

УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКОЙ ТОКАРНЫХ И ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ НА БАЗЕ SOFT PLC

Р.А. Нежметдинов, А.У. Кулиев, А.Ю. Николушкин,
Н.Ю. Червоннова (ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН»)

Предложен вариант решения логической задачи в рамках систем ЧПУ на базе компонентного подхода. В качестве базового элемента для реализации предложенного подхода выбран Soft PLC, встроенный в программно-математическое обеспечение системы ЧПУ. Приведен практический пример создания функционального блока управления револьверными головками для группы токарных станков¹.

Ключевые слова: логическая задача управления, SoftPLC, функциональный блок, смена инструмента, электроавтоматика.

В настоящее время оборудование для металлообработки представлено не только традиционными группами станков (токарные, фрезерные, сверлильные, шлифовальные) и их комбинациями (обрабатывающие центры, совмещающие в себе несколько функций), но и большой номенклатурой станков, использующих новые технологии обработки (гидроабразивная, лазерная, электроэрозионная обработки и др.) [1]. Расширение номенклатуры и функциональных возможностей станков ведет к количественному и качественному увеличению узлов электроавтоматики, основного и вспомогательного технологического оборудования. Организация работы вспомогательного технологического оборудования и узлов электроавтоматики реализуется в рамках логической задачи управления — одной из пяти базовых задач системы ЧПУ. При этом функции управления переносятся из ядра ЧПУ на вычислительные устройства нижнего уровня — ПЛК [2].

На сегодняшний момент наиболее прогрессивными средствами решения логической задачи управления являются: программно-реализованный контроллер (в иностранной литературе используется термин Soft PLC) и программируемые контроллеры автоматизации (Programmable Automation Controller — PAC). Для управления электравтоматикой металлообрабатывающего оборудования наиболее эффективно применение Soft PLC контроллеров, интегрированных в программно-математическое ядро системы ЧПУ. По сравнению с классическими ПЛК в отдельных прикладных приложениях применение программно-реализованного контроллера имеет ряд преимуществ, обуславливающих появление данного направления развития интеллектуальных средств автоматизации [3].

Компонентный подход при реализации программ электроавтоматики для токарных и токарно-фрезерных станков

Анализ номенклатуры наиболее часто применяемого вспомогательного технологического оборудования показывает, что станки, относящиеся к одной группе, как правило, оснащаются узлами стандартной компоновки собственного производства или узкого круга производителей. При этом в их основе лежат схожие аппаратные средства автоматизации

(датчики, исполнительные механизмы), определяющие логику работы устройства. В каждой отдельной функциональной области доминируют несколько успешно зарекомендовавших себя производителей.

Также многие фирмы, помимо производства и поставки комплектующих (датчиков, электронных компонентов, исполнительных механизмов и других устройств), предлагают комплексное решение, включающее автономный микроконтроллер, управляющий технологическим модулем. Например, фирма Diplomatic предлагает решение на базе собственного программно-аппаратного комплекса DDC4. Данная опция позволяет, используя программный интерфейс микроконтроллера, вызывать реализованные производителем рабочие функции технологического модуля.

Выделив сходства и различия в программной реализации алгоритмов управления вспомогательным оборудованием станков смежных групп, можно добиться унификации программ электроавтоматики. Для этого необходимо проанализировать станки, относящиеся к одной группе и разделить используемое технологическое оборудование и электроавтоматику, входящие в их состав, на подгруппы. Например, для токарных станков это подгруппы: устройств автоматической смены инструмента, устройств зажима заготовки, пневмооборудования, гидрооборудования, систем безопасности и др. Таким образом, электроавтоматика станка разделена на отдельные конечные узлы, управляющую программу для которых можно реализовать автономно. За управление каждым узлом будет отвечать своя компонента (на языке FB — это пользовательский функциональный блок). Компонента будет иметь набор входных параметров, которые позволяют определить специфические характеристики узла и учесть их при реализации алгоритма управления. Полученные компоненты можно объединить в единую библиотеку, которая позволит получить набор параметризованных функциональных блоков, на базе которых можно осуществлять синтез программного решения для конкретного технологического комплекса. Реализуя данный подход можно обеспечить возможность повторного использования программного кода для управления отдельными узлами электроавтоматики.

¹ Работа выполнена по гранту Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых кандидатов наук МК-43.2013.8.

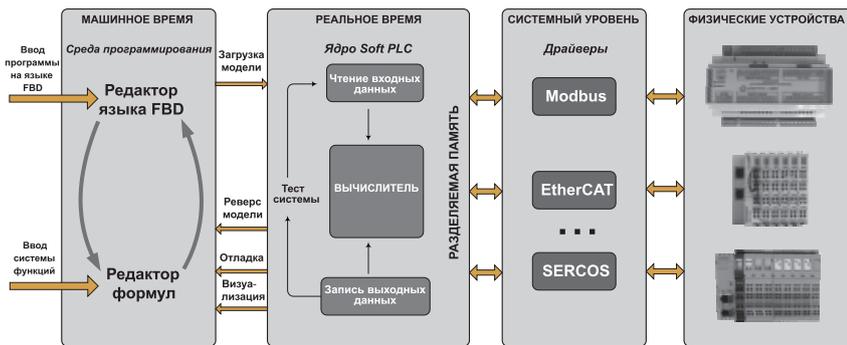


Рис. 1. Архитектура Soft PLC

Управление электроавтоматикой станков на базе Soft PLC

Ядро программно-реализованного контроллера обычно устанавливается на ПК промышленного исполнения, что позволяет в процессе эксплуатации увеличить вычислительные ресурсы аппаратной платформы, не изменяя программно-математического обеспечения контроллера. Например, при необходимости можно заменить микропроцессор на более производительный или увеличить объем оперативной памяти. Классический ПЛК является жестко заданным программно-аппаратным средством автоматизации и при необходимости увеличения вычислительных ресурсов приходится полностью заменить контроллер на более производительный. При этом в некоторых случаях замена контроллера может потребовать разработки программы электроавтоматики «с нуля».

Аппаратная платформа в виде ПК промышленного исполнения предоставляет доступ к стандартным коммуникационным средствам (шины PCI, PCI-Express, порты USB, COM, сетевые возможности стандарта Ethernet и др.). Это позволяет реализовать не только автономные, но и распределенные архитектурные решения при построении систем управления электроавтоматикой. ПЛК предоставляет доступ к средствам коммуникации за счет установки дополнительных дорогостоящих модулей, поддерживающих одну из промышленных шин.

Интеграция среды программирования управляющих программ электроавтоматики и ядра Soft PLC в систему ЧПУ дает значительные преимущества при отладке и тестировании управляющих программ для конкретного производственного комплекса [4]. В ходе отладочных работ нет необходимости переключения между приложениями ПЛК и ЧПУ, что облегчает задачу программиста. Кроме этого, часто система ЧПУ и среда разработки управляющих программ используют единый ресурс для связи с ПЛК (например, COM-порт), переключение между этими программными продуктами требует постоянного и своевременного высвобождения используемого ресурса. К тому же на этапе отладки команд электроавтоматики удобно использовать дополнительный инструментарий системы ЧПУ, например, диагностику состояния удаленных входов/выходов (при работе с крупногабаритным оборудованием, когда шкаф электроавтоматики находится в значительном удалении

от терминала оператора). Интеграция возможна в том случае, если имеются открытые интерфейсы, на основе которых можно осуществить диалог между терминалом системы ЧПУ и средой разработки программ электроавтоматики. Большинство разработчиков классических ПЛК не предоставляют открытых интерфейсов, что делает интеграцию невозможной. В рамках базовой вычислительной платформы «АксиОМА Контроль» программно-реализованный контроллер электроавтоматики был заложен на этапе проектирования. Среда программирования контроллера разрабатывалась с учетом дальнейших возможностей интеграции в терминал системы ЧПУ.

Архитектура Soft PLC (рис. 1) включает следующие модули: среда программирования, математическое ядро контроллера, драйверы коммуникации и аппаратные средства ввода/вывода.

SoftPLC комплектуется средой разработки, функционирующей в режиме машинного времени (OS Windows). Для программирования используется язык FBD, являющийся одним из пяти языков стандарта МЭК 61131-3.

Реализация управления электроавтоматикой токарных станков (на примере функционального блока управления револьверной головкой)

Перенос выполнения управляющих программ с уровня автономных ПЛК на уровень системы ЧПУ позволил абстрагироваться от типа применяемых модулей ввода/вывода управляющих сигналов. В результате привязка машинного кода осуществляется не во время компиляции под конкретную платформу, а за счет конфигурирования аппаратного обеспечения.

Например, для коммуникации в рамках системы ЧПУ широкое применение нашел высокоскоростной протокол EtherCAT, обеспечивающий объединение в единую информационную сеть разнородных управляющих элементов (контроллеров приводов и компоненты системы управления электроавтоматикой). Независимо от фирмы-производителя аппаратуры, поддерживающей этот международный стандарт (Beckhoff, NCT, Yaskawa и др.), программный код функционального блока остается неизменным, как и математическое обеспечение ядра системы ЧПУ [2]. Изменению подвергается только диапазон разделяемой памяти, являющейся проекцией состояния физических входов/выходов и служащей буфером обмена данными между программно-реализованным контроллером и аппаратными средствами управления.

Такой подход обеспечивает независимость проектирования системы управления электроавтоматикой станков от типа применяемых аппаратных средств автоматизации, что позволяет повторно использовать разработанные ранее функциональные блоки.

Рассмотрим алгоритм смены инструмента группы токарных станков, согласно которому необходимо выполнить следующую последовательность действий:

- 1) разблокировать механический тормоз двигателя револьверной головки;
- 2) реализовать вращение револьверной головки по/против часовой стрелки (вращение в заданном направлении согласно алгоритму поиска кратчайшего пути);
- 3) повернуть двигатель на заданное число дискрет (контроль осуществляется по датчику обратной связи (ДОС) или датчику положения);
- 4) включить механический тормоз двигателя револьверной головки;
- 5) повернуть руку автооператора для осуществления операции автоматической смены инструмента (при необходимости).

Анализ алгоритма смены инструмента позволяет определить отличительные особенности различных типов оборудования и выделить их в качестве параметров функционального блока, например:

- тип применяемого датчика поиска инструмента. Определяет механизм поиска требуемой позиции: по датчику, установленному на каждой ячейке инструментального магазина (револьверной головки) или по угловому датчику на двигателе вращения инструментального магазина (револьверной головки). Этот параметр является ключевым и в наибольшей степени определяет алгоритм работы всего блока (параметр № 1);
- наличие механического тормоза двигателя вращения револьверной головки (параметр № 2);
- возможность вращения револьверной головки по/против часовой стрелки/в обе стороны (возможность применения алгоритма поиска кратчайшего пути — параметр № 3);
- общее число инструментов N (параметр № 4);
- передаточное отношение «двигатель/револьверная головка» (параметр № 5);
- дискретностью датчика двигателя (параметр № 6);
- наличие руки автооператора определяет необходимость поворота автооператора и его смены (параметр № 7).

В среде программирования Soft PLC был реализован функциональный блок автоматической смены инструмента. Выделенные параметры составили набор входов ФБ, значения которых определяют последовательность действий при операции смены инструмента (рис. 2).

Внутренняя реализация функционального блока представляет собой программное описание шагов алгоритма на языке функциональных блоков, входящем

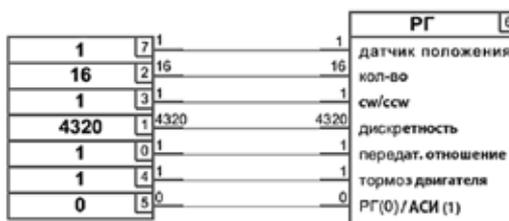


Рис. 2. Внешний вид параметризованного функционального блока

в состав стандарта МЭК 61131. Программа содержит: стандартные функциональные блоки (реализуют логические, математические и функции сравнения) и специализированные пользовательские блоки (реализация механизма поиска кратчайшего пути и управления автооператором). В результате работы функционального блока смены инструмента формируются управляющие воздействия на исполнительные органы револьверной головки, что в свою очередь приводит к выбору и установке требуемого инструмента.

Заключение

На сегодняшний день на рынке представлена широкая номенклатура металлообрабатывающего оборудования, каждое из которых требует индивидуального решения для управления электроавтоматикой и вспомогательным технологическим оборудованием. Разделив используемое вспомогательное оборудование по характерным признакам на группы и выделив ключевые критерии в них, можно добиться унификации и повторного использования разработанных управляющих программ электроавтоматики.

В статье приведен пример разработки параметризованного функционального блока управления серией револьверных головок. Показана возможность его многократного использования для управления технологическими модулями смены инструмента станков токарной группы. Представленный пример реализован в среде разработки управляющих программ Soft PLC, встроенного в базовую вычислительную платформу «АксиОМА Контроль».

Список литературы

1. *Martinov G.M., Martinova L.I.* Trends in the numerical control of machine-tool systems.
2. Russian Engineering Research. 2010. Т. 30. № 10. С. 1041-1045.
3. *Мартинов Г.М., Нежметдинов Р.А., Соколов С.В.* Способ построения инструментария систем мониторинга и настройки параметров мехатронного технологического оборудования на основе специализированных программных средств // Мехатроника, автоматизация, управление. 2012. № 7. С. 45-50.
4. *Мартинова Л.И., Козак Н.В., Нежметдинов Р.А., Пушков Р.Л.* Реализация открытости управления электроавтоматикой станков в системе ЧПУ класса PCNC // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2011. № 2. С. 11.
5. *Нежметдинов Р.А., Шемелин В.К.* Повышение качества архитектурных решений систем чпу на основе программно реализованного контроллера типа Soft PLC // Автоматизация и современные технологии. 2008. № 6. С. 33-36.

Нежметдинов Рамиль Амирович — канд. техн. наук, доцент, Кулиев Абай Унгалевич — аспирант,

Николашкин Андрей Юрьевич — аспирант,

Червонова Надежда Юрьевна — инженер ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН».

Контактный телефон (499) 972-94-40.

E-mail: neramil@gmail.com