

Раздел V. Автоматизированные системы управления

УДК 681.2. 621.873

В.В. Игнатьев

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОПОДЪЁМНЫМИ КРАНАМИ

Рассмотрена автоматизированная система управления грузоподъемными кранами. Приведено содержательное описание компонентов АСУ и принципов их взаимодействия в виде структурных схем, рассмотрены особенности SCADA-системы, реализующей: визуализацию данных, архивирование всех переменных, возможность получения отчетов о работе крана за выбранный период, состоянии отдельных подсистем за определенный промежуток времени, периодичность включений.

Представлены фрагменты программной реализации АСУ.

Автоматизированная система управления; микроконтроллер; частотный преобразователь.

V.V. Ignatyev

AUTOMATED SYSTEM CONTROL OF THE LIFT CRANES

The automated control system of cranes. Given a meaningful description of the components of ACS and the principles of their interaction in the form of block diagrams, the features of SCADA system is realized: data visualization, archiving of all the variables, the ability to obtain reports on tap for the selected period, the state of the individual subsystems in a given period of time, the periodicity of the inclusions. The fragments of software implementation are shown.

Automated system control; microcontroller; frequency converter.

Начало применения человеком грузоподъемных механизмов относится к древнейшим временам. Характерной особенностью всего грузоподъемного оборудования того времени является применение дерева для крупных узлов и деталей, а также ручного привода, что заменяло труд человека лишь от части.

Современные краны, построенные с применением самых передовых технических решений, безотрывно участвуют в технологическом цикле и являются одним из «незаменимых» средством автоматизации различных технологических процессов предприятий. В общем виде автоматизированная система управления современным грузоподъемным краном представлена на рис. 1.

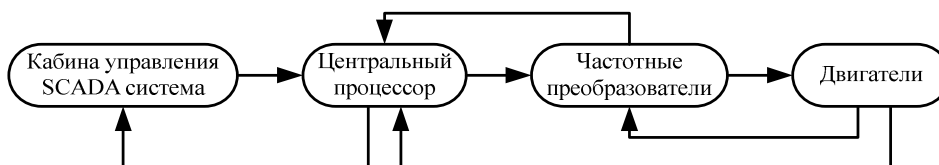


Рис. 1. Общий вид АСУ

Кабина управления представляет собой автоматизированное место оператора крана, предназначенное для подачи управляющих сигналов при помощи специальных джойстиков в центральный процессор, а также для наблюдения за основными техническими характеристиками крана и технологическими параметрами процесса при помощи мультимедийно-диагностической и информационной SCADA-системы. В качестве SCADA-системы используется программное обеспечение Simatic WinCC, обладающее мощной системой обслуживания сообщений и переменных.

Помимо функции визуализации, в SCADA-системе реализован различный набор функций, таких как архивирование всех переменных (в т.ч. параметров электроприводов, информации, поступающей от датчиков, механизмов и устройств крана), технологических, аварийных событий, возможность получения отчетов о работе крана за выбранный период или о состоянии отдельной подсистемы за определенный промежуток времени (например, тренды нагрузок электроприводов, параметры электрической сети, периодичность включений в процентах и т.д.).

Центральный процессорный блок (центральный процессор) представлен на рис. 2.

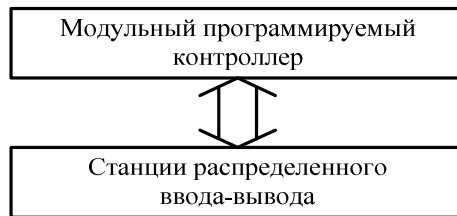


Рис. 2. Структурная схема центрального процессорного блока

Наиболее часто в качестве программного контроллера используются модульные контроллеры Simatic S7-300/400 в сочетании со станциями распределенного ввода-вывода. Контроллеры имеют модульную структуру [1] и включают в свой состав следующие компоненты:

- ◆ модуль центрального процессора (CPU выбирается в зависимости от уровня сложности решаемой задачи);
- ◆ модули блоков питания, обеспечивающие возможность питания контроллера от сети переменного тока напряжением 120/230В или от источника постоянного тока напряжением 24/48/60/110В;
- ◆ сигнальные модули, предназначенные для ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов;
- ◆ коммуникационные процессоры, для подключения к сети PROFIBUS;
- ◆ функциональные модули, способные самостоятельно решать задачи автоматического регулирования;
- ◆ интерфейсные модули, обеспечивающие возможность подключения к базовому блоку стоек расширения.

В кранах более простого исполнения блок центрального процессора заменен релейной схемой управления, а кабина с контроллерами (джойстиками) заменена радиоэлектронной системой. Радиоэлектронная система представлена радиоприемником и радиопередатчиком, работающими на определенной частоте.

Блок частотных преобразователей предназначен для плавной регулировки скорости короткозамкнутых электродвигателей подъема, передвижения крана и т.д. во всем диапазоне ее изменения при помощи изменения частоты питающего электродвигатель напряжения. Частотный преобразователь подключается к про-

граммируемому контроллеру аппаратно при помощи процессной шины PROFIBUS и программно путем присвоения адреса соответствующему модулю [2]. Данное подключение предусматривает блокировку работы АСУ при наличии ошибки в любом из частотных приводов (обратная связь между частотным преобразователем и центральным процессором на рис. 1). Фрагмент конфигурации оборудования на базе контроллера Siemens в программной среде Step 7 показан на рис. 3.

Использование частотных преобразователей в сочетании с программируемым контроллером для управления грузоподъемными кранами обладает рядом преимуществ:

- ◆ повышение точности позиционирования благодаря низкой минимальной скорости;
- ◆ снижение механических воздействий благодаря плавным пуску и остановке;
- ◆ возможность использования как номинальной минимальной скорости, так и номинальной предельной скорости;
- ◆ снижение износа тормозов благодаря электрическому торможению;
- ◆ повышение производительности крана.
- ◆ возможность программирования как отдельно, так и одновременно частотного преобразователя и микроконтроллера в одной среде.

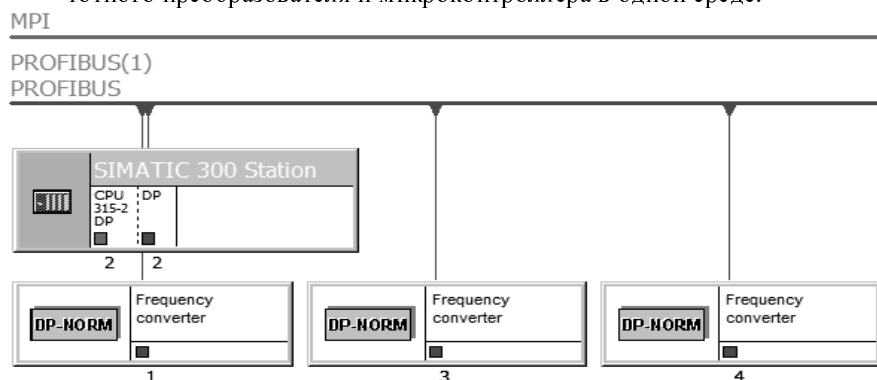


Рис. 3. Программное подключение частотного преобразователя к микроконтроллеру

В качестве двигателей используются двухскоростные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором, главными достоинствами которых являются: простота устройства, отсутствие щеточного узла, надежность и дешевизна.

Режимы управления двигателем можно представить в виде двух систем: разомкнутой и замкнутой. Современные частотные приводы имеют встроенную модель (схему) двигателя, которая рассчитывает тысячу раз в секунду значения двигателя. В разомкнутой системе входные данные для расчёта представляют собой мгновенное значение напряжения двигателя от специализированной интегральной схемы и измеренное значение тока двигателя. Магнитный поток двигателя и крутящий момент вала рассчитываются в схеме двигателя на основе заводских данных. В замкнутой системе схему расчёта упрощают дополнительные входные данные, так как имеется сигнал от дифференциального датчика импульсов (encoder). Данное измерение функции собственно двигателя используется в качестве сигнала обратной связи на расчетную схему двигателя и обеспечивает возможность дополнительной проверки управления двигателем.

При программировании АСУ крана используются языки высокого уровня S7GRAPH, S7HiGraph, S7SCL [3], а также дополнительное программное обеспече-

ние, позволяющее встраивать одну среду проектирования в другую, например среду проектирования Borland для языков программирования С и С++ в среду проектирования STEP 7. На кранах, работающих в областях, где главным требованием является выполнение задач управления с повышенной надёжностью и работоспособностью, применяются специализированные высоконадежные АСУ.

Вводится аппаратное и программное резервирование, позволяющее устранять ошибки компонент в центральном процессоре, программные ошибки, обрыв процессорной шины и т.д. Система с программным резервированием включает в себя два центральных процессорных блока, которые связаны через систему шин (MPI, PROFIBUS или Ethernet) и резервированную пользовательскую программу, которая загружается в оба процессора. Фрагмент с конфигурированием резервированной системы в программной среде Step 7 показан на рис. 4.

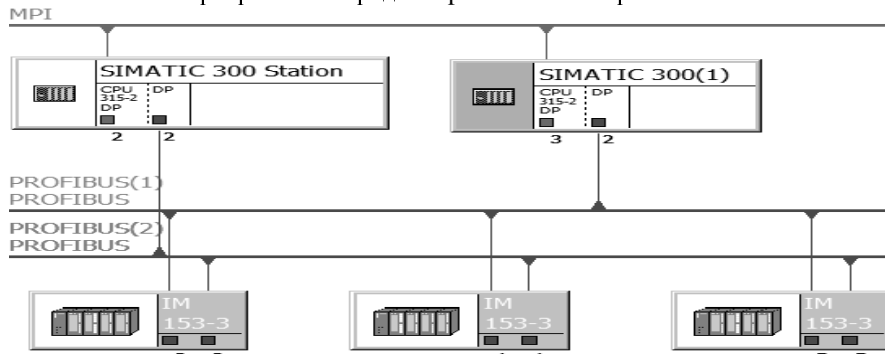


Рис. 4. Программное резервирование контроллеров и децентрализованной периферии

Основной принцип работы программного резервирования состоит в том, что часть программы, которая должна быть выполнена с повышенной надёжностью, загружается как в основной контроллер, так и в резервный. В то время как CPU основного контроллера обрабатывает эту часть программы, CPU резервного её пропускает. Благодаря этому предотвращается расхождение между двумя программными частями (например, из-за прерываний, различных времен циклов и т.д.) [4].

Широкое распространение в краностроении получили нечёткие системы управления. Гибридные АСУ с применением нечёткой логики преимущественно используются на портовых кранах, отличающихся повышенной сложностью исполнения, а также программного обеспечения. Эти системы вступают в действие, когда технологические процессы, в которых задействован грузоподъёмный кран, очень сложны или не могут быть описаны математически, поведение процессов непредсказуемо или появляются нелинейности, но доступно экспериментальное исследование действующего процесса[5].

В этом случае система управления строится в виде интегрированной системы и состоит из двух основных компонентов: традиционного формально-логического мышления и нечёткой логики. Система комбинирует аналоговые и дискретные модели посредством применения пары методов, каждый из которых имеет свои плюсы и минусы для решения сложных задач управления. Графическое изображение архитектуры интегрированной гибридной системы управления показано на рис. 5.

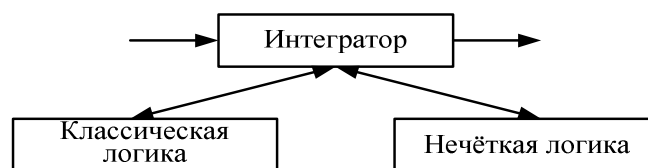


Рис. 5. Интегрированная гибридная АСУ

Посредством классической логики накапливаются необходимые знания, используемые далее для задания базы правил нечётких продукций и формирования управляющего воздействия [6-10].

Таким образом, классические методы управления используются при полностью детерминированном объекте управления и детерминированной среде, а для систем с неполной информацией и высокой сложностью объекта управления оптимальными являются нечёткие методы управления. При этом интегратор, являющийся связующим звеном между двумя методами, реализован в виде программного регулятора и полностью «отвечает» не только за взаимодействие методов между собой, но и за расстановку приоритетов между автономными методами для решения задачи управления. В архитектуре интегрированных гибридных систем модуль-интегратор играет главную роль и в зависимости от текущих условий нахождения решения и поставленной цели, выбирает для функционирования те или иные программные модули, входящие в систему.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *SIEMENS*. Компоненты комплексных систем автоматизации. Каталог SIMATIC ST70. – 2005.
2. *SIEMENS*. Конфигурирование аппаратуры и коммуникационных соединений STEP 7. V5.3.
3. Бергер Г. Автоматизация посредством STEP 7 с использованием STL и SCL и программируемых контроллеров SIMATIC S7 300/400.
4. *SIEMENS*. Программное резервирование для SIMATIC S7-300 и S7-400.
5. Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ – Петербург, 2005. – 736 с.
6. Минский М. Вычисления и автоматы. – М.: Мир, 1971.
7. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближённых решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
8. Zadeh L.A. Fuzzy sets // *Information and Control*. – 1965. – Vol. 8. – P. 338-353.
9. Zadeh L.A. The concept of linguistic variable and its applicator to approximate reasoning. // *Information Sciences*. – 1975. – Vol. 8. – P. 43-80.
10. Хантахаева Н.Б., Дамбаева С.В., Аюшеева Н.Н. Введение в теорию нечётких множеств: Учебное пособие. Ч. I. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004. – 63 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.Р. Гайдук.

Игнатъев Владимир Владимирович

Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса.

E-mail: vova3286@mail.ru.

347900, г. Таганрог, ул. С.Шило, 265-а/8.

Тел.: +79286083925.

Кафедра систем автоматического управления; соискатель.

Ignatyev Vladimir Vladimirovich

South - Russian State University of Economics and Service.

E-mail: vova3286@mail.ru.

265-a/8, S. Shilo Street, Taganrog, 347900, Russia.

Phone: +79286083925.

The Department of Automatic Control Systems; Competitor.