

УДК 621.9.06

СОГЛАСОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИСТОЧНИКОВ СИГНАЛОВ И ВХОДНЫХ МОДУЛЕЙ ПРОГРАММИРУЕМЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ

Синичкин С.Г.

ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,
Нижегород, e-mail: sinichkin@nntu.nnov.ru

В статье отмечена необходимость согласования электрических параметров датчиков дискретных сигналов (переключатели, кнопки, путевые и конечные выключатели, контакты реле и т.д.) и входных модулей программируемых логических контроллеров (ПЛК), которые широко применяются в современных системах управления технологическим оборудованием. Параметрами согласования являются токи и напряжения датчиков и входных модулей. Отмечена необходимость выполнения условий, при которых обеспечивается достоверность распознавания состояний датчиков по формируемым ими сигналам и надежная работа системы управления. Показаны практические варианты выполнения этих условий. Предложен новый способ согласования параметров источников сигналов (датчиков) и входных модулей ПЛК и отмечены особенности его реализации. Сформулированы преимущества практического применения предложенного способа, признанного изобретением.

Ключевые слова: согласование, электрические параметры, источники сигналов, программируемые логические контроллеры, импульсное питание, входные цепи модулей

APPROVAL OF THE ELECTRICAL PARAMETERS OF SIGNAL SOURCES AND INPUT MODULES PROGRAMMABLE CONTROLLERS

Sinichkin S.G.

Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R. E. Alekseev,
Nizhny Novgorod, e-mail: sinichkin@nntu.nnov.ru

The article noted the need to harmonize the electrical parameters of the sensors of digital signals (switches, buttons, and travel limit switches, relay contacts, etc.) and input modules programmable logic controllers (PLCs), which are widely used in modern systems of technological equipment. Matching parameters are the currents and voltage sensors and input modules. The necessity of the conditions under which ensures the accuracy of distinguishing states sensors formed of signals and reliable operation of the control system. Showing the practical options for these conditions are met. A new method for matching the parameters of signal sources (sensors) and the PLC input modules and marked features of its implementation. Articulate the benefits of practical application of the proposed method recognized by the present invention.

Keywords: negotiation, electrical parameters, signals, programmable logic controllers, pulsed power supply, input circuits modules

В настоящее время системы управления технологическим оборудованием часто выполняют на основе программируемых логических контроллеров (ПЛК). Для сопряжения с источниками сигналов (ИС) объекта управления входы ПЛК должны иметь определенные характеристики по току и напряжению. Номенклатура датчиков и средств управления, используемых в качестве источников входных сигналов для ПЛК, достаточно широка как по роду, так и по величине тока и напряжения [3].

Наиболее широко в качестве ИС в технологическом оборудовании применяют технические средства с дискретными сигналами (переключатели, кнопки, конечные и путевые выключатели, датчики давления, контакты реле, контакты магнитных пускателей и т.д.). Текущее состояние (замкнутое или разомкнутое) дискретных контактных датчиков определяется контролируемым технологическим процессом.

Надежная работа системы управления с ПЛК зависит от организации взаимодействия ИС с входными модулями ПЛК в части электрических параметров и источников питания входных цепей.

Для питания дискретных ИС и входных цепей ПЛК в основном используют напряжение 24 В постоянного тока. Однако при этом не всегда обеспечивается надежная работа ИС и достоверность сигналов на входе модуля ПЛК. Это связано с несогласованностью параметров элементов электрооборудования, используемых в качестве ИС, с входными параметрами модулей ПЛК [2].

В качестве примера на рис. 1 показано типовое подключение контактных датчиков к входам модуля SM323 ПЛК серии SIMATIC фирмы Сименс, который предназначен для преобразования входных дискретных сигналов контроллера в его внутренние логические сигналы [5]. Количество входов одного модуля – 8 или 16, входное напряже-

ние = 24 В, типовое значение входного тока высокого уровня – 7,0 мА. R1 и R2 – резисторы согласующей цепочки.

Несогласованность параметров элементов электрооборудования с входным параметром модуля проявляется в том, что, как указано выше, входной ток модуля составляет 7,0 мА, тогда как контакты датчика нормально могут работать со значительно большими токами. При использовании электроаппаратов с негерметичными контактами (кнопки типа КЕ или переключатели типа ПЕ) «пробивание» током окисной пленки при напряжении 24 В обеспечивается при силе тока 0,2–0,5 А [2].

Работа таких датчиков часто происходит в тяжелых условиях, что связано с открытой коммутацией тока, подверженностью вредному воздействию окружающей среды (пыль, влага, грязь) и др., что характерно для путей, блокировочных и конечных выключате-

лей, от которых зависит не только правильное функционирование оборудования, но и безопасность обслуживающего персонала. Такие условия ещё более затрудняют процесс коммутации тока контактом датчика.

Для увеличения тока, протекающего через контакты датчиков, параллельно каждому входу ПЛК подключают дополнительные шунтирующие резисторы $R_{ш}$ (рис. 1).

С учетом рекомендуемого тока через контакт датчика сопротивление $R_{ш}$ для напряжения питания 24 В должно выбираться порядка 120 Ом, с мощностью рассеивания 4 Вт. Однако из энергетических соображений, практически используют резисторы $R_{ш}$ с сопротивлением 1 кОм и мощностью рассеивания 1 Вт. Необходимость использования шунтирующих резисторов приводит к большому количеству плат, на которых монтируют эти резисторы, усложнению монтажа и бесполезной потере энергии, рассеиваемой на них.

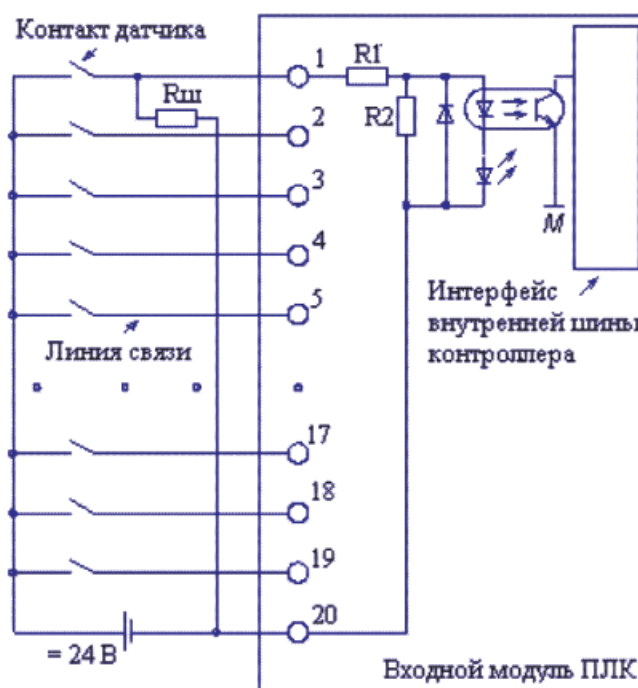


Рис. 1. Подключение контактных электроаппаратов к входам модуля ПЛК с использованием шунтирующего резистора $R_{ш}$

При модернизации технологического оборудования, в том числе импортного производства, в исходных схемах систем управления может быть два типа подключения контактов электроаппаратов, которые используются в качестве ИС. По типу 1 контакты электроаппаратов (кнопки, путевые выключатели) подключены к плюсовому проводу источника питания. В другом слу-

чае контакты электроаппаратов подключены к общему проводу с индексом «1». Такое включение будем считать по типу 2. Два типа подключения связаны с необходимостью совместного включения входных и выходных цепей электронных блоков защиты и управления, организации совместной работы нескольких исполнительных элементов и организации сложных блокировок.

По этой причине необходимо рассмотреть два типа согласующих цепей.

При выполнении новой системы управления на базе ПЛК (с целью модернизации) питание модулей и ИС будет обеспечиваться от отдельного источника питания с напряжением 24 В постоянного тока, у которого, положим, что минусовой вывод будет подключен к общему проводу с индексом «1» (клемма X52:12), а плюсовой вывод к клемме X52:11.

С учетом изложенных выше рекомендаций для согласования параметров ИС (например, путевых выключателей S178 и S179) и входов модулей можно применить шунтирующие резисторы, подключаемые параллельно входам модулей, которые выбираются из условия, чтобы общий ток через контакт ИС был не менее 50 мА.

Включение согласующей цепочки типа 1 выполняется просто (рис. 2).

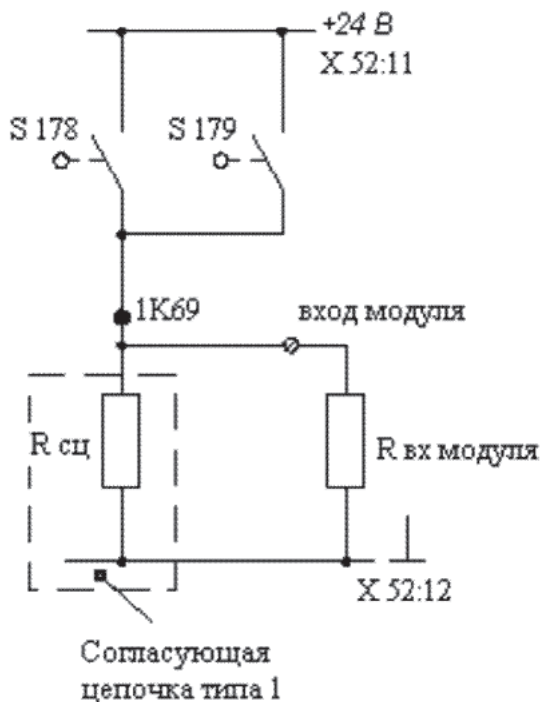


Рис. 2. Схема подключения ИС (S178, S179) к входу модуля с согласующей цепочкой типа 1

Для схем второго типа ИС (S190) подключен к общему проводу «1» (рис. 3). Простое включение ограничительного резистора между контактом ИС и проводом питания +24 В, с подключением точки их соединения к входу модуля имеет два недостатка: первое – разомкнутому состоянию контакта будет соответствовать логическая единица на входе модуля (т.е. имеет место инверсия входного сигнала), второе – при таком включении будет снижаться входной

ток модуля. Для устранения указанных недостатков согласующую цепочку рационально выполнить на основе оптрона по схеме рис. 3. Благодаря оптрону исключается инверсия входного сигнала и, практически, не ограничивается ток входного модуля, а резисторами R1 и R2 задается требуемый ток через контакт S190. Для этой схемы рекомендуется оптрон типа АОТ128Б, отличающийся малым падением напряжения на открытом транзисторе.

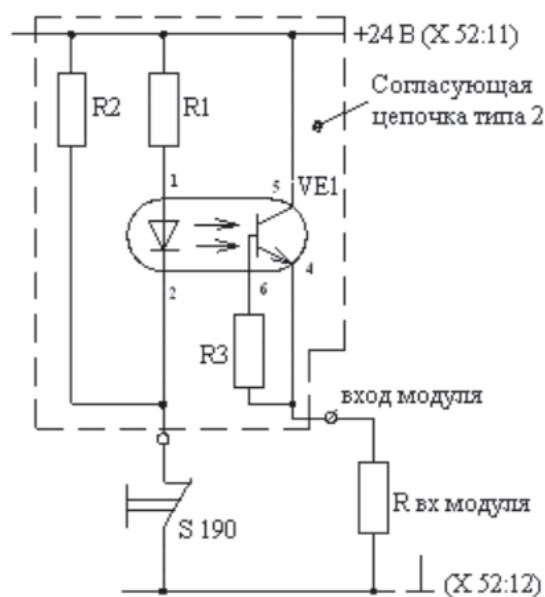


Рис. 3. Схема подключения ИС (S190) к входу модуля с согласующей цепочкой типа 2

Резисторы R1 и R2 выбраны с одинаковыми параметрами (МЛТ-1-1 кОм $\pm 10\%$), что целесообразно для упрощения комплектации схем согласования.

Резистор R3 выбран по рекомендации справочника по оптронам [1] – МЛТ-0,125-100 кОм $\pm 10\%$.

Для повышения надежности работы контактных ИС и исключения дополнительного расхода энергии целесообразно выбирать источник питания ИС с напряжением 110 В переменного тока. При этом, как показывает практика, при токе через контакт электроаппарата, равным входному току модуля ПЛК (порядка 20 мА), обеспечивается надежное получение сигнала от контакта электроаппарата. Для гашения излишка переменного напряжения обычно используют конденсатор, величину которого рассчитывают по известному напряжению источника $U_{ин}$, входному напряжению $U_{вх}$ и току $i_{вх}$ модуля.

Конденсатор выбирают с рабочим напряжением не менее $2 U_{ин}$ и шунтируют резистором с сопротивлением не менее

100 кОм и мощностью рассеивания 0,5 Вт. Однако, модули с питанием входных цепей напряжением 110 В переменного тока применяются в ПЛК ограниченно.

Большинство ПЛК комплектуются модулями с питанием входных цепей и ИС от источника постоянного тока с напряжением 24 В. Выше были отмечены особенности и недостатки организации согласования параметров ИС и входов модулей ПЛК для

такого случая. Для устранения указанных недостатков в инженерном центре ИПТМ НГТУ разработан новый способ согласования параметров ИС и входов модулей ПЛК [4]. На рис. 4 показана структурная схема устройства для реализации этого способа. Она состоит из источника 1 импульсов, контактного датчика 2, линии связи 3, формирователя 4 и входа модуля ПЛК 5 (показана схема для одного канала).

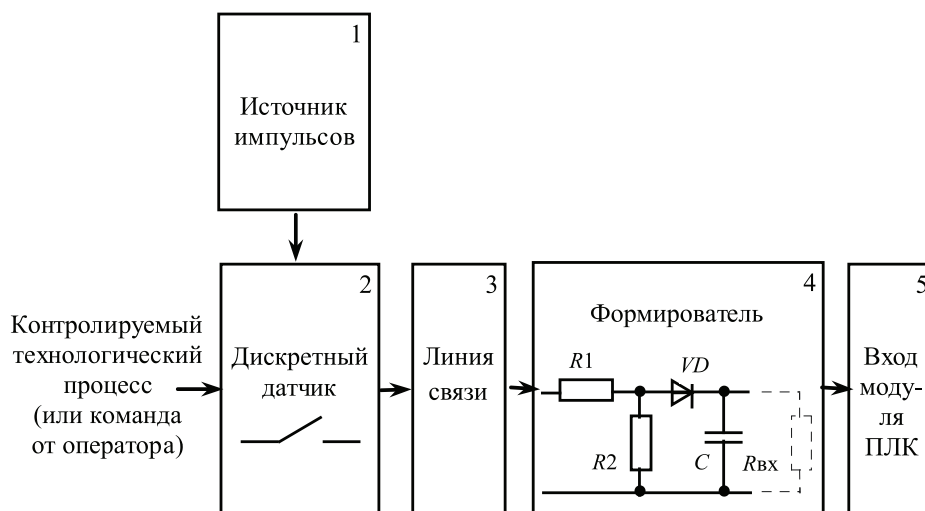


Рис. 4. Структурная схема устройства для реализации нового способа согласования

Особенностью способа является питание дискретного датчика (ИС) и входной цепи модуля ПЛК от импульсного источника, который выдает импульсы с большой скважностью Q (рис. 5).

$$Q = \frac{T}{t_{и}}$$

где T – период следования импульсов; $t_{и}$ – длительность импульса

Импульсы от источника 1 (рис. 4) поступают на контактный датчик 2, состояние которого определяется ходом контролируемого технологического процесса. В качестве датчика также может быть любой дискретный командоаппарат (например, кнопка или переключатель), с помощью которого задаются команды от оператора для управляющего устройства (ПЛК). Если контакт датчика замкнут, импульсы от источника 1 поступают через линию связи 3 на формирователь 4. Суммарное сопротивление резисторов $R1$ и $R2$ будет определять ток через контакт датчика 2 в момент действия импульса от источника 1. Тем самым обеспечивается необходимый режим работы контакта по току. Амплитуда импульсов

источника 1 выбирается из условия надежной работы контакта датчика. Для приведения амплитуды импульсов к требуемому уровню (по условию работы входа модуля ПЛК 5) используют делитель на резисторах $R1$ и $R2$. Поскольку модуль ПЛК ориентирован на входной сигнал постоянного тока, необходимо выделить огибающую из импульсной последовательности, которая будет присутствовать на резисторе $R2$ при замкнутом контакте датчика 2. Этот процесс показан на рис. 6.

Импульсы с резистора $R2$ формирователя 4 поступают на вход диодного амплитудного детектора с фильтром, которые входят в состав формирователя 4, служащего для выделения огибающей 4 (рис. 6) импульсной последовательности 3, которая поступает на формирователь 4 при замкнутом состоянии датчика 2 (диаграмма 2 на рис. 6) и образуется из импульсной последовательности 1, которая формируется источником импульсов. Выбором высокой частоты следования импульсов (10–100 кГц) обеспечивается малая постоянная времени фильтра и малая величина задержки формируемой огибающей по отношению к импульсной последовательности.

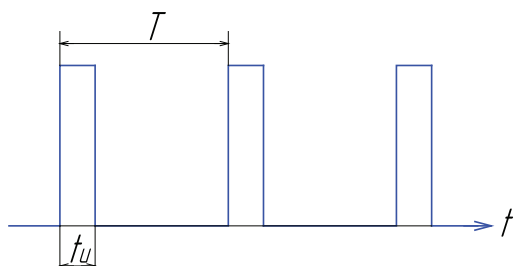


Рис. 5. Вид импульсов питания цепи ИС

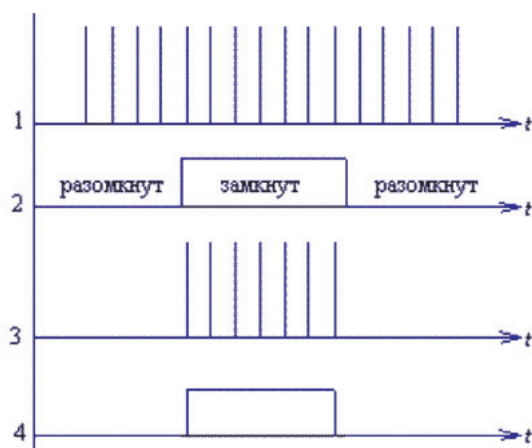


Рис. 6. Процесс формирования входного напряжения из импульсной последовательности (выделение огибающей)

Выбор параметров элементов при реализации способа можно пояснить следующим примером.

Если положить, что ток через контакт датчика в импульсе будет равен

$$I_{и} = \frac{U_{и}}{R1 + R2}$$

(где $U_{и}$ – амплитуда импульсов), то средний ток с учетом скважности $Q = \frac{T}{t_{и}}$ (рис. 5)

будет равен $i_{ср} = \frac{I_{и}}{Q}$. Выбором скваж-

ности Q (при $t_{и} \ll T$) можно получить небольшой средний ток. Так, при $I_{и} = 200$ мА и скважности $Q = 20$ средний ток составит $t_{ср} = 10$ мА, что соответствует уровню токов входных модулей ПЛК. Амплитуда импульса $U_{и}$ может приниматься порядка 100–110 В, что обеспечивает надежный пробой окисной пленки контактов датчика и малое влияние его переходного сопротивления.

Поскольку средняя рассеиваемая мощность на резисторах формирователя 4 невелика (с учетом большой скважности импульсов $Q = \frac{T}{t_{и}}$), а габариты конденсатора

фильтра также небольшие (из-за высокой частоты следования импульсов), такие формирователи легко встраиваются в каждый канал входного модуля программируемого контроллера.

Новый способ согласования параметров ИС и входов ПЛК с использованием импульсов большой скважности обеспечивает следующие преимущества:

- повышается надежность работы контактных датчиков (за счет увеличенных значений напряжения и тока) и тем самым достоверность определения их состояния;
- исключается расход энергии на дополнительных нагрузочных резисторах и необходимость установки плат с этими резисторами;
- уменьшаются габариты элементов входных цепей каналов модулей;
- уменьшаются габариты и расход энергии в импульсных блоках питания по сравнению с обычными источниками питания.
- появляется возможность для производителя ПЛК выпускать только один тип дискретных входных модулей.

Список литературы

1. Иванов В.И. Полупроводниковые оптоэлектронные приборы: справочник / В.И. Иванов, А.И. Аксенов, А.М. Юшин. – М.: Энергоатомиздат, 1988, – 448 с.
2. Крыленко В.В. и др. Управление автоматическими линиями с помощью ЭВМ. – М.: Машиностроение, 1983. – 140 с.
3. Синичкин С.Г. Модернизация систем управления в полиграфической промышленности // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2001. – № 2. – С. 51–52.
4. Синичкин С.Г. Способ контроля состояния дискретных источников сигналов и устройство для его осуществления. Патент РФ № 2289164, G08C 19/18, 2005 г.
5. SIMATIC. Комплексная автоматизация производства. Каталог ST 70. 2003, С. 3–98, 3–99.

References

1. Ivanov V.I. Semiconductor optoelectronic devices: a handbook / V.I. Ivanov, A.I. Aksenov, A.M. Yushin. M.: Energoatomizdat, 1988. 448 p.
2. Krilenko V.V. and others. Managing automatic lines with a computer. M.: Engineering, 1983 p. 140
3. The Sinichkin YEAR Modernization of control systems in the printing industry // ASU Industrial and controllers. 2001. no. 2. pp. 51–52.
4. Sinichkin S.G. A method for controlling the state of discrete signal sources and the device for its implementation. RF patent number 2289164, G08S 19/18, 2005.
5. SIMATIC. Comprehensive automation of production. Catalog ST 70. 2003, p 3–98, 3–99.

Рецензенты:

Панов А.Ю., д.т.н., заведующий кафедрой «Теоретическая и прикладная механика», ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород;

Кретинин О.В., д.т.н., профессор кафедры «Автоматизация машиностроения», ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород.

Работа поступила в редакцию 18.11.2014.