



## ПРОГРАММИРУЕМЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ SIMATIC S7/C7

И.Ю. Долганов (ООО "Сименс")

ПЛК SIMATIC являются одними из наиболее распространенных и популярных программируемых контроллеров во всем мире. Представлены технические характеристики, конструктивные особенности и применения ПЛК SIMATIC S7-200/S7-300/S7-400/C7. Отмечено, что все рассмотренные контроллеры обладают мощными коммуникационными возможностями и способны поддерживать обмен данными через Internet, Industrial Ethernet, PROFIBUS и MPI.

Отдел систем автоматизации департамента автоматизации и приводов концерна SIEMENS (SIEMENS A&D AS) — один из крупнейших мировых производителей технических средств управления. Его продукция широко известна во всем мире по торговой марке SIMATIC. Сегодня SIMATIC — это мощный комплекс программных и аппаратных средств управления, объединяющий в составе: промышленное ПО SIMATIC Industrial Software; ПЛК семейства SIMATIC S7/C7; промышленные компьютеры SIMATIC PC и программаторы SIMATIC PG; системы компьютерного управления SIMATIC WinAC; станции систем распределенного ввода/вывода SIMATIC DP; аппаратуру и ПО систем ЧМИ SIMATIC HMI, организации промышленной связи SIMATIC NET, анализа видеозаписей SIMATIC Machine Vision; PCY непрерывными процессами SIMATIC PCS7 (рис. 1).

Для получения комплексных решений компоненты SIMATIC могут дополняться продукцией других отделов департамента A&D: датчиками, исполнительными устройствами, преобразователями частоты, низковольтной коммутационной и защитной аппаратурой, системами ЧПУ, электрическими машинами, установочной техникой и т.д. Вся номенклатура изделий департамента A&D насчитывает более 100000 позиций.

С 1995 г. вся продукция A&D AS развивается на базе единой платформы, получившей наименование Totally Integrated Automation (TIA). Эта платформа позволяет создавать готовые АСУ любого назначения и степени сложности на основе стандартных компонентов SIMATIC, а также стандартных компонентов других отделов департамента SIEMENS A&D. Комплексные решения, заложенные в TIA, позволяют получать существенную экономию денежных средств на этапах проектирования, монтажа, выполнения пусконаладочных работ, эксплуатации и дальнейшего развития готовой АСУ. В соответствии с требованиями

TIA все компоненты SIMATIC используют единые способы хранения и обработки данных; конфигурирования, программирования и настройки параметров; организации промышленной связи; диагностики аппаратуры, оборудования и систем автоматизации.

ПЛК SIMATIC являются одними из наиболее распространенных и популярных программируемых контроллеров во всем мире. Теоретические основы концепции их построения были разработаны еще в середине 60-х гг. прошлого столетия. Практическое воплощение и развитие этой концепции отмечено успешным выпуском нескольких больших семейств ПЛК: SIMATIC S3 (1973 г.); SIMATIC S5 (1979 г.); SIMATIC S5 линии U (1985 г.); SIMATIC S7 (1995 г.). На сего-

дняшний день SIEMENS является самым крупным мировым производителем универсальных ПЛК, а его продукция представлена ПЛК сер. SIMATIC S7-200/S7-300/S7-400/C7. Все перечисленные контроллеры обладают мощными коммуникационными возможностями и способны поддерживать обмен данными через Internet, Industrial Ethernet, PROFIBUS и MPI.



Рис. 1



Рис. 2

### SIMATIC S7-200

Программируемые контроллеры SIMATIC S7-200 (рис. 2) предназначены для построения относительно простых АСУ, отличающихся минимальными затратами на приобрете-

ние аппаратуры и разработку системы. Контроллеры способны работать в масштабе РВ и позволяют создавать как узлы локальной автоматики, так и узлы комплексных систем, поддерживающие интенсивный коммуникационный обмен данными в сетях Industrial Ethernet, PROFIBUS DP, AS-Interface, MPI (Multi Point Interface), PPI (Point-to-Point Interface), MODBUS, а также в системах модемной связи. В зависимости от выбранной конфигурации аппаратуры контроллеры способны обслуживать от 10 дискретных и до 248 дискретных или 38 аналоговых входов/выходов.

Семейство объединяет в своем составе модули: центральных процессоров (ЦП), коммуникационные, позиционирования EM 253, ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов, блоков питания. Все модули SIMATIC S7-200 выпускаются в компактных пластиковых корпусах со степенью защиты IP 20 и способны работать в диапазоне температур 0...55°C. Для более жестких условий эксплуатации могут использоваться модули семейства SIPLUS S7-200 с диапазоном рабочих температур -25...70°C и более высокой стойкостью к вибрационным и ударным нагрузкам.

В S7-200 находят применение пять типов ЦП, отличающихся объемами встроенной памяти, производительностью, числом и видом встроенных входов/выходов, числом встроенных интерфейсов RS-485 и другими показателями. Все ЦП оснащены встроенной энергонезависимой памятью программ и данных (V-памятью). Кроме того, при перебоях в питании ЦП способен выполнять необслуживаемое сохранение данных, находящихся в его оперативной памяти.

Все ЦП поддерживают мощную систему команд, позволяющую производить не только логическую, но и математическую обработку данных с использованием операций с фиксированной и плавающей точкой. Достаточно высокое быстродействие позволяет выполнять 1К логических инструкций за 0,22 мс. Загружаемая программа может защищаться паролем. Поддерживается возможность обработки рецептов и регистрации данных в опциональном модуле памяти емкостью 64 или 256 Кбайт. В этом же модуле возможно сохранение архива проекта, а также любых необходимых файлов (например, технических руководств и инструкций). Допускается управление работой диагностических светодиодов из программы пользователя.

Каждый тип ЦП имеет две модификации, отличающиеся напряжением питания и типом выходных каскадов дискретных выходов. Модификации с питанием ~120/230 В оснащены выходными каскадами в виде реле с замыкающим контактом и способны коммутировать токи до 2 А в цепях =24 В/~220 В. В модификациях с напряжением питания =24 В используются транзисторные выходы =24 В/0,75 А. Два выхода таких ЦП может работать в импульсном режиме.

Дискретные входы ЦП имеют универсальное назначение. Они могут использоваться для приема стандартных дискретных сигналов =24 В, в качестве входов аппаратных прерываний или скоростного счета/измерения периода, или частоты следования импульсов. Выбор назначения тех или иных входов выполняется на этапе написания программы контроллера и соответствующими схемами подключения датчиков. Для питания датчиков может использоваться встроенный в каждый ЦП блок питания =24 В.

На уровне ОС ЦП обеспечивается поддержка функций скоростного счета, измерения частоты или периода следования импульсов, ПИД-регулирования.

Каждый ЦП оснащен одним или двумя встроенными портами RS-485, которые предназначены для программирования и обслуживания контроллера, а также для построения простейших вариантов промышленной связи. Через эти порты ПЛК S7-200 могут подключаться к сетям PPI или MPI со скоростью передачи данных до 187,5 Кбит/с, поддерживать последовательный обмен данными на основе ASCII протокола, обслуживать до 30 преобразователей частоты на основе USS протокола, подключаться к сети MODBUS RTU в режиме ведомого устройства.

Система ввода/вывода большинства ЦП может расширяться дополнительным набором модулей ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов, а также системами распределенного ввода/вывода на основе AS-Interface. В свою очередь S7-200 с коммуникационным модулем EM 277 способен выполнять

роль интеллектуального ведомого устройства в сети PROFIBUS DP.

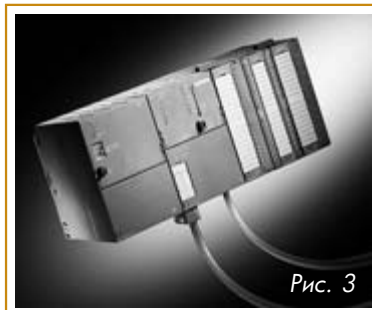


Рис. 3

### SIMATIC S7-300

Модульный программируемый контроллер SIMATIC S7-300 предназначен для построения систем управления средней степени сложности (рис. 3). В зависимости от типа используемого ЦП системы на основе S7-300 способны обслуживать от 16 дискретных входов/выходов до 65536 дискретных или 4096 аналоговых каналов ввода/вывода. Наличие широкой гаммы ЦП, интерфейсных, коммуникационных, сигнальных и функциональных модулей позволяет легко адаптировать аппаратуру контроллера к требованиям решаемых задач.

Система ввода/вывода S7-300 может состоять из систем локального и распределенного ввода/вывода. Система локального ввода/вывода объединяет все модули, устанавливаемые в базовый блок и стойки расширения контроллера. Система распределенного ввода/вывода строится на основе удаленных станций ввода/вывода и приборов полевого уровня, подключаемых к ПЛК через сети PROFINET, PROFIBUS и AS-Interface.

В контроллере S7-300 может использоваться 16 типов ЦП. Все они оснащены встроенным интерфейсом MPI, используемым для программирования контроллера и его обслуживания, а также построения простейших сетевых структур с циклическим обменом глобальными данными, который поддерживается на уровне конфигурирования и не требует программирования контроллера. Интерфейс MPI позволяет объединять до 32-х станций. Скорость передачи данных в сети может достигать 187,5 Кбит/с.

ЦП CPU 31х-2DP оснащены встроенным интерфейсом PROFIBUS DP и могут выполнять функции ведущего/ведомого сетевого устройства. Скорость передачи данных может достигать 12 Мбит/с. Максимальное число подключаемых станций распределенного ввода/вывода определяется типом ЦП.

ЦП CPU 31х-2PN/DP оснащены встроенным интерфейсом PROFINET и комбинированным интерфейсом MPI/DP, способны работать одновременно в составе систем распределенного ввода/вывода на основе Industrial Ethernet (PROFINET IO) со скоростью передачи 10 или 100 Мбит/с, а также на основе PROFIBUS DP и обеспечивать обмен данными между указанными сетями. Контроллеры S7-300 с другими ЦП могут подключаться к сети PROFINET через коммуникационный процессор CP 343-1 с ОС от V2.0 и выше.

ЦП CPU 31хС оснащены не только коммуникационными интерфейсами, но и набором встроенных входов/выходов. По аналогии с S7-200 встроенные входы CPU 31хС имеют универсальное назначение. Такие ЦП могут использоваться в качестве готовых блоков управления без/с применением дополнительных модулей расширения (рис. 4). CPU 31хС обеспечивают поддержку целого ряда технологических функций на уровне своей ОС. В общем случае к таким функциям можно отнести скоростной счет, измерение частоты или периода, ПИД-регулирование и позиционирование.

Все ЦП используют в качестве загружаемой памяти микросхему памяти ММС (3.3В NVFlash), где сохраняется программа контроллера, параметры конфигурации аппаратуры и другие данные. Опционально ММС может использоваться для сохранения архива проекта и регистрации данных. При перебоях в питании контроллера в этой карте выполняется необслуживаемое сохранение всех текущих данных.

Группа сигнальных модулей включает модули ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов. Помимо простейших модулей ввода/вывода в эту группу входят модули с расширенным набором диагностических функций, способные формировать аварийные сообщения об отказах в работе внутренней электроники, коротких замыканиях или обрывах внешних цепей. Целый ряд модулей ввода аналоговых сигналов отличается высокой универсальностью и может быть использован для работы на различных пределах измерений. Например, в модуле 6ES7 331-1KF01-0AB0 каждый из восьми каналов настраивается независимо от других и может использоваться для измерения унифицированных сигналов силы тока или на-

пряжения, сопротивления или температуры (с термопарами или термометрами сопротивления).

Функциональные модули S7-300 – это интеллектуальные модули ввода/вывода, оснащенные встроенным микропроцессором и ориентированные на решение типовых задач автоматизации: скоростного счета, позиционирования, ПИД-регулирования, скоростной обработки логических сигналов и т.д. Применение функциональных модулей позволяет разгрузить ЦП контроллера от выполнения ресурсоемких задач. Более того, целый ряд функциональных модулей может выполнять возложенные на них функции даже в случае остановки ЦП ПЛК.

Набор коммуникационных процессоров S7-300 позволяет производить подключение контроллера к сетям Industrial Ethernet, PROFINET, PROFIBUS, AS-Interface, поддерживать обмен данными через Internet, связь через последовательные интерфейсы RS-232/422/485 или GТУ (20 МА).

Все модули монтируются на профильную шину S7-300. Подключение к внутренней шине контроллера осуществляется с помощью специальных соединителей, входящих в комплект поставки каждого модуля. Подключение внешних цепей выполняется через съемные фронтальные соединители, закрываемые пластиковыми дверцами. Наличие фронтальных соединителей упрощает выполнение монтажных работ и позволяет производить замену модулей без демонтажа из внешних цепей. Первая установка

фронтального соединителя на модуль автоматически сопровождается операцией его механического кодирования. В дальнейшем данный фронтальный соединитель может быть установлен только на модуль такого же типа.

Параметры настройки функциональных и коммуникационных модулей сохраняются в памяти ЦП. Это позволяет выполнять замену интеллектуальных модулей без повторного конфигурирования системы.

#### SIMATIC C7

Программируемые контроллеры SIMATIC C7 представляют собой готовые блоки управления, включающие ЦП S7-300, панель оператора, коммуникационные интерфейсы, набор встроенных входов/выходов, а также интерфейс расширения системы локального ввода/вывода. Каждый такой блок сочетает функции ПЛК и устройства ЧМИ (рис. 5).

Семейство включает контроллеры следующих типов: C7-613 (ЦП CPU 313С и текстовая панель оператора); C7-635К (ЦП CPU 314С-2DP и панель оператора OP 170В с 5,7" монохромным графическим дис-



Рис. 4



Рис. 5

плеем и мембранной клавиатурой); С7-635Т (ЦП CPU 314С-2DP и сенсорная панель оператора TP 170В с 5,7" монохромным графическим дисплеем); С7-636К (ЦП CPU 315-2DP, панель оператора OP 270-6 с 5,7" цветным графическим дисплеем и мембранной клавиатурой, набор входов/выходов ЦП CPU 314С); С7-636Т (ЦП CPU 315-2DP, сенсорная панель оператора TP 270-10 с 10" цветным графическим дисплеем, набор входов/выходов ЦП CPU 314С).

При работе с контроллерами SIMATIC С7 необходимо учитывать, что для конфигурирования панелей оператора необходимо дополнительное ПО – SIMATIC WinCC flexible.

Самые мощные ПЛК семейства SIMATIC – S7-400 (рис. 6). Они предназначены для решения сложных задач автоматического управления, обладают высокой производительностью, поддерживают мультипроцессорные конфигурации и способны обслуживать до 131072 дискретных или до 8192 аналоговых каналов ввода/вывода.

Высокая производительность контроллера обеспечивается не только высокой вычислительной мощностью ЦП, но и поддержкой параллельного доступа к памяти программ и данных.

S7-400 имеет модульную конструкцию и позволяет использовать в своем составе модули: блоков питания, ЦП, сигнальные, функциональные, коммуникационные и интерфейсные. Для всех модулей систем локального и распределенного ввода/вывода поддерживаются функции "горячей" замены. При необходимости контроллер может комплектоваться резервированными блоками питания.

Все сказанное о сигнальных, функциональных и коммуникационных модулях контроллера S7-300 в полной мере распространяется и на модули контроллера S7-400.

Контроллер может комплектоваться семью типами ЦП. При необходимости в одном контроллере S7-400 может устанавливаться до четырех ЦП. Все ЦП оснащены встроенным комбинированным интерфейсом MPI/DP, большинство имеет дополнительные интерфейсы PROFIBUS DP. Отличительной чертой встроенных интерфейсов MPI является поддержка скорости передачи данных 12 Мбит/с.

S7-400 обладает исключительно мощными коммуникационными возможностями. Множество инженерных решений учитывает эту особенность S7-400 и базируется на использовании только систем распре-

деленного ввода/вывода этого контроллера. Например, S7-400, включающей модуль блока питания, ЦП CPU 417-4 и коммуникационный процессор CP 443-1 Advanced, обеспечивает возможность подключения к четырем сетям PROFIBUS DP и четырем сетям Industrial Ethernet или PROFINET (рис. 7).

Существенным преимуществом ПЛК S7-400 является поддержка технологии CiR и тактовой синхронизации в сетях PROFIBUS и PROFINET. Технология CiR (Configuration in RUN) позволяет вносить изменения в конфигурацию системы управления без остановки ее и соответствующего производственного или технологического процесса. CiR позволяет:

- добавлять новые или удалять существующие станции распределенного ввода/вывода SIMATIC ET 200М и их модули, а также приборы полевого уровня, выполняющие функции ведомых устройств PROFIBUS DP/PA;
- выполнять перенастройку модулей станции SIMATIC ET 200М (например, в случае замены одних датчиков другими);
- отменять введенные конфигурации.

Поддержка режима тактовой синхронизации позволяет синхронизировать множество циклов в системе распределенного ввода/вывода: выполнения программы контроллера, обмена данными через PROFIBUS DP, обслуживания входов/выходов станций распределенного ввода/вывода и т.д. Исчезают погрешности, вызываемые временным рассогласованием считываемой информации, существенно повышается точность работы распределенных измерительных систем, систем позиционирования и автоматического регулирования.

Для построения систем управления с повышенными требованиями к надежности их функционирования могут использоваться ПЛК SIMATIC S7-400Н, состоящие из двух идентичных подсистем, работающих по принципу "ведущий-ведомый" (рис. 8). Каждая подсистема в обязательном порядке включает один или два блока питания и ЦП. При необходимости эти подсистемы могут дополняться другими модулями. ЦП двух подсистем связаны между собой двумя каналами синхронизации на основе оптических кабелей.

При использовании стандартных вариантов построения системы ввода/вывода все функции резервирования выполняет ОС ЦП S7-400Н. Это позволяет разрабатывать программы контроллера без учета наличия в системе двух ЦП, резервированных каналов ввода/вывода и коммуникационных каналов. Программа, написанная для стандартного контроллера

SIMATIC S7-400



S7-400, может загружаться в ПЛК S7-400N и использоваться для обслуживания резервированной системы. При самом неблагоприятном стечении обстоятельств безударное включение резерва в S7-400N происходит за ≤100 мс.

Для построения S7-400N используются только ЦП типов CPU 414-4N и CPU 417-4N, по своим техническим характеристикам наиболее близкие к CPU 414-3 и CPU 417-4 соответственно. Отличие состоит в составе используемых интерфейсов и ОС. Каждый N-CPU оснащен одним комбинированным интерфейсом MPI/DP, одним интерфейсом PROFIBUS DP и двумя гнездами для установки модулей синхронизации.

ПЛК S7-400N обеспечивают расширенную поддержку технологии CiR, позволяя изменять некоторые параметры настройки ЦП, а также состав модулей ввода/вывода в монтажных стойках контроллера.

Для программирования, конфигурирования аппаратуры и систем промышленной связи, настройки параметров и диагностики ПЛК SIMATIC S7-300/ S7-400/ C7 исполь-



зуется пакет STEP 7. Кроме того, для программирования контроллеров этих типов могут использоваться инструментальные средства проектирования, включающие в состав языки программирования высокого уровня S7-SCL, S7-GRAPH, S7-HiGraph, CFC и т.д.

**Техническая поддержка в России**

Техническая поддержка продукции SIMATIC в России осуществляется региональными центрами технической поддержки A&D AS, а также российскими партнерами компании. SIEMENS A&D AS имеет свои представительства в 21 городе России. В большинстве представительств работают региональные центры технической поддержки, где можно получить технические консультации по вопросам применения продукции SIMATIC; помощь в выборе аппаратуры и ПО для решения поставленных задач автоматизации; техническую документацию, каталоги и рекламные материалы на русском языке; демонстрационные версии ПО; провести сертифицированное обучение своего технического персонала и т.д.

*Долганов Игорь Юрьевич – ведущий консультант Санкт-Петербургского центра технической поддержки SIEMENS A&D AS.  
Контактные телефоны: (095) 737-1-737, (812) 324-82-46; факс (812) 324-82-36.  
E-mail: Igor.Dolganov@siemens.com Http://www.siemens.ru/ad/as*

**Время цикла шины – это еще не все**

**М. Ростан (Компания Beckhoff)**

Производительность системы управления невозможно определить с помощью только времени цикла промышленной шины. Как правило, время цикла шины имеет второстепенное значение, во многих случаях решающим является поведение системы с точки зрения синхронизации. Время цикла задачи ПЛК также важнее, чем время цикла шины: медленная система управления даже благодаря быстрой промышленной шине не становится действительно производительной. Для оптимального выбора шинной системы важен анализ требований к работе системы управления в РВ: в зависимости от того, стоит ли для решения прикладной задачи на переднем плане время реакции или детерминизм, необходимо по-разному выбирать параметры.

Рассмотрим систему управления (например, промышленный ПК или управляющий контроллер) с децентрализованными устройствами промышленной шины, циклически выполняющую одну или несколько прикладных программ (например, задачи ЧПУ или АСУТП). Интерфейс промышленной шины реализован в виде съемной карты с собственным процессором. Обмен данными шины с системой управления осуществляется через общую область памяти (DPRAM), к которой происходит поочередное обращение (рис. 1).

Отметим, что хотя производственные систе-

мы на базе промышленных шин различаются по своей топологии, однако для исследования параметров производительности топология имеет второстепенное значение: различия физических значений времени задержки шины для структур типа "кольцо" и "дерево" относительно небольшие.

Циклический обмен данными между центральным ведущим устройством промышленной шины и несколькими ее децентрализованными ведомыми устройствами является самым простым и распространенным. При этом для рассматриваемого случая неважно, осуществляет-

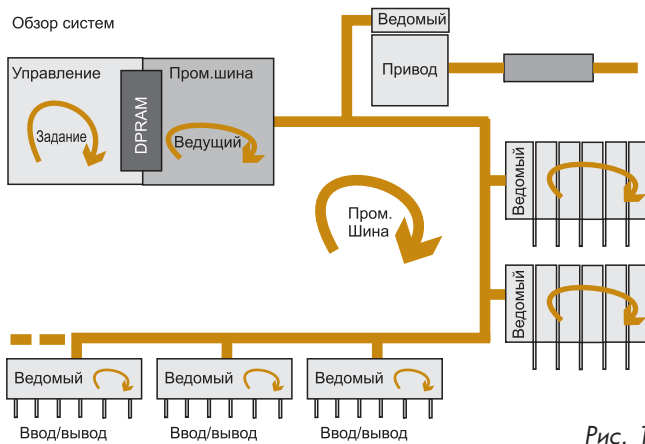


Рис. 1