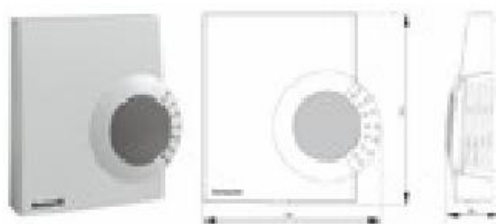


Рис.14 Датчик качества воздуха

Пример датчика качества воздуха приведен на рис.14. Этот датчик устанавливается в жилой комнате или в офисе и позволяет контролировать содержание табачного дыма, запахов и целого ряда газов в воздухе помещения (монооксида углерода -угарного газа, водорода, аммиака, метана и т. д.). Чувствительность датчика (зависимость уровня выходного сигнала от концентрации различных агентов) приведена на рис.15. Пример режима работы датчика в помещении объемом 33,6 м³, в котором находятся от одного до трех человек, показан на рис.16.

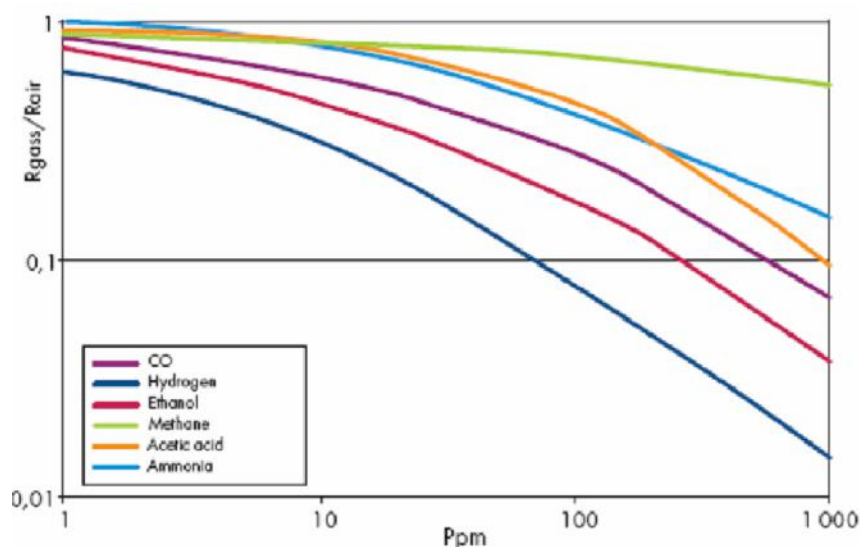


Рис. 15. Чувствительность датчика качества воздуха

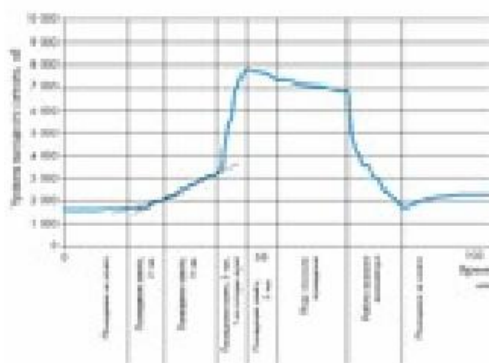


Рис.16. График режима работы датчика качества воздуха

Ряд систем, направленных на поддержание параметров микроклимата в помещениях, предусматривают регулирование вентиляции в зависимости от концентрации диоксида углерода (углекислого газа, CO₂) в воздухе обслуживаемого помещения. Такой способ контроля качества воздуха часто применяется и на промышленных предприятиях, в которых технологические процессы связаны с брожением, в частности, в хлебопекарнях, пивоварнях и т. д.

По сигналам от датчиков система вентиляции обеспечивает в помещениях дополнительный (повышенный) воздухообмен для ассимиляции загрязнений. В обычном режиме обеспечивается поддержание воздухообмена в помещении на определенном уровне, при этом приточный воздух подогревается или охлаждается до требуемой температуры. В случае превышения концентрации используется режим так называемого экстренного проветривания - интенсивная подача в помещение наружного воздуха в больших объемах. В этом случае температура приточного воздуха, как правило, не контролируется и о создании комфортных условий речи не идет, поскольку главная задача - максимально быстро снизить концентрацию вредных веществ до допустимого уровня.

Кроме датчиков, контролирующих наличие загрязнений в воздухе помещений, могут быть использованы датчики, непосредственно контролирующие наличие загрязнений в приточном (наружном) воздухе. Такие датчики имеют специальное исполнение и устанавливаются в приточных системах вентиляции и кондиционирования воздуха.

Зачастую забор наружного воздуха осуществляется на уровне первого или второго этажа. Это может быть воздухозаборная шахта, находящаяся либо непосредственно

на фасаде, либо на небольшом удалении от границ здания. Расположение воздухозаборного устройства на высоте нескольких метров от уровня земли допускает возможность воздействия на системы климатизации - либо из хулиганских побуждений (например, подбрасывание в воздухозаборное устройство кустарной дымовой шашки, распыление слезоточивого газа из баллончика), либо как акт терроризма, угрожающий жизни людей (например, занесение в воздухозаборное устройство патогенных организмов).

Если этот аспект признается значимым, то на притоке кондиционера устанавливается датчик или группа датчиков, позволяющих контролировать качество приточного воздуха. Эти датчики имеют специфическую структуру - в их состав входит собственный насос, посредством которого воздух, качество которого требуется контролировать, пропускается через ряд сенсоров, позволяющих провести анализ химического состава этого воздуха по основным газам. Кроме того, это могут быть и дымовые датчики, анализирующие задымленность приточного воздуха, то есть средства пожарной сигнализации. Ряд моделей подобных датчиков разработан и отечественными производителями, основная область их применения - подземные сооружения, специальные объекты ГО и ЧС, однако возможно использование данных устройств в обычных жилых и общественных зданиях. Кроме того, отечественными производителями предлагаются устройства - мини-газоанализаторы, которые, как правило, представляют собой настенный блок с трубками воздухозабора (воздух для анализа забирается непосредственно из контролируемой точки), позволяющий определить некоторую линейку газов или химических соединений, по концентрации каждого из которых задается пороговое значение. При превышении порогового значения данное устройство выдает соответствующий сигнал, по которому система автоматизации отработывает некоторый алгоритм. В данном случае (контроль загрязнений в приточном воздухе) необходимо не допустить загрязнения относительно чистого воздуха внутри помещения некоторыми химическими соединениями, находящимися в наружном воздухе. С этой целью прекращается забор наружного воздуха, система вентиляции (кондиционирования воздуха) переходит в режим полной рециркуляции. Очень часто такой алгоритм реализован как раз на таких объектах ГО и ЧС, как бомбоубежища (газо-убежища).

Для очистки приточного воздуха используются специальные фильтры, рассчитанные на определенные виды загрязнений. Поскольку не существует (по крайней мере, в настоящее время) некоторого «универсального» фильтра, рассчитанного на все возможные виды загрязнений, то используется не один приточный воздуховод, а несколько, каждый из которых оборудован определенными фильтрами. В зависимости от того, какая угроза исходит извне, забор наружного воздуха для притока осуществляется посредством одного из этих воздуховодов. В режиме нормального функционирования, когда нет загрязнения наружного воздуха, воздух для притока подается через штатный воздуховод; при угрозе химической атаки штатный воздуховод герметизируется, а забор наружного воздуха осуществляется через другой воздуховод, оборудованный средствами химической очистки.

Использование видеоинформации для оценки аварийной ситуации

В последнее время в качестве технического задания некоторые крупные заказчики для объектов, состоящих из комплекса различных зданий, имеющих разветвленную сеть венткамер, тепловых пунктов, объединенных в одну систему и т. п., начинают рассматривать возможности интегрирования видеоканалов передачи информации. Идеология построения такой системы следующая: в помещениях, в которых реализуются крупные технологические процессы и сосредоточено большое количество различного оборудования (в ИТП, ЦТП, венткамерах), располагаются видеокамеры.

В данном случае предъявляемые к видеооборудованию требования по качеству изображения не очень высоки, соответственно, и стоимость такой системы не очень большая - организация одного видеоканала может составлять несколько сотен долларов США. Даже при необходимости контролировать несколько десятков помещений

заказчики часто идут на такие затраты, поскольку возможность получения видеоизображения с контролируемого объекта позволяет создать полноценный диспетчерский пункт - то есть не только контролировать параметры работы оборудования, но и визуально оценивать ситуацию в контролируемом помещении.

В случае возникновения какой-либо нештатной ситуации видеокамера дает возможность из центральной диспетчерской увидеть, что происходит в помещении, откуда поступил аварийный сигнал. Это позволяет оценить, с чем связана данная аварийная ситуация. Так, например, аварийный сигнал от датчиков наличия воды в помещении (датчиков затопления) сам по себе еще не означает наличие факта аварии - вода в нижней части технического помещения может быть и в штатном порядке, например, при проведении каких-либо работ - слива, дренажей, обслуживания систем и т. п.

Однако, если при этом видеоизображение показывает в помещении наличие большого количества пара, это с большой долей вероятности означает, что произошла авария.

Учитывая современные технологические возможности обработки видеосигнала, возможно использование тех же самых видеокамер и для охраны объекта, например, с помощью функции «motion detection» («обнаружение движения»). Использование подобных возможностей позволяет, помимо защиты от проникновения в охраняемую зону извне, упорядочить доступ на объекты обслуживающего персонала. В случае совместного использования оборудования различными подсистемами все возможности интегрированных систем управления проявляются наиболее полно. Так, в числе прочего, интеграция различных подсистем позволяет в конечном итоге снизить общую стоимость системы автоматизации и диспетчеризации. Интегрированные системы позволяют реализовать различные функции на программном уровне, то есть имеется единая база данных, а необходимые функции реализуются путем до-бавления соответствующих подпрограмм (в рассматриваемом случае – отдельных видеоинтерфейсов) в единый программный пакет. В настоящее время основным средством передачи информации является Ethernet в том или ином проявлении (в виде того или иного протокола), что позволяет очень легко реализовывать рассматриваемые возможности.

Безопасность технологического оборудования квартиры в «режиме отсутствия людей». Еще один аспект безопасности, реализуемый на «бытовом» уровне, - это безопасность технологического оборудования отдельной квартиры либо многоквартирного дома (коттеджа) в так называемом «режиме отсутствия людей». Здесь, в свою очередь, можно рассматривать два аспекта: использование газового оборудования в коттеджном строительстве и второй аспект, более популярный - протечки воды.

При использовании в жилых зданиях газового оборудования (например, при газовом теплоснабжении жилого здания) возможна установка датчиков природного газа. Технологическая безопасность в случае каких-либо протечек направлена на предотвращение или, по меньшей мере, минимизацию ущерба, вызванного данной протечкой. В настоящее время такие требования достаточно часто предъявляются к жилым зданиям высокого класса.

Защита от протечек обеспечивается посредством датчиков простейшей конструкции, принцип действия которых основан на явлении электропроводности воды. Данные датчики поставляются целым рядом производителей, как отечественных, так и зарубежных. Датчики затопления - это, как правило, датчики контактного типа, приклеиваемые на пол квартиры в удаленном месте в низшей точке, около трапов и тому подобных местах, где возможно появление воды. Фактически такой датчик представляет собой два электрода, расположенных на некотором расстоянии друг от друга (рис. 6). При контакте с водой между этими электродами замыкается электрическая цепь и датчик выдает аварийный сигнал. Данный аварийный сигнал через релейную цепь может быть ретранслирован на соленоидные клапаны, посредством которых прекращается доступ воды в данные магистрали, либо он через системы более высокого уровня инициирует

работу инженерного оборудования под управлением системы автоматизации и диспетчеризации в соответствии с некоторым алгоритмом, соответствующим аварийной ситуации.

Защита светопрозрачных ограждающих конструкций от выпадения конденсата.

Данная проблема в настоящее время характерна для всякого рода стеклянных покрытий, например, в зимних садах. Теплозащитные характеристики светопрозрачных ограждающих конструкций, как правило, ниже теплозащитных характеристик стен. С другой стороны, в помещениях со стеклянными кровлями, рассчитанных на длительное пребывание большого количества людей (например, в выставочных залах), водяной пар, выделяемый при дыхании, может привести к переувлажнению воздуха в верхней части помещения и, соответственно, к выпадению конденсата на относительно холодной внутренней поверхности стеклянного покрытия, который, в свою очередь, может выпадать в помещении в виде дождя. Данная ситуация однозначно трактуется как аварийная.

Кроме того, проблема предупреждения выпадения конденсата возникает и при использовании для климатизации помещения охлаждающих поверхностей, например, охлаждающих потолков. Соответственно, достаточно актуальная задача - расчет точки росы. Эту величину можно получить, если известна температура и влажность воздуха в рассматриваемой точке. Однако в настоящее время данные операции - замер температуры и влажности воздуха и расчет по этим значениям температуры точки росы - может выполняться посредством одного специализированного датчика.

Этот датчик относительно небольшого размера (его масса составляет 120 г) устанавливается на контролируемую плоскую либо цилиндрическую поверхность (трубу) таким образом, чтобы с данной поверхностью у датчика был хороший тепловой контакт.

Датчик может работать в диапазоне температур от -10 до 70 °С. При относительной влажности воздуха ниже 90 % контакты датчика находятся в разомкнутом состоянии.

Если же относительная влажность воздуха превышает 90 %, то данная ситуация интерпретируется как угроза выпадения конденсата, контакты датчика замыкаются и сигнал поступает в некоторое управляющее устройство, которое, не дожидаясь возникновения критической ситуации, инициирует выполнение некоторого алгоритма, позволяющего предупредить данную критическую ситуацию.

Например, в подобной ситуации могут быть использован обогрев внутренней поверхности светопрозрачных ограждающих конструкций конвективными настилающими струями посредством воздухораспределительных устройств с изменяемой геометрией диффузоров. Другой вариант предупреждения образования конденсата на внутренней поверхности светопрозрачных ограждающих конструкций - их непосредственный электрообогрев. Данная схема, однако, очень затратна в плане потребления электрической энергии, кроме того, возможен дефицит располагаемой электрической мощности.

Контроль теплопоступлений с солнечной радиацией.

Еще один важный аспект, непосредственно не относящийся к обеспечению технологической безопасности, но влияющий на устойчивую работу системы климатизации, - это контроль теплопоступлений с солнечной радиацией. Особенно остро эта проблема встала при проектировании высотных зданий со сплошным остеклением.

Здания подобной конструкции чрезвычайно подвержены перегреву в летнее время.

С другой стороны, в зимнее время теплопоступления с солнечной радиацией время позволяют снизить нагрузку на систему отопления. Для оценки величины этих теплопоступлений были разработаны специализированные датчики - так называемые «солнечные» («solar sensor»). Этот датчик выдает выходной сигнал от 0 до 10 В, величина которого меняется в зависимости от интенсивности солнечной радиации (не уровня освещенности, а именно величины теплопоступлений) с учетом поправки на температуру окружающего воздуха. В зависимости от зафиксированного значения может быть принято решение об

использовании, например, автоматических штор-жалюзи либо об изменении режима работы холодильного оборудования и т. д.

3.3 Автоматизация управления освещением

Системы освещения улиц и автомагистралей играют важную роль в обеспечении комфорта и безопасности граждан. Перед разработчиками современных систем автоматизированного управления уличным освещением стоят следующие основные задачи:

1. обеспечить бесперебойным освещением жилые, общественные и промышленные территории, автотрассы и прочие объекты наземной транспортной инфраструктуры. Под бесперебойным освещением понимают минимальное время от момента выхода ламп из строя до восстановления работоспособности;
2. обеспечить экономию электроэнергии, затрачиваемой на освещение. В рамках описания систем управления уличным освещением, мы не рассматриваем энергетическую эффективность самих ламп, но анализируем системные способы сокращения энергозатрат при обеспечении качества освещения;
3. обеспечить минимизацию затрат на техническое обслуживание (главным образом, замену ламп).

Традиционные системы управления уличным освещением

Сегодня наиболее распространены газоразрядные лампы уличного освещения, заполненные парами ртути или натрия. В последнее время наблюдается тенденция перехода на светодиодные излучатели, но в массовом порядке эта технология пока не применяется. В традиционных системах управления газоразрядными лампами важнейшую роль играют балластные сопротивления или балласты. Балласты ограничивают мощность до номинального уровня и широко используются для реализации простейших функций управления. Индукционные балласты (ИБ) формируют бросок тока при подаче питания, необходимый для по джига газоразрядной лампы. На этапе устойчивого свечения индукционный балласт (его еще называют магнитным балластом) ограничивает мощность на лампе за счет реактивного сопротивления индуктивности (сам балласт не нагревается). Недостаток магнитных балластов – сдвиг фаз между током и напряжением, т.е. уменьшение $\cos \varphi$ – исправляют за счет применения конденсаторов и разнообразных схем противофазного включения нескольких ламп, что также снижает стробоскопический эффект от мерцания ламп на промышленной частоте.

Электронные балласты (ЭБ) – это полупроводниковые устройства, обеспечивающие нужную последовательность подачи токов поджига и поддержания напряжения на лампе. ЭБ обычно состоят из инвертора преобразующего токи промышленной частоты в токи частотой примерно 20 кГц. Это дает ряд преимуществ: устраняется стробоскопический эффект и повышается яркость свечения газа за счет постоянной ионизации на повышенной частоте. Яркость свечения резко возрастает (на 90%) на частоте около 10 кГц, и далее плавно возрастает при повышении частоты приблизительно до 20 кГц. Работа на высокой частоте позволяет также резко сократить габариты электронных компонентов, повысить их КПД и использовать для ограничения тока через лампу не индуктивность, а конденсатор, тем самым минимизируя потери электрической мощности. Современные ЭБ позволяют плавно регулировать яркость свечения за сет ШИМ и реализовать различные режимы поджига газоразрядных ламп:

мгновенный старт: поджиг ламп без предварительного разогрева катодов импульсом напряжения около 600 В. С энергетической точки зрения это наиболее эффективный способ, но он приводит к мощной эмиссии ионов с поверхности холодного катода, что укорачивает срок службы ламп при частом включении;

быстрый старт: одновременная подача энергии поджига и прогрев катодов. При работе в таком режиме тратится некоторое количество энергии на постоянный подогрев катодов;

программируемый старт: последовательная подача энергии сначала на подогрев катодов, а затем на поджиг электронной дуги. Этот способ обеспечивает наиболее длительный срок службы газоразрядных ламп, высокую экономичность и максимальное количество циклов включения – выключения.

ЭБ часто оснащают средствами дистанционного управления контроля. В качестве сетевых протоколов обычно используются LonWorks, DMX-512, DALI, DCI. Например, широко распространенный протокол LonWorks, разработанный Echelon Corporation, может использовать в качестве транспортной среды силовую кабель, по которому подается питание на лампу. В этом протоколе определены методы адресации, маршрутизации и управления. Таким образом, ЭБ является своеобразным «выключателем» для ламп уличного освещения, обеспечивая энергосбережение, продление ресурса ламп и дистанционное управление. Для автоматизации включения и выключения ламп уличного освещения чаще всего используют датчики уровня освещенности. Алгоритм работы таких систем предельно прост: при снижении уровня яркости ниже заданного порога (сумерки) лампы включаются, и выключаются при превышении порога срабатывания

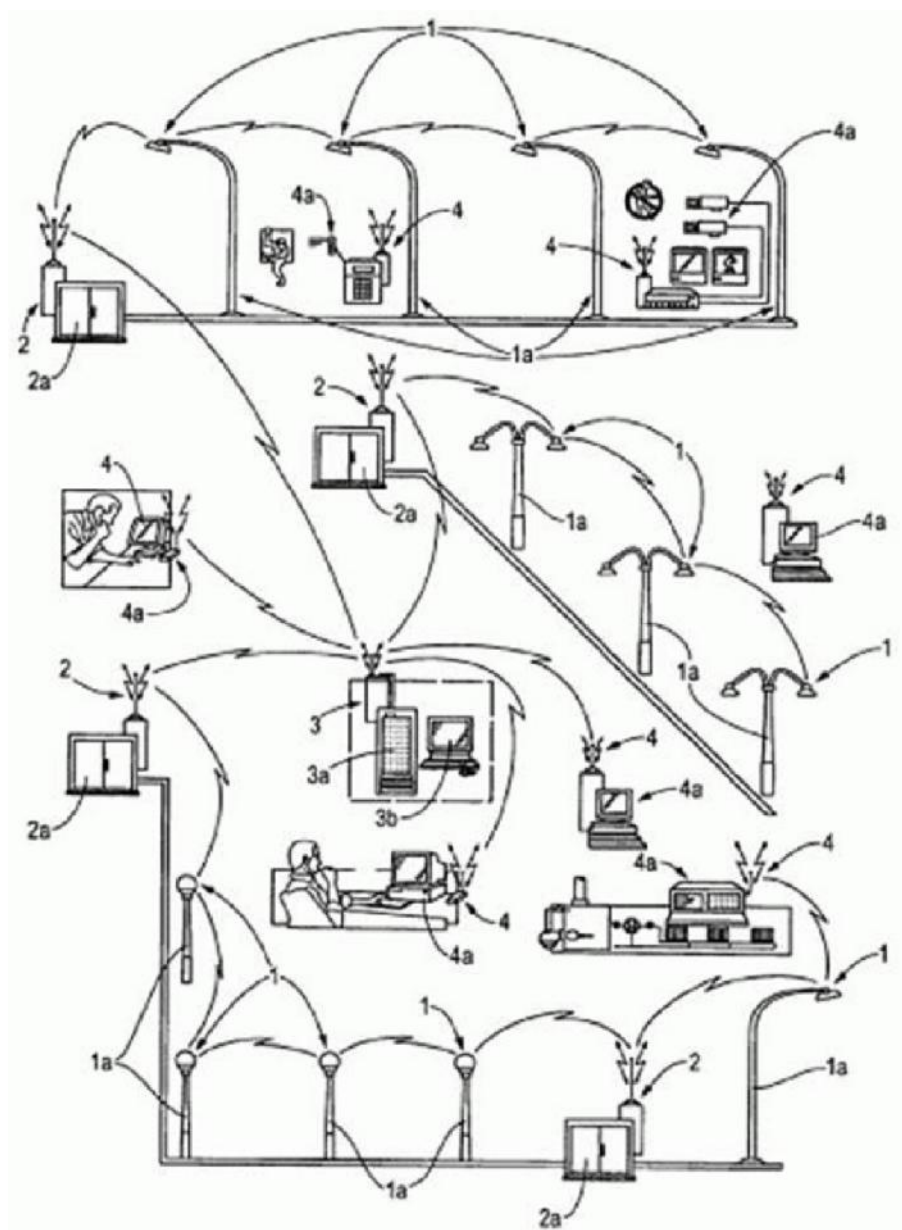


Рис.17. Управление уличным освещением

К недостаткам таких систем можно отнести трудности калибровки датчиков, чувствительность датчиков к загрязнению, невозможность реализации энергосберегающих алгоритмов работы (например, затемнения или выключения части ламп в глухое ночное время, когда полное освещение не требуется). Интересный метод управления уличным освещением в соответствии с наружным уровнем освещенности предложила корейская фирма Stwol. Вместо фотодатчика применили встроенный GPS-приемник и вычислительное устройство. Зная координаты географического местоположения контроллера уличного освещения и астрономическое время, получаемое со спутников системы глобального позиционирования, вычислитель определяет точное время захода и восхода солнца. Контроллер включает освещение за 15 минут до наступления сумерек (момента, когда центр солнца находится под 6° над горизонтом) и выключает освещение через 10 минут после восхода солнца в данной точке земного шара. Очевидно, что данная система нечувствительна к оптическому загрязнению и неточной калибровке фотодатчиков. Альтернативным методом автоматического управления в системах уличного освещения является использование графика включений и выключений освещения. При таком подходе контроллер на основании даты, дня недели (будни или выходные) и времени суток включает или выключает освещение. Этот метод является простым и эффективным и позволяет реализовывать в том числе энергосберегающие схемы освещения, учитывать потребность в праздничной иллюминации и т.д.

Способы дистанционного управления уличным освещением

Системы автоматического управления уличным освещением обычно работают под управлением зонального контроллера или сервера. В зависимости от алгоритма управления, контроллер формирует сигнал, например, включения группы уличных фонарей. Для передачи этого сигнала на исполнительные устройства (обычно электронные балласты ламп уличных фонарей) используются следующие средства: слаботочные сигнальные линии (витые пары, RS-485, Ethernet и т.д.);

радиоканал;

GSM-канал;

передача ВЧ-сигнала по силовому кабелю.

Независимо от способа передачи сигнала дистанционного управления, современные системы автоматического управления уличным освещением (см. рис. 17) строят по трехуровневой архитектуре:

блок непосредственного управления лампой или группой ламп в фонаре уличного освещения;

шкаф зонального уровня управления (улица или квартал);

центральный сервер территории.

В такой системе любую лампу можно включить или выключить сигналом с центрального сервера. Это достигается применением блоков непосредственного управления лампой (см. рис.18).

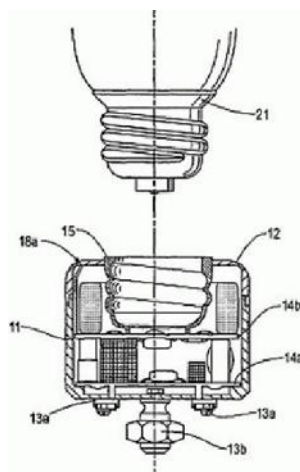


Рис.18. Блок непосредственного управления лампой

Расплата за подобные удобства – высокая стоимостью аппаратной части. В случае реализации радиочастотного метода передачи сигналов к блоку 1, каждый блок должен иметь собственный адрес. При реализации городских проектов уличного освещения количество блоков и, соответственно, адресов может составлять 50–100 тысяч. Возникает задача первичного задания адресов и привязка к местности для отображения статуса лампы на экране компьютера. Такая задача решается, например, в [1] следующим образом: блоку управления при поставке присваивается адрес по умолчанию.

Центральный сервер периодически производит опрос устройств. Сетевой протокол гарантирует, что при совпадении адресов будет выбрано только одно устройство. При наличии блока с адресом по умолчанию, центральный сервер передает такому устройству команду на установку уникального адреса, а оператор осуществляет привязку этого адреса к территории. Очевидно, что процедура начальной конфигурации очень трудоемкая. Система индивидуального управления каждой лампой по GSM-каналу на практике не применяется из-за высокой стоимости GSM-модемов и необходимости установки индивидуальных SIM-карт в каждый блок и последующего учета расходов. Поэтому GSM-канал используют только на уровне зонального шкафа управления. Ниже будет показано как в разработке автора с коллегами преодолен этот недостаток систем управления на базе GSM-канала.

Трехуровневый принцип построения систем управления освещением распространяется не только на методы дистанционного управления включением или выключением отдельных ламп, но и на функциональные возможности системы. Например, фирма DotVision (Франция) предлагает следующие варианты управления уличным освещением: индивидуальное управление с помощью интеллектуальных ЭБ; зональное управление освещением с дистанционным регулированием мощности; зональное управление освещением с телеметрией.

Первый вариант обеспечивает максимальные возможности управления с адресацией каждой лампы уличного освещения. Система состоит из ЭБ-блока с приемопередатчиком данных по радиоканалу или ВЧ-сигнала по силовому кабелю, зонального контроллера в уличном шкафу управления и территориального сервера. Такой вариант обеспечивает максимальные возможности экономии электроэнергии и высочайшее качество обслуживания населения за счет контроля состояния каждой лампы.

Второй вариант – компромисс между стоимостью системы и возможностями экономии электроэнергии.

Это решение включает вариатор мощности, устанавливаемый в зональном шкафу управления, и телеметрическую систему на базе протоколов Modbus или LonWorks. Территориальный сервер передает сигналы управления и собирает телеметрическую информацию с зональных контроллеров.

Третий вариант не предполагает экономии электроэнергии, однако включает зональный контроллер с функциями обнаружения неисправностей, телеметрии и дистанционного включения/выключения ламп.

Территориальный сервер передает сигналы управления и собирает телеметрическую информацию с зональных контроллеров.

Функции систем автоматического управления уличным освещением

Рассмотрим современную систему управления уличным освещением на примере системы, создаваемой в Осло. Это первый крупномасштабный проект переоборудования системы уличного освещения в Европе.

Он предусматривает установку за три года около 55 тыс. ЭБ, управляемых по существующим силовым цепям с помощью технологии фирмы Echelon (разработчика протокола LonWorks). В апреле 2006 г. уже были установлены первые 6500 фонарных столбов. Цель проекта – сократить вдвое затраты на электроэнергию при повышении качества обслуживания населения и снижении издержек на техническое обслуживание. Затраты на установку системы окупятся за пять лет.

Итак, проект предусматривает замену 55 тыс. устаревших магнитных балластов интеллектуальными ЭБ производства SELC Ireland Ltd. (Ирландия). Балласты поддерживают обмен данными по силовому кабелю с помощью протокола LonWorks. Данные от ЭБ концентрируются приблизительно в тысяче зональных контроллерах Echelon i.LON 100 Internet Server. Контроллеры взаимодействуют с центральным сервером по беспроводной технологии GPRS (используя сеть сотового оператора связи). Центральный сервер для сбора и анализа информации использует программное обеспечение DotVision Streetlight Suite и Philips StarSense. Интеллектуальные ЭБ обладают следующими возможностями:

- управление включением и яркостью свечения лампы;
- обмен данными по ВЧ через силовые кабели питания;
- измерение силы тока через нагрузку (лампу);
- измерение температуры окружающей среды;
- измерение уровня освещенности окружающей среды;
- измерение фазового сдвига между током и напряжением питания лампы.

Зональные контроллеры выполняют следующие функции:

- обмен данными с ЭБ-блоками по ВЧ-сигналу, передаваемому через силовые кабели питания;
- маршрутизация сигналов управления электронными балластными блоками;
- обмен данными с центральным сервером по каналу GPRS;
- регистрация и накопление измерительных данных об энергопотреблении, полученных от электронных балластных блоков;
- сбор и накопление информации от датчиков погоды и датчиков плотности автомобильного движения;
- расчет уровня естественной освещенности от солнца и луны на основе встроенных астрономических часов;
- учет времени работы ламп во включенном состоянии для определения ресурса ламп;
- управление яркостью свечения отдельных ламп (через балластные блоки) на основе алгоритма, учитывающего время года, погодные условия и плотность транспортного потока;
- контроль наличия напряжения питания в шкафу управления;
- измерение токов в силовых кабелях, питающих лампы;
- измерение индукционных токов;
- обнаружение утечек из-за повреждения изоляции;
- измерение коррозионного потенциала;
- передача аварийных сообщений на центральный сервер при обнаружении аварийных событий или от каза ламп.

Центральный сервер обладает следующими возможностями:

- представление информации на географических картах;
- анализ поведения элементов системы;
- обнаружение неисправностей;
- измерение энергопотребления в территориальном, административном и географическом разрезе;
- планирование замены ламп по территориальному или административному принципу на основе учета ресурса фактической работы каждой лампы и сведений об отказах;
- оперативное управление зонами, группами и отдельными лампами, например, с целью замены ламп или проверки изоляции.

Фирма Amplex (Дания) предлагает свое решение для управления уличным освещением, полностью построенное на основе GPRS-канала. Управление ограничивается зональным уровнем, когда контроллеры AmpLight устанавливаются в шкаф, управляющий группой до 50 ламп. При этом достигаются высокие показатели по энергосбережению за счет

снижения яркости в позднее ночное время, однако отсутствует возможность обнаружения неисправности отдельных ламп.

Отечественные разработки

ООО «Зареалье» (Москва) в сотрудничестве с FF-Automation OY (Финляндия) разработало систему управления и контроля для уличного освещения на базе GSM-контроллеров Autolog и сервера SCADA-системы GSM Control. В этой системе преодолено серьезное ограничение, присутствующее, например, в описанной выше системе Amplex, которая тоже основана на GSM-сети передачи данных. Относительно высокая стоимость GSM-контроллеров не позволяет использовать их для управления индивидуальными лампами. Типичные системы зонального управления, однако, не могут достоверно обнаруживать перегоревшие лампы, так как обычно ориентированы на измерение тока в силовой цепи питания группы из 30–50 ламп. При выходе из строя одной или двух ламп возможный разброс напряжения сети не позволяют отследить снижения тока в групповой цепи.

В системе GSM Control для обнаружения неисправности ламп применяется датчик напряжения совместно с датчиком тока в группе. Измерения тока и напряжения статистически обрабатываются, и поэтому погрешности, связанные с разбросом характеристик ламп и их изменением во времени сглаживаются. Система способна обнаружить отказ одной лампы в группе из 30 ламп, что делает применение GSM-контроллера экономически оправданным. При отказе лампы в группе зональный контроллер посылает сигнал тревоги на сервер, и ремонтная бригада способна визуально обнаружить неисправную лампу на небольшом участке дороги, на котором установлены указанные 30 ламп. Это значительно экономичнее, чем организация патрулирования территории обслуживания сервисной организации в ночное время для обнаружения перегоревших ламп. Система обнаруживает лампу, которая еще не вышла из строя, но ресурс которой исчерпан. Газоразрядные лампы перед тем, как прекратить свечение, переходят в прерывистый режим. Цифровая фильтрация измерительных данных позволяет обнаружить такой режим работы одной лампы в группе, и передать аварийный сигнал в центральный сервер для планирования замены.

GSM Control может использовать Google Maps для картографического представления информации, в котором совмещается изображение со спутника в высоком разрешении с векторной картой дорог и улиц (см. рис. 3). Система также обеспечивает доступ к телеметрической информации каждого зонального контроллера в графическом и табличном виде с возможностью выгрузки в Excel.

Система GSM Control обеспечивает богатый набор функций для построения современной системы автоматического управления уличным освещением.

Основные функциональные возможности системы GSM Control

Включение-отключение уличного освещения по графику Спортивные сооружения, городские площади и другие объекты могут включаться как по сигналу датчика освещенности, так и по графику. Не всегда необходимо поддерживать полное освещение в течение всей ночи.

Часто одну из фаз отключают в поздние ночные часы для экономии электроэнергии. Либо понижают напряжение на лампах трансформаторами. Оба этих режима поддерживаются нашей системой.

По сигналу датчика освещенности Наиболее часто используемый способ управления уличным освещением. В нашей системе датчик освещения можно подключать к каждому индивидуальному контролеру (при необходимости).

Обычно, используется ведущий контроллер, оснащенный датчиком, и управляющий некоторым количеством ведомых контроллеров. В нашей системе управление от ведущего к ведомым осуществляется нетарифицируемыми (бесплатными) телефонными звонками, т.е. беспроводным образом. В качестве дополнительного преимущества, укажем постепенное включение групп ламп, что снижает пиковое энергопотребление

Предусмотрен режим автоматического включения ведомых контроллеров случае отсутствия команды от ведущего контроллера, например, на 10 минут позже среднего времени включения ламп за последние дни Ручное управление Необходимо, например, при ремонте (замене ламп). Электрик может послать сигнал ручного отключения со своего мобильного телефона, при этом не требуется пульт управления в поле.

Предусмотрены, например, режимы сервисного включения ламп на 15 минут с автоматическим отключением для визуального обнаружения перегоревших ламп

Предусмотрены функции для предотвращения неавторизованного включения/выключения освещения. Режимы работы и параметры вводятся с помощью графического интерфейса через компьютер с помощью программного комплекса GSM-Control разработки ООО «Зареаль».

Один блок управления (контроллер) может контролировать 6 фаз. Это включает измерение тока в 6 фазах и напряжение в двух трехфазных линиях. Это позволяет одному контроллеру управлять шестью отдельными группами ламп, ориентировочно по 30 ламп в каждой группе.

Функции мониторинга состояния ламп и сигнализация о необходимости замены. Система использует статистические исследования для оптимизации замены ламп с учетом стоимости трудозатрат, с целью оптимизации стоимости обслуживания системы.

Система контролирует старение ламп и планирует замену ламп, срок эксплуатации которых заканчивается.

За счет применения статистических методов обработки трехфазных измерений, система способна обнаруживать неисправность единичных ламп в группах по 30 ламп. Это позволяет использовать один контроллер на такую группу, что снижает себестоимость системы по сравнению с индивидуальными контроллерами в 4 раза.

Функции безопасности. Предусмотрено автоматическое включение освещения в случаях сбоя передачи команд по беспроводному каналу.

Гарантируется минимальное время удержания ламп во включенном состоянии 15 минут
Система защищена от неавторизованного управления.

Система снижает пиковую нагрузку на электросеть в моменты включения освещения

Система генерирует экстренные сообщения в случаях Включение ламп без необходимости
Невключение ламп при подаче команды на включение

Неисправность датчика освещения

Сбой получения команды ведомым контроллером

Неисполнение команды на снижение напряжения

Автоматизированная система управления наружным освещением

Назначение автоматизированной системы:

- Снижение эксплуатационных затрат и увеличение надёжности технических средств путём осуществления автоматического и дистанционного централизованного управления сетью наружного освещения.
 - Предоставление подробной информации о состоянии параметров осветительной сети по запросу диспетчера предприятия.
 - Учет потребления электроэнергии.
 - Оповещение центра диспетчерского управления о нештатных ситуациях в функционировании оборудования освещения.
 - Сбор и архивация данных измерений параметров линий освещения и регистрация действий оператора (диспетчера) центра (пункта) диспетчерского управления.
- Структурная схема построения автоматизированной системы приведена на рис.19.

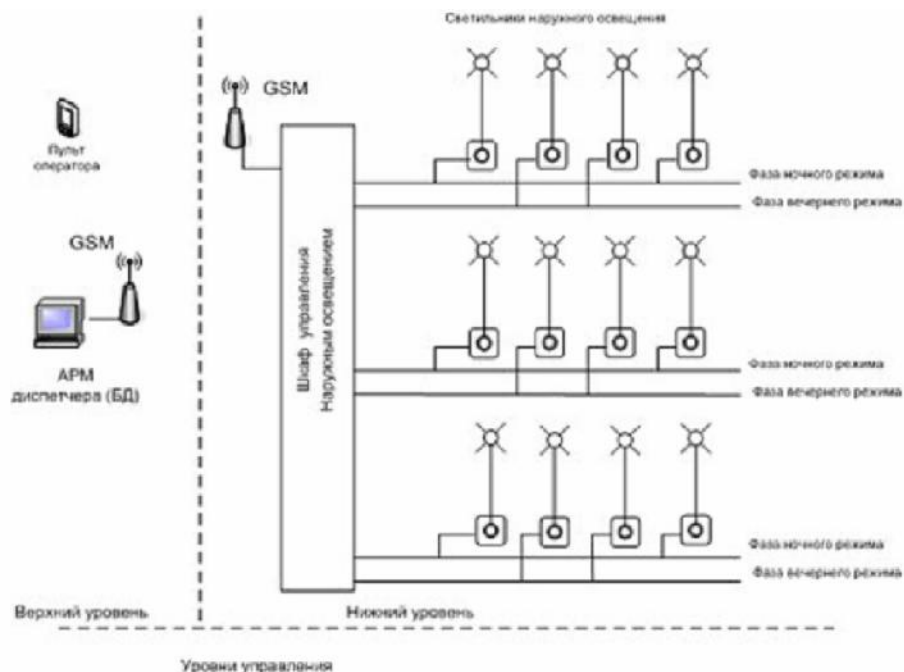


Рис. 19. Структурная схема автоматизированной системы управления наружным освещением

1. Верхний уровень управления

Состав оборудования верхнего уровня

- Автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера.

Назначение АРМ

АРМ предназначен для контроля оборудования системы и диспетчерского управления наружным освещением.

Функции АРМ

- дистанционное управление оборудованием системы;
- задание годового графика управления наружным освещением;
- связь с объектами;
- отображение состояния всего технологического оборудования в табличном и графическом виде;
- отображение всех параметров измеряемых в системе;
- технический учет э/энергии;
- хранение всей полученной информации;
- ввод информации в базу данных диспетчером;
- отображение архивной информации по запросу оператора в виде графиков или в табличном виде;
- звуковая сигнализация аварийных событий;
- протоколирование событий, параметров и действий оператора;
- подготовка и вывод на печатающее устройство отчетных документов.

2. Нижний уровень управления

Состав нижнего уровня управления

- станция управления наружным освещением

2.1. Станция управления наружным освещением

Назначение станции управления.

Станция управления наружным освещением предназначена для подключения распределительных линий наружного освещения к питающей сети переменного напряжения.

Функции станции управления

- управление режимами наружного освещения в автоматическом режиме по графику, заданному диспетчером, с верхнего уровня управления или оператором с помощью пульта оператора на нижнем уровне управления;
- управление распределительными линиями по командам диспетчера с верхнего уровня;
- защита распределительных линий наружного освещения от токов короткого замыкания;
- ведение и хранение архивов событий и измерений;
- передача архивных данных на верхний уровень;
- контроль состояния распределительных линий наружного освещения;
- контроль состояния коммутационной аппаратуры;
- технический учет электроэнергии;
- оповещение при аварийных событиях или отклонениях;
- контроль наличия неисправных ламп;
- автоматическое поддержание заданного температурного режима.

Выходная силовая часть шкафа изображена на рисунке 20.

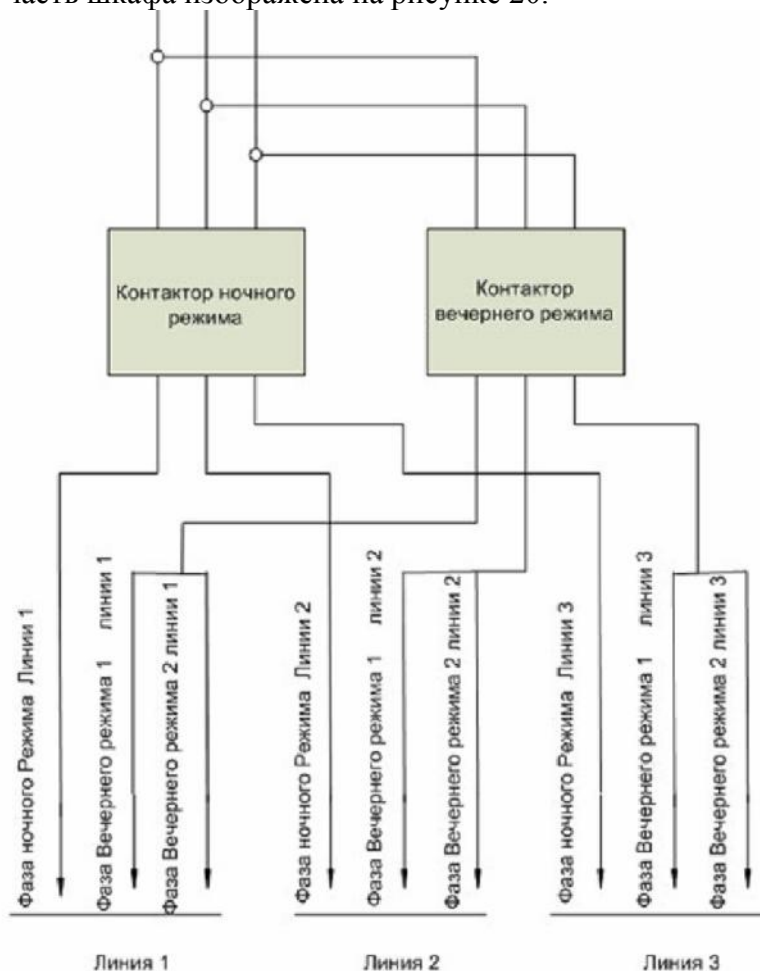


Рис.20. Силовая часть шкафа управления

Интеллектуальное уличное освещение по технологии Echelon: двукратное снижение энергопотребления, повышение безопасности и улучшение экологии.

Автоматизированные системы управления освещением, базирующиеся на технологии LonWorks компании Echelon, позволяют сократить энергозатраты на освещение городских улиц на 50%. Более того, такие системы дают 40%-ное снижение расходов на

техобслуживание уличных светильников, повышают уровень безопасности пешеходов и водителей, увеличивают срок службы ламп и снижают объемы вредных выбросов в атмосферу. Основными компонентами системы уличного освещения являются Интернет-серверы семейства i.LON, специализированное ПО для обработки и хранения данных и интеллектуальные балластные сопротивления с передачей данных по линии электропитания.

По статистике, в современном муниципальном хозяйстве на уличное освещение приходится до 38% энергопотребления, для снижения которого требуется техническая модернизация городских систем освещения. С этой целью компания Echelon разработала систему управления освещением на базе технологии LonWorks, которая была установлена впервые в Европе в г. Осло (Норвегия). Новая система позволила сократить энергорасходы на уличное освещение на 62%, а затраты на модернизацию системы окупилась менее, чем за 5 лет.

Основные компоненты автоматизированной системы управления освещением.

Управляемое уличное освещение в рамках решения Echelon предполагает замену в светильниках старых неэффективных балластных сопротивлений на интеллектуальные электронные устройства, которые принимают и передают сигналы по линии электропитания. Кроме того, электронное балластное сопротивление обеспечивает необходимый пусковой и рабочий режим питания газоразрядных ламп. В дополнение к этому специалисты Echelon рекомендуют применять в фонарях уличного освещения натриевые разрядные лампы высокого давления, которые являются более экономичными по сравнению с ртутными лампами.

Для управления работой сегментов сети уличного освещения используются интеллектуальные серверы серии i.LON. Они собирают данные о состоянии уличных фонарей и передают их через модемы по сети Интернет в муниципальный центр мониторинга, где вся информация обрабатывается с использованием специализированного ПО (например, Streetlight.vision). Таким образом, оператор может централизованно контролировать уличное освещение, исправность его компонентов и текущее энергопотребление из единой общегородской диспетчерской.

Управление освещением городских улиц с учетом многих факторов.

Все серверы семейства i.LON оснащены встроенными астрономическими часами, что позволяет определять уровень естественного освещения улиц солнечным или лунным светом и, соответственно, корректировать интенсивность искусственного освещения. Кроме того, в решении Echelon уличное освещение корректируется с учетом поступающей от i.LON информации о плотности дорожного движения и погодных условиях (измеряются соответствующими датчиками). При этом возможна автоматическая подача управляющих сигналов через серверы как на отдельные уличные светильники, так и на всю систему в целом.

Экономическая выгода от внедрения системы.

Автоматизированная система управления освещением Echelon позволяет не только в 2 и более раз сократить затраты энергоресурсов на уличное освещение, но и на 40% снизить эксплуатационные расходы, поскольку большинство неисправностей распознается и устраняется автоматически. Также отпадает необходимость в услугах бригад рабочих для регулярного осмотра уличных фонарей освещения с целью поиска и замены вышедших из строя ламп, поскольку такая информация поступает в диспетчерскую автоматически. В итоге время простоя светильников сокращается на 75%, и приблизительно на 50% продлевается срок эксплуатации электроламп, благодаря их рациональному использованию.



Рис.21. Алгоритм управления освещением

Успешное внедрение автоматизированной системы управления освещением в г. Милтэн Кинз (Англия).

Кроме норвежской столицы, уличное освещение на базе LON-технологий успешно эксплуатируется в английском городе Милтэн Кинз, где на первом этапе создания централизованной системы управления было охвачено более 400 уличных светильников. Уже сейчас городские власти отмечают 40%-ное снижение энергопотребления в системе освещения, повышение уровня общественной безопасности и снижение расходов на техобслуживание. Всего к создаваемой системе управления освещением этого города предполагается подключить еще 10 000 уличных фонарей в течение ближайших 3 лет.

Оптимизация энергопотребления освещением в северных регионах.

Еще один город, где внедрено интеллектуальное уличное освещение – Виль де Квебек (Канада), где данная система была установлена в октябре 2007 года. Применение серверов Echelon i.LON позволило добиться сокращения энергопотребления в часы пик: в это время выключается декоративное освещение и приглушаются или отключаются уличные светильники, не связанные с обеспечением безопасности пешеходного и дорожного движения. Такое решение наиболее эффективно в зимнее время, когда при низких температурах и коротком световом дне энергопотребление достигает своего максимума.

Технологии Echelon повышают безопасность дорожного движения

Интеллектуальное уличное освещение было применено и на 23-километровом участке скоростной магистрали А-16 в Нидерландах. Этот проект отличается большим объемом управляемых светильников – 1500шт. – и сочетанием оптоволоконной и проводной технологий при установке сетевого оборудования.

Другая особенность проекта – оснащение и автоматизация центра управления дорожным движением, который ведет постоянный контроль за соблюдением автомобилистами правил дорожного движения, отслеживает интенсивность естественного освещения, погодные условия и др. данные, на основании которых регулирует уличное освещение и обеспечивает безопасность на дороге.

Улучшение экологической обстановки

Благодаря снижению энергозатрат, управляемое уличное освещение позволяет также понизить и количество вредных выбросов в атмосферу, которые сопутствуют производству электроэнергии. Так, например, в отчете американской ассоциации ACCE Ford Fellow для района Большого Вашингтона, прогнозируется, что перевод региона на автоматизированное уличное освещение сократит выброс углекислого газа в атмосферу на 77 746 тонн в год, что эквивалентно удалению с дорог 14 239 легковых автомобилей или сокращению сжигания бензина на 2 334 580 литров. При этом объем энергопотребления уличными светильниками сократится на 50%, или 100 млн. кВт/ч ежегодно, что составит денежную экономию в размере 6млн. долларов США.

Преимущества и возможности автоматизированного уличного освещения

Резюмируя вышесказанное, можно выделить следующие преимущества, которые дает интеллектуальная система управления освещением по сравнению с традиционными решениями:

- Существенное снижение энергопотребления;
 - Повышение уровня безопасности пешеходов и водителей;
 - Снижение вредных выбросов и улучшение экологической обстановки;
 - Увеличение срока службы ламп;
 - Сокращение расходов на обслуживание и эксплуатацию системы уличного освещения;
 - Повышение качества обслуживания системы;
 - Предоставление потребителям более широкого и гибкого спектра услуг;
 - Придание улицам города более привлекательного внешнего вида.
- Возможности, которые предоставляет интеллектуальное уличное освещение на базе LON-технологий:
- Включение/выключение каждого светильника по отдельности;
 - Отображение текущего состояния каждой лампы и количества наработанных ею часов;
 - Измерение количества энергии, потребляемой отдельными сегментами сети уличного освещения;
 - Изменение интенсивности искусственного освещения в зависимости от погодных условий;
 - Контроль интенсивности движения транспорта;
 - Мониторинг и хранение собранной информации в центральной базе данных;
 - Сопряжение и интеграция с существующими информационными системами.

Системы управления освещением.

Сегодня, с появлением подвесных потолков актуальными стали точечные светильники, выделяющие определённые зоны в помещении, позволяющие освещать только нужные участки, в зависимости оттого, что в данный момент происходит в комнате, какое настроение хочется создать. Например, большое праздничное застолье требует максимального света, а вот для романтического ужина на двоих, уютного чаепития или просмотра фильма вполне достаточно нескольких неярких источников света. С учётом этих особенностей дизайнеры наряду с планированием помещения и разделением его на зоны думают о количестве и расположении световых приборов. И, если позволяют средства заказчиков, предлагают электронные системы управления освещением. В последнем случае речь идёт о так называемых системах "умный дом". Именно они предоставляют самые широкие возможности по управлению освещением.

Системы управления освещением, автоматическое управление.

Домашние системы управления освещением могут быть реализованы двумя основными способами. *Первый способ* – оборудование каждой комнаты пультом с несколькими кнопками. Каждая отвечает за конкретный осветительный прибор – люстру, бра, систему точечных светильников. В результате управлять светом можно прямо с дивана или из кресла. Например, решив посвятить вечер отдыху, вы можете читать газету или книгу, используя яркий свет люстры, а затем переключиться на просмотр фильма при неярком освещении бра.

Второй способ – полная автоматизация системы управления освещением с установкой специальных датчиков. Свет включается сразу, как только человек входит в помещение, а спустя некоторое время после его выхода выключается. Удобство такой системы управления освещением ощущается моментально, особенно если обе руки заняты чем-либо и для того, чтобы дотянуться до выключателя, потребуются дополнительные усилия. Впрочем, выключатели при автоматическом управлении совсем не отменяются: если нужно выключить свет, оставаясь в комнате, это вполне можно сделать вручную. Системы управления освещением, управление яркостью освещения Эти системы управления освещением дают возможность регулировать световой поток путём добавления или убавления яркости светильников. Удобно, если подобные действия можно

осуществлять с пульта дистанционного управления. Однако это не единственный способ. Регулирование яркости может быть вынесено на отдельную панель, а может стать частью системы управления освещением реализованной с помощью программы управления по таймеру.

Системы управления освещением, управление освещением по таймеру Люди, живущие по режиму, несомненно, оценят возможность программирования системы управления освещением по времени включения и выключения света, а также автоматическое изменение настроек.

Так вечером после установленного ими часа и ночью освещение будет включаться только на половинную мощность, достаточную чтобы пройти в нужном направлении и взять необходимую вещь. А проживающим в загородном доме не придётся самостоятельно включать свет на улице: системы управления освещением в установленное время на таймере автоматически включит наружное освещение.

Системы управления освещением, управление освещением по времени суток.

Это более сложные, но очень удобные системы управления освещением. Летним днём, к примеру, во время дождя, естественного света может оказаться недостаточно для освещения помещения. Тут поможет специальный датчик, фиксирующий уровень освещённости и при необходимости включающий лампы.

Такая составляющая системы управления освещением, актуальна и в домах, где имеется зимний сад или оранжерея. Хозяевам не придётся по несколько раз в день включать и выключать свет, а при отъезде волноваться за любимые растения.

Системы управления освещением, создание световых сцен. Возможность включения сразу нескольких источников освещения и запоминания часто используемых программ называют функцией создания световых сцен. Выделение отдельных элементов интерьера или освещение фасада здания по заданному сценарию не только удобная, но и очень эффектная программа системы управления освещением, Системы управления освещением, имитация присутствия.

Тем, чей образ жизни связан с частыми путешествиями или командировками, интеллектуальная система управления светом просто необходима. Именно она поможет создать эффект присутствия хозяев дома.

Свет в различных помещениях будет включаться, и отключаться, а его яркость будет регулироваться системой «умного здания». Такая имитация часто помогает предотвратить вторжение посторонних лиц в период отсутствия в доме хозяев.

Автоматические системы управления освещением удобны и эффективны как в многоэтажных загородных коттеджах, так и в небольших типовых квартирах. Они позволяют сделать жизнь более комфортной, а затраты на приобретение и установку специального оборудования окупаются куда быстрее, чем это может показаться на первый взгляд. Интеллектуальные системы освещения «умного дома» экономят электричество, помогают подчеркнуть тонкости дизайна помещения, создают нужное настроение в конкретной комнате именно в то время, когда это удобно хозяевам. И, конечно, с ними не приходится вспоминать, выключен ли свет в гардеробной или на кухне – современные системы управления освещением позволяют осуществлять контроль с персонального компьютера или даже сотового телефона.

Предназначено для автоматизированного управления освещением, как ресурс - и энергосберегающее оборудование. Применения: управление наружным освещением, включение подсветки зданий, витрин, автостоянок, дачных участков, лестничных клеток и др. при понижении уровня освещения ниже заданного значения.

Автоматизированная система управления наружным освещением (АСУНО).

Продолжая работать в сфере энергоэффективных технологий НТЦ "АРГО" разработал и предлагает на рынке автоматизированную систему управления освещением. Она позволяет:

включать/выключать освещение по заданному графику, прописанному в специализированном контроллере;
включать "вечернее", "ночное" освещение, а также другие типы по запросу Заказчика;
работать в автоматическом, дистанционном и ручном режимах управления;
диагностировать техническое состояние объекта – контролировать напряжение и токи по фазам, состояние предохранителей, состояние осветительных приборов, режим работы, потребляемую мощность и т.д.;
выполнять функции охраны;
выполнять функции информационно-измерительной системы (АСКУЭ/АСТУЭ).

В основу системы положен модульный принцип, позволяющий легко наращивать функционал, адаптировать ее к конкретным требованиям Заказчика, производить поэтапный ввод в соответствии с инвестиционной программой. Хотя система и представляет собой функционально законченное программно-техническое решение, однако всегда возникает желание что-то изменить, добавить. Модульный принцип, как в отношении ПО верхнего уровня, так и в отношении состава устройств позволяет легко это реализовать.

Основные характеристики системы

Ядро системы – специализированный мультипроцессорный контроллер МУР 1001.2 TSM. Программное обеспечение верхнего уровня "АРГО: Энергоресурсы".

Поддерживаемые каналы связи:

on-line - выделенная линия, GPRS, радиоканал; коммутируемый канал, GSM, SMS, Ethernet.

Псевдо on-line – диагностика объекта на уровне контроллера с последующей рассылкой. Решаемые задачи – АСУНО, АСКУЭ, телеуправление, диагностика, охрана.

1. Модуль "Мнемосхема"

Предназначен для отображения текущего состояния исполнительного пункта включения. Графическое решение может быть легко изменено по желанию Заказчика. Обязательными атрибутами графического интерфейса являются следующие блоки: "Режим управления", "Режим Освещения", "Контроль", "Охрана", "АСКУЭ".

2. Удаленное управление исполнительным пунктом включения.

Несмотря на то, что основной режим функционирования АСУНО – автоматический, тем не менее, возникают ситуации требующие вмешательства оператора. Для этих целей предусмотрена подпрограмма "Управление освещением". Запуск приложения осуществляется автоматически при включении компьютера.

3. Журнал событий.

В журнале отображается информация об изменениях аварийных и предупредительных состояний параметров. При этом сообщения отображаются соответствующим цветом. При возникновении аварийной ситуации, кроме фиксации сообщения в журнале, включается звуковой сигнал.

Кроме указанных модулей в расширенный состав АСУНО поставки могут быть включены следующие модули:

"Рассылка" - обеспечивает рассылку информационных сообщений по E-Mail, на пейджер, обычный/сотовый телефон, факс, MUR-Terminal.

"Анализатор" - анализирует данные, собранные системой "Энергоресурсы". Производит анализ данных либо за любой временной интервал, либо по мере поступления данных.

Наиболее часто применяется для анализа технического состояния средств измерений и средств сбора данных, целостности данных, анализа данных на соответствие технологическим требованиям. Анализатор гибко настраивается при помощи решающих правил для анализа данных. Возможно использование автоматического оповещения обслуживающего персонала при возникновении нештатной ситуации (через модуль "Рассылка"). Предлагаемая система может быть легко встроена в существующие системы.



Рис.22. Шкаф управления уличным освещением ПВ-32

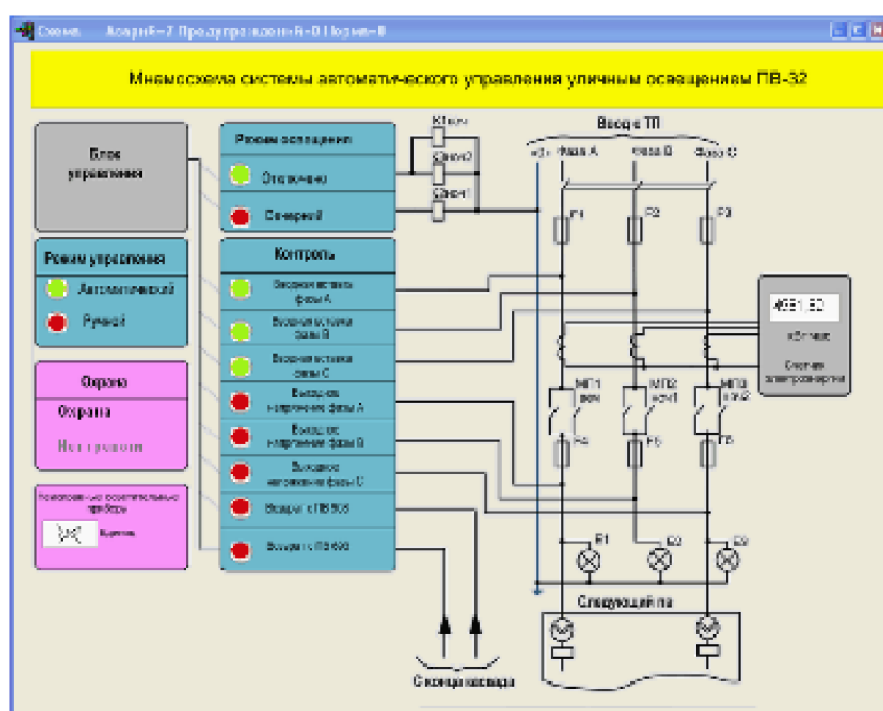


Рис.23. Мнемосхема автоматического управления уличным освещением ПВ-32

"Умный" дом сегодня

Если устроить опрос на улицах городов – проверить знания прохожих об "умном" доме, – многие опрошенные, наверняка, затруднятся ответить, либо ограничатся расплывчатыми формулировками и общими фразами. Между тем, на календаре XXI век и "умный" дом вполне можно построить даже здесь. К тому же, – он все более популярен.

Собственно, мечта наших соотечественников об "умном" доме имеет весьма давнюю историю. Вспомните сказки. Там печь сама печет пироги, горшочек варит кашу, но ближе всех к реализации идеи "умного" дома подобралась Баба Яга. Ее "избушка на курьих ножках" может поворачиваться "к лесу задом", и даже, по велению хозяйки, самостоятельно путешествовать по пересеченной местности.

Избушка ну курьих ножках - российский "умный" дом, россияне всегда стремились к «халяве».

Увы, все сказочные возможности современному "умному" дому пока недоступны. Если, к примеру, вращающиеся вокруг своей оси здания ныне не такая уж редкость, то "гуляющие сами по себе" – это пока фантастика. Да и вообще домашние цифровые технологии развиваются в другом направлении. Главная цель – сделать проживание, нахождение человека внутри дома, а также на придомовой территории, максимально комфортным. Современный цифровой дом, простыми словами, – это дом или квартира, где контроль за всеми или большинством инженерных систем возложен "на плечи" современных технологий. Освещение, отопление, вентиляция, кондиционирование, энерго- и водоснабжение, работа различных электроприборов, видеонаблюдение, сигнализации, электроприводы – всем этим управляет автоматика.

При этом совершенно не обязательно пичкать жилище абсолютно всеми вышеописанными "наворотами". Понятие современного "умного" дома допускает использование только тех систем, которые нужны в каждом конкретном случае.

Историческая справка

Само понятие "умный" дом (англ. smart house) не такое уж молодое. Оно возникло в США в начале 70-х годов прошлого века, в недрах "Института интеллектуальных зданий". На тот момент под умным домом подразумевалось "здание, обеспечивающее продуктивное и эффективное использование рабочего пространства...".

Однако годом рождения современного "умного" дома можно считать 1978-й год. В этом году с космодрома Байконур стартовал космический корабль "Союз-28" с советско-чешским экипажем на борту, в Китае была принята новая Конституция, в Гондурасе случился военный переворот, польского кардинала Кароля Войтилу избирали Папой Римским, в Великобритании родился первый в истории «ребенок из пробирки» (зачатый методом экстракорпорального оплодотворения)... А в США компании X10 USA и Leviton разработали и внедрили в производство технологию управления бытовыми приборами по проводам бытовой электросети.

Распространение эти разработки получили в то время лишь на территории Северной Америки, ибо были рассчитаны на работу при напряжении 110 В и частоту сети 60 Гц. Тем не менее, именно этим фирмам человечество обязано появлением "невероятных чудес прогресса" – автоматически открывающихся дверей, включающегося по хлопку света и прочих "фокусов", которыми состоятельные американцы удивляли своих гостей, а голливудские фильмы – весь остальной мир.

Для конца 70-х годов технология X10 (именно такое название закрепилось и сохранилось за ней и поныне) являлась, конечно, революционной. Однако она была рассчитана на поддержку всего шести управленческих команд и, в основном, использовалась для управления электроосвещением. Но людям хотелось большего. "Умный" дом должен был становиться все "умнее".

Чтобы ускорить процесс развития подобных технологий их разработчики создали Альянс Электронной Промышленности (Electronic Industries Alliance). В 1992 году это привело к появлению стандарта шины бытовой электроники (Consumer Electronic Bus, CEBus). Ныне CEBus – открытый стандарт. Это означает, что производить оборудование для "умных" домов может любая компания, чья продукция будет соответствовать необходимым техническим требованиям. Сегодня коммуникационный протокол CEBus предусматривает передачу управляющего сигнала по проводам бытовой электросети, витой паре, коаксиальному кабелю (вид электрического кабеля, предназначенный для передачи высокочастотных сигналов), в радиочастотном или инфракрасном диапазоне.

"Умный" дом Билла Гейтса на берегу озера Вашингтон снаружи вовсе не поражает воображение. Зато о "начинке" этого строения (а вернее группы строений) ходят легенды. Собственно, не обязательно строить всю систему "умного" дома на каком-то одном способе передачи данных. Так, освещением можно управлять посредством передачи данных по электропроводке, видео- и аудиоаппаратурой – с помощью коаксиального кабеля. Для кондиционеров, различных цифровых приборов подойдет витая пара. Ну а

радиосигналы или инфракрасные лучи могут, в общем, использоваться с любыми приборами или системами. В том числе посредством специальных преобразователей сигналов, служащих для коммутации между собой различных способов передачи данных. Эти устройства называются роутерами или мостами (data bridges).

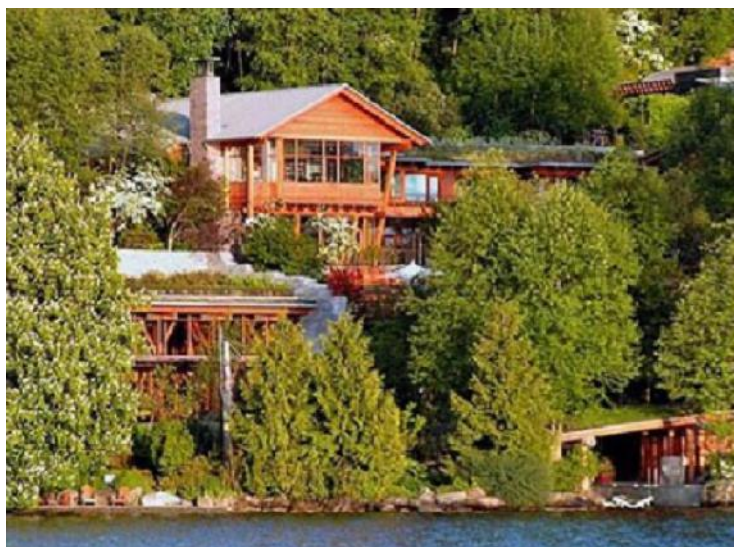


Рис.24. «Умный» дом Билла Гейтса

"Умный" дом сегодня.

Ныне, помимо упомянутых здесь технологий (модернизированной, но все же довольно "медленной" X10, а также CEBus), существуют и другие, на базе которых возможна реализация концепции "интеллектуального" дома.

Весьма распространен, особенно в Европе, *протокол EIB* (аббревиатура от англ. European Installation Bus). Сегодня, пожалуй, это главная европейская платформа, на которой осуществляется строительство "умных" домов. Другое ее название – Instabus. В том, что касается передающих сред, технология EIB весьма схожа с CEBus. Обычно при построении "умного" дома на базе EIB используется следующее оборудование:

Сенсоры – это могут быть датчики движения, таймеры, датчики температуры или влажности, настенные выключатели;

Активаторы (исполнительные устройства) – меняют свое состояние (переходят из режима "выключено" в режим "включено" и т.д.) в соответствии с командами, которые поступают от сенсоров, тем самым осуществляется управление различным электрооборудованием: освещением, приборами;

Диммеры – регуляторы электрической мощности, нагрузки;

Контроллерные модули – они требуются, если предполагается использовать достаточно сложные алгоритмы управления, например, когда нужно управлять несколькими видами оборудования, используя данные различных сенсоров;

Системные устройства – обеспечивают настройку и поддержание в рабочем состоянии самой сети EIB, это шинные соединители, повторители, блоки питания, интерфейсные модули.

В принципе, похожий набор оборудования может быть использован и при работе с другими технологиями, разработанными и применяющимися для строительства "умных" домов. Однако при этом каждая из них (рассказать обо всех в одной статье, увы, невозможно) может предусматривать использование и другого оборудования, в соответствии с технической спецификацией, способом передачи данных.



Рис.25. Внешний вид EIB-диммер (одна из модификаций)



Рис.26. Пример реализации «умного» дома

Главный недостаток технологии EIB – необходимость учета ее наличия уже на этапе строительства дома. Настройка EIB в уже существующих домах и квартирах – достаточно проблематична. С другой стороны – задуматься о внедрении технологий домашней автоматизации в любом случае лучше на этапе строительства (читай – проектирования) дома или квартиры – это вам скажет любой специалист в данной области.

У них и у нас.

По мнению многих экспертов, в том числе и "игроков" российского рынка технологий для построения "умных" домов, даже сегодня существуют коренные отличия в идеях внедрения "умного" дома за рубежом и у нас.

Дело в том, что основной целью домашней автоматизации в Европе или в Северной Америке является, прежде всего, энергосбережение. Ведь подобные технологии позволяют существенно экономить электричество и воду – основные ресурсы необходимые для функционирования современного человеческого жилища. Дополнительный комфорт, хоть и важен, но все же лишь на втором месте. Тогда как в России – наоборот: на первом месте именно комфорт и бонусы к имиджу владельца подобного "чуда техники". Об энергосбережении у нас до сих пор задумываются лишь немногие и лишь периодически.

В Европе "умные" дома строят в первую очередь для экономии ресурсов. В России – ради престижа. Забота об экономии ресурсов, а также то, что автоматизацией жилого пространства за границей занялись раньше, чем у нас (в Россию эти технологии начали приходить, по сути, лишь в самом конце 90-х годов прошлого века), привело к логичному результату – гораздо большему распространению "умного" жилья в Западной Европе и в США, нежели чем в нашем Отечестве.

Еще в 2000 году близ Лондона был построен целый коттеджный поселок – Tunnel Wood Road. Все дома в этой английской деревеньке – "умные". В них полностью автоматизировано управление кондиционированием, вентиляцией, видеонаблюдением и сигнализацией, электропитанием и некоторыми другими системами. Причем, и это одна из важнейших особенностей современных "умных" домов, управлять всем этим хозяйством можно не только находясь непосредственно в доме, но и на расстоянии, причем на каком угодно: посредством мобильного телефона или с помощью сети Интернет. Надо сказать, что Tunnel Wood Road – не единственный пример. В той же Великобритании сегодня строительство "умных" домов, целых "умных" улиц, кварталов – обычное дело.

В России многие любят иронизировать над "холодильниками, выходящими в Интернет и самостоятельно заказывающими недостающие продукты". А зря. В том же Tunnel Wood Road эта концепция с успехом реализована. Правда, справедливости ради отметим, что сам "умный" холодильник в данном случае в Сеть все же не выходит: он просто сообщает хозяину что те или иные продукты на исходе. А уже хозяин заказывает их в Интернет-магазине. После оплаты заказа он получает уникальный код, который и сообщает службе доставки. Далее все совсем просто: курьер доставляет заказанное, на внешней, расположенной снаружи дома дверце холодильника набирает полученный код, и кладет продукты внутрь. После это-го одноразовый уникальный код автоматически аннулируется. А хозяину на мобильный телефон или на электронную почту поступает сообщение о том, что продукты доставлены. Как говорится: "...элементарно, Ватсон!".

Вообще, установка системы "умный" дом – довольно длительный процесс. Во всяком случае, опять же за границей. Часто специалист фирмы-исполнителя заказа в течение нескольких недель просто наблюдает за жизнью: заказчика и членов его семьи. Все потому, что перед тем как проектировать "умный" дом хорошо бы знать привычки его будущих хозяев: когда они просыпаются, как проходит их день и т.д. В России же, ввиду иного менталитета большинства населения, такой подход к делу весьма проблематичен. В любом случае, в серьезной компании вам сначала предложат ознакомиться с эскизным проектом вашего "умного" жилища. Он обязательно должен включать в себя подробный список всего нужного оборудования (даже метраж кабеля). Еще раз подчеркнем – "умным" можно сделать не только загородный дом, но и городскую квартиру. Во всяком случае, частичную автоматизацию процессов жизнеобеспечения в ней точно реализовать можно. После утверждения эскиза готовится рабочий проект. В его подготовке желательно участие архитектор и дизайнера. Только когда проект пройдет все эти стадии – начинаются монтажные работы. Затем очередь программистов – они настраивают технику, все узлы и агрегаты, проводят отладку. Далее система вводится в действие.

Обычно компании, осуществляющие монтаж подобного оборудования, берутся и за его техническое обслуживание в процессе эксплуатации. Если фирма не предлагает подобные услуги (только продает и устанавливает оборудование) – лучше поискать другую.



Рис.27. Составляющие элементы систем "умного" дома

Обслуживание всех систем "умного" дома в процессе эксплуатации лучше доверить специалистам фирмы, которая монтировала оборудование. Расценки на установку компонентов "умного" дома различны. Зависят они от того, какая используется технология, какой планируется уровень автоматизации. Естественно, стоимость варьируется еще и в зависимости от того, насколько глобальная планируется система. Если на этапе строительства нужно довести "до ума" трехэтажный загородный коттедж, предусмотрев автоматизацию как можно большего числа процессов – это одно. А если вы просто хотите иметь модную и удобную систему освещения в квартире (с возможностью автоматической регулировки яркости, включения-выключения "по хлопку" и т.д.) – это совсем другое. Вообще, несложные системы домашней автоматизации (например, на основе технологии X10) не сложно монтировать самостоятельно, при наличии некоторой технической подготовки, конечно, – в Интернете можно найти на сей счет множество сайтов, издается и специальная литература.

В одном тексте не расскажешь обо всех аспектах такого интересного и, без сомнения, перспективного направления развития электронных технологий, как автоматическое управление жилищем. Собственно, внедряются подобные системы сейчас не только в частных домах или квартирах, но и, к примеру, в офисах или на промышленных предприятиях. Многие эксперты считают, что ныне мы находимся лишь в начале пути. Со временем большинство зданий будут иметь высокую степень автоматизации процессов функционирования. Но это завтра, а пока давайте пользоваться тем, что у нас уже есть: к счастью, "умный" дом – реальность уже сегодня.

В будущем большинство зданий будут иметь высокую степень автоматизации процессов функционирования. Но и сегодня "умный" дом – реальность.

3.4 Устройство пожарной сигнализации

На сегодняшний день одним из самых эффективных средств тушения пожаров являются установки автоматического пожаротушения с различными огнетушащими веществами. Применение таких систем, где огнетушащее вещество при возгорании автоматически подается в защищаемое помещение, особенно оправданно при защите дорогостоящего оборудования, материалов или ценностей. Установки автоматического пожаротушения позволяют ликвидировать на ранней стадии возгорание твердых, жидких и газообразных веществ, а также электрооборудования под напряжением. Такой способ тушения может быть объемным при создании огнетушащей концентрации по всему объему защищаемого помещения или локальным — в случае, если огнетушащая концентрация создается вокруг защищаемого устройства (например, отдельного агрегата или единицы технологического оборудования).

При выборе оптимального варианта управления автоматическими установками пожаротушения и выборе огнетушащего вещества, как правило, руководствуются нормами, техническими требованиями, особенностями и функциональными возможностями защищаемых объектов.

Рассмотрим разновидности используемых в автоматизированных системах пожаротушения огнетушащих веществ:

- вода;
- пена;
- газ;
- порошок;
- аэрозоль.

Водяное пожаротушение.

Наиболее доступным и распространенным средством пожаротушения является обыкновенная вода. Но количество выливаемой воды при тушении пожара иногда наносит ущерб не меньший, чем сам пожар; к тому же есть вещества, где вода может стать катализатором еще большего пожара или ее применение не столь эффективно. Все большее распространение как разновидность водяного пожаротушения получает мелкодисперсная вода. В некоторых случаях она может заменять дорогое газовое пожаротушение. Вода в данных установках через специальные насадки превращается в водяной туман, который заполняет объем защищаемого помещения и эффективно воздействует на очаг возгорания, не нанося ущерба оборудованию, мебели и человеку. Одна из последних подобных разработок — модульная установка пожаротушения тонкораспыленной водой "Микрофог" (ОАО "МГП Спецавтоматика"), являющаяся альтернативой хладоновым системам. Разработчикам путем расчетов и экспериментов удалось добиться оптимальной пропорции воды и газовытеснителя, что позволило создать необходимый размер частиц водяного тумана, наиболее эффективный для тушения. На установку получен сертификат пожарной безопасности, и оборудование полностью соответствует всем российским нормативным документам.

Пенное пожаротушение.

Пенное пожаротушение получило наибольшее распространение в нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих отраслях, а также в разного рода хранилищах нефтепродуктов. В зависимости от химического состава пены, определяющего ее назначение, она не всегда бывает безвредной, и слив такой пены в канализацию не возможен. Необходима утилизация отходов после пожара, что затрудняет ее широкое распространение и повсеместное использование. Хотя в последние годы появились концентраты пены, которые применяются для пожаротушения в городских условиях, например в транспортных тоннелях; их можно сливать в канализацию (утилизировать).

Газовое пожаротушение.

Несмотря на высокую стоимость наиболее эффективными для использования в системах пожаротушения с наименьшим нанесением вреда при тушении пожара для помещений с любым производственным и техническим назначением являются автоматические установки газового пожаротушения (АГПТ). Уникальная способность газопроникать через щели в самые недоступные места и эффективно воздействовать на очаг возгорания получила самое широкое распространение при использовании огнетушащих газов в автоматических установках газового пожаротушения во всех областях человеческой деятельности.

По своему составу газы бывают практически безвредные для здоровья человека, условно вредные (вытесняют кислород из защищаемого помещения при пожаре) и вредные. Безвредные газы можно удалять из помещения после пожара через общеобменную вентиляцию, условно вредные и вредные должны удаляться через специальные отдельные системы дымоудаления.

Электрическая часть установок газового пожаротушения, в зависимости от поставленных задач, может строиться на автономных автоматических установках газового пожаротушения с выводом информации на специализированный диспетчерский пульт. Как правило, это выгодно, если имеется не более трех-четырех направлений газового пожаротушения.

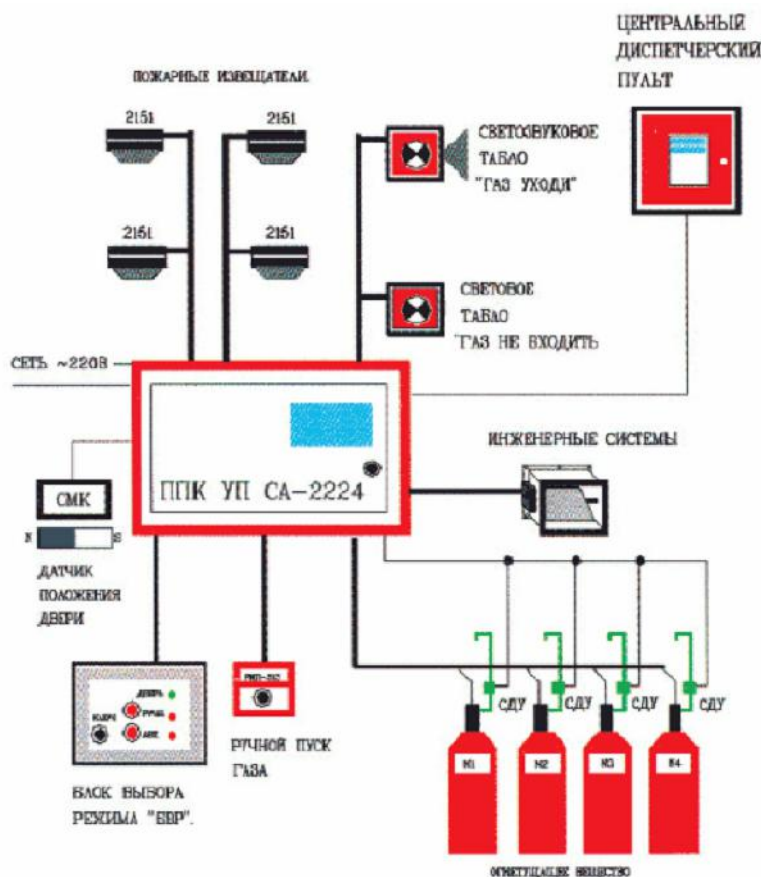


Рис.28. Установка газового пожаротушения с выводом информации на специализированный диспетчерский пульт.

При наличии на защищаемом объекте системы пожарной сигнализации с контролем и управлением пожарной автоматикой инженерных систем правильно встраивать автономные установки газового пожаротушения в общую систему пожарной сигнализации с выводом всей информации на единый диспетчерский пульт.

При выборе оптимального варианта управления автоматическими установками газового пожаротушения, как правило, руководствуются техническими требованиями, особенностями и функциональными возможностями защищаемых объектов. Одной из особенностей систем АГПТ в автоматическом режиме является использование адресно-аналоговых и пороговых пожарных извещателей в качестве приборов,



Рис.29 Пожарные извещатели

регистрирующих пожар, по сигналу которых производится выпуск огнетушащего вещества. Адресно-аналоговые датчики дыма и тепла, контролирующие защищаемое помещение, постоянно опрашиваются станцией управления пожаротушением. Прибор отслеживает рабочее состояние датчиков и их чувствительность (в случае снижения чувствительности датчика станция автоматически компенсирует ее путем установки соответствующего порога). При использовании безадресных систем поломку датчика или потерю его чувствительности определить нельзя. Считается, что система находится в рабочем состоянии, но, в действительности, станция управления пожаротушением в случае реального возгорания должным образом не сработает. Поэтому при установке систем автоматического газового пожаротушения предпочтительно использовать именно адресно-аналоговые системы.

Порошковое пожаротушение.

Порошковое пожаротушение в последние годы получило достаточно широкое распространение в силу своей доступности и эффективности при воздействии на открытый огонь.

Установки автоматического порошкового пожаротушения строятся аналогично автоматическим установкам газового пожаротушения по тем же нормам и правилам. Установки автоматического порошкового пожаротушения предназначены для локализации и тушения пожаров классов А, В, С и электрооборудования под напряжением до 1000 В в промышленных, складских, жилых, торговых, административных помещениях, гаражах и других объектах. Выбрасываемый при срабатывании модуля порошок не оказывает вредного воздействия на одежду и тело человека, не вызывает порчу имущества и легко удаляется протиркой, пылесосом или водой. Все электрические пусковые устройства в автоматических системах пожаротушения должны контролироваться на обрыв. Как правило, защита автоматической установки порошкового пожаротушения больших помещений предполагает установку большого количества порошковых модулей (МП). В настоящее время управляющие станции автоматических установок порошкового пожаротушения при больших количествах порошковых модулей производят, в основном, контроль на обрыв своего пускового шлейфа, а не пусковых устройств самих порошковых модулей.

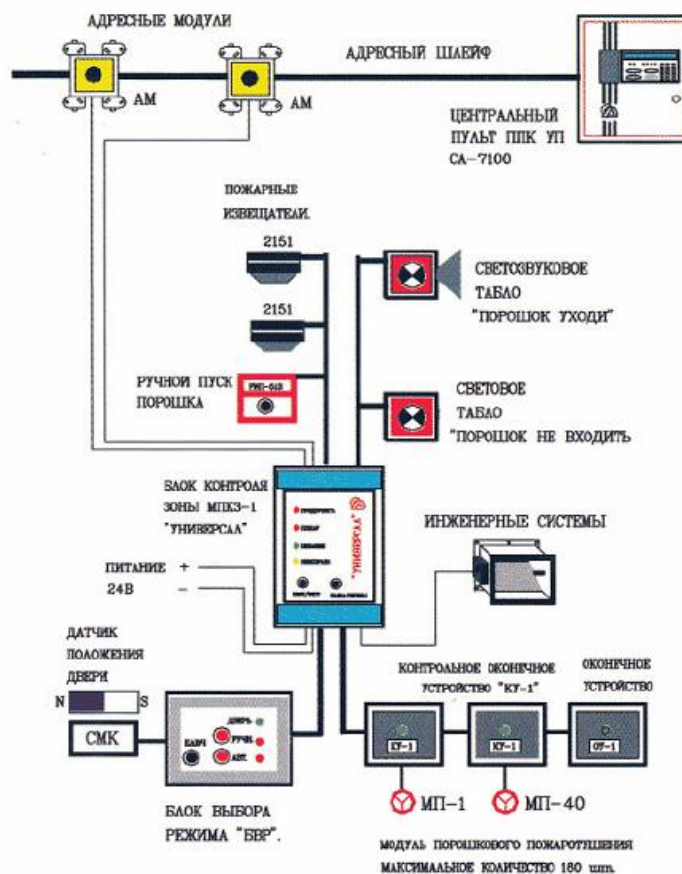


Рис.30 Пример построения автоматической установки порошкового пожаротушения для индивидуального бокса (гаража)

Разработан специальный модуль для индивидуального контроля и запуска порошкового модуля типа "Буран" и других порошковых модулей с аналогичными параметрами пусковых устройств. Контролирующие оконечные устройства КУ-1 для индивидуального контроля и запуска порошковых модулей (МП) легко встраиваются в любые адресные или безадресные системы пожарной сигнализации.

Системы управления пожаротушением могут быть как автономные, так и встроенные, интегрированные в систему пожарной сигнализации. В современных системах автоматической пожарной защиты здания используются все самые современные технологии пожаротушения, а также новейшие аппаратно-программные средства пожарной сигнализации, оповещения людей о пожаре и управления инженерными системами пожарной автоматики.

Автоматизированные Системы Пожаротушения и Дымоудаления.

Данные системы пожаротушения и дымоудаления предназначены для защиты жизни и здоровья людей, а также сохранности промышленных, административных и жилищно-хозяйственных объектов от пожаров.

В качестве информационной платформы применяется универсальная SCADA/HMI DataRate™.

С ростом энергооснащенности современных сооружений увеличиваются и риски возникновения пожаров и пожароопасных ситуаций. Пожарные, в силу объективных причин, зачастую не в состоянии вовремя приехать на место. А в условиях мегаполисов среднее время прибытия пожарных расчетов может увеличиться непредсказуемо из-за дорожных проблем.

На первый план выходит организация пожарной безопасности – создание комплекса мер, который позволит или потушить сразу возникший очаг возгорания, или с наименьшими

потерями дожидаться прибытия профессиональных пожарных. Определяющая роль отводится стационарным системам автоматического пожаротушения.

Отличительными особенностями данных систем являются:

Функционирование системы в автоматическом режиме, автономно. Исключает влияние человеческого фактора. Система предельно быстро и адекватно реагирует на возникновение пожара. Информация обо всех технических процессах в удобной форме выводится в режиме реального времени на экран компьютера в виде мнемосхем.

Увеличение срока службы систем и оборудования. Осуществляется мониторинг времени наработки оборудования и сигнализация в случае необходимости проведения профилактических и ремонтных работ.

Повышение надежности системы. Протокол событий может быть использован, чтобы установить причину аварийной ситуации (любого события) и предпринять действия по предотвращению возникновения аварии в будущем.

Мониторинг и управление техпроцессов в любой момент времени в любой точке планеты. Благодаря повсеместному распространению сети Интернет и мобильной связи, диспетчер может в режиме реального времени наблюдать полную картину происходящих на предприятии процессов и управлять сразу несколькими системами.

Более качественное управление системами при сокращении штата обслуживающего персонала и снижении постоянных издержек на эксплуатацию. Не нужно каждый раз высылать обслуживающий персонал на объект. Возникающие проблемы можно решить удаленно с помощью ПК. Если же авария имеет место, файл-отчет «подскажет», что именно вышло из строя. Снижение издержек достигается за счет уменьшения затрат на использование высококвалифицированного персонала, а также уменьшения энергопотребления и повышения надежности работы оборудования.

Общая структура систем

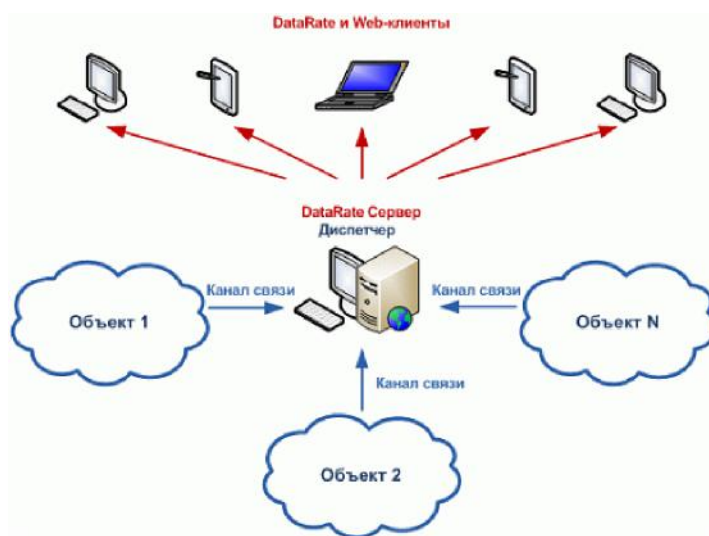


Рис.31. Модульная система управления

Тесная интеграция систем пожаробезопасности на базе комплектов оборудования и SCADA/HMI DataRate позволяет создавать автоматизированные рабочие места с удобным и наглядным интерфейсом для каждого конкретного объекта, одновременно осуществлять мониторинг и управление несколькими объектами.

Система мониторинга и управления спринклерным пожаротушением.

Решения созданы на базе комплекта устройств для автоматического управления пожарными и технологическими системами «Спрут-2» и универсальной SCADA/HMI DataRate.

Комплект «Спрут-2» предназначен для автоматического управления:

- оборудованием пожаротушения (водяного, пенного, газового, порошкового, аэрозольного);
- дымоудалением и вентиляцией;
- оповещением;
- технологическим оборудованием (в том числе насосами холодного водоснабжения, горячего водоснабжения, циркуляции отопления, подпитки отопления, дренажа).

Комплект «Спрут-2» также предназначен для работы в качестве пожарной сигнализации с безадресными извещателями.

Состав комплекта «Спрут-2»:

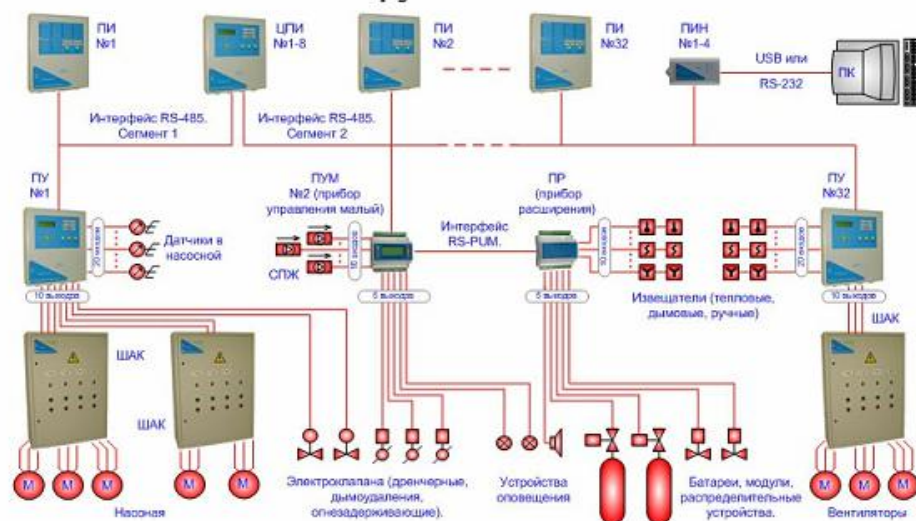


Рис.32 Система мониторинга и управления спринклерным пожаротушением в составе комплекта «Спрут-2»

Система мониторинга и управления спринклерным пожаротушением предназначена для обеспечения пожарной безопасности в зданиях общественного назначения, в жилом секторе и сельскохозяйственных объектах. Данная система полностью автономна и не требует вмешательства человека. В случае возгорания, пожар детектируется системой, срабатывает сигнализация, и производится пуск установки пожаротушения для локализации и тушения пожара по направлению.

В качестве примера приведена система, которая обеспечивает мониторинг состояния и автоматическое управление двумя спринклерными насосами по схеме «основной-резервный», устройством компенсации утечки огнетушащего вещества (жокей-насосом), дренажным насосом и шестью дренчерными клапанами защиты путей эвакуации. Система мониторинга и управления спринклерным пожаротушением имеет трехуровневую структуру:

1 уровень включает в себя устройства сигнализации (пожарные извещатели, датчики, сигнальные реле и т.д.) технологической части установки спринклерного пожаротушения;

2 уровень системы представлен комплектом оборудования «Спрут-2» производства ООО «Плазма-Т», с помощью которого осуществляется детектирование срабатывания устройств сигнализации и управление установкой спринклерного пожаротушения;

3 уровень системы состоит из серверной станции DataRate, к которой могут быть подключены локальные и удаленные (Web) автоматизированные рабочие места (клиенты DataRate).

В данном случае комплект оборудования «Спрут-2» осуществляет детектирование срабатывания устройств сигнализации и автоматическое управление:

Установками пожаротушения;

Системами оповещения;
Технологическим оборудованием (в том числе насосами холодного водоснабжения, горячего водоснабжения, дренажа).

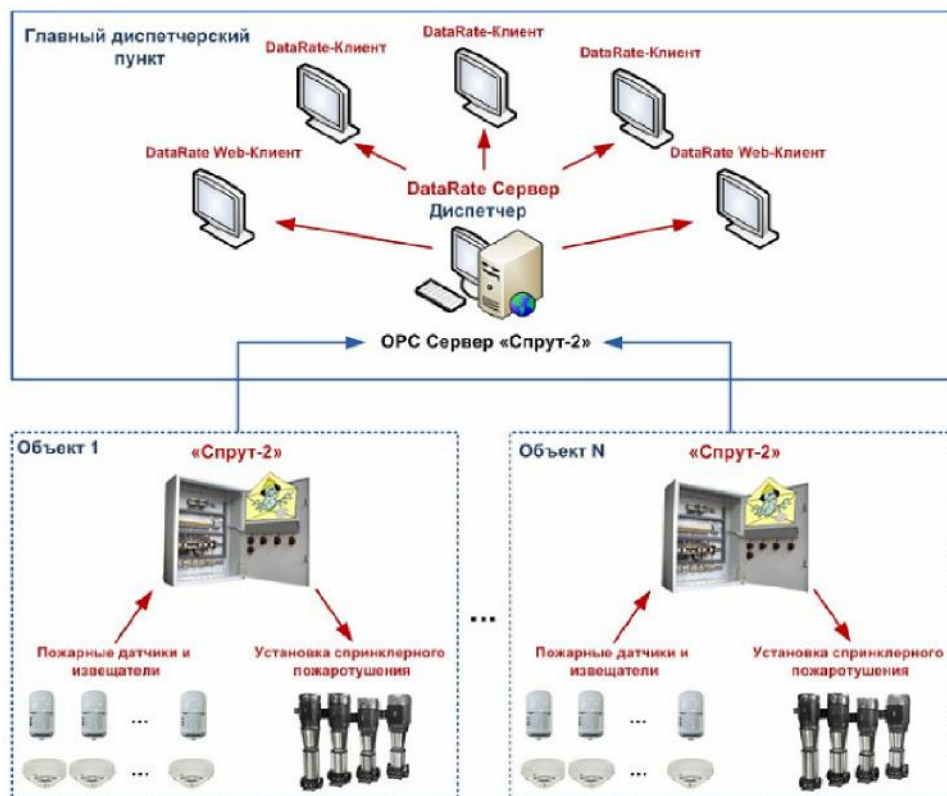


Рис.33. Техуровневая система мониторинга и управления спринклерным Пожаротушением.

Функции SCADA/HMI DataRate в системе пожарной безопасности и пожаротушения:
Ведение протокола событий;
Визуализация места возникновения пожара и процесса тушения;
Своевременная сигнализация о текущем состоянии пожарного оборудования и возникновении возгорания;
Протоколирование неисправностей в работе пожарного оборудования на протяжении всего срока эксплуатации;
Удаленный/локальный мониторинг и контроль нескольких объектов без затрат на дополнительное оборудование.

Система мониторинга и управления дымоудалением в многоэтажном жилом доме предназначена для удаления продуктов горения (дыма) при пожаре и ограничения его распространения.
Обеспечивает безопасную эвакуацию людей из здания в начальной стадии пожара, возникшего в одном из помещений. Система мониторинга и управления дымоудалением (СДУ) — это один из важных составных элементов системы противопожарной защиты. Система может применяться как самостоятельная единица. Однако применение СДУ в комплексе с системами пожаротушения дает возможность не только практически исключить смерть людей из-за отравления угарным газом, но и потушить пожар, минимизировать материальные потери.

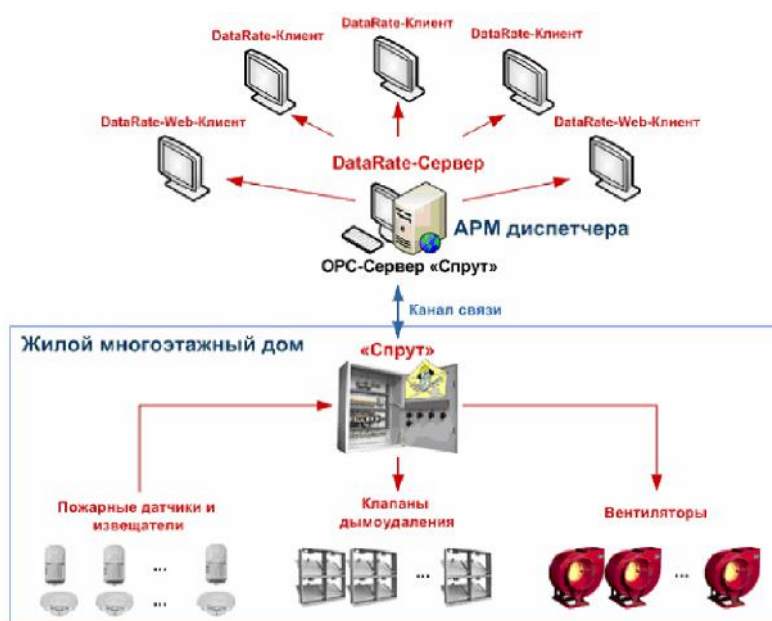
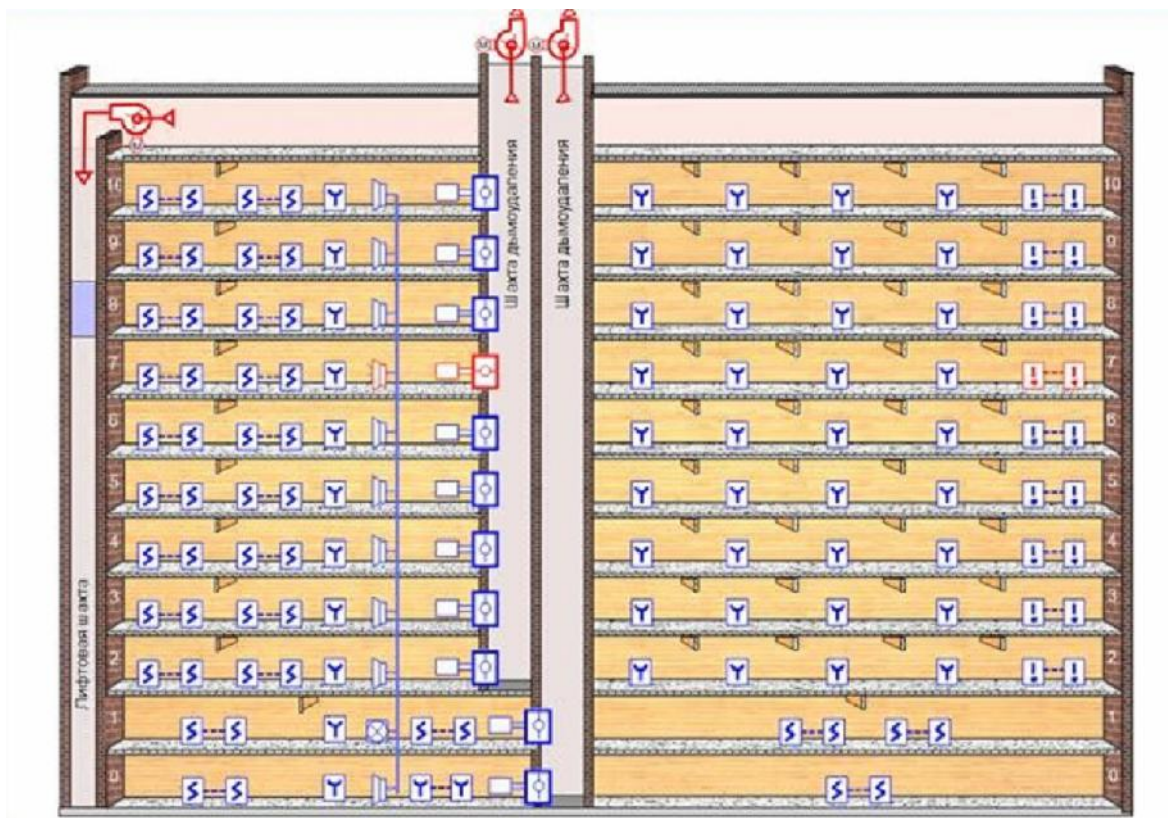


Рис.34 Система мониторинга и управления дымоудалением в многоэтажном жилом доме.

SCADA/HMI DataRate в таком случае:

1. Обеспечит полную информационную совместимость систем пожаротушения и систем дымоудаления
2. Повысит быстродействие и, следовательно, сделает процесс борьбы с пожаром более эффективным.

Система обеспечивает мониторинг состояния пожарных извещателей, а также управление клапанами дымоудаления и вентиляторами.

Архитектура системы.

Система мониторинга и управления дымоудалением в многоэтажном жилом доме имеет трехуровневую структуру:

1 уровень включает в себя пожарные извещатели, клапаны дымоудаления, огнезадерживающие клапаны и вентиляторы;

2 уровень системы представлен комплектом оборудования «Спрут-2» производства ООО «Плазма-Т»;

3 уровень системы состоит из серверной станции DataRate, к которой могут быть подключены локальные и удаленные (Web) автоматизированные рабочие места (клиенты DataRate).

В системе мониторинга и управления дымоудалением комплект оборудования «Спрут-2» предназначен для:

- Детектирования срабатывания пожарных датчиков;
- Автоматического управления дымоудалением и вентиляцией;
- Автоматического управления системой оповещения;

Работы в качестве пожарной сигнализации с беспроводными извещателями.

Функции SCADA/HMI DataRate в системе мониторинга и управления дымоудалением в многоэтажном жилом доме:

- Ведение протокола событий
- Удаленный/локальный мониторинг и контроль нескольких объектов без затрат на дополнительное оборудование
- Сигнализация о пуске системы дымоудаления (по направлениям)
- Сигнализация о пуске вентиляторов
- Сигнализация об отключении автоматического пуска вентиляторов
- Сигнализация о неисправности любого шлейфа
- Сигнализация о неисправности электровводов питания
- Сигнализация о неоткрытии/незакрытии электроклапанов за установленное время
- Сигнализация об открытом/закрытом положении электроклапанов
- Звуковая сигнализация о срабатывании пожарных датчиков и/или извещателей.

Благодаря оптимизации алгоритмов управления, высокой надежности и простоте применения, данные системы выполняют свою задачу максимально эффективно.

Система мониторинга и управления газовым пожаротушением

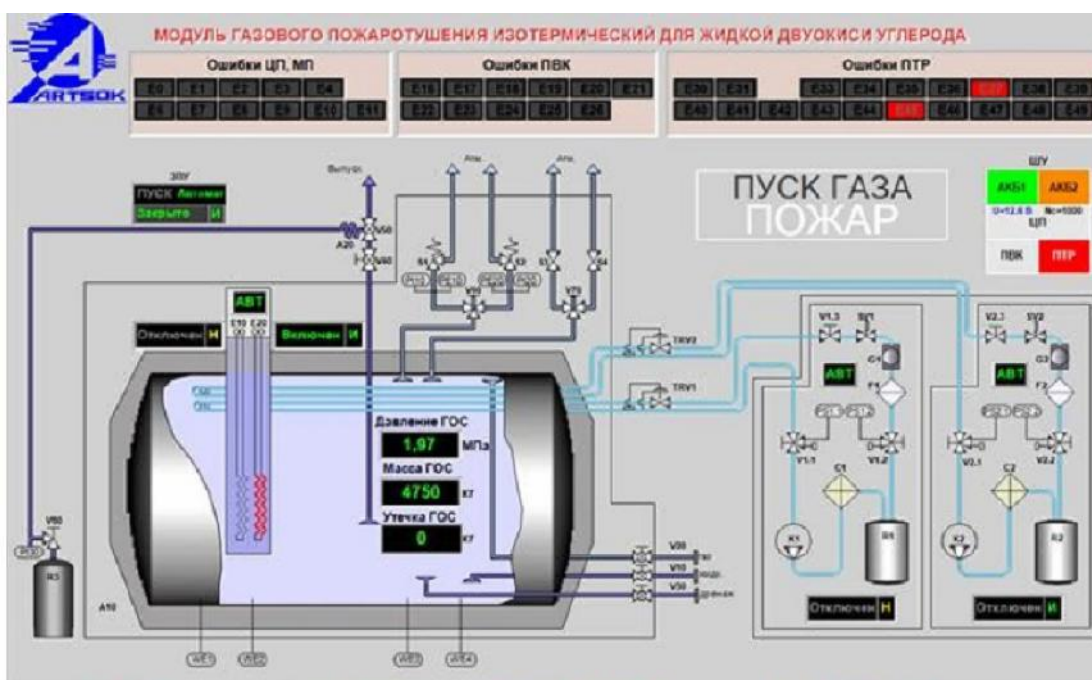


Рис. 35. Мониторинг и управление газовым пожаротушением.

Применяется для противопожарной защиты производственных объектов и технологического оборудования, складов и торговых помещений. Система создает в защищаемом помещении (объеме) газовую среду, которая не поддерживает горение.

Производится мониторинг, контроль и управление газовым пожаротушением на основе универсальной SCADA/HMI DataRate™ и оборудования ЗАО «АРТСОК»: модулей изотермических для хранения жидкой двуокиси углерода (МИЖУ) и приемно-контрольных пожарных приборов «АИСТ».

Основные достоинства данного решения:

1. Возможность установки МИЖУ вне здания (работоспособна даже при температуре окружающей среды до минус 40 °С), что позволяет существенно экономить производственные площади. В отапливаемом помещении или теплом блок-боксе устанавливаются только устройства управления.
2. Номенклатура оборудования включает в себя особые исполнения для взрывоопасных помещений и помещений в регионах с повышенной сейсмической активностью.
3. После ликвидации пожара газовое огнетушащее вещество практически не оказывает вредного воздействия на защищаемые ценности, в отличие от воды, пены, порошка и газоаэрозоли. Более того, для защиты помещений с ПК, серверных, архивов данная система является единственно возможным средством противопожарной защиты.

Архитектура системы

В 1 уровень системы входит непосредственно сама установка МИЖУ, содержащая датчики измеряемых параметров, запорную и регулирующую арматуру совместно с исполнительными механизмами и устройствами и др.

Во 2-ой уровень системы входит шкаф управления МИЖУ (ШУ МИЖУ), осуществляющий автоматическое управление оборудованием пожаротушения 1-го уровня.

3-ий уровень системы состоит из автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора пожарной установки, выполненного на базе персонального компьютера с установленным программным обеспечением SCADA/HMI DataRate и OPC-сервером приборов «АИСТ» и ШУ МИЖУ.

Функции SCADA/HMI DataRate в системе мониторинга и управления газовым пожаротушением:

Ведение протокола событий

Мониторинг и контроль параметров системы

Мониторинг сигналов пожарных датчиков и извещателей, поступающих на приемно-контрольные пожарные приборы «АИСТ».

Автоматизированные Системы Пожаротушения и Дымоудаления являются современными отказоустойчивыми средствами пожаробезопасности, обеспечивают оперативный контроль, детальную визуализацию, самодиагностику оборудования и предотвращение аварий, обнаружение и устранение пожара.

3.5 Автоматизация системы водоснабжения.

Автоматизация современных систем водоснабжения требует совместных усилий как специалистов в области автоматизации, так и инженерно-технических работников проектирующих технологические процессы и эксплуатирующих сооружения. Знание основ автоматизации и её современного уровня на водопроводных схемах зданий и сооружений способствуют рациональному их проектированию, строительству в оптимальные сроки и эффективной эксплуатации действующих сооружений.

Под автоматизацией производственных процессов понимается совокупность технических средств и методов, освобождающих человека в определенной степени или полностью от непосредственного выполнения функций контроля за этими процессами и управления ими.

Автоматическим регулированием называется поддержание постоянной некоторой заданной величины, характеризующей процесс, или изменение ее по заданному закону, осуществляемое с помощью измерения состояния объекта или действующих на него возмущений и воздействия на регулирующий орган объекта.

В зависимости от Характера действия различных элементов, входящих в систему регулирования, различают Системы непрерывного и дискретного действия.

Непрерывная система автоматического регулирования состоит только из звеньев непрерывного действия, т. е. таких звеньев, выходная величина которых изменяется плавно при плавном изменении входной величины.

Дискретная система содержит хотя бы одно звено дискретного действия, выходная величина которого изменяется скачками (дискретами) при плавном изменении входной величины.

Примерами дискретных систем могут служить системы, содержащие реле (релейные системы) или импульсный Элемент (импульсные системы). Для работы водонапорных установок в автоматическом режиме, а также для автоматизации работы водоочистных систем существуют ряд устройств, реагирующих на изменение давления, уровня или скорости течения воды.

Автоматическое включение или выключение электродвигателей насосов и компрессоров в системах водоснабжения зданий возможно при изменении уровня воды в водонапорном баке, либо давления в трубопроводах сети (или пневматическом баке) или скорости движения воды в трубопроводе.

При изменении указанных параметров приводятся в действие датчики, связанные с исполнительными механизмами включения или выключения магнитного пускателя, соединяющего или размыкающего линию электропитания двигателя насоса.

Для контроля уровня применяют различные реле уровня воды: механические, электронные, датчики давления и ультразвуковые датчики. В механических поплавковых) реле уровня чувствительным элементом является поплавок, поступательное движение которого различными способами передается на контакты реле. В зависимости от верхнего или нижнего положения уровня воды в баке реле уровня включает или выключает контакты электроцепи двигателя.

Принцип действия электронного датчика основан на преобразовании изменения электрического сопротивления между электродами датчика в релейный сигнал. При погружении электродов датчика в воду, по ним начинает идти микроток, который регистрирует датчик.

Для измерения уровня также используют чувствительные электронные датчики давления, которые могут определить даже небольшое изменение давления водяного столба и, соответственно, уровня воды в резервуаре. Эти датчики устанавливают в нижней части бака.

3.6 Устройство АВР в системах электроснабжения зданий.

При проектировании систем гарантированного электроснабжения (СГЭ), предназначенных для обеспечения работы электроприемников первой категории и особой группы первой категории надежности, возникает задача выбора типа устройства автоматического ввода резерва (АВР).

Рассмотрим основные требования, предъявляемые к этим устройствам при построении СГЭ.

1. Как известно электроприемники первой категории надежности должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, а для электроснабжения особой группы электроприемников первой категории должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого источника.

2. В обоих случаях в качестве одного из резервирующих источников питания может использоваться автоматизированная дизель-электрическая электростанция, что требуется учитывать при выборе конкретной схемы АВР.
3. При использовании АВР должны быть приняты меры, исключающие возможность замыкания между собой двух независимых источников питания друг на друга, причем в дополнение к требованиям ПУЭ службы энергонадзора, как правило, требуют наличия не только электрической, но и механической блокировки коммутирующих элементов.
4. Максимальное время переключения резерва зависит от характеристик потребителей электроэнергии, но при наличии в системе источников бесперебойного питания (ИБП) не имеет определяющего значения. Для исключения ложных срабатываний при переключениях АВР на стороне высокого напряжения должна быть предусмотрена возможность регулировки задержки переключения при неисправностях одной из сетей.
5. Важное значение имеет наличие регулировки порогов срабатывания АВР в диапазоне контролируемого напряжения для каждого ввода. Так, например, в случае подключения к выходу АВР ИБП согласование между собой диапазонов входных напряжений обоих устройств позволяет обеспечить своевременное переключение на резервную сеть при отклонении напряжений основной питающей сети за заданные значения и тем самым исключить длительную работу ИБП на батареях при исправной резервной сети.
6. Желательно наличие индикации состояния и возможности ручного управления АВР.

Тиристорные (электронные) АВР

Аппараты этого типа имеют минимально возможное время переключения при синфазных сетях (не более 3мс), а при несинфазных сетях могут обеспечивать включение резервного ввода в момент перехода его входного напряжения через нуль (с целью ограничения возможных бросков тока при коммутации). Отсутствие в схеме механических элементов позволяет получить высокую надежность электронных АВР.

В то же время при больших токах нагрузки тепловыделение тиристорных АВР может достигать нескольких киловатт (потребуется принудительная вентиляция или кондиционирование помещения электрощитовой), а блокировка от возможных замыканий двух входов между собой может быть только электронной.

Электромеханические АВР на контакторах.

Эти устройства наиболее распространены и имеют достаточно высокое быстродействие среди электромеханических аппаратов (десятки - сотни миллисекунд), уступая только тиристорным. При двухвходовой схеме АВР существует возможность ввести в дополнение к электрической механическую блокировку контакторов.

Электромеханические АВР на автоматических выключателях с электроприводом.

Такие АВР несколько уступают предыдущим по быстродействию и также позволяют осуществить механическую и электрическую блокировки при двухвходовой схеме.

К недостаткам можно отнести более сложную схему и более высокую стоимость этих устройств.

Электромеханические АВР на управляемых переключателях с электроприводом

Характеризуются наибольшим временем переключения, по сравнению с предыдущими типами аппаратов (до 2,5с). К достоинством этих АВР можно отнести конструктивную невозможность замыкания между собой двух входов, а также наличие ручного управления, которое выполняется независимо от напряжения на сетевых вводах.

Стоимость АВР на управляемых переключателях при мощностях более 100кВА значительно ниже, чем стоимость аппаратов на контакторах и автоматических выключателях.

У всех рассмотренных типов АВР при необходимости могут быть реализованы функции контроля верхнего и нижнего уровня напряжений, введены элементы регулировки задержек и схемы управления работой ДЭС.

Для СГЭ, имеющей два независимых ввода электроснабжения целесообразно использовать АВР электромеханического типа, которые могут быть выполнены на

контакторах, управляемых автоматических выключателях или управляемых переключателях с электроприводом.

Схема АВР должна предусматривать регулировки задержек переключения, порогов срабатывания во всем диапазоне входных напряжений.

Желательно наличие механической блокировки, исключающей возможность замыкания двух входов друг на друга.

При использовании в качестве резервного источника дизель-электрической станции схема АВР должна содержать необходимые элементы для управления ее работой (автоматический пуск и останов ДЭС, возможность регулировки различных временных параметров, в том числе задержки обратного переключения на сеть, времени работы ДЭС на холостом ходу для охлаждения и т.п.).

Для СГЭ, имеющих три независимых ввода электроснабжения .

Трехвходовая схема может быть реализована путем последовательного соединения двух двухвходовых АВР, при этом каждый из этих аппаратов должен быть выполнен с учетом требований, указанных выше.

АВР на контакторах и управляемых автоматических выключателях могут быть реализованы как трехвходовые (что уменьшит суммарную стоимость оборудования на 20-30% за счет меньшего числа коммутирующих элементов), однако при этом невозможно обеспечить полноценную механическую блокировку между тремя входами.

1. СГЭ мощностью до 100кВА, имеющая в своем составе ИБП и работающая от двух сетевых входов.

В этом случае могут быть предложены автоматические коммутаторы серии АК представляющие собой АВР контакторного типа.

Эти аппараты имеют:

- механическую и электронную блокировку контакторов;
- автоматические выключатели на каждом входе, обеспечивающие защиту сетей от перегрузок и коротких замыканий нагрузки;
- регулировку диапазона контролируемых напряжений;
- контроль правильности чередования фаз;
- возможность установки приоритета любого из входов;
- индикацию режима работы и состояния входов;
- регулировку задержки времени переключения.

Такой перечень функциональных возможностей позволяет успешно применять коммутаторы серии АК в системах, содержащих ИБП.

2. СГЭ мощностью более 100кВА, имеющая в своем составе ИБП и работающая от двух сетевых входов.

Для таких систем более целесообразно использовать автоматические коммутаторы серии АКП которые представляют собой АВР на управляемых переключателях с электроприводом.

Эти аппараты имеют все перечисленные выше особенности, но кроме того, как указывалось выше, позволяют управлять переключением входов вручную при любом напряжении или его отсутствии. Переключатели оснащены механическими замками, позволяющими заблокировать их в любом из возможных состояний, что может быть в некоторых случаях важно для потребителя.

3. СГЭ, работающая от одного сетевого ввода и имеющая в качестве резервного питания ДЭС.

Для такой конфигурации может быть применена панель переключения нагрузки типа Т1, также представляющая собой АВР контакторного типа, но имеющая в своем составе все необходимые элементы для управления автоматизированной ДЭС. Изделия этого типа, как правило, рекомендуются фирмами - изготовителями дизель-генераторов

4. СГЭ, имеющая в своем составе ИБП и работающая от двух сетевых входов и резервной ДЭС.

Здесь могут быть предложены следующие варианты построения АВР:

- а) каскадное соединение АВР серии АК или АКП и панели переключения ТП;
- б) трехвходовой коммутатор серии АК с функцией управления ДЭС;
- в) трехвходовой коммутатор серии АКП с функцией управления ДЭС.



Рис. 1

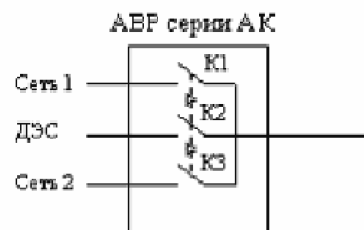


Рис. 2

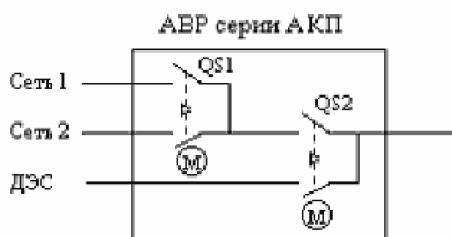


Рис.36 Схемы АВР

СГЭ, реализованная по первому варианту (рис.1), по существу, является комбинацией двух рассмотренных выше схем для двух сетевых вводов и для сетевого ввода и ДЭС. Очевидно, однако, что эта схема обладает некоторой избыточностью (например, для коммутаторов типа АК необходимо четыре контактора), поэтому схемы трехвходовых АВР могут быть экономически более привлекательны.

В то же время следует повторно отметить то обстоятельство, что для трехвходовой контакторной схемы невозможна полноценная механическая блокировка всех входов между собой, что определяется конструктивными особенностями контакторов. В связи с этим в трехвходовых контакторных АВР целесообразно установить электрическую и механическую блокировку между ДГ и каждым из сетевых вводов, а между сетевыми вводами предусмотреть только электрическую блокировку. Именно по такому принципу выполнены трехвходовые коммутаторы серии АК (см. рис.2).

Схема трехвходового коммутатора серии АКП (рис.36), как отмечалось ранее, исключает возможность замыкания входов между собой за счет конструкции переключателей и одновременно дешевле, чем два отдельных каскадно соединенных АВР.

3.7 Пример решения АСДУ интеллектуального здания.

«Интеллектуальным называется здание, в котором существует свободно программируемый механизм задания взаимодействия между системами жизнеобеспечения». Обратите внимание, что определение никак не конкретизирует, в какой мере и на каком техническом уровне осуществлена автоматизация каждой из этих систем жизнеобеспечения. Здание может быть оборудовано сверхсовременной автоматикой и не быть интеллектуальным, если нет указанного в определении «свободно программируемого механизма взаимодействия». С другой стороны, согласно определению, достаточно всего лишь двух систем жизнеобеспечения, увязанных между собой таким «свободно программируемым механизмом», и мы формально уже имеем интеллектуальное здание. Самое забавное, что формально в здании может насчитываться до 42(!) различных систем жизнеобеспечения - от основополагающих отопления и вентиляции до системы

управления освещением и часофикации.

Выделим ключевые моменты, влияющие на качество интеллектуального здания.

Одноуровневая распределенная (децентрализованная) архитектура. В развитии систем автоматического регулирования принято выделять три поколения: централизованные системы, иерархические системы и децентрализованные системы.

Децентрализованные системы имеют два основополагающих преимущества:

Абсолютная масштабируемость (одинаково легко строится и маленькая и большая инсталляция).

Максимальная отказоустойчивость (чтобы вывести из строя систему, нужно уничтожить все контроллеры).

Пример построения сети передачи данных автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) высотного здания:

При создании систем автоматики высотных зданий возникает целый ряд специфических проблем, несвойственных зданиям обычным. Ради снижения удаленности обслуживаемых помещений от технологического оборудования, это обслуживающее оборудование размещается также на высотных этажах, а не только в подвале, чердаке или пристройке, как обычно. В итоге здание разделяется на блоки по несколько этажей. В каждом таком блоке есть специальный технический этаж, где и размещается все технологическое оборудование, обслуживающее этажи данного блока. Таким образом, на техническом этаже размещены тепловые пункты, чилера, ВРУ, насосы холодного водоснабжения, установки центрального кондиционирования и многое другое, зависящее от специфики здания.

Требования, накладываемые надежностью, приводят к тому, что каждый такой блок должен сохранять свою работоспособность при выходе из строя остальных. При этом необходимо наличие механизма централизованного воздействия на любой механизм здания. Совокупности этих требований может удовлетворить только децентрализованная автоматика. В данной статье проводится анализ решения для высотного здания до 100 этажей на базе открытого децентрализованного протокола Lonworks, относящегося к протоколам третьего поколения систем автоматики.

Для начала обрисуем основные сложности, присущие такому зданию с точки зрения сети передачи данных системы автоматики:

Общее количество точек ввода-вывода более 15 тыс., т.е. 1500 контроллеров по 10 портов ввода-вывода.

Необходимо обеспечить минимальное время прохождения воздействий класса «контроллер - контроллер».

Необходимо обеспечить минимальное время отклика по запросу от SCADA.

Необходимо минимизировать задержку отображения на SCADA смены состояния опрашиваемого параметра.

Прокомментируем каждый из перечисленных пунктов.

П. 1. Здание будет иметь высокоскоростные вертикальные сегменты, объединяющие каждые 5 этажей, и низкоскоростные горизонтальные сегменты, имеющие возможность закольцовывания линии и свободной топологии. Блоки по 6 этажей объединены общим вертикальным высокоскоростным сегментом, пронизывающим все здание на всю высоту.

П. 2. Lonworks-сеть должна быть единой и «дотягиваться» до каждого контроллера. Это есть залог обеспечения мгновенности прохождения сигнала от одного контроллера к другому, даже если они находятся в разных концах здания. Маршрутизаторы должны быть настроены заранее, так чтобы обеспечить прохождения такого воздействия.

П. 3. Для обеспечения мгновенного прохождения телеграммы от АРМ оператора до контроллера в целях реализации функции оперативного вмешательства в работу систем автоматики каждое АРМ оператора должно иметь непосредственное подключение к сегменту Lonworks.

П. 4. Отображение контролируемых параметров на однопоточной SCADA происходит на основе регулярного периодического опроса. Таким образом, время обновления сигналов на экране SCADA равно времени завершения опроса всех контроллеров, охватываемых SCADA. Для того чтобы ускорить процесс опроса, применяется несколько промежуточных серверов, осуществляющих опрос своей части контроллеров и ведущих отдельные SQL базы данных. Центральная SCADA использует SQL базы промежуточных. Одновременно существует еще одна существенная проблема - увеличение сетевого трафика в результате периодического опроса. Для того чтобы работа SCADA не ухудшала параметров сети, в здании создаются еще одна вертикальная линия и система маршрутизаторов таким образом, чтобы телеграммы периодического опроса не попадали в соседние физические сегменты.

Под "интеллектуальностью" неверно было бы понимать прямой перевод с английского - "мыслящее здание". Более корректный перевод термина *intelligent building*, появившегося в начале 80-х годов, означает систему, которая должна уметь распознавать конкретные ситуации, происходящие в здании и соответствующим образом на них реагировать - одна из систем может управлять поведением других по заранее выработанным алгоритмам. Здание должно быть спроектировано так, чтобы все системы его управления могли интегрироваться друг с другом с минимальными затратами, а их обслуживание было бы организовано оптимальным образом. Кроме того, проектирование предполагает возможность наращивания и видоизменения конфигурации установленных систем, установленных в интеллектуальном здании в большом количестве: системы жизнеобеспечения, противопожарные системы, локальные вычислительные сети, комплекс технических средств охраны, офисные службы.

Сущность интеллектуального здания определяется как набор систем, тесно интегрированных в одном или нескольких зданиях. ЦДУ (центральное диспетчерское управление) обеспечивает как контроль, так и управление функциями здания или комплекса зданий. Исходя из требований экономии ресурсов, увеличения производительности и эффективной эксплуатации здания заказчиком, под "интеллектуальным зданием" (или комплексом зданий) может пониматься и более простая "форма жизни интеллекта" - единая мониторинговая диспетчерская система, опирающаяся на сеть датчиков. Такая архитектура позволяет задавать параметры и контролировать ситуацию в зданиях, но исключает возможность непосредственного управления оборудованием с рабочего места диспетчера.

Это ступень к более полной автоматизации.

Десятый микрорайон Зеленограда

Ни для кого не секрет, что недосмотр за состоянием инженерного оборудования современного здания различной оснащенности (от электричества до систем кондиционирования и охраны) чреват аварийной ситуацией с материальными и человеческими жертвами. Диспетчер должен следить и предупреждать подобные ситуации, однако даже при условии усердного отношения к своей работе (что пока еще не стало общей практикой), не всегда способен вовремя обнаружить неисправность. Уменьшить человеческий фактор в управлении и, тем самым снизить вероятность аварий, снизить затраты на потребляемые ресурсы и эксплуатационные расходы призвана автоматизация эксплуатации инженерных объектов жилого фонда.

Система контроля и диспетчерского управления, созданная в Зеленограде, обеспечивает следующие функции: опрос датчиков состояния инженерного оборудования дома; первичную обработку и накопление полученных данных, передачу полученной информации на сервер базы данных с целью ее накопления, хранения и дальнейшей обработки; отображение хранящейся в базе данных информации на автоматизированных рабочих местах.

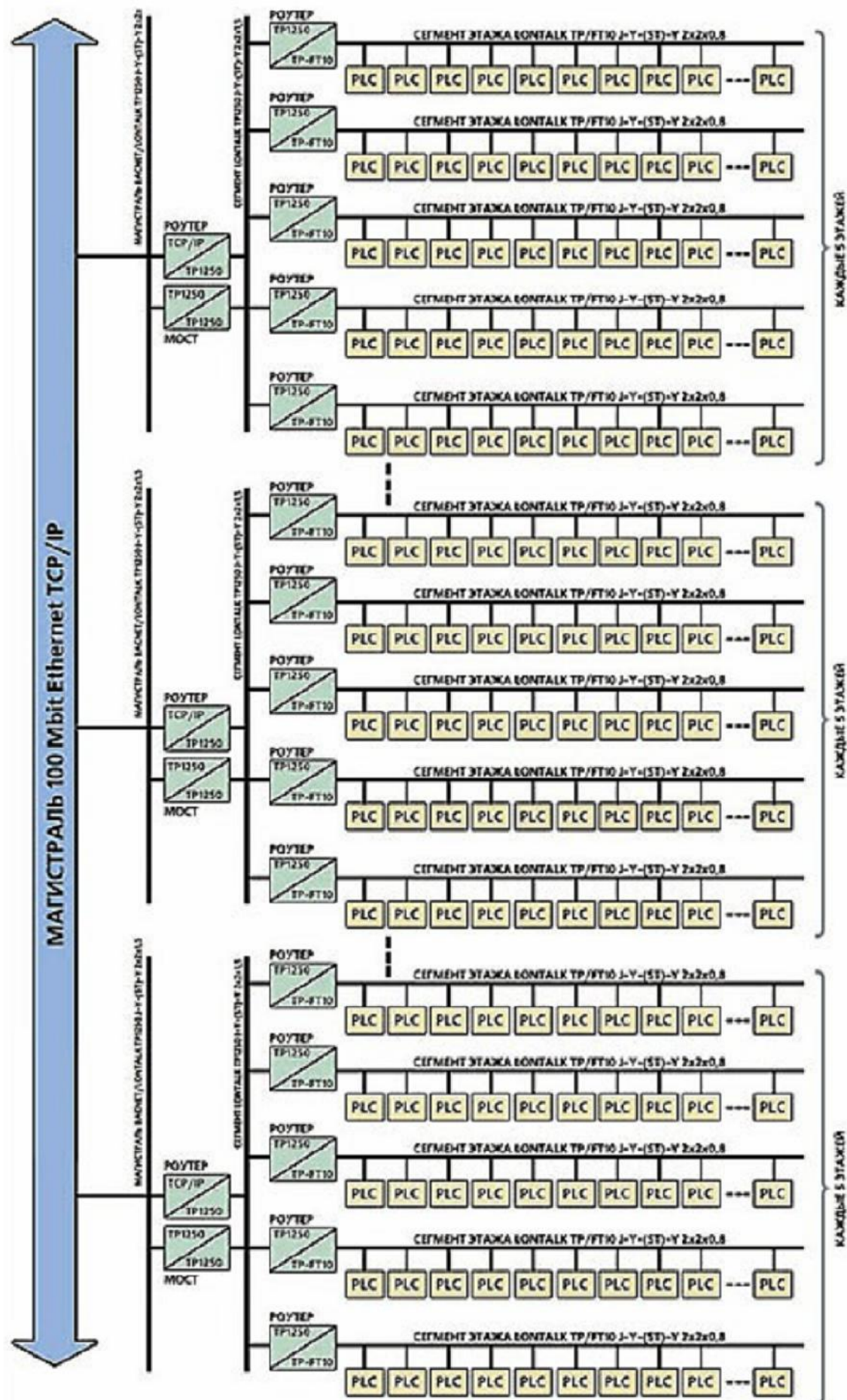


Рис.37. Система построения «интеллектуального» здания

Принцип действия системы основан на передаче параметров от датчиков, расположенных на инженерном оборудовании зданий микрорайона по коммуникационной линии связи на автоматизированные рабочие

места АРМ "Диспетчер" и АРМ "Тепловик", разработанные компанией "РТСофт".

Коммуникационная

линия передачи данных предоставлена генеральным подрядчиком проекта, Московской телекоммуникационной корпорацией ("Комкор"). Домовые регистраторы (контроллеры нижнего уровня) и домовые сети

выполнены еще одним участником проекта, МННП "Сатурн".

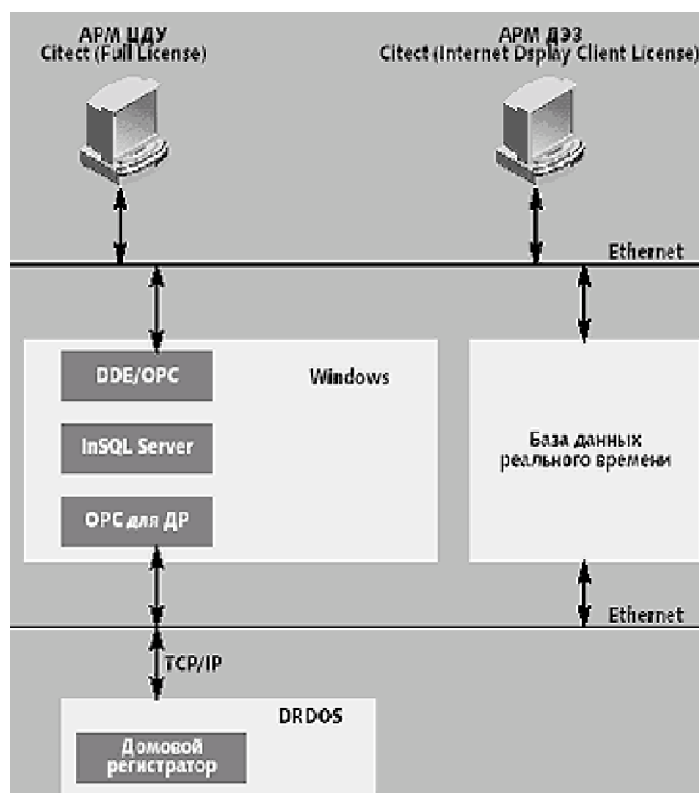


Рис. 38.. Схема решения для г. Зеленограда.

Обмен данными между компонентами зеленоградской автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) происходит путем взаимодействия двух сетевых линий (рис. 1): домовой сети, охватывающей устройства нижнего уровня (датчики и контроллеры, установленные в зданиях) и системной, которая выводит данные в корпоративную сеть "Комкор". Параметры контролируются с двух пультов:

АРМ "Тепловик", находящегося в здании Управы микрорайона Зеленограда и АРМ "Диспетчер", расположенного в Москве, в офисе филиала "Комкор".

Одной из основных задач при создании АСДУ стало структурирование данных и создание человеко-машинного интерфейса для визуализации протекающих на объекте процессов. Функциональную работу оператора такой АСДУ Зеленограда можно описать так: на карте, отображенной на мониторе АСДУ, выбирается объект, и для него получают данные о текущем состоянии выбранного здания. В зависимости от конфигурации объекта (жилой дом, школа, здание теплоцентрали) графики и символы на экране отображают функционирование его значимых систем: тепло-, водо- и электроснабжения и т.д. Объект, предназначенный для мониторинга, "препарирован" снизу вверх: схемы отображают состояние подвалов, этажей и чердаков здания. Диспетчер видит датчики контроля затопления и поступления электроэнергии, показатели работы лифтов. Кроме того, в окне отражена работа охранной сигнализации: показатель целостности доступа к щитовой в

подвале, подвод к дому горячей воды (отображаются температуры подаваемой и отходящей воды, давление в водопроводе, суммируется поступающее тепло). Отдельно выведены данные о потреблении холодной воды (расход, давление, итог потребления за определенный период), технической воды (отопления), об освещении (напряжение в сети, уровень потребления). В дополнительных окнах оперативно появляются сигналы каких-либо тревог и графики процессов, которые диспетчеру нужно анализировать детально. Помимо этого, в системе накапливаются исторические архивы всех желаемых параметров, доступных для анализа со стороны диспетчеров. В общей сложности, АСДУ контролирует 34 параметра: отопления, горячего и холодного водоснабжения, электроснабжения, пожарной и охранной сигнализации, освещения и состояния лифтов, а также сигнализацию затопления подвалов и несанкционированного проникновения в служебные помещения.

В качестве среды разработки человеко-машинного интерфейса для АСДУ была предложена SCADA-система Citect. Citect - относительно недорогое решение, характеризующееся высокой производительностью и возможностью масштабирования, которое можно использовать как для небольших систем, работающих с десятками параметров, так и для крупных проектов. Диапазон опрашиваемых параметров для Citect – до 500 тыс. За одну секунду система может опрашивать до 5 тыс. каналов ввода/вывода. Citect имеет модульную структуру - функциональные модули могут быть распределены по нескольким компьютерам, за счет чего повышается производительность системы. При увеличении объемов данных время отклика системы почти не изменяется, например, скорость передачи тревог в режиме реального времени составляет 1 мс. Кроме того, в Citect имеется функция встроенного резервирования. Система лицензируется на специальных условиях: продаются только исполнительные лицензии, а среда разработки Citect для тестирования пробного проекта предоставляется бесплатно.

В арсенале Citect имеются библиотеки графических объектов (линий, фигур, точек, труб и пр.) и технологических символов (механизмов, резервуаров, насосов и пр.), которые могут быть использованы для визуализации процессов на объекте. Предупреждающие сообщения (тревоги) могут появляться в специальных окнах или через анимированный графический объект, оформляться с помощью звукового сигнала и т.д. Тревоги снабжаются метками времени, что позволяет восстановить последовательность событий и разобраться в аварийной ситуации. Предусмотрено создание справочных окон, содержащих указания оператору для исправления аварийной ситуации. Распределенная система построения "трендов" (временных графиков) может обрабатывать сотни переменных и выдавать графическое изображение поведения технологических процессов во времени. Интервал выборки при этом составляет от 10 мс до 24 ч. Отчеты, выдаваемые периодически (по запросу или при возникновении определенного события), могут составляться в любом удобном для пользователя формате: выводиться на экран, на бумагу, сохраняться на диске в форме текста или базы данных для дальнейшего анализа.

"Арбат-Центр" В Москве, на пересечении Гоголевского бульвара и Старого Арбата близится к завершению постройка торгово-офисного "Арбат-Центра". Этот проект - будущий дом 1 по Старому Арбату - не просто крупное здание с современной инфраструктурой, уникальный по сложности инженерных решений и уровню автоматизации. Это одно из первых в России "интеллектуальных зданий", отвечающее всем требованиям, предъявляемым к этому понятию. В отличие от зеленоградского проекта в "интеллект" "Арбат-Центра" заложены не только функции мониторинга, но и возможность управления параметрами жизнеобеспечения и функционирования.

В принципе такое "интеллектуальное здание" можно представить в виде постройки, состоящей из различных кубиков-систем, базирующихся на единой коммуникационной системе и находящихся под одной крышей - интегрированной системой управления. Закономерной проблемой в разработке технологии "интеллектуального здания" является стыковка разнородного оборудования. Сложно состыковать систему кондиционирования

и, к примеру, систему охраны, особенно если учесть, что многие поставщики отгружают не просто, допустим, пароувлажнитель, дизель-генератор или лифтовую систему, а комплектуют их своими станциями управления, которые способны понимать только свой протокол. Одной из задач нашей компании было создание единого интерфейса управления, способного отработать связь со всеми средствами автоматики по любому открытому протоколу, интегрируя стандартные решения, которые могут развиваться любым разработчиком, будь то технолог или программист. Модульное иерархическое построение должно обеспечивать гибкое наращивание и модернизацию без перестройки всей системы, позволяя поэтапно вводить системы в эксплуатацию для расширения. В здании "Арбат-Центра" запроектировано несколько диспетчерских пунктов (рис. 2): диспетчер службы безопасности (ДСБ), диспетчер инженерных сооружений (ДИС) и центральный диспетчер (ЦД). Изменение параметров работы и подача управляющих команд к системам жизнеобеспечения и системам безопасности здания задаются с пультов специалистов, а агрегированная информация выводится на пульт ЦД

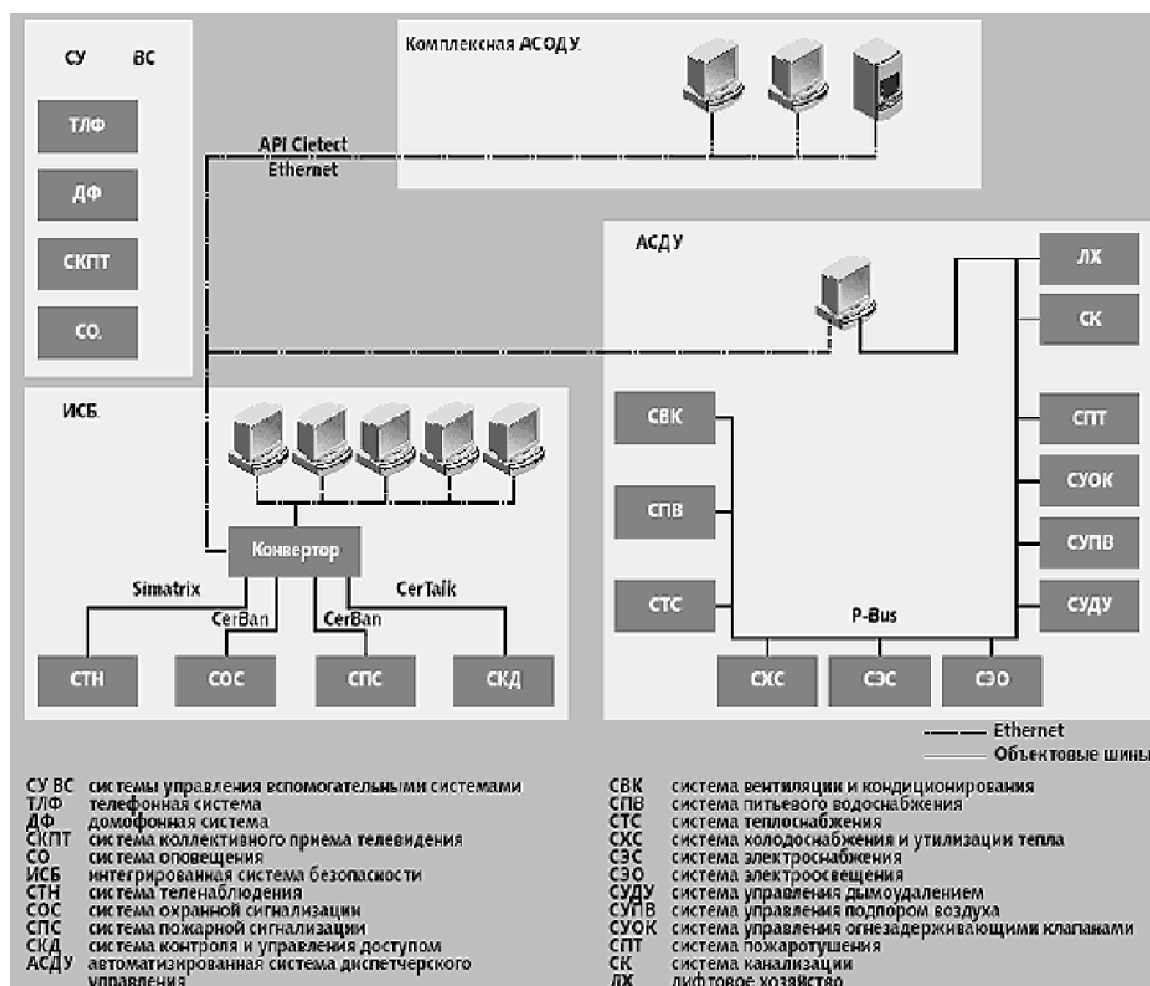


Рис.39. Схема решения для здания на Старом Арбате

Автоматизированная система диспетчерского управления инженерными сооружениями курирует работу следующих блоков: электроснабжение и освещение, учет электроэнергии, лифтовая система, канализация, питьевая вода, пожарная вода, теплоснабжение, система холодоснабжения, пожаротушения, кондиционирования. Основываясь на оперативной информации от различных датчиков, система корректирует деятельность этих подсистем в соответствии с заданным алгоритмом. Постоянный контроль и действия электронного "интеллекта" исключают ошибочные действия человека и устраняют предпосылки к аварийным ситуациям. При срабатывании пожарной сигнализации диспетчер получит экстренное сообщение, подкрепленное видеoinформацией. Получив

подтверждение от диспетчера, система приведет в действие оборудование систем пожаротушения, предварительно перекрыв вентиляцию, чтобы подача воздуха не увеличивала огонь. Таким образом, благодаря интеграции в работе систем, у диспетчера есть возможность задействовать систему жизнеобеспечения для эффективной ликвидации чрезвычайных происшествий.

Одна из интеллектуальных возможностей системы безопасности - специальная функция контроля доступа. Интегрированная автоматизированная система осуществляет следующую цепочку действий: камера фиксирует появление "гостя", система контроля доступа считывает его идентификационную карту и определяет категорию посетителя и зоны, в которые ему разрешен доступ. Если это VIP-персона, автоматически подается отдельный лифт, открывается дверь лифтового холла и т.д. Если в этот момент система "осознает", что в зоне его следования недостаточно комфортно, она тут же напоминает диспетчеру: здесь включить свет, там подогреть воздух. Если же возникает нештатная ситуация, например, "гость", войдя в лифт, посылает его в ту зону, куда ему доступ запрещен, то система безопасности блокирует движение этого лифта, передает на пульт службы безопасности видеоизображение с места инцидента и сигнал тревоги.

Экономика интеллектуальных зданий

Проблемы, связанные с внедрением концепции "интеллектуального здания", в России общие для всей экономики: невысокий уровень финансового менеджмента, бедность страны и потенциальных заказчиков, низкая стоимость энергоносителей и относительная дешевизна рабочей силы. На первый взгляд может показаться, что перспектив для "интеллектуализации" коммунального хозяйства не так много, а мировой опыт в области экономии средств за счет автоматизации функций управления недвижимостью для России не показатель. Например, автоматизация одного из крупнейших бизнес-центров в Европе British Airways в Хармондсворте, при общей стоимости проекта около 302 млн. евро, позволяет экономить до 24 млн. евро ежегодно. Экономия получается за счет более эффективной работы всех систем комплекса зданий, а также за счет увеличения производительности работы персонала приблизительно на 20%. Однако будет ли такая экономия средств и в России? Ведь при сравнительно одинаковых цифрах, затрачиваемых на автоматизацию и в России, и Европе, тарифы на энергоносители там на порядок выше, не говоря уже про стоимость рабочей силы? Уже имеющийся российский опыт построения автоматизированных систем позволяет говорить о том, что и у нас внедрение "интеллектуального здания" позволит экономить около 30% на электроэнергии и около 20% на теплоснабжении. Что касается производительности обслуживающего персонала, то зеленоградский проект со всей очевидностью продемонстрировал преимущество автоматизации перед "коммунальной армией" не всегда трезвых водопроводчиков, электриков и сантехников. Улучшение состояния коммунального хозяйства, ранее всецело "положенного на совесть" живого оперативно-диспетчерского персонала, происходит за счет предельного сокращения человеческого фактора в управлении все усложняющимся инженерным оборудованием. АСУ экономит не только время, но и деньги. Одна команда, быстро переданная на объект, может иногда предотвратить аварию. Оперативно вызванная бригада устранит неполадки, выполнив работу множества слесарей-обходчиков, газовщиков, водопроводчиков, электриков, каждый из которых курирует лишь небольшое количество домов. Использование АСДУ позволяет на несколько микрорайонов держать только одну мобильную команду квалифицированных специалистов, которая способна быстро устранить поломку и аварию еще на самых ранних стадиях. Надежный контроль объектов и своевременные принятые меры продлевают также срок службы оборудования, автоматическое управление позволяет сократить расходы на содержание коммунальных служб. Таким образом, АСДУ, обслуживающая микрорайон, окупает себя уже через два-три года работы.

3.8 Автоматическое регулирование режима электронагревательных Устройств.

Электрический нагрев по сравнению с другими видами нагрева (с использованием газа, жидкого или твердого топлива) имеет ряд существенных преимуществ. Он значительно улучшает санитарно-гигиенические условия жилых помещений. Газ значительно уступает электрическому нагреву в санитарно-гигиеническом отношении. При открытом горении газа выделяются как продукты полного его сгорания (углекислый газ, вода), так и продукты неполного сгорания, вредно действующие на здоровье людей (окись углерода, формальдегид, смолистые вещества и др.). При электронагреве таких вредных выделений нет. По сравнению с газовыми электроприборами взрывобезопасны.

В быту используют электронагрев проводников высокого сопротивления, инфракрасный нагрев, высокочастотный.

Электронагрев проводников высокого сопротивления наиболее распространен, его используют в преобладающем большинстве нагревательных электроприборов. Этот вид электронагрева основан на выделении тепла при прохождении электрического тока через проводники высокого сопротивления по закону Джоуля—Ленца.

Основной частью нагревательного электроприбора сопротивления является электронагреватель (электронагревательный элемент). Электронагреватель состоит из нагревательного сопротивления, электроизоляции и каркаса, или оболочки. Иногда роль каркаса выполняет электроизоляция.

В каждом данном приборе тепло от электронагревателя нагреваемому телу может передаваться за счет теплопроводности конвекции, лучеиспускания, т. е. всех трех существующих способом или, преимущественно, одним либо двумя способами.

Инфракрасным нагревом обладают все электронагреватели сопротивления. В практике под инфракрасными нагревателями понимают такие, у которых максимум излучения приходится на инфракрасную область спектра с длинами волн от 0,76 до 3 мкм.

Инфракрасные электронагреватели подразделяют на «светлые» излучающие, помимо инфракрасных, видимые лучи, и «темные», излучающие преимущественно инфракрасные лучи. К «светлым» излучателям относят лампы накаливания типа ИКЗ (инфракрасная зеркальная) с внутренней зеркальной поверхностью для получения направленного лучевого потока (мощность ламп 250 и 500 Вт, Тц равна 2300 ± 100 К), кварцевая лампа с йодным заполнением НИК-1000—220 тр (лампа накаливания, инфракрасная, кварцевая, 1000 Вт, 220 В, трубчатая. Вольфрамовая спираль в ней натянута по всей трубке; Тц ее составляет 2550 К).

К «темным» излучателям инфракрасных волн относят открытые спирали и ТЭНы с температурой на поверхности 700-750° С.

Классификация нагревательных электроприборов.

По виду регулировки нагревательные приборы подразделяют на четыре группы: без регулировки; с регулировкой температуры нагрева; с регулировкой мощности; автоматические с программным управлением.

Для регулировки температуры в приборах устанавливают термоограничители или терморегуляторы. Термоограничителем называется устройство, ограничивающее температуру нагрева электроприбора путем автоматического размыкания цепи электропитания. Терморегуляторы позволяют автоматически поддерживать в определенных пределах предварительно заданную температуру.

Регулировка мощности прибора может быть ступенчатой и бесступенчатой (плавной). Ступенчатая регулировка осуществляется с помощью пакетного переключателя; электронагреватель в этом случае имеет несколько ступеней мощности. При бесступенчатой регулировке мощности электронагреватель работает циклично (включен-выключен). Период включения (ПВ) может изменяться в широких пределах в зависимости от необходимого количества подводимой энергии.

Бытовые электронагревательные приборы по назначению можно подразделить на следующие группы: приборы для приготовления и подогрева пищи, приборы для глаженья, отопительные, приборы для нагрева воды, нагревательный инструмент, сушильные и приборы для обогрева тела человека.

3.9 Наладка электрических схем автоматизации.

Генератор реактивной мощности 1 Квт.

Устройство предназначено для отмотки показаний индукционных электросчетчиков без изменения их схем включения. Применительно к электронным и электронно-механическим счетчикам, в конструкцию которых заложена неспособность к обратному отсчету показаний, устройство позволяет полностью остановить учет до уровня реактивной мощности генератора. При указанных на схеме элементах устройство рассчитано на номинальное напряжение сети 220 В и мощность отмотки 1 кВт. Применение других элементов позволяет соответственно увеличить мощность. Устройство, собранное по предлагаемой схеме, просто вставляется в розетку и счетчик начинает считать в обратную сторону. Вся электропроводка остается нетронутой. Заземление не нужно.

Теоретические основы.

Работа устройства основана на том, что датчики тока электросчетчиков, в том числе и электронных, содержат входной индукционный преобразователь, имеющий низкую чувствительность к токам высокой частоты. Этот факт позволяет внести значительную отрицательную погрешность в учет, если потребление осуществлять импульсами высокой частоты. Другая особенность – счетчик является реле направления мощности, т.е. если с помощью какого-либо источника (например дизель-генератора) питать саму электрическую сеть, то счетчик вращается в обратную сторону. Перечисленные факторы позволяют создать имитатор генератора. Основным элементом такого устройства является конденсатор соответствующей емкости. Конденсатор в течение четверти периода сетевого напряжения заражают от сети импульсами высокой частоты. При определенном значении частоты (зависит от характеристик входного преобразователя счетчика), счетчик учитывает только четверть от фактически потребленной энергии. Во вторую четверть периода конденсатор разряжают обратно в сеть напрямую, без высокочастотной коммутации. Счетчик учитывает всю энергию, питающую сеть. Фактически энергия заряда и разряда конденсатора одинакова, но полностью учитывается только вторая, создавая имитацию генератора, питающего сеть. Счетчик при этом считает в обратную сторону со скоростью, пропорциональной разности в единицу времени энергии разряда и учтенной энергии заряда. Электронный счетчик будет полностью остановлен и позволит безучетно потреблять энергию, не более значения энергии разряда.

Если мощность потребителя окажется большей, то счетчик будет вычитать из нее мощность устройства. Фактически устройство приводит к циркуляции реактивной мощности в двух направлениях через счетчик, в одном из которых осуществляется полный учет, а в другом – частичный.

Принципиальная схема устройства.

Принципиальная схема приведена на рис.40. Основными элементами устройства являются интегратор, представляющий собой резистивный мост R1-R4 и конденсатор C1, формирователь импульсов (стабилитроны D1, D2 и резисторы R5, R6), логический узел (элементы DD1.1, DD2.1, DD2.2), тактовый генератор (DD2.3, DD2.4), усилитель (T1, T2), выходной каскад (C2, T3, Br1) и блок питания на трансформаторе Tr1. Интегратор предназначен для выделения из сетевого напряжения сигналов, синхронизирующих работу логического узла. Это прямоугольные импульсы уровня ТТЛ на входах 1 и 2 элемента DD1.1. Фронт сигнала на входе 1 DD1.1 совпадает с началом положительной полуволны сетевого напряжения, а спад – с началом отрицательной полуволны. Фронт сигнала на входе 2 DD1.1 совпадает с началом положительной полуволны интеграла

сетевого напряжения, а спад - с началом отрицательной полуволны. Таким образом, эти сигналы представляют собой прямоугольные импульсы, синхронизированные сетью и смещенные по фазе относительно друг друга на угол $\pi/2$. Сигнал, соответствующий напряжению сети, снимается с резистивного делителя R1, R3, ограничивается до уровня 5 В с помощью резистора R5 и стабилитрона D2, затем через гальваническую развязку на оптроне OC1 подается на логический узел. Аналогично формируется сигнал, соответствующий интегралу напряжения сети. Процесс интегрирования обеспечивается процессами заряда и разряда конденсатора C1. Логический узел служит для формирования сигналов управления мощным ключевым транзистором T3 выходного каскада. Алгоритм управления синхронизирован выходными сигналами интегратора. На основе анализа этих сигналов, на выходе 4 элемента DD2.2 формируется сигнал управления выходным каскадом. В необходимые моменты времени логический узел модулирует выходной сигнал сигналом задающего генератора, обеспечивая высокочастотное энергопотребление. Для обеспечения импульсного процесса заряда накопительного конденсатора C2 служит задающий генератор на логических элементах DD2.3 и DD2.4. Он формирует импульсы частотой 2 кГц амплитудой 5 В. Частота сигнала на выходе генератора и скважность импульсов определяются параметрами времязадающих цепей C3-R20 и C4-R21. Эти параметры могут подбираться при настройке для обеспечения наибольшей погрешности учета электроэнергии, потребляемой устройством. Сигнал управления выходным каскадом через гальваническую развязку на оптроне OC3 поступает на вход двухкаскадного усилителя на транзисторах T1 и T2. Основное назначение этого усилителя – полное открытие с вводом в режим насыщения транзистора T3 выходного каскада и надежное запирающее его в моменты времени, определяемые логическим узлом. Только ввод в насыщение и полное закрытие позволят транзистору T3 функционировать в тяжелых условиях работы выходного каскада. Если не обеспечить надежное полное открытие и закрытие T3, причем за минимальное время, то он выйдет из строя от перегрева в течение нескольких секунд. Блок питания построен по классической схеме. Необходимость применения двух каналов питания продиктована особенностью режима выходного каскада. Обеспечить надежное открывание T3 удастся только при напряжении питания не менее 12В, а для питания микросхем необходимо стабилизированное напряжение 5В. При этом общим проводом можно лишь условно считать отрицательный полюс 5- вольтового выхода. Он не должен заземляться или иметь связь с проводами сети. Главным требованием к блоку питания является возможность обеспечить ток до 2 А на выходе 36 В. Это необходимо для ввода мощного ключевого транзистора выходного каскада в режим насыщения в открытом состоянии. В противном случае на нем будет рассеиваться большая мощность, и он выйдет из строя.

Детали и конструкция.

Микросхемы могут применяться любые: 155, 133, 156 и других серий. Не рекомендуется применение микросхем на основе МОП - структур, так как они более подвержены влиянию наводок от работы мощного ключевого каскада. Ключевой транзистор T3 обязательно устанавливается на радиаторе площадью не менее 200 см². Для транзистора T2 применяется радиатор площадью не менее 50 см². Из соображений безопасности в качестве радиаторов не следует использовать металлический корпус устройства. Накопительный конденсатор C2 может быть только неполярным. Применение электролитического конденсатора не допускается. Конденсатор должен быть рассчитан на напряжение не менее 400В. Резисторы: R1 – R4, R15 типа МЛТ-2; R18, R19 - проволочные мощностью не менее 10 Вт; остальные резисторы типа МЛТ-0.25. Трансформатор Tr1 – любой мощностью около 100 Вт с двумя отдельными вторичными обмотками. Напряжение обмотки 2 должно быть 24 - 26 В, напряжение обмотки 3 должно быть 4 - 5 В. Главное требование – обмотка 2 должна быть рассчитана на ток 2 – 3 А. Обмотка 3 маломощная, ток потребления от нее составит не более 50 мА.

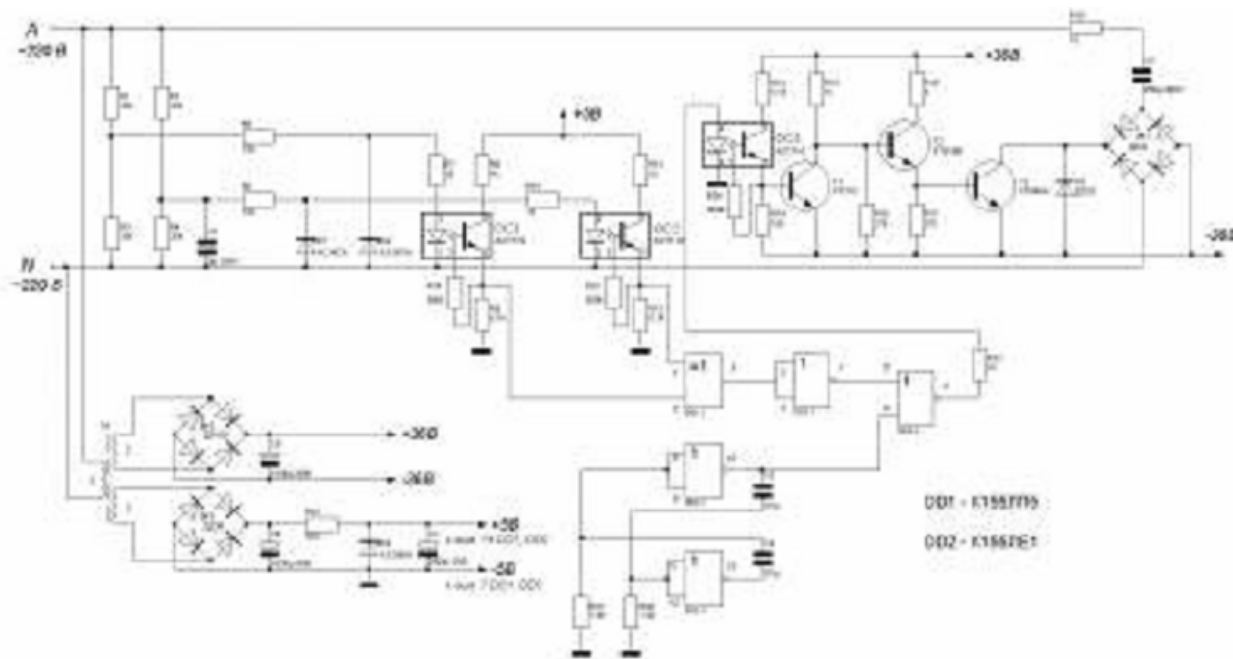


Рис.40 Схема генератора реактивной мощности.

Наладка.

При наладке схемы соблюдайте осторожность! Помните, что не вся низковольтная часть схемы имеет гальваническую развязку от электрической сети! Не рекомендуется в качестве радиатора для выходного транзистора использовать металлический корпус устройства. Применение плавких предохранителей – обязательно! Накопительный конденсатор работает в предельном режиме, поэтому перед включением устройства его нужно разместить в прочном металлическом корпусе. Применение электролитического (оксидного) конденсатора не допускается! Низковольтный блок питания проверяют отдельно от других модулей. Он должен обеспечивать ток не менее 2 А на выходе 36 В, а также 5 В для питания системы управления. Интегратор проверяют двулучевым осциллографом. Для этого общий провод осциллографа соединяют с нулевым проводом электросети (N), провод первого канала подсоединяют к точке соединения резисторов R1 и R3, а провод второго канала – к точке соединения R2 и R4. На экране должны быть видны две синусоиды частотой 50 Гц и амплитудой около 150 В каждая, смещенные между собой по оси времени на угол $\pi/2$. Далее проверяют наличие сигналов на выходах ограничителей, подключая осциллограф параллельно стабилитронам D1 и D2. Для этого общий провод осциллографа соединяют с точкой N сети. Сигналы должны иметь правильную прямоугольную форму, частоту 50 Гц, амплитуду около 5 В и также должны быть смещены между собой на угол $\pi/2$ по оси времени. Допускается нарастание и спад импульсов в течение не более 1 мс. Если фазосмещение сигналов отличается от $\pi/2$, то его корректируют подбирая конденсатор C1. Крутизну фронта и спада импульсов можно изменять, подбирая сопротивления резисторов R5 и R6. Эти сопротивления должны быть не менее 8 кОм, в противном случае ограничители уровня сигнала будут оказывать влияние на качество процесса интегрирования, что в итоге будет приводить к перегрузке транзистора выходного каскада. Затем налаживают генератор, отключив силовую часть схемы от электросети.

Генератор должен формировать импульсы амплитудой 5 В и частотой около 2 кГц. Скважность импульсов приблизительно 1/1. При необходимости для этого подбирают конденсаторы C3, C4 или резисторы R20, R21. Логический узел при условии правильного монтажа наладки не требует. Желательно только убедиться с помощью осциллографа, что

на входах 1 и 2 элемента DD1.1 есть периодические сигналы прямоугольной формы, смещенные относительно друг друга по оси времени на угол $\pi/2$. На выходе 4 DD2.2 должны периодически через каждые 10 мс формироваться пачки импульсов частотой 2 кГц, длительность каждой пачки 5 мс. Настройка выходного каскада заключается в установке тока базы транзистора ТЗ на уровне не менее 1.5 -2 А. Это необходимо для насыщения этого транзистора в открытом состоянии. Для настройки рекомендуется отключить выходной каскад с усилителем от логического узла (отсоединить резистор R22 от выхода элемента DD2.2), и управлять каскадом подавая напряжение +5 В на отсоединенный контакт резистора R22 непосредственно с блока питания.

Вместо конденсатора С1 временно включают нагрузку в виде лампы накаливания мощностью 100 Вт. Ток базы ТЗ устанавливают подбирая сопротивление резистора R18.

Для этого может потребоваться еще подбор R13 и R15 усилителя. После зажигания оптрона ОСЗ, ток базы транзистора ТЗ должен уменьшаться почти до нуля (несколько мкА). Такая настройка обеспечивает наиболее благоприятный тепловой режим работы мощного ключевого транзистора выходного каскада. После настройки всех элементов восстанавливают все соединения в схеме и проверяют работу схемы в сборе. Первое включение рекомендуется выполнить с уменьшенным значением емкости конденсатора С2 приблизительно до 1 мкФ. После включения устройства дайте ему поработать несколько минут, обращая особое внимание на температурный режим ключевого транзистора. Если все в порядке – можете увеличивать емкость конденсатора С2.

Увеличивать емкость до номинального значения рекомендуется в несколько этапов, каждый раз проверяя температурный режим. Мощность отмотки в первую очередь зависит от емкости конденсатора С2. Для увеличения мощности нужен конденсатор большей емкости. Предельное значение емкости определяется величиной импульсного тока заряда. О его величине можно судить, подключая осциллограф параллельно резистору R19. Для транзисторов КТ848А он не должен превышать 20 А. Если требуется увеличить мощность отмотки, придется использовать более мощные транзисторы, а также диоды Вг1. Но лучше для этого использовать другую схему с выходным каскадом на четырех транзисторах. Не рекомендуется использовать слишком большую мощность отмотки. Как правило, 1 кВт вполне достаточно.

Если устройство работает совместно с другими потребителями, счетчик при этом вычитает из их мощности мощность устройства, но электропроводка будет загружена реактивной мощностью. Это нужно учитывать, чтобы не вывести из строя электропроводку.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. С. Ключев, А. Т. Лебедев, С. А. Ключев, А. Г. Товарное Под ред. А. С. Ключева. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие 2-е издание, переработанное и дополненное Москва Энергоатомиздат 1989
2. Беляев Г.Б., Кузищин В.Ф., Смирнов Н.И. - Технические средства автоматизации в теплоэнергетике. - М.: Энергоиздат, 1982. - 320 с., ил.
3. Беркович М.А., Гладышев В.А., Семенов В.А. - Автоматика энергосистем. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 240 с., ил.
4. Мухин В.С., Саков И.А. - Приборы контроля и средства автоматики тепловых процессов. - М: Высшая школа, 1988. - 256 стр., ил.
5. Автоматика энергосистем. 3-е издание М.А. Беркович, В.А. Гладышев, В.А. Семенов "Энергоатомиздат" 240. -1991