

Устройства локальной автоматки. Микроконтроллеры

Алексей Бармин

Статья посвящена техническим средствам, обеспечивающим решение относительно простых задач автоматизации. На практических примерах показаны широчайшие возможности логических модулей LOGO! фирмы Siemens.

Понятие «автоматизация производства» часто, и причём небезосновательно, ассоциируется с масштабными компьютеризированными системами управления технологическими и производственными процессами. Никто не сможет оспорить, что только с помощью таких систем можно добиться высокой эффективности производства и получить конкурентное преимущество. Безусловно, разработка и внедрение таких систем требует огромных материальных, финансовых и интеллектуальных затрат. Вместе с тем 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.

Постановка задачи

Рассмотрим сравнительно простую и вместе с тем достаточно типичную схему смесительной установки, приведенную на рис. 1. 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

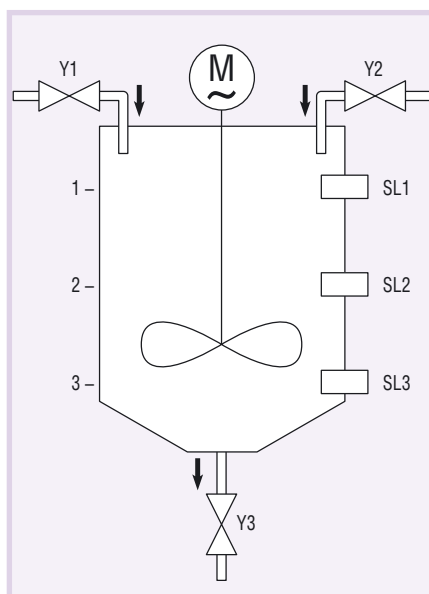


Рис. 1. Схема смесительной установки

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.

Как поступил бы разработчик системы управления, скажем, лет 10-15 назад? Не мудрствуя лукаво, он использовал бы схему, подобную той, что приведена на рис. 2. Вся система реализуется с помощью четырёх промежуточных реле и одного реле времени. Все просто: подобрал компоненты, смонтировал, и извольте работать. Но... Усложним немного задачу и добавим условие возможности пригото-

вления 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. Но не стоит отчаиваться, поскольку 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.

Мал, да удал

Фирма Siemens была пионером в области микроконтроллеров, начав их массовое производство в 1996 году. Логический модуль LOGO! (рис. 3) изначально задумывался как промежуточное звено между традиционными релейными элементами автоматки (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 позво-

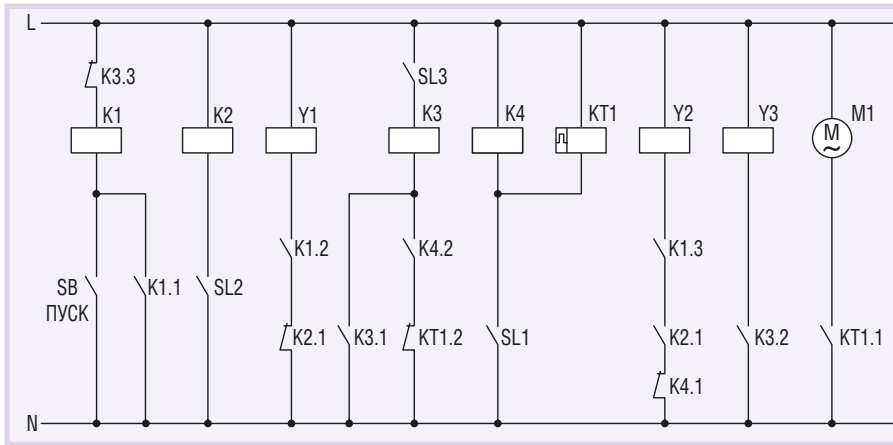


Рис. 2. Электрическая схема системы управления на реле



Рис. 3. Внешний вид модуля LOGO!

лать работать с ними персоналу без специальных знаний в области программирования. С этой же целью ввод программы в LOGO! предполагалось осуществлять непосредственно со встроенных индикатора и клавиатуры. Всё задуманное в полной мере удалось фирме Siemens, и потому LOGO! был просто обречён на успех.

Для подключения к источникам сигналов и исполнительным устройствам модули LOGO! первых поколений имели 6 или 12 дискретных входов и 4 или 8 дискретных выходов (варианты Basic и Long соответственно). 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. Наверное, нет необходимости говорить об очевидных преимуществах такого подхода. После этого ассоциация LOGO! с известной детской игрушкой LEGO стала иметь под собой еще более веские основания.

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 10 А) обеспечивает непосредственное подключение достаточно мощных исполнительных устройств. Кроме того, к такому микроконтроллеру можно подключить коммуникационные модули для работы в сетях AS-interface, EIB Instabus или LON. 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 распоря-

жении 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. Рассмотрим на маленьком примере, как в LOGO! представляется обычная коммутационная схема, приведенная на рис. 4. На ней потребитель E1 включается и выключается с помощью выключателей S1, S2 и S3. Реле K1 срабатывает, когда замкнут хотя бы один из выключателей S1 или S2 и обязательно S3. В LOGO! указанная схема реализуется двумя последовательно соединёнными логическими блоками OR (ИЛИ) и AND (И). Реальный выключатель S1 подключается ко входу I1 модуля, выключатель S2 — ко входу I2, S3 — к I3, а потребитель E1 подключается к релейному выходу Q1.



Ёмкостный сигнализатор уровня Pointek CLS 100

Используется для контроля уровня широкого диапазона сыпучих материалов, жидкостей, суспензий. Способен распознавать границу раздела фаз и поверхность пены. Использование для изготовления зонда материала Купаг Flex® обеспечивает ему высокую химическую стойкость. Применение дополнительного защитного колпачка SensGuard позволяет защитить прибор от ударных нагрузок и истирания при работе с крупнодисперсными и абразивными сыпучими материалами. Монолитная герметичная конструкция позволяет применять его в условиях действия высокого уровня вибрации

(до 4g), например, в резервуарах с перемешиванием.

Технические характеристики

- Температура контролируемой среды от -40 до +100°C
- Рабочее давление до 10 бар
- Воспроизводимость: 2 мм
- Степень защиты корпуса: IP65
- Крепление датчика: резьба NPT или BSPT
- Напряжение питания: 10-33 В пост. тока
- Минимальная диэлектрическая постоянная среды: 1,5
- Регулируемая чувствительность
- Взрывозащищённые исполнения

Программирование модулей LOGO!, а точнее — ввод схемы, может выполняться с помощью встроенных клавиатуры и дисплея. Оно сводится к выбору необходимых функциональных блоков, соединению их между собой и заданию параметров настройки блоков (задержек включения/выключения, значений счётчиков и т.д.). Для хранения управляющей программы в модуле имеется встроенное энергонезависимое запоминающее устройство. Создание резервной копии программы, а также перенос ее в другие LOGO! может быть осуществлён с помощью специальных модулей памяти, устанавливаемых в интерфейсное гнездо. Модули памяти так и называются по цвету корпуса — «желтый» и «красный» (рис. 5). При использовании жёлтого модуля программа может быть свободно перенесена из него в LOGO! и обратно. Если же программа переносится из красного модуля, то она может исполняться только в том случае, если модуль памяти остаётся вставленным в LOGO! Копирование её на другой модуль памяти невозможно. Таким способом обеспечивается защита управляющей программы от несанкционированного размножения.

Однако ввод программы с панели управления является делом благодарным и может быть оправдан только для небольших по объёму программ или в случае острой необходимости внесения корректив в уже работающую программу непосредственно на объекте. А учитывая то, что программу всё равно предварительно приходится прорисовывать на бумаге, становится очевидным необходимость использования программного продукта под названием LOGO!Soft Comfort. Этот пакет позволяет разрабатывать в графической форме и документировать программы для LOGO! на компьютере и, кроме того, отлаживать их в режиме эмуляции логического модуля. Принцип работы аналогичен используемому при ручном вводе, но вот эффективность во много раз выше. Выбранные функциональные блоки мышью перетаскиваются на рабочее поле, затем соединяются и параметрируются (рис. 6). Для каждого функционального блока может быть написан комментарий, который существенно облегчит понимание

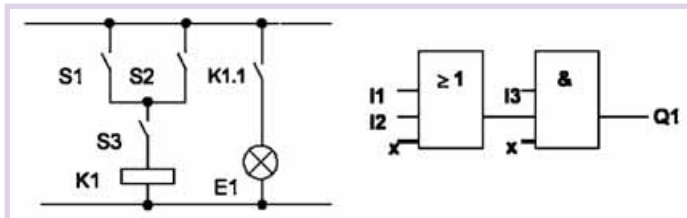


Рис. 4. Типовая коммутационная схема и её реализация с помощью LOGO!



Рис. 5. «Винчестеры» для LOGO!

принципа работы программы другому пользователю или поможет самому разработчику через некоторое время вспомнить собственные замыслы. Начиная работу над программой, пользователь задаёт тип используемого логического модуля. В этом случае при вводе программы будут автоматически контролироваться все имеющиеся ограничения по объёму памяти и возможности использования тех или иных функций. Часто имеет смысл разработать программу протестировать с помощью встроенного эмулятора микроконтроллера. Если по результатам эмуляции корректировка программы не требуется, то её можно загрузить в память LOGO! с помощью специального кабеля, под-

ключаемого к тому же интерфейсному гнезду, что и модули памяти. Безусловно, приобретение и LOGO!Soft Comfort, и кабеля требует некоторых дополнительных затрат, но они того стоят и окупаются очень быстро.

Наверное, после такого представления можно вновь вернуться к создаваемой нами системе управления мешалкой и посмотреть, как микроконтроллер может облегчить жизнь её разработчику.

От слов к делу

В исходном варианте система управления смесительной установкой с использованием микроконтроллера LOGO! реализуется очень просто. На рис. 7 приведена схема подключения, а на рис. 8 блок-схема программы.

Теперь посмотрим, как с помощью модуля LOGO! могут быть реализованы новые функции системы управления. Для дозирования компонентов в зависимости от их физико-химических свойств могут быть использованы различные методы, такие как, например, измерение расхода или уровня. Обработка импульсного сигнала с выхода счетчика (расходомера) в LOGO! легко реализуется с помощью функционального блока «Реверсивный счетчик», изображение которого приведено на рис. 9. Значение параметра блока определяет число импульсов, соответствующее необходимому количеству компонента в смеси. Это значение может быть фиксированным или задаваемым с панели управления. Выход счетчика может быть подключен к

Ультразвуковой уровнемер PROBE

Предназначен для измерения уровня жидкости в открытых или закрытых резервуарах. Использование запатентованной технологии обработки эхо-сигналов обеспечивает высокую достоверность результатов измерения в условиях действия акустических или электрических шумов, а также движущихся лопастей устройства перемешивания. Имеет встроенный цифровой индикатор.

Технические характеристики

- Рабочий диапазон от 0,25 до 8 м
- Диапазон рабочих температур от -40 до +60°C
- Встроенная температурная компенсация

- Точность: 0,25% от полного диапазона
- Разрешающая способность: 3 мм
- Выходы: 4...20 мА, реле (опция)
- Материал зонда: Tefzel® или Kynar Flex®
- Степень защиты корпуса: IP65
- Крепление датчика: резьбовое, фланцевое или быстросъёмное
- Схема подключения: 2- и 3-проводная
- Взрывозащищённое исполнение



любому дискретному входу LOGO!

Аналоговый сигнал от уровня (см. вторую врезку) может быть подан на один из входов I7 или I8 базового модуля LOGO! (сигнал 0-10 В) или аналогового модуля расширения AM2 (сигнал 4-20 мА) и обработан функциональным блоком «Аналоговый компаратор» (рис. 10). При этом значение сигнала может быть выведено на дисплей модуля. Как и в предыдущем случае, значение параметра блока определяет количество того или иного компонента. Это значение также может быть фиксированным или оперативно изменяемым с помощью панели управления LOGO!.

Время работы мешалки, как и в исходной программе, определяется функциональным блоком «Таймер», параметр которого также может быть оперативно изменён обслуживающим или эксплуатирующим персоналом установки.

И, наконец, если переход от одной рецептуры смеси и технологии её приготовления к другой не может быть выполнен простым изменением параметров, то достаточно будет оформить рецепты в виде отдельных программ, записать их в модули памяти и активизировать путём замены одного модуля памяти на другой. Какое другое решение может быть ещё проще, гибче и дешевле?

Зачастую при решении задачи автоматизации возникает потребность в контроле температуры. Ещё недавно для её выполнения с помощью LOGO! требовался датчик температуры со встроенным или внешним измерительным преобразователем. С появлением нового специализированного аналогового модуля AM2 Pt100, предназначенного для непосредственного подключения двух термометров сопротивления Pt100, процесс контроля температуры в диапазоне от -50 до +200°C заметно упрощается и дешевеет. С помощью LOGO! можно обеспечить и регулирование температуры. Такая задача решается с помощью обычного двухпозиционно-

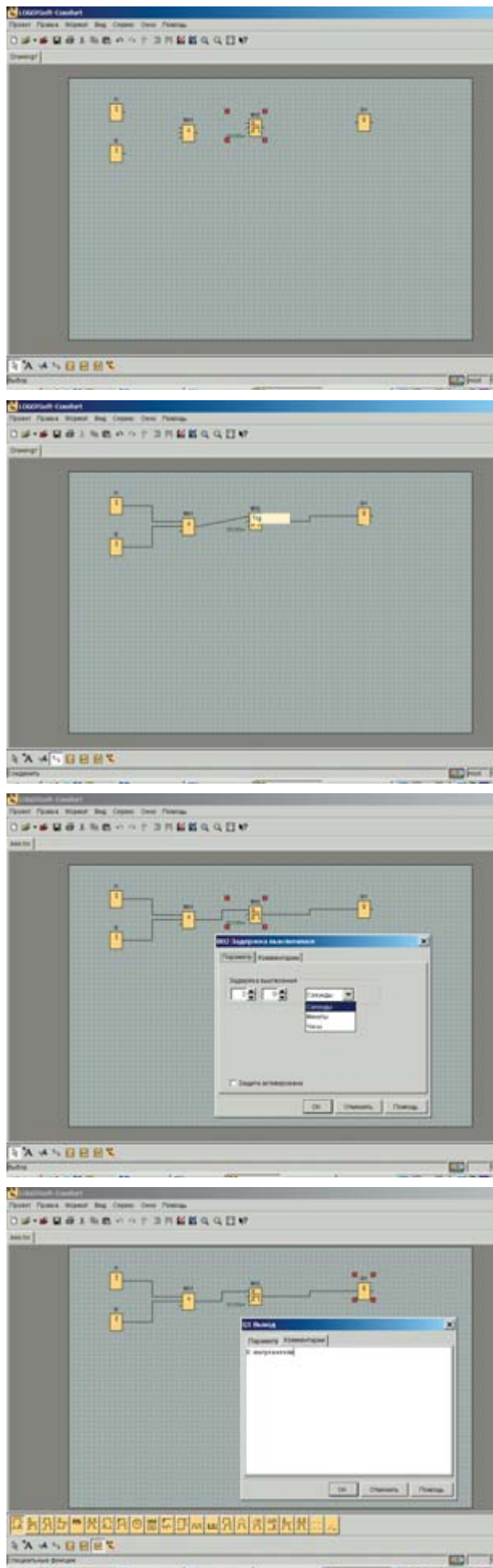


Рис. 6. Создание программы с помощью компьютера

го регулятора, реализуемого с помощью платинового термометра сопротивления, аналогового модуля AM2 Pt100 и функционального блока «Аналоговый триггер». Сигнал с выхода этого блока будет являться управляющим для электрического нагревателя. Конечно, качество регулирования будет далеко не идеальным, но для многих применений оно может оказаться вполне приемлемым.

**СОВЕРШЕНСТВУ
НЕТ ПРЕДЕЛА**

Успех LOGO! никого в мире промышленной автоматизации не мог оставить равнодушными, и в первую очередь конкурентов. Omron, Schneider Electric, Mitsubishi и другие довольно быстро выпустили свои аналоги. Но и фирма Siemens не намерена останавливаться на достигнутом. На прошедшей в апреле 2003 года Ганноверской промышленной выставке было анонсировано очередное поколение логических модулей LOGO!, которые в августе этого же года появились в продаже.

Что же нового предлагается потребителю? В первую очередь, это более мощный 32-разрядный процессор и усовершенствованная архитектура программы, что обеспечило почти десятикратное повышение быстродействия и соответственно более короткий цикл работы программы микроконтроллера. Увеличение объёма памяти в два раза дает возможность использовать в программе уже не 56, а до 130 функциональных блоков, а также снимает ограничения на максимальное количество в одной программе таймеров, счётчиков, часов, аналоговых триггеров и некоторых других блоков.

В новом LOGO! применён дисплей большего размера, в котором имеются 4 строки по 12 знаков в каждой против 4 строк и 10 знаков в старом. Для удобства использования в тёмное время суток или в условиях с недостаточным освещением новый дисплей снабжён системой задней подсветки. В одной строке дисплея теперь могут быть одно-

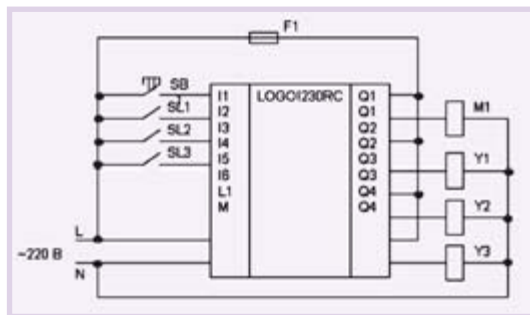


Рис. 7. Схема подключения

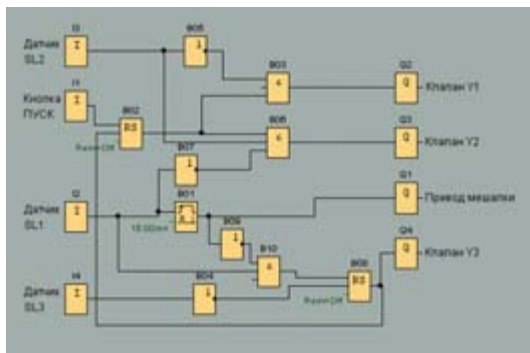


Рис. 8. Блок-схема программы управления

временно отображены и текстовое сообщение, и текущее значение величины, и значение параметра настройки, которое может быть еще и оперативно изменено. Общее количество тексто-

вых сообщений, используемых в одной программе, увеличено с 5 до 10. Появилось несколько новых функций, в частности, 8-разрядный регистр сдвига, аналоговый усилитель, аналоговый дифференциальный триггер и др. Расширены возможности и ряда уже существующих функций.

Не осталось без изменений и программное обеспечение. В новой, уже четвертой, версии пакета LOGO!Soft Comfort, естественно, учтены все изменения аппаратного обеспечения модулей LOGO! и, кроме того, в нее добавлены новые возможности. Так, при создании программы пользователь теперь может, кроме языка FBD (функциональные блочные диаграммы), использовать и второй язык — LAD (релейно-контактные схемы). Клавиши управления курсором могут быть задействованы в программе в качестве входов, что в не-

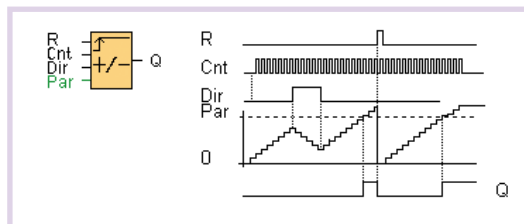


Рис. 9. Функциональный блок «Реверсивный счетчик»

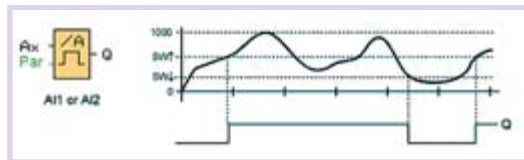


Рис. 10. Функциональный блок «Аналоговый компаратор»

которых случаях позволяет отказаться от подключения дополнительных внешних кнопок. Функциональные блоки отныне могут иметь редактируемые 8-символьные имена вместо имевших место буквенно-цифровых номеров. И, наконец, новое программное обеспечение позволяет осуществлять отладку программы в реальном времени на работающем устройстве. Все эти нововведения направлены на то, чтобы сделать LOGO! еще более мощным и более удобным инструментом для автоматизации все более широкого круга задач.

Мал золотник, да дорог

Автору однажды довелось услышать поразившее своей очевидностью высказывание о том, что модуль LOGO! всегда должен быть в сейфе у каждого главного энергетика промышленного предприятия. Хотя бы для того чтобы временно заменить практически любое отказавшее реле времени и сократить тем самым до минимума простой оборудования, пока ищется замена. Уже одно это оправдывает его существование. Но все же хочется надеяться, что описанные в статье возможности микроконтроллеров LOGO! подвигнут пытливых читателей на их детальное изучение и широкое практическое применение в реальных системах управления.

При подготовке статьи использованы рекламные материалы и техническая документация фирмы Siemens. ●

**Автор — сотрудник
фирмы ПРОСОФТ
119313 Москва, а/я 81
Телефон: (095) 234-0636
Факс: (095) 234-0640
E-mail: info@prosoft.ru**