

**ДПО по направлению подготовки
"Электроэнергетика и электротехника",
профиль "Автоматизация"
Модуль 2.1. «Аппаратные и программные
средства систем автоматики»**

Тема 16.

ПЛК S7-1500.

Обзор аппаратной части

К.т.н., доцент

Музылева Инна Васильевна

Кафедра электропривода ЛГТУ

Инновационное отличие от S7-300/400

в операционную систему встроены:

- поддержка стандартных функций управления перемещением,
- обмен данными через PROFINET в режиме реального времени (IRT - Isochronous Real Time),
- поддержка языковых расширений пакета STEP 7.

Области применения SIMATIC S7-1500

предназначен для решения всех задач автоматизации среднего и верхнего уровня сложности, например, в системах автоматизации:

- машин специального назначения;
- текстильных и **упаковочных машин**;
- машиностроительного оборудования;
- оборудования для производства технических средств управления и электротехнического оборудования;
- станков;
- **технологических установок**;
- автомобильной промышленности;
- предприятий водоснабжения и водоотведения;
- предприятий пищевой промышленности и производства напитков и т.д.

Два исполнения

- **SIMATIC S7-1500** для эксплуатации в стандартных промышленных условиях:
 - монтаж в шкафы управления внутренней установки;
 - отсутствие конденсата;
 - диапазон рабочих температур от 0 до +60 °С.
- **SIPLUS extreme S7-1500** для эксплуатации в тяжелых промышленных условиях:
 - монтаж в шкафы управления внутренней или наружной установки;
 - возможность появления конденсата и льда на печатных платах и электронных компонентах;
 - наличие в воздухе химически, биологически и механически активных веществ;
 - диапазон рабочих температур от -25 до +70 °С или от -40 до +70 °С.

Внешний вид ПЛК S7-1500



Виды модулей

CPU - модуль центрального процессора, предназначенный для выполнения программы пользователя, управления всеми узлами контроллера и компонентами системы распределенного ввода-вывода.

SM - сигнальные модули, предназначенные для ввода и вывода дискретных и аналоговых сигналов с различными электрическими и временными параметрами.

TM - Технологические модули, предназначенные для решения задач скоростного счета и позиционирования.

CM/ CP - Коммуникационные модули/процессоры, предназначенные для увеличения количества коммуникационных интерфейсов контроллера и выполнения обмена данными через промышленные сети PROFINET, Industrial Ethernet и PROFIBUS, а также через непосредственные соединения на основе последовательных интерфейсов.

PS - системные блоки питания, предназначенные для питания электроники модулей контроллера через его внутреннюю шину, если мощности встроенного в CPU блока питания для этой цели недостаточно.

PM - Блоки питания нагрузки, предназначенные для подключения к питающей сети ~120/230 В и формирования выходного напряжения =24 В.

Классы SM и CM

- **BA (Basic)** - относительно простые и недорогие модули без диагностики параметров.
- **ST (Standard)** – модули с поддержкой диагностических функций на уровне модуля. Класс точности для аналоговых модулей равен 0.3 %.
- **HF (High Feature)** - модули с поддержкой диагностических функций на уровне каждого канала. Класс точности для аналоговых модулей равен 0.1 %. Повышенная стойкость к воздействию помех, повышенная прочность электрической изоляции.
- **HS (High Speed)** – модули с малыми временами фильтрации сигналов и короткими временами преобразования. Например, аналоговые модули с временем преобразования 125 мкс на 8 каналов.

Модули CPU

CPU 1511-1 PN,
CPU 1513-1 PN

CPU 1518-4 PN/DP

CPU 1518F-4 PN/DP



CPU 1515-2 PN,
CPU 1516-3 PN/DP

CPU 1516F-3 PN/DP

Языки программирования: LAD, FBD, STL, SCL, GRAPH

Встроенный Web-сервер

позволяет:

- получать доступ к системным и оперативным сообщениям, а также к идентификационным данным,
- выполнять системную диагностику всех модулей, используемых в проекте,
- выполнять диагностику коммуникационных соединений,
- отображать параметры настройки,
- получать статистические данные о работе сети.
- использование в качестве интерфейса оператора конфигурируемых пользователем Web-страниц и получение доступа к производственным данным с использованием таблиц переменных и свободно конфигурируемым спискам переменных.

Наличие цветного дисплея

делает возможным:

- выполнять установку/изменение параметров настройки (IP адресов, имени станции и т.д.) без использования программатора,
- отображать –
 - диагностическую информацию и аварийные сообщения,
 - состояния модулей в системе локального и распределенного ввода/вывода,
 - идентификационные данные: заказные и серийные номера,
 - версии встроенного ПО модулей системы локального и распределенного ввода/вывода.

Устройство модуля CPU

Дисплей в снятом состоянии



Дисплей в открытом состоянии



Ушко для опломбирования дисплея

Компоненты модуля CPU – дисплей снят



Время выполнения операций в CPU

Центральный процессор	1511-1 PN	1513-1 PN	1515-2 PN	1516-3 PN/DP	1518-4 PN/DP
Время выполнения, нс:					
логических операций	60	40	30	10	1
операций со словами	72	48	36	12	2
математических операций:					
с фиксированной точкой	96	64	48	16	2
С плавающей точкой	384	256	192	64	6

Конструкция и память CPU

Центральный процессор	1511-1 PN	1513-1 PN	1515-2 PN	1516-3 PN/DP	1518-4 PN/DP
Конструкция					
Габариты (Ш x В x Г) в мм	35x 147x 129	35x 147x 129	70x 147x 129	70x 147x 129	175x 147x 129
Масса, приблизительно, г	430	430	830	845	1988 г
Встроенная рабочая память:					
для программы	150 Кбайт	300 Кбайт	500 Кбайт	1.0 Мбайт	3.0 Мбайт
для данных, Мбайт	1	1.5	3.0	5.0	10.0
Блоки данных (DB):	2000	2000	6000	6000	10000
диапазон номеров	1 ... 65535				
размер блока, не более	1 Мбайт	1.5 Мбайт	3 Мбайт	5 Мбайт	10 Мбайт

Программные блоки CPU

Центральный процессор	1511-1 PN	1513-1 PN	1515-2 PN	1516-3 PN/DP	1518-4 PN/DP
Общее количество программных блоков (PB)	2000	2000	6000	6000	10000
Блоки данных (DB):	2000	2000	6000	6000	10000
диапазон номеров	1 ... 65535				
размер блока, не более	1 Мбайт	1.5 Мбайт	3 Мбайт	5 Мбайт	10 Мбайт
Функциональные блоки (FB):					
количество, не более, кбайт	1998	1998	5998	5998	9998
диапазон номеров	1 ... 65535				
размер блока, не более, кбайт	150	300	500	512	512
Функции (FC):					
количество, не более	1999	1999	5999	5999	9999
диапазон номеров	1 ... 65535				
размер блока, не более, кбайт	150	300	500	512	512

Программные блоки CPU

Центральный процессор	1511-1 PN	1513-1 PN	1515-2 PN	1516-3 PN/DP	1518-4 PN/DP
Организационные блоки (ОБ):					
количество блоков, не более	100				
свободного выполнения циклов программы	100				
обработки прерываний по дате и времени	20				
обработки прерываний по задержке	20				
обработки аппаратных прерываний	50				
обработки прерываний DPV1	3				
обработки прерываний синхронизации технологических функций	2				
рестарта	100				
обработки асинхронных ошибок	4				

Сигнальные модули



SM 521 –

16- и 32-канальные модули
ввода дискретных сигналов;

SM 522 –

8-, 16- и 32-канальные модули
вывода дискретных сигналов;

SM 531 –

4- и 8-канальные модули
ввода аналоговых сигналов;

SM 532 –

4- и 8-канальные модули
вывода аналоговых сигналов.

Комплект поставки модуля ввода-вывода (на примере SM521):

- **Сигнальный модуль.**
- **Этикетка для ручной маркировки внешних цепей.**
- **U-образный шинный соединитель.**
- **Защитная дверца.**
- **40-полюсный фронтальный соединитель с отжимными контактами (для модулей шириной 25 мм).**

Фронтальный соединитель

Элементы заземления экранов кабелей



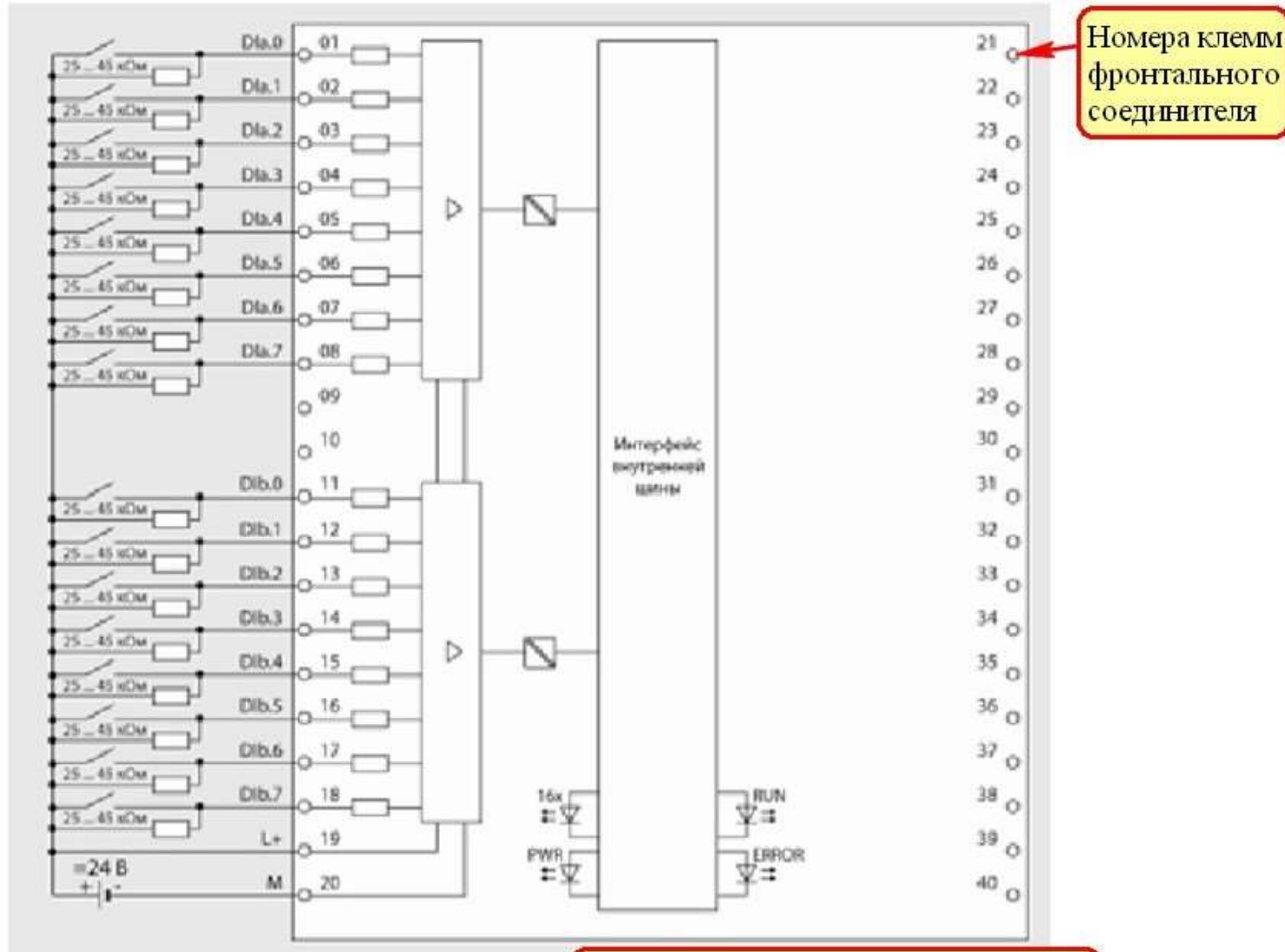
Фронтальный соединитель
с открытой крышкой



Монтажное положение фронтального соединителя



Схема подключения внешних цепей модуля



Номера клемм фронтального соединителя

6ES7 521-1BH00-0AB0

Заказной номер сигнального модуля

Фиксированное положение защитной крышки соединителя



при использовании проводов с тонкой изоляцией



при использовании проводов с толстой изоляцией

U-образный шинный соединитель



Программная настройка модулей в STEP 7 Professional от V12

- времена фильтрации входных сигналов,
- диапазоны измерения входных аналоговых величин,
- диапазоны формирования выходных аналоговых величин,
- параметры аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования,
- реакцию модулей на остановку центрального процессора,
- поддержку прерываний,
- активировать диагностические функции и т.д.

Технологические модули

Модуль скоростного счета TM Count 2x24V

Функции счета:

- реверсивный счет;
- разрешение ± 31 бит;
- встроенные дискретные входы и выходы для быстрой реакции на процессы счета;
- измерение частоты или периода следования импульсов, а также скорости перемещения;
- определение положения рабочего органа с использованием инкрементальных датчиков;
- использование двух компараторов на каждый канал с настраиваемыми граничными значениями счета, воздействующих на состояние дискретных выходов соответствующего канала;
- предварительная установка счетчиков каждого канала по сигналу на соответствующем дискретном входе;
- настраиваемый вывод сигналов прерываний.

Модуль позиционирования TM PosInput 2

Он оснащен двумя измерительными каналами (с двумя дискретными входами и двумя дискретными выходами на каждый измерительный канал), к которым могут подключаться:

- Синхронно-последовательные датчики абсолютного перемещения.
- Инкрементальные датчики RS 422/ TTL с сигналом или без сигнала нулевой отметки.
- Импульсные датчики RS 422/ TTL с сигналом или без сигнала направления перемещения.
- Импульсные датчики RS 422/ TTL для работы с реверсивными счетчиками модуля.

Модуль позиционирования TM PosInput 2

Обслуживание синхронно-последовательных датчиков абсолютного перемещения:

- **Считывание показаний датчиков позиционирования и передача полученных значений в центральный процессор.**
- **Предоставление результатов измерений в виде кода Грэя или двойного SSI кода с разрешением не более 31 бита.**
- **Управление состоянием дискретных выходов по заданному показанию синхронно-последовательного датчика независимо от программы пользователя.**
- **Мониторинг обрывов и коротких замыканий в цепях подключения синхронно-последовательных датчиков, а также наличия напряжения питания каналов.**

Модуль позиционирования TM PosInput 2

Счет: -

- Подсчет и обработка импульсных сигналов датчиков позиционирования с учетом сигналов направления счета с разрешением от -231 до 231 - 1.
- Статическая и динамическая установка границ счета во время работы. Настраиваемая реакция на достижение граничного значения с возможностью выбора продолжения/ остановки счетных операций или предварительной установки счетчика.
- Статическая или динамическая установка значения предварительной установки во время работы. В зависимости от выбранных вариантов настройки предварительная установка счетчиков может производиться после выполнения операций синхронизации, при активации функций захвата, при выходе за установленные границы счета, после установки новых границ счета.
- Программная или аппаратная (с помощью дискретных входов) установка границ, прекращающих обработку сигналов датчиков позиционирования.
-
- Настраиваемая фиксация нарастающих, спадающих или обоих фронтов сигналов.
- Управление состоянием дискретных выходов при достижении заданных состояний счетчиков с настраиваемым гистерезисом для исключения ложных срабатываний.

Модуль позиционирования TM PosInput 2

Измерение: -

- Частоты следования импульсов в диапазоне от 0.04 Гц до 4 МГц.
- Периода следования импульсов в диапазоне от 0.25 мкс до 25 с.
- Скорости в диапазонах, заданных параметрами настройки.

Входы функций управления перемещением. С помощью STEP 7 Professional (TIA Portal) измерительные каналы модуля TM PosInput 2 могут настраиваться на режим каналов ввода встроенных функций управления перемещением центральных процессоров S7-1500.

Дополнительные функции:

- Синхронизации инкрементальных и импульсных датчиков положения.
- Сравнения текущего состояния счетчика с двумя заданными значениями для управления дискретными выходами каждого канала.
- Настраиваемая поддержка формирования аппаратных прерываний при достижении заданного значения счета, получения сигнала нулевой отметки, изменении направления счета и т.д.
- Поддержка диагностических прерываний. Например, при исчезновении питания или появлении ошибки в работе канала.
- Настраиваемая фильтрация входных сигналов датчиков положения RS 422/ TTL.

Коммуникационные модули

Типы –

коммуникационные процессоры

- CP 1543-1 для подключения к гигабитной сети Ethernet и поддержки защищенного обмена данными;
- CP 1542-5 - для подключения S7-1500 к сети PROFIBUS DP с выполнением функций ведущего или ведомого сетевого устройства;

коммуникационные модули

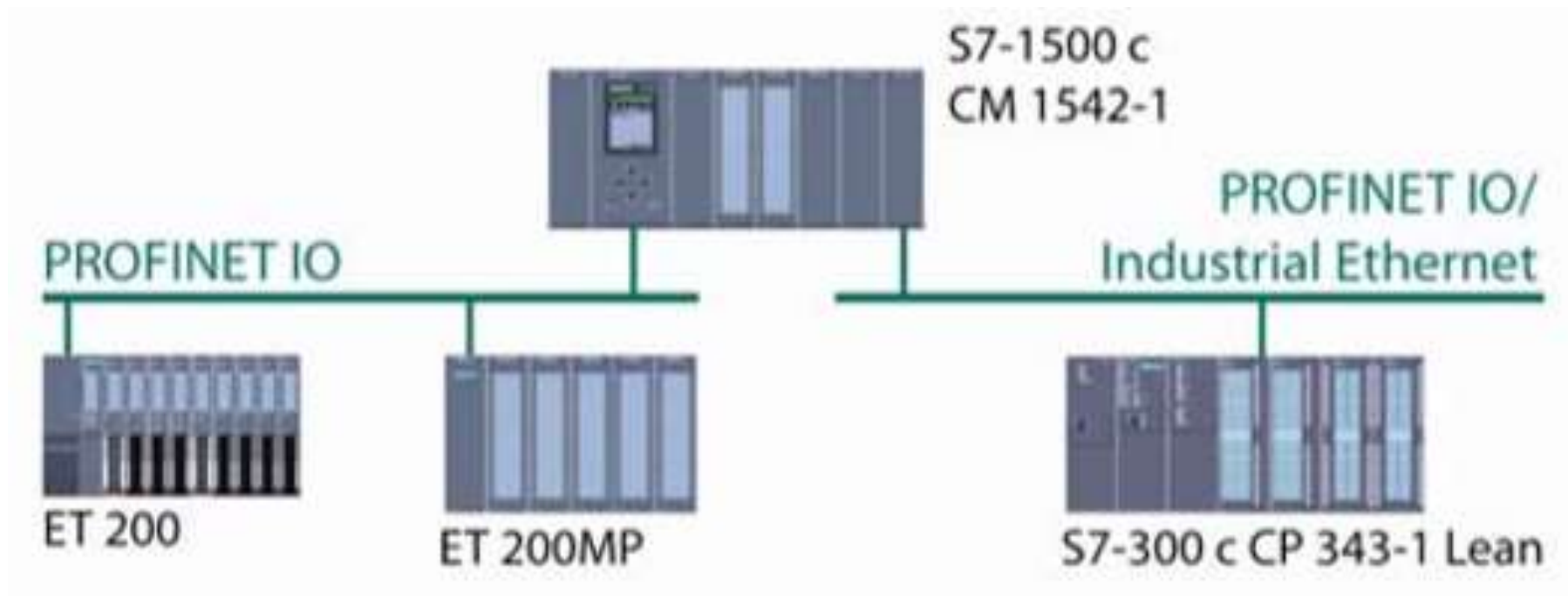
- CM 1542-1 для подключения к сети PROFINET IO в режиме контроллера ввода-вывода;
- CM 1542-5 для подключения S7-1500 к сети PROFIBUS DP с выполнением функций ведущего или ведомого сетевого устройства;
- CM PtP RS232 - для обмена данными через последовательный интерфейс RS 232;
- CM PtP RS422/485 - для обмена данными через последовательный интерфейс RS 422 или RS 485.

Дополнительные функции CP

CP 1543-1 имеет встроенный Firewall, обеспечивающий безопасное подключение к инфраструктурным Ethernet сетям, реализующий парольный доступ и Security функции, поддержку IPv6-протоколов, передачу файлов (FTP/FTPS) и E-mail сервис;

CP 1542-5 это ведущее или ведомое устройство PROFIBUS в рамках интернационального IEC 61158/61784 стандарта, позволяющий разгрузить ЦПУ от коммуникационных соединений, разделить PROFIBUS сети и расширить возможности центральных процессоров, не имеющих встроенного PROFIBUS интерфейса.

Организация сетевых соединений с помощью коммуникационного модуля CM 1542-1



Соединительные устройства SIMATIC TOP Connect

включают в свой состав:

- фронтальные соединительные модули со штекерами для подключения соединительных кабелей и терминальными блоками для подключения цепей питания;
- готовые соединительные кабели длиной от 0.5 до 10 м с разъемами для подключения к фронтальному соединителю и соединительному модулю;
- терминальные модули со штекером для подключения соединительного кабеля и набором контактов для подключения внешних цепей шкафа управления.

SIMATIC TOP Connect



Соединительные кабели



Терминальные блоки

Внешний вид фронтального
соединительного модуля

SIMATIC TOP Connect



Блоки питания

Системные блоки питания находят применение в тех случаях, когда:

- мощности встроенного блока питания центрального процессора/ интерфейсного модуля оказывается недостаточно для питания электроники всех модулей контроллера S7-1500/ станции ET 200MP;
- питание центрального процессора должно осуществляться от однофазной сети переменного тока;
- питание электроники модулей контроллера/ станции должно выполняться от нескольких сегментов питания.

Они производятся двух типоразмеров с выходной мощностью 25 или 60 Вт с входным напряжением =24 В и выходной мощностью 25 Вт;

- с входным напряжением =24 В/ =48 В/ =60 В и выходной мощностью 60 Вт ;
- с входным напряжением $\cong 120/ 230$ В и выходной мощностью 60 Вт.

Внешний вид системных блоков питания



Пример применения нескольких блоков питания

питания



Блоки питания нагрузки РМ 1507

Блоки питания нагрузки (РМ) предназначены для формирования выходного напряжения =24 В, которое может быть использовано для питания:

- центральных процессоров программируемого контроллера S7-1500;
- интерфейсного модуля станции ET 200MP;
- системных блоков питания (PS) контроллеров S7-1500 и станций ET 200MP;
- внешних цепей сигнальных и технологических модулей контроллеров S7-1500 и станций ET 200MP.

Функционал:

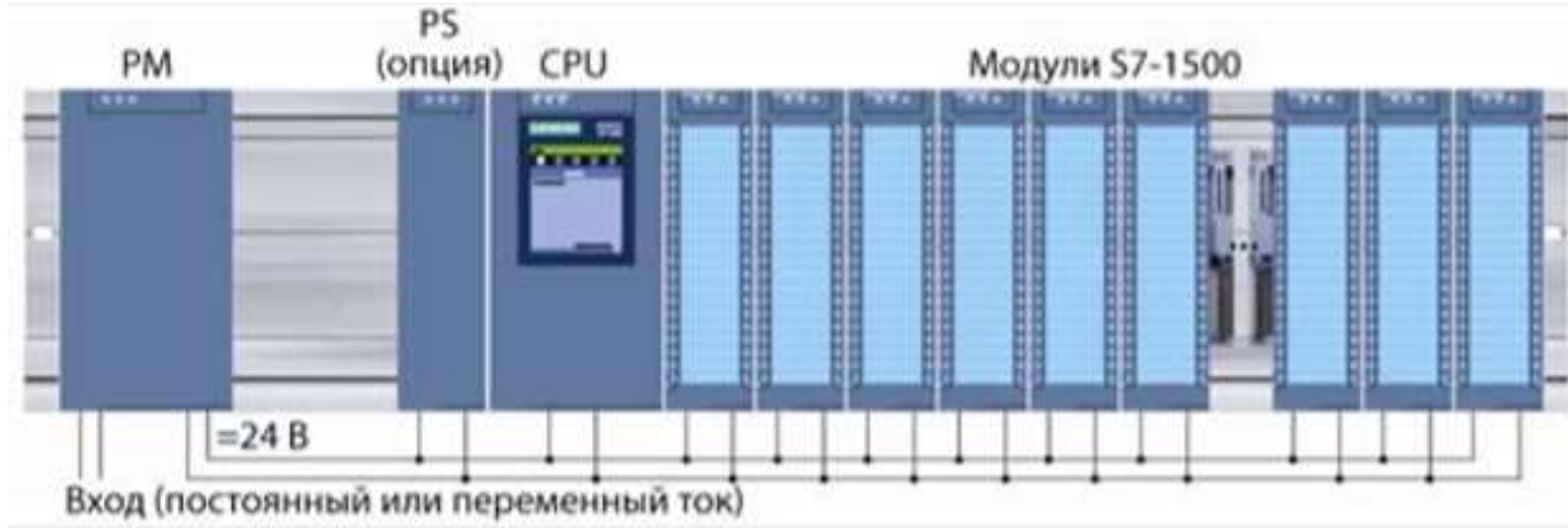
- преобразование входного напряжения 120/230 В переменного тока в выходное напряжение =24 В;
- формирование внешних цепей питания центральных процессоров, интерфейсных, сигнальных и технологических модулей, а также системных блоков питания (PS) программируемых контроллеров S7-1500 и станций ET 200MP.

Внешний вид блоков питания нагрузки



Они выпускаются двух типоразмеров с выходной мощностью 70 или 190 Вт, без поддержки диагностических функций.

Пример применения блока питания нагрузки



Профильные шины S7-1500

Выпускаются профильные шины различной длины с наличием или без наличия готовых отверстий для их крепления:

- профильные шины длиной 160, 482, 530 или 830 мм с готовыми монтажными отверстиями и элементами заземления;
- профильные шины длиной 2000 мм для резки на отрезки нужной длины, без монтажных отверстий, без элементов заземления, которые должны заказываться отдельно.



Библиографический список

1. **ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ КОНТРОЛЛЕР SIMATIC S7-1500 + МОЩНОСТЬ + ЭФФЕКТИВНОСТЬ/ Технические средства автоматизации//Автоматизация в промышленности. 2013. № 2. С. 8 – 12.**
2. **Программируемые контроллеры S7-1500. ООО “Сименс” 2014. 140 с.**