

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СВЯЗЬ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГООБЪЕКТАМИ

*Жуков С.Ф., Дьяченко М.Д., Бекетов А.А., Платонов Р.М.
Приазовский Государственный Технический Университет
quantum@pstu.edu*

The flows of information transmission in the automation control system are presented. The main principles of their calculations are described.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из самых сложных проблем создания систем автоматизации энергообъектов является систематизация потоков данных и создание модели многокомпонентной системы, обеспечивающей ясную и четкую связь между различными уровнями создаваемой системы.

Одной из важнейших характеристик такой модели является донесение до оперативного персонала достоверной и обработанной информации о состоянии системы. Кроме непосредственного преобразования данных и приведения их к стандартному виду, такая система также должна иметь возможность управления системой, причем это управления должно быть реализовано на нескольких уровнях, что позволит иметь как практически мгновенную реакцию системы на изменение параметров, так и глобальное управление распределенными объектами на основе сложных алгоритмов.

ДЕРЕВО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Все большее распространение сейчас получают централизованные системы, обеспечивающее как локальное управление и регулирование, так и вмешательство оператора с высокого уровня системы в процессы на любом локальном объекте. Структурно преобразование потоков данных и связь компонентов такой модели представлена на рис.1. Реально система представляет собой дерево, нижним уровнем которого являются подсистемы локальной низовой автоматики, а самый верхний уровень является вершиной и аккумулирует в себе данные всех нижних уровней.

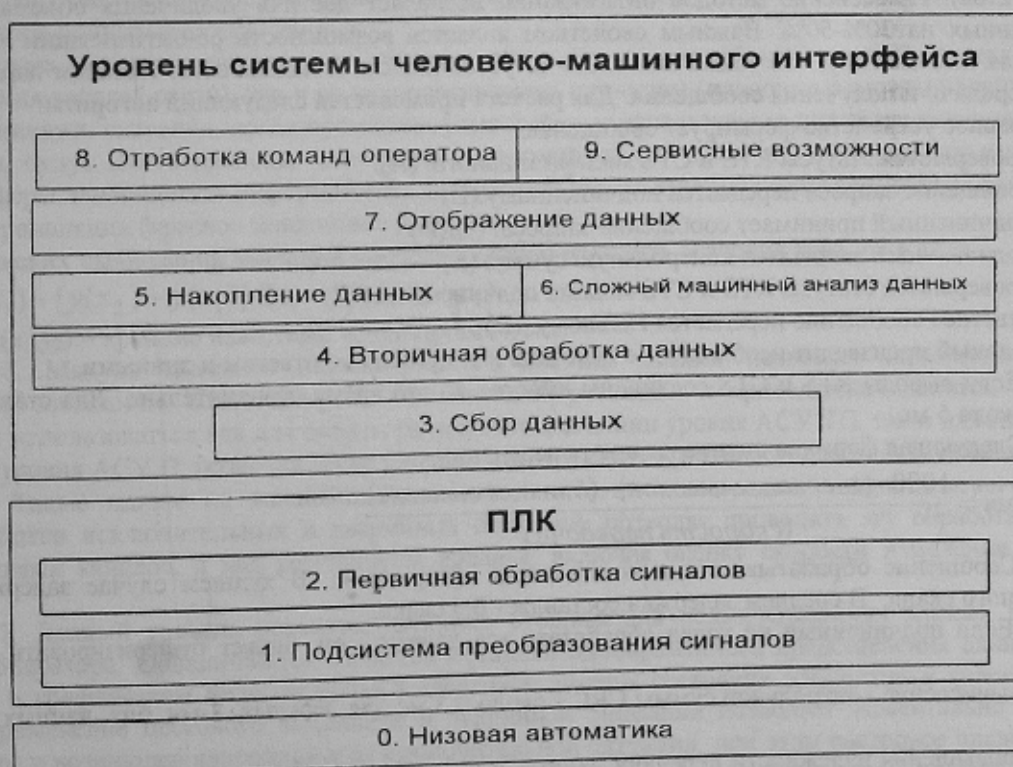


Рисунок 1 - Структура системы преобразования и обработки сигналов

СОСТАВ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ

УРОВЕНЬ 0. На этом уровне расположены подсистемы низовой автоматики, представляющие их себя различные датчики, первичные преобразователи, управляющие механизмы энергообъектов. Особенностью этого уровня является стандартизация уровня выходных и входных сигналов, что позволяет сочетать на уровнях 0-2 использование как новой импортной аппаратуры, так и уже установленной отечественной.

Основным стандартом для аналоговых сигналов является преобразование полной шкалы прибора в сигнал 4-20 мА. Большим плюсом использования этого стандарта есть наличие контроля целостности линии связи с датчиком, что позволяет увеличить достоверность данных и надежность и всей системы в целом.

УРОВЕНЬ 1 - подсистема преобразования сигналов в цифровую форму. Эта подсистема состоит из логических входов/выходов для дискретных сигналов и ЦАП/АЦП для аналоговых сигналов. Схематически наиболее предпочтительным является метод объединения 1го и 2го уровня в единую систему на базу микропроцессорной техники - программируемые логические контроллеры (ПЛК). Основными характеристиками 1-го уровня является быстродействие каналов преобразования ПЛК, а также точность преобразования и разрядность ЦАП/АЦП для аналоговых сигналов.

УРОВЕНЬ 2 содержит разработанную программу, описывающую первичную обработку сигналов, оцифрованных пользователем. Также на этом уровне реализованы простейшие блокировки и отсечки, для которых возможно применение автоматического управления. Возможна также реализация более сложных систем управления объектом, включая применение законов регулирования. Однако ввиду небольшого объема памяти таких устройств, они не могут быть использованы в качестве регистраторов информации и не допускают выполнения комплексных программ, учитывающих изменение параметров в течение долгого времени. Также на этом уровне производится оптимальный сбор необходимых верхним уровням данных в пакеты в памяти ПЛК.

Наиболее предпочтительным по скорости и точности преобразования является 12-битное преобразование аналоговых сигналов, поэтому значение параметра будет принимать вид от 0 до 4095 (целое значение). В этом случае реальное значение параметра равно :

$$IN_{ДЕЙСТВ} = 12 \cdot \frac{IN}{4096}$$

УРОВЕНЬ 3 является связующим звеном между ПЛК и человеко-машинным интерфейсом системы автоматизации и осуществляет сбор данных с нескольких распределенных энергообъектов с установленных там ПЛК, используя промышленные сети передачи данных. Этот уровень является «бутылочным горлышком» всей системы, так как объем перекачиваемых к верхним уровням данных напрямую зависит от типа применяемой сети. Учитывая экономическое состояние наших предприятий, приходится констатировать факт, что зачастую в таких системах используются низкоскоростные сети типа «главный-подчиненный», поэтому на этом уровне главной является задача оптимизации запросов данных у подчиненных ПЛК (т.е. у распределенных энергообъектов). Применение методов оптимизации позволяет достичь увеличения объема передаваемых в систему данных на 30%-50%. Важным свойством является возможность ре-оптимизации «на лету», т.е. не останавливая всю систему, что также повышает ее устойчивость и надежность. Важным параметром является скорость передачи и получения сообщения. Для расчета применяется следующий алгоритм:

1. Главное устройство формирует сообщение.
2. Проверяются статусы RTS и CTS модема главного. (A)
3. Сообщение запроса передается подчиненному. (B)
4. Подчиненный принимает сообщение запроса. (C)(D)
5. Подчиненный вычисляет контрольную сумму. (E)
6. Проверяются статусы RTS и CTS модема подчиненного. (F)
7. Ответное сообщение передается главному. (B)
8. Главный производит необходимые действия над принятым ответом и данными.

(A) Если выводы RTS и CTS соединены вместе, то это время незначительно. Для стандартного модема это время около 5 мс.

(B) Следующая формула оценивает время передачи:

$$\text{Время} = \frac{1000 \cdot (\text{счетчик символов}) \cdot (\text{битов в символе})}{(\text{скорость передачи})}$$

(C) Сообщение обрабатывается в конце скана контроллера. В худшем случае задержка будет равна времени одного скана. В среднем задержка составляет 0.5 скана.

(D) Если подчиненный не успел обработать все данные, он может буферизировать их и обработать позже.

(E) Вычисление контрольной суммы CRC - около 0.3 мс для каждых 8-ми бит данных возвращаемых в ответе.

Для повышения надежности передачи данных и отсеивания поврежденных пакетов применяется защита сообщения контрольной суммой по алгоритму CRC32. Для выполнения вычисления CRC выбрать делитель, равный 32. Делитель является генераторным полиномом. Контрольная сумма вычисляется передающим устройством и добавляется в конец сообщения. Принимающее устройство вычисляет контрольную сумму в процессе приема и сравнивает ее с полем CRC принятого сообщения. Счетчик контрольной суммы предварительно инициализируется числом FF hex. Во время генерации CRC каждый байт сообщения складывается по исключающему ИЛИ с текущим содержимым регистра контрольной суммы. Результат сдвигается в направлении младшего бита, с заполнением нулем старшего бита. Если младший бит равен 1, то

производится исключаящее ИЛИ содержимого регистра контрольной суммы и определенного числа. Если младший бит равен 0, то исключаящее ИЛИ не делается. Процесс сдвига повторяется восемь раз. После последнего (восьмого) сдвига, следующий байт складывается с текущей величиной регистра контрольной суммы, и процесс сдвига повторяется восемь раз как описано выше. Конечное содержание регистра и есть контрольная сумма CRC.

УРОВЕНЬ 4 содержит математическое обеспечение, осуществляющее вторичную обработку данных. Вторичная обработка включает в себя функции приведения значений аналоговых и дискретных сигналов каналов к реальным значениям метрической системы, используя масштабирование и дрейф нуля. Так же возможна обработка значений каналов функциями гистерезиса, верхних и нижних пределов, экспоненциального сглаживания, фильтрации пиков, установки зоны нечувствительности и т.д. В более верхних уровнях системы в качестве значений каналов будут использоваться совокупные результаты всех функций приведения.

Приведение значения канала к реальным метрическим единицам осуществляется следующим образом:

Модули аналогового ввода ПЛК в общем случае поддерживают такие конфигурации входных сигналов, как +/-10 Вольт, +/- 20 мА и т.д. Тогда значение относительного параметра, равное нулю, будет соответствовать крайнему левому значению шкалы, а 4095 – крайнему правому. В этом случае, кроме увеличения коэффициента в два раза по сравнению с конфигурацией, имеющей крайним левым пределом 0, необходимо ввести также поправку на дрейф нуля в размере половины шкалы. Для режима сигналов +/- 10 В при длине всей шкалы измеряемых значений в 20 В реальное значение можно рассчитать по формуле :

$$IN_{ДЕЙСТВ} = 20 \cdot \frac{IN}{4095} - \frac{20}{2} = 20 \cdot \frac{IN}{4095} - 10$$

Т.е. для получения из относительного значения реального, нам нужно ввести коэффициент, равный 0,004889, и поправку на дрейф нуля в 10 В. При применении трансформаторов или датчиков необходимо эти значения умножить на коэффициенты трансформации.

УРОВЕНЬ 5 обеспечивает выполнение функция накопления информации в промежуточных буферах, локальных архивах и глобальных хранилищах данных. Промежуточные буферы могут назначаться для каналов, требующих отслеживание скорости изменения значения каналов, и позволяют реализовать функции, недоступные на 1ом и 2ом уровнях системы автоматизации. Локальные архивы позволяют хранить на локальной рабочей станции данные за разные периоды времени и с заданным интервалом для каждого канала, что обеспечивает оптимальное использование дискового пространства наряду с решением проблемы обеспечения оператора полным набором данных.

Так как система может отключаться от объектов как в случае аварийных ситуаций (выход из строя техники, повреждения кабелей связи), так и по технологическим причинам (плановые осмотры оборудования и т.д.), то может возникнуть ситуация, когда промежуточные буферы, используемые для отслеживания скорости изменения сигнала, будут иметь пробелы (отсутствие информации) или даже могут быть пустыми вообще. Поэтому такие буферы заполняются информацией, полученной путем интерполирования данных (заполнение пробелов) или экстраполяции (краевое заполнение буферов).

Для практических вычислений значений пробелов удобно находить значения каналов в виде

$$y(x_i) = y(x_1) + [y(x_2) - y(x_1)] \cdot (x_i - x_1) / (x_2 - x_1),$$

где (x_1, y_1) и (x_2, y_2) – крайние известные точки промежутка.

УРОВЕНЬ 6. Модуль сложного автоматического анализа данных позволяет выполнять расчеты практически любой сложности, основанные на уже масштабированных и приведенных данных. Результат выполнения может использоваться как для оператора локальной станции уровня АСУ ТП, так и для глобальных хранилищ данных уровня АСУ П, позволяя легко наращивать структуру и количество используемых локальных мест операторов. Также одним из важнейших моментов является интеграция математического ядра с подсистемой обработки исключительных и аварийных ситуаций, позволяя проводить эту обработку не над реальными значениями каналов, а над результатом анализа, включая оценку скорости изменения значения канала.

УРОВЕНЬ 7. Данный уровень реализует функции отображения пользовательских данных на экране рабочей станции оператора. Общепринятой является методика одновременного представления данных как в виде цифр, так и в графическом виде, включая выделением цветом состояния элементов и узлов системы автоматизации. Применение цветового выделения и аварийной анимации позволяет моментально привлечь внимание оператора к возникшей аварийной или исключительной ситуации, при этом растровое представление структуры объекта локализует место появления аварии, однозначно давая оператору пространственное представление о местоположении участка, требующего его внимания.

УРОВЕНЬ 8. Отработка команд оператора происходит в реальном времени, причем, благодаря быстрой обработке данных как на верхнем, так и на самом нижнем уровне, время выполнения команды практически всегда ограничено возможностями сети передачи данных к удаленному объекту (уровень 3). При этом команда оператора на этом уровне приводит к требуемому метрическому значению для записи канала, связанного с необходимым оборудованием выбранного объекта. После этого записываемые значения каналов передаются вниз, на уровень 4, где происходит преобразование их в реальные значения регистров ПЛК, которые, в свою

очередь, передаются на остальные нижние уровни : уровень 3 обеспечивает надежную запись данных в ПЛК удаленного объекта, уровень 2 (программа ПЛК) обрабатывает полученную команду и с помощью уровня 1 передает команды на включение, выключение или установку значений на уровень 0 (низовая автоматика).

УРОВЕНЬ 9. Кроме основных возможностей, система также предоставляет широкий набор сервисных возможностей. Важнейшим из них является подсистема «советчика оператора», которая также в режиме реального времени может выдавать оператору справочные данные, планы ликвидаций аварий и порядок действия персонала в аварийных ситуациях, что позволяет оператору всецело заниматься ликвидацией аварии, одновременно имея под рукой все необходимые данные. Не менее важным является функция доступ к локальным или глобальным архивам, что позволяет провести послеаварийный анализ ситуации и причин ее возникновения. Доступ к текущим и рассчитанным данным можно получить, воспользовавшись функцией генерирования отчетов. Полученные отчеты могут содержать в себе, помимо цифровой информации, таблицы данных, графики и диаграммы изменения одного или группы параметров. Для повышения надежности и безопасности системы применяется как шифрование данных в локальных архивах и глобальных хранилищах, так и ограничение доступа к операторской станции путем применения имен пользователей и паролей.

Выводы.

Разработанный комплекс программного обеспечения Smart реализует все приведенные выше возможности и, благодаря применению модульной структуры, разделяющей уровни системы, является открытым как для дальнейшего совершенствования, так и для создания узкоспециализированных систем управления распределенными энергообъектами, обеспечивая оптимальное соотношение производительности системы и сложности исполняемых задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Stephen C. Dewhurst and Kathy T. Stark "Programming in C++", Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632, p.272, 1989
2. Александр Чернозитов "Visual C++ и MFC"
3. "Руководство программиста систем АСУТП Модикон 984 и Квантум", GM-MSFT-RP1, Rev. E, One High Street, North Andover, Massachusetts 01845, p. 434, 1995
4. "Modicon Modbus Protocol Reference Guide", PI-MBUS-300, Rev. J, One High Street, North Andover, Massachusetts 01845, p. 116, 1995
5. Inside COM
6. Inside ActiveX
7. "Modicon Micro Ladder Logic Manual", GM-MICR-LDR, Rev. 1.01, One High Street, North Andover, Massachusetts 01845, p. 116, 1993