

SIEMENS

SIMATIC

Система автоматизации S7-400 H

Отказоустойчивые системы

Руководство

Номер для заказа этого руководства:

6ES7988-8HA10-8BA0

Издание 07/2003

A5E00068197-07

Предисловие,
содержание

Отказоустойчивые системы автоматизации **1**

Возможности построения S7-400H **2**

Первые шаги **3**

Устройство CPU 41x-H **4**

Состояния и режимы работы системы S7-400H **5**

Установление связи и актуализация **6**

Использование периферии в S7-400H **7**

Коммуникации **8**

Проектирование с помощью STEP 7 **9**

Выход из строя и замена компонентов во время работы **10**

Изменения системы во время работы **11**

Синхронизационный модуль **12**

Технические данные **13**

Приложения

Характеристики резервируемых систем автоматизации **A**

Одиночный режим **B**

Переход от S5-H к S7-400H **C**

Различия между отказоустойчивыми и стандартными системами **D**

Функциональные модули и коммуникационные процессоры, используемые в S7-400H **E**

Примеры соединений для резервируемой периферии
Глоссарий,
Предметный указатель **F**

Указания по технике безопасности

Данное руководство содержит указания, которые вы должны соблюдать для обеспечения вашей собственной безопасности, а также во избежание нанесения имущественного ущерба. Эти указания выделены в руководстве предупреждающим треугольником и представлены, как показано ниже, в соответствии с уровнем опасности:



Опасность

означает, что если не будут приняты надлежащие меры предосторожности, то это **приведет** к гибели людей, тяжким телесным повреждениям или существенному имущественному ущербу.



Предупреждение

означает, что при отсутствии надлежащих мер предосторожности это **может** привести к гибели людей, тяжким телесным повреждениям или к существенному имущественному ущербу.



Осторожно

означает, что возможны легкие телесные повреждения и нанесение небольшого имущественного ущерба при непринятии надлежащих мер предосторожности.

Осторожно

означает, что если не будут приняты соответствующие меры предосторожности, то это может привести к нанесению имущественного ущерба.

Внимание

привлекает ваше особое внимание к важной информации о продукте, обращении с ним или к соответствующей части документации.

Квалифицированный персонал

Ввод в действие и эксплуатация устройства может производиться только **квалифицированным персоналом**. Квалифицированный персонал в смысле указаний по технике безопасности, содержащихся в данном руководстве, – это это люди, которые имеют право вводить в действие, заземлять и маркировать электрические цепи, оборудование и системы в соответствии со стандартами техники безопасности.

Надлежащее использование

Примите во внимание следующее:



Предупреждение

Это устройство и его компоненты могут использоваться только для применений, описанных в каталоге или технической документации, и в соединении только с теми устройствами или компонентами других производителей, которые были одобрены или рекомендованы фирмой Siemens.

Безаварийная и безопасная эксплуатация этого продукта предполагает надлежащую транспортировку, хранение и монтаж, а также аккуратное обслуживание и уход.

Товарные знаки

SIMATIC[®], SIMATIC HMI[®] и SIMATIC NET[®] - это товарные знаки Siemens AG.

Некоторые другие обозначения, используемые в этих документах, также могут быть товарными знаками, использование которых третьими лицами для своих целей может нарушать права их владельцев.

Copyright © Siemens AG 1998-2003 Все права защищены

Передача, а также воспроизведение этого документа, использование и передача его содержания не допускается без письменного разрешения. Нарушения обяжут к возмещению нанесенного ущерба. Все права сохраняются, в частности для случая выдачи патента или регистрации промышленного образца

Исключение ответственности

Мы проверили содержание этого руководства на соответствие с описанным аппаратным и программным обеспечением. Однако отклонения не могут быть исключены, так что мы не можем гарантировать полного соответствия. Данные, приведенные в этом руководстве, регулярно проверяются, и необходимые исправления вносятся в последующие издания. Мы будем благодарны за предложения по улучшению содержания.

Siemens AG
Департамент техники автоматизации и приводов
Промышленные системы автоматизации
п/я 4848, D- 90327, Нюрнберг

© Siemens AG 1998-2003
Технические данные могут быть изменены



Предисловие

Цель руководства

Настоящее руководство предназначено для лиц, занимающихся проектированием, вводом в действие и обслуживанием отказоустойчивых систем автоматизации.

Чтобы помочь вам познакомиться с продуктом, мы рекомендуем вам начать с примера в главе 3. Он позволит вам легко войти в тематику отказоустойчивых систем.

Основные необходимые знания

Чтобы понимать руководство, вы должны быть знакомы с общими принципами техники автоматизации .

Предполагается также знание программ S7; подробнее о программах S7 вы можете прочитать в руководстве *Программирование с помощью STEP 7*. Так как при проектировании вам нужно стандартное программное обеспечение STEP 7, вы должны быть знакомы также с тем, как обращаться со стандартным программным обеспечением, что изложено в руководстве пользователя STEP 7.

Целевая группа

Это руководство предназначено для лиц, обладающих квалификацией, необходимой для ввода в действие, эксплуатации и обслуживания описанных продуктов.

Область применения руководства

Это руководство действительно для следующих компонентов:

- CPU 414–4N, начиная с версии ПЗУ V3.1
- CPU 417–4N, начиная с версии ПЗУ V3.1
- Дополнительный пакет «S7 H Systems [Отказоустойчивые системы S7]», начиная с версии 5.2

Изменения по сравнению с предыдущей версией

Текущая версия руководства "Отказоустойчивые системы" содержит следующие изменения по сравнению с предыдущей версией:

- Мы расширили спектр модулей резервируемой периферии.

Указание: Предыдущую версию руководства "Отказоустойчивые системы" можно распознать по номеру в нижнем колонтитуле: A5E00068197–06.

Текущий номер: A5E00068197–07.

Сертификаты

Серия продуктов SIMATIC S7–400 имеет следующие сертификаты:

- Underwriters Laboratories [Лаборатория по технике безопасности], Inc.: UL 508 (промышленная аппаратура управления)
- Canadian Standards Association [Канадская ассоциация стандартов]: CSA C22.2, номер 142 (аппаратура управления процессами)
- Factory Mutual Research [Совместные исследования предприятий]: Approval Standard Class [класс стандартов апробации] номер 3611.

Подробная информация о сертификатах и стандартах имеется в справочном руководстве «Система автоматизации S7–400, данные модулей» в разделе 1.1, Стандарты и сертификаты.

Маркировка CE

Серия продуктов SIMATIC S7–400 удовлетворяет требованиям и целям защиты следующих директив Европейского Сообщества (ЕС):

- Директива ЕС по низкому напряжению 73/23/ЕЕС
- Директива ЕС по электромагнитной совместимости 89/336/ЕЕС

Маркировка C (C–Tick Mark)

Серия продуктов SIMATIC S7–400 удовлетворяет требованиям стандарта AS/NZS 2064 (Австралия и Новая Зеландия).

Стандарты

Серия продуктов SIMATIC S7–400 удовлетворяет требованиям и критериям IEC 61131–2.

Место этой документации в информационной среде

Это руководство может быть заказано отдельно, номер для заказа 6ES7988–8HA10–8BA0. Оно имеется также в электронном виде на компакт-диске продукта «H Options Package [Пакет дополнительных возможностей H]».

Оперативная помощь

Кроме руководства, подробная поддержка в использовании программного обеспечения предоставляется системой оперативной помощи, встроенной в программное обеспечение.

Доступ к системе помощи можно получить через несколько интерфейсов:

- Меню **Help [Помощь]** содержит несколько команд: **Contents [Содержание]** открывает оглавление помощи. Помощь по отказоустойчивым системам вы найдете в разделах **Call Help on options packages [Вызов помощи для дополнительных пакетов]**, **Configuring fault-tolerant systems [Конфигурирование отказоустойчивых систем]**.
- **How to Use Help [Как использовать помощь]** дает подробные указания о том, как пользоваться системой оперативной помощи.
- Контекстно-зависимая помощь предоставляет информацию о текущем контексте, например, об активном окне или открытом диалоговом окне. Доступ к ней осуществляется посредством экранной кнопки «Help [Помощь]» или F1.
- Другой формой контекстно-зависимой помощи является строка состояния. Здесь отображается краткое объяснение каждой команды меню, когда вы указываете на эту команду указателем мыши.
- Краткое объяснение кнопок панели инструментов также появляется, когда указатель мыши кратковременно устанавливается на этих кнопках.

Если вам хочется читать информацию из оперативной помощи в печатной форме, то вы можете распечатать отдельные темы, книги или всю помощь.

Путеводитель

Чтобы облегчить вам быстрый доступ к определенной информации, руководство содержит следующие средства доступа:

- В начале руководства вы найдете его полное содержание и список рисунков и таблиц, встречающихся в руководстве.
- Во всех главах на каждой странице слева приводится обзор содержания каждого раздела текста.
- В приложении, находящемся в конце руководства, вы найдете глоссарий, который содержит определения основных технических терминов, используемых в руководстве.
- В конце руководства вы найдете обширный предметный указатель, обеспечивающий быстрый доступ к нужной информации.

Указание

Для программирования и ввода в эксплуатацию S7–400 вам необходимы следующие руководства и пакеты руководств:

Руководство/ Пакет руководств	Содержание
<p>Базовое программное обеспечение для S7 и M7 Основные сведения о STEP 7</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Установка и запуск STEP 7 на устройстве программирования или ПК • Работа со STEP 7 со следующим содержанием: Управление проектами и файлами Конфигурирование и параметризация структуры S7–400 Задание символических имен для пользовательских программ Создание и тестирование программы пользователя в STL/LAD Создание блоков данных Конфигурирование обмена данными между двумя или несколькими CPU Загрузка, сохранение и удаление программ пользователя в CPU и устройстве программирования Контроль и управление программами пользователя Контроль и управление CPU • Руководство по эффективному решению задачи программирования с помощью с помощью устройства программирования или ПК и STEP 7 • Принцип действия CPU (например, концепция памяти, доступ к входам и выходам, адресация, блоки, управление данными) • Описание управления данными STEP 7 • Использование типов данных STEP 7 • Использование линейного и структурного программирования • Использование команд вызова блока • Использование функций отладки и диагностики CPU в программе пользователя (например, организационных блоков ошибок, слова состояния)
<p>Справочная информация о STEP 7 AWL (STL, Список команд) для S7–300 и S7–400 KOP (LAD, Контактный план) для S7–300 и S7–400 FUP (FBD, Функциональный план) для S7–300 и S7–400 Системные и стандартные функции</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Основные процедуры для работы с AWL (STL), KOP (LAD) или FUP (FBD) (например, структура AWL (STL), KOP (LAD) и FUP (FBD), форматы чисел, синтаксис) • Описание всех команд в STEP 7 (с примерами программ) • Описание различных методов адресации в STEP 7 (с примерами) • Описание всех функций, встроенных в CPU • Описание внутренних регистров в CPU • Описание всех системных функций, встроенных в CPU • Описание всех организационных блоков, встроенных в CPU
<p>Руководство PG 7xx</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Описание аппаратуры устройства программирования • Подключение устройства программирования к различным устройствам • Ввод в действие устройства программирования

Вторичная переработка и удаление отходов

S7–400 H может быть подвергнут вторичной переработке благодаря использованию в его конструкции нетоксичных материалов. Для экологически безвредной утилизации вашего старого устройства на современном уровне обратитесь к сертифицированному предприятию по утилизации электронных компонентов.

Дальнейшая поддержка

Если у вас есть технические вопросы, обращайтесь к контактному лицу фирмы Siemens в уполномоченных на это представительствах и филиалах фирмы.

<http://www.ad.siemens.com/automation/partner>

Центр повышения квалификации в области отказоустойчивых систем и систем повышенной безопасности (H/F Competence Center)

Центр повышения квалификации в области отказоустойчивых систем и систем повышенной безопасности (H/F Competence Center) в Нюрнберге предлагает специальный семинар по отказоустойчивым системам автоматизации SIMATIC S7. Кроме того, этот центр оказывает помощь на месте при проектировании, вводе в эксплуатацию и решении других проблем.

Телефон: +49 (911) 895–4759

Факс: +49 (911) 895–4519

Учебные центры

Чтобы облегчить вам освоение системы автоматизации SIMATIC S7, мы предлагаем соответствующие курсы. За подробностями обращайтесь в свой региональный учебный центр или в центральный учебный центр по адресу D-90327 Нюрнберг, Германия:

Телефон: +49 (911) 895–3200.

Интернет: <http://www.sitrain.com>

Техническая поддержка Департамента автоматизации и приводов (A&D Technical Support)

Доступна во всем мире в любое время суток:



<p>По всему миру (Нюрнберг) Техническая поддержка</p> <p>Круглосуточно, 365 дней в году Телефон: +49 (0) 180 5050-222 Факс: +49 (0) 180 5050-223 E-Mail: adsupport@siemens.com Среднее гринвичское время: +1:00</p>		
<p>Европа / Африка (Нюрнберг) Авторизация</p> <p>Местное время: Пн – Пт с 7:00 до 17:00 Телефон: +49 (0) 180 5050-222 Факс: +49 (0) 180 5050-223 E-Mail: adautorisierung@siemens.com Среднее гринвичское время: +1:00</p>	<p>США (Джонсон-Сити) Техническая поддержка и авторизация</p> <p>Местное время: Пн – Пт с 8:00 до 17:00 Телефон: +1 (0) 423 262 2522 Факс: +1 (0) 423 262 2289 E-Mail: simatic.hotline@sea.siemens.com Среднее гринвичское время: -5:00</p>	<p>Азия / Австралия (Пекин) Техническая поддержка и авторизация</p> <p>Местное время: Пн – Пт с 8:30 до 17:30 Телефон: +86 10 64 75 75 75 Факс: +86 10 64 74 74 74 E-Mail: adsupport.asia@siemens.com Среднее гринвичское время: +8:00</p>
<p>На горячих линиях технической поддержки и авторизации SIMATIC говорят обычно на немецком и английском языках.</p>		

Обслуживание и поддержка в Интернете

В дополнение к нашей документации мы предлагаем вам также все наши знания в Интернете в режиме online по адресу:

<http://www.siemens.com/automation/service&support>

Здесь вы найдете:

- Информационный бюллетень (Newsletter), который постоянно снабжает вас новейшей информацией о ваших продуктах.
- Нужную вам документацию через функцию поиска (Search) в Service & Support.
- Форум, где вы можете обсудить свой опыт с другими пользователями и специалистами со всего мира.
- Своего местного представителя для контактов с департаментом Автоматизации и приводов через базу данных о наших представителях.
- Информацию об обслуживании на месте, ремонте, запасных частях и многом другом под заголовком «Services [Службы]».

Содержание

1	Отказоустойчивые системы автоматизации	1–1
1.1	Резервируемые системы автоматизации семейства SIMATIC	1–2
1.2	Повышение коэффициента готовности системы	1–4
2	Возможности построения S7–400H	2–1
2.1	Базовая система S7–400H	2–3
2.2	Периферия для S7–400H	2–5
2.3	Обмен данными	2–6
2.4	Инструментальные средства для проектирования и программирования	2–7
2.5	Программа пользователя	2–7
2.6	Документация	2–9
3	Первые шаги	3–1
3.1	Предпосылки	3–2
3.2	Монтаж аппаратуры и ввод в действие S7–400H	3–3
3.3	Примеры реакции отказоустойчивой системы при возникновении неисправностей	3–5
4	Устройство CPU 41x–H	4–1
4.1	Элементы управления и индикации CPU	4–2
4.2	Функции контроля CPU	4–6
4.3	Светодиоды состояния и ошибок	4–9
4.4	Переключатель режимов работы	4–12
4.5	Расширение памяти	4–16
4.5.1	Расширение загрузочной памяти с помощью плат памяти	4–17
4.5.2	Расширение рабочей памяти CPU 417–4 H с помощью модулей памяти	4–22
4.6	Многоточечный интерфейс (MPI)	4–24
4.7	Интерфейс PROFIBUS DP	4–25
4.8	Обзор параметров CPU S7–400	4–26
4.9	CPU 41x–H как master-устройство Profibus DP	4–29
4.9.1	Области адресов DP CPU 41x	4–30
4.9.2	CPU 41x как master-устройство DP	4–30
4.9.3	Диагностика CPU 41x как master-устройства DP	4–35
4.10	Согласованные данные	4–41
4.10.1	Согласованность у коммуникационных блоков и функций	4–42
4.10.2	Обращение к рабочей памяти CPU	4–43
4.10.3	Правила согласования для SFB 14 «GET» (чтение переменных)	4–44

4.10.4	Согласованное чтение данных из стандартного slave-устройства DP и согласованная запись данных в стандартное slave-устройство DP	4–46
4.10.5	Согласованный доступ к данным без использования SFC 14 или SFC 15	4–48
5	Состояния и режимы работы системы S7–400H	5–1
5.1	Введение	5–2
5.2	Состояния системы S7–400H	5–4
5.3	Режимы работы CPU	5–5
5.3.1	Состояние STOP	5–6
5.3.2	Режим запуска	5–7
5.3.3	Режимы установления связи и актуализации	5–7
5.3.4	Режим RUN	5–8
5.3.5	Режим останова (HOLD)	5–9
5.3.6	Режим поиска ошибок (TROUBLESHOOTING)	5–10
5.4	Самотестирование	5–11
5.5	Временные характеристики	5–14
5.6	Анализ прерываний от процесса в системе S7–400H	5–14
6	Установление связи и актуализация	6–1
6.1	Воздействия при установлении связи и актуализации	6–2
6.2	Процесс установления связи и актуализации	6–3
6.2.1	Процесс установления связи	6–7
6.2.2	Процесс актуализации	6–9
6.2.3	Переключение на CPU с измененной конфигурацией	6–12
6.2.4	Блокировка установления связи и актуализации	6–13
6.3	Контроль времени	6–15
6.3.1	Временные характеристики	6–17
6.3.2	Определение времен контроля	6–18
6.3.3	Влияние на временные характеристики	6–25
6.3.4	Значения производительности для установления связи и актуализации	6–25
6.4	Особенности при установлении связи и актуализации	6–28
7	Использование периферии в S7–400H	7–1
7.1	Введение	7–2
7.2	Использование одноканально односторонней периферии	7–3
7.3	Использование одноканально коммутируемой периферии	7–5
7.4	Присоединение резервируемой периферии	7–10
7.4.1	Обнаружение состояния пассивизации	7–33
7.5	Другие возможности для присоединения резервируемой периферии	7–36
8	Коммуникации	8–1
8.1	Основы и основные понятия	8–2
8.2	Какие сети можно использовать?	8–5
8.2.1	Industrial Ethernet	8–5
8.2.2	PROFIBUS	8–6
8.3	Поддерживаемые коммуникационные услуги	8–8

8.4	Обмен данными через отказоустойчивые S7-соединения	8–8
8.4.1	Обмен данными между отказоустойчивыми системами	8–10
8.4.2	Обмен данными между отказоустойчивыми системами и отказоустойчивым CPU	8–12
8.4.3	Обмен данными между отказоустойчивыми системами и ПК	8–13
8.5	Обмен данными через S7-соединения	8–15
8.5.1	Обмен данными через S7-соединения – односторонний режим	8–15
8.5.2	Обмен данными через резервируемые S7-соединения	8–17
8.5.3	Обмен данными через CP для двухточечного соединения в ET200M	8–18
8.5.4	Произвольное соединение с одноканальными системами	8–19
8.6	Производительность при обмене данными	8–20
9	Проектирование с помощью STEP 7	9–1
9.1	Установка дополнительного пакета	9–2
9.2	Проектирование с помощью STEP 7	9–3
9.2.1	Правила оснащения отказоустойчивой станции	9–3
9.2.2	Конфигурирование аппаратуры	9–4
9.2.3	Параметризация модулей в отказоустойчивой станции	9–4
9.2.4	Рекомендации по установке параметров CPU	9–5
9.2.5	Конфигурирование сетей	9–7
9.3	Функции устройства программирования в STEP 7	9–8
10	Выход из строя и замена компонентов во время работы	10–1
10.1	Выход из строя и замена компонентов в центральных стойках и стойках расширения	10–2
10.1.1	Выход из строя и замена центрального процессора (отказоустойчивого CPU)	10–3
10.1.2	Выход из строя и замена блока питания	10–5
10.1.3	Выход из строя и замена модуля ввода/вывода или функционального модуля	10–6
10.1.4	Выход из строя и замена коммуникационного процессора	10–7
10.1.5	Выход из строя и замена синхронизационного модуля или волоконно-оптического кабеля	10–8
10.1.6	Выход из строя и замена интерфейсных модулей IM 460 и IM 461	10–11
10.2	Выход из строя и замена компонентов децентрализованной периферии	10–12
10.2.1	Выход из строя и замена master-устройства PROFIBUS–DP	10–13
10.2.2	Выход из строя и замена резервного интерфейсного модуля PROFIBUS–DP	10–14
10.2.3	Выход из строя и замена slave-устройства PROFIBUS–DP	10–15
10.2.4	Выход из строя и замена кабелей PROFIBUS–DP	10–16
11	Изменения системы во время работы	11–1
11.1	Возможные изменения аппаратуры	11–2
11.2	Добавление компонентов в PCS 7	11–6
11.2.1	PCS 7, шаг 1: Изменение аппаратуры	11–7
11.2.2	PCS 7, шаг 2: Изменение конфигурации аппаратуры в режиме offline	11–8
11.2.3	PCS 7, шаг 3: Остановка резервного CPU	11–9
11.2.4	PCS 7, шаг 4: Загрузка новой конфигурации аппаратуры в резервный CPU	11–10

11.2.5	PCS 7, шаг 5: Переключение на CPU с измененной конфигурацией	11–11
11.2.6	PCS 7, шаг 6: Переход в режим резервирования системы	11–12
11.2.7	PCS 7, шаг 7: Изменение и загрузка программы пользователя	11–13
11.2.8	Добавление интерфейсных модулей в PCS 7	11–14
11.3	Удаление компонентов в PCS 7	11–16
11.3.1	PCS 7, шаг I: Изменение конфигурации аппаратуры в режиме offline	11–17
11.3.2	PCS 7, шаг II: Изменение и загрузка программы пользователя	11–18
11.3.3	PCS 7, шаг III: Остановка резервного CPU	11–19
11.3.4	PCS 7, шаг IV: Загрузка новой конфигурации аппаратуры в резервный CPU	11–19
11.3.5	PCS 7, шаг V: Переключение на CPU с измененной конфигурацией	11–20
11.3.6	PCS 7, шаг VI: Переход в режим резервирования системы	11–21
11.3.7	PCS 7, шаг VII: Изменение аппаратуры	11–22
11.3.8	Удаление интерфейсных модулей в случае PCS 7	11–23
11.4	Добавление компонентов в STEP 7	11–24
11.4.1	STEP 7, шаг 1: Изменение аппаратуры	11–25
11.4.2	STEP 7, шаг 2: Изменение конфигурации аппаратуры в режиме offline	11–26
11.4.3	STEP 7, шаг 3: Расширение и загрузка организационных блоков	11–26
11.4.4	STEP 7, шаг 4: Остановка резервного CPU	11–27
11.4.5	STEP 7, шаг 5: Загрузка новой конфигурации аппаратуры в резервный CPU	11–27
11.4.6	STEP 7, шаг 6: Переключение на CPU с измененной конфигурацией	11–28
11.4.7	STEP 7, шаг 7: Переход в режим резервирования системы	11–29
11.4.8	STEP 7, шаг 8: Изменение и загрузка программы пользователя	11–30
11.4.9	Добавление интерфейсных модулей в STEP 7	11–31
11.5	Удаление компонентов в STEP 7	11–32
11.5.1	STEP 7, шаг I: Изменение конфигурации аппаратуры в режиме offline	11–33
11.5.2	STEP 7, шаг II: Изменение и загрузка программы пользователя	11–34
11.5.3	STEP 7, шаг III: Остановка резервного CPU	11–35
11.5.4	STEP 7, шаг IV: Загрузка новой конфигурации аппаратуры в резервный CPU	11–35
11.5.5	STEP 7, шаг V: Переключение на CPU с измененной конфигурацией	11–36
11.5.6	STEP 7, шаг VI: Переход в режим резервирования системы	11–37
11.5.7	STEP 7, шаг VII: Изменение аппаратуры	11–38
11.5.8	STEP 7, шаг VIII: Изменение и загрузка организационных блоков	11–39
11.5.9	Удаление интерфейсных модулей в STEP 7	11–40
11.6	Изменение параметров CPU	11–41
11.6.1	Шаг A: Изменение параметров CPU в режиме offline	11–43
11.6.2	Шаг B: Остановка резервного CPU	11–43
11.6.3	Шаг C: Загрузка измененных параметров CPU в резервный CPU	11–44
11.6.4	Шаг D: Переключение на CPU с измененной конфигурацией	11–45
11.6.5	Шаг E: Переход в режим резервирования системы	11–46
11.7	Изменение компонентов памяти CPU	11–47
11.7.1	Расширение рабочей и/или загрузочной памяти	11–47
11.7.2	Изменение типа загрузочной памяти	11–49

12	Синхронизационный модуль	12–1
12.1	Синхронизационный модуль для S7–400H	12–2
12.2	Прокладка волоконно-оптических кабелей	12–7
13	Технические данные	13–1
13.1	Технические данные CPU 414–4H; (6ES7 414–4HJ00–0AB0)	13–2
13.2	Технические данные CPU 417–4H; (6ES7 417–4HL01–0AB0)	13–6
13.3	Времена выполнения FC и FB для резервируемой периферии	13–10
A	Характеристики резервируемых систем автоматизации	A–1
A.1	Основные понятия	A–2
A.2	Сравнение средних времен безотказной работы для выбранных конфигураций	A–4
A.2.1	Конфигурации систем с централизованной периферией	A–4
A.2.2	Конфигурации систем с децентрализованной периферией	A–6
A.2.3	Сравнение конфигураций систем со стандартной и с отказоустойчивой связью	A–9
B	Одиночный режим	B–1
C	Переход от S5–H к S7–400H	C–1
C.1	Общая информация	C–1
C.2	Проектирование, программирование и диагностика	C–2
D	Различия между отказоустойчивыми и стандартными системами	D–1
E	Функциональные модули и коммуникационные процессоры, используемые в S7–400H	E–1
F	Примеры соединений для резервируемой периферии	F–1
F.1	SM 321; DI 8 x AC 120/230 V, 6ES7 321–1FF01–0AA0	F–2
F.2	SM 322; DO 8 x AC 230 V/2 A, 6ES7 322–1FF01–0AA0	F–3
F.3	SM 321; DI 16 x AC 120/230 V, 6ES7 321–1FF00–0AA0	F–4
F.4	SM 331; AI 8 x 16 Bit; 6ES7331–7NF00–0AB0	F–5
F.5	SM 332; AO 4 x 12 Bit; 6ES7 332–5HD01–0AB0	F–6
F.6	SM 421; DI 32 x UC 120 V, 6ES7 421–1EL00–0AA0	F–7
F.7	SM 422; DO 16 x AC 120/230 V/2 A, 6ES7 422–1FH00–0AA0	F–8
F.8	SM 321; DI 16 DC 24 V, 6ES7 321–7BH00–0AB0	F–9
F.9	SM 322; DO 32 DC 24 V/0.5 A, 6ES7 322–1BL00–0AA0	F–10
F.10	SM 331; AI 8 12 Bit, 6ES7 331–7KF02–0AB0	F–11
	Глоссарий	Глоссарий–1
	Предметный указатель	Индекс–1

Рисунки

1–1	Цели использования резервируемых систем автоматизации	1–2
1–2	Универсальные решения задач автоматизации с помощью SIMATIC	1–4
1–3	Пример резервирования в сети при отсутствии неисправности	1–5
1–4	Пример резервирования в 2–канальной системе при наличии неисправности	1–5
1–5	Пример резервирования в 2–канальной системе при полном отказе	1–5
2–1	Обзор	2–2
2–2	Аппаратура базовой системы S7–400H	2–3
2–3	Документация для пользователей отказоустойчивых систем	2–9
3–1	Аппаратная конфигурация	3–3
4–1	Расположение элементов управления и индикации на CPU 414–4H/417–4H	4–2
4–2	Положения переключателя режимов работы	4–12
4–3	Конструкция платы памяти	4–18
4–4	Установка модулей памяти в CPU	4–23
4–5	Модуль памяти	4–23
4–6	Обзор: структура системы для изменений установки во время работы	4–34
4–7	Диагностика с помощью CPU 41x	4–38
4–8	Диагностические адреса для master-устройства DP и slave-устройства DP	4–39
4–9	Передача данных при отсутствии согласования	4–44
4–10	Передача данных при отсутствии согласования	4–45
5–1	Синхронизация подсистем	5–3
5–2	Состояния и режимы работы отказоустойчивой системы	5–5
6–1	Процесс установления связи и актуализации	6–4
6–2	Процесс актуализации	6–6
6–3	Пример минимальной длительности входного сигнала во время актуализации	6–6
6–4	Времена, имеющие значение при актуализации	6–15
6–5	Соотношение между мин. временем останова периферии и макс. временем блокирования классов приоритета > 15	6–20
7–1	Структура с одноканально односторонней периферией	7–3
7–2	Одноканально коммутируемая децентрализованная периферия ET 200M	7–6
7–3	Резервируемая периферия в центральных устройствах и устройствах расширения	7–10
7–4	Резервируемая периферия в одностороннем slave-устройстве DP	7–11
7–5	Резервируемая периферия в коммутируемом slave-устройстве DP	7–12
7–6	Резервируемая периферия в одиночном режиме	7–13
7–7	Отказоустойчивые цифровые модули ввода в структуре "1-из-2" с одним датчиком	7–18
7–8	Отказоустойчивые цифровые модули ввода в структуре "1-из-2" с 2 датчиками	7–20
7–9	Отказоустойчивый цифровой модуль вывода в структуре "1-из-2"	7–21
7–10	Отказоустойчивые аналоговые модули ввода в структуре "1-из-2" с одним датчиком	7–24
7–11	Отказоустойчивые аналоговые модули ввода в структуре "1-из-2" с 2 датчиками	7–30
7–12	Резервируемые аналоговые модули вывода в структуре "1-из-2"	7–32
7–13	Резервируемая односторонняя и коммутируемая периферия	7–35
7–14	Блок-схема для OB1	7–38

8–1	Пример S7-соединения	8–3
8–2	Пример зависимости от проекта количества результирующих частных соединений	8–4
8–3	Пример резервирования с отказоустойчивой системой и резервирующим кольцом	8–11
8–4	Пример резервирования с отказоустойчивой системой и системой шин	8–11
8–5	Пример отказоустойчивой системы с дополнительным резервированием CP	8–11
8–6	Пример резервирования с отказоустойчивой системой и отказоустойчивым CPU	8–13
8–7	Пример резервирования с отказоустойчивой системой и резервируемой системой шин	8–14
8–8	Пример резервирования с отказоустойчивой системой, резервируемой системой шин и резервированием CP в PC	8–15
8–9	Пример соединения стандартной и отказоустойчивой систем на резервируемом кольце	8–17
8–10	Пример соединения стандартной и отказоустойчивой систем на резервируемой системе шин	8–17
8–11	Пример резервирования с отказоустойчивыми системами и резервируемой системой шин с резервируемыми стандартными соединениями	8–18
8–12	Пример соединения отказоустойчивой системы и одноканальной системы другой фирмы	8–19
8–13	Пример соединения отказоустойчивой системы и одноканальной системы другой фирмы	8–20
8–14	Зависимость скорости обработки данных от коммуникационной нагрузки (принципиальный вид)	8–22
8–15	Зависимость времени реакции от коммуникационной нагрузки (принципиальный вид)	8–22
F–1	Пример соединения SM 321; DI 8 x AC 120/230 V	F–2
F–2	Пример соединения SM 322; DO 8 x AC 230 V/2 A	F–3
F–3	Пример соединения SM 321; DI 16 x AC 120/230 V	F–4
F–4	Пример соединения SM 331; AI 18 x 16 Bit	F–5
F–5	Пример соединения SM 332; AO 4 x 12 Bit	F–6
F–6	Пример соединения SM 421; DI 32 x UC 120 V	F–7
F–7	Пример соединения SM 422; DO 16 x AC 120/230 V/2 A	F–8
F–8	Пример соединения SM 321; DI 16 x DC 24V	F–9
F–9	Пример соединения SM 322; DO 32 x DC 24 V/0.5 A	F–10
F–10	Пример соединения SM 331; AI 8 x 12 Bit	F–11

Таблицы

4–1	Светодиодные индикаторы CPU	4–3
4–2	Положения переключателя видов работы	4–13
4–3	Уровни защиты CPU S7–400	4–14
4–4	Виды плат памяти	4–19
4–5	CPU 41x (интерфейс MPI/DP как Profibus DP)	4–30
4–6	Значение светодиода BUSF CPU 41x как master-устройства DP	4–36
4–7	Считывание диагностической информации с помощью STEP 7	4–37
4–8	Распознавание событий процессором CPU 41x, работающим в качестве master-устройств DP	4–40
5–1	Обзор состояний системы S7–400H	5–4
5–2	Пояснения к рис. 5–2 Состояния и режимы работы отказоустойчивой системы	5–6
5–3	Причины ошибок, ведущих к выходу из состояния резервирования	5–8
5–4	Реакция на ошибки при самотестировании	5–11
5–5	Реакция на повторяющуюся ошибку сравнения	5–12
5–6	Реакция на ошибку контрольной суммы	5–12
6–1	Свойства связи и актуализации	6–2
6–2	Увеличение времен контроля при использовании периферии с резервом	6–19
6–3	Типичные значения для доли программы пользователя T_{P15_AWP} в максимальном времени блокирования для классов приоритета > 15	6–25
7–1	Сигнальные модули для резервирования	7–15
7–2	Подключение цифровых модулей вывода через диоды и без диодов	7–21
7–3	Аналоговые модули ввода и датчики	7–31
7–4	Назначение битов байта состояния	7–33
7–5	Назначение битов байтов состояния	7–34
7–6	ОВ 1	7–39
7–7	ОВ 122	7–40
11–1	Изменяемые параметры CPU	11–41
13–1	Времена выполнения блоков для резервируемой периферии	13–11
A–1	Коэффициенты для среднего времени безотказной работы резервируемой периферии	A–8
B–1	Различия между S7–400 и S7–400H	B–2

Отказоустойчивые системы

автоматизации

1

Эта глава содержит введение в резервируемые и отказоустойчивые системы автоматизации.

В разделе	Вы найдете	на стр.
1.1	Резервируемые системы автоматизации семейства SIMATIC	1–2
1.2	Повышение коэффициента готовности системы	1–4

1.1 Резервируемые системы автоматизации семейства SIMATIC

Экономичное и, таким образом, ресурсосберегающее и щадящее окружающую среду производство может быть достигнуто в настоящее время во всех отраслях промышленности только за счет высокой степени автоматизации. В то же время имеется потребность в отказоустойчивых устройствах автоматизации с высокой степенью децентрализации.

Резервируемые системы автоматизации фирмы Siemens испытаны в работе и используются тысячами.

Возможно, вы уже знакомы с одной из отказоустойчивых систем, например, SIMATIC S5–115H и S5–155H, или отказобезопасных систем S5–95F и S5–115F.

S7–400H – это новейшая отказоустойчивая система автоматизации, которую мы вам представим на следующих страницах. Она входит в семейство SIMATIC S7, и это значит, что вы можете полностью использовать все преимущества SIMATIC S7.

Цели использования резервируемых систем автоматизации

Резервируемые системы автоматизации используются на практике с целью достижения более высокого коэффициента готовности или отказоустойчивости.

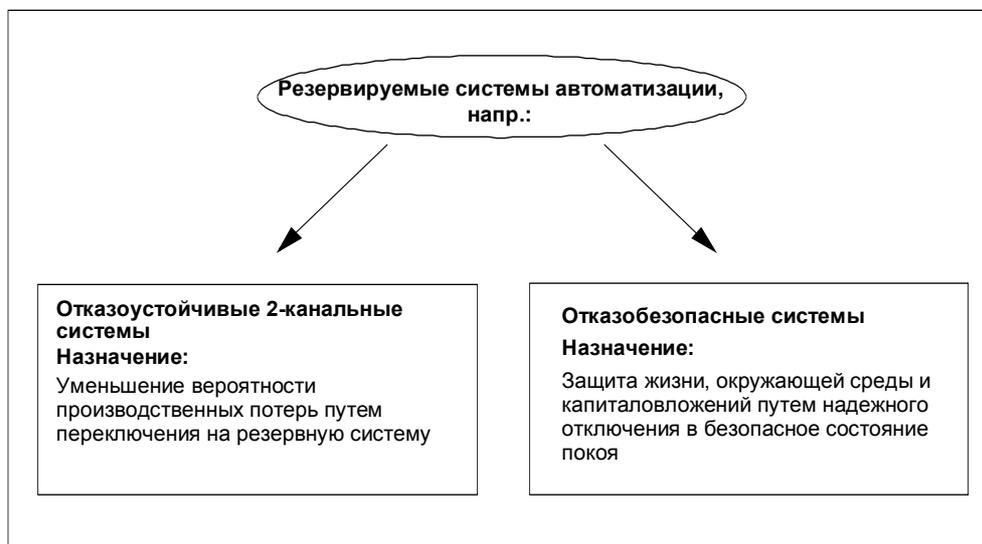


Рис. 1–1. Цели использования резервируемых систем автоматизации

Обратите внимание на разницу между отказоустойчивыми и отказобезопасными системами. S7–400H – это отказоустойчивая система автоматизации, которая может использоваться для управления процессами с повышенными требованиями к безопасности только с помощью дополнительных мероприятий.

Зачем нужны отказоустойчивые системы автоматизации?

Целью использования систем автоматизации с высоким коэффициентом готовности является сокращение производственных потерь. При этом не имеет значения, вызваны ли эти потери неисправностью или являются результатом работ по обслуживанию.

Чем выше расходы, связанные с остановкой производства, тем более целесообразно использование отказоустойчивой системы. Более высокие, как правило, капитальные затраты на отказоустойчивые системы быстро компенсируются за счет устранения производственных потерь.

Программное резервирование

В большом количестве приложений требования к качеству резервирования или количество агрегатов установки, которые требуют резервирования систем автоматизации, недостаточно велико, чтобы оправдать использование специальной отказоустойчивой системы. Часто достаточно простых программных механизмов, чтобы в случае ошибки сделать возможным продолжение выполнения давшей сбой задачи управления на заменяющей системе.

Дополнительный пакет программ для программного резервирования SIMATIC S7 «SIMATIC S7 Software Redundancy» может использоваться на стандартных системах S7–300 и S7–400 для управления процессами, которые допускают времена переключения на заменяющую систему в пределах нескольких секунд, например, водопроводные станции, системы подготовки воды или транспортные потоки.

1.2 Повышение коэффициента готовности систем

Система автоматизации S7-400H удовлетворяет высоким требованиям к коэффициенту готовности, интеллектуальности и децентрализации, которые предъявляются к современным системам автоматизации. Кроме того, она предоставляет все необходимые функции для сбора и подготовки данных процесса, а также для управления, регулирования и контроля агрегатов и систем.

Универсальность в масштабах системы

Система автоматизации S7-400H и все остальные компоненты SIMATIC, например, система управления SIMATIC PCS7, согласованы друг с другом. Полная универсальность в масштабах системы от пункта управления до датчиков и исполнительных устройств является само собой разумеющейся и гарантирует максимальную производительность системы.

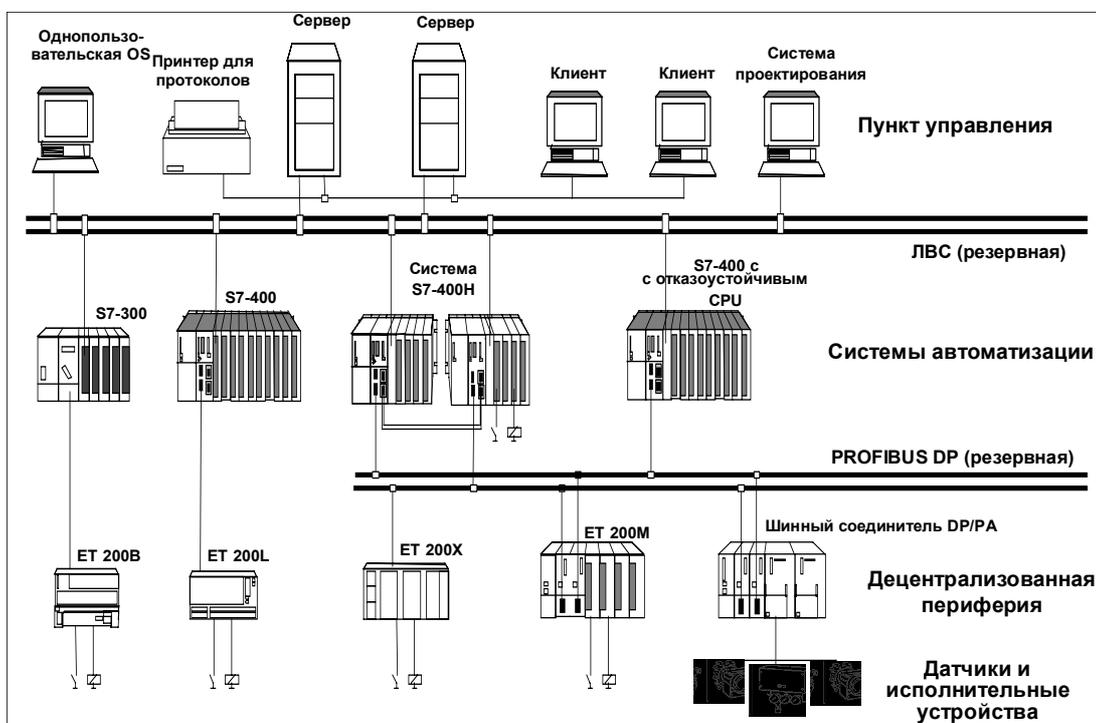


Рис. 1–2. Универсальные решения задач автоматизации с помощью SIMATIC

Секционированная готовность путем дублирования компонентов

Система S7-400H сконструирована резервируемой, так что она всегда остается готовой к действию при любых событиях. Это значит, что все существенные компоненты дублированы.

При этом принципиально дублируются центральный процессор (CPU), блок питания и аппаратура для соединения обоих центральных процессоров.

Какие компоненты вы еще будете дублировать и повышать тем самым их коэффициент готовности, вы можете решить сами для процесса, который вы собираетесь автоматизировать.

Резервируемые узлы

Резервируемые узлы олицетворяют отказоустойчивость систем с резервными компонентами. Независимость резервируемого узла имеет место, если выход из строя компонента внутри узла не оказывает влияния на условия надежности в других узлах или во всей системе.

Коэффициент готовности всей системы может быть просто проиллюстрирована с помощью блок-схемы. В двухканальной системе **один** компонент резервируемого узла может выйти из строя, не нарушая работоспособности системы в целом. Коэффициент готовности всей системы определяет самое слабое звено в цепи резервируемых узлов.

При отсутствии неисправности (рис. 1–3).

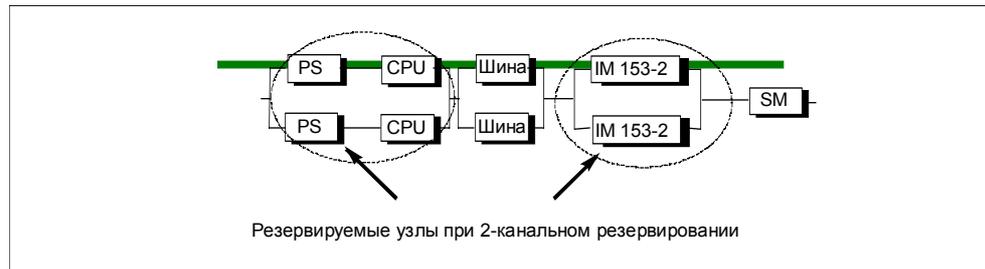


Рис. 1–3. Пример резервирования в сети при отсутствии неисправности

При наличии неисправности

На рис. 1–4 в каждом резервируемом узле один компонент может выйти из строя, не нарушая работоспособности системы в целом.

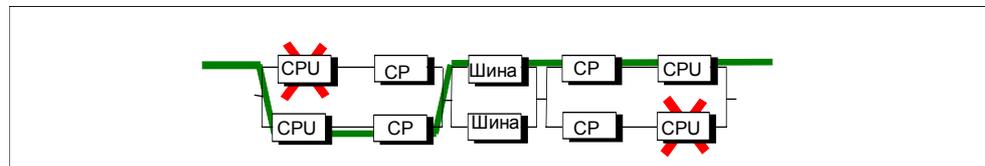


Рис. 1–4. Пример резервирования в 2-канальной системе при наличии неисправности

Failure of a redundant node (total failure)

На рис. 1–5 вся система неработоспособна, так как вышли из строя оба компонента 2-канального резервируемого узла (полный отказ).

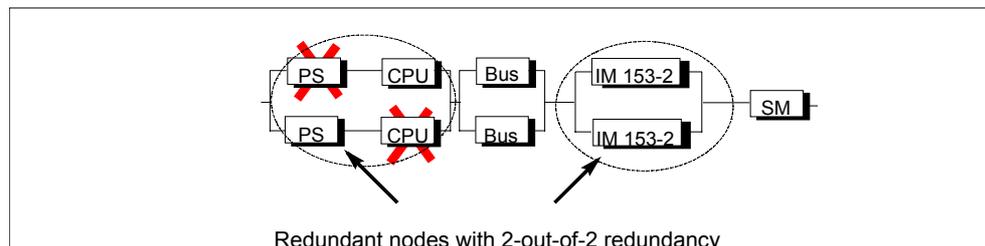


Рис. 1–5. Пример резервирования в 2-канальной системе при полном отказе

Возможности построения S7-400H

2

Первая часть описания начинается с принципиальной структуры отказоустойчивой системы автоматизации S7-400H и компонентов, из которых состоит базовая система S7-400H. Затем мы описываем аппаратные компоненты, с помощью которых можно расширить эту базовую систему.

Вторая часть описывает программные инструментальные средства, с помощью которых вы можете проектировать и программировать S7-400H. Кроме того, дается описание дополнений и функциональных расширений по сравнению со стандартной системой S7-400, которые вам понадобятся для программирования своей пользовательской программы, чтобы иметь возможность целенаправленно реагировать на свойства S7-400H, увеличивающие степень готовности.

В разделе	Вы найдете	на стр.
2.1	Базовая система S7-400H	2-3
2.2	Периферия для S7-400H	2-5
2.3	Обмен данными	2-6
2.4	Инструментальные средства для проектирования и программирования	2-7
2.5	Программа пользователя	2-7
2.6	Документация	2-9

На рис. 2-1 показан пример конфигурации S7-400H с общей децентрализованной периферией и подключением к резервируемой системной шине. На следующих страницах мы опишем шаг за шагом аппаратные и программные компоненты, необходимые для проектирования и эксплуатации S7-400H.

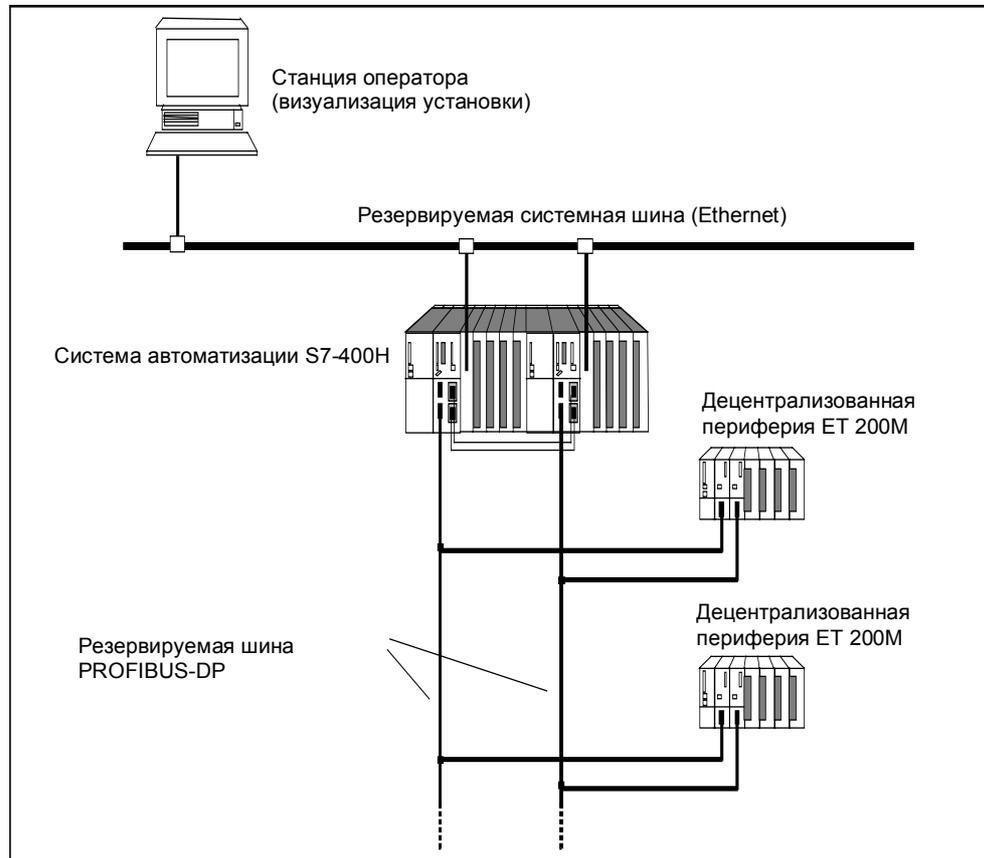


Рис. 2-1. Обзор

Дальнейшая информация

Компоненты стандартной системы S7-400 используются также и в отказоустойчивой системе автоматизации S7-400H. Подробное описание всех аппаратных компонентов S7-400 и S7-400H можно найти в справочном руководстве **Система автоматизации S7-400, M7-400. Данные модулей.**

При проектировании программы пользователя и использовании блоков для отказоустойчивой системы автоматизации S7-400H действуют те же правила, что и для стандартной системы. Обратите, пожалуйста, внимание на описания в руководстве **Программирование с помощью STEP 7** и в справочном руководстве **Системное программное обеспечение S7-300/400, Системные и стандартные функции.**

2.1 Базовая система S7-400H

Аппаратные средства базовой системы

Под базовой системой S7-400H мы понимаем минимальную конфигурацию S7-400H. Базовая система состоит из всех необходимых аппаратных компонентов, образующих отказоустойчивую систему управления. На рис. 2-2 показаны компоненты этой структуры.

Вы можете расширять базовую систему с помощью стандартных модулей S7-400. Имеются ограничения в случае функциональных модулей и коммуникационных процессоров (см. Приложение E).

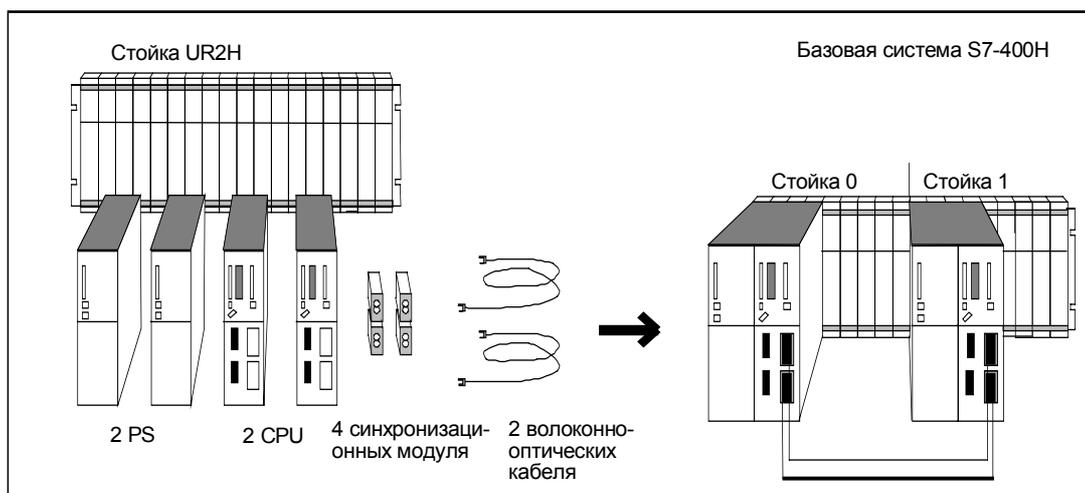


Рис. 2-2. Аппаратура базовой системы S7-400H

Центральные процессоры

Ядро S7-400H образуют два центральных процессора. Настройка синхронизационных модулей, которые должны быть вставлены в CPU, определяет номера стоек. В дальнейшем CPU в стойке 0 будет обозначаться как CPU 0, а CPU в стойке 1 как CPU 1.

Монтажная стойка для S7-400H

Для S7-400H мы рекомендуем вам монтажную стойку UR2-H. Эта монтажная стойка делает возможным монтаж двух отдельных подсистем, каждая из которых имеет 9 слотов, и пригодна для установки в 19-дюймовых шкафах.

В качестве альтернативы вы можете смонтировать S7-400H также на двух отдельных монтажных стойках. Для этой цели пригодны две монтажных стойки S7-400H UR1 и UR2.

Блок питания

В качестве источника питания вам потребуется для каждого отказоустойчивого CPU - или, точнее говоря, для каждой из двух подсистем S7-400H – блок питания из стандартного ряда системы S7-400.

Имеются в распоряжении блоки питания для номинальных входных напряжений 24 В постоянного тока и 120/230 В переменного тока с выходными токами 10 и 20 А.

Для увеличения коэффициента готовности блока питания вы можете также использовать в каждой подсистеме два резервируемых блока питания. В этом случае вам следует использовать блок питания PS 407 10 A R на номинальные напряжения 120/230 В переменного тока с выходным током 10 А.

Синхронизационные модули

Синхронизационные модули используются для соединения двух центральных процессоров. Они устанавливаются в центральных процессорах и соединяются друг с другом посредством волоконно-оптических кабелей.

В каждом CPU должно быть установлено два синхронизационных модуля.

Волоконно-оптические кабели

Волоконно-оптические кабели вставляются в синхронизационные модули и образуют физическое соединение (связь для обеспечения резервирования) между двумя центральными процессорами.

2.2 Периферия для S7–400H

Для S7–400H вы можете использовать почти все модули ввода/вывода из системного ряда SIMATIC S7. Периферия может использоваться в

- центральных устройствах
- устройствах расширения
- децентрализованно через PROFIBUS DP.

Функциональные модули (FM) и коммуникационные процессоры (CP), которые могут использоваться в S7–400H, вы найдете в Приложении E.

Варианты конфигурации периферии

Кроме блоков питания и центральных процессоров, которые всегда используются как резервируемые модули, имеются следующие варианты конфигурации для модулей ввода/вывода:

- Одноканально односторонняя конфигурация с нормальным коэффициентом готовности
У одноканально односторонней конфигурации просто имеются отдельные модули ввода/вывода (один канал). Модули ввода/вывода находятся только в одной из подсистем, и обращение к ним производится только из этой подсистемы.
- Одноканально коммутируемая конфигурация с повышенным коэффициентом готовности
У одноканально коммутируемой (децентрализованной) конфигурации просто имеются отдельные модули ввода/вывода (один канал), но обращаться к ним может каждая из подсистем.
- Двухканально резервируемая конфигурация с наивысшим коэффициентом готовности
В двухканально резервируемой конфигурации имеется двойное количество модулей ввода-вывода, к которым может обращаться любая из подсистем.

Дальнейшая информация

Подробную информацию об использовании периферии вы найдете в главе 7.

2.3 Обмен данными

Для задач обмена данными в S7–400H можно использовать почти все коммуникационные компоненты, предлагаемые системным рядом SIMATIC.

Это справедливо для коммуникационных компонентов, используемых как централизованно, так и децентрализованно, например

- системные шины (Industrial Ethernet)
- двухточечное соединение

Коэффициент готовности обмена данными

У S7–400H вы можете варьировать коэффициент готовности обмена данными. В зависимости от ваших требований к обмену данными имеются различные решения для S7–400H. Они простираются от простой линейной сетевой структуры до оптического двухволоконного кольца с резервированием.

Отказоустойчивый обмен данными через PROFIBUS или Industrial Ethernet поддерживается исключительно с помощью коммуникационных функций S7.

Программирование и проектирование

Кроме использования дополнительных аппаратных компонентов, в основном нет разницы в проектировании и программировании по сравнению со стандартными системами. Должны быть спроектированы только отказоустойчивые соединения; специальное программирование не требуется.

Все коммуникационные функции, необходимые для эксплуатации отказоустойчивой связи, встроены в операционную систему отказоустойчивого CPU и исполняются автоматически и в фоновом режиме – например, контроль коммуникационного соединения или автоматическое переключение на резервное соединение в случае неисправности.

Дальнейшая информация

Подробную информацию по теме обмен данными с помощью S7–400H вы найдете в главе 8.

2.4 Инструментальные средства для проектирования и программирования

Как и S7–400, S7–400H проектируется и программируется с помощью STEP 7. После проектирования с помощью STEP 7 S7–400H эксплуатируется, как стандартная система S7–400.

Для вас это означает, что вы можете использовать все свои знания о SIMATIC S7, а при написании, например, своей пользовательской программы учитывать лишь незначительные ограничения. Кроме того, правда, имеются специфические для отказоустойчивых систем дополнения к проекту. Резервируемые компоненты контролируются операционной системой, которая самостоятельно выполняет переключение в случае неисправности. Вы уже спроектировали необходимые для этого данные в STEP 7, и они известны системе.

Подробную информацию об этом вы найдете в оперативной помощи и в главе 9.

Необходимое программное обеспечение

Для проектирования и программирования нужен дополнительный пакет программ для отказоустойчивых систем (H package).

Дополнительное программное обеспечение

Все стандартные инструментальные средства, инструментальные средства для проектирования и программное обеспечение поддержки выполнения, которые могут использоваться в S7–400, могут быть, конечно, использованы и в S7–400H.

2.5 Программа пользователя

Правила, применяемые при проектировании и программировании стандартной системы S7–400, применимы также и к S7–400H.

Пользовательские программы хранятся в одном и том же виде в двух центральных процессорах и выполняются одновременно (синхронно с событиями).

С точки зрения выполнения пользовательской программы, S7–400H ведет себя точно так же, как и стандартная система. Функции синхронизации встроены в операционную систему и выполняются автоматически и полностью в фоновом режиме. Нет необходимости учитывать эти функции в программе пользователя.

Но чтобы иметь, например, возможность реагировать на удлинение времени цикла, вызванного актуализацией, некоторые специальные блоки позволяют оптимизировать вашу пользовательскую программу в этом отношении.

Блоки, специфические для S7-400H

Кроме блоков, которые могут использоваться как в S7-400, так и в S7-400H, имеются еще дополнительные блоки для S7-400H, с помощью которых можно воздействовать на функции резервирования.

Вы можете реагировать на ошибки резервирования S7-400H с помощью следующих организационных блоков:

- OB 70, ошибки резервирования периферии
- OB 72, ошибки резервирования CPU

С помощью системной функции SFC 90 «H_CTRL» вы можете блокировать и вновь разблокировать установление связи и актуализацию отказоустойчивых CPU. Кроме того, вы можете влиять на объем и обработку циклического самотестирования.

Внимание

У отказобезопасных систем циклическое самотестирование не должно блокироваться, а затем снова деблокироваться.

Более точную информацию вы найдете в руководстве *Системы автоматизации S7-400F и S7-400FH*.

Дальнейшая информация

Подробную информацию о программировании вышеупомянутых блоков вы найдете в руководстве *Программирование с помощью STEP 7* и в справочном руководстве *Системное программное обеспечение для S7-300/400, Системные и стандартные функции*.

2.6 Документация

На следующем рисунке представлен обзор описаний различных компонентов и возможностей системы автоматизации S7-400H .

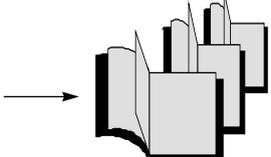
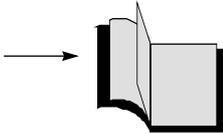
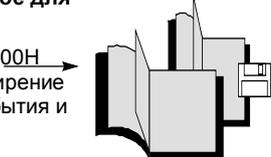
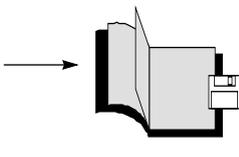
Тема	Документация
Аппаратура: Резервируемый блок питания Синхронизационный модуль Стойка UR2-H	 <p>Стандартная документация по S7/M7-400 Монтаж Данные модулей Список команд</p>
IM 153-2	 <p>Устройство децентрализованной периферии ET 200M</p>
Программирование, специфическое для отказоустойчивых систем: ОВ и SFC, специфические для S7-400H Специфические для S7-400H расширение списка состояний системы SSL, события и помощь при ошибках	 <p>Документация по STEP 7 Программирование с помощью STEP 7 V5.2, Системные и стандартные функции (руководство и оперативная справка)</p>
Специально для отказоустойчивых систем: Отказоустойчивые системы Возможности построения S7-400H Первые шаги Состояния системы S7-400H Установление связи и актуализация Периферия, обмен данными Проектирование с помощью дополнительного пакета STEP 7 Выход из строя и замена, модификация системы	 <p>Система автоматизации S7-400H Отказоустойчивые системы (руководство и оперативная справка)</p>

Рис. 2-3. Документация для пользователей отказоустойчивых систем

Примечание

Руководства, приведенные на рис. 2-3, вы найдете на компакт-диске с продуктом S7-400H.

Первые шаги

3

Это руководство на конкретном примере демонстрирует все шаги, которые необходимо выполнить для ввода системы в действие, вплоть до работающего приложения. Вы познакомитесь с принципом действия системы автоматизации S7-400H и ее поведением в случае неисправности.

Затраты времени на этот пример составят, в зависимости от вашего опыта, от одного до двух часов.

В разделе	Вы найдете	на стр.
3.1	Предпосылки	3-2
3.2	Монтаж аппаратуры и ввод в действие S7-400H	3-3
3.3	Примеры реакции отказоустойчивой системы при возникновении неисправностей	3-5

3.1 Предпосылки

На вашем устройстве программирования правильно установлена допустимая версия базового программного обеспечения STEP 7 и дополнительный пакет «S7 Fault-Tolerant System [Отказоустойчивая система S7]» (см. раздел 9.1).

У вас есть модули, необходимые для аппаратной конфигурации:

- система автоматизации S7-400H, состоящая из:
 - 1 монтажной стойки UR2-H
 - 2 блоков питания PS 407 10A
 - 2 отказоустойчивых CPU (CPU 414-4H and CPU 417-4H)
 - 4 синхронизационных модулей
 - 2 волоконно-оптических кабелей
- устройство децентрализованной периферии ET 200M с активной задней шиной и
 - 2 IM 153-2
 - 1 цифровым модулем ввода SM321 DI 16 x DC24V
 - 1 цифровым модулем вывода SM322 DO 16 x DC24V
- необходимые принадлежности, например, экранированные кабели PROFIBUS, и т. д.

3.2 Монтаж аппаратуры и ввод в действие S7-400H

Монтаж аппаратуры

Чтобы смонтировать S7-400H, как показано на рис. 3–1, выполните следующие шаги:

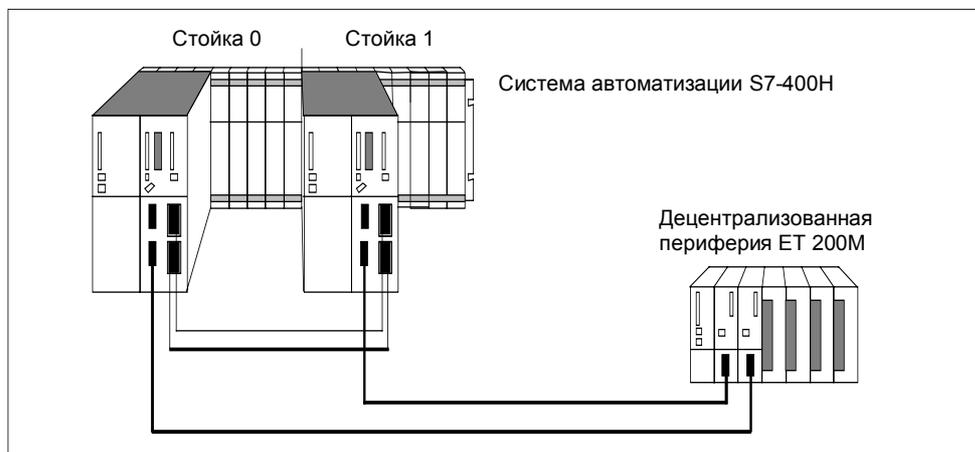


Рис. 3–1. Аппаратная конфигурация

1. Смонтируйте обе подсистемы системы автоматизации S7-400H, как описано в руководствах *S7-400, M7-400 Programmable Controllers, Hardware and Installation/Module Specifications* [Программируемые контроллеры, Аппаратура и монтаж/Данные модулей]. Кроме того, вы должны:
 - Установить номер стойки с помощью переключателей на синхронизационных модулях. Эта установка принимается CPU после включения питания и последующего сброса памяти посредством переключателя режимов работы. Если номер стойки установлен неправильно, у вас не будет доступа в режиме online, а CPU при определенных обстоятельствах не запустится.
 - Вставьте синхронизационные модули в оба CPU. Затем, для их активизации, привинтите дополнительные лицевые панели (см. руководство *S7-400, M7-400 Programmable Controllers, Hardware and Installation* [Программируемые контроллеры, Аппаратура и монтаж]).
 - Подключите волоконно-оптические кабели (всегда соединяются оба верхних и оба нижних синхронизационных модуля на CPU). Прокладывайте волоконно-оптический кабель так, чтобы он был защищен от любых повреждений.
 При прокладке кабелей обратите, кроме того, внимание на то, чтобы оба волоконно-оптических кабеля всегда прокладывались отдельно друг от друга. Отдельная прокладка повышает коэффициент готовности и защищает от возможных двойных ошибок, вызванных, например, одновременным обрывом волоконно-оптических кабелей.

Кроме того, обратите внимание на то, чтобы перед включением блока питания или системы волоконно-оптические кабели были вставлены в оба CPU. Если это не так, то оба CPU могут обрабатывать программу пользователя как главные CPU.
2. Смонтируйте децентрализованную периферию, как описано в руководстве *Устройство децентрализованной периферии ET 200M*.

3. Подключите устройство программирования к первому отказоустойчивому CPU (CPU0). Этот CPU должен быть главным CPU S7-400H.
4. После включения питания выполняется тщательное тестирование ОЗУ. Оно требует примерно 8 секунд на мегабайт ОЗУ. В течение этого времени к CPU нельзя обратиться через многоточечный интерфейс, и светодиод STOP мигает. Если имеется буферная батарея, то при последующих включениях питания тестирование не будет выполняться.
5. Выполните сброс памяти для обоих CPU с помощью переключателя режимов работы. При этом номера стоек синхронизационных модулей принимаются операционной системой CPU.
6. Введите в действие каждый CPU в отдельности, как это описано в руководстве *S7-400, M7-400 Programmable Controllers, Hardware and Installation* [Программируемые контроллеры S7-400, M7-400, Аппаратура и монтаж]. После загрузки программы выполните теплый пуск: сначала для CPU, который должен быть главным CPU, а затем для резервного CPU.
7. Переведите оба CPU S7-400H в STOP.

Ввод в действие S7-400H

Для ввода в действие S7-400H выполните следующие шаги:

1. Откройте в Администраторе SIMATIC (SIMATIC Manager) «HProject». Конфигурация в проекте соответствует конфигурации аппаратуры, описанной в разделе «Предпосылки».
2. Откройте конфигурацию аппаратуры проекта, выбрав объект «Hardware [Аппаратура]» и используя правую кнопку мыши для выбора команды всплывающего меню **Object** → **Open** [Объект → Открыть]. Если ваша конфигурация соответствует проекту, то вы можете продолжить с шага 6.
3. Если ваша конфигурация отличается от конфигурации проекта, например, типами модулей, адресами MPI или адресом DP, то вы должны соответствующим образом адаптировать проект и сохранить его. Описание того, как это делается, вы найдете в базовой справочной системе для SIMATIC Manager.
4. Откройте программу пользователя в папке «S7 program». В представлении offline папка «S7 program» соответствует только CPU0. Эта пользовательская программа может исполняться на описанной конфигурации аппаратуры. Она заставляет светодиоды на цифровом модуле вывода загораться в виде бегущего огня.
5. Если необходимо, измените программу пользователя, например, чтобы адаптировать ее к своей аппаратной конфигурации, и сохраните ее.
6. Загрузите программу пользователя в CPU0 с помощью команды меню **PLC** → **Load** [ПЛК → Загрузить].
7. Запустите систему автоматизации S7-400H переводом переключателя режимов работы, сначала у CPU0, а затем у CPU1, в RUN-P.
Результат: CPU0 запускается как главный CPU, а CPU1 как резервный CPU. После установления связи и актуализации резервного CPU S7-400H переключается в состояние резервирования и выполняет программу пользователя (бегущий огонь на цифровом модуле вывода).

Примечание

Систему автоматизации S7-400H можно запускать и останавливать также с помощью устройства программирования. Информацию об этом вы найдете в оперативной справке дополнительного пакета S7-400H.

3.3 Примеры реакции отказоустойчивой системы при возникновении неисправностей

Пример 1: Выход из строя центрального процессора или блока питания

Начальное состояние: S7-400H находится в режиме резервирования.

1. Вызовите выход из строя CPU0, выключив блок питания.

Результат: На CPU1 загораются светодиоды REDF, IFM1F и IFM2F. CPU1 переходит в одиночный режим, а программа пользователя продолжает исполняться.

2. Снова включите блок питания.

Результат:

- CPU0 выполняет автоматическое подключение и актуализацию.
- CPU0 переходит в RUN и теперь работает как резервный CPU.
- S7-400H теперь находится в режиме резервирования.

Пример 2: Выход из строя волоконно-оптического кабеля

Начальное состояние: S7-400H находится в режиме резервирования.

Переключатель режимов работы каждого CPU находится в положении RUN или RUN-P.

1. Отсоедините один из волоконно-оптических кабелей.

Результат: Светодиоды REDF и IFM1F или IFM2F (в зависимости от того, какой волоконно-оптический кабель отсоединен) теперь горят на обоих CPU. Первоначальный главный CPU (CPU0) переходит в одиночный режим, а программа пользователя продолжает исполняться.

2. Снова подсоедините волоконно-оптический кабель, который вы ранее отсоединили.

3. Перезапустите первоначально резервный CPU (CPU1), который теперь находится в состоянии STOP, например, посредством функции STEP7 «operating status [режим работы]».

Результат:

- CPU1 выполняет автоматическое подключение и актуализацию.
- S7-400H возвращается в режим резервирования.

Устройство CPU 41x–H

4

Обзор главы

В разделе	Вы найдете	на стр.
4.1	Элементы управления и индикации CPU	4–2
4.2	Функции контроля CPU	4–6
4.3	Светодиоды состояния и ошибок	4–9
4.4	Переключатель режимов работы	4–12
4.5	Расширение памяти	4–16
4.6	Многоточечный интерфейс (MPI)	4–24
4.7	Интерфейс PROFIBUS DP	4–25
4.8	Обзор параметров CPU S7–400	4–26
4.9	CPU 41x–H как master-устройство Profibus DP	4–29
4.10	Согласованные данные	4–41

4.1 Элементы управления и индикации CPU

Элементы управления и индикации CPU 414-4H/417-4H

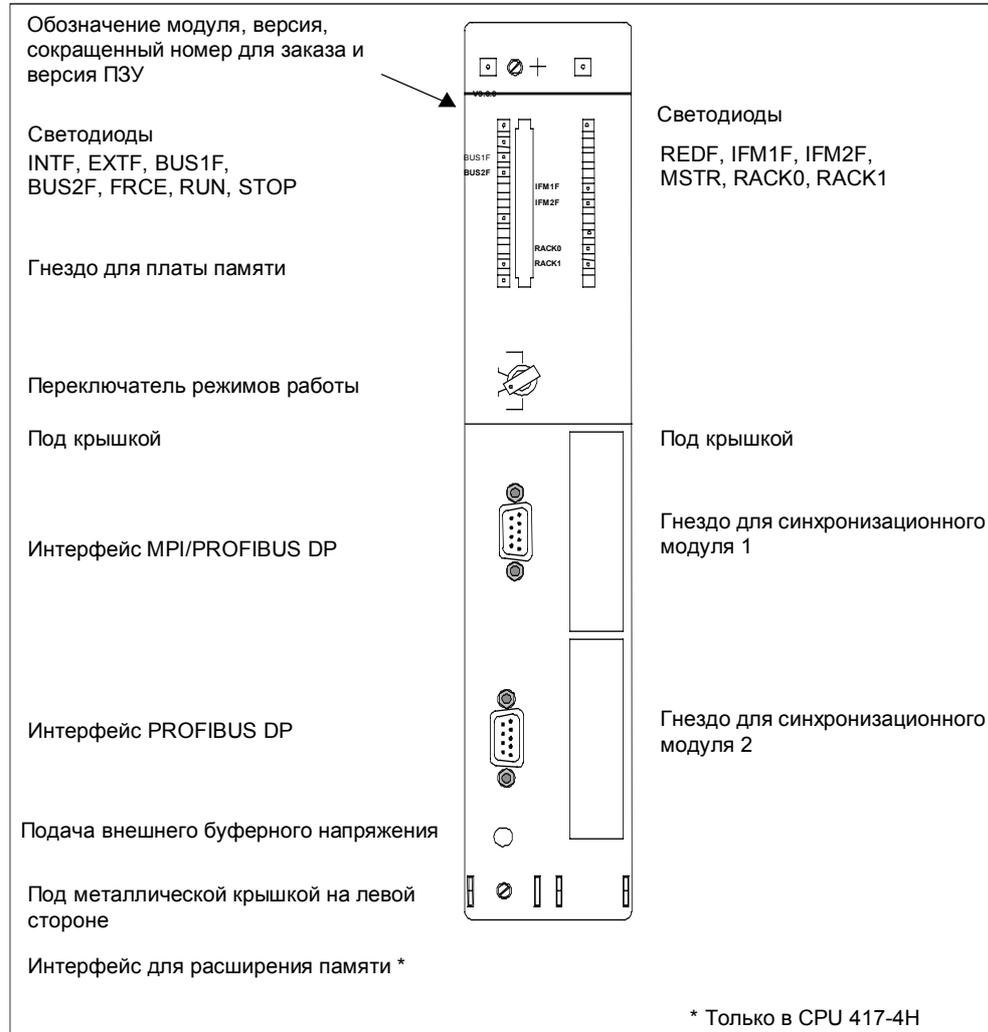


Рис. 4-1. Расположение элементов управления и индикации на CPU 414-4H/417-4H

Светодиоды

В таблице 4-1 дан обзор светодиодов, имеющих на отдельных CPU. В разделе 4.2 описаны состояния и ошибки, указываемые этими светодиодами.

Таблица 4–1. Светодиоды CPU

Светодиод	Цвет	Значение
INTF	красный	Внутренняя ошибка
EXTF	красный	Внешняя ошибка
FRCE	желтый	Задание на принудительное включение активно
RUN	зеленый	Режим RUN
STOP	желтый	Состояние STOP
BUS1F	красный	Ошибка шины на интерфейсе MPI/PROFIBUS DP 1
BUS2F	красный	Ошибка шины на интерфейсе MPI/PROFIBUS DP 2
MSTR	желтый	CPU управляет процессом
REDF	красный	Потеря резервирования/ошибка резервирования
RACK0	желтый	CPU в стойке 0
RACK1	желтый	CPU в стойке 1
IFM1F	красный	Ошибка на интерфейсном модуле 1
IFM2F	красный	Ошибка на интерфейсном модуле 2

Переключатель режимов работы

Вы можете использовать переключатель режимов работы для выбора текущего режима работы CPU. Переключатель режимов работы – это ключевой переключатель с четырьмя положениями. Вы можете использовать различные уровни защиты и ограничивать изменения программы или возможности запуска (перехода из состояния STOP в RUN) определенным кругом людей.

Функции переключателя режимов работы и уровни защиты CPU описаны в разделе 4.4.

Гнездо для плат памяти

В это гнездо вы можете вставить плату памяти.

Имеется два типа плат памяти:

- Платы памяти прямого доступа (RAM)

С помощью платы памяти прямого доступа вы можете расширить загрузочную память CPU.

- Платы флэш-памяти

Платы флэш-памяти можно использовать для безаварийного хранения вашей пользовательской программы и данных (даже без буферной батареи). Программировать плату флэш-памяти можно на устройстве программирования или в CPU. Плата флэш-памяти тоже расширяет загрузочную память CPU.

Подробное описание плат памяти вы найдете в разделе 4.5.1.

Интерфейс для расширений памяти

CPU 417–4H предоставляет дополнительный интерфейс для расширений памяти. Это позволяет расширить рабочую память. (См. раздел 4.5)

Гнездо для интерфейсных модулей

В это гнездо можно вставить синхронизационный H-модуль.

Интерфейс MPI/DP

К интерфейсу MPI CPU можно присоединять, например, следующие устройства:

- устройства программирования
- устройства управления и контроля
- дополнительные контроллеры S7–400 или S7–300 (см. раздел 4.6).

Используйте шинный штекер с наклонно отходящим кабелем (см. Руководство по монтажу, глава 7)

Вы можете также спроектировать интерфейс MPI как master-устройство DP и использовать его в качестве интерфейса PROFIBUS DP с числом slave-устройств DP до 32.

Интерфейс Profibus DP

К интерфейсу PROFIBUS DP можно присоединить децентрализованную периферию, устройства программирования или панели оператора и дополнительные ведущие станции DP .

Подключение внешнего буферного напряжения к розетке «EXT. BATT.»

В блоке питания S7–400, в зависимости от типа модуля, вы можете использовать одну или две буферных батареи, чтобы достичь следующих целей:

- подача дублирующего питания для пользовательской программы, которую вы сохранили в ОЗУ
- сохраняемость битов памяти, таймеров, счетчиков, системных данных и данных в переменных блоках данных
- подача дублирующего питания для внутренних часов.

Вы можете достичь такой же буферизации, приложив постоянное напряжение от 5 до 15 В к розетке «EXT. BATT.» на CPU.

Вход «EXT. BATT.» обладает следующими свойствами:

- защита от обратной полярности
- ограничение тока короткого замыкания 20 мА

Для подключения внешнего питания к розетке «EXT. BATT.» вам нужен кабель с концентрическим штекером диаметром 2,5 мм, как это показано на следующем рисунке. Обратите внимание на полярность штекера.



Замечание

Вам потребуется подача внешнего питания на розетку "EXT. BATT.", если вы заменяете блок питания и хотите обеспечить резервное питание для пользовательской программы, хранящейся в ОЗУ, и вышеупомянутых данных во время замены блока питания.

4.2 Функции контроля CPU

Контроль и сообщения об ошибках

Аппаратура CPU и операционная система имеют контрольные функции, которые гарантируют, которые гарантируют правильное функционирование и определенное поведение в случае неисправности. При некоторых ошибках возможна также реакция со стороны программы пользователя.

В следующей таблице дан обзор возможных ошибок, их причин и реакций CPU.

В каждом CPU имеются также тестовые и информационные функции, которые вы можете вызвать с помощью STEP 7.

Вид неисправности/ошибки	Причина ошибки	Реакция операционной системы	Светодиод ошибки
Исчезновение синхронизирующих импульсов	Контроль исчезновения синхронизирующих импульсов Остановка системы	Блокировка цифровых выходов выдачей сигнала «OD» (Output Disable)	-
Ошибка доступа	Неисправность модуля (SM, FM, CP)	Горит светодиод «EXTF», пока ошибка не будет квитирована. В сигнальных модулях: <ul style="list-style-type: none"> • вызов OB 122 • запись в диагностический буфер • у модулей ввода: обнуление данных в аккумуляторе или образе процесса В других модулях: <ul style="list-style-type: none"> • вызов OB 122 	EXTF
Ошибка синхронизации	<ul style="list-style-type: none"> • Время исполнения программы пользователя (OB1 и всех прерываний и OB ошибок) превышает заданное максимальное время цикла. • Ошибка вызова OB • Переполнение буфера стартовой информации • Прерывание по ошибке времени 	Горит светодиод «INTF», пока ошибка не будет квитирована. Вызов OB 80 Если OB не загружается: CPU переходит в состояние STOP.	INTF
Неисправность блока питания (не исчезновение питающего напряжения)	В центральной стойке или в стойке расширения: <ul style="list-style-type: none"> • В блоке питания разряжена хотя бы одна буферная батарея. • Отсутствует резервное напряжение. • На блок питания не подается напряжение 24 В. 	Вызов OB 81 Если OB не загружается: CPU продолжает работать.	EXTF
Диагностическое прерывание	Периферийный модуль, обладающий способностью к прерываниям, сообщает о диагностическом прерывании.	Вызов OB 82 Если OB не загружается: CPU переходит в состояние STOP.	EXTF

Вид неисправности/ошибки	Причина ошибки	Реакция операционной системы	Светодиод ошибки
Прерывание по установке/снятию модуля	Снятие или установка сигнального модуля, а также вставка модуля неправильного типа. Если при параметризации по умолчанию единственный вставленный сигнальный модуль удаляется, когда CPU находится в состоянии STOP, светодиод EXTf не загорается. Если этот сигнальный модуль вставляется снова, то светодиод загорается кратковременно.	Вызов OB 83 Если OB не загружается: CPU переходит в состояние STOP.	EXTf
Ошибка класса приоритета	<ul style="list-style-type: none"> • Вызывается класс приоритета, но соответствующий OB отсутствует. • При вызове SFB: DB экземпляра вызова отсутствует или содержит ошибки. • Ошибка при обновлении образа процесса 	Вызов OB 85 Если OB не загружается: CPU переходит в состояние STOP.	INTf
			EXTf
Неисправность стойки или станции	<ul style="list-style-type: none"> • Исчезновение напряжения в устройстве расширения • Выход из строя ветви DP • Выход из строя соединительной линии: отсутствие или неисправность интерфейсного модуля, обрыв линии 	Вызов OB 86 Если OB не загружается: CPU переходит в состояние STOP.	EXTf
Ошибка обмена данными	<ul style="list-style-type: none"> • Информация о состоянии не может быть введена в DB • Неверный идентификатор кадра • Ошибка длины кадра • Недопустимый номер глобального идентификатора • Ошибка доступа к DB 	Вызов OB 87 Если OB не загружается: CPU переходит в состояние STOP.	INTf
Прерывание обработки	<p>Прервана обработка программного блока. Возможные причины прерывания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Слишком большая глубина вложения в скобочных выражениях • Слишком большая глубина вложения главного управляющего реле • Слишком большая глубина вложения для ошибок синхронизации • Слишком большая глубина вложения вызовов блоков (I-стек) • Слишком большая глубина вложения вызовов блоков (B-стек) • Ошибка размещения локальных данных • Неизвестная команда • Команда перехода на метку, находящуюся вне блока 	Вызов OB 88 Если OB не загружается: CPU переходит в состояние STOP.	INTf

Вид неисправности/ошибки	Причина ошибки	Реакция операционной системы	Светодиод ошибки
Ошибка программирования	Ошибка в машинном коде или в программе пользователя: <ul style="list-style-type: none"> ● Ошибка преобразования двоично-десятичного кода ● Ошибка длины области памяти ● Ошибка области памяти ● Ошибка выравнивания ● Ошибка записи ● Ошибочный номер таймера ● Ошибочный номер счетчика ● Ошибочный номер блока ● Блок не загружен 	Вызов OB 121 Если OB не загружается: CPU переходит в состояние STOP.	INTF
Ошибка кода MC7	Ошибка в скомпилированной программе пользователя (напр., недопустимый код операции или переход через конец блока)	CPU переходит в состояние STOP. Требуется перезагрузка или сброс памяти.	INTF

4.3 Светодиоды состояния и ошибок

Светодиоды RUN и STOP

Светодиоды RUN и STOP дают информацию о текущем рабочем состоянии активного в данный момент CPU.

Светодиод		Значение
RUN	STOP	
H	D	CPU в режиме RUN.
D	H	CPU в состоянии STOP. Программа пользователя не обрабатывается. Возможен перезапуск и теплый или новый пуск. Если состояние STOP было вызвано ошибкой, то устанавливается также индикатор ошибки (INTF или EXTf).
B 2 Гц	B 2 Гц	CPU неисправен. Кроме того, также мигают светодиоды INTF, EXTf и FRCE.
B 0,5 Гц	H	Функцией тестирования было инициировано состояние останова (HALT).
B 2 Гц	H	Инициирован теплый, новый или повторный пуск. До выполнения теплого, нового или повторного пуска может пройти минута или более, в зависимости от длины вызванного ОВ. Если CPU и после этого не перейдет в RUN, то, возможно, имеет место ошибка в проекте установки.
B 2 Гц	B 2 Гц	Идет самотестирование при небуферизованном включении питания.
x	B 0.5 Гц	CPU запросил сброс памяти.
x	B 2 Гц	Происходит сброс памяти.

D = светодиод не горит; H = светодиод горит; B = светодиод мигает с указанной частотой; x = состояние светодиода не имеет значения

Светодиоды MSTR, RACK0 и RACK1

Эти три светодиода, MSTR, RACK0 и RACK1, дают информацию о номере стойки, установленной на синхронизационном модуле, и о том, какой CPU осуществляет управление процессом для включенной периферии.

Светодиод			Значение
MSTR	RACK0	RACK1	
H	x	x	CPU управляет процессом для включенной периферии
x	H	D	CPU на стойке с номером 0
x	D	H	CPU на стойке с номером 1

D = светодиод не горит; H = светодиод горит; x = состояние светодиода не имеет значения

Светодиоды INTF, EXTF и FRCE

Три светодиода, INTF, EXTF и FRCE, дают информацию об ошибках и особенностях при исполнении программы пользователя.

Светодиод			Значение
INTF	EXTF	FRCE	
H	x	x	Обнаружена внутренняя ошибка (ошибка программирования или параметризации).
x	H	x	Обнаружена внешняя ошибка (т.е. ошибка, причина которой находится вне модуля CPU).
x	x	H	Активно задание на принудительное присваивание значений.

H = светодиод горит; x = состояние светодиода не имеет значения

Светодиоды BUSF1 и BUSF2

Светодиоды BUSF1 и BUSF2 указывают на ошибки, связанные с интерфейсом MPI/DP и интерфейсом PROFIBUS DP.

Светодиод		Значение
BUS1F	BUS2F	
H	x	Обнаружена ошибка в интерфейсе MPI/DP.
x	H	Обнаружена ошибка в интерфейсе PROFIBUS DP.
B	x	DP master: Одно или несколько slave-устройств на интерфейсе 1 PROFIBUS DP не отвечают. DP slave: нет обращения со стороны master-устройства DP
x	B	DP master: Одно или несколько slave-устройств на интерфейсе 2 PROFIBUS DP не отвечают. DP slave: нет обращения со стороны master-устройства DP

H = светодиод горит; B = светодиод мигает; x = состояние светодиода не имеет значения

Светодиоды IFM1F и IFM2F

Светодиоды IFM1F и IFM2F указывают на ошибки, возникающие в первом и втором интерфейсах модуля.

Светодиод		Значение
IFM1F	IFM2F	
Н	х	Обнаружена ошибка в 1-ом интерфейсе модуля.
х	Н	Обнаружена ошибка во 2-ом интерфейсе модуля.

Н = светодиод горит; х = состояние светодиода не имеет значения

Светодиод REDF

Светодиод REDF указывает на особые состояния системы и ошибки резервирования.

Светодиод REDF	Состояние системы	Граничные условия
Мигает с частотой 0,5 Гц	Установление связи	-
Мигает с частотой 2 Гц	Актуализация	-
Выключен	Режим резервирования (CPU резервируются)	Нет ошибки резервирования
Горит	Режим резервирования (CPU резервируются)	Имеется ошибка резервирования: <ul style="list-style-type: none"> Выход из строя master-устройства DP или частичный или полный выход из строя главной системы DP Потеря резервируемости на slave-устройстве DP
	Все состояния системы, кроме резервирования, установления связи и актуализации	-

Диагностический буфер

Вы можете прочитать точную причину ошибки в STEP 7 (PLC -> Module Information [ПЛК -> Информация о модуле]) из диагностического буфера.

4.4 Переключатель режимов работы

Назначение переключателя режимов работы

С помощью переключателя режимов работы вы можете перевести CPU в состояние RUN/RUN-P или STOP или произвести очистку памяти CPU. Другие возможности изменения режима работы предоставляет в ваше распоряжение STEP 7.

Положения

Переключатель режимов работы выполнен как ключевой переключатель. На рис. 4-2 показаны возможные положения переключателя режимов работы.

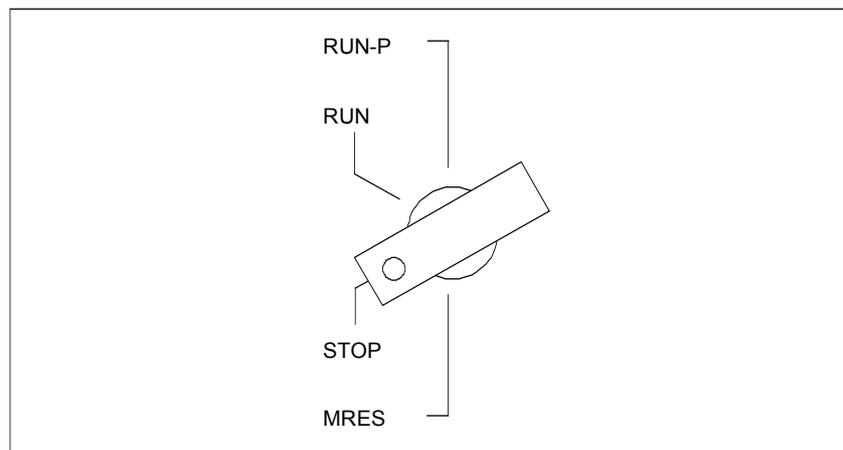


Рис. 4-2. Положения переключателя режимов работы

Таблица 4-2 объясняет положения переключателя режимов работы. В случае неисправности или при возникновении проблем при запуске CPU переходит в состояние STOP или остается в этом состоянии независимо от положения переключателя режимов работы.

Таблица 4–2. Положения переключателя режимов работы

Положение	Объяснение
RUN–P	<p>Если нет проблем при запуске или ошибок, и CPU мог перейти в RUN, то CPU выполняет программу пользователя или работает на холостом ходу. Имеется возможность обращения к периферии. Ключ в этом положении не может быть вытасчен.</p> <p>Программы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • могут считываться из CPU с помощью устройства программирования (CPU -> programming device [CPU -> Устройство программирования]) • могут передаваться в CPU из устройства программирования (programming device -> CPU [Устройство программирования -> CPU]).
RUN	<p>Если нет проблем при запуске или ошибок, и CPU мог перейти в RUN, то CPU выполняет программу пользователя или работает на холостом ходу. Имеется возможность обращения к периферии. В этом положении ключ может быть вытасчен, чтобы гарантировать невозможность изменения режима при отсутствии прав доступа.</p> <p>Программы могут считываться из CPU с помощью устройства программирования (CPU -> programming device [CPU -> Устройство программирования]).</p> <p>Программа, находящаяся в CPU, не может быть изменена, когда переключатель находится в положении RUN (см. STEP 7.) Этот уровень защиты может быть обойден с помощью пароля, установленного в STEP 7/HWCONFIG (STEP 7 V4.02 и выше). Т.е., если вы используете пароль, то программа может быть изменена и в том случае, если переключатель находится в положении RUN.</p>
STOP	<p>CPU не обрабатывает программу пользователя. Цифровые сигнальные модули заблокированы.</p> <p>В этом положении ключ может быть вытасчен, чтобы гарантировать невозможность изменения режима при отсутствии прав доступа.</p> <p>Программы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • могут считываться из CPU с помощью устройства программирования (CPU -> programming device [CPU -> Устройство программирования]) • могут передаваться в CPU из устройства программирования (programming device -> CPU [Устройство программирования -> CPU]).
MRES (Master Reset [Полный сброс])	Нефиксируемое положение ключевого переключателя для полного сброса CPU и для холодного пуска (см. следующие страницы).

Уровни защиты

В CPU S7–400 может быть определен уровень защиты, который может использоваться для защиты программ, находящихся в CPU, от несанкционированного доступа. С помощью уровня защиты вы можете определить, какие функции устройства программирования пользователь может выполнять на CPU без специального допуска (пароля). Вы можете выполнять все функции устройства программирования с помощью пароля.

Установка уровней защиты

Вы можете устанавливать уровни защиты (с 1 по 3) для CPU в STEP 7/Configuring Hardware [Конфигурирование аппаратуры].

Вы можете отменить уровень защиты, установленный в STEP 7/Configuring Hardware, путем ручного сброса памяти переключателем режимов работы.

Уровни защиты 1 и 2 вы можете установить также с помощью переключателя режимов работы. В таблице 4–3 показаны уровни защиты CPU S7–400.

Таблица 4–3. Уровни защиты CPU S7–400

Уровень защиты	Функция	Положение переключателя
1	<ul style="list-style-type: none"> Разрешены все функции устройства программирования (установка по умолчанию). 	RUN–P/STOP
2	<ul style="list-style-type: none"> Разрешена загрузка объектов из CPU в устройство программирования. Т.е. разрешены только функции считывания устройства программирования. Разрешены функции управления процессом, контроля процесса и обмена данными с процессом. Разрешены все информационные функции. 	RUN
3	<ul style="list-style-type: none"> Разрешены функции управления процессом, контроля процесса и обмена данными с процессом. Разрешены все информационные функции. 	-

Если с помощью переключателя режимов работы и STEP 7 установлены разные уровни защиты, то применяется более высокий уровень (3-й выше 2-го, 2-й выше 1-го).

Последовательность операций при сбросе памяти

Случай А: Вы хотите загрузить в CPU новую полную программу пользователя.

1. Переведите переключатель в положение STOP.

Результат: Горит светодиод STOP.

2. Переведите переключатель в положение MRES и удерживайте его в этом положении.

Результат: Светодиод STOP гаснет на одну секунду, затем горит в течение одной секунды, гаснет на одну секунду, после чего остается во включенном состоянии.

3. Переведите переключатель обратно в положение STOP, а затем в течение следующих 3 секунд верните его обратно в положение MRES и опять в STOP.

Результат: Светодиод STOP мигает в течение не менее 3 секунд с частотой 2 Гц (выполняется сброс памяти), а затем горит непрерывно.

Случай В: Если светодиод STOP медленно мигает с частотой 0,5 Гц, то это значит, что CPU требует сброса памяти (системный запрос на сброс памяти, например, после того как плата памяти была вытащена и снова вставлена).

Переведите переключатель в положение MRES, а затем обратно в STOP.

Результат: Светодиод STOP мигает в течение не менее 3 секунд с частотой 2 Гц (выполняется сброс памяти), а затем горит непрерывно.

Полное описание того, что происходит при сбросе памяти, вы можете найти в руководстве *Система автоматизации S7-400, M7-400, руководство по установке*, глава 6.

Холодный пуск

При холодном пуске программа пользователя запускается с самого начала. Все данные, в том числе реманентные (сохраняемые), удаляются.

Новый (теплый) пуск

При новом пуске программа пользователя запускается с самого начала. Реманентные данные и содержимое блоков данных сохраняются.

Последовательность операций при теплом/новом пуске

1. Переведите переключатель в положение STOP.
Результат: Горит светодиод STOP.
2. Переведите переключатель в положение RUN/RUNP.

Последовательность операций при холодном пуске

1. Переведите переключатель в положение STOP.
Результат: Горит светодиод STOP.
2. Переведите переключатель в положение MRES и удерживайте его в этом положении.
Результат: Светодиод STOP гаснет на одну секунду, затем горит в течение одной секунды, гаснет на одну секунду, после чего остается во включенном состоянии.
3. Переведите переключатель в положение RUN/RUN-P.

4.5 Расширение памяти

Определение потребностей в памяти с помощью SIMATIC Manager

Вы можете получить длины блоков, отображаемых в режиме offline, в диалоговом окне «Properties – Block folder offline [Свойства – Папка блоков offline]» (Blocks -> Object Properties -> Blocks tab [Блоки -> Свойства объекта -> Закладка Блоки]).

В оффлайновом представлении отображаются следующие длины:

- Размер (сумма всех блоков без системных данных) в загрузочной памяти ПЛК
- Размер (сумма всех блоков без системных данных) в рабочей памяти ПЛК

Длины блоков, находящихся в системе разработки (PG/PC), в свойствах контейнера блоков не отображаются.

Длины блоков отображаются в байтах.

В свойствах блока отображаются следующие значения:

- Необходимое количество локальных данных: объем локальных данных в байтах
- MC7: размер кода MC7 в байтах или размер пользовательских данных DB
- Размер загрузочной памяти в программируемом контроллере
- Размер рабочей памяти в программируемом контроллере: только при известном назначении аппаратуры.

Для целей отображения не имеет значения, находится ли блок в окне онлайнного или оффлайнового представления.

Когда открывается контейнер блоков и устанавливается «View Details [Детальное представление]», то в окне проекта отображаются потребности в оперативной памяти независимо от того, находится ли контейнер блоков в окне в онлайнном или оффлайновом представлении.

Вы можете просуммировать длины блоков, отметив все необходимые блоки. В этом случае сумма длин отмеченных блоков будет показана в строке состояния SIMATIC Manager.

Не отображаются длины блоков (напр., таблиц переменных VAT), которые не могут быть загружены в ПЛК.

Длины блоков, находящихся в системе разработки (PG/PC), в детальном представлении не отображаются.

Генерирование сообщений, относящихся к блокам

Вопреки данным, содержащимся в оперативной помощи и в электронном руководстве, для потребностей в рабочей памяти системных функциональных блоков (SFB), используемых для генерирования сообщений, относящихся к блокам, действительно следующее:

SFB, используемые для генерирования сообщений, относящихся к блокам, обычно требуют для своего беспрепятственного функционирования наличия коммуникационного буфера в рабочей памяти CPU (участок кода), размер которого зависит от длины вспомогательных величин. Соответствующая информация приведена в следующей таблице.

Тип блока	Потребности в рабочей памяти CPU в байтах
NOTIFY, NOTIFY_8P, ALARM, ALARM_8P	200 + 2 * длины вспомогательных величин, указанные в SD_1,...SD_10 при первом вызове
ALARM_8	100
AR_SEND	54

4.5.1 Расширение загрузочной памяти с помощью плат памяти

Номера для заказа

Номера для заказа плат памяти приведены в конце этой главы в технических данных.

Установка

Плата памяти немного превышает по размерам кредитную карточку и защищена прочным металлическим корпусом. Она вставляется в гнездо на передней панели CPU; конец, которым нужно вставлять плату памяти, ясно виден из ее конструкции.

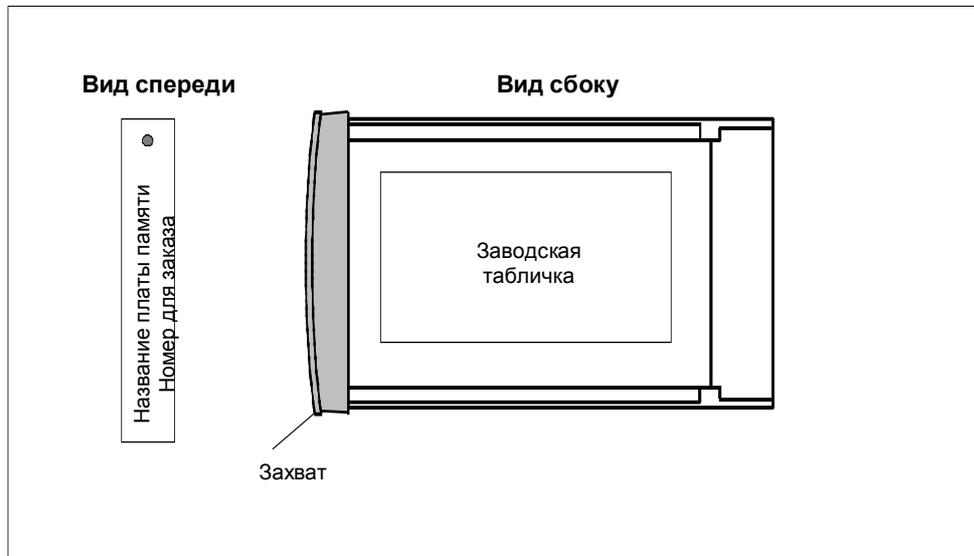


Рис. 4–3. Конструкция платы памяти

Назначение платы памяти

Плата памяти и встроенная область памяти в CPU образуют вместе загрузочную память CPU. Во время работы загрузочная память содержит всю программу пользователя, включая комментарии, символы, специальную дополнительную информацию, позволяющую декомпилировать программу пользователя, и все параметры модуля.

Что содержит плата памяти

На плате памяти могут храниться следующие данные:

- Программа пользователя, т.е. блоки (OB, FB, FC, DB) и системные данные
- Параметры, определяющие поведение CPU
- Параметры, определяющие поведение периферийных модулей.
- Начиная со STEP 7 V5.1 все файлы проекта на подходящих для этого платах памяти.

Виды плат памяти для S7-400

В S7-400 используются два вида плат памяти:

- платы ОЗУ (RAM)
- платы флэш-памяти (платы СППЗУ с групповой перезаписью)

Указание

В S7-400 нельзя использовать платы памяти других систем.

Какой вид плат памяти нужно использовать?

Использование платы ОЗУ или платы флэш-памяти зависит от того, как вы намерены использовать плату памяти.

Таблица 4-4. Виды плат памяти

Если выто
хотите сохранить данные в ОЗУ и хотите изменять свою программу в режиме RUN или RUN-P,	используйте плату ОЗУ
хотите хранить свою пользовательскую программу в течение длительного времени на плате памяти также и в том случае, когда питание выключено (без буферизации или вне CPU),	используйте плату флэш-памяти

Плата ОЗУ

При использовании платы ОЗУ вы должны вставить ее в CPU, чтобы загрузить программу пользователя. Программа пользователя загружается с помощью устройства программирования (PG).

Вы можете загрузить в загрузочную память всю программу пользователя или ее отдельные части, например, FB, FC, OB, DB или SDB, в состоянии STOP или RUN-P.

Если вы удаляете плату ОЗУ из CPU, то хранящаяся на ней информация теряется. Плата ОЗУ не содержит встроенной буферной батареи.

Если блок питания содержит работающую буферную батарею или если CPU получает питание от внешнего резервного источника, подключенного к розетке «EXT. BATT.», то содержимое памяти платы ОЗУ сохраняется при выключении блока питания, пока плата ОЗУ вставлена в CPU, а CPU вставлен в стойку.

Плата флэш-памяти

При использовании платы флэш-памяти имеется два способа загрузки программы пользователя:

- Переведите CPU в STOP с помощью переключателя режимов работы, вставьте плату флэш-памяти в CPU и загрузите программу пользователя в загрузочную память с помощью устройства программирования (PG).
- Загрузите программу пользователя в плату флэш-памяти в режиме offline на устройстве программирования, а затем вставьте плату флэш-памяти в CPU.

С помощью платы флэш-памяти вы можете загрузить только всю вашу пользовательскую программу. Более мелкие части программы вы можете догрузить во встроенную загрузочную память в CPU с помощью устройства программирования. При более крупных изменениях программы вы всегда должны вновь загружать плату флэш-памяти полной программой пользователя.

Плата флэш-памяти не требует питания для хранения своего содержимого, т.е. содержащиеся на ней данные сохраняются, когда плата удаляется из CPU или ваш S7–400 эксплуатируется без резервного питания (без буферной батареи в блоке питания или без внешнего резервного источника тока, подключенного к розетке «EXT. BATT.» на CPU).

Какую емкость платы памяти использовать?

Емкость платы памяти, которую вы используете, зависит от размера программы пользователя и потребности в дополнительной памяти, появляющейся в результате использования функциональных или коммуникационных модулей. Подробности о потребностях в памяти этих модулей вы найдете в соответствующих руководствах.

Замена плат памяти

Для замены платы памяти действуйте следующим образом:

1. Переведите CPU в STOP.

Указание

Если плата памяти не вытащена в состоянии STOP, то CPU переходит в состояние STOP, и индикатор STOP мигает каждые 3 секунды, чтобы напомнить вам о необходимости сброса памяти. На этот процесс нельзя повлиять с помощью ОВ ошибок.

2. Вытащите вставленную плату памяти.
3. Вставьте "новую" плату памяти.
4. Выполните сброс памяти на CPU.

Технические данные

Наименование	Номер для заказа	Потребление тока при 5 В	Токи буферизации
МС 952 / 256 Кбайт / RAM	6ES7 952-1AH00-0AA0	тип. 35 мА макс. 80 мА	тип. 1 мА макс. 40 мА
МС 952 / 1 Мбайт / RAM	6ES7 952-1AK00-0AA0	тип. 40 мА макс. 90 мА	тип. 3 мА макс. 50 мА
МС 952 / 2 Мбайта / RAM	6ES7 952-1AL00-0AA0	тип. 45 мА макс. 100 мА	тип. 5 мА макс. 60 мА
МС 952 / 4 Мбайта / RAM	6ES7 952-1AM00-0AA0	тип. 45 мА макс. 100 мА	тип. 5 мА макс. 60 мА
МС 952 / 8 Мбайт / RAM	6ES7 952-1AP00-0AA0	тип. 45 мА макс. 100 мА	тип. 5 мА макс. 60 мА
МС 952 / 16 Мбайт / RAM	6ES7 952-1AS00-0AA0	тип. 45 мА макс. 100 мА	тип. 5 мА макс. 60 мА
МС 952 / 1 Мбайт / 5V Flash	6ES7 952-1KK00-0AA0	тип. 40 мА макс. 90 мА	-
МС 952 / 2 Мбайта / 5V Flash	6ES7 952-1KL00-0AA0	тип. 50 мА макс. 100 мА	-
МС 952 / 4 Мбайта / 5V Flash	6ES7 952-1KM00-0AA0	тип. 40 мА макс. 90 мА	-
МС 952 / 8 Мбайт / 5V Flash	6ES7 952-1KP00-0AA0	тип. 50 мА макс. 100 мА	-
МС 952 / 16 Мбайт / 5V Flash	6ES7 952-1KS00-0AA0	тип. 55 мА макс. 110 мА	-
МС 952 / 32 Мбайта / 5V Flash	6ES7 952-1KT00-0AA0	тип. 55 мА макс. 110 мА	-
МС 952 / 64 Мбайта / 5V Flash	6ES7 952-1KY00-0AA0	тип. 55 мА макс. 110 мА	-
Размеры Ш x В x Г (в мм)		7,5 x 57 x 87	
Вес		макс. 35 г	
Электромагнитная совместимость		Обеспечивается конструктивными мероприятиями	

4.5.2 Расширение рабочей памяти CPU 417-4 H с помощью модулей памяти

Расширение памяти

Рабочая память CPU 417-4 H может быть расширена с помощью модулей памяти. При этом обратите внимание на следующие правила:

1. Если используется только один модуль, то он должен быть вставлен в гнездо 1.
2. Второй модуль можно вставить только в том случае, если в гнездо 1 вставлен модуль емкостью 4 Мбайта.

Возможны следующие комбинации:

Комбинация	Гнездо 1	Гнездо 2
1	2 Мбайта	-
2	4 Мбайта	-
3	4 Мбайта	2 Мбайта
4	4 Мбайта	4 Мбайта

Указание

Используйте только модули, спроектированные для CPU.



Предупреждение

Модули могут быть повреждены.

Несоблюдение требований по обращению с устройствами, чувствительными к статическому электричеству, может привести к повреждению как CPU, так и модулей памяти.

При установке модулей памяти соблюдайте требования по обращению с устройствами, чувствительными к статическому электричеству.

Установка модулей памяти в CPU

Действуйте следующим образом:

1. Снимите крышку с левой стороны CPU, отвинтив три винта.
2. Вставьте первый модуль памяти под углом около 45° в гнездо 1 (см. рис. 4-4). Обратите внимание на выемку на передней стороне модуля (защита от перепутывания полярности).
3. Надавливайте на модуль памяти вниз, пока выступы на сторонах гнезда не войдут в соответствующие вырезы на сторонах модуля. Обратите внимание на то, чтобы металлический флажок на конце модуля памяти лежал на металлическом крае модуля CPU.
4. Если необходимо, вставьте второй модуль памяти в гнездо 2 таким же образом (см. рис. 4-4).
5. Установите крышку сверху на левой стороне CPU, закрепив ее тремя винтами.

Указание

Разъемы, служащие для приема модулей памяти, закодированы (см. рис. 4-5). Не применяйте силу при установке модулей памяти. Для удаления модуля памяти слегка отожмите друг от друга направляющие шины (см. рис. 4-5).

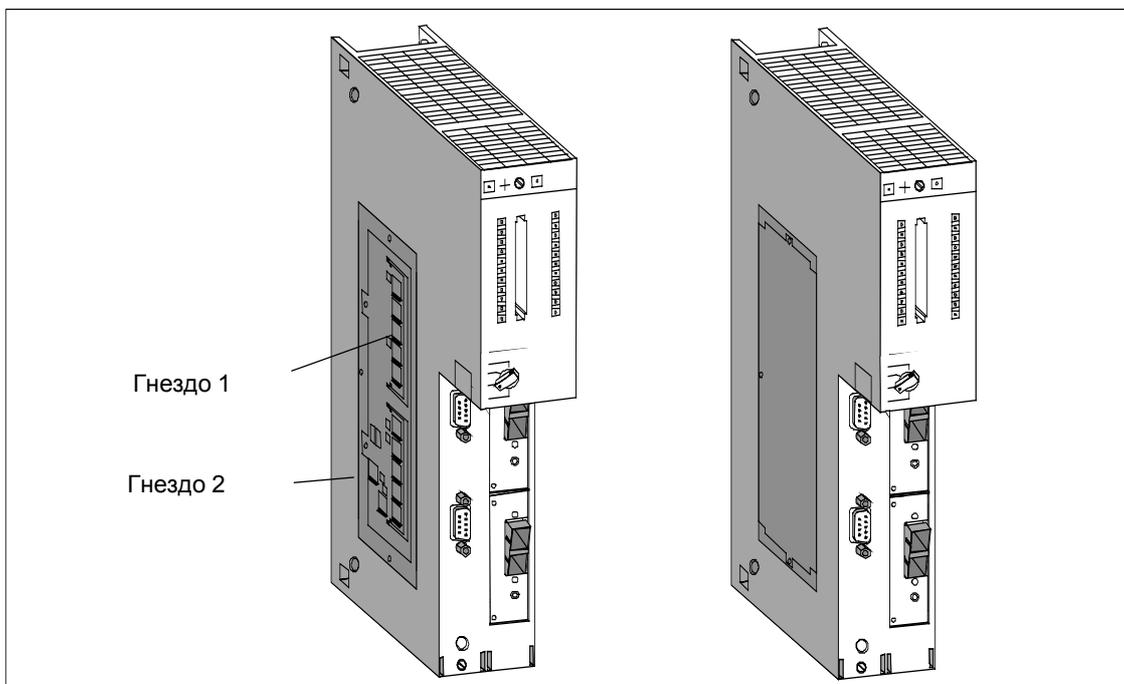


Рис. 4-4. Установка модулей памяти в CPU

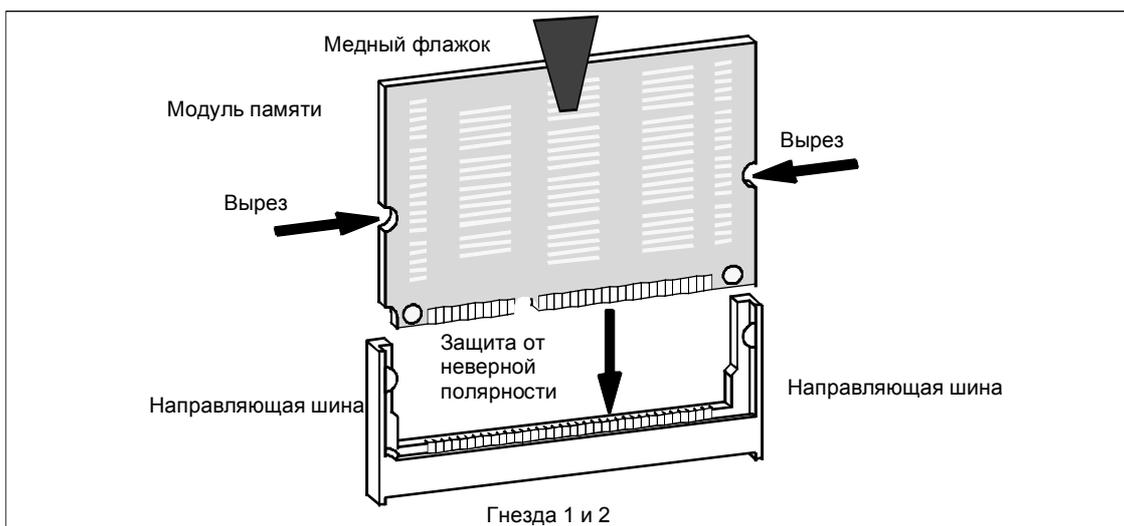


Рис. 4-5. Модуль памяти

4.6 Многоточечный интерфейс (MPI)

Подключаемые устройства

К MPI можно подключить, например, следующих абонентов:

- устройства программирования (PG/PC)
- устройства контроля и управления (OP и TD)
- дополнительные программируемые контроллеры SIMATIC S7

Некоторые подключаемые устройства получают питание 24 В из интерфейса. Это напряжение предоставляется здесь без потенциальной развязки.

Обмен данными PG/OP–CPU

CPU при обмене данными с устройствами программирования и панелями оператора может одновременно поддерживать в режиме online несколько связей. По умолчанию одна из этих связей предназначена для устройства программирования и одна для панели оператора/ устройства контроля и управления.

Обмен данными и времена реакции на прерывания

Внимание

Времена реакции на прерывания могут возрасти из-за выполнения заданий на чтение и запись с максимальным количеством данных (около 460 байт).

Обмен данными CPU–CPU

Для обмена данными CPU–CPU предоставлена возможность «Data exchange via S7 communication [Обмен данными через S7-связь]».

Дополнительную информацию по этому вопросу вы можете найти в руководстве «Программирование с помощью STEP 7».

Штекеры

Для присоединения устройств к MPI используйте только шинные штекеры с угловым отводом кабеля для PROFIBUS DP и кабели для устройств программирования (см. *Руководство по монтажу*, глава 7).

Многоточечный интерфейс как интерфейс децентрализованной периферии

Вы можете параметризовать интерфейс MPI как интерфейс децентрализованной периферии (DP). Для этого вы должны заново параметризовать интерфейс MPI, используя STEP 7 в SIMATIC Manager. Вы можете использовать его для построения ветви устройств DP, содержащей не более 32 slave-устройств.

4.7 Интерфейс PROFIBUS DP

Подключаемые устройства

К интерфейсу Profibus DP могут быть подключены все стандартные slave-устройства DP.

CPU является master-устройством DP и подключается к пассивным slave-станциям или другим master-устройствам DP через полевую шину PROFIBUS-DP.

Некоторые подключаемые устройства получают питание 24 В из интерфейса. Это напряжение предоставляется здесь без потенциальной развязки.

Штекеры

Для присоединения устройств к интерфейсу PROFIBUS DP используйте только шинные штекеры для PROFIBUS DP и кабели PROFIBUS (см. *Руководство по монтажу*, глава 5).

4.8 Обзор параметров CPU S7-400

Значения по умолчанию

При поставке все параметры имеют значения по умолчанию. Эти значения, которые пригодны для целого ряда стандартных приложений, означают, что S7-400 может использоваться немедленно, не нуждаясь в дальнейшей настройке.

Значения по умолчанию для конкретного CPU можно найти с помощью утилиты «Configuring Hardware [Конфигурирование аппаратуры]» в STEP 7.

Блоки параметров

Поведение и свойства CPU определяются параметрами. CPU имеют определенную настройку по умолчанию. Вы можете изменить эту настройку, изменяя параметры.

Следующий список содержит обзор параметризуемых системных свойств CPU.

- Общие свойства (напр., номер абонента MPI)
- Запуск (напр., вид запуска при включении питания)
- Цикл/такты биты памяти (напр., время контроля цикла)
- Сохраняемость (количество битов памяти, таймеров и счетчиков, которые обладают свойством сохраняемости)
- Память (напр., локальные данные)

Указание: Если, например, вы установите большие или меньшие значения для образа процесса, чем значения по умолчанию, то количество записей диагностического буфера и максимальное количество блоков ALARM-8 и блоков для S7-связи, рабочая память, имеющаяся в распоряжении для программного кода и для блоков данных, будет сокращена или увеличена на это количество.

- Сопоставление прерываний (прерываний от процесса, прерываний с задержкой, прерываний по асинхронным ошибкам) классам приоритета
- Прерывания по времени (напр., запуск, длительность интервала, приоритет)
- Циклические прерывания (напр., приоритет, длительность интервала)
- Диагностика/часы (напр., синхронизация по времени)
- Уровни защиты
- параметры, специфические для отказоустойчивых систем

Указание

По умолчанию 16 битов памяти и 8 счетчиков являются сохраняемыми, т.е. они не стираются даже при новом пуске CPU.

Инструментальное средство параметризации

Отдельные параметры CPU можно устанавливать с помощью утилиты «Configuring Hardware [Конфигурирование аппаратуры]» в STEP 7.

Указание

Если вы делаете изменения в существующих настройках следующих параметров, то операционная система выполняет инициализацию, как при холодном пуске.

- Размер образа процесса на входах.
- Размер образа процесса на выходах
- Размер локальных данных
- Количество записей диагностического буфера
- Коммуникационные ресурсы

Эта инициализация представляет собой следующее:

- Блоки данных инициализируются загружаемыми значениями
 - M, C, T, I, Q сбрасываются независимо от установленной сохраняемости (0)
 - DB, сгенерированные с помощью SFC, удаляются
 - Жестко запрограммированные динамические соединения ликвидируются, так же как и неспроектированные соединения Х/И-блоков с активной стороны соединения
 - Все уровни исполнения формируются сначала
-

Особо сохраняемые параметры

В отказоустойчивых CPU особо сохраняются следующие параметры.

- Номер стойки отказоустойчивого CPU (0 или 1)
- Режим работы отказоустойчивого CPU (одиночный режим или режим резервирования)

Эти параметры не удаляются при выполнении сброса памяти, и их нельзя изменить в HW Config. Далее описывается, как эти параметры можно изменить.

Изменение номера стойки отказоустойчивого CPU

Для изменения номера стойки отказоустойчивого CPU выполните следующие действия:

1. Измените номер стойки на синхронизационном модуле
2. Выполните подачу питания без буферизации.
3. Выполните ручной сброс памяти.

Изменение режима работы отказоустойчивого CPU

Для изменения режима работы отказоустойчивого CPU выполните одну из следующих процедур в зависимости от режима работы, на который вы хотите перейти, и номера стойки CPU:

Переход от режима резервирования к одиночному режиму

1. Снимите интерфейсный модуль.
2. Выполните подачу питания без буферизации, напр., путем снятия и установки CPU.
3. Загрузите в CPU проект, в котором этот CPU запроектирован для одиночного режима работы.

Переход от одиночного режима к режиму резервирования, стойка номер 0

1. Вставьте синхронизационные модули, на которых установлен номер стойки 0.
2. Выполните подачу питания без буферизации, напр., путем снятия и установки CPU.
3. Загрузите в CPU проект, в котором этот CPU запроектирован для режима резервирования.

Переход от одиночного режима к режиму резервирования, стойка номер 1

1. Вставьте синхронизационные модули, на которых установлен номер стойки 1.
2. Выполните подачу питания без буферизации, напр., путем снятия и установки CPU.
3. Загрузите в CPU проект, в котором этот CPU запроектирован для режима резервирования.

4.9 CPU 41x–H как master-устройство Profibus DP

Введение

В этом разделе приведены подробные сведения о свойствах и технических данных, необходимых вам, если вы хотите использовать CPU как master-устройство DP и спроектировать его для прямого обмена данными.

Указание

Это описание относится к CPU, начиная с V 3.0.0.

Обзор раздела

В подразделе	Вы найдете	на стр.
4.9.1	Области адресов DP CPU 41x	4–30
4.9.2	CPU 41x как master-устройство DP	4–30
4.9.3	Диагностика CPU 41x как master-устройства DP	4–34

Дополнительные ссылки

Описания и указания по проектированию, конфигурированию подсети PROFIBUS и диагностике в подсети PROFIBUS вы найдете в онлайн-системе оперативной помощи **STEP 7**.

Дополнительная информация

Описания и указания по переходу от PROFIBUS DP к PROFIBUS DPV1 вы найдете в Интернете по следующему адресу:

<http://www.ad.siemens.de/simatic-cs>

в статье под номером 7027576

4.9.1 Области адресов DP CPU 41x

Области адресов CPU 41x

Таблица 4–5. CPU 41x (интерфейс MPI/DP как Profibus DP)

Область адресов	414–4H	417–4H
Интерфейс MPI как PROFIBUS DP, входы и выходы в каждом случае (байты)	2048	2048
Интерфейс DP как PROFIBUS DP, входы и выходы в каждом случае (байты)	6144	8192
В образе процесса, входы и выходы в каждом случае Может быть установлено до x байтов	8192	16384

Диагностические адреса DP занимают в области адресов не менее одного байта для master-устройства DP и каждого slave-устройства DP в каждом случае. По этим адресам, например, может быть вызвана стандартная диагностика DP для каждого абонента (параметр LADDR в SFC 13). Диагностические адреса DP задаются при проектировании. Если диагностические адреса DP не заданы, то **STEP 7** назначает в качестве диагностических адресов DP адреса, начиная со старшего байтового адреса в направлении уменьшения.

В режиме DPV1 master-устройства slave-устройства обычно имеют два диагностических адреса.

4.9.2 CPU 41x как master-устройство DP

Введение

В этом разделе приведены подробные сведения о свойствах и технических данных, необходимых вам, если вы хотите эксплуатировать CPU как master-устройство Profibus DP.

Предпосылки

Перед вводом в действие вы должны сконфигурировать CPU как master-устройство DP. Это значит, что вы должны сделать следующее в **STEP 7**

- запроецируйте CPU как master-устройство DP
- назначьте адрес PROFIBUS
- выберите режим работы (совместимый с S7 или DPV1)
- назначьте диагностический адрес
- присоедините slave-устройства DP к master-системе DP

Указание

Является ли одно из slave-устройств DP CPU 31x или CPU 41x?

Если да, то вы найдете его в каталоге PROFIBUS DP в качестве "уже спроектированной станции". Назначьте этому CPU slave-устройства DP диагностический адрес slave-устройства в master-устройстве DP. Вы должны связать это master-устройство DP с CPU slave-устройства DP и указать адресные области для обмена данными с CPU slave-устройства DP.

Наблюдение/управление, программирование через PROFIBUS

В качестве альтернативы интерфейсу MPI для программирования CPU или выполнения функций устройства программирования "Monitor/Modify [Наблюдение/управление]" вы можете использовать интерфейс PROFIBUS DP.

Указание

Применение функций "Программирование" и "Наблюдение/управление" через интерфейс PROFIBUS увеличивает время цикла DP.

Запуск master-системы DP

Контроль времени запуска master-системы DP настраивается с помощью следующих параметров:

- Передача параметров в модули
- Сообщение о готовности, передаваемое модулем

Т.е. slave-устройства DP должны запуститься и получить параметры от CPU (как master-устройства DP) за установленное время.

Адрес PROFIBUS master-устройства DP

Допустимы все адреса PROFIBUS.

От EN 50170 к DPV1

Стандарт EN 50170 для децентрализованной периферии получил дальнейшее развитие. Результаты этого развития включены в IEC 61158 / IEC 61784-1:2002 Ed1 CP 3/1. В документации SIMATIC мы ссылаемся на него как на DPV1. Эта новая версия отличается некоторыми расширениями и упрощениями.

Некоторые компоненты систем автоматизации фирмы SIEMENS уже обладают функциональными возможностями DPV1. Чтобы использовать эти новые функциональные возможности, вы сначала должны внести некоторые небольшие изменения в свою систему. Полное описание перехода от EN 50170 к DPV1 можно найти как FAQ с заголовком «Changing from EN 50170 to DPV1 [Переход от EN 50170 к DPV1]», статья FAQ с ID 7027576 в Интернете на сайте обслуживания клиентов Customer Support.

Компоненты, поддерживающие функциональные возможности Profibus DPV1

Master-устройство DPV1

- CPU S7-400 со встроенным интерфейсом DP, начиная с ПЗУ версии 3.0.
- CP 443-5, номер для заказа 6GK7 443-5DX03-0XE0, если он используется с одним из вышеупомянутых CPU S7-400.

Slave-устройства DPV1

- Slave-устройства DP, которые можно найти в каталоге аппаратуры STEP 7 под названием их семейства, можно распознать в информационном тексте как slave-устройства DPV1.
- Slave-устройства DP, встроенные в STEP 7 с помощью GSD-файлов, начиная с GSD редакции 3.

STEP 7

Начиная со STEP 7 V5.1, Service Pack 2.

Какие имеются режимы работы для компонентов DPV1?

- Режим, совместимый с S7
В этом режиме эти компоненты совместимы с EN 50170. Однако вы не можете полностью использовать все функциональные возможности DPV1.
- Режим DPV1
В этом режиме у вас есть полный доступ к функциональным возможностям DPV1. Компоненты системы автоматизации в станции, которая не поддерживает DPV1, могут продолжать использоваться, как обычно.

Совместимость между DPV1 и EN 50170?

После перехода к DPV1 вы продолжаете использовать все прежние slave-устройства. Однако эти slave-устройства не поддерживают дополнительные функции DPV1..

Вы можете использовать slave-устройства DPV1 даже без преобразования к DPV1. Тогда slave-устройства DPV1 ведут себя подобно обычным slave-устройствам. Slave-устройства DPV1 фирмы SIEMENS могут использоваться в режиме, совместимом с S7. Для slave-устройств DPV1 других изготовителей вам необходим GSD-файл, соответствующий EN50170 редакций, меньших чем 3.

Определение топологии шины в master-системе DP с помощью SFC 103 «DP_TOPOL»

Для улучшения возможности определения во время работы местоположения поврежденных модулей или обрывов кабелей имеется в распоряжении диагностический повторитель. Этот модуль является slave-устройством, которое может определять топологию ветви DP и регистрировать любые исходящие из нее ошибки.

Вы можете использовать SFC 103 «DP_TOPOL» для запуска анализа топологии шины master-системы DP диагностическим повторителем. Системная функция SFC 103 описана в соответствующей оперативной справке и в руководстве «Системные и стандартные функции». Диагностический повторитель описан в руководстве «Diagnostics Repeater for PROFIBUS DP [Диагностический повторитель для PROFIBUS DP]», номер для заказа 6ES7972-0AB00-8BA0.

Изменения системы во время работы

Некоторые изменения конфигурации системы могут быть выполнены в RUN, даже если отказоустойчивый CPU эксплуатируется в одиночном режиме. При этом обработка процесса останавливается максимум на 2,5 секунды (эта величина параметризуется). В течение этого времени выходы процесса сохраняют свои текущие значения. Это практически не оказывает влияния на процесс, особенно в технологических установках. См. также руководство «*Modifications to the System During Operation Using CiR [Изменения установки во время работы с помощью CiR]*»

Изменение установки во время работы возможно только для децентрализованной периферии. Оно предполагает наличие конфигурации, представленной на следующем рисунке. Для наглядности представлена только одна master-система DP и только одна master-система PA.

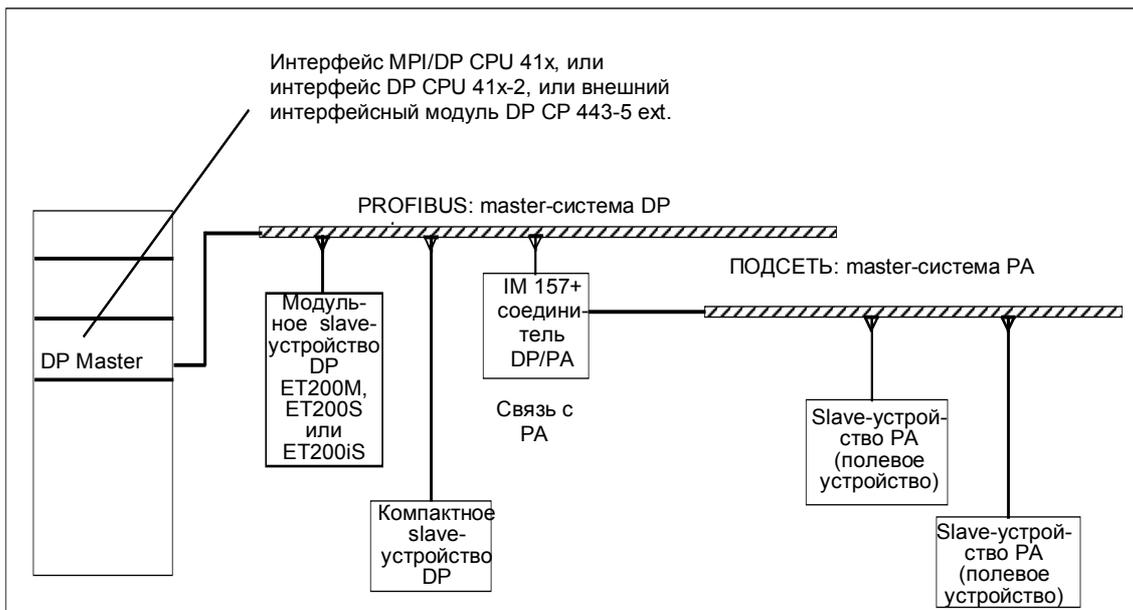


Рис. 4–6. Обзор: структура системы для изменений установки во время работы

Требования к аппаратуре для изменений системы во время работы

Чтобы иметь возможность производить изменения системы во время работы, на этапе ввода в эксплуатацию должны быть выполнены следующие требования:

- Использование CPU S7 400 с версией ПЗУ V3.1.0 или выше
- CPU S7 400 H только в одиночном режиме
- При использовании расширенного CP 443–5 его ПЗУ должно быть версии V5.0 или выше.
- Если вы хотите добавить модули у ET 200M: используйте IM153–2, начиная с номера для заказа 6ES7 153–2BA00–0XB0 или IM153–2FO начиная с версии с номером для заказа 6ES7 153–2BB00–0XB0. Кроме того, вам нужно будет установить ET 200M с активной задней шиной и с достаточным свободным пространством для планируемого расширения. ET 200M должен быть встроен в соответствии с IEC 61158.
- Если вы хотите добавить целую станцию: обеспечьте наличие необходимых соединителей, повторителей и т.д.
- Если вы хотите добавить slave-устройства PA (полевые устройства): используйте в соответствующем устройстве связи DP/PA интерфейсный модуль IM157 версии с номером для заказа 6ES7 157–0AA82–0XA00 или выше.

Указание

Вы можете произвольно смешивать компоненты, играющие определяющую роль при изменении установки во время работы, с компонентами, не играющими такой роли. В зависимости от выбранной конфигурации возможны ограничения на компоненты, которые могут быть изменены во время работы.

Требования к программному обеспечению для изменений системы во время работы

Для выполнения изменений системы во время работы вам потребуется STEP7 V5.2. Программа пользователя должна быть написана таким образом, чтобы такие события, как выход из строя станции или неисправности модулей не приводили к переходу CPU в состояние STOP.

Допустимые изменения системы: обзор

Во время работы в системе могут быть сделаны следующие изменения:

- добавление модулей у модульных slave-устройств DP ET 200M, ET 200S, ET 200iS, если они ведут себя в соответствии с IEC 61158
- использование свободного канала в существующем модуле у модульных slave-устройств ET 200M, ET 200S, ET 200iS
- добавление slave-устройств DP к существующей master-системе DP
- добавление slave-устройств PA (полевых устройств) к существующей master-системе PA
- добавление соединителей DP/PA после IM157
- добавление устройств связи с PA (включая master-системы PA) к существующей master-системе DP
- назначение добавленных модулей разделу образа процесса
- изменение параметризации периферийных модулей, напр., выбор других границ для прерываний
- обратные изменения: добавленные модули, slave-устройства DP и slave-устройства PA (полевые устройства) могут быть удалены.

4.9.3 Диагностика CPU 41x как master-устройства DP

Диагностика с помощью светодиодов

Таблица 4–6 объясняет значение светодиода BUSF. При индикации всегда будет гореть или мигать тот светодиод BUSF, который поставлен в соответствие интерфейсу, спроектированному как интерфейс PROFIBUS DP.

Таблица 4–6. Значение светодиода BUSF CPU 41x как master-устройства DP

BUSF	Значение	Устранение
Выключен	Конфигурация верна: имеется возможность обращения ко всем спроектированным slave-устройствам	-
Горит	<ul style="list-style-type: none"> • Неисправность шины (аппаратная ошибка) • Ошибка интерфейса DP • Различные скорости передачи в режиме работы с несколькими master-устройствами DP (только в одиночном режиме) 	<ul style="list-style-type: none"> • Проверьте шинный кабель на наличие короткого замыкания или обрыв. • Проанализируйте диагностику. Выполните проектирование заново или исправьте проект.
Мигает	<ul style="list-style-type: none"> • Выход из строя станции • Нет возможности обращения хотя бы к одному назначенному slave-устройству 	<ul style="list-style-type: none"> • Проверьте, подключен ли шинный кабель к CPU 41x и нет ли обрыва шины. • Дождитесь запуска CPU 41x. Если светодиод не перестает мигать, проверьте slave-устройства DP или проанализируйте диагностику slave-устройств DP.

Считывание диагностической информации с помощью STEP 7

Таблица 4–7. Считывание диагностической информации с помощью STEP 7			
DP Master	Блок или закладка в STEP 7	Применение	См. ...
CPU 41x	Закладка DP slave diagnostics [Диагностика slave-устройства DP]	Для отображения диагностики slave-устройства в виде открытого текста на пользовательском интерфейсе STEP 7	раздел "Hardware diagnostics [Диагностика аппаратуры]" в системе оперативной помощи STEP 7 и в Руководстве пользователя STEP 7
	SFC 13 «DPNRM_DG»	Для считывания диагностики slave-устройства (сохранения в области данных программы пользователя)	конфигурирование для CPU 41x – в руководстве по CPU; SFC – в Справочном руководстве <i>Системные и стандартные функции</i> , конфигурирование для других slave-устройств – в соответствующей документации.
	SFC 59 «RD_REC»	Для считывания записей данных диагностики S7 (сохранения в области данных программы пользователя)	Справочное руководство <i>Системные и стандартные функции</i>
	SFC 51 «RDSYSST»	Для считывания подсписков SSL. Вызовите SFC 51 в диагностическом прерывании с идентификатором SSL W#16#00B3 и считайте SSL подчиненного CPU.	
	SFB 52 «RDREC»	Для slave-устройств DPV1: для считывания записей данных диагностики S7 (сохранения в области данных программы пользователя)	
SFB 54 «RALRM»	Для slave-устройств DPV1: для считывания информации о прерывании внутри соответствующего OB прерываний		

Анализ диагностики в программе пользователя

На следующем рисунке показано, как анализировать диагностику в программе пользователя.

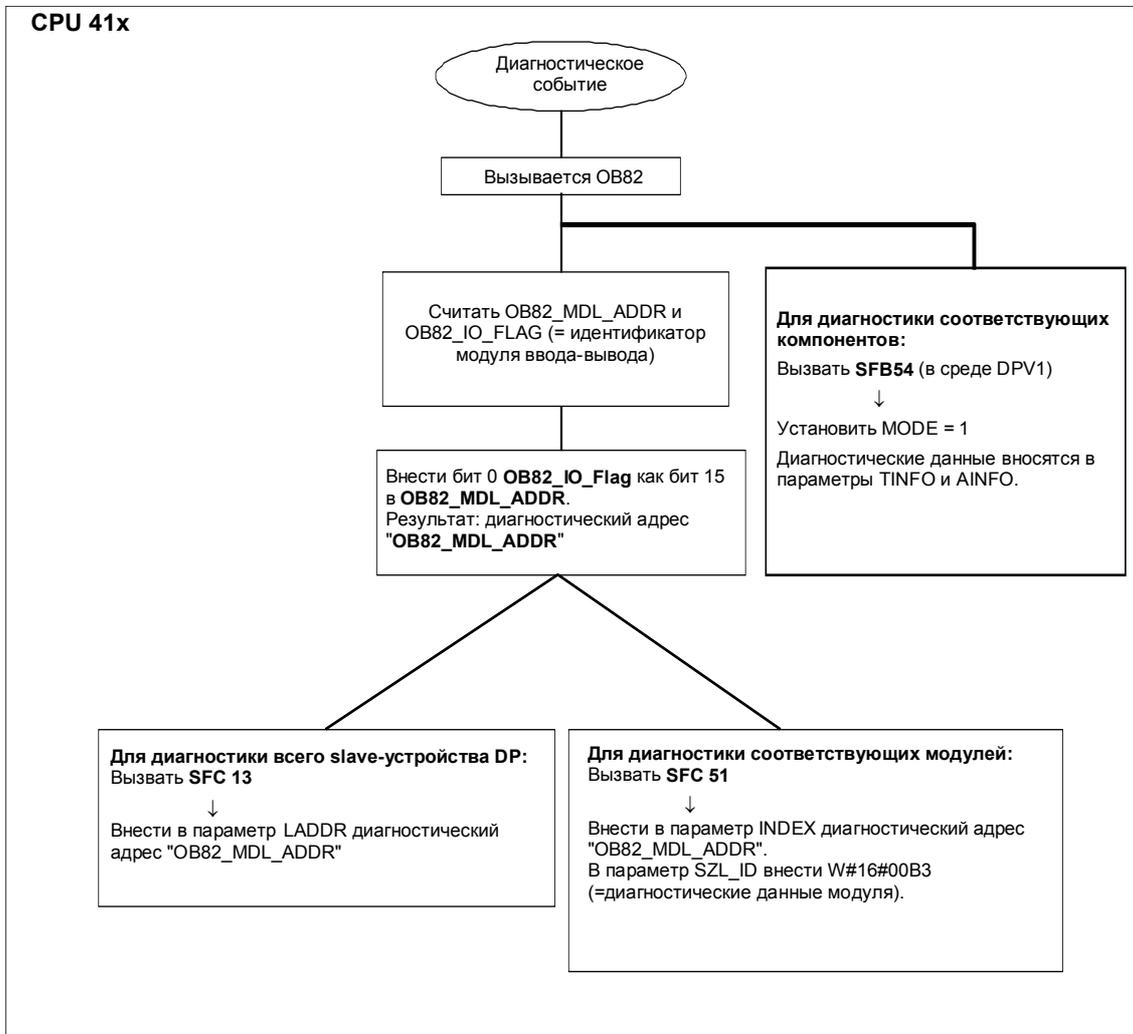


Рис. 4–7. Диагностика с помощью CPU 41x

Связь диагностических адресов с функциональными возможностями slave-устройства DP

Диагностические адреса для PROFIBUS DP назначаются в CPU 41x. При проектировании обратите внимание на то, чтобы диагностические адреса DP были один раз назначены master-устройству DP и один раз slave-устройству DP.

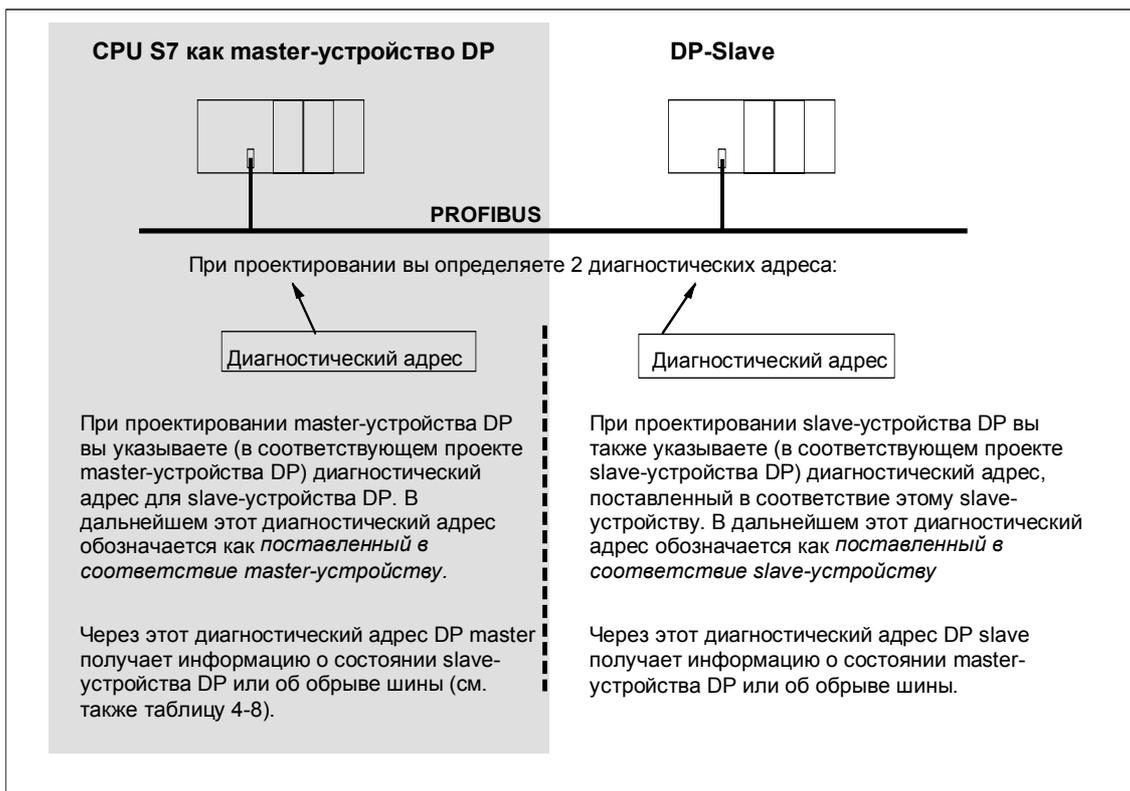


Рис. 4–8. Диагностические адреса для master-устройства DP и slave-устройства DP

Распознавание событий

Таблица 4–8 показывает, как CPU 41x, действуя как DP master, распознает изменения режима работы slave-устройства DP и перерывы в передаче данных.

Таблица 4–8. Распознавание событий процессором CPU 41x, работающим в качестве master-устройств DP

Событие	Что происходит в master-устройстве DP
Обрыв шины (короткое замыкание, вынут штекер)	<ul style="list-style-type: none"> • Вызов OB 86 с сообщением <i>Station failure</i> [<i>Выход из строя станции</i>] (наступающее событие; диагностический адрес slave-устройства DP, поставленный в соответствие master-устройству DP) • При обращении к периферии: Вызов OB 122 (ошибка доступа к периферии)
DP slave: RUN → STOP	<ul style="list-style-type: none"> • Вызов OB 82 с сообщением <i>Faulty module</i> [<i>Неисправен модуль</i>] (наступающее событие; диагностический адрес slave-устройства DP, поставленный в соответствие master-устройству DP; переменная OB82_MDL_STOP=1)
DP slave: STOP → RUN	<ul style="list-style-type: none"> • Вызов OB 82 с сообщением <i>Module ok.</i> [<i>Модуль в порядке</i>] (уходящее событие; диагностический адрес slave-устройства DP, поставленный в соответствие master-устройству DP; переменная OB82_MDL_STOP=0)

Анализ в программе пользователя

Следующая таблица показывает, как можно, например, проанализировать переходы RUN–STOP slave-устройства DP в master-устройстве DP (см. также таблицу 4–8).

В master-устройстве DP	В slave-устройстве DP (CPU 41x)
Диагностические адреса: (пример) Диагностический адрес master-устройства = 1023 Диагностический адрес slave-устройства в master-системе = 1022	Диагностические адреса: (пример) Диагностический адрес slave-устройства = 422 Диагностический адрес master-устройства = не имеет значения
CPU вызывает OB 82 со следующей, среди прочего, информацией: <ul style="list-style-type: none"> • OB 82_MDL_ADDR := 1022 • OB82_EV_CLASS:=B#16#39 (наступающее событие) • OB82_MDL_DEFECT:= неисправность модуля Совет: эти данные имеются также в диагностическом буфере CPU <p>В программе пользователя вы должны также запрограммировать SFC 13 "DPNRM_DG" для считывания диагностической информации slave-устройства DP.</p> В среде DPV1 мы рекомендуем вам использовать SFB 54. Он выводит всю информацию о прерывании.	CPU: RUN → STOP CPU генерирует диагностический кадр slave-устройства DP.

4.10 Согласованные данные

Данные, связанные друг с другом по содержанию и описывающие состояние процесса в определенный момент времени, называются согласованными. Чтобы данные оставались согласованными, они не должны изменяться или обновляться во время обработки или передачи.

Пример 1:

Чтобы в распоряжении CPU во время циклической обработки программы был согласованный образ сигналов процесса, сигналы процесса считываются в образ процесса на входах перед обработкой программы и записываются в образ процесса на выходах после обработки программы. Затем, во время обработки программы, когда происходит обращение к адресной области входов (I) и выходов (O), программа пользователя обращается не непосредственно к сигнальным модулям, а к внутренней области памяти CPU, в которой находится образ процесса.

Пример 2:

Несогласованность может возникнуть, если коммуникационный блок (напр., SFB 14 «GET», SFB 15 «PUT») прерывается организационным блоком прерываний от процесса, имеющим более высокий приоритет. Если программа пользователя в этом ОВ теперь изменит данные, которые уже были частично обработаны коммуникационным блоком, то переданные данные будут частично относиться ко времени до обработки прерывания от процесса, а частично ко времени после этой обработки.

Это означает, что эти данные не согласованы (не связаны друг с другом).

SFC 81 «UBLKMOV»

С помощью SFC 81 «UBLKMOV» (непрерываемое перемещение блока) вы можете согласованно скопировать содержимое некоторой области памяти (= исходной области) в другую область памяти (= целевую область). Эта операция копирования не может быть прервана другими действиями операционной системы.

SFC 81 «UBLKMOV» дает возможность копирования следующих областей памяти:

- биты памяти (меркеры)
- содержимое DB
- образ процесса на входах
- образ процесса на выходах

Максимальное количество данных, которые вы можете скопировать, составляет 512 байт. Обратите при этом внимание на ограничения, относящиеся к CPU, которые вы можете найти, например, в списке команд.

Так как копирование не может быть прервано, то времена реакции на прерывания вашего CPU при использовании SFC 81 «UBLKMOV» могут возрасти.

Исходная и целевая области памяти не должны пересекаться. Если указанная целевая область больше исходной, то эта функция копирует лишь столько данных, сколько содержится в исходной области. Если указанная целевая область меньше исходной, то эта функция копирует столько данных, сколько может быть записано в целевую область.

4.10.1 Согласованность у коммуникационных блоков и функций

У S7-400 задания на обмен данными обрабатываются не в контрольной точке цикла, а через фиксированные интервалы (кванты) времени во время цикла обработки программы.

Со стороны системы всегда могут быть согласованно обработаны байт, слово и двойное слово, т.е. передача или обработка байта, слова (2 байта) или двойного слова (4 байта) не может быть прервана коммуникационными функциями.

Когда коммуникационные блоки, которые используются только парами (напр., SFB 12 «BSEND» и SFB 13 «BRCV»), вызываются в программе пользователя и обращаются к общим данным, то доступ к этой области данных может координироваться, например, с помощью параметра «DONE». Таким образом, согласованность данных, передаваемых локально этими коммуникационными блоками, может быть обеспечена в программе пользователя.

По иному это происходит у коммуникационных функций S7 (например, SFB 14 «GET», SFB 15 «PUT»), у которых в целевом устройстве не нужен блок в программе пользователя. В этом случае вы уже при программировании должны учитывать размер согласованных данных.

4.10.2 Обращение к рабочей памяти CPU

Коммуникационные функции операционной системы обращаются к рабочей памяти CPU блоками фиксированной длины. Длина блока зависит от CPU; для CPU S7-400 она составляет 32 байта.

Этим гарантируется, что время реакции на прерывания не увеличивается при использовании коммуникационных функций. Так как это обращение выполняется асинхронно по отношению к программе пользователя, то при передаче данных вы не можете согласованно передавать произвольное количество байтов.

Ниже разъясняются правила, которым вы должны следовать, чтобы гарантировать согласованность данных.

4.10.3 Правила согласования для SFB 14 «GET» (чтение переменных)

При использовании SFB 14 «GET» данные передаются согласованно, если вы придерживаетесь следующих правил согласования:

- Активный CPU (приемник данных): Считывайте область приема в том ОВ, в котором вы вызываете SFB 14, или, если это невозможно, считывайте область приема только тогда, когда будет завершена обработка SFB 14.
- Пассивный CPU (передатчик данных): Записывайте в область передачи лишь столько данных, сколько предписывает размер блока пассивного CPU (передатчика данных).
- Пассивный CPU (передатчик данных): Записывайте данные, подлежащие передаче, в область передачи, используя блокировку прерываний.

Ниже приведен пример ситуации, когда согласованная передача данных не может быть гарантирована, так как нарушено второе правило согласования: передаются 32 байта, хотя размер блока пассивного CPU (передатчика данных) составляет только 8 байт.

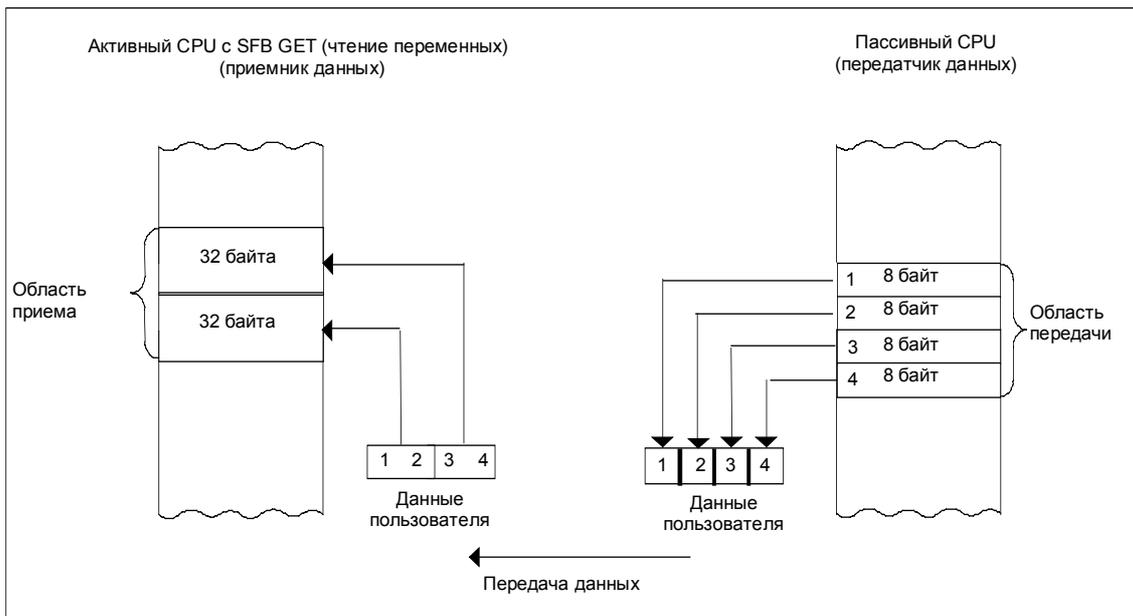


Рис. 4–9. Передача данных при отсутствии согласования

Правила согласования для SFB 15 «PUT» (запись переменных)

При использовании SFB 15 «PUT» данные передаются согласованно, если вы придерживаетесь следующих правил согласования:

- Активный CPU (передатчик данных): Записывайте в область передачи из того ОВ, в котором вы вызываете SFB 15, или, если это невозможно, записывайте в область приема, когда первый вызов SFB 15 завершен.
- Активный CPU (передатчик данных): Записывайте в область передачи лишь столько данных, сколько предписывает размер блока пассивного CPU (приемника данных).
- Пассивный CPU (приемник данных): Считывайте принимаемые данные из области приема, используя блокировку прерываний.

Ниже приведен пример ситуации, когда согласованная передача данных не может быть гарантирована, так как нарушено второе правило согласования: передаются 64 байта, хотя размер блока пассивного CPU (приемника данных) составляет только 32 байта.

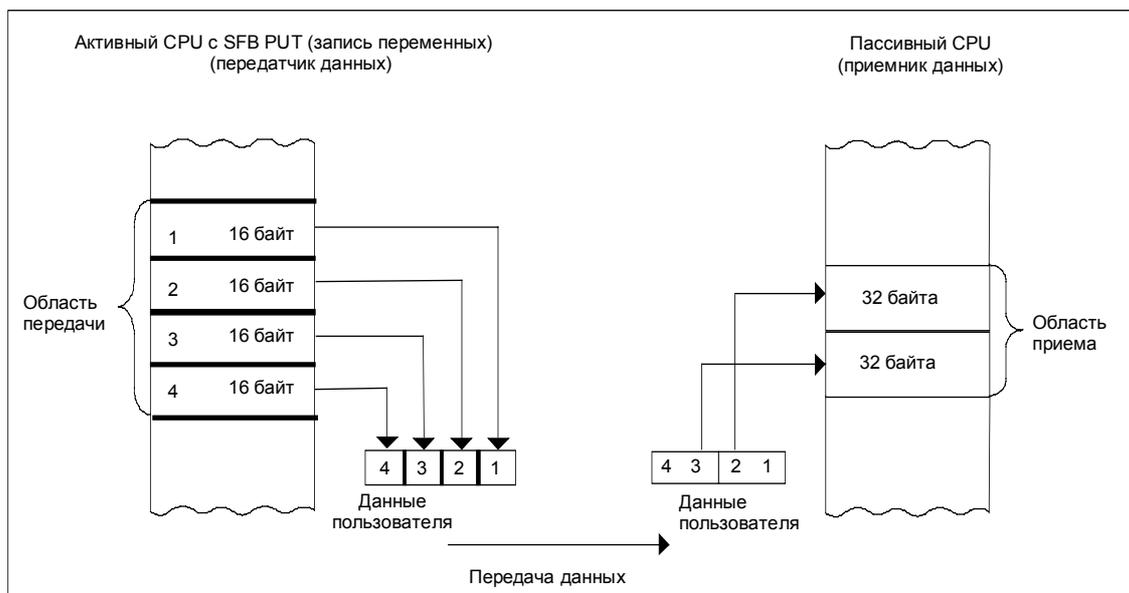


Рис. 4–10. Передача данных при отсутствии согласования

Согласованная передача больших блоков данных, охватывающих несколько переменных, может быть обеспечена в программе пользователя S7–400 с помощью системной функции SFC 81 «UBLKMOV» (uninterruptable block move = непрерываемое перемещение блока).

Затем к этим данным можно обращаться с сохранением согласованности с помощью, например, SFB 14 «GET», SFB 15 «PUT или чтение/запись переменных.

4.10.4 Согласованное чтение данных из стандартного slave-устройства DP и согласованная запись данных в стандартное slave-устройство DP

Согласованное чтение данных из стандартного slave-устройства DP с помощью SFC 14 «DPRD_DAT»

С помощью SFC 14 «DPRD_DAT» (чтение согласованных данных из стандартного slave-устройства DP) вы согласованно считываете данные стандартного slave-устройства DP.

Если при передаче данных не было ошибок, то считанные данные вводятся в целевую область, определенную через параметр RECORD.

Целевая область должна иметь такую же длину, какую вы запроектировали для выбранного модуля с помощью STEP 7.

При вызове SFC 14 вы можете каждый раз обратиться только к данным одного модуля или идентификатора DP, расположенным, начиная с запроектированного начального адреса.

Согласованная запись данных в стандартное slave-устройство DP с помощью SFC 15 «DPWR_DAT»

С помощью SFC 15 «DPWR_DAT» (запись согласованных данных в стандартное slave-устройство DP) вы согласованно передаете данные, указанные в RECORD, в стандартное slave-устройство DP.

Исходная область должна иметь такую же длину, какую вы запроектировали для выбранного модуля с помощью STEP 7.

Указание

Стандарт Profibus DP определяет верхние границы для передачи согласованных данных пользователя (см. следующий раздел). Обычно используемые стандартные slave-устройства DP соблюдают эти верхние границы. У более старых CPU (до 1999 года) были ограничения на передачу согласованных данных пользователя в зависимости от CPU. У этих CPU вы найдете максимальные длины данных, которые CPU может согласованно считать из стандартного slave-устройства DP или записать в стандартное slave-устройство DP в соответствующих технических данных под ключевым словом "DP Master * User data per DP slave [DP Master * Данные пользователя на одно slave-устройство DP]". Более современные CPU превосходят по этому показателю возможности приема и передачи стандартных slave-устройств DP.

Верхние границы для передачи согласованных данных пользователя на slave-устройство DP

Стандарт Profibus DP определяет верхние границы для передачи согласованных данных пользователя на slave-устройство DP.

Поэтому в slave-устройство DP можно согласованно передать в одном блоке не более 64 слов = 128 байтов данных пользователя.

При проектировании вы определяете величину согласованной области. Для этого в специальном идентификационном формате (SKF) вы можете установить максимальную длину согласованных данных 64 слова = 128 байт (128 байт для входов и 128 байт для выходов); размер блока данных не может превышать эту величину.

Эти верхние границы относятся только к чисто пользовательским данным. Диагностические данные и параметры группируются в полные записи данных и поэтому всегда передаются согласованно.

В общем идентификационном формате (AKF) максимальная длина согласованных данных может быть установлена равной 16 словам = 32 байтам (32 байта для входов и 32 байта для выходов); размер блока данных не может превышать эту величину.

В этой связи обратите внимание на то, что CPU 41x, действующий в общем случае как slave-устройство DP на master-устройстве другой фирмы (присоединение через GSD), должен конфигурироваться через общий идентификационный формат. Поэтому передаточная память CPU 41x, действующего в качестве slave-устройства DP, в PROFIBUS DP не может превышать 16 слов = 32 байт.

4.10.5 **Согласованный доступ к данным без использования SFC 14 или SFC 15**

Для перечисленных ниже CPU возможен согласованный доступ к данным размером > 4 байт без использования SFC 14 или SFC 15. Область данных slave-устройства DP, которая должна быть передана согласованно, передается в раздел образа процесса. Тогда данные в этой области всегда будут согласованы. Затем вы можете обратиться к этому разделу образа процесса с помощью команды загрузки или передачи (напр., L EW 1). Это особенно удобный и эффективный способ (малая загрузка рабочего цикла) доступа к согласованным данным. Это делает возможным эффективное присоединение и параметризацию таких устройств, как приводы и другие slave-устройства DP.

Это относится к CPU 41x–H с ПЗУ версии 3.0 или выше:

При непосредственном доступе (напр., L PEW или T PAW) ошибок доступа к периферии **не** возникает.

При переходе от решения, использующего SFC14/15, к решению, использующему образ процесса, важно следующее:

- При переходе от решения, использующего SFC14/15, к решению, использующему образ процесса, не рекомендуется использовать системные функции и образ процесса одновременно. В принципе, хотя образ процесса и обновляется при записи с помощью системной функции SFC15, этого не происходит при чтении. Т.е. не гарантируется согласованность между значениями из образа процесса и значениями системной функции SFC14.
- SFC 50 «RD_LGADR» выводит при использовании SFC 14/15 другую адресную область, чем при использовании образа процесса.
- Если вы используете CP 443–5 ext, то одновременное использование системных функций и образа процесса приводит к следующим ошибкам: невозможны чтение/запись в образ процесса и/или более невозможны чтение/запись с помощью SFC 14/15.

Пример:

Следующий пример (для раздела 3 образа процесса «TPA 3») возможное проектирование в HW Config:

- TPA 3 на выходе: Эти 50 байтов хранятся согласованно в разделе 3 образа процесса (ниспадающий список «Consistent over -> entire length [Согласовано по -> общей длине]») и поэтому могут быть считаны через нормальные команды «load input ху [вход загрузки ху]».
- Выбор в ниспадающем списке «Process Image Partition [Раздел образа процесса] -> ---» под входом означает: не сохраняйте в образе процесса. В этом случае обработка возможна только с помощью системных функций SFC14/15.

Properties - DP slave [Свойства – Slave-устройство DP]

Address / ID [Адрес / идентификатор]

I/O Type: **Out-input** [Непосредственный ввод] Direct Entry...

Output [Выход]

[Начало] Start:	[Адрес] Address:	[Длина] Length:	[Единица] Unit:	[Согласовано по] Consistent over:
0	0	50	Byte	Total length [Общая длина]
End: 49 [Конец]	Process image: PIP 3 [Образ процесса (раздел)]			

Input [Вход]

[Начало] Start:	[Адрес] Address:	[Длина] Length:	[Единица] Unit:	[Согласовано по] Consistent over:
0	0	20	Byte	Total length [Общая длина]
End: 19 [Конец]	Process image: ... [Образ процесса]			

Data for Specific Manufacturer: [Данные для конкретного изготовителя]
 (Maximum 14 bytes hexadecimal, separated by comma or blank space)
 [Максимум 14 байт в шестнадцатеричном формате, разделенных запятой или пробелом]

OK Cancel Help
 [Отменить] [Помощь]

Состояния и режимы работы системы

S7-400H

5

Эта глава дает введение в тематику отказоустойчивых систем S7-400H.

Вы познакомитесь с основными понятиями, которые используются при описании принципа действия отказоустойчивых систем.

После этого вы получите информацию о состояниях, в которых могут находиться отказоустойчивые системы. Эти состояния зависят от режимов отдельных отказоустойчивых CPU, которые будут описаны в следующем разделе.

При описании этих режимов работы делается упор на поведении, которое отличается от поведения стандартного CPU. Описание стандартного поведения CPU в соответствующем режиме работы вы найдете в руководстве *Программирование с помощью STEP 7*.

В последнем разделе приводятся данные об изменении временных характеристик отказоустойчивых CPU.

В разделе	Вы найдете	на стр.
5.1	Введение	5-2
5.2	Состояния системы S7-400H	5-4
5.3	Режимы работы CPU	5-5
5.4	Самотестирование	5-11
5.5	Временные характеристики	5-14
5.6	Анализ прерываний от процесса в системе S7-400H	5-14

5.1 Введение

S7–400H состоит из двух обеспечивающих резервирование подсистем, которые синхронизируются через волоконно-оптические кабели.

Эти две подсистемы образуют отказоустойчивую систему автоматизации, которая работает с двухканальной структурой (1–из–2) по принципу «активного резервирования».

Что означает активное резервирование ?

Активное резервирование, часто называемое также функциональным резервированием, означает, что все резервные ресурсы постоянно находятся в работе и одновременно задействованы в выполнении задачи управления.

Для S7–400H это значит, что в двух CPU находится абсолютно одинаковая программа пользователя, которая выполняется одновременно (синхронно) обоими CPU.

Соглашение

Для обозначения двух подсистем мы используем в этом описании традиционные для двухканальных отказоустойчивых систем понятия «главная» и «резервная». Резервная подсистема всегда работает так, что она синхронизирована с событиями в главной подсистеме, т.е. она не ожидает сбойной ситуации.

Различие между главным и резервным CPU важно, в первую очередь, чтобы обеспечить воспроизводимость реакций на ошибки. Так, например, резервный CPU переходит в состояние STOP при выходе из строя резервирующей связи, тогда как главный CPU остается в режиме RUN.

Назначение главный/резервный

Когда S7–400H включается впервые, CPU, запускаемый первым, становится главным CPU; другой CPU становится резервным.

Если назначение главный/резервный установлено, то оно сохраняется при одновременной подаче питания.

Назначение главный/резервный изменяется, если:

1. резервный CPU запускается раньше главного CPU (с интервалом не менее 3 с)
2. главный CPU выходит из строя или переходит в STOP, когда система находится в состоянии «Резервирование»
3. в режиме поиска ошибок ошибка не была обнаружена (см. также раздел 5.3.6)

Синхронизация подсистем

Главный и резервный CPU соединены волоконно-оптическими кабелями. Через это соединение оба CPU поддерживают управляемую событиями синхронную обработку программы.



Рис. 5-1. Синхронизация подсистем

Синхронизация выполняется автоматически операционной системой и не оказывает влияния на программу пользователя. Вы создаете свою программу так же, как вы привыкли это делать для стандартных CPU из S7-400.

Метод синхронизации, управляемой событиями

Для S7-400H был применен метод «синхронизации, управляемой событиями», запатентованный фирмой Siemens. Этот метод проверен на практике и уже применялся для контроллеров S5-115H и S5-155H.

Синхронизация, управляемая событиями, означает, что при любых событиях, которые могли бы привести к различным внутренним состояниям подсистем, выполняется синхронизация данных между главной и резервной подсистемами.

Главный и резервный CPU синхронизируются при:

- непосредственном обращении к периферии
- прерываниях
- актуализации таймеров пользователя, например, таймеров S7
- изменении данных коммуникационными функциями

Плавное продолжение работы даже при потере резервирования CPU

Синхронизация, управляемая событиями, обеспечивает в любой момент времени плавное продолжение работы даже при выходе из строя главного CPU.

Самотестирование

Неисправности и ошибки должны быть распознаны, локализованы и сообщены как можно быстрее. Поэтому в S7–400H реализованы обладающие широким диапазоном функции самотестирования, которые работают автоматически и полностью в фоновом режиме.

Тестируются следующие компоненты и функции:

- соединение между собой центральных устройств
- процессоры
- память
- периферийная шина

Если самотестирование обнаруживает ошибку, то отказоустойчивая система пытается устранить ее или подавить ее влияние.

5.2 Состояния системы S7–400H

Состояния системы S7–400H являются результатом режимов работы обоих CPU. Понятие «состояние системы» используется для получения упрощенного выражения, обозначающего одновременно существующие режимы работы обоих CPU.

Пример: Вместо выражения «главный CPU находится в режиме RUN, а резервный CPU в режиме установления связи (LINK–UP)» мы используем выражение «система S7–400H находится в состоянии установления связи».

Обзор состояний системы

В следующей таблице представлены возможные состояния системы S7–400H.

Таблица 5–1. Обзор состояний системы S7–400H

Состояния системы S7–400H	Режимы работы обоих CPU	
	Главный	Резервный
Стоп	STOP	STOP, обесточен, неисправен
Запуск	STARTUP	STOP, обесточен, неисправен, нет синхронизации
Одиночный режим	RUN	STOP, поиск неисправности, обесточен, неисправен, нет синхронизации
Установление связи	RUN	STARTUP (запуск), LINK–UP (установление связи)
Актуализация	RUN	UPDATE (актуализация)
Резервирование	RUN	RUN
Останов	HOLD	STOP, обесточен, неисправен

5.3 Режимы работы CPU

Режимы работы описывают поведение CPU в любой момент времени. Знание режимов работы CPU полезно для программирования запуска, тестирования и диагностики ошибок.

Режимы работы от включения питания до системного состояния «Резервирование»

Вообще говоря, оба CPU равноправны, так что любой из них может быть главным или резервным. На следующем рисунке для ясности предполагается, что главный CPU (CPU 0) включается раньше резервного CPU (CPU 1).

На рис. 5–2 рассматриваются режимы работы обоих CPU от включения питания до системного состояния «Резервирование». Состояния останова (HOLD) (см. раздел 5.3.5) и поиска ошибок (TROUBLESHOOTING) (см. раздел 5.3.6) не приведены, так как они занимают особое положение.

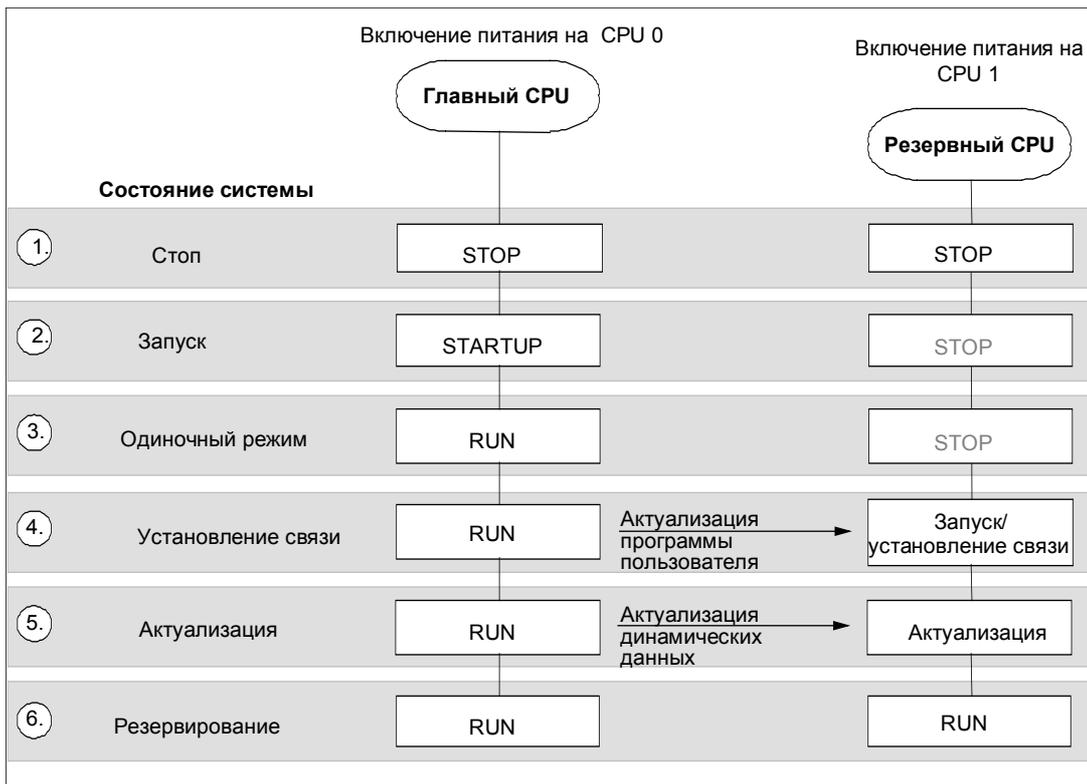


Рис. 5–2. Состояния и режимы работы отказоустойчивой системы

Пояснения к рис. 5-2

Таблица 5-2. Пояснения к рис. 5-2 Состояния и режимы работы отказоустойчивой системы

Пункт	Описание
1.	После включения питающего напряжения оба CPU (CPU 0 и CPU 1) находятся в состоянии STOP.
2.	CPU 0 переходит в режим запуска (STARTUP) и обрабатывает, в зависимости от типа запуска, OB 100 или OB 102. (см. также раздел 5.3.2)
3.	Если запуск был успешным, то главный CPU (CPU 0) переходит в одиночный режим (главный CPU обрабатывает программу пользователя один).
4.	Если резервный CPU (CPU 1) запрашивает установление связи (LINK-UP), то главный и резервный CPU сравнивают свои пользовательские программы. Если обнаруживаются расхождения, то главный CPU актуализирует программу пользователя резервного CPU. (См. раздел 5.3.3)
5.	После успешного установления связи начинается актуализация (см. раздел 6.2.2). В этот момент главный CPU обновляет динамические данные резервного CPU (динамические данные - это входы, выходы, таймеры, счетчики, биты памяти и блоки данных). После актуализации содержание памяти обоих CPU одинаково. (См. раздел 5.3.3)
6.	После актуализации главный и резервный CPU находятся в режиме RUN. Оба CPU синхронно обрабатывают программу пользователя. Исключение: при переключении главного и резервного CPU для изменения конфигурации или программы. Состояние «Резервирование» возможно только в том случае, если оба CPU относятся к одной и той же версии и имеют одну и ту же версию ПЗУ.

5.3.1 Состояние STOP

Кроме дополнений, описанных ниже, CPU S7-400H ведут себя в состоянии STOP точно так же, как стандартные CPU S7-400.

Когда оба CPU находятся в состоянии STOP, и вы хотите загрузить конфигурацию, вы должны обратить внимание на то, чтобы она была загружена в главный CPU. Только тогда системные блоки данных передаются в периферийные модули.

Сброс памяти

Сброс памяти всегда действует только на тот CPU, к которому эта функция применяется. Если вы хотите сбросить оба CPU, вы должны сделать это сначала для одного, а затем для второго.

5.3.2 Режим запуска

Кроме дополнений, описанных ниже, CPU S7–400H ведут себя в режиме запуска (STARTUP) точно так же, как стандартные CPU S7–400.

Виды запуска

Отказоустойчивые CPU делают различие между холодным и новым (теплым) пуском.

Повторный пуск отказоустойчивыми CPU не поддерживается.

Обработка запуска главным CPU

Запуск системы S7–400H обрабатывается исключительно главным CPU; резервный CPU в запуске не участвует.

При запуске главный CPU сравнивает существующую конфигурацию периферии с аппаратной конфигурацией, которую вы создали с помощью STEP 7. Если есть различия, то главный CPU реагирует так же, как это сделал бы стандартный CPU на S7–400.

Главный CPU проверяет и выполняет параметризацию

1. включенной периферии и
2. соответствующей ему односторонней, одноканальной периферии.

Дальнейшая информация

Подробную информацию о режиме запуска вы найдете в руководстве *Программирование с помощью STEP 7*.

5.3.3 Режимы установления связи и актуализации

Прежде чем отказоустойчивая система примет состояние «Резервирование», главный CPU проверяет и актуализирует содержимое памяти резервного CPU. (Исключение: при установлении связи и актуализации с последующим переключением на CPU с измененной конфигурацией).

Контроль и обновление содержимого памяти осуществляются в два этапа, которые выполняются последовательно и в дальнейшем будут называться «установление связи» и «актуализация».

При установлении связи и актуализации главный CPU всегда находится в режиме RUN, а резервный CPU в режиме установления связи (LINK–UP) или актуализации (UPDATE).

При установлении связи и актуализации делается различие, должно ли быть достигнуто системное состояние «Резервирование» или выполнено переключение главный/резервный (переключение главный/резервный для изменений конфигурации).

Подробную информацию о процессе установления связи и актуализации можно найти в разделе 6.2

5.3.4 Режим RUN

Кроме дополнений, описанных ниже, CPU S7–400H ведут себя в режиме RUN точно так же, как стандартные CPU S7–400.

Программа пользователя исполняется, по крайней мере, одним из двух CPU в следующих состояниях системы:

- одиночный режим
- установление связи, актуализация
- резервирование

Одиночный режим, установление связи, актуализация

В вышеназванных состояниях системы главный CPU находится в режиме RUN и выполняет программу пользователя один.

Состояние «Резервирование»

В состоянии «Резервирование» главный и резервный CPU находятся в режиме RUN. Оба CPU выполняют программу пользователя синхронно и производят взаимный контроль.

В состоянии «Резервирование» нет возможности тестировать программу пользователя с помощью точек останова.

Состояние «Резервирование» возможно только в том случае, если оба CPU относятся к одной и той же версии и имеют одну и ту же версию ПЗУ. Выход из этого состояния происходит при возникновении ошибок, причины которых приведены в таблице 5–3.

Таблица 5–3. Причины ошибок, ведущих к выходу из состояния резервирования

Причина ошибки	Реакция
Выход из строя одного CPU	см. раздел 10.1.1
Выход из строя связи, обеспечивающей резервирование (синхронизационный модуль или волоконно-оптический кабель)	см. раздел 10.1.5
Ошибка при сравнении ОЗУ (ошибка сравнения)	см. раздел 5.3.6

Модули, используемые для резервирования

В состоянии «Резервирование» действует следующее правило:

Модули, используемые для резервирования (например, интерфейсный модуль slave-устройства DP IM 153-2), должны быть идентичными, т.е. у них должны быть один и тот же заказной номер, одна и та же версия продукта и одна и та же версия ПЗУ.

5.3.5 Режим останова (HOLD)

Кроме дополнений, описанных ниже, CPU S7-400H ведут себя в режиме останова (HOLD) точно так же, как стандартные CPU S7-400.

Режим HOLD является особым случаем. Он используется только для целей тестирования.

Когда возможен режим HOLD?

Режим HOLD достижим только из режима запуска (STARTUP) и из режима RUN при одиночной работе.

Свойства

- Когда отказоустойчивый CPU находится в режиме HOLD, установление связи и актуализация невозможны; резервный CPU остается в состоянии STOP с диагностическим сообщением.
- Если отказоустойчивая система находится в состоянии резервирования, точки останова не могут быть установлены.

5.3.6 Режим поиска ошибок (TROUBLESHOOTING)

Во время самотестирования производится сравнение главного и резервного CPU. Если тест обнаруживает разницу, то появляется сообщение об ошибке. Возможными ошибками являются неисправности аппаратуры, ошибки контрольной суммы и ошибки сравнения ОЗУ и образа процесса на выходах.

Режим поиска ошибок запускается следующими событиями:

1. Если в режиме резервирования происходит односторонний вызов OB 121 (только на одном CPU), то предполагается, что произошла аппаратная ошибка, и этот CPU переходит в режим поиска ошибок. Второй CPU становится, если это необходимо, главным, и продолжает работу в одиночном режиме.
2. Если в режиме резервирования происходит ошибка контрольной суммы только на одном CPU, то этот CPU переходит в режим поиска ошибок. Второй CPU становится, если это необходимо, главным, и продолжает работу в одиночном режиме.
3. Если в режиме резервирования происходит ошибка сравнения ОЗУ и образа процесса на выходах, то резервный CPU переходит в режим поиска ошибок (реакция по умолчанию), а главный CPU продолжает работу в одиночном режиме.

Реакция на ошибку сравнения ОЗУ и образа процесса на выходах может быть изменена при проектировании (напр., резервный CPU переходит в состояние STOP).

Целью режима поиска ошибок является обнаружение и локализация неисправного CPU. Во время поиска ошибок резервный CPU выполняет полное самотестирование; главный CPU остается в режиме RUN.

Если ошибка обнаружена, то CPU переходит в режим DEFECTIVE [неисправен]. Если ошибка не обнаружена, то CPU подключается снова. Отказоустойчивая система снова переходит в состояние резервирования. Затем происходит автоматическое переключение главный/резервный. Это гарантирует, что при обнаружении следующей ошибки в режиме поиска ошибок аппаратура прежнего главного CPU будет тестироваться.

В режиме поиска ошибок обмен данными невозможен.

Дальнейшую информацию о самотестировании вы найдете в разделе 5.4.

5.4 Самотестирование

Обработка самотестирования

После небуферизованной подачи питания (напр., подача питания при первом включении CPU в сеть или подача питания без буферной батареи) и в режиме поиска ошибок CPU выполняет всю программу самотестирования. Время выполнения полного самотестирования зависит от конфигурации S7-400H и составляет приблизительно от 90 до 220 с.

В режиме RUN операционная система делит программу самотестирования на небольшие сегменты (кванты тестирования), которые обрабатываются в течение ряда циклов. Циклическое самотестирование организовано так, что оно выполняется один раз до конца в течение определенного времени. По умолчанию это время составляет 90 минут и может быть изменено при проектировании.

Реакция на ошибки при самотестировании

Если в результате самотестирования обнаруживается ошибка, то происходит следующее:

Таблица 5-4. Реакция на ошибки при самотестировании

Вид ошибки	Реакция системы
Неисправность аппаратуры (без одностороннего вызова OB 121)	Неисправный CPU переходит в режим DEFECTIVE [неисправен]. Отказоустойчивая система переходит в одиночный режим. Причина ошибки вносится в диагностический буфер.
Неисправность аппаратуры с односторонним вызовом OB 121	CPU с односторонним OB 121 переходит в режим поиска ошибок. Отказоустойчивая система переходит в одиночный режим (см. ниже).
Ошибка сравнения ОЗУ или образа процесса на выходах	Причина ошибки вносится в диагностический буфер. Принимается запроецированное состояние системы или режим работы (см. ниже).
Ошибка контрольной суммы	Реакция зависит от ситуации, в которой была обнаружена ошибка (см. ниже).

Неисправность аппаратуры с односторонним вызовом OB 121

Если неисправность аппаратуры с односторонним вызовом OB 121 возникает впервые после предыдущего небуферизованного включения питания, то неисправный CPU переходит в режим поиска ошибок. Отказоустойчивая система переходит в одиночный режим. Причина ошибки вносится в диагностический буфер.

Если неисправность аппаратуры с односторонним вызовом OB 121 возникает снова в течение 7 дней, то неисправный CPU переходит в режим DEFECTIVE [неисправен]. Отказоустойчивая система переходит в одиночный режим.

Ошибка сравнения ОЗУ и образа процесса на выходах

Если при самотестировании обнаруживается ошибка сравнения ОЗУ или образа процесса на выходах, то отказоустойчивая системы выходит из состояния резервирования, а резервный CPU переходит в режим поиска ошибок (запроектировано по умолчанию). Причина ошибки вносится в диагностический буфер.

Реакция на повторяющуюся ошибку сравнения ОЗУ или образа процесса на выходах зависит от того, возникает ли ошибка в следующем цикле самотестирования или только позднее.

Таблица 5–5. Реакция на повторяющуюся ошибку сравнения

Ошибка сравнения происходит снова ...	Реакция
в первом цикле самотестирования после поиска ошибок	Резервный CPU переходит в режим поиска ошибок, а затем в STOP. Отказоустойчивая система переходит в одиночный режим.
после двух или более циклов самотестирования после поиска ошибок	Резервный CPU переходит в режим поиска ошибок. Отказоустойчивая система переходит в одиночный режим.

Ошибка контрольной суммы

Если ошибка контрольной суммы происходит впервые после небуферизованного включения питания, то система реагирует следующим образом:

Таблица 5–6. Реакция на ошибку контрольной суммы

Время обнаружения	Реакция системы
При тестировании во время запуска после подачи питания	Неисправный CPU переходит в режим DEFECTIVE [неисправен]. Отказоустойчивая система переходит в одиночный режим.
При циклическом самотестировании (STOP или одиночный режим)	Ошибка исправляется. CPU остается в состоянии STOP или в одиночном режиме.

Таблица 5–6. Реакция на ошибку контрольной суммы, продолжение

Время обнаружения	Реакция системы
При циклическом самотестировании (состояние резервирования)	Ошибка исправляется. Неисправный CPU переходит в режим поиска ошибок. Отказоустойчивая система переходит в одиночный режим.
В режиме поиска ошибок	Неисправный CPU переходит в режим DEFECTIVE [неисправен]. Отказоустойчивая система переходит в одиночный режим.

Причина ошибки вносится в диагностический буфер.

Если ошибка контрольной суммы повторяется в течение 7 дней, то неисправный CPU переходит в режим DEFECTIVE [неисправен], а отказоустойчивая система переходит в одиночный режим.

В отказобезопасной системе отказобезопасная программа уже при первом возникновении ошибки контрольной суммы в состоянии STOP или в одиночном режиме сообщает, что самотестирование обнаружило ошибку. Как отказобезопасная программа реагирует на это, описано в руководстве *Automation Systems S7-400F and S7-400FH [Системы автоматизации S7-400F и S7-400FH]*.

Воздействие на циклическое самотестирование

С помощью SFC 90 H_CTRL вы можете оказывать влияние на объем и выполнение циклического самотестирования. Например, вы можете удалять или заменять отдельные компоненты теста. Кроме того, определенные компоненты теста могут быть явно вызваны и запущены на выполнение.

Подробную информацию об SFC 90 H_CTRL вы найдете в руководстве *Системное программное обеспечение для S7-300/400, Системные и стандартные функции*.

Внимание

У отказобезопасных систем циклическое самотестирование не может быть заблокировано, а затем снова разблокировано. Более подробную информацию можно найти в руководстве *S7-400F and S7-400FH Programmable Controllers [Программируемые контроллеры S7-400F и S7-400FH]*.

5.5 Временные характеристики

Времена выполнения команд

Времена выполнения команд STEP 7 вы найдете в списке команд для CPU S7–400.

Обработка прямых обращений к периферии

Обратите, пожалуйста, внимание на то, что каждое обращение к периферии требует синхронизации двух подсистем, что приводит к удлинению времени цикла.

Поэтому в своей пользовательской программе следует избегать прямого обращения к периферии, а использовать вместо этого доступ через образы процесса (или разделы образа процесса, например, для циклических прерываний). Это увеличивает производительность, так как при использовании образов процесса всегда можно одновременно синхронизировать весь набор значений.

Время реакции

Подробную информацию о расчете времен реакции вы найдете в справочном руководстве *Система автоматизации S7-400, M7-400. Данные модулей*.

Обратите внимание, что актуализация резервного CPU увеличивает время реакции на прерывание (см. также раздел 6.3.1).

Время реакции на прерывание зависит от класса приоритета, так как при актуализации производится поэтапная задержка прерываний.

5.6 Анализ прерываний от процесса в системе S7–400H

При использовании в системе S7–400H модулей, генерирующих прерывания от процесса, может оказаться, что данные процесса, которые могут быть считаны в ОВ прерываний от процесса при прямом доступе, не соответствуют данным процесса в момент прерывания. Вместо этого проанализируйте в ОВ прерываний от процесса временные переменные (стартовую информацию).

Поэтому при использовании модуля SM 321–7BH00, генерирующего прерывания от процесса, нецелесообразно по-разному реагировать через один и тот же вход на нарастающий и падающий фронт сигнала, так как это потребовало бы прямого обращения к периферии. Если вы в своей прикладной программе хотите по-разному реагировать на оба фронта сигнала, то приложите этот сигнал к двум входам, принадлежащим разным группам каналов, и параметризуйте один вход для реакции на нарастающий фронт, а другой вход для реакции на падающий фронт.

Установление связи и актуализация

6

В разделе	Вы найдете	на стр.
6.1	Воздействия при установлении связи и актуализации	6–2
6.2	Процесс установления связи и актуализации	6–3
6.3	Контроль времени	6–15
6.4	Особенности при установлении связи и актуализации	6–28

6.1 Воздействия при установлении связи и актуализации

Установление связи и актуализация отображаются светодиодами REDF на обоих CPU. При установлении связи эти светодиоды мигают с частотой 0,5 Гц, а при актуализации с частотой 2 Гц.

Установление связи и актуализация оказывают различные воздействия на выполнение программы пользователя и коммуникационные функции.

Таблица 6–1. Свойства связи и актуализации

Процесс	Установление связи	Актуализация
Выполнение программы пользователя	Обрабатываются все классы приоритета (ОВ).	Обработка классов приоритета задерживается частями. Выполнение всех требований восполняется после актуализации. Подробности вы найдете в следующих разделах.
Удаление, загрузка, создание и сжатие блоков	Блоки не могут удаляться, загружаться, создаваться и сжиматься. Если эти действия как раз выполняются, то установление связи и актуализация невозможны.	Блоки не могут удаляться, загружаться, создаваться и сжиматься.
Выполнение коммуникационных функций, управление с помощью PG	Коммуникационные функции выполняются.	Выполнение этих функций ограничивается и задерживается частями. Выполнение задержанных функций наверстывается после актуализации. Подробности вы найдете в следующих главах.
Самотестирование CPU	Не выполняется	Не выполняется
Функции тестирования и ввода в действие, например, «Наблюдение и управление переменными», «Контроль (вкл/выкл)»	Функции тестирования и ввода в действие невозможны. Если эти действия как раз выполняются, то установление связи и актуализация невозможны.	Функции тестирования и ввода в действие невозможны.
Обработка соединений с главным CPU	Все соединения сохраняются; создание новых соединений невозможно.	Все соединения сохраняются; создание новых соединений невозможно. Разорванные соединения восстанавливаются только после актуализации
Обработка соединений с резервным CPU	Все соединения разрываются; создание новых соединений невозможно.	Все соединения уже разорваны. Разрыв произошел при установлении связи.

6.2 Процесс установления связи и актуализации

Имеются два вида установления связи и актуализации:

- При «нормальном» установлении связи и актуализации отказоустойчивая система должна быть переведена из одиночного режима в состояние **резервирования**. После этого оба CPU синхронно обрабатывают одну и ту же программу.
- При установлении связи и актуализации с **переключением главный/резервный** управление процессом может взять на себя второй CPU с измененными компонентами. Может быть изменена аппаратная конфигурация, конфигурация памяти или операционная система.
Чтобы вернуться в состояние резервирования, должны быть последовательно выполнены «нормальное» установление связи и актуализация.

Как запустить установление связи и актуализацию

Начальная ситуация: Одиночный режим, т.е. только один из CPU отказоустойчивой системы, соединенных между собой волоконно-оптическими кабелями, находится в режиме RUN.

Установление связи и актуализация для перехода в состояние резервирования могут быть инициированы следующим образом:

- Перевод переключателя режимов работы на резервном CPU из STOP в RUN или RUN-P
- Включение питания на резервном CPU (положение переключателя режимов работы RUN или RUN-P), если перед выключением питания CPU не находился в состоянии STOP
- Управление на PG/ES.

Установление связи и актуализацию с переключением главный/резервный можно запустить только с помощью управления оператора на PG/ES.

Внимание

Если установление связи и актуализация на резервном CPU были прерваны (например, из-за выключения питания или перехода в STOP), то несогласованность данных может привести к появлению запроса на сброс памяти этого CPU. После сброса памяти резервного CPU установление связи и актуализация снова становятся возможными

Диаграмма процесса установления связи и актуализации

На следующем рисунке в общих чертах представлен процесс установления связи и актуализации. В исходном состоянии главный CPU находится в одиночном режиме. На рисунке предполагается, что главным является CPU 0.

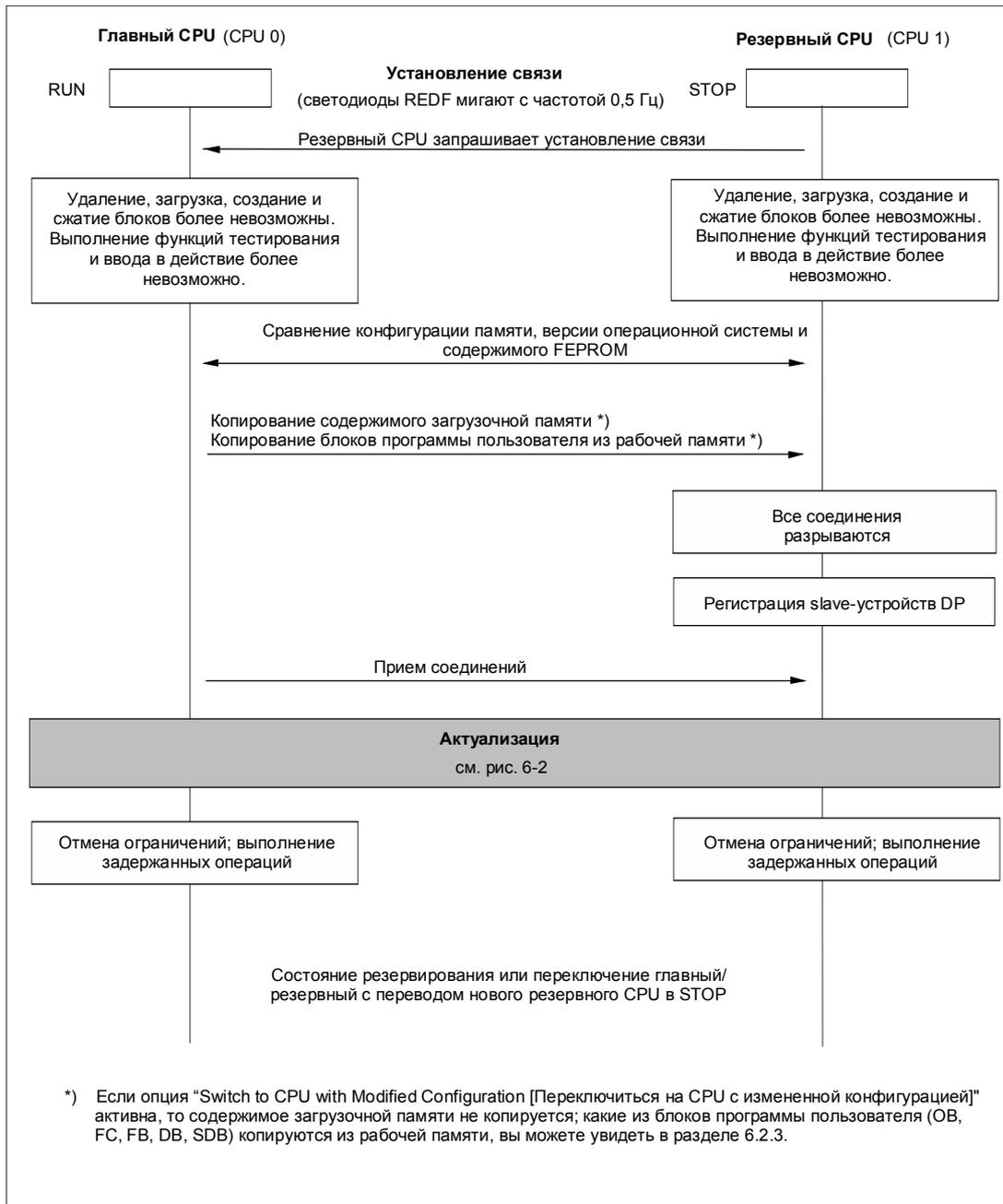


Рис. 6–1. Процесс установления связи и актуализации

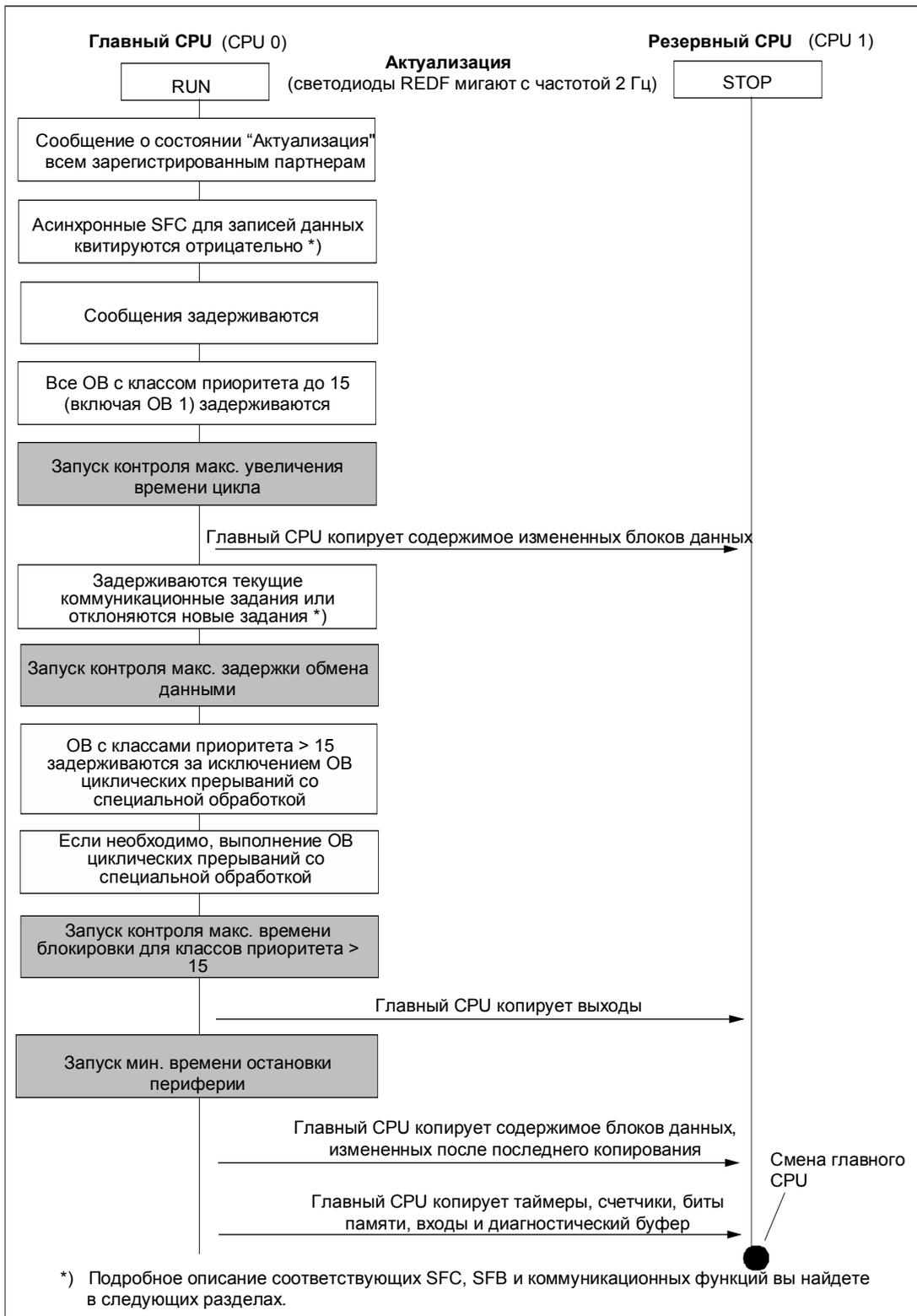


Рис. 6–2. Процесс актуализации

Минимальная длительность входных сигналов во время актуализации

Во время актуализации обработка программы на определенное время останавливается (позже мы обсудим эту тему более подробно). Чтобы изменение входного сигнала могло быть надежно обнаружено CPU даже во время актуализации, должны быть выполнены следующие условия:

- Мин. длительность сигнала > 2 × время актуализации периферии (только для DP)
- + интервал вызова класса приоритета
- + время обработки программы класса приоритета
- + время для актуализации
- + время обработки программ, имеющих более высокий класс приоритета

Пример:

Минимальная длительность входного сигнала, анализируемая в классе приоритета > 15 (например, OB 40).

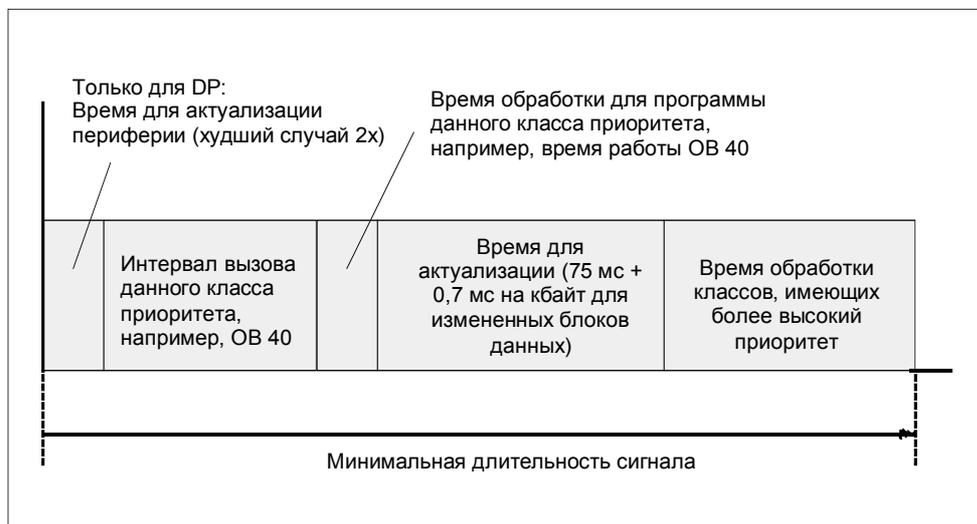


Рис. 6–3. Пример минимальной длительности входного сигнала во время актуализации

6.2.1 Процесс установления связи

В процессе установления связи следует различать, нужно ли системе перейти в состояние резервирования, или нужно главный CPU сделать резервным и наоборот (произвести переключение главный/резервный).

Установление связи для перехода в состояние резервирования

Чтобы исключить различия в обеих подсистемах, главный и резервный CPU выполняют следующие сравнения.

Проверяются:

1. идентичность конфигураций памяти
2. идентичность версий операционных систем
3. идентичность содержимого загрузочной памяти (плата флэш-ПЗУ)
4. идентичность содержимого загрузочной памяти (встроенное статическое ОЗУ и плата ОЗУ)

Если 1., 2. или 3. не одинаковы, то резервный CPU переходит в STOP с сообщением об ошибке.

Если не одинаковы 4., то главный CPU копирует программу пользователя в загрузочную память из своего ОЗУ в резервный CPU.

Программа пользователя, находящаяся в загрузочной памяти флэш-ПЗУ, не копируется. Она должна быть идентична уже до установления связи.

Установление связи с переключением главный/резервный

В STEP 7 вы можете выбрать одну из следующих опций и деблокировать тем самым:

- «Switch to CPU with modified configuration [Переключение на CPU с измененной конфигурацией]»
- «Switch to CPU with expanded memory configuration [Переключение на CPU с расширенной конфигурацией памяти]»

Опция «Switch to CPU with modified operating system [Переключение на CPU с измененной операционной системой]» не может быть использована с существовавшими до сих пор версиями операционных систем.

Переключение на CPU с измененной конфигурацией

Вы могли изменить на резервном CPU:

- аппаратную конфигурацию
- вид загрузочной памяти (напр., заменить плату ОЗУ платой FLASH-памяти); новая загрузочная память может быть больше или меньше старой.

При установлении связи блоки из главного CPU в резервный не копируются (точное положение вещей писано в разделе 6.2.3.).

Шаги, которые необходимо выполнить в вышеупомянутых сценариях (изменение аппаратной конфигурации, изменение вида загрузочной памяти), описаны в главе 11.

Замечание

Если вы не изменяли ни аппаратную конфигурацию, ни вид загрузочной памяти на резервном CPU, переключение главный/резервный все же выполняется, и прежний главный CPU переходит в состояние STOP.

Переключение на CPU с расширенной конфигурацией памяти

Вы могли выполнить на резервном CPU следующие изменения памяти:

- увеличение рабочей памяти и/или
- увеличение загрузочной памяти. При этом модули загрузочной памяти должны быть одного вида, т.е. платы ОЗУ или платы FLASH-памяти; у плат FLASH-памяти содержимое должно совпадать.

При установлении связи блоки программы пользователя (OB, FC, FB, DB, SDB) главного CPU копируются из загрузочной и рабочей памяти в резервный CPU (исключение: если модули загрузочной памяти являются платами флэш-памяти, то копируются только блоки из рабочей памяти).

Шаги, которые необходимо выполнить в вышеупомянутых сценариях (увеличение рабочей памяти, увеличение загрузочной памяти), описаны в главе 11.

Внимание

Если вы изменили вид загрузочной памяти или операционную систему на резервном CPU, то он не перейдет в RUN, а вернется в состояние STOP с соответствующей записью в диагностическом буфере.

Если вы не увеличили ни рабочую, ни загрузочную память на резервном CPU, то он не перейдет в RUN, а вернется в состояние STOP с соответствующей записью в диагностическом буфере.

Переключение главный/резервный не выполняется, и CPU, который до сих пор был главным, останется в режиме RUN.

6.2.2 Процесс актуализации

Что происходит при актуализации?

При актуализации обработка коммуникационных функций и ОВ ограничивается частями. Точно также, все динамические данные (содержимое блоков данных, таймеры, счетчики и биты памяти) передаются в резервный CPU.

Процесс актуализации происходит следующим образом:

1. Все асинхронно исполняющиеся SFC, которые обращаются к записям данных периферийных модулей (SFC 13, 51 и 55–59), до конца актуализации получают «отрицательное» квитирование:
 - Текущее задание возвращает BUSY = TRUE. Оно полностью выполняется по окончании актуализации.
 - Задание, которое прерывается во время актуализации, по окончании актуализации возвращает значение W#16#80C3 (SFC 13, 55–59) или W#16#8085 (SFC 51). Задания, возвращающие эти значения, по окончании актуализации должны быть повторены программой пользователя.
 - Задание, которое вы захотите запустить во время актуализации, отвергается с возвращаемым значением W#16#80C3 (SFC 13, 55–59) или W#16#8085 (SFC 51). Задания, возвращающие эти значения, по окончании актуализации должны быть повторены программой пользователя.
2. Функции сообщений задерживаются до конца актуализации (см. следующий список).
3. Выполнение ОВ 1 и всех ОВ до класса приоритета 15 включительно задерживается.

В случае циклических прерываний генерирование новых запросов ОВ блокируется, так что новые циклические прерывания не сохраняются и, следовательно, не возникает новых ошибок запроса.

Только по окончании актуализации генерируется и обрабатывается максимум один запрос для каждого ОВ циклических прерываний. Метка времени циклических прерываний, сгенерированных с задержкой, не может быть проанализирована.
4. Передача содержимого всех блоков данных, которые были изменены после установления связи.
5. Задания на обмен данными, из которых CPU сам выводит задания для других модулей (напр., периферии), получают отрицательное квитирование (см. следующий список).
6. Инициализирующие вызовы (т.е. вызовы, которые имеют следствием манипуляции с рабочей памятью, см. также *Системное программное обеспечение для S7–300/400, Системные и стандартные функции*) коммуникационных функций квитированы отрицательно. Все остальные коммуникационные функции задерживаются и выполняются по окончании актуализации.

7. Блокируется генерирование новых запросов ко всем ОВ (в том числе также и к имеющим класс приоритета > 15), так что новые прерывания не сохраняются и, следовательно, не происходит ошибок запроса.

Прерывания, находящиеся в очереди, снова запрашиваются и обрабатываются только по окончании актуализации. Метка времени прерываний, сгенерированных с задержкой, не может быть проанализирована.

Обработка программы пользователя и актуализация периферии больше не выполняются.

8. Генерирование стартового события для ОВ циклических прерываний со специальной обработкой, если его класс приоритета > 15, и исполнение этого ОВ, если необходимо.

Замечание

ОВ циклических прерываний со специальной обработкой имеют значение прежде всего в тех случаях, когда вам нужно в течение определенного времени обратиться к модулям или сегментам программы. Это типично для отказоустойчивых систем. Подробности см. в руководствах *S7-400F and S7-400FH Programmable Controllers [Программируемые контроллеры S7-400F и S7-400FH]* и *S7-300 Programmable Controllers; Fail-Safe Signal Modules [Программируемые контроллеры S7-300; Отказоустойчивые сигнальные модули]*.

9. Передача выходов и всего содержимого блоков данных, которые снова были изменены. Передача таймеров, счетчиков, битов памяти и входов. Передача диагностического буфера.

Во время этой синхронизации данных тактовые импульсы для циклических прерываний, прерываний с задержкой и таймеров S7 останавливаются. Это приводит к потере возможно существовавшей синхронности между циклическими прерываниями и прерываниями по времени.

10. Отмена всех ограничений. Выполняются задержанные прерывания и коммуникационные функции. Все ОВ снова обрабатываются.

Для задержанных ОВ циклических прерываний не гарантируется эквидистантность по отношению к предыдущим вызовам.

Внимание

Прерывания от процесса и диагностические прерывания сохраняются периферией. Если такие прерывания были установлены модулями децентрализованной периферии, то они выполняются после снятия блокировки. Если они были установлены модулями центральной периферии, то все они могут быть воспроизведены только в том случае, если запрос на одно и то же прерывание во время блокировки не выдавался несколько раз.

Если из PG/ES был сделан запрос на переключение главный/резервный, то по окончании актуализации CPU, бывший ранее резервным, становится главным, а CPU, бывший ранее главным, переходит в состояние STOP. В противном случае оба CPU переходят в RUN (состояние резервирования) и выполняют программу пользователя синхронно.

Если было выполнено переключение главный/резервный, то в первом цикле после актуализации OB 1 имеет свой собственный идентификатор (см. справочное руководство *Системное программное обеспечение для S7-300/400, системные и стандартные функции*). О других особенностях, связанных с изменением конфигурации, см. раздел 6.2.3.

Задержанные функции сообщений

Перечисленные SFC, SFB и служебные программы операционной системы запускают сообщения всем зарегистрированным в каждом случае партнерам. После начала актуализации эти функции задерживаются.

- SFC 17 «ALARM_SQ», SFC 18 «ALARM_S», SFC 107 «ALARM_DQ», SFC 108 «ALARM_D»
- SFC 52 «WR_USMSG»
- SFB 31 «NOTIFY_8P», SFB 33 «ALARM», SFB 34 «ALARM_8», SFB 35 «ALARM_8P», SFB 36 «NOTIFY», SFB 37 «AR_SEND»
- Состояния
- Системные диагностические сообщения

Задания на блокировку и деблокировку сообщений с помощью SFC 9 «EN_MSG» и SFC 10 «DIS_MSG», начиная с этого момента, отклоняются с отрицательным возвращаемым значением.

Коммуникационные функции с вторичными заданиями

Если CPU получает одно из перечисленных ниже заданий, он, в свою очередь, должен генерировать из них коммуникационные задания и посылать их другим модулям. Это могут быть, например, команды на запись в модули децентрализованной периферии или чтение из них записей данных для параметризации. Эти задания отклоняются вплоть до завершения актуализации.

- Запись и чтение записей данных с помощью функций визуализации
- Чтение записей данных через списки состояний системы (SSL)
- Блокировка и деблокировка сообщений
- Регистрация и отмена регистрации сообщений
- Квитирование сообщений

Замечание

Последние три функции регистрируются системой WinCC и автоматически повторяются по окончании актуализации.

6.2.3 Переключение на CPU с измененной конфигурацией

Если процедура установления связи и актуализации была запущена из STEP 7 с помощью опции «Switch to CPU with modified configuration [Переключение на CPU с измененной конфигурацией]», то этот процесс отличается от обработки содержимого памяти.

Загрузочная память

Компоненты загрузочной памяти не копируются в резервный CPU из главного CPU.

Рабочая память

Следующие компоненты передаются из рабочей памяти главного CPU в резервный CPU:

- Содержимое всех блоков данных, которые имеют одинаковую метку времени интерфейса в той и другой загрузочной памяти и у которых не установлены атрибуты «Read Only [только чтение]» и «unlinked [не связан]».
- Блоки данных, сгенерированные SFC в главном CPU.
Блоки данных, сгенерированные SFC в резервном CPU, стираются.
Если в загрузочной памяти резервного CPU содержится блок данных с таким же номером, то установление связи прерывается с записью в диагностический буфер.
- Образы процесса, таймеры, счетчики и биты памяти
- Диагностический буфер
Если диагностический буфер в резервном CPU спроектирован меньше, чем в главном CPU, то передается лишь такое количество записей, на которое спроектирован резервный CPU. Для этого из главного CPU выбираются самые новые записи.

Если памяти недостаточно, то установление связи прерывается с записью в диагностический буфер.

Если были изменены блоки данных, содержащие экземпляры SFB S7-связи, то эти экземпляры возвращаются в состояние, в котором они находились перед первым вызовом.

Замечание

При переключении на CPU с измененной конфигурацией загрузочная память главного и резервного CPU могут иметь различные размеры.

6.2.4 Блокировка установления связи и актуализации

Установка связи и актуализация связаны с увеличением времени цикла. В нем есть интервал времени, в котором не выполняется актуализация периферии (см. раздел 6.3 «Контроль времени»). Это особенно нужно принимать во внимание в тех случаях, если используется децентрализованная периферия, и после актуализации производится замена главного CPU резервным и наоборот (переключение главный/резервный) (т.е. при изменении конфигурации во время работы).



Предостережение

Выполняйте установку связи и актуализацию только в не критических состояниях процесса.

Чтобы самому задать время начала установления связи и актуализации, в вашем распоряжении имеется функция SFC 90 «H_CTRL». Подробное описание этой SFC вы найдете в руководстве *Системное программное обеспечение для S7-300/400, Системные и стандартные функции*.

Внимание

Если процесс допускает увеличение времени цикла в любой момент времени, то в вызове SFC 90 «H_CTRL» нет необходимости.

Во время установления связи и актуализации самотестирование CPU не выполняется. Поэтому у отказобезопасных систем обратите внимание на то, чтобы не затягивать процесс актуализации на слишком большой интервал времени. За дополнительными подробностями обратитесь к руководству *S7-400F and S7-400FH Programmable Controllers [Программируемые контроллеры S7-400F и S7-400FH]*.

Пример процесса, критического ко времени

Пусть каретка с кулачком длиной 50 мм движется вдоль оси с постоянной скоростью $v = 10 \text{ км/час} = 2,78 \text{ м/с} = 2,78 \text{ мм/мс}$. На оси находится выключатель. Таким образом, выключатель активизируется кулачком в течение интервала времени $\Delta t = 18 \text{ мс}$.

Чтобы активизация выключателя могла быть распознана CPU, время блокировки для классов приоритета > 15 (определение см. ниже) должно быть заметно меньше 18 мс.

Так как в STEP 7 для классов приоритета > 15 можно установить максимальное время блокировки только 0 мс или значение между 100 и 60000 мс, то вы должны воспользоваться одним из следующих мероприятий:

- Перенесите начало установления связи и актуализации на время, когда состояние процесса не является критическим. Для этого воспользуйтесь SFC 90 «H_CTRL» (см. выше).
- Используйте значительно более длинный кулачок и/или значительно уменьшите скорость перемещения каретки перед тем, как она достигнет выключателя.

6.3 Контроль времени

Во время актуализации обработка программы останавливается на определенный интервал времени. Раздел 6.3 имеет значение для вас, если этот интервал критичен для вашего процесса. Если это так, запроектируйте описанные ниже времена контроля.

Во время актуализации отказоустойчивая система контролирует, чтобы увеличение времени цикла, задержка связи и время блокировки для классов приоритета > 15 не превысили запроектированные вами максимальные значения; одновременно она обеспечивает соблюдение запроектированного минимального времени останова периферии.

Внимание

Если вы не задали значений для времен контроля, то вы должны учесть актуализацию во времени контроля цикла. В этом случае, если актуализация прерывается, то отказоустойчивая система переходит в одиночный режим: CPU, который был до сих пор главным, остается в режиме RUN, а резервный CPU переходит в состояние STOP.

Вы можете запроектировать все времена контроля или ни одного.

При проектировании времен контроля вы приняли во внимание технологические требования.

Ниже времена контроля разъясняются более подробно.

- Максимальное увеличение времени цикла
 - Увеличение времени цикла: интервал во время актуализации, в течение которого не выполняется ОВ 1 (а также и другие ОВ с классом приоритета до 15). На этом интервале «нормальный» контроль времени не действует.
 - Максимальное увеличение времени цикла: максимально допустимое увеличение времени цикла, которое вы запроектировали.
- Максимальная задержка связи
 - Задержка связи: интервал во время актуализации, в течение которого не выполняются коммуникационные функции. (Примечание: существующие коммуникационные связи главного CPU сохраняются.)
 - Максимальная задержка связи: максимально допустимая задержка связи, которую вы запроектировали.
- Максимальное время блокировки классов приоритета > 15
 - Время блокировки классов приоритета > 15: интервал во время актуализации, в течение которого никакие ОВ не выполняются (таким образом, не выполняется и программа пользователя) и больше не производится актуализация периферии.
 - Максимальное время блокировки классов приоритета > 15: максимально допустимое время блокировки, которое вы запроектировали для классов приоритета > 15.

- Минимальное время останова периферии:
 Это интервал времени между копированием выходов из главного CPU в резервный и моментом времени перехода в состояние резервирования или переключения главный/резервный (момент времени, когда бывший главный CPU переходит в состояние STOP, а новый главный CPU переключается в режим RUN). В течение этого времени управляются выходы обоих CPU. Это предотвращает отключение периферии даже в случае актуализации с переключением главный/резервный. Минимальное время останова периферии имеет особое значение при актуализации с переключением главный/резервный. Если минимальное время останова периферии вы спроектируете равным 0, то при изменении системы во время работы выходы могут отключиться.

Моменты запуска различных видов контроля времени показаны на рис. 6–2 (блоки с серым фоном). В любом случае эти времена завершаются, когда достигается состояние резервирования системы или происходит переключение главный/резервный (т.е. когда новый главный CPU переходит в режим RUN) в конце актуализации.

На следующем рисунке представлены времена, имеющие значение при актуализации.

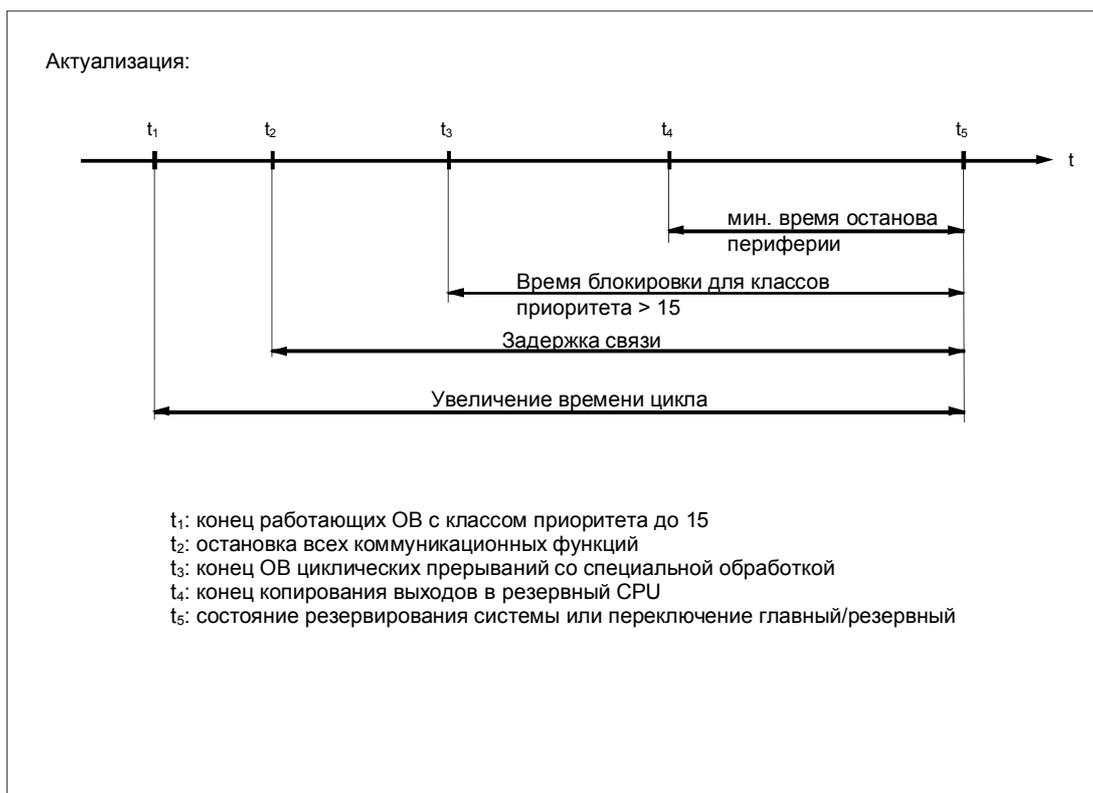


Рис. 6–4. Времена, имеющие значение при актуализации

Реакция на превышение времени

Если одно из контролируемых времен превысит максимальное запрограммированное значение, то запускается следующий процесс:

1. Актуализация прекращается
2. Отказоустойчивая система остается в одиночном режиме с существующим главным CPU в режиме RUN
3. Причина прекращения актуализации вносится в диагностический буфер
4. Вызывается OB 72 (с соответствующей стартовой информацией)

Затем резервный CPU снова анализирует свои системные блоки данных. После этого, но не раньше, чем через минуту, делается новая попытка установления связи и актуализации. Если 10 попыток в целом оказываются безуспешными, то новые попытки не делаются. Тогда вы должны снова запустить установление связи и актуализацию.

Причинами для истечения времен контроля могут быть:

- большая загрузка прерываниями (напр., от периферийных модулей)
- высокая коммуникационная загрузка, так что обработка текущих функций длится дольше
- на конечном этапе актуализации в резервный CPU должны быть скопированы большие объемы данных.

6.3.1 Временные характеристики

Временные характеристики при установлении связи

Во время установления связи на контроллер вашей системы должно оказываться как можно меньше воздействий. Длительность установления связи возрастает с ростом текущей нагрузки вашего программируемого логического контроллера. Длительность установления связи зависит в первую очередь от

- коммуникационной загрузки
- времени цикла

Следующее относится к незагруженной системе автоматизации:

Время установления связи = величине загрузочной и рабочей памяти в Мбайтах × 1 с + основная загрузка

Основная загрузка составляет несколько секунд.

При более высокой загрузке вашей системы автоматизации зависящая от памяти часть может возрасти до 1 минуты на Мбайт.

Временные характеристики при актуализации

Время передачи при актуализации зависит от количества и общей длины измененных блоков данных; оно не зависит от объема измененных данных внутри блока. Оно зависит также от текущего состояния процесса и от коммуникационной загрузки.

В первом приближении подлежащее проектированию максимальное время блокировки для классов приоритета > 15 может рассматриваться как функция объема данных в рабочей памяти. Объем кода в рабочей памяти значения не имеет.

6.3.2 Определение времен контроля

Определение с помощью STEP7 или с использованием формул

Времена контроля, перечисленные ниже, автоматически рассчитываются в STEP 7 версии 5.2 и выше для каждого нового проекта. Вы их можете также рассчитать с помощью формул и процедур, описанных ниже. Они эквивалентны формулам, используемым в STEP7.

- Максимальное увеличение времени цикла
- Максимальная задержка связи
- Максимальное время блокировки для классов приоритета
- Минимальное время останова периферии

Вы можете также автоматически рассчитать времена контроля в HW Config диалоге Properties CPU [Свойства CPU]-> Trigger H Parameters [Запустить параметры обеспечения отказоустойчивости].

Точность времен контроля

Замечание

Времена контроля, определенные с помощью STEP 7 или по формулам, являются всего лишь рекомендациями.

Они ориентируются на отказоустойчивую систему с двумя партнерами по обмену данными и средней коммуникационной нагрузкой.

Так как профиль вашей системы может сильно отличаться от этого предположения, то вы должны принять во внимание следующие правила.

- Время цикла может сильно увеличиться при возрастании коммуникационной нагрузки.
- Если вы выполняете изменения своей системы во время работы, то это может существенно увеличить время цикла.
- Чем большая часть программы (особенно коммуникационные блоки) обрабатывается в классах приоритета > 15, тем больше задержка связи и увеличение времени цикла.
- В небольших системах с высокими требованиями к производительности вы можете уменьшить рассчитанные времена контроля.

Использование резервных модулей ввода и вывода

Внимание

Если вы резервируете периферийные модули и соответствующим образом приняли их во внимание в своей программе, то вы должны увеличить рассчитанные времена контроля во избежание толчков на модулях вывода.

Добавка нужна только тогда, когда вы эксплуатируете с резервированием модули из следующей таблицы.

Таблица 6–2. Увеличение времен контроля при использовании периферии с резервом

Тип модуля	Добавка в мс
ET200M: стандартные модули вывода	2
ET200M: модули вывода типа HART	10
ET200M: отказобезопасные модули вывода	50
ET200L–SC с аналоговым выводом	≤ 80
ET200S с аналоговым выводом или с технологическими модулями	≤ 20

Действуйте следующим образом:

- Определите из таблицы добавку. Если в режиме резервирования используется несколько типов модулей из таблицы, то возьмите наибольшую добавку.
- Добавьте ее к уже определенным временам контроля.

Проектирование времен контроля

При проектировании времен контроля необходимо принять во внимание следующие зависимости; их соблюдение проверяется STEP 7:

Максимальное увеличение времени цикла

> макс. задержки связи

> (макс. времени блокировки для классов приоритета > 15)

> мин. времени останова периферии

Если при установления связи и актуализации с переключением главный/резервный CPU были спроектированы с различными значениями для функций контроля, то применяется большее из двух значений.

Расчет минимального времени остановки периферии (T_{PH})

Следующее относится к расчету минимального времени остановки периферии:

- для центральной периферии: $T_{PH} = 30$ мс
- для децентрализованной периферии I/O: $T_{PH} = 3 \times T_{TRmax}$
где T_{TRmax} = наибольшее время сканирования цели всех master-систем DP отказоустойчивой станции

При использовании центральной и децентрализованной периферии результирующий минимум времени остановки периферии составляет:

$$T_{PH} = \text{MAX} (30 \text{ мс}, 3 \times T_{TRmax})$$

На рис. 6–5 показано соотношение между мин. временем остановки периферии и макс. временем блокирования классов приоритета > 15.

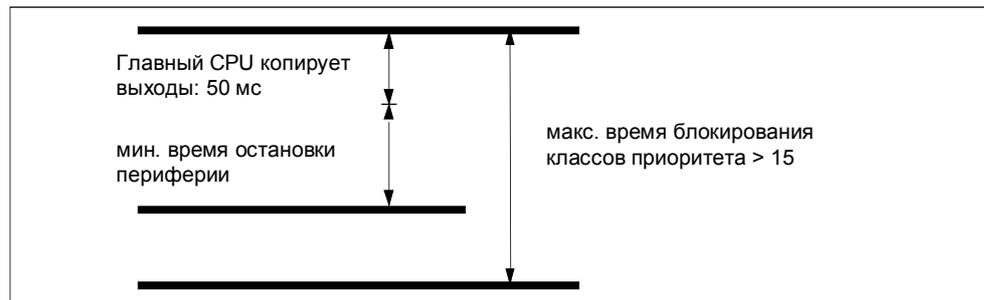


Рис. 6–5. Соотношение между мин. временем остановки периферии и макс. временем блокирования классов приоритета > 15

Обратите внимание на следующее условие:

$50 \text{ мс} + \text{мин. время остановки периферии} \leq (\text{макс. времени блокирования классов приоритета} > 15)$.

Из этого вытекает, что выбранное большим мин. время остановки периферии может оказаться определяющим для макс. времени блокирования классов приоритета > 15.

Расчет макс. времени блокирования классов приоритета > 15 (T_{P15})

Макс. время блокирования классов приоритета > 15 определяется 4 факторами:

- Как показано на рис. 6–2, после последнего копирования в резервный CPU, снова передается в резервный CPU. **Количество и структура блоков данных**, которые вы описываете в классах с высоким приоритетом, определяет длительность этого процесса и, таким образом, макс. время блокирования классов приоритета > 15. Указание вы получите в нижеприведенных способах устранения.
- На последнем этапе актуализации все ОВ задерживаются или блокируются. Во избежание необоснованного увеличения макс. времени блокирования классов приоритета > 15 в результате неблагоприятного программирования обрабатывайте наиболее критичные к времени компоненты периферии в **выбранном циклическом прерывании**. Это имеет особое значение в случае отказобезопасных программ пользователя. Это циклическое прерывание определяется при проектировании; затем оно снова исполняется непосредственно после начала отсчета макс. времени блокирования для классов приоритета > 15, но только в том случае, если вы ему назначили класс приоритета > 15.
- При установлении связи и актуализации с переключением главный/резервный (см. раздел 6.2.1) после завершения актуализации еще активный канал связи у включенных slave-устройств DP должен быть переключен. Это увеличивает время, в течение которого допустимые значения не могут считываться или выводиться. Длительность этого процесса определяется вашей **аппаратной конфигурацией**.

- Из **технологических условий вашего процесса** вытекают требования относительно того, как долго может откладываться актуализация периферии. Это особенно важно в случае контролируемых временем процессов в отказобезопасных системах.

Указание

Другие факторы, на которые следует обратить внимание при использовании отказобезопасных модулей, описаны в руководствах: *S7-400 F and S7-400 FH Programmable Controllers [Программируемые контроллеры S7-400 F и S7-400 FH]* и *S7-300 Programmable Controllers; Fail-Safe Signal Modules [Программируемые контроллеры S7-300; Отказобезопасные сигнальные модули]*. Это относится, в частности, к внутренним временам исполнения в отказобезопасных модулях.

1. Для каждой master-системы DP определите из параметров шины в STEP 7
 - T_{TR} для master-системы DP
 - время переключения DP (обозначенное ниже как T_{DP_UM})
2. Для каждой master-системы DP определите из технических данных для включенных slave-устройств DP
 - максимальное время переключения для активного канала связи (обозначенное ниже как T_{SLAVE_UM}).
3. Из технологических спецификаций своей установки определите
 - максимально допустимый интервал времени, в течение которого не происходит актуализация ваших периферийных модулей (обозначенный ниже как T_{PTO}).
4. Из своей пользовательской программы определите
 - время цикла для циклического прерывания, имеющего самый высокий приоритет, или выбранного вами (см. выше) (T_{WA})
 - время исполнения вашей программы в этом циклическом прерывании (T_{PROG})
5. Для каждой master-системы DP из этого получается
$$T_{P15} (\text{master-система DP}) = T_{PTO} - (2 \times T_{TR} + T_{WA} + T_{PROG} + T_{DP_UM} + T_{SLAVE_UM})$$
 [1]

Указание

Если T_{P15} (master-система DP) < 0, то расчет здесь следует остановить. Возможные способы устранения приведены после следующего примера расчета. Выполните необходимые изменения и начните расчет снова с пункта 1.

6. Выберите минимальное из всех значение T_{P15} (master-система DP). В дальнейшем это значение называется T_{P15_HW} .
7. Определите долю максимального времени блокирования для классов приоритета > 15, обусловленную минимальным временем остановки периферии (T_{P15_OD}):

$$T_{P15_OD} = 50 \text{ мс} + \text{мин. время остановки периферии}$$
 [2]

Указание

Если $T_{P15_OD} > T_{P15_HW}$, то расчет здесь следует остановить. Возможные способы устранения приведены после следующего примера расчета. Выполните необходимые изменения и начните расчет снова с пункта 1.

8. Из раздела 6.3.4 выясните долю максимального времени блокирования для классов приоритета > 15 , обусловленную программой пользователя (T_{P15_AWP}).

Указание

Если $T_{P15_AWP} > T_{P15_HW}$, то расчет здесь следует остановить. Возможные способы устранения приведены после следующего примера расчета. Выполните необходимые изменения и начните расчет снова с пункта 1.

9. Рекомендуемое значение для максимального времени блокирования для классов приоритета > 15 теперь получается из формулы:

$$T_{P15} = \text{MAX} (T_{P15_AWP}, T_{P15_OD}) \quad [3]$$

Пример расчета T_{P15}

В дальнейшем максимально допустимый интервал времени при актуализации, в течение которого операционная система не выполняет обработку программы и не актуализирует периферию, определяется для следующей конфигурации системы.

Пусть имеются две master-системы DP: пусть master-система DP_1 «соединена» с CPU через интерфейс MPI/DP CPU, а master-система DP_2 через внешний интерфейсный master-модуль DP.

1. Из параметров шины в STEP 7:

$$T_{TR_1} = 25 \text{ мс}$$

$$T_{TR_2} = 30 \text{ мс}$$

$$T_{DP_UM_1} = 100 \text{ мс}$$

$$T_{DP_UM_2} = 80 \text{ мс}$$

2. Из технических данных для используемых slave-устройств DP:

$$T_{SLAVE_UM_1} = 30 \text{ мс}$$

$$T_{SLAVE_UM_2} = 50 \text{ мс}$$

3. Из технологических спецификаций для вашей системы:

$$T_{PTO_1} = 1250 \text{ мс}$$

$$T_{PTO_2} = 1200 \text{ мс}$$

4. Из программы пользователя:

$$T_{WA} = 300 \text{ мс}$$

$$T_{PROG} = 50 \text{ мс}$$

5. Из формулы [1]:

$$T_{P15} \text{ (master-система DP_1)} \\ = 1250 \text{ мс} - (2 \times 25 \text{ мс} + 300 \text{ мс} + 50 \text{ мс} + 100 \text{ мс} + 30 \text{ мс}) = 720 \text{ мс}$$

$$T_{P15} \text{ (master-система DP_2)} \\ = 1200 \text{ мс} - (2 \times 30 \text{ мс} + 300 \text{ мс} + 50 \text{ мс} + 80 \text{ мс} + 50 \text{ мс}) = 660 \text{ мс}$$

Проверка: так как $T_{P15} > 0$, продолжить

6. $T_{P15_HW} = \text{MIN}(720 \text{ мс}, 660 \text{ мс}) = 660 \text{ мс}$

7. Из формулы [2]:

$$T_{P15_OD} = 50 \text{ мс} + T_{PH} = 50 \text{ мс} + 90 \text{ мс} = 140 \text{ мс}$$

Проверка: так как $T_{P15_OD} = 140 \text{ мс} < T_{P15_HW} = 660 \text{ мс}$, продолжить

8. Из раздела 6.3.4 для 170 Кбайт данных программы пользователя:

$$T_{P15_AWP} = 194 \text{ мс}$$

Проверка: так как $T_{P15_AWP} = 194 \text{ мс} < T_{P15_HW} = 660 \text{ мс}$, продолжить

9. Из формулы [3] получается рекомендуемое макс. время блокирования для классов приоритета > 15 :

$$T_{P15} = \text{MAX}(194 \text{ мс}, 140 \text{ мс})$$

$$T_{P15} = 194 \text{ мс}$$

Если вы введете 194 мс в качестве максимального времени блокирования для классов приоритета > 15 в STEP 7, то гарантируется, что при длительностях сигналов 1250 мс или 1200 мс изменение сигнала при актуализации всегда будет распознано.

Устранение затруднений, если нельзя рассчитать T_{P15}

Если при расчете максимального времени блокирования для классов приоритета > 15 не получается никаких рекомендаций, то вы можете устранить это затруднение с помощью следующих мероприятий:

- Сократите время цикла для запроецированного циклического прерывания.
- В случае особенно больших времен T_{TR} распределите slave-устройства между несколькими master-системами DP.
- Увеличьте скорость передачи у затронутых master-систем DP.
- Спроектируйте связи DP/PA и Y-связи в отдельных master-системах DP.
- Если slave-устройства DP имеют очень разные времена переключения и, таким образом, очень различные, как правило, T_{PTO} , распределите эти slave-устройства среди нескольких master-систем DP.
- Если в отдельных master-системах DP следует ожидать лишь небольшой загрузки из-за прерываний или параметризации, то вы можете также сократить рассчитанные времена T_{TR} примерно на 20-30%. Но при этом возрастает опасность выхода из строя станции в децентрализованной периферии.

- Время T_{P15_AWP} дает ориентировочное значение; оно зависит от структуры вашей программы. Вы можете его сократить, например, с помощью следующих мероприятий:
 - Сохраняйте часто и редко изменяемые данные в разных DB.
 - Задавайте меньший размер рабочей памяти для DB.

Если вы сократите время T_{P15_AWP} , не приняв указанных мер, то это увеличит опасность прекращения актуализации из-за истечения времен контроля.

Расчет максимальной задержки связи

Мы рекомендуем использовать следующую формулу:

Максимальная задержка связи = $4 \times$ (максимальное время блокирования для классов приоритета > 15)

Это время в решающей степени определяется состоянием процесса и коммуникационной загрузкой вашей системы. Под этим следует понимать как абсолютную загрузку, так и загрузку относительно размера вашей пользовательской программы. В случае необходимости вы должны это время скорректировать.

Расчет максимального увеличения времени цикла

Мы рекомендуем использовать следующую формулу:

Максимальное увеличение времени цикла = $10 \times$ (максимальное время блокирования для классов приоритета > 15)

Это время в решающей степени определяется состоянием процесса и коммуникационной загрузкой вашей системы. Под этим следует понимать как абсолютную загрузку, так и загрузку относительно размера вашей пользовательской программы. В случае необходимости вы должны это время скорректировать.

6.3.3 Влияние на временные характеристики

Интервал времени, в течение которого не происходит актуализация периферии, в первую очередь определяется следующими факторами:

- количеством и размером блоков данных, изменяемых во время актуализации
- количеством экземпляров SFB S7-связи и SFB для генерирования сообщений, относящихся к блокам
- изменениями системы во время работы
- настройками через динамические количественные структуры
- конфигурацией децентрализованной периферии (с уменьшением скорости передачи и увеличением количества slave-устройств время, необходимое для актуализации периферии, увеличивается.)

В наиболее неблагоприятных условиях этот интервал увеличивается на следующие величины:

- максимальное время цикла используемого циклического прерывания
- длительность всех ОВ циклических прерываний
- длительность ОВ прерываний, имеющих высокий приоритет, которые исполнялись до задержки прерываний

Целенаправленная задержка актуализации

Задержите актуализацию с помощью SFC 90 «H_CTRL» и разблокируйте ее только тогда, когда наступит состояние меньшей коммуникационной загрузки или загрузки прерываниями.



Осторожно

Задержка актуализации увеличивает время, в течение которого отказоустойчивая система работает в одиночном режиме.

6.3.4 Значения производительности для установления связи и актуализации

Доля программы пользователя T_{P15_AWP} в максимальном времени блокирования для классов приоритета > 15

Доля программы пользователя T_{P15_AWP} в максимальном времени блокирования для классов приоритета > 15 может быть рассчитана с помощью следующей формулы:

$$T_{P15_AWP} \text{ в мс} = 0,7 \times \text{размер блоков данных в рабочей памяти в килобайтах} + 75$$

В следующей таблице указаны вытекающие отсюда времена для некоторых типичных значений данных рабочей памяти.

Таблица 6–3. Типичные значения для доли программы пользователя T_{P15_AWP} в максимальном времени блокирования для классов приоритета > 15

Данные рабочей памяти	T_{P15_AWP}
500 Кбайт	430 мс
1 Мбайт	800 мс
2 Мбайт	1,51 с
5 Мбайт	3,66 с
10 Мбайт	7,24 с

Для этой формулы были сделаны следующие предположения:

- 80% блоков данных изменяются перед задержкой прерываний, имеющих классы приоритета > 15.
Для отказобезопасных систем это значение должно быть определено более точно, в частности, во избежание простоя драйверных блоков (см. раздел 6.3.2).
- Приблизительно 100 мс времени актуализации на каждый мегабайт рабочей памяти, занятой блоками данных, отводятся для исполняющихся в данный момент или отложенных коммуникационных функций.
В зависимости от коммуникационной загрузки вашей системы автоматизации вы должны увеличить или уменьшить T_{P15_AWP} при настройке.

6.4 Особенности при установлении связи и актуализации

Требования к входным сигналам во время актуализации

При актуализации считанные ранее сигналы процесса сохраняются и не обновляются. Изменение сигнала процесса во время актуализации распознается CPU только в том случае, если измененное состояние сигнала сохраняется и по окончании актуализации.

Импульсы (изменения сигнала «0 → 1 → 0» или «1 → 0 → 1»), возникающие во время актуализации, не распознаются CPU.

Поэтому позаботьтесь о том, чтобы время между двумя изменениями сигнала (длительность импульса) всегда было больше, чем время, необходимое для актуализации.

Коммуникационные соединения и функции

В отличие от более ранних версий ПЗУ, связи с главным CPU больше не разрываются. Однако во время актуализации соответствующие коммуникационные задания не обрабатываются. Они сохраняются и выполняются, как только наступает один из следующих случаев:

- актуализация завершена, и система находится в режиме резервирования
- актуализация и переключение главный/резервный завершены, система находится в одиночном режиме
- актуализация была прекращена (напр., из-за превышения времени контроля), и система снова находится в одиночном режиме.

Во время актуализации невозможен первоначальный вызов коммуникационных блоков.

Запрос на общее стирание при прерывании связи

Если установление связи прерывается во время копирования содержимого загрузочной памяти из главного CPU в резервный, то резервный CPU делает запрос на общее стирание. Это сигнализируется записью в диагностический с идентификатором события W#16#6523.

Использование периферии в S7-400H

7

В этой главе дается обзор различных конфигураций периферии в системе автоматизации S7-400H и их коэффициента готовности. Далее дается информация о проектировании и программировании выбранной конфигурации периферии.

Для S7-400H можно использовать почти все модули ввода/вывода, предлагаемые системным рядом SIMATIC S7. Это относится как к модулям ввода/вывода стандартной системы S7-400, так и к компонентам PROFIBUS-DP. Функциональные модули (FM) и коммуникационные процессоры (CP), которые могут использоваться в S7-400H, вы найдете в Приложении E.

В разделе	Вы найдете	на стр.
7.1	Введение	7-2
7.2	Использование одноканально односторонней периферии	7-3
7.3	Использование одноканально коммутируемой периферии	7-5
7.4	Присоединение резервируемой периферии	7-10
7.5	Другие возможности для присоединения резервируемой периферии	7-36

7.1 Введение

Структурные формы периферии

Кроме блоков питания и центральных процессоров, которые всегда резервируются, имеются следующие структурные формы периферии, которые поддерживаются операционной системой:

Тип ввода-вывода	Структура	Готовность
Цифровой ввод	Одноканально односторонняя Одноканально коммутируемая Двухканально резервируемая	нормальная повышенная высокая
Цифровой вывод	Одноканально односторонняя Одноканально коммутируемая Двухканально резервируемая	нормальная повышенная высокая
Аналоговый ввод	Одноканально односторонняя Одноканально коммутируемая Двухканально резервируемая	нормальная повышенная высокая
Аналоговый вывод	Одноканально односторонняя Одноканально коммутируемая	нормальная повышенная

На пользовательском уровне возможна также двухканально резервируемая структура. Однако вы должны реализовать этот высокий коэффициент готовности в программе пользователя (см. раздел 7.4).

Адресация

Независимо от того, используете ли вы одноканально одностороннюю или коммутируемую периферию, вы обращаетесь к периферии всегда по одному и тому же адресу.

Границы для конфигурации периферии

Если в центральных устройствах не хватает слотов, то вы можете добавить к конфигурации S7-400H до 20 устройств расширения.

Монтажные стойки с четными номерами можно ставить в соответствие только центральному устройству 0, а стойки с нечетными номерами могут быть назначены только центральному устройству 1.

Для использования децентрализованной периферии к каждой из подсистем можно присоединить до 12 master-систем DP (2 master-системы DP к встроенным интерфейсам CPU и еще 10 через внешние master-системы DP).

На встроенном интерфейсе MPI/DP может работать до 32 slave-устройств. К встроенному главному (master) интерфейсу DP и к внешним master-системам DP можно присоединить до 125 децентрализованных периферийных устройств.

7.2 Использование одноканально односторонней периферии

Что такое одноканально односторонняя периферия?

У одноканально односторонней структуры просто имеются модули ввода/вывода (в одном канале). Эти модули ввода/вывода расположены только в одной из подсистем и адресуются только этой подсистемой.

Одноканально односторонняя конфигурация периферии возможна

- в центральных устройствах и устройствах расширения
- в децентрализованных периферийных устройствах

Структура с одноканально односторонней периферией рекомендуется как для отдельных каналов ввода/вывода, так и для частей установки, для которых достаточен нормальный коэффициент готовности периферии.

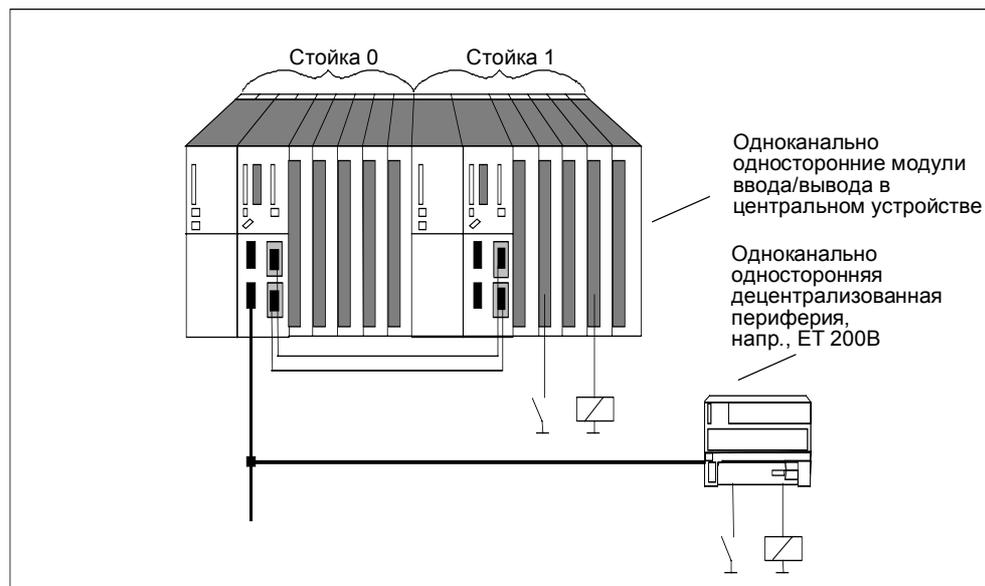


Рис. 7–1. Структура с одноканально односторонней периферией

Одноканально односторонняя периферия и программа пользователя

Информация, считанная на одной стороне, например, из цифровых входов, в режиме резервирования системы автоматически передается второй подсистеме через синхронизационную связь.

После передачи этой информации обе подсистемы имеют данные из одноканально односторонней периферии и анализируют их в двух имеющихся идентичных пользовательских программах. Поэтому для обработки информации в состоянии резервирования системы не имеет решающего значения, подсоединена ли периферия к главному или к резервному CPU.

В одиночном режиме доступ к односторонней периферии, поставленной в соответствие подсистеме-партнеру, невозможен. Это должно быть учтено в вашей программе следующим образом: вы должны назначать одноканально односторонней периферии функции, которые могут выполняться только условно. Тем самым вы обеспечиваете, что определенные функции для обращения к периферии вызываются только в режиме резервирования системы и в одиночном режиме соответствующей подсистемы.

Внимание

Программа пользователя должна обновлять образ процесса для одноканально односторонних модулей вывода также и в одиночном режиме (напр., прямым обращением). Если используются образы подпроцессов, то программа пользователя должна соответственно обновлять эти образы подпроцессов в OB 72 (возврат в резервирование) (SFC 27 "UPDAT_PO"). В противном случае после перехода системы в состояние резервирования в одноканально односторонние модули вывода резервного CPU сначала были бы выданы старые значения.

Выход из строя одноканально односторонней периферии

В случае неисправности S7-400H с одноканально односторонней периферией ведет себя подобно стандартной системе S7-400, иначе говоря:

- При выходе из строя периферии поврежденная периферия более недоступна.
- При выходе из строя подсистемы вся процессная периферия этой подсистемы становится недоступной.

7.3 Использование одноканально коммутируемой периферии

Что такое одноканально коммутируемая периферия?

У одноканально коммутируемой структуры просто имеются модули ввода/вывода (в одном канале).

Когда система находится в режиме резервирования, к ним могут обращаться обе подсистемы.

В одиночном режиме главная подсистема всегда может обращаться **ко всей коммутируемой периферии** (в отличие от односторонней периферии).

Структура с одноканально коммутируемой периферией возможна у устройства децентрализованной периферии ET 200M, имеющего активную заднюю шину и резервный подчиненный (slave) интерфейсный модуль PROFIBUS-DP IM 153-2 или IM 153-2FO (допустим IM 153-2: 6ES7 153-2AA02-0XB0 версии 7 или выше; допустим IM 153-2FO: 6ES7 153-2AB01-0XB0 версии 6 или выше). Каждая подсистема S7-400H соединена с одним из двух slave-интерфейсов DP ET 200M (через главный интерфейс DP).

Через блок связи DP/PA link можно присоединить к резервируемой системе PROFIBUS PA (допустим IM 157: 6ES7 157-0AA82-0XA0).

Через Y-соединитель (Y-coupler) к резервируемой системе можно присоединить одноканальную master-систему DP. Допустимы следующие комбинации IM 157 и Y-соединителя:

IM 157	Y-соединитель
6ES7 157-0AA82-0XA0	6ES7 197-1LB00-0XA0

Структура с одноканально коммутируемой периферией рекомендуется для частей установки, допускающих выход из строя отдельных модулей внутри ET 200M.

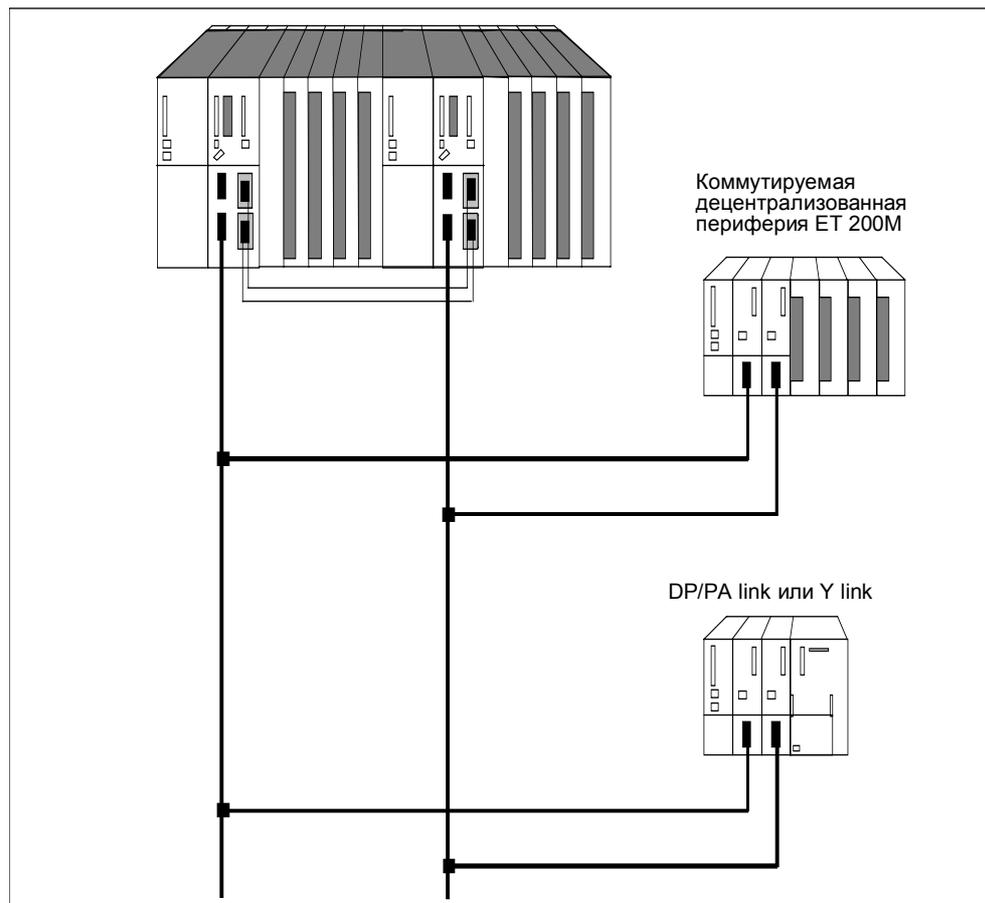


Рис. 7-2. Одноканально коммутируемая децентрализованная периферия ET 200M

Правило

Если вы используете одноканально коммутируемую периферию, то структура всегда должна быть симметричной, т.е.:

- отказоустойчивый CPU и другие master-устройства DP должны находиться в обеих подсистемах в одинаковых слотах (напр., в слоте 4 в обеих подсистемах) или
- master-устройства DP должны быть присоединены в обеих подсистемах к одинаковому встроенному интерфейсу (напр., к интерфейсам PROFIBUS-DP обоих отказоустойчивых CPU).

Одноканально коммутируемая периферия и программа пользователя

В принципе, в режиме резервирования каждая подсистема может получить доступ к одноканально коммутируемой периферии. Информация автоматически передается через синхронизирующую связь и сравнивается. Благодаря синхронизированному доступу обеим подсистемам в любой момент времени предоставляется в распоряжение одно и то же значение.

S7-400H в любой конкретный момент времени всегда использует только один из интерфейсов. Какой интерфейс активен, показывает светодиод АСТ на соответствующем IM 153-2 или IM 157.

Путь через активный в данный момент интерфейс (IM 153-2 или IM 157) называется **активным каналом**, а путь через другой интерфейс – **пассивным каналом**. При этом DP-цикл всегда проходит через оба канала. Однако в программе пользователя обрабатываются или выдаются в периферийные устройства входные и выходные значения только активного канала. Это же относится к асинхронным операциям, таким как обработка прерываний и обмен записями данных.

Выход из строя одноканально коммутируемой периферии

В случае неисправности S7-400H с одноканально коммутируемой периферией ведет себя следующим образом:

- При выходе из строя периферии поврежденная периферия более недоступна.
- В определенных ситуациях выхода из строя, напр., выход из строя подсистемы, master-системы DP или интерфейсного модуля IM153-2 или IM 157 slave-устройства DP (см. главу 8), одноканально коммутируемая периферия остается доступной процессу. Это достигается переключением между активным и подчиненным каналом. Это переключение осуществляется для каждой DP-станции отдельно. В случае выхода из строя следует различать
 - неисправности, действующие только на одну станцию (выход из строя интерфейсного модуля slave-устройства DP активного в данный момент канала)
 - неисправности, действующие на все станции master-системы DP. Сюда относятся вытаскивание штекера интерфейсного модуля master-системы, прекращение работы master-системы DP (напр., при переходе из RUN в STOP в CP 443-5) и короткое замыкание в кабельной линии master-системы DP.

Следующее относится к любой станции, затронутой неисправностью: если оба интерфейсных модуля slave-устройства DP исправны, и выходит из строя активный канал, то ранее пассивный канал автоматически становится активным. О потере резервируемости сообщается программе пользователя запуском OB 70 (событие W#16#73A3).

Как только неисправность устранена, резервирование восстанавливается. Это опять приводит к запуску OB 70 (событие W#16#72A3). В этом случае переключение между активным и пассивным каналом не происходит.

Если один канал уже вышел из строя, и оставшийся (активный) канал тоже выходит из строя, то имеет место полный выход станции из строя. Это приводит к запуску OB 86 (событие W#16#39C4).

Замечание

Если интерфейсный модуль master-системы DP может распознать неисправность всей master-системы DP (напр., в случае короткого замыкания), то выдается сообщение только об этом событии ("Выход из строя master-системы, поступающая ошибка" W#16#39C3). Тогда операционная система больше не сообщает о выходах из строя отдельных станций. Это позволяет ускорить процесс переключения между активным и пассивным каналом.

Длительность переключения активного канала

Максимальное время переключения равно

времени обнаружения ошибки DP + время переключения DP + время переключения интерфейсного модуля slave-устройства DP

Первые два слагаемых вы можете определить из параметров шины вашей master-системы DP в STEP 7. Последнее слагаемое можно определить из руководств к соответствующим интерфейсным модулям slave-устройств DP (*Устройство децентрализованной периферии ET 200M* и *Шинный соединитель DP/PA*).

Внимание

Если вы используете отказобезопасные (F) модули, то для каждого такого модуля вы должны установить время контроля больше, чем время переключения активного канала отказоустойчивой (H) системы. Если вы не примете во внимание это предписание, то при переключении активного канала F-модули могут выйти из строя.

Внимание

Вышеприведенный расчет включает в себя также время обработки OB 70 или OB 86. Обратите внимание на то, что обработка для одной станции DP должна длиться **не более 1 мс**. Если требуется обработка, занимающая больше времени, то исключите ее из непосредственной обработки указанных OB.

Обратите внимание, что изменение сигнала может быть обнаружено CPU, если длительность сигнала больше указанного времени переключения.

При переключении всей master-системы DP время переключения самого медленного компонента DP относится ко всем компонентам DP. Как правило, время переключения и связанная с ним минимальная длительность сигнала определяются устройством связи DP/PA link или Y link. Поэтому мы рекомендуем подключать устройства DP/PA link и Y link к отдельной master-системе DP.

Если вы используете F-модули, то для каждого такого модуля вы должны установить время контроля больше, чем время переключения активного канала отказоустойчивой (H) системы. Если вы не примете во внимание это предписание, то при переключении активного канала F-модули могут выйти из строя.

Переключение активного канала при установлении связи и актуализации

При установлении связи и актуализации с переключением главный/резервный (см. раздел 6.2.1) активный и пассивный каналы переключаются во всех станциях коммутируемой периферии. При этом запускается OB 72.

Отсутствие толчков при переключении активного канала

Для предотвращения временного отключения периферии или вывода заменяющих значений во время переключения между активным и пассивным каналом станции DP коммутируемой периферии сохраняют своих выходы, пока переключение не будет завершено, и новый активный канал не возьмет обработку на себя.

Чтобы можно было также распознавать полные выходы из строя станции DP, возникающие во время переключения, процесс переключения контролируется как отдельными станциями DP, так и master-системой DP.

При правильной установке минимального времени остановки периферии (см. раздел 6.3) при переключении не теряются ни прерывания, ни записи данных. Если необходимо, происходит автоматическое повторение.

Структура и проектирование системы

Коммутируемую периферию с различными временами переключения следует рассортировать по отдельным линиям. Кроме того, это упрощает расчет времен контроля.

7.4 Присоединение резервируемой периферии

Что такое резервируемая периферия?

Модули ввода-вывода называются резервируемыми, если каждый из них имеется в двух экземплярах, и они проектируются и эксплуатируются парами. Использование резервируемой периферии обеспечивает наивысший коэффициент готовности, так как в этом случае допустим выход из строя как CPU, так и сигнального модуля.

Конфигурации

Возможны следующие конфигурации, содержащие резервируемую периферию:

1. Резервируемые сигнальные модули в центральных устройствах и в устройствах расширения.
Сигнальные модули устанавливаются парами в подсистемах CPU 0 и CPU 1.

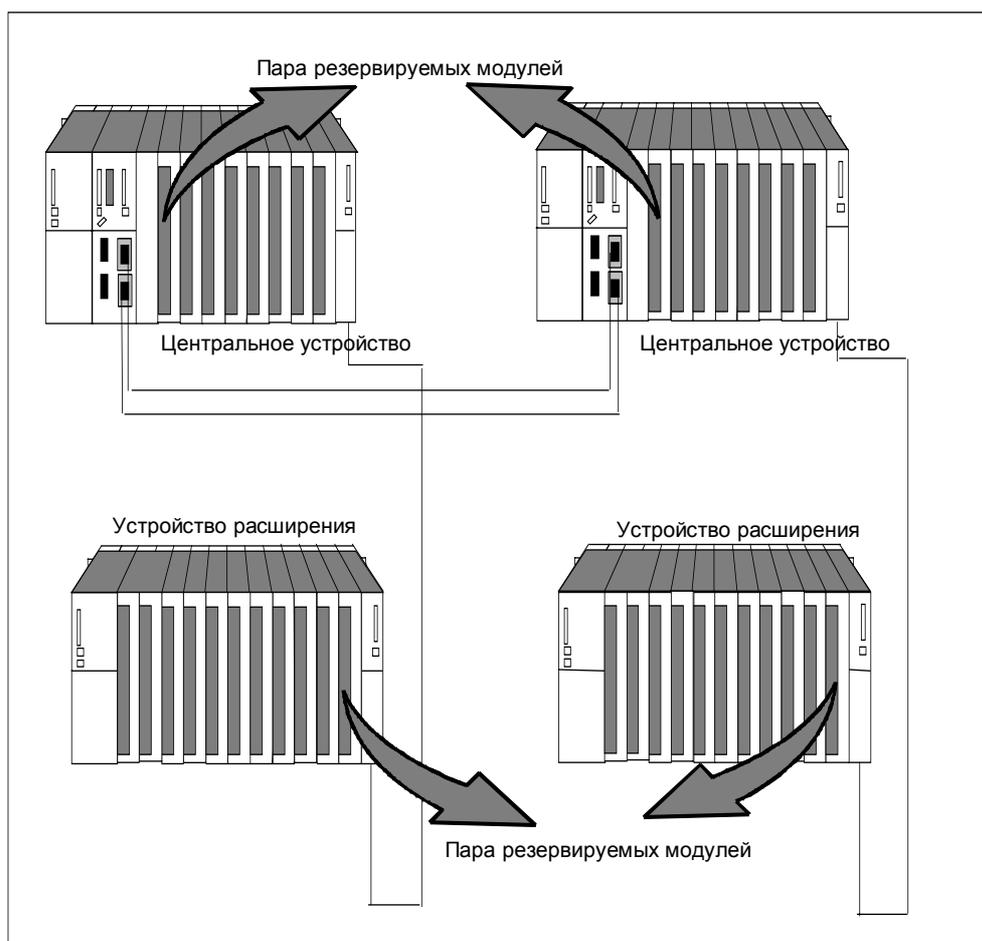


Рис. 7–3. Резервируемая периферия в центральных устройствах и устройствах расширения

2. Резервируемая периферия в одностороннем slave-устройстве DP
Сигнальные модули устанавливаются парами в устройстве децентрализованной периферии ET 200M с активной задней шиной.

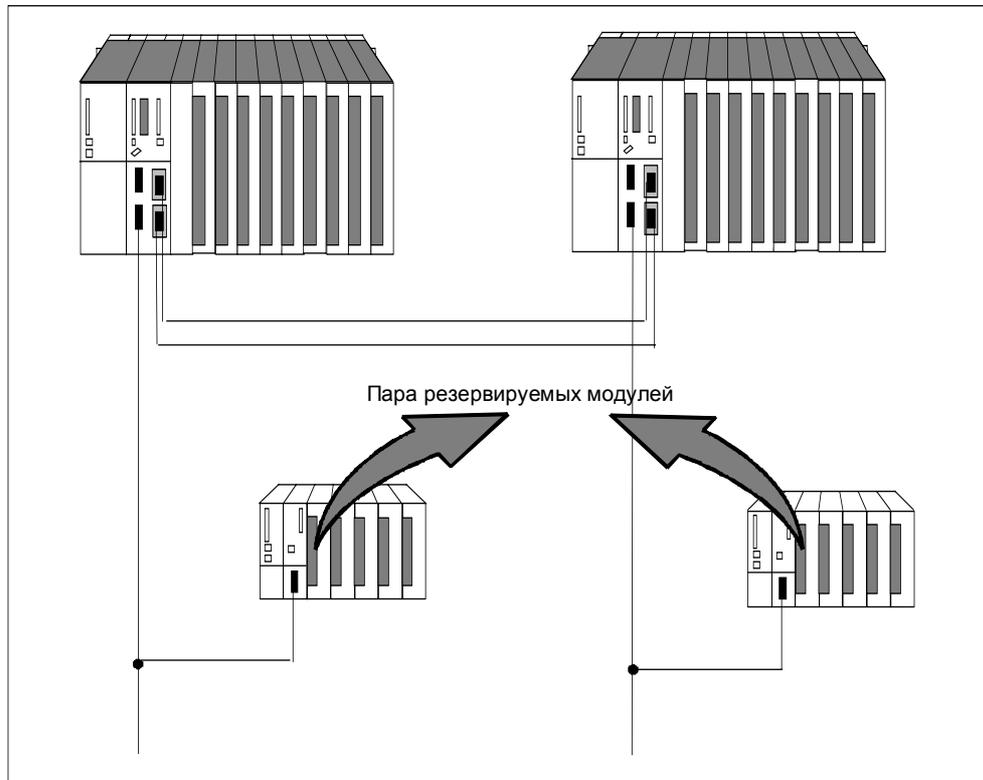


Рис. 7-4. Резервируемая периферия в одностороннем slave-устройстве DP

3. Резервируемая периферия в коммутируемом slave-устройстве DP
Сигнальные модули устанавливаются парами в устройстве децентрализованной периферии ET 200M с активной задней шиной.

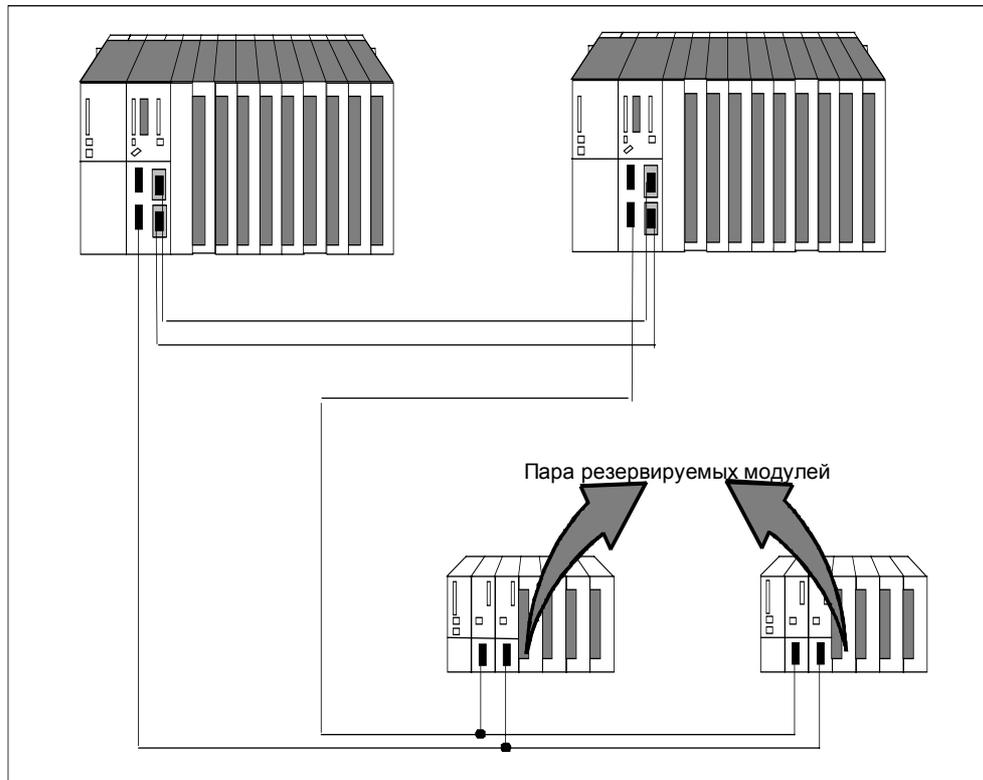


Рис. 7–5. Резервируемая периферия в коммутируемом slave-устройстве DP

4. Резервируемая периферия на отказоустойчивом (H) CPU в одиночном режиме

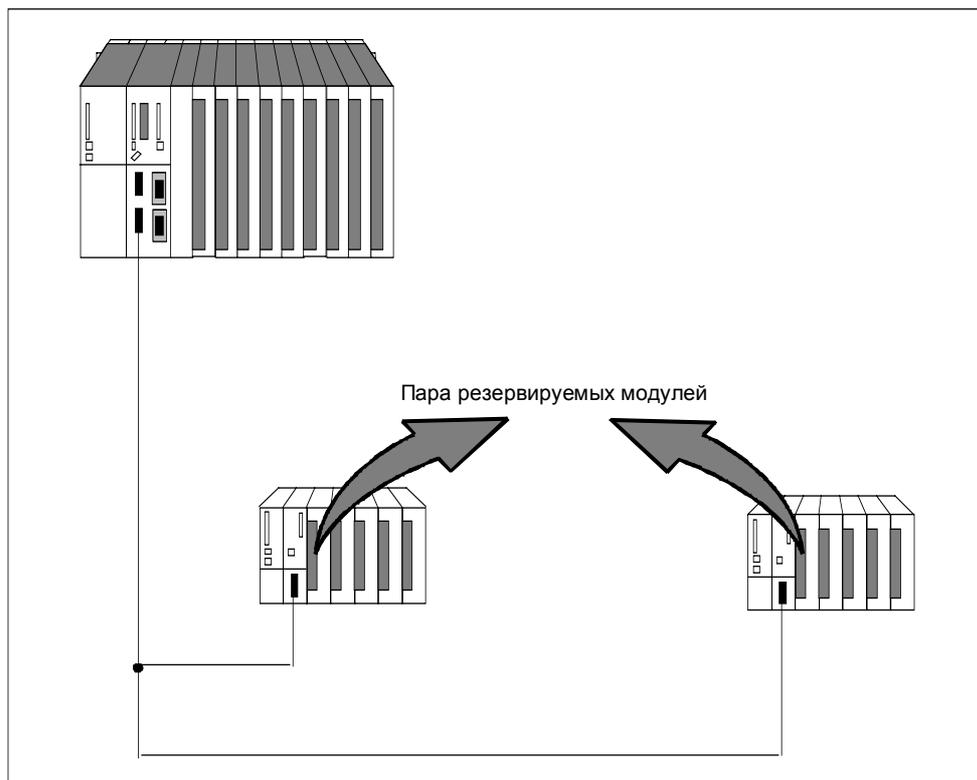


Рис. 7–6. Резервируемая периферия в одиночном режиме

Библиотека блоков «Functional I/O Redundancy [Функциональное резервирование периферии]»

Библиотека блоков «Functional I/O Redundancy [Функциональное резервирование периферии]», поставляемая с дополнительным H-пакетом и поддерживающая резервируемую периферию, содержит следующие блоки:

- FC 450 «RED_INIT»: функция инициализации
- FC 451 «RED_DEPA»: запуск депассивации
- FB 450 «RED_IN»: функциональный блок для чтения резервируемых входов
- FB 451 «RED_OUT»: функциональный блок для управления резервируемыми выходами
- FB 452 «RED_DIAG»: функциональный блок для диагностики резервируемой периферии
- FB 453 «RED_STATUS»: функциональный блок для информации о состоянии резервирования

После установки дополнительного H-пакета эти блоки находятся в библиотеке «Redundant IO(V1) [Резервируемая периферия]» под STEP 7\S7_LIBS\RED_IO. Функциональные возможности и использование этих блоков описаны в соответствующей оперативной справке.

Монтаж аппаратуры и проектирование резервируемой периферии

Если вы хотите использовать резервируемую периферию, то мы рекомендуем вам следующую стратегию:

1. Вставьте все модули, которые вы хотите использовать как резервируемые. Обратите при этом внимание на следующие правила умолчаний для проектирования.
2. Проектируйте резервирование модулей с помощью HW Config в свойствах объекта (object properties) для соответствующего модуля.
3. Для каждого модуля ищите модуль-партнер или используйте настройки по умолчанию.

В централизованной структуре: Если модуль в четной стойке находится в слоте X, то резервный модуль в следующей, нечетной, стойке предлагается установить в таком же слоте.

Если модуль в нечетной стойке находится в слоте X, то для модуля в предшествующей, четной, стойке предлагается такой же слот.

Децентрализованно в одностороннем slave-устройстве DP: Если модуль в slave-устройстве находится в слоте X, то, поскольку master-система DP резервируется, для модуля в партнерской подсистеме DP в slave-устройстве предлагается такой же адрес PROFIBUS.

Децентрализованно в коммутируемом slave-устройстве DP, одиночный режим: Если модуль в slave-устройстве с некоторым адресом DP находится в слоте X, то в slave-устройстве со следующим адресом PROFIBUS предлагается модуль в слоте X.

4. Введите у модулей ввода остальные параметры резервирования.

Внимание

Перед удалением модуля всегда отключайте станцию или стойку, иначе вы можете сделать пассивным не тот модуль.

Имеющие силу значения, которые могут обрабатываться программой пользователя, всегда находятся по младшему адресу обоих резервируемых модулей. Поэтому приложением может быть использован только младший адрес; значения в старших адресах не имеют смысла для приложения.

Сигнальные модули для резервирования

Сигнальные модули, перечисленные ниже, могут быть использованы в качестве резервируемой периферии. Обратите внимание на самую последнюю информацию об использовании этих модулей в readme-файлах и в часто задаваемых вопросах (FAQ) о SIMATIC по адресу <http://www.siemens.com/automation/service&support> под ключевым словом «Redundant I/O [Резервируемая периферия]».

Таблица 7–1. Сигнальные модули для резервирования

Модули	Номер для заказа	Примечание
В центральном устройстве: двухканально резервируемый цифровой ввод		
DI 16 x 24 V DC Alarm	6ES7 421-7BH00-0AB0	
DI 32 x 24 V DC	6ES7 421-1BL0x-0AA0	
DI 32 x 120 V AC	6ES7 421-1EL00-0AA0	
Используемые децентрализованно: двухканально резервируемый цифровой ввод		
DI 24 x 24 V DC	6ES7 326-1BK00-0AB0	Отказобезопасный (F) модуль в стандартном режиме работы
DI 8 x NAMUR [Ex ib]	6ES7 326-1RF00-0AB0	Отказобезопасный (F) модуль в стандартном режиме работы
DI 16 x 24 V DC, Alarm	6ES7 321-7BH00-0AB0	
DI 16 x 24 V DC	6ES7 321-1BH02-0AA0	
DI 32 x 24 V DC	6ES7 321-7BL00-0AA0	
DI 32 x 24 V DC	6ES7 321-7BH01-0AB0	
DI 8 x 230 V AC	6ES7 321-1FF01-0AA0	
DI 16 x Namur	6ES7 321-7TH00-0AB0	
DI 4 x Namur	6ES7 321-7RD00-0AB0	
В центральном устройстве: двухканально резервируемый аналоговый ввод		
AI 6x16Bit	6ES7 431-7QH00-0AB0	
Используемые децентрализованно: двухканально резервируемый аналоговый ввод		
AI 6 x 13 bits	6ES7 336-1HE00-0AB0	Отказобезопасный (F) модуль в стандартном режиме работы
AI 8 x 12 bits	6ES7 331-7KF02-0AB0	
AI 8 x 16 bits	6ES7 331-7NF00-0AB0	
AI 4 x 15 bits	6ES7 331-7RD00-0AB0	
В центральном устройстве: двухканально резервируемый цифровой вывод		
DO 32 x 24V DC / 0.5A	6ES7 422-7BL00-0AB0	
DO 16 x 120 / 230V AC / 2A	6ES7 422-1FH00-0AA0	
Используемые децентрализованно: двухканально резервируемый цифровой вывод		
DO 10 x 24 V DC / 2 A	6ES7 326-2BF00-0AB0	Отказобезопасный (F) модуль в стандартном режиме работы
DO 32 x 24 V DC / 0.5 A	6ES7 322-1BL00-0AA0	
DO 8 x 24 V DC / 2 A	6ES7 322-1BF01-0AA0	
DO 8 x 24 V DC / 0.5 A	6ES7 322-8BF00-0AB0	
DO 8 x 230 V AC / 2 A	6ES7 322-1FF01-0AA0	
DO 16 x 24 V DC / 0.5 A	6ES7 322-8BH00-0AB0	

Таблица 7–1. Сигнальные модули для резервирования, продолжение

DO 16 x 24 V / 10 nA (Ex)	6ES7 322–5SD00–0AB0	
Используемые децентрализованно: двухканально резервируемый аналоговый вывод		
AO 4 x 12 bits	6ES7 332–5HD01–0AB0	
AO 8 x 12 Bit	6ES7 332–5HF00–0AB0	
AO 4 x 15 Bit	6ES7 332–5RD00–0AB0	
AO 8 x 12bit	6ES7 332–5HF00–0AB0	

Внимание

Для отказобезопасных (F) модулей вы должны установить пакет для проектирования таких модулей F Configuration Pack V5.3. Этот пакет можно бесплатно загрузить из Интернета. Вы его можете найти в Customer Support по адресу <http://www.siemens.com/automation/service&support>.

Какие неисправности могут быть преодолены с помощью резервируемой периферии?

У резервируемых структур сигнальных модулей различают 3 уровня качества работы при возникновении неисправности:

- наивысшее качество у отказобезопасных сигнальных модулей (но без использования функциональных возможностей обеспечения отказобезопасности)
- среднее качество у сигнальных модулей, обладающих способностью к диагностике
- простое качество у сигнальных модулей без диагностики

Использование цифровых модулей ввода в качестве резервируемой периферии

При проектировании цифровых модулей ввода для работы в качестве резервируемой периферии устанавливаются следующие параметры:

- Время рассогласования (максимально допустимое время, в течение которого могут различаться резервируемые входные сигналы). Если по истечении запроецированного времени рассогласования все еще имеется расхождение между входными величинами, то это означает, что имеет место ошибка.
- Реакция отказоустойчивой (H) системы на рассогласование между входными величинами.

Сначала входные сигналы резервных по отношению друг к другу модулей проверяются на совпадение. При совпадении эта единая величина записывается в младшую область памяти образа процесса на входах. Если имеет место расхождение значений, и оно возникло впервые, то оно соответствующим образом помечается, и запускается время рассогласования.

В течение времени рассогласования самое последнее общее, т.е. совпадающее значение записывается в образ процесса модуля по младшему адресу. Эта процедура повторяется до тех пор, пока в течение времени рассогласования значения снова не совпадут, или пока не истечет время рассогласования бита.

Если расхождение все еще сохраняется по истечении запроецированного времени рассогласования, то это значит, что имеет место ошибка.

Локализация стороны, где возникла неисправность, выполняется в соответствии со следующей стратегией:

1. В течение времени рассогласования самое последнее совпадающее значение сохраняется как результат.
2. По истечении времени рассогласования отображается следующее сообщение об ошибке:
Error code 7960: «Redundant I/O: discrepancy time at digital input expired, error not yet localized» [Код ошибки 7960: "Резервируемая периферия: время рассогласования на цифровом входе истекло, ошибка еще не локализована]. Не производится ни пассивизация, ни запись в статический образ ошибки. По истечении времени рассогласования и пока не произойдет следующее изменение сигнала, выполняется запроецированная реакция.
3. Если происходит еще одно изменение сигнала, то модуль, в котором это изменение произошло, остается незатронутым, а второй модуль пассивизируется.

Если оба модуля пары полностью пассивизируются, то в пассивизированные ячейки памяти образа процесса вносятся "нули".

Внимание

Время, которое фактически необходимо системе для установления расхождения в сигналах, зависит от нескольких факторов: рабочих времен шины, времени цикла и времени вызова программы пользователя, времени преобразования и т.д. Поэтому резервируемые входные сигналы могут оставаться различными дольше, чем время рассогласования.

Использование цифровых модулей ввода с нерезервируемыми датчиками

Цифровые модули ввода с нерезервируемыми датчиками используются в структуре 1–из–2:

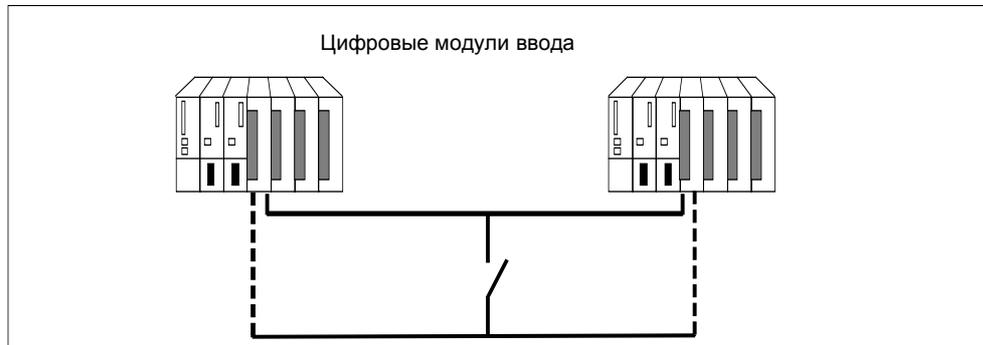


Рис. 7–7. Отказоустойчивые цифровые модули ввода в структуре "1-из-2" с одним датчиком

Благодаря резервированию цифровых модулей ввода их коэффициент готовности возрастает.

Анализ рассогласования обнаруживает ошибки цифровых модулей ввода «Continuous 1 [Постоянная 1]» и «Continuous 0 [Постоянный 0]». Ошибка "Постоянная 1" означает, что на входе все время находится 1, ошибка "Постоянный 0" означает, что вход все время обесточен. Это может быть вызвано, например, коротким замыканием на L+ или на M.

Следует избегать протекания тока через соединение между датчиком и заземлением модулей на массу.

При присоединении датчика к нескольким цифровым модулям ввода, резервируемые модули должны иметь один и тот же опорный потенциал.

Примеры соединений вы найдете в Приложении F и в часто задаваемых вопросах (FAQ) по SIMATIC по адресу

<http://www.siemens.com/automation/service&support> под ключевым словом «Redundant I/O [Резервируемая периферия]».

Замечание

Обратите внимание, что датчики близости (Vego) должны поставлять вдвое больший ток, чем указано в технических данных отдельных модулей.

Дополнительные граничные условия для отдельных модулей

DI 16 x 24 V DC Alarm 6ES7 321-7BH01-0AB0

DI 16 x 24 V DC Alarm 6ES7 421-7BH00-0AB0

DI 16 x 24 V DC Alarm 6ES7 421-7BH01-0AB0

- Эти модули снабжены диагностической функцией «Обрыв провода». Чтобы ее использовать, вы должны обеспечить на одном или двух входах суммарно протекание тока от 2,4 до 4,9 мА в том числе и при нулевом состоянии сигнала.

Для этого включите через датчик резистор. Его сопротивление зависит от используемого переключателя и составляет для контактов от 6800 до 8200 Ом. Формула расчета сопротивления для Vero:

$$(30 \text{ В} / (4,9 \text{ мА} - I_{R_Vero}) < R < (20 \text{ В} / (2,4 \text{ мА} - I_{R_Vero}))$$

DI 16 x UC24/60V 6ES7 421-7DH00-0AB0

- Эта схема не поддерживает диагностическую функцию «Обрыв провода».

DI 16 x NAMUR 6ES7 321-7TH00-0AB0

- Выравнивание потенциалов цепи датчика всегда должно выполняться относительно одной точки (целесообразно относительно "минуса" датчика).
- Эксплуатируйте оба резервируемых модуля на одном и том же источнике питания нагрузки.
- При выборе датчика всегда сравнивайте его свойства с заданными входными характеристиками. Обратите внимание, что функционирование должно быть обеспечено как с одним, так и с двумя входами. Например, у датчиков NAMUR ток при нулевом сигнале > 0,7 мА, а при единичном сигнале > 4,2 мА.

DI 4 x NAMUR Ex 6ES7 321-7RD00-0AB0

- При использовании модулей во взрывоопасных помещениях обратите внимание на соответствующие данные для максимального тока и максимального напряжения.
- Вы можете использовать только 2-проводные датчики NAMUR или контактные датчики.
- Выравнивание потенциалов цепи датчика всегда должно выполняться относительно одной точки (целесообразно "минуса" датчика).
- При выборе датчика всегда сравнивайте его свойства с заданными входными характеристиками. Обратите внимание, что функционирование должно быть обеспечено как с одним, так и с двумя входами. Например, у датчиков NAMUR ток при сигнале низкого уровня > 0,2 мА, а при сигнале высокого уровня > 4,2 мА.

Использование цифровых модулей ввода с резервируемыми датчиками

Цифровые модули ввода с резервируемыми датчиками используются в структуре 1–из–2:

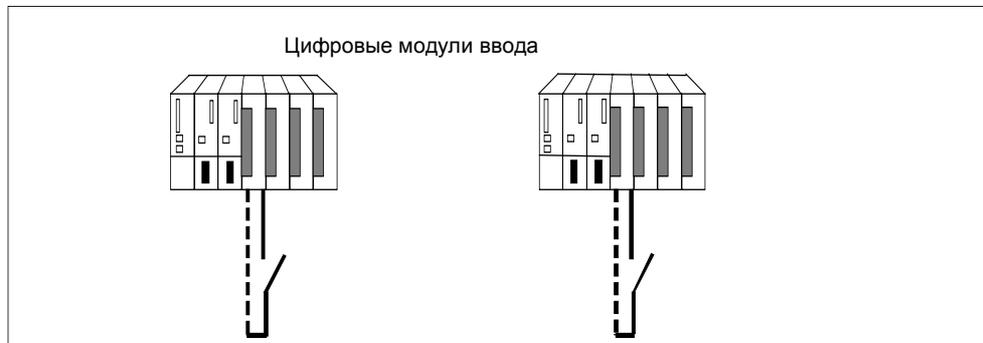


Рис. 7–8. Отказоустойчивые цифровые модули ввода в структуре "1-из-2" с 2 датчиками

Использование резервируемых датчиков увеличивает их коэффициент готовности. Анализ рассогласования обнаруживает все неисправности, за исключением выхода из строя нерезервируемого источника питания нагрузки. Для дальнейшего повышения коэффициента готовности вы можете спроектировать установку резервируемого источника питания нагрузки.

При присоединении датчика к нескольким цифровым модулям ввода, резервируемые модули должны иметь один и тот же опорный потенциал.

Примеры соединений вы найдете в Приложении F и в часто задаваемых вопросах (FAQ) по SIMATIC по адресу <http://www.siemens.com/automation/service&support> под ключевым словом «Redundant I/O [Резервируемая периферия]».

Резервируемые цифровые модули вывода

Отказоустойчивое управление исполнительным устройством может быть достигнуто параллельным соединением двух выходов двух цифровых модулей вывода или отказобезопасных цифровых модулей вывода (структура 1–из–2).

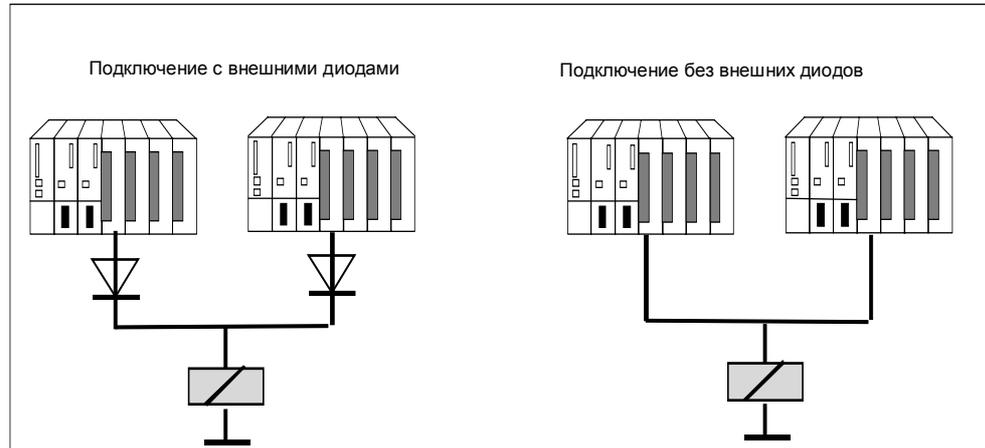


Рис. 7–9. Отказоустойчивый цифровой модуль вывода в структуре "1-из-2"

Цифровые модули вывода должны иметь общий источник питания нагрузки.

Примеры соединений вы найдете в Приложении F и в часто задаваемых вопросах (FAQ) по SIMATIC по адресу <http://www.siemens.com/automation/service&support> под ключевым словом «Redundant I/O [Резервируемая периферия]».

Подключение через внешние диоды <—> без внешних диодов

В следующей таблице показано, какие из цифровых модулей вывода для использования в режиме резервирования соединяются друг с другом с помощью внешних диодов (в соответствии с рис. 7–9):

Модули	с диодами	без диодов
6ES7 422–7BL00–0AB0	X	–
6ES7 422–1FH00–0AA0	–	X
6ES7 326–2BF00–0AB0	X	X
6ES7 322–1BL00–0AA0	X	-
6ES7 322–1BF01–0AA0	X	–
6ES7 322–8BF00–0AB0	X	X
6ES7 322–1FF01–0AA0	–	X
6ES7 322–8BH00–0AB0	X	–
6ES7 322–5SD00–0AB0	X	–

Указания по подключению через диоды

- Пригодны диоды ряда 1N4003 ... 1N4007 или любые другие с $U_r \geq 200$ В и $I_F \geq 1$ А
- Целесообразно разделить массу модулей и массу нагрузки и обеспечить между ними выравнивание потенциалов

Дополнительные граничные условия для отдельных модулей

DO 8xDC24V/0,5A

6ES7 322-8BF00-0AB0

- Однозначный анализ диагностики «Замыкание на Р» и «Замыкание на М» невозможен. Отмените выбор этих функций при проектировании по отдельности.

DO32xDC24V/0,5A

6ES7 422-7BL00-0AB0

- Однозначный анализ диагностики «Замыкание на Р» и «Замыкание на М» невозможен.

DO 16xDC24V/0,5A

6ES7 322-8BH00-0AB0

- Выравнивание потенциалов цепи нагрузки всегда должно выполняться относительно одной точки (целесообразно относительно "минуса" нагрузки).
- Диагностика каналов невозможна.

DO 16xDC24V/10mA Ex

6ES7 322-5SD00-0AB0

- При использовании модулей во взрывоопасных помещениях обратите внимание на соответствующие данные для максимального тока и максимального напряжения.
- Выравнивание потенциалов цепи нагрузки всегда должно выполняться относительно одной точки (целесообразно относительно "минуса" нагрузки).

Использование аналоговых модулей ввода в качестве резервируемой периферии

При проектировании аналоговых модулей ввода для работы в качестве резервируемой периферии устанавливаются следующие параметры:

- **Окно допуска** (проектируется в процентах от конечного значения диапазона измерения).
Две аналоговых величины одинаковы, если они находятся внутри окна допуска.
- **Время рассогласования** (максимально допустимое время, в течение которого резервный входной сигнал может находиться вне окна допуска). Если по истечении запроецированного времени рассогласования все еще имеется расхождение между входными величинами, то это означает, что имеет место ошибка.
Если к обоим аналоговым модулям ввода подключить идентичные датчики, то, как правило, будет достаточным время рассогласования, установленное по умолчанию. Если вы подключаете разные датчики, особенно если это датчики температуры, то время рассогласования придется увеличить.
- **Принимаемое значение**
Принимаемое значение – это та из двух аналоговых входных величин, которая вводится в программу пользователя.

Система проверяет, находятся ли обе считанные аналоговые величины внутри запроецированного окна допуска. Если да, то принимаемое значение записывается в младшую область памяти данных образа процесса на входах. Если имеет место рассогласование, и это рассогласование возникло впервые, то оно соответствующим образом помечается, и запускается время рассогласования.

В течение времени рассогласования самое последнее действительное значение записывается в образ процесса модуля по младшему адресу и предоставляется в распоряжение текущему процессу. Если время рассогласования истекло, то модуль с запроецированным стандартным значением объявляется действующим, а второй **модуль** делается пассивным. Если в качестве стандартного значения при параметризации было принято максимальное значение из двух модулей, то это значение затем принимается для дальнейшей обработки программы, а второй **модуль** делается пассивным. Если запроецировано минимальное значение, то этот модуль будет поставлять данные для процесса, а модуль с максимальным значением делается пассивным. В любом случае пассивизированный модуль регистрируется в диагностическом буфере.

Если в течение времени рассогласования расхождение между сигналами исчезает, то анализ резервируемых входных сигналов продолжается.

Внимание

Время, которое фактически необходимо системе для установления расхождения в сигналах, зависит от нескольких факторов: рабочих времен шины, времени цикла и времени вызова программы пользователя, времени преобразования и т.д. Поэтому резервируемые входные сигналы могут оставаться различными дольше, чем время рассогласования.

Указание

Неподключенные входы должны быть деактивизированы в HW Config (параметр "Measuring type [Вид измерения]").

Резервируемые аналоговые модули ввода с нерезервируемыми датчиками

Аналоговые модули ввода с нерезервируемыми датчиками используются в структуре 1–из–2:

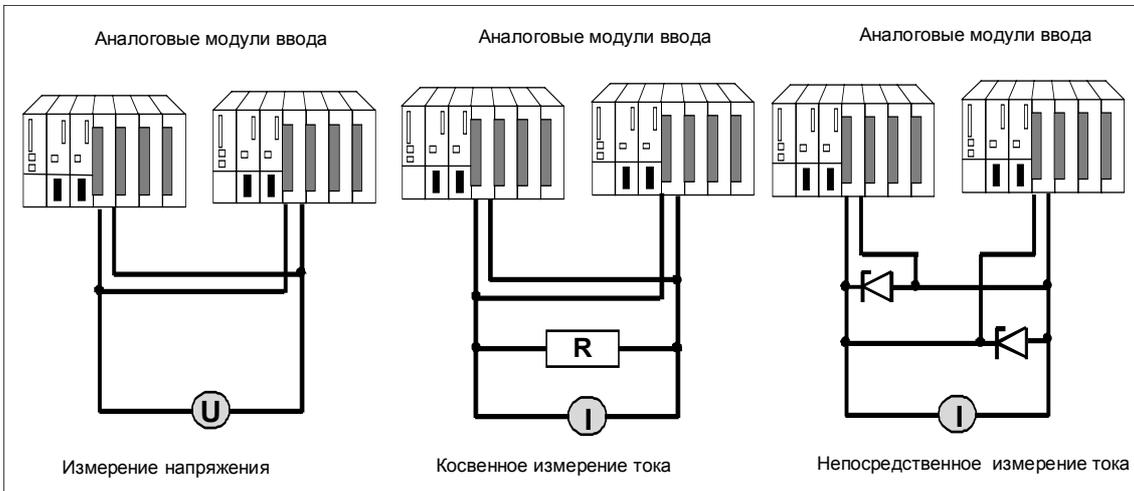


Рис. 7–10. Отказоустойчивые аналоговые модули ввода в структуре "1-из-2" с одним датчиком

При присоединении датчика к нескольким аналоговым модулям ввода обратите внимание на следующее:

- Датчики напряжения подключайте к аналоговым модулям ввода параллельно (на рисунке слева).
- Вы можете преобразовать ток в напряжение с помощью внешнего полного сопротивления нагрузки, чтобы получить возможность использования аналоговых модулей ввода напряжения, соединенных параллельно (на рисунке в центре).
- 2–проводные измерительные преобразователи получают питание извне, чтобы можно было ремонтировать модуль в режиме online.

Благодаря резервированию аналоговых модулей ввода их коэффициент готовности возрастает.

Примеры соединений вы найдете в Приложении F и в часто задаваемых вопросах (FAQ) по SIMATIC по адресу <http://www.siemens.com/automation/service&support> под ключевым словом «Redundant I/O [Резервируемая периферия]».

Резервируемые аналоговые модули ввода для измерения напряжения

Следующий модуль непригоден для измерения напряжения с нерезервируемым датчиком:

AI 4x15bit Ex

6ES7 331-7RD00-0AB0 I-Input [ввод тока]

Сопротивление	50 Ом		250 Ом	
	Диапазон измерения тока	+/-20 мА	+/-20 мА	4...20 мА
Подлежащий параметризации входной диапазон	+/-1 В	+/-5 В	1...5 В	
Положение переключателя для установки диапазона измерений	«А»	«В»		
Разрешающая способность	12 бит+знак	12 бит+знак	12 бит	
Числовой формат S7	х	х		
Ошибка измерения, обусловленная схемой				
- 2 параллельных входа	-	0,5 %		
- 1 вход	-	0,25 %		
Диагностика обрыва провода	-	-	х *)	
Полное сопротивление нагрузки для 4-проводного измерительного преобразователя	50 Ом	250 Ом		
Входное напряжение для 2-проводного измерительного преобразователя	> 1,2 В	>6 В		
*) AI 8x12bit при обрыве провода выдает диагностическое прерывание и измеренное значение «7FFF»				

Приведенная в таблице ошибка измерения вызвана только присоединением одного или двух входов напряжения к шунтирующему резистору. Здесь не учтены ни разброс сопротивления резистора, ни границы основной и эксплуатационной ошибки модулей.

Ошибка измерения для одного или двух входов показывает разницу в результате измерения в зависимости от того, два входа или, в случае неисправности, только один вход регистрирует ток измерительного преобразователя.

AI 8x16bit

6ES7 331-7NF00-0AB0

- При измерении напряжения: Функция диагностики обрыва провода не может быть активизирована в HW Config, когда модуль работает с измерительными преобразователями или термопарами.
- Для преобразования тока в напряжение можно использовать сопротивление 250 Ом:

Резистор	250 Ом *)	
Диапазон измерения тока	+/-20 мА	4...20 мА
Подлежащий параметризации входной диапазон	+/-5 В	1...5 В
Разрешающая способность	15 бит + знак	15 бит
Числовой формат S7	X	
Ошибка измерения, обусловленная схемой		
– 2 параллельных входа	–	
– 1 вход	–	
Диагностика обрыва провода	X	X
Полное сопротивление нагрузки для 4-проводного измерительного преобразователя	250 Ом	

*) При известных обстоятельствах возможно использование свободно подключаемых внутренних резисторов модуля 250 Ом

AI 16x16bit

6ES7 431-7QH00-0AB0

- При измерении напряжения: Функция диагностики обрыва провода не может быть активизирована в HW Config, когда модуль работает с измерительными преобразователями или термопарами
- Для преобразования тока в напряжение можно использовать сопротивление 50 Ом или 250 Ом:

Сопротивление	50 Ом	250 Ом *)	
Диапазон измерения тока	+/-20 мА	+/-20 мА	4...20 мА
Подлежащий параметризации входной диапазон	+/-5 В	+/-5 В	1...5 В
Положение переключателя для установки диапазона измерений	A	A	
Разрешающая способность	15 бит + знак	15 бит + знак	15 бит
Числовой формат S7		X	
Ошибка измерения, обусловленная схемой			
– 2 параллельных входа		–	–
– 1 вход		–	–
Диагностика обрыва провода		X	x
Полное сопротивление нагрузки для 4-проводного измерительного преобразователя	50 Ом	250 Ом	
Входное напряжение для 2-проводного измерительного преобразователя	> 1.2 В	>6 В	

Резервируемые аналоговые модули ввода для непосредственного измерения тока

При подключении аналоговых модулей ввода в соответствии с вышеприведенным рисунком примите во внимание следующее:

- Пригодными типами датчиков являются активные 4–проводные и пассивные 2–проводные измерительные преобразователи с выходными диапазонами ± 20 мА, 0...20 мА и 4...20 мА. 2–проводные измерительные преобразователи получают питание от внешнего вспомогательного напряжения.
- Функция диагностики обрыва провода поддерживает только входной диапазон 4...20 мА. Все остальные униполярные и биполярные диапазоны не поддерживаются.
- В качестве диодов пригодны диоды семейства BZX85 или 1N47..A (стабилитроны 1.3W) из диапазона напряжений, указанных в данных модуля. При выборе других элементов следует обратить внимание на то, чтобы обратный ток был как можно меньше.
- У этого вида схемы при использовании указанных диодов принципиальная ошибка измерения из-за обратного тока тока составляет максимум 1 мкА. В диапазоне 20 мА при разрешении 16 бит эта величина дает в результате ошибку < 2 бит. В вышеприведенной схеме отдельные аналоговые входы дают дополнительную ошибку. За дополнительной информацией обратитесь к граничным условиям. У всех модулей к этим ошибкам добавляются ошибки, указанные в руководстве.
- Используемые 4–проводные измерительные преобразователи должны быть в состоянии управлять нагрузкой вышеприведенной схемы. За дополнительной информацией обратитесь к граничным условиям.
- При подключении 2-проводных измерительных преобразователей обратите, пожалуйста, внимание на то, что схема со стабилитронами сильно влияет на баланс питания 2-проводных измерительных преобразователей. Поэтому в технических данных отдельных модулей указаны необходимые входные напряжения. Внутреннее питание (U_{IS}) измерительного преобразователя (U_{MT}) определяет минимальное питающее напряжение, которое рассчитывается следующим образом:
$$U_{L+} > U_{in-2Dr} + U_{IS-MT}$$

Следующий модуль для использования в вышеприведенной схеме непригоден:

AI 8x12bit

6ES7 331-7KF02-0AB0

Дополнительные граничные условия для отдельных модулей

AI 8x16bit

6ES7 331-7NF00-0AB0

- Подходящие стабилитроны: BZX85C8v2 или 1N4738A (8,2 В из-за входного сопротивления 250 Ом)
- Дополнительная ошибка, обусловленная схемой: при выходе из строя одного из модулей значение ошибки другого модуля может мгновенно возрасти примерно на 0,1 %
- Нагрузочная способность 4-проводных измерительных преобразователей: $R_B > 610 \text{ Ом}$ (расчет для самого неблагоприятного случая: 1 вход + 1 стабилитрон при перегрузке в S7 24 мА; $R_B = (R_E * I_{\text{max}} + U_{z \text{ max}}) / I_{\text{max}}$)
- Входное напряжение для 2-проводных измерительных преобразователей: $U_{\text{in-2Dr}} < 15 \text{ В}$ (расчет для самого неблагоприятного случая: 1 вход + 1 стабилитрон при перегрузке в S7 24 мА; $U_{\text{in-2Dr}} = R_E * I_{\text{max}} + U_{z \text{ max}}$)

AI 16x16bit

6ES7 431-7QH00-0AB0

- Подходящие стабилитроны BZX85C6v2 или 1N4734A (6,2 В из-за входного сопротивления 50 Ом)
- Дополнительная ошибка, обусловленная схемой: ---
- Нагрузочная способность 4-проводных измерительных преобразователей: $R_B > 325 \text{ Ом}$ (расчет для самого неблагоприятного случая: 1 вход + 1 стабилитрон при перегрузке в S7 24 мА; $R_B = (R_E * I_{\text{max}} + U_{z \text{ max}}) / I_{\text{max}}$)
- Входное напряжение для 2-проводных измерительных преобразователей: $U_{\text{in-2Dr}} < 8 \text{ В}$ (расчет для самого неблагоприятного случая: 1 вход + 1 стабилитрон при перегрузке в S7 24 мА; $U_{\text{in-2Dr}} = R_E * I_{\text{max}} + U_{z \text{ max}}$)

Указание

Вышеприведенная схема работает только с активными 4-проводными измерительными преобразователями или с пассивными 2-проводными измерительными преобразователями, получающими питание от дополнительного источника напряжения. Каналы модуля всегда следует параметризовать как "4-wire measurement transducer [4-проводный измерительный преобразователь]". Переключатель диапазонов измерения должен находиться в положении "С".

Питание измерительного преобразователя через модуль (2DMU) невозможно.

AI 4x15bit Ex

6ES7 331-7RD00-0AB0

- При использовании модуля во взрывоопасных помещениях обратите внимание на соответствующие данные.
- Подходящие стабилитроны: BZX85C6v2 или 1N4734A (6,2 В из-за входного сопротивления 50 Ом)
- Дополнительная ошибка, обусловленная схемой: ---
- Нагрузочная способность 4-проводных измерительных преобразователей: $R_B > 325 \text{ Ом}$ (расчет для самого неблагоприятного случая: 1 вход + 1 стабилитрон при перегрузке в S7 24 мА; $R_B = (R_E * I_{\text{max}} + U_{z \text{ max}}) / I_{\text{max}}$)
- Входное напряжение для 2-проводных измерительных преобразователей: $U_{\text{in-2Dr}} < 8 \text{ В}$ (расчет для самого неблагоприятного случая: 1 вход + 1 стабилитрон при перегрузке в S7 24 мА; $U_{\text{in-2Dr}} = R_E * I_{\text{max}} + U_{z \text{ max}}$)

Указание

Эта схема поддерживает только 2-проводные измерительные преобразователи с внешним источником питания 24 В или 4-проводные измерительные преобразователи. Для этой схемы нельзя использовать встроенный источник питания измерительного преобразователя, так как его выходное напряжение составляет всего 13 В, и в наихудшем случае он подал бы на преобразователь только 5 В.

Резервируемые аналоговые модули ввода с резервируемыми датчиками

В случае дважды резервируемых датчиков используются преимущественно помехоустойчивые аналоговые модули ввода в структуре 1–из–2:



Рис. 7–11. Отказоустойчивые аналоговые модули ввода в структуре "1-из-2" с 2 датчиками

Благодаря резервированию датчиков их коэффициент готовности возрастает. Анализ рассогласования обнаруживает также внешние неисправности, за исключением выхода из строя нерезервируемого источника питания нагрузки.

Примеры соединений вы найдете в Приложении F и в часто задаваемых вопросах (FAQ) по SIMATIC по адресу <http://www.siemens.com/automation/service&support> под ключевым словом «Redundant I/O [Резервируемая периферия]».

Действительна общая информация, приведенная во вводном разделе.

Дополнительные граничные условия для отдельных модулей

АО 4x15bit Ex

6ES7 332-5RD00-0AB0

При использовании модулей во взрывоопасных помещениях обратите внимание на соответствующие данные для максимального тока и максимального напряжения.

Резервируемый датчик <-> нерезервируемый датчик

В следующей таблице приведены аналоговые модули ввода, которые можно использовать в режиме резервирования с резервируемыми или нерезервируемыми датчиками:

Таблица 7-3. Аналоговые модули ввода и датчики

Модули	Резервируемый датчик	Нерезервируемый датчик
6ES7 431-7QH00-0AB0	X	X
6ES7 336-1HE00-0AB0	X	-
6ES7 331-7KF02-0AB0	X	X
6ES7 331-7NF00-0AB0	X	X
6ES7 331-7RD00-0AB0	X	X

Для AI8x12Bit, 6ES7 331-7KF02-0AB0 можно использовать резервируемый датчик со следующими настройками напряжения:

+/- 80 мВ	(только без контроля обрыва провода)
+/- 250 мВ	(только без контроля обрыва провода)
+/- 500 мВ	(контроль обрыва провода не может быть запроецирован)
+/- 1 В	(контроль обрыва провода не может быть запроецирован)
+/- 2,5 В	(контроль обрыва провода не может быть запроецирован)
+/- 5 В	(контроль обрыва провода не может быть запроецирован)
+/- 10 В	(контроль обрыва провода не может быть запроецирован)
1...5 В	(контроль обрыва провода не может быть запроецирован)

Резервируемые аналоговые модули вывода

Резервируемое управление исполнительным элементом достигается параллельным соединением двух выходов двух аналоговых модулей вывода (структура 1–из–2).

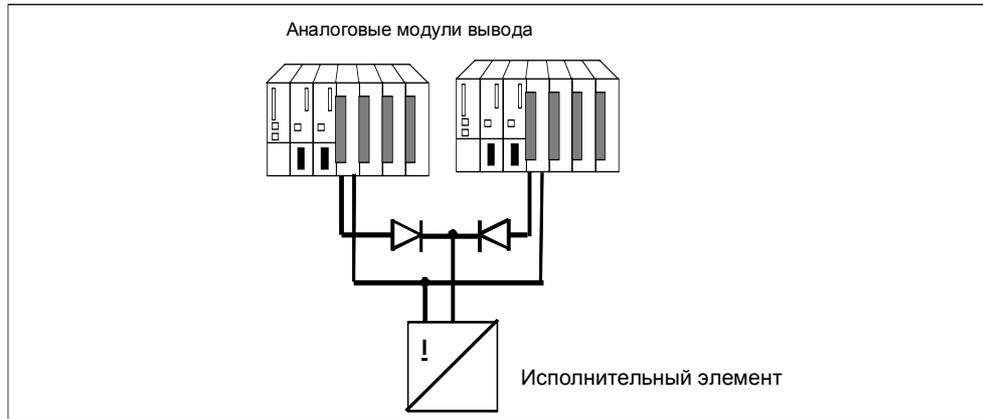


Рис. 7–12. Резервируемые аналоговые модули вывода в структуре "1-из-2"

При подключении аналоговых модулей вывода в соответствии с вышеприведенным рисунком примите во внимание следующее:

- Во избежание ошибок вывода выполните заземляющую проводку звездообразно (подавление ограниченной синфазной помехи аналоговых модулей вывода).

Депассивизация модулей

Пассивизированные модули вновь активизируются следующими событиями:

- при запуске отказоустойчивой системы
- при переходе отказоустойчивой системы в режим резервирования
- после изменения установки во время работы
- функцией FC 451 «RED DEPA», если пассивизирован хотя бы один резервируемый модуль.

Функциональные возможности и использование FC 451 описаны в соответствующей оперативной помощи.

После наступления одного из этих событий депассивизация выполняется в FB 450 «RED IN». Когда депассивирование полностью выполнено для всех модулей, делается запись в диагностический буфер.

При использовании резервируемой периферии в одностороннем центральном устройстве или в одностороннем slave-устройстве DP вы должны депассивизировать резервируемые модули после выхода из строя и восстановления станции или замены неисправного модуля. Для этого вы можете запустить общую депассивизацию с помощью FC 451.

Указание

Если резервируемому модулю поставлен в соответствие раздел образа процесса, но соответствующий OB отсутствует в CPU, то общая пассивизация может занять около 1 минуты.

7.4.1 Обнаружение состояния пассивизации

Последовательность действий

Сначала выясните наличие состояния пассивизации через байт состояния в слове состояния / управления «FB_RED_IN.STATUS_CONTROL_W». Если вы обнаружили, что какой-то модуль был пассивизирован, вы должны выяснить состояние всех модулей – или соответствующей пары модулей – в слове состояния MODUL_STATUS_WORD.

Обнаружение состояния пассивизации с помощью байта состояния

Слово состояния / управления «FB_RED_IN.STATUS_CONTROL_W» находится в DB экземпляра FB 450 «RED_IN». Байт состояния дает информацию о состоянии резервируемой периферии.

Таблица 7–4. Назначение битов байта состояния

Бит	Значение
Байт состояния (байт 1)	
0	резерв
1	резерв
2	0 = аналоговые модули вывода отсутствуют 1 = имеется хотя бы один аналоговый модуль вывода
3	0 = OB 85 не выполнял пассивизацию 1 = OB 85 выполнил хотя бы одну пассивизацию
4	0 = OB 82 не выполнял пассивизацию 1 = OB 82 выполнил хотя бы одну пассивизацию
5	0 = информация о каналах отсутствует 1 = имеется информация хотя бы об одном канале
6	0 = пассивизированные модули отсутствуют 1 = хотя бы один модуль пассивизирован
7	0 = общая пассивизация не выполняется 1 = общая пассивизация выполняется

Выявление состояния пассивизации отдельных пар модулей с помощью MODUL_STATUS_WORD

MODUL_STATUS_WORD находится в DB экземпляра FB 453 «RED_STATUS». Оба байта состояния дают информацию о состоянии отдельных пар модулей.

MODUL_STATUS_WORD является выходным параметром FB 453 и может быть соответствующим образом включен в систему связей.

Таблица 7-5. Назначение битов байтов состояния

Бит	Значение
Байт состояния 1	
0	0 = OB 82 инициировал пассивизацию модуля_L 1 = OB 82 не инициировал пассивизацию модуля_L
1	0 = OB 82 инициировал пассивизацию модуля_H 1 = не инициировал пассивизацию модуля_H
2	0 = Положительное или отрицательное переполнение (для аналоговых модулей ввода) 1 = Положительное или отрицательное переполнение отсутствует
3	0 = Имеется информация о каналах 1 = Информация о каналах отсутствует
4	0 = Время рассогласования истекло (для модулей ввода) 1 = Время рассогласования не истекло
5	0 = Пара модулей рассогласована (для модулей ввода) 1 = Пара модулей не рассогласована
6	0 = Модуль_L пассивизирован 1 = Модуль_L депассивизирован
7	0 = Модуль_H пассивизирован 1 = Модуль_H депассивизирован
Байт состояния 2	
0	резерв
1	резерв
2	0 = Деблокировка депассивизации модуля_L после уходящего события OB 85 отсутствует 1 = Деблокировка депассивизации модуля_L после уходящего события OB 85
3	0 = Деблокировка депассивизации модуля_H после уходящего события OB 85 отсутствует 1 = Деблокировка депассивизации модуля_H после уходящего события OB 85
4	0 = Деблокировка депассивизации модуля_L после уходящего события OB 82 отсутствует 1 = Деблокировка депассивизации модуля_L после уходящего события OB 82
5	0 = Деблокировка депассивизации модуля_H после уходящего события OB 82 отсутствует 1 = Деблокировка депассивизации модуля_H после уходящего события OB 82

Таблица 7–5. Назначение битов байтов состояния, продолжение

Бит	Значение
6	0 = Блоком OB 85 инициирована пассивизация модуля_L 1 = Блоком OB 85 не инициировалась пассивизация модуля_L
7	0 = Блоком OB 85 инициирована пассивизация модуля_H 1 = Блоком OB 85 не инициировалась пассивизация модуля_H

7.5 Другие возможности для присоединения резервируемой периферии

Резервируемая периферия на пользовательском уровне

Если вы не можете использовать резервируемую периферию (раздел 7.4), поддерживаемую системой (например, из-за того, что подлежащий резервированию модуль отсутствует в списке поддерживаемых модулей), то вы можете реализовать ее на пользовательском уровне.

Конфигурации

Возможны следующие конфигурации, содержащие резервируемую периферию (рис. 7–13):

1. Резервируемая структура с односторонней централизованной и/или децентрализованной периферией.

Для этого по одному модулю ввода/вывода вставляется в подсистемы CPU 0 и CPU 1.

2. Резервируемая структура с коммутируемой периферией

В два устройства децентрализованной периферии ET 200M с активной задней шиной вставляется по одному модулю ввода/вывода.

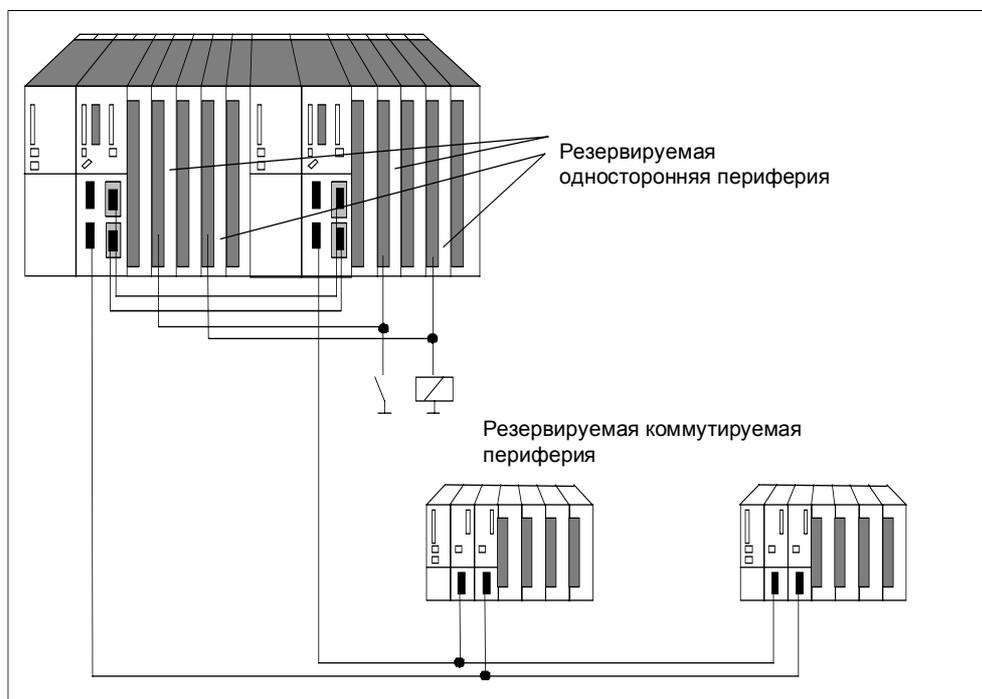


Рис. 7–13. Резервируемая односторонняя и коммутируемая периферия

Внимание

При использовании резервируемой периферии рассчитанные времена контроля при необходимости нужно увеличить, см. раздел 6.3.2.

Монтаж аппаратуры и проектирование резервируемой периферии

Если вы хотите использовать резервируемую периферию, то мы рекомендуем вам следующую стратегию:

1. Используйте периферию следующим образом:
 - у односторонней структуры по одному модулю ввода/вывода в каждой подсистеме
 - у коммутируемой структуры по одному модулю ввода/вывода в двух устройствах децентрализованной периферии ET 200M.
 2. Подключайте периферию таким образом, чтобы к ней имели доступ обе подсистемы.
 3. Проектируйте модули ввода/вывода для различных логических адресов.
-

Внимание

Мы не рекомендуем проектировать используемые вами модули вывода по тем же логическим адресам, что и модули ввода; в противном случае вам придется в OB 122 опрашивать не только логические адреса неисправных модулей, но и их типы (ввод или вывод).

Программа пользователя должна обновлять образ процесса для резервируемых односторонних модулей вывода также и в одиночном режиме работы (напр., прямым обращением). При использовании частичных образов процесса программа пользователя должна соответственно обновлять частичные образы процесса в OB 72 (возврат резервирования) (SFC 27 "UPDAT_PO"). В противном случае при переходе системы в состояние резервирования одноканально односторонним модулям вывода резервного CPU сначала будут выведены старые значения.

Резервируемая периферия в программе пользователя

Следующий пример программы показывает использование двух резервируемых цифровых модулей ввода:

- модуля A в стойке 0 с логическим базовым адресом 8 и
- модуля B в стойке 1 с логическим базовым адресом 12.

Один из двух модулей считывается в OB1 путем прямого обращения. В дальнейшем, без потери общности, предполагается, что это модуль A (переменная BGA имеет значение TRUE). Если при этом не происходит ошибки, то обработка продолжается с прочитанным значением.

Если произошла ошибка доступа к периферии, то путем прямого обращения будет считан модуль В («вторая попытка» в OB1). Если при этом не происходит ошибки, то обработка продолжается со значением, считанным из модуля В. Если, однако, ошибка происходит и в этом случае, то оба модуля в данный момент неисправны, и работа продолжается с заменяющим значением.

Пример программы основан на том, что после ошибки доступа к модулю А даже и после его замены в OB1 всегда сначала обрабатывается модуль В. Модуль А снова будет обрабатываться первым в OB1 только после того, как произойдет ошибка доступа к модулю В.

Внимание

Переменные BGA и PZF_BIT должны быть действительными и вне OB1 и OB122. Переменная VERSUCH2, напротив, используется только в OB1.

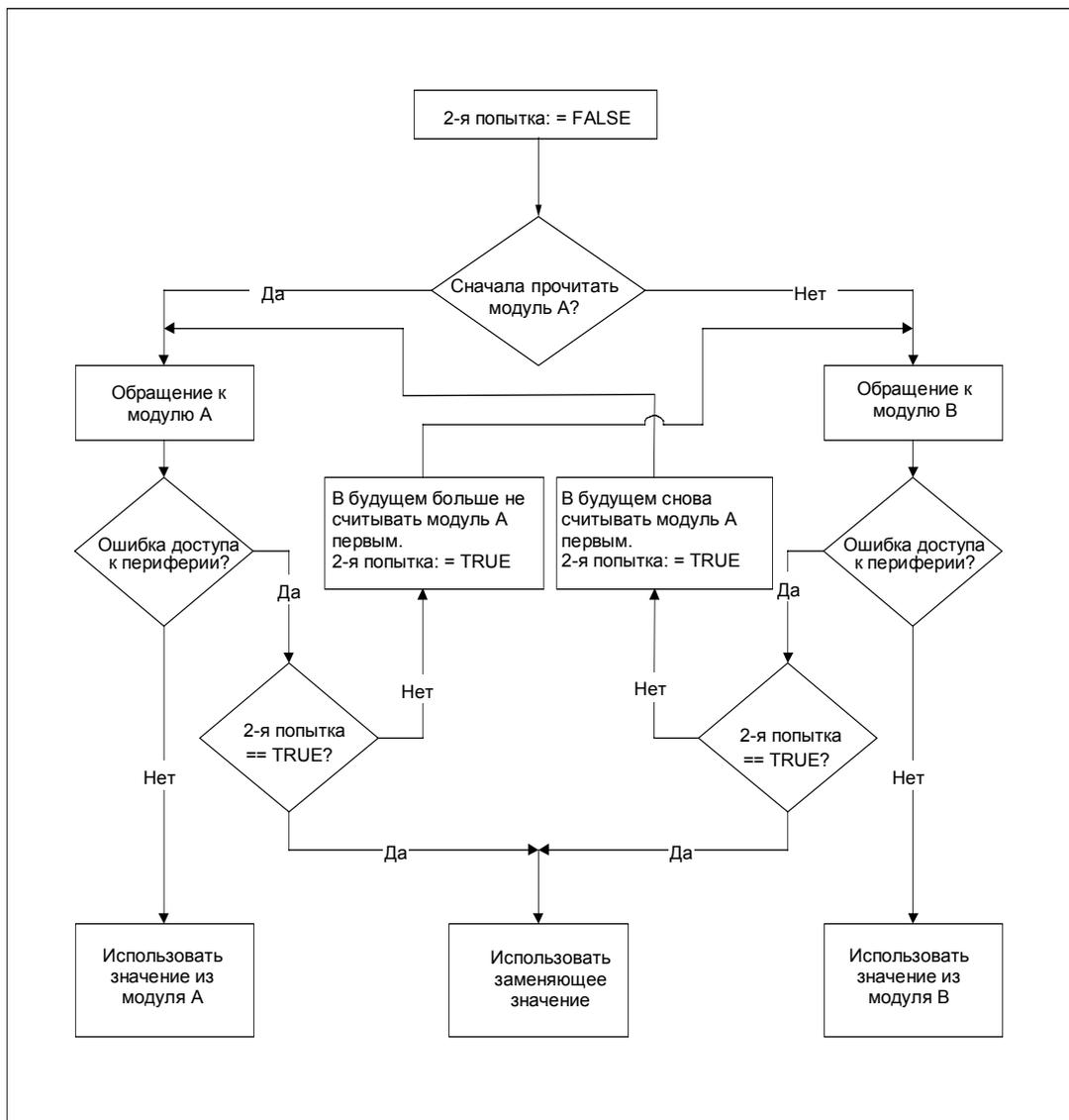


Рис. 7–14. Блок-схема для OB1

Пример программы на STL (AWL)

Ниже приведены необходимые разделы программы (OB1, OB 122).

Таблица 7–6. OB 1	
STL	Комментарий
NOP 0; SET; R VERSUCH2; A BGA; JCN WBGB;	//Инициализация //Читать модуль А первым? //Если нет, продолжить с модулем В
WBGA: SET; R PZF_BIT; L PED 8; U PZF_BIT; SPBN PZOK; U VERSUCH2; SPB WBG0; SET; R BGA; S VERSUCH2;	//Удалить бит PZF //Прочитать CPU 0 //Был ли PZF обнаружен в OB 122? //Если нет, обращение к процессу в норме //Было ли это обращение второй попыткой? //Если да, использовать заменяющее значение //Больше не читать модуль А первым //в будущем
WBGB: SET; R PZF_BIT; L PED 12; U PZF_BIT; SPBN PZOK; U VERSUCH2; SPB WBG0; SET; S BGA; S VERSUCH2; JU WBGA;	//Удалить бит PZF //Прочитать CPU 1 // Был ли PZF обнаружен в OB 122? //Если нет, обращение к процессу в норме // Было ли это обращение второй попыткой? //Если да, использовать заменяющее значение //В будущем снова читать модуль А первым
WBG0: L ERSATZ; PZOK:	//Заменяющее значение //Значение, которое следует применить, находится в //аккумуляторе 1

Таблица 7-7. OB 122

STL	Комментарий
L OB122_MEM_ADDR; L W#16#8; == I; SPBN M01;	// Обусловлен ли PZF модулем A? //Затронутый логический базовый адрес //Модуль A? //Если нет, продолжить с M01
SET; = PZF_BIT; SPA CONT;	//PZF после обращения к модулю A //Установить бит PZF
M01: NOP 0; L OB122_MEM_ADDR; L W#16#C; == I; SPBN CONT;	// Обусловлен ли PZF модулем B? // Затронутый логический базовый адрес // Модуль B? //Если нет, продолжить с CONT
SET; = PZF_BIT;	//PZF после обращения к модулю B //Установить бит PZF
CONT: NOP 0;	

Коммуникации

8

В этой главе вы найдете введение в коммуникации с отказоустойчивыми системами и относящиеся к ним характеристики.

Вы познакомитесь с основными понятиями, с системой шин, которую вы можете использовать для отказоустойчивых коммуникаций, и с видами соединений.

Вы узнаете, как происходит обмен данными через отказоустойчивые и через стандартные соединения, и как они проектируются и программируются.

- Вы найдете примеры обмена данными через **отказоустойчивые S7-соединения** и познакомитесь с их преимуществами.
- Для сравнения вы узнаете, как происходит обмен данными через **S7-соединения**, а также, как можно обмениваться данными с резервированием с помощью S7-соединений.

В разделе	Вы найдете	на стр.
8.1	Основы и основные понятия	8–2
8.2	Какие сети можно использовать?	8–5
8.3	Поддерживаемые коммуникационные услуги	8–8
8.4	Обмен данными через отказоустойчивые S7-соединения	8–8
8.5	Обмен данными через S7-соединения	8–15
8.6	Производительность при обмене данными	8–20

8.1 Основы и основные понятия

Обзор

Использование отказоустойчивых контроллеров делает возможным их резервирование, включая периферию. С ростом требований к степени готовности системы в целом необходимо увеличивать и отказоустойчивость коммуникаций, т.е. коммуникации должны проектироваться так, чтобы они тоже были резервируемыми.

Ниже вы найдете обзор основ и основных понятий, которые вам следует знать, чтобы использовать отказоустойчивые коммуникации.

Резервируемая коммуникационная система

Коэффициент готовности коммуникационной системы может быть увеличен резервированием средств передачи данных, дублированием субкомпонентов или дублированием всех компонентов шины.

Механизмы контроля и синхронизации обеспечивают, что при выходе из строя одного компонента обмен данными во время работы берут на себя резервные компоненты.

Резервируемая коммуникационная система является предпосылкой для проектирования отказоустойчивых S7-соединений.

Отказоустойчивый обмен данными

Отказоустойчивый обмен данными – это использование системных функциональных блоков (SFB) в S7-связи через отказоустойчивые S7-соединения.

Отказоустойчивые S7-соединения возможны только при использовании резервируемых коммуникационных систем.

Резервируемые узлы

Резервируемые узлы обеспечивают отказоустойчивость обмена данными между двумя отказоустойчивыми системами. Система с многоканальными компонентами представляется резервируемыми узлами. Резервируемый узел независим, если выход из строя компонента внутри этого узла не приводит к ограничению надежности других узлов.

Соединение (S7-соединение)

Соединение – это логическое назначение друг другу двух партнеров по обмену данными для реализации коммуникационных услуг. Каждое соединение имеет два конечных пункта, содержащих информацию, необходимую для адресации партнеров по обмену данными, и другие атрибуты для установления соединения.

S7-соединение – это соединение для обмена данными между двумя стандартными CPU или стандартного CPU с CPU отказоустойчивой системы.

В отличие от отказоустойчивого S7-соединения, которое содержит, по крайней мере, два соединения, S7-соединение состоит фактически только из одного соединения. Если оно выходит из строя, то обмен данными прекращается.

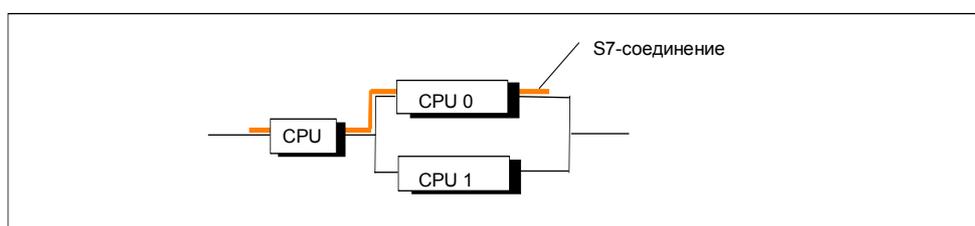


Рис. 8–1. Пример S7-соединения

Замечание

Под "соединением" в данном руководстве, вообще говоря, понимается "спроектированное S7-соединение". За информацией о других видах соединений обращайтесь к руководствам *SIMATIC NET NCM for PROFIBUS [SIMATIC NET NCM для PROFIBUS]* и *SIMATIC NET NCM S7 for Industrial Ethernet [SIMATIC NET NCM S7 для Industrial Ethernet]*.

Отказоустойчивые S7-соединения

Требование к повышению коэффициента готовности с помощью коммуникационных компонентов, например, CP и шин, делает необходимым резервирование коммуникационных соединений между участвующими системами.

В отличие от S7-соединений, отказоустойчивое S7-соединение состоит из двух частных соединений нижнего уровня. С точки зрения программы пользователя, проектирования и диагностики соединения, отказоустойчивое S7-соединение с его частными соединениями нижнего уровня представляется точно одним идентификатором (ID) (как и стандартное S7-соединение). В зависимости от спроектированной конфигурации, оно может включать в себя не более 4 частных соединений, из которых 2 всегда установлены (активны), чтобы поддерживать обмен данными в случае неисправности. Количество частных соединений зависит от возможных альтернативных путей (см. рис. 8–2) и определяется автоматически.

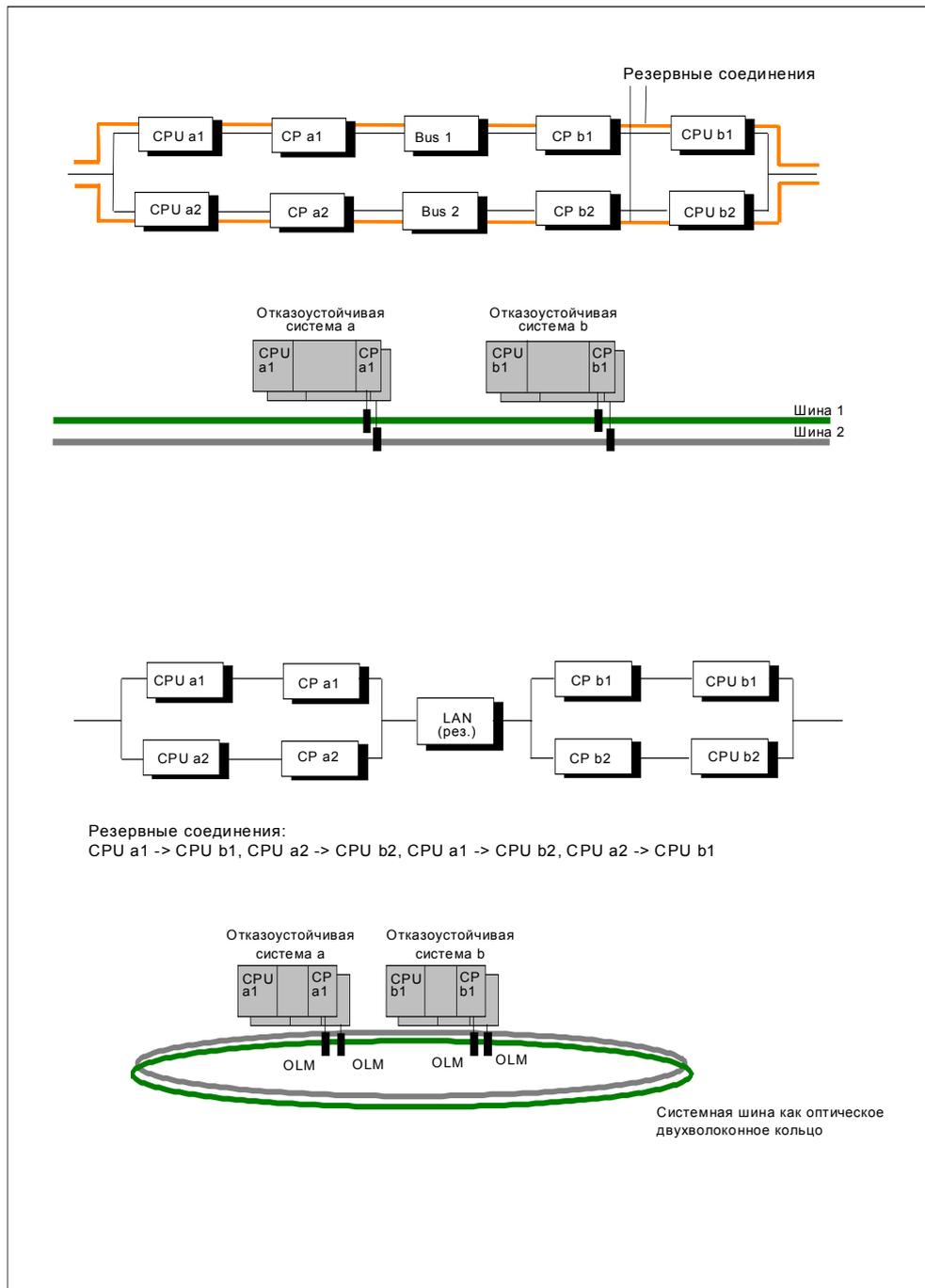


Рис. 8–2. Пример зависимости от проекта количества результирующих частных соединений

Если активное частное соединение выходит из строя, то уже установленное второе частное соединение автоматически берет на себя обмен данными.

Ресурсные потребности отказоустойчивых S7-соединений

Отказоустойчивый CPU допускает работу 64/32 (см. технические данные) отказоустойчивых S7-соединений. На CP каждое частное соединение требует ресурса для связи.

Замечание

Если вы спроектировали для отказоустойчивой станции несколько отказоустойчивых S7-соединений, то их установка при определенных обстоятельствах может потребовать значительного времени. Если спроектированная максимальная задержка связи была установлена слишком малой, то установление соединения и актуализация прерывается, а система не может перейти в режим резервирования (см. раздел 6.3).

8.2 Какие сети можно использовать?

Выбор физического средства передачи зависит от желаемой протяженности сети, отказоустойчивости, которой нужно добиться, и скорости передачи. Для обмена данными с отказоустойчивыми системами используются следующие системы шин:

- Industrial Ethernet (волоконно-оптический кабель, медный кабель, трехпроводный коаксиальный или в виде витой пары)
- PROFIBUS (волоконно-оптический или медный кабель)

Дальнейшую информацию о том, какие сети можно использовать, вы найдете в руководствах «*Communication with SIMATIC [Связь с помощью SIMATIC]*», «*Industrial Twisted Pair Networks [Промышленные сети, использующие витые пары]*» и «*PROFIBUS Networks [Сети PROFIBUS]*».

8.2.1 Industrial Ethernet

Industrial Ethernet – это сеть связи для цехов с использованием технологии передачи в основной полосе частот в соответствии с IEEE 802.3 и процедурой доступа CSMA/CD.

Сеть Industrial Ethernet может быть спроектирована как резервируемое средство передачи с электрическими или оптическими компонентами. Для сети Industrial Ethernet имеется в распоряжении очень широкий диапазон электрических и оптических сетевых компонентов.

Электрическая сеть

Электрическая сеть может быть построена как классическая шинная структура с трехпроводным коаксиальным кабелем в качестве средства передачи.

В качестве дополнения и альтернативы обычному шинному кабелю для присоединения оконечных устройств предлагаются модули электрической связи (electrical link modules, ELM) или промышленные витые пары (industrial twisted pairs, ITP). С их помощью могут строиться звездообразные сети в соответствии с IEEE 802.3.

Оптическая сеть

Оптическая сеть Industrial Ethernet (средство передачи – волоконно-оптический кабель) может быть построена как линейная, кольцевая или звездообразная структура. Эта структура успешно работает при скорости передачи 10 Мбит/с с оптическими модулями связи (optical link modules, OLM) и/или звездообразными концентраторами для Fast Ethernet при 100 Мбит/с с использованием оптических коммутационных модулей (optical switching modules, OSM) и администратора оптического резервирования (optical redundancy manager, ORM).

8.2.2 PROFIBUS

PROFIBUS – это сеть связи для цехового и полевого уровня, удовлетворяющая стандарту PROFIBUS EN 50 170, том 2, с гибридным методом доступа, использующим маркерную шину и систему master-slave. Соединение в сеть производится через двухпроводную линию или волоконно-оптические кабели.

Система шин PROFIBUS может быть использована как резервируемое средство передачи с электрическими или оптическими компонентами. Количество подключенных станций не должно быть больше 30. Шинная система Industrial Ethernet рекомендуется для более крупных систем.

Скорость передачи может настраиваться ступенями от 9,6 Кбит/с до 12 Мбит/с.

Электрическая сеть

Электрическая сеть использует в качестве средства передачи экранированную витую пару.

Интерфейс RS 485 работает с разностями потенциалов. Поэтому он менее чувствителен к помехам, чем потенциальный или токовый интерфейс. В случае PROFIBUS абоненты подключаются к шине через шинный терминал или шинный штекер (до 32 абонентов на сегмент). Различные сегменты соединены между собой с помощью повторителей.

Максимальный размер сегмента зависит от скорости передачи.

Кроме технологии передачи RS-485, для автоматизации процессов в соответствии с IEC 1158 имеется PROFIBUS PA. Технология передачи PROFIBUS PA предназначена для взрывоопасных помещений с внутренней самозащитой и поэтому работает, используя синхронный, низкоэнергетический метод передачи. Во взрывоопасных помещениях с внутренней самозащитой на одном сегменте PROFIBUS PA могут работать до десяти абонентов, при условии, что общее потребление тока никогда не превышает 100 мА. В помещениях, не требующих внутренней самозащиты, на одном сегменте PROFIBUS PA могут работать до 30 абонентов. Используемая скорость передачи равна тогда 31,25 Кбит/с.

Оптическая сеть

Оптическая сеть PROFIBUS использует в качестве средства передачи волоконно-оптические кабели.

Вариант с волоконно-оптическим кабелем нечувствителен к электромагнитным воздействиям, устойчив к ударам молнии, не требует выравнивания электрических потенциалов и пригоден для больших расстояний (стеклянный волоконно-оптический кабель).

Максимальная длина сегмента не зависит от скорости передачи (за исключением резервируемых оптических колец). Оптические кольца могут быть спроектированы как одно- или двухволоконные кольца (увеличенный коэффициент готовности сети).

Структура сетей с волоконно-оптическими кабелями реализуется посредством модулей оптической связи (OLM). Структура сети с OLM может быть линейной, кольцевой или звездообразной.

8.3 Поддерживаемые коммуникационные услуги

Могут использоваться следующие коммуникационные услуги:

- S7-связь через отказоустойчивые S7-соединения через PROFIBUS и Industrial Ethernet
- S7-связь через S7-соединения через MPI, PROFIBUS и Industrial Ethernet
- Стандартный обмен данными (например, FMS) через PROFIBUS
- Обмен данными, совместимый с S5 (например, блоки SEND и RECEIVE) через PROFIBUS и Industrial Ethernet

Не поддерживаются:

- Базовый обмен данными
- Связь через глобальные данные

8.4 Обмен данными через отказоустойчивые S7-соединения

Готовность коммуникационных систем

Отказоустойчивая связь расширяет всю систему SIMATIC за счет добавления дополнительных, резервных коммуникационных компонентов, например, CP или шинных кабелей. Для иллюстрации фактической степени готовности коммуникационных систем при использовании оптической или электрической сети ниже дается описание возможностей резервирования коммуникаций.

Предпосылка

Предпосылкой для проектирования отказоустойчивых соединений с помощью STEP 7 является наличие спроектированной аппаратной конфигурации.

Конфигурация аппаратуры обеих подсистем, встроенных в отказоустойчивую систему, **должна быть** идентичной. В частности, это относится и к слотам.

В зависимости от используемой сети для отказоустойчивых коммуникаций можно применять следующие CP:

- Industrial Ethernet:
S7: CP 443–1
- PROFIBUS:
S7: CP 443–5 Extended (не спроектированный как master-система DP)

Чтобы иметь возможность использовать отказоустойчивые S7-соединения между отказоустойчивой системой и PC, вы должны установить на PC пакет программ «S7–REDCONNECT». Какие CP можно использовать на стороне PC, вы найдете в информации о продукте для «S7–REDCONNECT».

Проектирование

Степень готовности системы, включая коммуникации, устанавливается при проектировании. Как проектируются соединения, вы найдете в документации по STEP 7.

Для отказоустойчивых соединений используется только S7-связь. Для этого выберите в диалоговом окне «New Connection [Новое соединение]» в качестве типа соединения «S7 Connection Fault-Tolerant [S7-соединение, отказоустойчивое]».

Количество необходимых резервируемых соединений определяется с помощью STEP 7 как функция резервируемых узлов. Если структура сети допускает это, то генерируется до четырех резервируемых соединений. Использованием большего количества CP нельзя добиться более высокого резервирования.

В диалоговом окне «Properties – Connection [Свойства – Соединение]» вы можете в случае необходимости также изменить определенные свойства отказоустойчивого соединения. При использовании нескольких CP в этом диалоговом окне соединения могут также упорядочиваться. Это может оказаться целесообразным, так как по умолчанию все соединения сначала прокладываются через первый CP. Если здесь все соединения заняты, то следующие соединения прокладываются через второй CP, и т.д.

Программирование

Отказоустойчивые коммуникации могут использоваться в отказоустойчивом CPU и реализуются посредством S7-соединений.

Это возможно исключительно в рамках проекта S7.

Программирование отказоустойчивых коммуникаций с помощью STEP 7 реализуется с помощью коммуникационных SFB. С помощью этих блоков данные могут передаваться через подсети (Industrial Ethernet, PROFIBUS). Стандартные коммуникационные SFB, встроенные в операционную систему, предоставляют возможность квитирующей передачи данных. Возможна не только передача данных; могут быть также использованы и другие коммуникационные функции для управления и контроля партнера по обмену данными.

Пользовательские программы, написанные для стандартных коммуникаций, могут без изменений выполняться и в случае отказоустойчивых коммуникаций. Резервирование кабелей и соединений не оказывает влияния на программу пользователя.

Замечание

Советы по программированию обмена данными вы найдете в стандартной документации по S7, например, *Программирование с помощью STEP 7*.

Коммуникационные функции START и STOP действуют точно на один CPU или на все CPU отказоустойчивой системы (подробности см. в справочном руководстве *Системное программное обеспечение для S7-300/400, системные и стандартные функции*).

8.4.1 Обмен данными между отказоустойчивыми системами

Степень готовности

Самый простой способ увеличения готовности взаимосвязанных систем состоит в применении резервной системной шины, построенной с использованием оптического двухволоконного кольца или дублированной электрической системы шин. В этом случае присоединенные абоненты могут состоять из простых стандартных компонентов.

Увеличение готовности лучше всего можно реализовать с помощью оптического двухволоконного кольца. При обрыве двухволоконного оптического кабеля обмен данными между участвующими системами продолжается. Затем системы обмениваются данными, как если бы они были присоединены к линейной системе шин. Кольцевая система принципиально содержит два резервируемых компонента и поэтому автоматически образует узел двухканального резервирования. Оптическая сеть может иметь также линейную или звездообразную топологию. Однако в линейной структуре невозможно резервирование кабеля.

При выходе из строя сегмента электрического кабеля обмен данными между участвующими системами также продолжается (двухканальное резервирование).

Следующие примеры объясняют разницу между этими двумя вариантами.

Замечание

Количество необходимых ресурсов для соединений на CP зависит от сети, которую вы используете.

При использовании оптического двухволоконного кольца (см. рис. 8–3) на каждом CP необходимо иметь два ресурса для соединения. В противоположность этому, при использовании дублированной электрической сети требуется только один ресурс соединения на каждом CP (см. рис. 8–4).

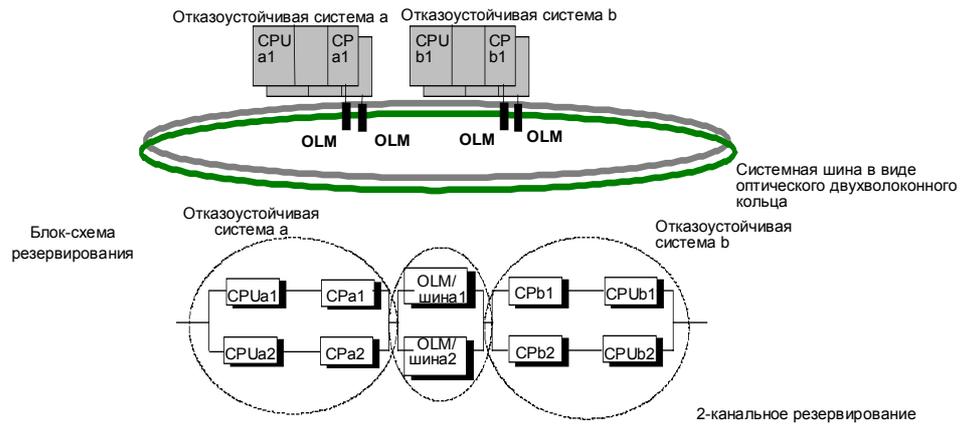


Рис. 8–3. Пример резервирования с отказоустойчивой системой и резервирующим кольцом

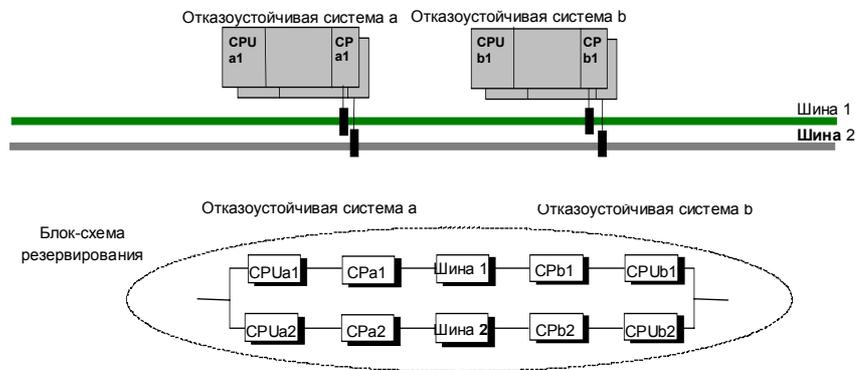


Рис. 8–4. Пример резервирования с отказоустойчивой системой и резервируемой системой шин

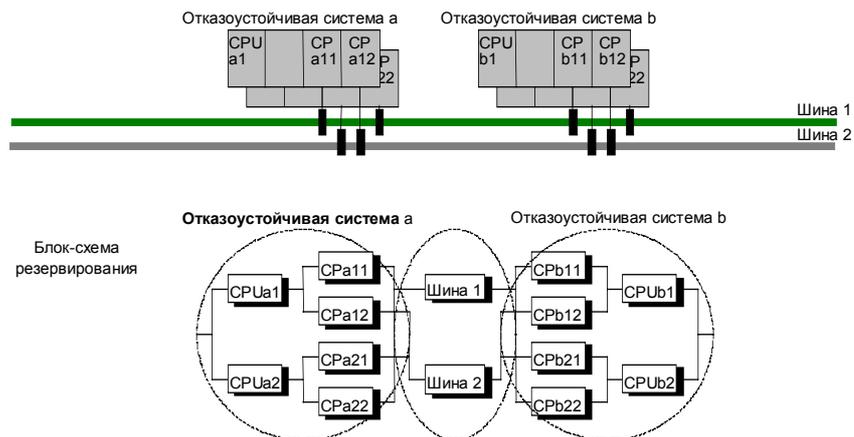


Рис. 8–5. Пример отказоустойчивой системы с дополнительным резервированием CP

Поведение при выходе из строя

Только двойная ошибка внутри отказоустойчивой системы (напр., CPUa1 и CPa2 в одной системе) в случае двухволоконного кольца ведет к полному выходу из строя обмена данными между участвующими системами (см. рис. 8–3).

Если двойная ошибка (например, CPUa1 и CPb2) происходит в первом случае резервируемой электрической системы шин (см. рис. 8–4), то это ведет к полному выходу из строя обмена данными между участвующими системами.

В случае резервируемой электрической системы шин с резервированием CP (см. рис. 8–5) только двойная ошибка внутри отказоустойчивой системы (например, CPUa1 и CPUa2) или тройная ошибка (например, CPUa1, CPa22 и Шина 2) приведет к полному выходу из строя обмена данными между участвующими системами.

Отказоустойчивые S7-соединения

Разрыв частного соединения во время выполнения коммуникационных заданий приводит к увеличению времени обработки.

8.4.2 Обмен данными между отказоустойчивыми системами и отказоустойчивым CPU

Степень готовности

Готовность может быть увеличена путем использования резервируемой системной шины и отказоустойчивого CPU в стандартной системе.

Если партнером по обмену данными является отказоустойчивый CPU, то и здесь, в отличие, например, от CPU 416, могут быть спроектированы отказоустойчивые соединения.

Замечание

Отказоустойчивые соединения занимают два ресурса для соединений на CP b1 для резервируемых соединений. На CP a1 и CP a2 занято в каждом случае по одному ресурсу для соединений.

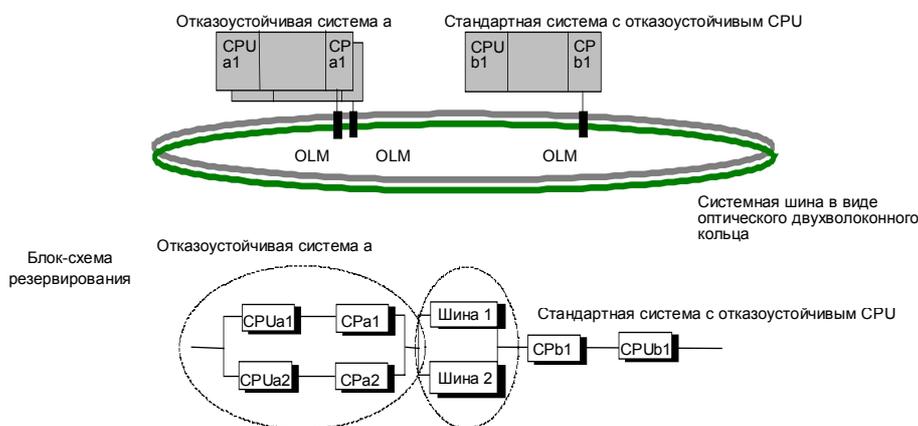


Рис. 8–6. Пример резервирования с отказоустойчивой системой и отказоустойчивым CPU

Поведение при выходе из строя

Двойная ошибка в отказоустойчивой системе (т.е. CPUa1 и CPa2) и одиночная в стандартной системе (CPUb1) приводят к полному выходу из строя обмена данными между участвующими системами (см. рис. 8–6).

8.4.3 Обмен данными между отказоустойчивыми системами и PC

Степень готовности

При соединении отказоустойчивых систем с PC готовность системы в целом не сосредоточена только на PC (OS) и управлении их данными, но также и на сборе данных в системах автоматизации.

Персональные компьютеры в силу свойств их аппаратного и программного обеспечения не являются отказоустойчивыми. Однако они могут быть размещены в системе с резервированием. Готовность такой системы PC (OS) и управления ее данными обеспечивается посредством подходящего программного обеспечения, например, WinCC Redundancy [Резервирование WinCC].

Обмен данными происходит через отказоустойчивые соединения.

Пакет программ «S7-REDCONNECT», начиная с V1.3, является предпосылкой для отказоустойчивого обмена данными с PC. Он делает возможным подключение PC к оптической сети с одним CP или к резервируемой системе шин с двумя CP.

Проектирование соединений

На стороне PC не требуется дополнительного проектирования отказоустойчивых коммуникаций. Конфигурация соединений помещается в проект STEP 7 на стороне PC в виде XDB-файла.

Как с помощью STEP 7 встроить отказоустойчивую S7-связь с PC в вашу систему OS, можно найти в документации к WinCC .

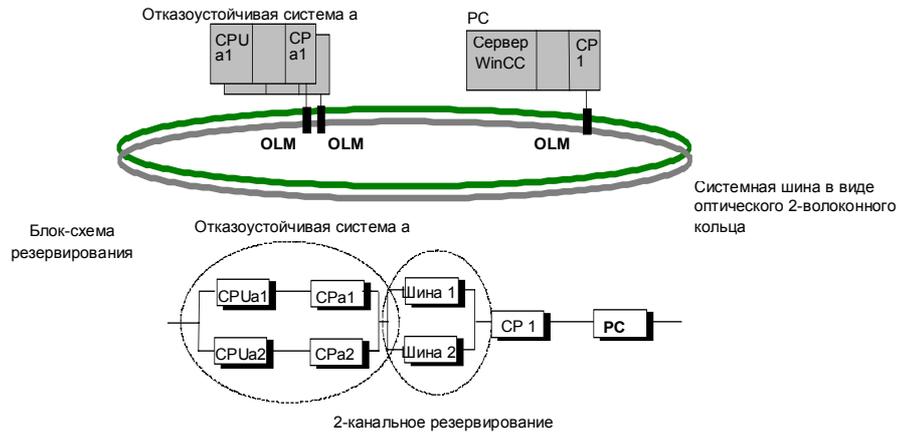


Рис. 8–7. Пример резервирования с отказоустойчивой системой и резервируемой системой шин

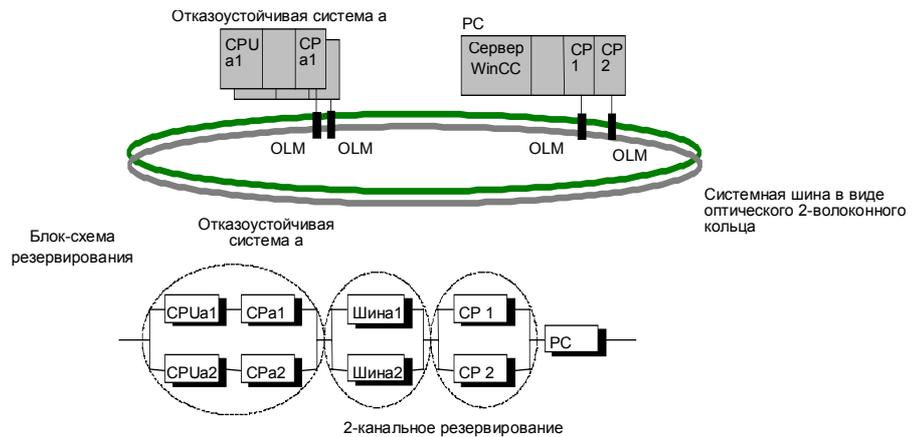


Рис. 8–8. Пример резервирования с отказоустойчивой системой, резервируемой системой шин и резервированием CP в PC

Поведение при выходе из строя

Двойная ошибка в отказоустойчивой системе (т.е. CPUa1 и CPa2) и выход из строя PC приводят к полному выходу из строя обмена данными между участвующими системами (см. рис. 8–7 и 8–8).

8.5 Обмен данными через S7-соединения

Обмен данными со стандартными системами

Отказоустойчивый обмен данными невозможен между отказоустойчивой и стандартной системами. Следующие примеры иллюстрируют фактическую готовность коммуникационных систем.

Проектирование

Стандартные соединения проектируются с помощью STEP 7.

Программирование

Если в отказоустойчивой системе используется стандартный обмен данными, то для этого могут использоваться все коммуникационные функции кроме связи через глобальные данные.

Для программирования обмена данными с помощью STEP 7 используются стандартные коммуникационные SFB.

Замечание

Коммуникационные функции START и STOP действуют точно на один CPU или на все CPU отказоустойчивой системы (подробности см. в справочном руководстве *Системное программное обеспечение для S7-300/400, системные и стандартные функции*).

8.5.1 Обмен данными через S7-соединения – односторонний режим

Степень готовности

С помощью резервируемой системы шин степень готовности повышается также для связи отказоустойчивой системы со стандартной системой.

Если системная шина построена в виде оптического двухволоконного кольца, то при обрыве волоконно-оптического кабеля обмен данными между участвующими системами продолжается. Затем системы обмениваются данными, как если бы они были присоединены к линейной системе шин, см. рис. 8–9.

При соединении между собой отказоустойчивой и стандартной систем степень готовности коммуникаций не может быть улучшена с помощью двойной электрической системы шин. Чтобы иметь возможность использовать вторую систему шин в качестве резервной, вам нужно второе S7-соединение, которым нужно управлять соответствующим образом в программе пользователя (см. рис. 8–10).

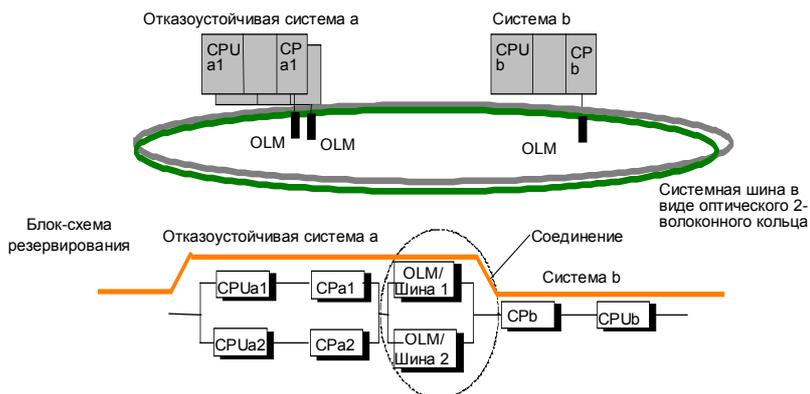


Рис. 8–9. Пример соединения стандартной и отказоустойчивой систем на резервируемом кольце

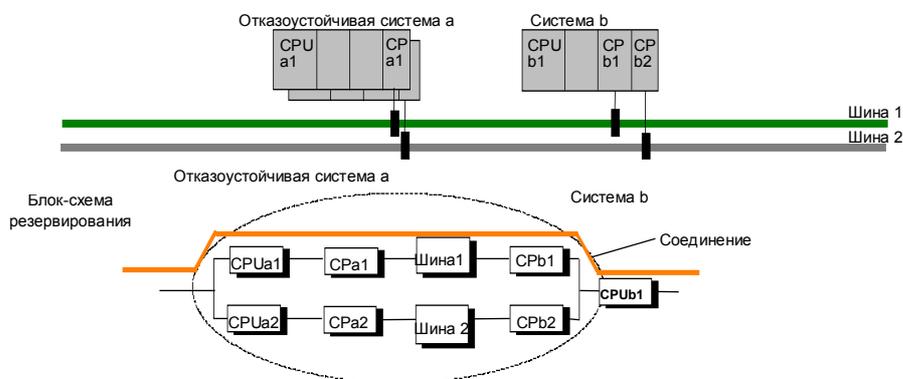


Рис. 8–10. Пример соединения стандартной и отказоустойчивой систем на резервируемой системе шин

Поведение при выходе из строя

Двуволоконное кольцо и система шин

Так как здесь используются стандартные S7-соединения (соединение заканчивается на CPU подсистемы, здесь CPUa1), то как ошибка в отказоустойчивой системе (например, CPUa1 или CPa1), так и ошибка в системе b (например, CP b) приводят к полному выходу из строя обмена данными между участвующими системами (см. рис. 8–9 и 8–10).

Для поведения при выходе из строя нет отличий, специфических для системы шин.

8.5.2 Обмен данными через резервируемые S7-соединения

Степень готовности

Готовность может быть увеличена путем использования резервируемой системной шины и двух отдельных СР в стандартной системе.

Резервируемые коммуникации могут эксплуатироваться также и со стандартными соединениями. Для этого необходимо спроектировать два отдельных S7-соединения. При этом резервирование соединений должно быть реализовано путем программирования. Для обоих соединений должен быть реализован на уровне программы пользователя контроль связи, чтобы обнаруживать выход связи из строя и включать второе соединение.

Рис. 8–11 показывает пример такой конфигурации.

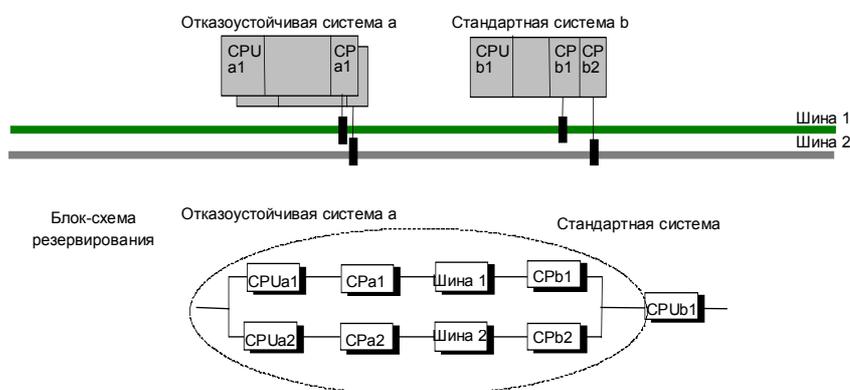


Рис. 8–11. Пример резервирования с отказоустойчивыми системами и резервируемой системой шин с резервируемыми стандартными соединениями

Поведение при выходе из строя

Двойная ошибка в отказоустойчивой системе (т.е. CPUa1 и CPa 2), двойная ошибка в стандартной системе (CPb1 и CPb2) и одиночная ошибка в стандартной системе (CPUb1) приводят к полному выходу из строя обмена данными между участвующими системами (см. рис. 8–11).

8.5.3 Обмен данными через CP для двухточечного соединения в ET200M

Присоединение через ET 200M

Связь отказоустойчивых систем с одноканальными системами часто возможна только посредством двухточечного соединения, так как многие системы других возможностей соединения не имеют.

Чтобы сделать данные одноканальной системы доступными также на CPU отказоустойчивой системы, в монтажной стойке децентрализованной периферии должен быть установлен CP для двухточечного соединения (CP 341) с двумя IM 153–2.

Проектирование соединений

Нет необходимости в резервных соединениях между CP для двухточечного соединения и отказоустойчивой системой.

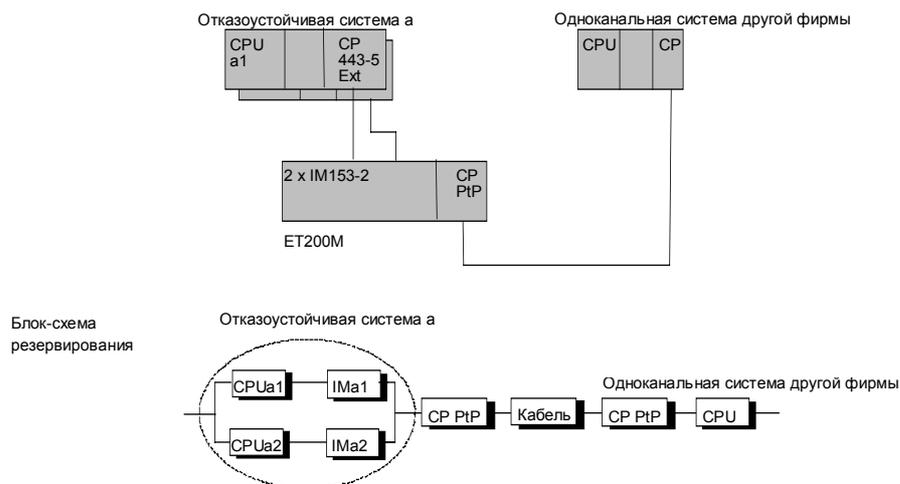


Рис. 8–12. Пример соединения отказоустойчивой системы и одноканальной системы другой фирмы

Поведение при выходе из строя

Двойная ошибка в отказоустойчивой системе (т.е. CPUa1 и IM153–2) и одиночная ошибка в системе другой фирмы приводят к полному выходу из строя обмена данными между участвующими системами (см. рис. 8–12).

В качестве альтернативы CP для двухточечного соединения может быть установлен в центральной стойке «отказоустойчивой системы а». Однако при этой конфигурации уже выход из строя CPU приводит к полному прекращению обмена данными.

8.5.4 Произвольное соединение с одноканальными системами

Присоединение через РС, используемый в качестве шлюза

Когда отказоустойчивые системы соединяются с одноканальными системами, то для этого в качестве альтернативы может быть использован шлюз (без резервирования соединения). Шлюз присоединяется к системной шине через один или два СР, в зависимости от требуемой степени готовности. Между шлюзом и отказоустойчивыми системами могут быть запроектированы отказоустойчивые соединения. Шлюз делает возможной связь между одноканальными системами любого типа (например, TCP/IP с протоколом конкретного производителя).

Экземпляр программного обеспечения, написанный пользователем в шлюзе, реализует одноканальный переход к отказоустойчивым системам. Таким способом к отказоустойчивой системе можно присоединять любые одноканальные системы.

Проектирование соединений

Между СР шлюза и одноканальной системой нет необходимости в отказоустойчивых соединениях.

СР шлюза находится в системе РС, которая имеет отказоустойчивые соединения с отказоустойчивой системой.

Чтобы иметь возможность использовать отказоустойчивые S7-соединения между отказоустойчивой системой А и шлюзом, в шлюзе необходим пакет программ «S7-REDCONNECT». Преобразование данных для маршрутизации через одноканальное соединение должно быть реализовано в программе пользователя.

Дополнительную информацию по этой теме вы найдете в каталоге «*Industrial Communications IK10 [Промышленные коммуникации IK10]*».

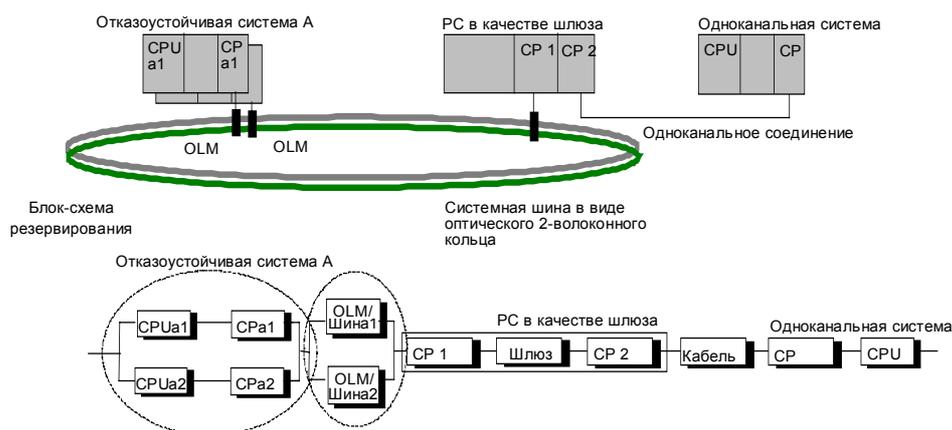


Рис. 8–13. Пример соединения отказоустойчивой системы и одноканальной системы другой фирмы

8.6 Производительность при обмене данными

Следующие высказывания имеют силу для:

- CPU 414–4H с номером для заказа 6ES7 414–4HJ00–0AB0, всех версий.
- CPU 417–4H с номером для заказа 6ES7 417–4HL01–0AB0, всех версий.

В отказоустойчивой системе производительность при обмене данными (время реакции и скорость обработки данных) в режиме резервирования значительно ниже, чем у отказоустойчивого CPU в одиночном режиме или у стандартного CPU.

Цель этого описания состоит в том, чтобы дать критерии оценки, с помощью которых вы сможете оценивать влияние различных коммуникационных механизмов на производительность при обмене данными.

Определение коммуникационной нагрузки

Коммуникационная нагрузка представляет собой сумму всех заданий, посланных в CPU через коммуникационные механизмы в секунду, плюс задания и сообщения, выводимые этим CPU.

Чем выше коммуникационная нагрузка, тем больше время реакции CPU, т.е. CPU требуется больше времени, чтобы отреагировать на задание (напр., задание на чтение) или вывести задания и сообщения.

Рабочая область

В каждой системе автоматизации имеется линейная рабочая область, в которой увеличение коммуникационной нагрузки приводит к увеличению скорости обработки данных. Это, в свою очередь, приводит к временам реакции, обычно приемлемым для соответствующей задачи автоматизации.

При дальнейшем увеличении коммуникационной нагрузки скорость обработки данных входит в насыщение. Затем, при определенных обстоятельствах, количество запросов уже не может быть обработано в системе автоматизации в течение требуемого времени реакции. Скорость обработки данных достигает максимума, а время реакции возрастает экспоненциально, см. следующие рисунки.

Скорость обработки данных даже отчасти уменьшается из-за дополнительной нагрузки внутри устройства.

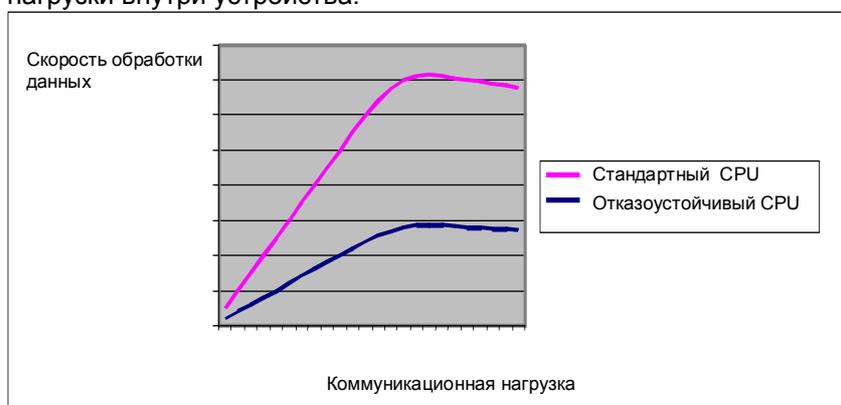


Рис. 8-14. Зависимость скорости обработки данных от коммуникационной нагрузки (принципиальный вид)



Рис. 8-15. Зависимость времени реакции от коммуникационной нагрузки (принципиальный вид)

Стандартные и отказоустойчивые (Н) системы

Все вышесказанное относится как к стандартным, так и к Н-системам. В современных установках насыщение редко достигается, т.к. производительность при обмене данными стандартных систем существенно выше, чем у работающих в режиме резервирования Н-систем.

С другой стороны, для обеспечения синхронной работы Н-систем требуется их синхронизация. Это увеличивает время исполнения блока и уменьшает производительность при обмене данными. Вот почему предел производительности достигается раньше. Если Н-система, работающая в режиме резервирования, не достигла своего предела производительности, то примерное значение ее производительности будет в 2 – 3 раза ниже, чем у стандартной системы.

Какие величины влияют на коммуникационную нагрузку?

На коммуникационную нагрузку влияют следующие величины:

- Количество соединений /подключенных устройств управления и наблюдения
- Количество переменных и количество переменных в изображениях, показываемых через WinCC или OP.
- Вид связи (управление и наблюдение, S7-связь, функции сообщений S7, обмен данными, совместимый с S5, ...)
- Запроектированное максимальное увеличение времени цикла из-за обмена данными.

В следующем разделе будет показано, какие факторы влияют на производительность при обмене данными.

Общие высказывания об обмене данными

Уменьшайте, насколько это возможно, количество коммуникационных заданий в секунду. Используйте в коммуникационных заданиях максимальную длину пользовательских данных, объединяя некоторые переменные и области данных в одном задании на чтение.

Каждое задание требует времени на обработку, поэтому проверять его состояние следует только по истечении этого времени.

Вспомогательное средство для оценки времени обработки вы найдете для бесплатной загрузки в Интернете по адресу:

<http://www4.ad.siemens.de/view/cs/de/1651770>, идентификатор статьи 1651770

Вызывайте коммуникационные задания таким способом, чтобы данные, по возможности, передавались под управлением событий. Проверяйте результат передачи данных только до тех пор, пока задание не было завершено.

Вызывайте коммуникационные блоки, разнося их по времени и включая их не в каждый цикл обработки программы, чтобы равномерно распределить коммуникационную нагрузку.

Если нет данных для передачи, то вы можете пропустить вызов блока, используя условный переход.

Вы достигнете заметно более высокой производительности при обмене данными между компонентами S7, используя коммуникационные функции системы S7 вместо коммуникационных функций, совместимых с S5.

Используйте обмен данными, совместимый с S5 (FB «AG_SEND», FB «AG_RECV», AP_RED), только тогда, когда компоненты S7 должны обмениваться данными с компонентами, не принадлежащими системе S7, так как коммуникационные функции, совместимые с S5 (FB «AG_SEND», FB «AG_RECV», AP_RED), дают существенно более высокую коммуникационную нагрузку.

Соединение стандартных систем с H-системами

Драйверный блок «S7H4_BSR»: драйверный блок «S7H4_BSR» может быть использован для присоединения H-системы к библиотеке STEP7. Этот блок можно заказать по адресу:

http://www.khe.siemens.de/it/index1360712_1.htm

Альтернативное использование SFB 15 «PUT» и SFB 14 «GET» в H-системе: В качестве альтернативы используйте два SFB 15 «PUT» через два стандартных соединения. Сначала вызывается первый блок. Если во время выполнения этого блока не было сообщения об ошибке, то передача рассматривается как успешная. Если было сообщение об ошибке, то передача данных повторяется через второй блок. Даже если обрыв в соединении был распознан позднее, то во избежание потери информации данные передаются снова. Этот же метод можно применить к SFB 14 «GET». Если возможно, используйте для обмена данными коммуникационный механизм S7.

Комплект программного обеспечения AP-red: При использовании пакета программного обеспечения «AP_RED» ограничивайте размер пользовательских данных 240 байтами. Если необходимо передать большее количество данных, то передавайте их, вызывая блоки последовательно.

Комплект программного обеспечения «AP_RED» использует механизмы FB «AG_SEND» и FB «AG_RCV». Используйте APRED только для соединения с контроллерами SIMATIC S5 / S5 H или устройствами других производителей, которые поддерживают обмен данными, совместимый с S5.

S7-связь (SFB 12 «BSEND» и SFB 13 «BRCV»)

Обратите внимание на то, чтобы SFB 12 «BSEND» в программе пользователя вызывался не чаще, чем соответствующий SFB 13 «BRCV» у партнера по обмену данными.

S7-связь (SFB 8 «USEND» и SFB 9 «URCV»)

Используйте SFB 8 «USEND» только под управлением событиями, так как этот блок может создавать высокую коммуникационную нагрузку.

Обратите внимание на то, чтобы SFB 8 «USEND» в программе пользователя вызывался не чаще, чем соответствующий SFB 9 «URCV» у партнера по обмену данными.

SIMATIC OP, SIMATIC MP

Используйте в отказоустойчивой системе не более 4 OP или 4 MP. Если требуется более 4 OP или MP, то нужно проверить всю задачу автоматизации. Проконсультируйтесь в этом случае у своего местного представителя фирмы, занимающегося распространением SIMATIC.

Выбирайте время цикла для актуализации изображений не менее 1 с и увеличьте это время до 2 с, если это возможно.

Обеспечьте, чтобы все переменные изображения запрашивались с одним и тем же временем цикла, чтобы можно было оптимально сгруппировать задания на чтение переменных.

Сервер OPC

Если к отказоустойчивой (H) системе присоединено несколько устройств человеко-машинного интерфейса с OPC для визуализации, то число серверов OPC, обращающихся к H-системе, должно быть небольшим. Клиенты OPC должны обращаться к общему серверу OPC, который затем считывает данные из H-системы.

Обмен данными можно оптимизировать путем использования WinCC и его концепции клиент-сервер.

Некоторые устройства человеко-машинного интерфейса других производителей поддерживают протокол обмена данными S7, используйте эту возможность.

Проектирование с помощью STEP 7

9

В этой главе представлен обзор особенностей и возможностей дополнительного пакета S7-400H.

Первый раздел описывает установку дополнительного пакета.

Во втором разделе приведены расширения дополнительного пакета STEP 7 и собраны вместе основные моменты, на которые следует обратить внимание при проектировании отказоустойчивой системы.

Третий раздел имеет дело с функциями устройства программирования, содержащимися в дополнительном пакете STEP 7.

Более подробное описание вы найдете в базовой помощи, относящейся к дополнительным пакетам, *Configuring Fault-tolerant Systems* [Конфигурирование отказоустойчивых систем]. Эту справочную информацию вы найдете с помощью команды меню **Help > Help topics > Help on option packages** [Помощь > Темы помощи > Помощь к дополнительным пакетам].

В разделе	Вы найдете	на стр.
9.1	Установка дополнительного пакета	9–2
9.2	Проектирование с помощью STEP 7	9–3
9.3	Функции устройства программирования в STEP 7	9–8

9.1 Установка дополнительного пакета

Программные предпосылки

Для установки дополнительного пакета «S7 fault-tolerant system [Отказоустойчивая система S7]» версии 2 или выше, на вашем PG или PC должен быть установлен стандартный пакет STEP 7, V5.2 (или выше).

Установка дополнительного пакета

1. Запустите PC или устройство программирования, на котором вы установили стандартный пакет STEP 7, и обеспечьте, чтобы ни одно приложение STEP 7 не было открыто.
2. Вставьте компакт-диск с дополнительным пакетом.
3. Вызовите на компакт-диске программу SETUP.EXE.
4. Следуйте командам, выдаваемым программой установки, и выбирайте нужные вам опции.

Чтение Readme-файла

В readme-файле записана важная текущая информация о поставляемом программном обеспечении. Вы можете просмотреть этот файл по окончании работы программы установки или открыть его позднее в любое время. Он расположен в каталоге **S7hsys** STEP 7.

Запуск дополнительного пакета

В новом пакете нет приложений, которые должны запускаться явно. Дополнительные возможности встроены в знакомый пользовательский интерфейс.

Отображение встроенной помощи

Диалоговые окна дополнительного пакета содержат встроенную справочную информацию, которую вы можете вызвать на любом этапе проектирования нажатием клавиши F1 или щелчком на кнопке **Help [Помощь]**. Более подробную информацию вы можете получить, выбрав из меню команду **Help > Help Topics [Помощь > Темы помощи]**.

9.2 Проектирование с помощью STEP 7

Основная процедура проектирования S7–400H не отличается от процедуры проектирования S7–400, т.е.

- создание проектов и станций
- конфигурирование аппаратуры и включение в сеть
- загрузка системных данных в программируемый логический контроллер.

И отдельные шаги, которые для этого необходимы, в значительной степени идентичны шагам, с которыми вы знакомы из S7–400.

Внимание

В S7–400H в CPU всегда должны быть загружены следующие OB ошибок: OB 70, OB 72, OB 80, OB 82, OB 83, OB 85, OB 86, OB 87, OB 88, OB 121 и OB 122. Если эти OB не загружены, то в случае ошибки отказоустойчивая система переходит в состояние STOP.

Создание отказоустойчивой станции

Отказоустойчивая станция SIMATIC предлагается Администратором SIMATIC (SIMATIC Manager) как отдельный тип станции. В ней возможно проектирование двух центральных контроллеров, имеющих по одному CPU, и, таким образом, резервируемой структуры отказоустойчивой станции.

9.2.1 Правила оснащения отказоустойчивой станции

В дополнение к правилам, которые обычно действуют при размещении модулей в S7–400, для отказоустойчивой станции должны быть выполнены следующие условия:

- Центральные процессоры должны быть установлены в каждом случае в одинаковых слотах.
- Используемые для резервирования внешние интерфейсы master-устройств DP или коммуникационные модули должны быть установлены в каждом случае в одинаковых слотах.
- Внешние интерфейсные модули master-устройств DP для резервирования master-систем DP следует устанавливать только в центральных стойках, но не в стойках расширения.
- Используемые для резервирования модули (например, CPU 417–4H, интерфейсный модуль slave-устройства DP IM 153–2) должны быть идентичными, т.е. у них должен быть одинаковый номер для заказа, одинаковая версия и одинаковая версия ПЗУ.

Правила монтажа

- Отказоустойчивая станция может содержать до 20 стоек расширения.
- Стойки с четными номерами могут быть поставлены в соответствие только центральному контроллеру 0, а стойки с нечетными номерами могут быть поставлены в соответствие только центральному контроллеру 1.
- Модули, присоединенные к коммуникационной шине, могут работать только в стойках с номерами от 0 до 6.
- В коммутируемой периферии недопустимы модули, способные работать с коммуникационной шиной.
- Обратите внимание на номера монтажных стоек при использовании CP для отказоустойчивого обмена данными в стойках расширения:
Эти номера должны следовать непосредственно друг за другом и начинаться с четного номера, например, монтажные стойки номер 2 и 3, но не монтажные стойки номер 3 и 4.
- При оснащении центрального контроллера модулями master-устройств DP, начиная с master-устройства DP номер 9, также задается номер стойки. Из-за этого количество возможных стоек расширения сокращается.

Соблюдение этих правил автоматически контролируется пакетом STEP 7 и принимается соответствующим образом в расчет при проектировании.

9.2.2 Конфигурирование аппаратуры

Самый простой способ получения резервируемой аппаратной конфигурации состоит в первоначальном полном оснащении **одной** монтажной стойки всеми резервируемыми компонентами, их параметризации, а затем копирования.

После этого вы можете назначить различные адреса (только для односторонней периферии!) и разместить остальные, не резервируемые модули в отдельных стойках.

Особенности представления конфигурации аппаратуры

Чтобы сделать возможным быстрое распознавание резервируемой master-системы DP, она представлена двумя проложенными вплотную друг к другу кабелями DP.

9.2.3 Параметризация модулей в отказоустойчивой станции

Введение

Параметризация модулей в отказоустойчивой станции не отличается от параметризации модулей в стандартных станциях S7-400.

Последовательность действий

Все параметры резервируемых компонентов (за исключением адресов MPI и коммуникационных адресов) должны быть идентичными.

Центральный процессор (особый случай)

Параметры CPU могут быть установлены только для CPU0 (CPU в стойке 0). Любые значения, которые вы ему назначите, автоматически принимаются и для CPU1 (CPU в стойке 1). Настройки CPU1 не могут быть изменены за исключением следующих параметров:

- адрес MPI для CPU
- адреса станции и диагностические адреса встроенных интерфейсов PROFIBUS DP

Модули в адресном пространстве для периферии

Модуль, адресуемый в адресном пространстве для периферии, должен полностью находиться в образе процесса или полностью вне образа процесса. В противном случае не может быть гарантирована согласованность данных, и данные могут быть искажены.

9.2.4 Рекомендации по установке параметров CPU

Параметры CPU, определяющие циклическое поведение

Параметры CPU, определяющие циклическое поведение системы, задаются в закладке «Cycle/Clock методу [Цикл/Тактовые биты памяти (меркеры)]».

Рекомендуемые настройки:

- Максимально возможное время контроля цикла (напр., 6000 мс)
- Минимально возможный образ процесса на входах (немного больше фактически используемого количества входов)
- Минимально возможный образ процесса на выходах (немного больше фактически используемого количества выходов)
- Вызов OB 85 при возникновении ошибки доступа к периферии: только при наступающих и уходящих ошибках

Количество сообщений в диагностическом буфере

Количество сообщений в диагностическом буфере задается в закладке «Diagnostics/Clock [Диагностика/Часы]».

Мы рекомендуем установить большое количество (например, 1500).

Время контроля передачи параметров в модули

Это время контроля задается в закладке «Startup [Запуск]». Оно зависит от конфигурации отказоустойчивой станции. Если время контроля слишком мало, то CPU вносит в диагностический буфер событие W#16#6547.

У некоторых slave-устройств (напр., IM 157) эти параметры упакованы в системные блоки данных. Время передачи параметров зависит от следующих факторов:

- скорость передачи системы шин (высокая скорость передачи => малое время передачи)
- размер параметров и системных блоков данных (большая длина параметров => большое время передачи)
- нагрузка системы шин (много slave-устройств => большое время передачи);

Замечание: Нагрузка системы шин достигает максимума при новом пуске master-устройства DP, например, после включения питания

Рекомендуемая настройка: 600 соответствует 60 с.

Указание

Специальные параметры отказоустойчивого CPU и соответствующие времена контроля рассчитываются автоматически. При этом при распределении рабочей памяти для всех блоков данных в основу положено значение по умолчанию, специфическое для CPU. Если ваша отказоустойчивая система не выполняет операцию установления связи, проверьте настройку распределения памяти данных (HW Config -> CPU Properties -> H Parameters -> Work memory used for all data blocks [Конфигуратор аппаратуры -> Свойства CPU -> H-параметры -> Рабочая память, используемая для всех блоков данных]).

Внимание

CP443-5 Extended может использоваться в S7-400H или S7-400FH при присоединении DP/PA-Link или Y-Link (IM157) только для скоростей передачи до 1,5 МБод. (Помощь: см. FAQ 11168943 по адресу: <http://www.siemens.com/automation/service&support>)

9.2.5 Конфигурирование сетей

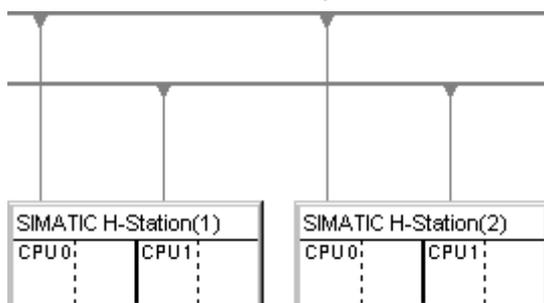
Отказоустойчивое S7-соединение – это отдельный тип соединений приложения «Configure Networks [Конфигурирование сетей]». Обмениваться между собой данными могут следующие партнеры:

- отказоустойчивая станция S7 (с 2 отказоустойчивыми CPU)
-> отказоустойчивая станция S7 (с 2 отказоустойчивыми CPU)
- станция S7 400 (с 1 отказоустойчивым CPU) -> отказоустойчивая станция S7 (с 2 отказоустойчивыми CPU)
- станции SIMATIC PC -> отказоустойчивая станция S7 (с 2 отказоустойчивыми CPU)

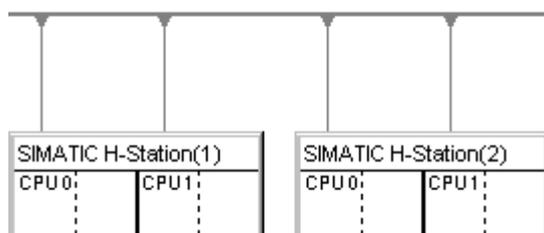
Отказоустойчивые соединения допустимы только в том случае, если хотя бы один конечный пункт коммуникаций является отказоустойчивой станцией S7.

При проектировании этого типа соединений приложение автоматически определяет количество возможных путей соединения:

- Если имеются в распоряжении две независимых, но идентичных подсети, которые обе пригодны для S7-соединения (master-системы DP), то для соединения используются два пути. На практике это обычно электрические сети, имеющие по одному CP в каждой подсети:



- Если имеется в распоряжении только одна master-система DP (на практике обычно волоконно-оптический кабель), то для соединения двух отказоустойчивых станций используются четыре пути. Все CP находятся в этой подсети:



Загрузка сетевой конфигурации в отказоустойчивую станцию

Сетевая конфигурация может быть загружена во всю отказоустойчивую станцию за один шаг. Для этого должны быть выполнены те же предпосылки, что и для загрузки сетевой конфигурации в стандартную станцию.

9.3 Функции устройства программирования в STEP 7

Отображение в SIMATIC Manager

Чтобы соответствовать особенностям отказоустойчивой станции, способ, которым эта система отображается и редактируется в SIMATIC Manager, отличается от стандартной станции S7-400 следующим образом:

- В представлении offline программа S7 (S7 program) отображается только под CPU0 отказоустойчивой станции. Под CPU1 программа S7 не видна.
- В представлении online программа S7 отображается под обоими центральными процессорами и может быть выбрана в обоих положениях.

Коммуникационные функции

Для функций устройства программирования, которые ведут к установлению онлайн-соединения, например, загрузка или удаление блоков, должен выбираться один из двух CPU, даже если функция влияет на всю систему через резервирующую связь.

- Данные, изменяемые в одном из центральных процессоров, в режиме резервирования действуют на другие CPU через резервирующие связи.
- Данные, изменяемые при отсутствии резервирующей связи, т.е. в одиночном режиме, вначале влияют только на редактируемый CPU. Эти блоки передаются главным CPU резервному CPU во время следующей процедуры установления связи и актуализации. Исключение: после изменения конфигурации новые блоки не принимаются (только блоки данных, оставшиеся без изменения). Загрузка этих блоков – обязанность пользователя.

Выход из строя и замена компонентов

во время работы

10

Решающее значение для непрерывной работы отказоустойчивого контроллера является замена вышедших из строя компонентов во время работы. Быстрый ремонт восстанавливает отказоустойчивость.

В следующих разделах мы покажем вам, как можно просто и быстро отремонтировать и заменять компоненты в S7-400H. Обратите, пожалуйста, внимание на советы в соответствующих разделах руководства по монтажу *S7-400/M7-400 Programmable Controllers, Hardware and Installation* [Программируемые контроллеры S7-400/M7-400, аппаратура и монтаж].

В разделе	Вы найдете	на стр.
10.1	Выход из строя и замена компонентов в центральных стойках и стойках расширения	10–2
10.2	Выход из строя и замена компонентов децентрализованной периферии	10–12

10.1 Выход из строя и замена компонентов в центральных стойках и стойках расширения

Какие компоненты могут быть заменены?

Во время работы могут быть заменены следующие компоненты:

- центральные процессоры, например, CPU 417–4Н
- блоки питания, например, PS 405 и PS 407
- сигнальные и функциональные модули
- коммуникационные процессоры
- синхронизационные модули и волоконно-оптические кабели
- интерфейсные модули, например, IM 460 и IM 461

10.1.1 Выход из строя и замена центрального процессора (отказоустойчивого CPU)

Полная замена CPU не всегда необходима. Если неисправность затронула только загрузочную память, все, что вы должны сделать, это заменить соответствующую плату памяти. Оба случая описаны ниже.

Начальная ситуация для замены всего CPU

Неисправность	Как реагирует система?
S7-400H находится в состоянии резервирования, а CPU выходит из строя.	<ul style="list-style-type: none"> • CPU-партнер переходит в одиночный режим. • CPU-партнер сообщает о событии в диагностическом буфере и через OB 72.

Предпосылка для замены

Описанная ниже замена модуля возможна только в том случае, если «новый» центральный процессор

- имеет ту же версию операционной системы, что и CPU, вышедший из строя, и
- такую же рабочую и загрузочную память, что и вышедший из строя CPU.

Внимание

Новые CPU всегда поставляются с самой последней версией операционной системы. Чтобы иметь возможность использовать этот тип CPU в качестве заменяющего модуля, вы должны создать плату обновления операционной системы для версии операционной системы вышедшего из строя CPU и использовать ее для передачи операционной системы в заменяющий CPU.

Последовательность действий

Для замены центрального процессора выполните следующие шаги:

Шаг	Что нужно сделать?	Как реагирует система?
1	Выключите блок питания.	<ul style="list-style-type: none"> • Вся подсистема выключается (система работает в одиночном режиме).
2	Замените центральный процессор.	–
3	Вставьте синхронизационные модули. Убедитесь, что номер стойки установлен правильно.	–

Шаг	Что нужно сделать?	Как реагирует система?
4	Вставьте соединения синхронизационных модулей с волоконно-оптическим кабелем.	–
5	Снова включите блок питания.	<ul style="list-style-type: none"> • CPU выполняет самотестирование и переходит в STOP.
6	Выполните сброс памяти на замененном CPU.	–
7	Запустите замененный CPU (напр., STOP→RUN или запуск через устройство программирования).	<ul style="list-style-type: none"> • CPU автоматически выполняет установление соединения и актуализацию. • CPU переходит в RUN и работает как резервный CPU.

Начальная ситуация для замены загрузочной памяти

Неисправность	Как реагирует система?
S7-400H находится в состоянии резервирования и выполняется обращение к загрузочной памяти с ошибкой.	<ul style="list-style-type: none"> • Затронутый CPU переходит в STOP и делает запрос на сброс памяти. • CPU-партнер переходит в одиночный режим.

Последовательность действий

Для замены загрузочной памяти выполните следующие шаги:

Шаг	Что нужно сделать?	Как реагирует система?
1	Замените плату памяти на остановленном CPU.	–
2	Выполните сброс на CPU с замененной платой памяти.	–
3	Запустите CPU.	<ul style="list-style-type: none"> • CPU автоматически выполняет процедуру установления соединения и актуализации. • CPU переходит в RUN и работает как резервный CPU.

10.1.2 Выход из строя и замена блока питания

Исходная ситуация

Оба центральных процессора находятся в RUN.

Неисправность	Как реагирует система?
S7-400H находится в состоянии резервирования и один блок питания выходит из строя.	<ul style="list-style-type: none"> • CPU-партнер переходит в одиночный режим. • CPU-партнер сообщает о событии в диагностическом буфере и через OB 72.

Последовательность действий

Для замены блока питания в центральной стойке выполните следующие шаги:

Шаг	Что нужно сделать?	Как реагирует система?
1	Выключите блок питания (24 В пост. тока для PS 405 или 120/230 В перем. тока для PS 407).	<ul style="list-style-type: none"> • Вся подсистема выключается (система работает в одиночном режиме).
2	Замените модуль.	–
3	Снова включите блок питания.	<ul style="list-style-type: none"> • CPU выполняет самотестирование. • CPU автоматически выполняет процедуру установления соединения и актуализации. • CPU переходит в RUN (режим резервирования системы) и теперь работает как резервный CPU.

Замечание

Если вы используете резервируемый блок питания (PS 407 10A R), то одному отказоустойчивому CPU ставятся в соответствие два блока питания. Если выходит из строя часть резервируемого блока питания PS 407 10A R, то соответствующий CPU продолжает работать. Неисправная часть может быть заменена во время работы.

Другие блоки питания

Если речь идет о выходе из строя блока питания, находящегося вне центральной стойки (напр., в стойке расширения или в периферийном устройстве), то эта неисправность сообщается как выход из строя стойки (центральной) или станции (удаленной). В этом случае выключите только сетевое питание соответствующего блока питания.

10.1.3 Выход из строя и замена модуля ввода/вывода или функционального модуля

Исходная ситуация

Неисправность	Как реагирует система?
S7-400H находится в состоянии резервирования, а модуль ввода/вывода или функциональный модуль выходит из строя.	<ul style="list-style-type: none"> Оба CPU сообщают о событии в диагностический буфер и через соответствующие OB.

Последовательность действий

Для замены сигнальных и функциональных модулей (центральных или децентрализованных) выполните следующие шаги:

Шаг	Что нужно сделать?	Как реагирует система?
1	Отсоедините проводку.	<ul style="list-style-type: none"> Вызов OB 82, если затронутый модуль способен на диагностические прерывания, и диагностические прерывания разблокированы при проектировании. <ul style="list-style-type: none"> Вызов OB 122, если вы обращаетесь к модулю непосредственно Вызов OB 85, если вы обращаетесь к модулю через образ процесса
2	Извлеките неисправный модуль (в режиме RUN).	<ul style="list-style-type: none"> Оба CPU синхронно обрабатывают OB прерываний по снятию/установке модуля (OB 83).
3	Вставьте новый модуль.	<ul style="list-style-type: none"> Оба CPU синхронно обрабатывают OB прерываний по снятию/установке модуля (OB 83). Соответствующий CPU автоматически назначает параметры модулю и снова к нему обращается.
4	Присоедините проводку.	Вызов OB 82, если затронутый модуль способен на диагностические прерывания и диагностические прерывания разблокированы при проектировании.

10.1.4 Выход из строя и замена коммуникационного процессора

В этом разделе описываются выход из строя и замена коммуникационных процессоров для PROFIBUS и Industrial Ethernet.

Выход из строя и замена коммуникационных процессоров для PROFIBUS–DP описаны в разделе 10.2.1

Исходная ситуация

Неисправность	Как реагирует система?
S7–400H находится в состоянии резервирования, и один коммуникационный процессор выходит из строя.	<ul style="list-style-type: none"> • Оба CPU сообщают о событии в диагностический буфер и через соответствующие OB. • При обмене данными через стандартные соединения: соединение нарушается • При обмене данными через резервируемые соединения: обмен данными поддерживается без перерыва через альтернативный канал.

Последовательность действий

Для замены коммуникационного процессора для PROFIBUS или Industrial Ethernet выполните следующие шаги:

Шаг	Что нужно сделать?	Как реагирует система?
1	Извлеките модуль.	Оба CPU синхронно обрабатывают OB прерываний по снятию/установке модуля (OB 83).
2	Убедитесь, что у нового модуля нет данных параметризации в его встроенном флэш-СППЗУ, и вставьте его.	<ul style="list-style-type: none"> • Оба CPU синхронно обрабатывают OB прерываний по снятию/установке модуля (OB 83). • Модуль автоматически параметризуется соответствующим CPU.
3	Снова включите модуль.	Модуль снова берет на себя обмен данными (система устанавливает коммуникационное соединение автоматически).

10.1.5 Выход из строя и замена синхронизационного модуля или волоконно-оптического кабеля

В этом разделе следует различать три различных сценария ошибок:

- Выход из строя синхронизационного модуля или волоконно-оптического кабеля
- Последовательный выход из строя двух синхронизационных модулей или волоконно-оптических кабелей
- Одновременный выход из строя двух синхронизационных модулей или волоконно-оптических кабелей

Исходная ситуация

Неисправность	Как реагирует система?
<p>Выход из строя синхронизационного модуля или волоконно-оптического кабеля: S7-400H находится в состоянии резервирования, и волоконно-оптический кабель или синхронизационный модуль выходит из строя.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Главный CPU сообщает о событии в диагностическом буфере и через OB 72. • Главный CPU остается в RUN; резервный CPU переходит в STOP

Последовательность действий

Для замены синхронизационного модуля или волоконно-оптического кабеля выполните следующие шаги:

Шаг	Что нужно сделать?	Как реагирует система?
1	Сначала замените волоконно-оптический кабель. ¹⁾	–
2	Запустите резервный CPU (напр., STOP → RUN или запуск через устройство программирования).	Возможны следующие реакции: 1. CPU переходит в RUN. 2. CPU переходит в STOP. В этом случае продолжайте с шага 3.
3	Вытащите неисправный синхронизационный модуль из резервного CPU. Для этого ввинтите штифт с резьбой, вложенный в дополнительную лицевую панель синхронизационного модуля, в нарезку модуля.	–
4	Вставьте новый синхронизационный модуль в резервный CPU. ¹⁾ Убедитесь, что номер стойки установлен правильно.	–
5	Вставьте соединения синхронизационных модулей с волоконно-оптическим кабелем.	–

Шаг	Что нужно сделать?	Как реагирует система?
6	Запустите резервный CPU (напр., STOP → RUN или запуск через устройство программирования).	Возможны следующие реакции: 1. CPU переходит в RUN. 2. CPU переходит в STOP. В этом случае продолжайте с шага 7.
7	Если на шаге 6 резервный CPU перешел в STOP: Извлеките синхронизационный модуль из главного CPU.	<ul style="list-style-type: none"> • Главный CPU обрабатывает ОВ прерываний по вставке/удалению модуля (ОВ 83) и ОВ ошибок резервирования (ОВ 72) (поступающих).
8	Вставьте новый синхронизационный модуль в главный CPU. Убедитесь, что номер стойки установлен правильно.	<ul style="list-style-type: none"> • Главный CPU обрабатывает ОВ прерываний по вставке/удалению модуля (ОВ 83) и ОВ ошибок резервирования (ОВ 72) (уходящих).
9	Вставьте соединения синхронизационных модулей с волоконно-оптическим кабелем.	–
10	Запустите резервный CPU (напр., STOP → RUN или запуск через устройство программирования).	<ul style="list-style-type: none"> • CPU автоматически выполняет процедуру установления соединения и актуализации. • CPU переходит в RUN (режим резервирования системы) и теперь работает как резервный CPU.

- 1) CPU отображает с помощью светодиодов и диагностики, какая резервирующая связь вышла из строя – верхняя или нижняя. После замены неисправных компонентов (волоконно-оптического кабеля или синхронизационного модуля) светодиоды IFM1F и IFM2F гаснут. Только после этого можно выполнять следующий шаг.

Замечание

Если оба волоконно-оптических кабеля или синхронизационных модуля последовательно выходят из строя или заменяются, то реакция системы остается такой же, как описано выше. Единственное исключение состоит в том, что резервный CPU не переходит в STOP, а запрашивает сброс памяти.

Исходная ситуация

Неисправность	Как реагирует система?
<p>Одновременный выход из строя обоих синхронизационных модулей или волоконно-оптических кабелей: S7-400H находится в состоянии резервирования, и оба волоконно-оптических кабеля или синхронизационных модуля выходят из строя.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Оба CPU сообщают о событии в диагностический буфер и через OB 72. • Оба CPU становятся главными и остаются в RUN.

Последовательность действий

Описанная двойная ошибка приводит к потере резервирования. В этом случае действуйте следующим образом:

Шаг	Что нужно сделать?	Как реагирует система?
1	Выключите подсистему.	–
2	Замените неисправные компоненты.	–
3	Снова включите подсистему.	Светодиоды IFM1F и IFMF2F гаснут. Светодиод резервирования загорается.
4	Запустите CPU (напр., STOP → RUN или запуск через устройство программирования).	<ul style="list-style-type: none"> • CPU автоматически выполняет процедуру установления соединения и актуализации. • CPU переходит в RUN (режим резервирования системы) и теперь работает как резервный CPU.

10.1.6 Выход из строя и замена интерфейсных модулей IM 460 и IM 461

Интерфейсные модули IM 460 и IM 461 делают возможным присоединение стоек расширения.

Исходная ситуация

Неисправность	Как реагирует система?
S7-400H находится в состоянии резервирования, и один интерфейсный модуль выходит из строя.	<ul style="list-style-type: none"> • Присоединенное устройство расширения выключается. • Оба CPU сообщают о событии в диагностический буфер и через OB 86.

Последовательность действий

Для замены интерфейсного модуля выполните следующие шаги:

Шаг	Что нужно сделать?	Как реагирует система?
1	Выключите блок питания центральной стойки.	<ul style="list-style-type: none"> • CPU-партнер переходит в одиночный режим.
2	Выключите блок питания устройства расширения, в котором вы хотите заменить интерфейсный модуль.	–
3	Извлеките интерфейсный модуль.	–
4	Вставьте новый интерфейсный модуль и снова включите блок питания устройства расширения.	–
5	Снова включите блок питания центральной стойки и запустите CPU.	<ul style="list-style-type: none"> • CPU автоматически выполняет процедуру установления соединения и актуализации. • CPU переходит в RUN и работает как резервный CPU.

10.2 Выход из строя и замена компонентов децентрализованной периферии

Какие компоненты могут быть заменены?

Во время работы могут быть заменены следующие компоненты децентрализованной периферии:

- master-устройство PROFIBUS-DP
- интерфейсный модуль PROFIBUS-DP (IM 153-2 или IM 157)
- slave-устройство PROFIBUS-DP
- кабель PROFIBUS-DP

Замечание

Замена модулей в удаленной станции была описана ранее в разделе 10.1.3.

10.2.1 Выход из строя и замена master-устройства PROFIBUS–DP

Исходная ситуация

Неисправность	Как реагирует система?
S7–400H находится в состоянии резервирования, и один модуль DP master выходит из строя.	<ul style="list-style-type: none"> В случае одноканально односторонней периферии: DP master не может более обрабатывать присоединенные slave-устройства DP. В случае коммутируемой периферии: Обращение к slave-устройствам DP производится через master-устройство DP партнера.

Последовательность действий

Для замены master-устройства PROFIBUS–DP выполните следующие шаги:

Шаг	Что нужно сделать?	Как реагирует система?
1	Выключите блок питания центральной стойки.	Отказоустойчивая система переходит в одиночный режим.
2	Вытащите кабель Profibus DP неисправного модуля DP master.	–
3	Замените неисправный модуль.	–
4	Снова вставьте кабель Profibus DP.	–
5	Включите блок питания центральной стойки.	<ul style="list-style-type: none"> CPU автоматически выполняет процедуру установления соединения и актуализации. CPU переходит в RUN и работает как резервный CPU.

10.2.2 Выход из строя и замена резервного интерфейсного модуля PROFIBUS-DP

Исходная ситуация

Неисправность	Как реагирует система?
S7-400H находится в состоянии резервирования, и интерфейсный модуль PROFIBUS-DP (IM 153-2, IM 157) выходит из строя.	Оба CPU сообщают о событии в диагностический буфер и через OB 70.

Процедура замены

Для замены интерфейсного модуля PROFIBUS-DP выполните следующие шаги:

Шаг	Что нужно сделать?	Как реагирует система?
1	Выключите питание неисправного интерфейсного модуля DP.	—
2	Вытащите присоединенный шинный штекер.	—
3	Вставьте новый интерфейсный модуль Profibus DP и снова включите питание.	—
4	Снова вставьте шинный штекер.	<ul style="list-style-type: none"> • CPU синхронно обрабатывают OB выхода из строя монтажной стойки (OB 70) (уходящее событие). • Для системы снова возможен резервируемый доступ к станции.

10.2.3 Выход из строя и замена slave-устройства PROFIBUS-DP

Исходная ситуация

Неисправность	Как реагирует система?
S7-400H находится в состоянии резервирования, и одно slave-устройство DP выходит из строя.	Оба CPU сообщают о событии в диагностический буфер и через соответствующий OB.

Последовательность действий

Для замены slave-устройства DP выполните следующие шаги:

Шаг	Что нужно сделать?	Как реагирует система?
1	Выключите питание slave-устройства DP.	–
2	Вытащите присоединенный шинный штекер.	–
3	Замените slave-устройство DP.	–
4	Вставьте шинный штекер и снова включите питание.	<ul style="list-style-type: none"> • CPU синхронно обрабатывают OB выхода из строя монтажной стойки (OB 86) (уходящее событие). • Соответствующая master-система DP может обращаться к slave-устройству DP.

10.2.4 Выход из строя и замена кабелей PROFIBUS–DP

Исходная ситуация

Неисправность	Как реагирует система?
S7–400H находится в состоянии резервирования, и неисправен кабель PROFIBUS–DP.	<ul style="list-style-type: none"> В случае односторонней периферии: Запускается ОВ неисправности стойки (ОВ 86) (наступающее событие). DP master более не может обрабатывать присоединенные slave-устройства DP (выход из строя станции). В случае коммутируемой периферии: Запускается ОВ ошибки резервирования периферии (ОВ 70) (наступающее событие). Обращение к slave-устройствам DP осуществляется через master-устройство DP партнера.

Процедура замены

Для замены кабелей PROFIBUS–DP выполните следующие шаги:

Шаг	Что нужно сделать?	Как реагирует система?
1	Проверьте проводку и установите место обрыва кабеля PROFIBUS–DP.	–
2	Замените неисправный кабель.	–
3	Переключите вышедшие из строя модули в RUN.	<p>CPU синхронно обрабатывают ОВ ошибок</p> <ul style="list-style-type: none"> В случае односторонней периферии: ОВ выхода из строя монтажной стойки (ОВ 86) (уходящее событие) К slave-устройствам DP можно обращаться через master-систему DP. В случае коммутируемой периферии: ОВ ошибки резервирования периферии (ОВ 70) (уходящее событие). К slave-устройствам DP можно обращаться через обе master-системы DP.

Изменения системы во время работы

11

Кроме возможностей, описанных в главе 10, относительно замены во время работы неисправных компонентов, вы можете также, не прерывая обрабатываемую программу, изменять систему у CPU 417–4Н, начиная с ПЗУ версии V2.0.0, и у CPU 414–4Н.

Эта процедура отчасти зависит от того, выполняете ли вы свою пользовательскую программу в PCS7 или в STEP 7.

В разделе	Вы найдете	на стр.
11.1	Возможные изменения аппаратуры	11–2
11.2	Добавление компонентов в PCS 7	11–6
11.3	Удаление компонентов в PCS 7	11–16
11.4	Добавление компонентов в STEP 7	11–24
11.5	Удаление компонентов в STEP 7	11–32
11.6	Изменение параметров CPU	11–41
11.7	Изменение компонентов памяти CPU	11–47

Описанные ниже процедуры изменений во время работы структурированы в каждом случае таким образом, чтобы начать из режима резервирования системы (см. раздел 5.2) с целью вернуться в него снова.

Внимание

При изменениях системы во время работы строго следуйте правилам, описанным в этой главе. Если вы нарушите одно или несколько правил, то реакция отказоустойчивой системы может привести к ограничению ее готовности вплоть до выхода из строя всей системы автоматизации.

В этом описании не приняты во внимание компоненты обеспечения безопасности. За подробностями относительно обращения с отказобезопасными системами обратитесь к руководству *S7–400F* и *S7–400FH Programmable Controllers* [Программируемые контроллеры *S7–400F* и *S7–400FH*].

11.1 Возможные изменения аппаратуры

Как производятся изменения аппаратуры?

Если аппаратные компоненты, о которых идет речь, пригодны для снятия и установки под напряжением, то изменения аппаратуры могут выполняться в режиме резервирования системы. Однако, так как загрузка измененной конфигурации аппаратуры в режиме резервирования системы привела бы к остановке отказоустойчивой системы, то она временно должна быть переведена в одиночный режим. После этого в одиночном режиме процесс управляется только одним CPU, пока желаемые изменения конфигурации выполняются на другом CPU.

Внимание

Изменения конфигурации следует загружать в CPU только из утилиты "Configure Hardware [Конфигурирование аппаратуры]".

Так как в этом процессе неоднократно должно изменяться содержимое загрузочной памяти обоих CPU, то рекомендуется (хотя бы временное) расширение встроенной загрузочной памяти с помощью платы RAM.

Необходимую для этого замену платы FLASH-памяти платой RAM можно выполнять только в том случае, если емкость платы FLASH-памяти, по крайней мере, столь же велика, как и самая большая имеющаяся у вас плата RAM. Если ваша флэш-карта больше, чем имеющаяся в вашем распоряжении плата RAM, то необходимые изменения конфигурации и программы следует выполнять столь малыми шагами, чтобы места для них хватало во встроенной загрузочной памяти.



Осторожно

При любых изменениях аппаратуры вы должны обязательно обращать внимание на то, чтобы синхронизационная связь между обоими CPU восстанавливалась **прежде**, чем будет запущен или активизирован резервный CPU. Если источники питания на CPU включены, то светодиоды IFM1F и IFM2F, которые используются для индикации ошибок интерфейсов модулей памяти, должны **погаснуть** на обоих CPU.

Какие компоненты могут быть изменены?

Во время работы в конфигурации аппаратуры могут быть сделаны следующие изменения:

- Добавление и удаление модулей в центральном устройстве или в устройствах расширения (напр., модуль односторонней периферии).

Внимание

Вставка и удаление интерфейсных модулей IM460 и IM461, внешнего интерфейсного модуля DP master CP443-5 Extended и соответствующих соединительных кабелей допускается только в обесточенном состоянии.

- Добавление и удаление компонентов децентрализованной периферии, например
 - slave-устройств DP с резервным интерфейсным модулем (напр., ET 200M, DP/PA link или Y link)
 - односторонних slave-устройств DP (в любой master-системе DP)
 - модулей в модульных slave-устройствах DP
 - соединителей DP/PA
 - устройства PA
- Использование свободного канала на существующем модуле
- Перепараметризация модуля
- Изменение определенных параметров CPU
- Изменение параметров установленного модуля
- Изменение компонентов памяти CPU

При всех изменениях соблюдайте правила оснащения отказоустойчивой станции (см. раздел 9.2.1).

Чтобы выяснить, какие модули ET 200M (сигнальные и функциональные модули) могут быть перепараметризованы во время работы, обратитесь к информационному тексту в окне «Hardware Catalog [Каталог аппаратуры]». Поведение отдельных модулей описано в соответствующей технической документации.

На что нужно обратить внимание уже на этапе планирования системы?

Чтобы коммутируемую периферию можно было расширить во время работы, уже на этапе планирования следует принять во внимание следующее:

- В обоих кабелях резервируемой master-системы DP следует предусмотреть достаточное количество точек для ответвлений или разъединений (ответвления недопустимы при скоростях передачи 12 Мбит/с). Они могут быть выполнены через равные интервалы или во всех хорошо доступных местах.
- Оба кабеля должны иметь уникальные обозначения, чтобы активная в данный момент линия не была случайно отсоединена. Это обозначение должно быть видно не только на концах линии, но и в любой возможной точке присоединения. Особенно пригодны для этой цели кабели, отличающиеся по цвету.
- Модульные станции slave-устройств DP (ET 200M), модули связи DP/PA link и Y link должны всегда монтироваться с активной задней шиной и по возможности оснащаться всеми необходимыми шинными модулями, так как шинные модули нельзя устанавливать и снимать во время работы.

- Шинные кабели PROFIBUS DP и PROFIBUS PA должны на обоих концах оснащаться активными терминаторами шины, чтобы и во время выполнения работ по перестройке системы линии оставались правильно завершенными.
- Системы шин PROFIBUS PA должны строиться с использованием компонентов серии продуктов SplitConnect (см. интерактивный каталог CA01), чтобы не было необходимости разъединять линии.
- Загруженные блоки данных нельзя удалять и создавать снова. Т.е. SFC 22 (CREATE_DB) и 23 (DEL_DB) не должны применяться к номерам, занятым загруженными DB.
- Обеспечьте, чтобы при выполнении изменений текущее состояние программы пользователя еще было в вашем распоряжении на PG/ES в виде проекта STEP 7 в форме блоков. Для программы пользователя недостаточно, чтобы ее можно было загрузить в PG/ES из одного из CPU или снова скомпилировать из исходного файла на STL (AWL).

Изменение конфигурации аппаратуры

За небольшими исключениями все сегменты конфигурации могут быть изменены во время работы. Как правило, изменение конфигурации приводит также к изменению программы пользователя.

Нельзя изменять:

- определенные параметры CPU (подробности см. в соответствующих подразделах)
- скорость передачи резервируемых master-систем DP
- S7- и S7H-соединения

Изменения программы пользователя и конфигурации соединений

Изменения программы пользователя и конфигурации соединений загружаются в ПЛК в режиме резервирования. Последовательность действий зависит от используемого программного обеспечения. За подробностями обращайтесь к руководствам *Программирование с помощью STEP 7 V5.1* и *Система управления процессами PCS 7. Руководство по проектированию*.

Особенности

- Выполняйте изменения только в обозримом объеме. Мы рекомендуем за один прием изменять только одно master-устройство DP и/или несколько slave-устройств DP (напр., не более 5).
- Во время работы в станции DP с резервным интерфейсным модулем PROFIBUS-DP можно добавлять или удалять только интерфейсные модули IM 153-2, IM 153-2FO или IM 157, указанные в разделе 7.3.
- В случае IM 153-2 шинные модули можно вставлять только в том случае, питание отключено.
- Перед выполнением изменений проверьте установленные в HW Config параметры, обеспечивающие отказоустойчивость. Если какой-либо из этих параметров установлен в 0, снова выполните расчет этого параметра в HW Config в разделе Properties [Свойства] CPU -> H Parameter [H-параметры].

Внимание

При использовании резервируемой периферии, которую вы реализовали на основе односторонней периферии на пользовательском уровне (см. раздел 7.5), вы должны принять во внимание следующее:

Во время установления связи и актуализации вслед за изменением системы периферийные модули главного CPU, использовавшиеся до этого момента, могут временно исчезнуть из образа процесса, прежде чем (измененные) периферийные модули "нового" главного CPU будут полностью введены в образ процесса.

Из-за этого при первом после изменения системы обновлении образа процесса может создаться ложное впечатление, что резервируемая периферия полностью вышла из строя, или что имеются резервные периферийные модули. Поэтому правильная оценка состояния резервирования возможна только после полного обновления образа процесса.

Эта особенность не возникает у модулей, разблокированных для режима резервирования (см. раздел 7.4).

Подготовка

Для минимизации времени, в течение которого отказоустойчивая система должна работать в одиночном режиме, **перед** изменением аппаратуры следует выполнить следующие шаги:

- Убедитесь, что компоненты памяти CPU имеют достаточную емкость для новой конфигурации и новой программы пользователя. Если необходимо, сначала увеличьте объем памяти (см. раздел 11.7).
- Обратите внимание на то, чтобы вставленные, но не сконфигурированные модули не оказывали влияния на процесс.

11.2 Добавление компонентов в PCS 7

Исходная ситуация

Вы убедились, что параметры CPU (напр., времена контроля) подходят для запланированной новой программы. Если необходимо, вы должны сначала изменить соответствующим образом параметры CPU (см. раздел 11.6).

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Последовательность действий

Чтобы добавить новые аппаратные компоненты к отказоустойчивой системе в PCS7, должны быть выполнены следующие шаги. Подробности каждого шага приведены в соответствующем подразделе.

Шаг	Что нужно сделать?	см. раздел
1	Изменение аппаратуры	11.2.1
2	Изменение конфигурации аппаратуры в режиме offline	11.2.2
3	Остановка резервного CPU	11.2.3
4	Загрузка новой конфигурации аппаратуры в резервный CPU	11.2.4
5	Переключение на CPU с измененной конфигурацией	11.2.5
6	Переход в режим резервирования системы	11.2.6
7	Изменение и загрузка программы пользователя	11.2.7

Исключения

Эта последовательность действий при изменении системы неприменима в следующих случаях:

- при использовании свободных каналов на существующем модуле
- при добавлении интерфейсных модулей (см. раздел 11.2.8)

11.2.1 PCS 7, шаг 1: Изменение аппаратуры

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Последовательность действий

1. Добавьте к системе новые компоненты.
 - Вставьте в стойку новые центральные модули.
 - Вставьте новые модули в существующие модульные станции DP
 - Добавьте новые станции DP к существующим master-системам DP.

Внимание

У коммутируемой периферии: Сначала завершите все изменения в **одной** ветви резервируемой master-системы DP, прежде чем выполнять изменения во второй ветви.

2. Присоедините необходимые датчики и исполнительные устройства к новым компонентам.

Результат

Вставка еще не сконфигурированных модулей не оказывает влияния на программу пользователя. Это же относится к добавлению станций DP.

Отказоустойчивая система продолжает работать в режиме резервирования.

К новым компонентам еще нельзя обратиться.

11.2.2 PCS 7, шаг 2: Изменение конфигурации аппаратуры в режиме offline

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Последовательность действий

1. Выполните в режиме offline все изменения в конфигурации аппаратуры, относящиеся к добавлению аппаратных средств. Задайте при этом соответствующие символы для вновь применяемых каналов.
2. Скомпилируйте новую конфигурацию аппаратуры, но пока не загружайте ее в ПЛК.

Результат

Измененная конфигурация аппаратуры находится в PG/ES. ПЛК продолжает работать со старой конфигурацией в режиме резервирования системы.

Проектирование соединений

Соединения с вновь добавленными CP должны быть спроектированы у обоих партнеров по обмену данными после полного завершения изменения в конфигурации аппаратуры.

11.2.3 PCS 7, шаг 3: Остановка резервного CPU

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Последовательность действий

1. В SIMATIC Manager выделите CPU отказоустойчивой системы и выберите команду меню PLC > Operating Mode [ПЛК > Режим работы].
2. В диалоговом окне Operating Mode [Режим работы] выделите резервный CPU и щелкните на кнопке STOP.

Результат

Резервный CPU переходит в состояние STOP, главный CPU остается в RUN, отказоустойчивая система работает в одиночном режиме. К односторонней периферии резервного CPU обращения больше не производятся.

Хотя ошибки доступа к односторонней периферии приводят к вызову OB 85, но из-за потери резервируемости вышестоящего CPU (OB 72) о них не сообщается. OB 70 (потеря резервируемости периферии) не вызывается.

11.2.4 PCS 7, шаг 4: Загрузка новой конфигурации аппаратуры в резервный CPU

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в одиночном режиме.

Последовательность действий

Загрузите скомпилированную конфигурацию аппаратуры в резервный CPU, который находится в состоянии STOP.

Внимание

Программу пользователя и конфигурацию соединений нельзя перезагружать в одиночном режиме.

Результат

Новая конфигурация аппаратуры резервного CPU еще не оказывает воздействия на текущую работу.

11.2.5 PCS 7, шаг 5: Переключение на CPU с измененной конфигурацией

Исходная ситуация

Измененная конфигурация аппаратуры загружена в резервный CPU.

Последовательность действий

1. В SIMATIC Manager выделите CPU отказоустойчивой системы и выберите команду меню PLC > Operating Mode [ПЛК > Режим работы].
2. В диалоговом окне Operating Mode [Режим работы] щелкните на кнопке Toggle [Переключиться].
3. В диалоговом окне Toggle [Переключение] выберите опцию with modified configuration [с измененной конфигурацией] и щелкните на кнопке Toggle [Переключиться].
4. Подтвердите последующий контрольный запрос щелчком на ОК.

Результат

Резервный CPU присоединяется, актуализируется (см. главу 6) и становится главным. Бывший главный CPU переходит в состояние STOP, отказоустойчивая система работает с новой конфигурацией аппаратуры в одиночном режиме.

Поведение периферии

Вид периферии	Односторонняя периферия предыдущего главного CPU	Односторонняя периферия нового главного CPU	Коммутируемая периферия
Добавленные модули ввода/вывода	CPU к ним еще не обращается.	Параметризуются и актуализируются CPU. Драйверные блоки еще отсутствуют. Возможно возникающие аппаратные или диагностические прерывания распознаются, но не сообщаются	
Остающиеся модули ввода/вывода	CPU к ним больше не обращается. Модули вывода выводят заменяющие или последние значения в соответствии с проектом.	Заново параметризуются ¹⁾ и актуализируются CPU.	Продолжают работать без перерыва.
Добавленные станции DP	CPU к ним еще не обращается.	как добавленные модули ввода/вывода (см. выше)	

1) Центральные модули дополнительно сначала сбрасываются. Модули вывода при этом кратковременно выводят 0 (вместо вывода в соответствии с проектом заменяющих или последних значений).

Поведение при превышении времен контроля

Если одно из контролируемых времен превышает запрооектированное максимальное значение, то актуализация прерывается, и замена главного CPU не производится. Отказоустойчивая система остается в одиночном режиме с предыдущим главным CPU и при определенных условиях пытается выполнить замену главного CPU позднее. За подробностями обратитесь к разделу 6.3.

11.2.6 PCS 7, шаг 6: Переход в режим резервирования системы

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает с новой конфигурацией аппаратуры в одиночном режиме.

Последовательность действий

1. В SIMATIC Manager выделите CPU отказоустойчивой системы и выберите команду меню PLC > Operating Mode [ПЛК > Режим работы].
2. В диалоговом окне Operating Mode [Режим работы], выделите резервный CPU и щелкните на кнопке Restart (warm restart) [Новый (теплый) пуск].

Результат

Резервный CPU снова устанавливает связь и актуализируется. Отказоустойчивая система работает с новой конфигурацией аппаратуры в режиме резервирования.

Поведение периферии

Вид периферии	Односторонняя периферия резервного CPU	Односторонняя периферия главного CPU	Коммутируемая периферия
Добавленные модули ввода/вывода	Параметризуются и актуализируются CPU. Драйверные блоки еще отсутствуют. О возможно возникающих прерываниях не сообщается.	CPU выполняет актуализацию. Драйверные блоки еще отсутствуют. Возможно возникающие аппаратные или диагностические прерывания распознаются, но не сообщаются	
Остающиеся модули ввода/вывода	Заново параметризуются ¹⁾ и актуализируются CPU.	Продолжают работать без перерыва.	
Добавленные станции DP	как добавленные модули ввода/вывода (см. выше)	Драйверные блоки еще отсутствуют. О возможно возникающих прерываниях не сообщается.	
1) Центральные модули дополнительно сначала сбрасываются. Модули вывода при этом кратковременно выводят 0 (вместо вывода в соответствии с проектом заменяющих или последних значений).			

Поведение при превышении времен контроля

Если одно из контролируемых времен превышает запрооектированное максимальное значение, то актуализация прерывается. Отказоустойчивая система остается в одиночном режиме с предыдущим главным CPU и при определенных условиях пытается выполнить установление связи и актуализацию позднее. За подробностями обратитесь к разделу 6.3.

11.2.7 PCS 7, шаг 7: Изменение и загрузка программы пользователя

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает с новой конфигурацией аппаратуры в режиме резервирования.



Осторожно

Следующие изменения программы невозможны в режиме резервирования системы и приводят к останову системы (оба CPU в состоянии STOP).

- Изменения структуры интерфейса FB или экземплярных данных FB
- Изменения структуры глобальных DB
- Сжатие программы пользователя на CFC

Прежде чем из-за таких изменений вся программа будет снова скомпилирована и загружена, значения параметров должны быть считаны обратно в CFC, так как в противном случае могут быть потеряны изменения параметров блока.

Дополнительные подробности по этому поводу можно найти в руководстве *CFC для S7, Continuous Function Chart [CFC для S7, Схема непрерывных функций]*

Последовательность действий

1. Выполните все изменения в программе, относящиеся к добавленной аппаратуре. Вы можете добавить следующие компоненты:
 - схемы CFC и SFC
 - блоки в существующих схемах
 - соединения между блоками и параметризацию
2. Назначьте параметры добавленным драйверам каналов и свяжите их с вновь заданными символами (см. раздел 11.2.2).
3. В SIMATIC Manager выделите папки со схемами и выберите команду меню Extras > Charts > Generate module drivers [Дополнительные функции > Схемы > Генерировать драйверы модулей].
4. Скомпилируйте только изменения в схемах и загрузите их в ПЛК.

Внимание

Перед первым вызовом FC значения ее выходов не определены. Это следует учитывать при соединениях выходов FC.

5. Спроектируйте соединения с вновь добавленными CP у обоих партнеров по соединению и загрузите их в ПЛК.

Результат

Отказоустойчивая система обрабатывает в режиме резервирования все аппаратное обеспечение системы с помощью новой программы пользователя.

11.2.8 Добавление интерфейсных модулей в PCS 7

Добавление интерфейсных модулей IM460 и IM461, внешнего интерфейсного модуля master-устройства DP CP443–5 Extended и соответствующих соединительных кабелей допускается только в обесточенном состоянии.

Для этого блок питания всей подсистемы должен быть выключен. Во избежание воздействия на процесс это должно выполняться, когда подсистема находится в состоянии STOP.

Последовательность действий

1. Измените аппаратную конфигурацию в режиме offline (см. раздел 11.2.2)
2. Остановите резервный CPU (см. раздел 11.2.3)
3. Загрузите новую аппаратную конфигурацию в резервный CPU (см. раздел 11.2.4)
4. Если вы хотите расширить подсистему предыдущего резервного CPU, выполните следующие шаги:
 - Выключите блок питания резервной подсистемы.
 - Вставьте новый IM460 в центральное устройство и установите связь с новым устройством расширения.
или
 - Добавьте новое устройство расширения в существующую линию.
или
 - Вставьте новый внешний интерфейс master-устройства DP и смонтируйте новую master-систему DP.
 - Снова включите блок питания резервной подсистемы.
5. Переключитесь на CPU с измененной конфигурацией (см. раздел 11.2.5)
6. Если вы хотите расширить подсистему первоначально главного CPU (теперь находящегося в состоянии STOP), выполните следующие шаги:
 - Выключите блок питания резервной подсистемы.
 - Вставьте новый IM460 в центральное устройство и установите связь с новым устройством расширения.
или
 - Добавьте новое устройство расширения в существующую линию.
или
 - Вставьте новый внешний интерфейс master-устройства DP и смонтируйте новую master-систему DP.
 - Снова включите блок питания резервной подсистемы.
7. Перейдите в режим резервирования системы (см. раздел 11.2.6)
8. Измените и загрузите программу пользователя (см. раздел 11.2.7)

11.3 Удаление компонентов в PCS 7

Исходная ситуация

Вы убедились, что параметры CPU (напр., времена контроля) подходят для запланированной новой программы. Если необходимо, вы должны сначала изменить соответствующим образом параметры CPU (см. раздел 11.6).

Подлежащие удалению модули и связанные с ними датчики и исполнительные устройства больше не имеют значения для управляемого процесса. Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Последовательность действий

Чтобы удалить аппаратные компоненты из отказоустойчивой системы в PCS7, должны быть выполнены перечисленные ниже шаги. Подробности каждого шага приведены в соответствующем подразделе.

Шаг	Что нужно сделать?	см. раздел
I	Изменение конфигурации аппаратуры в режиме offline	11.3.1
II	Изменение и загрузка программы пользователя	11.3.2
III	Остановка резервного CPU	11.3.3
IV	Загрузка новой конфигурации аппаратуры в резервный CPU	11.3.4
V	Переключение на CPU с измененной конфигурацией	11.3.5
VI	Переход в режим резервирования системы	11.3.6
VII	Изменение аппаратуры	11.3.7

Исключения

Эту общую процедуру изменения системы нельзя использовать для удаления интерфейсных модулей (см. раздел 11.3.8).

11.3.1 PCS 7, шаг I: Изменение конфигурации аппаратуры в режиме offline

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Последовательность действий

1. Выполните offline только те изменения конфигурации, которые относятся к аппаратуре, подлежащей удалению. При этом удалите символы для не используемых более каналов.
2. Скомпилируйте новую конфигурацию аппаратуры, но пока не загружайте ее в ПЛК.

Результат

Измененная конфигурация аппаратуры находится в PG/ES. ПЛК продолжает работать со старой конфигурацией в режиме резервирования системы.

11.3.2 PCS 7, шаг II: Изменение и загрузка программы пользователя

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.



Осторожно

Следующие изменения программы невозможны в режиме резервирования системы и приводят к останову системы (оба CPU в состоянии STOP).

- Изменения структуры интерфейса FB или экземплярных данных FB
- Изменения структуры глобальных DB
- Сжатие программы пользователя на CFC

Прежде чем из-за таких изменений вся программа будет снова скомпилирована и загружена, значения параметров должны быть считаны обратно в CFC, так как в противном случае могут быть потеряны изменения параметров блока.

Дополнительные подробности по этому поводу можно найти в руководстве *CFC для S7, Continuous Function Chart [CFC для S7, Схема непрерывных функций]*

Последовательность действий

1. Выполните только те изменения программы, которые относятся к аппаратуре, подлежащей удалению. Вы можете удалить следующие компоненты:
 - схемы CFC и SFC
 - блоки в существующих схемах
 - драйверы каналов, соединения между блоками и параметризацию
2. В SIMATIC Manager выделите папки со схемами и выберите команду меню **Extras > Charts > Generate module drivers [Дополнительные функции > Схемы > Генерировать драйверы модулей]**.
Это удаляет не нужные более драйверные блоки.
3. Скомпилируйте только изменения в схемах и загрузите их в ПЛК.

Внимание

Перед первым вызовом FC значения ее выходов не определены. Это следует учитывать при соединениях выходов FC.

Результат

Отказоустойчивая система продолжает работать в режиме резервирования. Измененная программа пользователя не пытается больше обратиться к подлежащей удалению аппаратуре.

11.3.3 PCS 7, шаг III: Остановка резервного CPU

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования. Программа пользователя не пытается больше обратиться к подлежащей удалению аппаратуре.

Последовательность действий

1. В SIMATIC Manager выделите CPU отказоустойчивой системы и выберите команду меню PLC > Operating Mode [ПЛК > Режим работы].
2. В диалоговом окне Operating Mode [Режим работы] выделите резервный CPU и щелкните на кнопке STOP.

Результат

Резервный CPU переходит в состояние STOP, главный CPU остается в RUN, отказоустойчивая система работает в одиночном режиме. К односторонней периферии резервного CPU обращения больше не производятся.

11.3.4 PCS 7, шаг IV: Загрузка новой конфигурации аппаратуры в резервный CPU

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в одиночном режиме.

Последовательность действий

Загрузите скомпилированную конфигурацию аппаратуры в резервный CPU, который находится в состоянии STOP.

Внимание

Программу пользователя и конфигурацию соединений нельзя перезагружать в одиночном режиме.

Результат

Новая конфигурация аппаратуры резервного CPU еще не оказывает воздействия на текущую работу.

11.3.5 PCS 7, шаг V: Переключение на CPU с измененной конфигурацией

Исходная ситуация

Измененная конфигурация аппаратуры загружена в резервный CPU.

Последовательность действий

1. В SIMATIC Manager выделите CPU отказоустойчивой системы и выберите команду меню PLC > Operating Mode [ПЛК > Режим работы].
2. В диалоговом окне Operating Mode [Режим работы] щелкните на кнопке Toggle [Переключиться].
3. В диалоговом окне Toggle [Переключение] выберите опцию with modified configuration [с измененной конфигурацией] и щелкните на кнопке Toggle [Переключиться].
4. Подтвердите последующий контрольный запрос щелчком на ОК.

Результат

Резервный CPU присоединяется, актуализируется (см. главу 6) и становится главным. Бывший главный CPU переходит в состояние STOP, отказоустойчивая система работает с новой конфигурацией аппаратуры в одиночном режиме.

Поведение периферии

Вид периферии	Односторонняя периферия предыдущего главного CPU	Односторонняя периферия нового главного CPU	Коммутируемая периферия
Модули ввода/вывода, подлежащие удалению ¹⁾	CPU к ним больше не обращается. Драйверных блоков больше нет.		
Остающиеся модули ввода/вывода	CPU к ним больше не обращается. Модули вывода выводят заменяющие или последние значения в соответствии с проектом.	Заново параметризуются ²⁾ и актуализируются CPU.	Продолжают работать без перерыва.
Станции DP, подлежащие удалению:	как модули ввода/вывода, подлежащие удалению (см. выше)		

1) Отсутствуют в конфигурации аппаратуры, но еще вставлены

2) Центральные модули дополнительно сначала сбрасываются. Модули вывода при этом кратковременно выводят 0 (вместо вывода в соответствии с проектом заменяющих или последних значений).

Поведение при превышении времен контроля

Если одно из контролируемых времен превышает запроектированное максимальное значение, то актуализация прерывается, и замена главного CPU не производится. Отказоустойчивая система остается в одиночном режиме с предыдущим главным CPU и при определенных условиях пытается выполнить замену главного CPU позднее. За подробностями обратитесь к разделу 6.3.

11.3.6 PCS 7, шаг VI: Переход в режим резервирования системы

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает с новой конфигурацией аппаратуры в одиночном режиме.

Последовательность действий

1. В SIMATIC Manager выделите CPU отказоустойчивой системы и выберите команду меню PLC > Operating Mode [ПЛК > Режим работы].
2. В диалоговом окне Operating Mode [Режим работы], выделите резервный CPU и щелкните на кнопке Restart (warm restart) [Новый (теплый) пуск].

Результат

Резервный CPU снова устанавливает связь и актуализируется. Отказоустойчивая система работает с новой конфигурацией аппаратуры в режиме резервирования.

Поведение периферии

Вид периферии	Односторонняя периферия резервного CPU	Односторонняя периферия главного CPU	Коммутируемая периферия
Модули ввода/вывода, подлежащие удалению ¹⁾	CPU к ним больше не обращается. Драйверных блоков больше нет.		
Остающиеся модули ввода/вывода	Заново параметризуются ²⁾ и актуализируются CPU.	Продолжают работать без перерыва.	
Станции DP, подлежащие удалению:	как модули ввода/вывода, подлежащие удалению (см. выше)		

1) Отсутствуют в конфигурации аппаратуры, но еще вставлены

2) Центральные модули, кроме того, сначала сбрасываются. Модули вывода при этом кратковременно выводят 0 (вместо сохранения или вывода заменяющих значений в соответствии с проектом).

Поведение при превышении времен контроля

Если одно из контролируемых времен превышает запрооектированное максимальное значение, то актуализация прерывается. Отказоустойчивая система остается в одиночном режиме с предыдущим главным CPU и при определенных условиях пытается выполнить установление связи и актуализацию позднее. За подробностями обратитесь к разделу 6.3.

11.3.7 PCS 7, шаг VII: Изменение аппаратуры

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает с новой конфигурацией аппаратуры в режиме резервирования.

Последовательность действий

1. Отсоедините все датчики и исполнительные устройства от компонентов, подлежащих удалению.
2. Вытащите из стоек более не нужные модули односторонней периферии.
3. Вытащите не нужные более компоненты из модульных станций DP.
4. Удалите не нужные более станции DP из master-систем DP.

Внимание

У коммутируемой периферии: Сначала завершите все изменения в **одной** ветви резервируемой master-системы DP, прежде чем выполнять изменения во второй ветви.

Результат

Вытаскивание модулей, которые были удалены из конфигурации, не оказывает влияния на программу пользователя. То же самое относится к удалению станций DP.

Отказоустойчивая система продолжает работать в режиме резервирования.

11.3.8 Удаление интерфейсных модулей в случае PCS 7

Удаление интерфейсных модулей IM460 и IM461, внешнего интерфейсного модуля master-устройства DP CP443–5 Extended и соответствующих соединительных кабелей разрешается только в обесточенном состоянии.

Для этого блок питания всей подсистемы должен быть выключен. Во избежание воздействия на процесс это должно выполняться, когда подсистема находится в состоянии STOP.

Последовательность действий

1. Измените аппаратную конфигурацию в режиме offline (см. раздел 11.3.1)
2. Измените и загрузите программу пользователя (см. раздел 11.3.2)
3. Остановите резервный CPU (см. раздел 11.3.3)
4. Загрузите новую аппаратную конфигурацию в резервный CPU (см. раздел 11.3.4)
5. Если вы хотите удалить интерфейсный модуль из подсистемы до сих пор резервного CPU, выполните следующие шаги:
 - Выключите блок питания резервной подсистемы.
 - Извлеките IM460 из центрального устройства.
или
 - Удалите устройство расширения из существующей линии.
или
 - Вытащите внешний интерфейс master-устройства DP.
 - Снова включите блок питания резервной подсистемы.
6. Переключитесь на CPU с измененной конфигурацией (см. раздел 11.3.5)
7. Если вы хотите удалить интерфейсный модуль из подсистемы первоначально главного CPU (теперь находящегося в состоянии STOP), выполните следующие шаги:
 - Выключите блок питания резервной подсистемы.
 - Извлеките IM460 из центрального устройства.
или
 - Удалите устройство расширения из существующей линии.
или
 - Вытащите внешний интерфейс master-устройства DP.
 - Снова включите блок питания резервной подсистемы.
8. Перейдите в режим резервирования системы (см. раздел 11.3.6)

11.4 Добавление компонентов в STEP 7

Исходная ситуация

Вы убедились, что параметры CPU (напр., времена контроля) подходят для запланированной новой программы. Если необходимо, вы должны сначала изменить соответствующим образом параметры CPU (см. раздел 11.6).

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Последовательность действий

Чтобы добавить аппаратные компоненты в отказоустойчивую систему в STEP 7, должны быть выполнены следующие шаги. Подробности каждого шага приведены в соответствующем подразделе.

Шаг	Что нужно сделать?	см. раздел
1	Изменение аппаратуры	11.4.1
2	Изменение конфигурации аппаратуры в режиме offline	11.4.2
3	Расширение и загрузка организационных блоков	11.4.3
4	Остановка резервного CPU	11.4.4
5	Загрузка новой конфигурации аппаратуры в резервный CPU	11.4.5
6	Переключение на CPU с измененной конфигурацией	11.4.6
7	Переход в режим резервирования системы	11.4.7
8	Изменение и загрузка программы пользователя	11.4.8

Исключения

Эта последовательность действий при изменении системы неприменима в следующих случаях:

- при использовании свободных каналов на существующем модуле
- при добавлении интерфейсных модулей (см. раздел 11.4.9)

11.4.1 STEP 7, шаг 1: Изменение аппаратуры

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Последовательность действий

1. Добавьте к системе новые компоненты.
 - Вставьте в стойку новые центральные модули.
 - Вставьте новые модули в существующие модульные станции DP
 - Добавьте новые станции DP к существующим master-системам DP.

Внимание

У коммутируемой периферии: Сначала завершите все изменения в **одной** ветви резервируемой master-системы DP, прежде чем выполнять изменения во второй ветви.

2. Присоедините необходимые датчики и исполнительные устройства к новым компонентам.

Результат

Вставка еще не сконфигурированных модулей не оказывает влияния на программу пользователя. Это же относится к добавлению станций DP.

Отказоустойчивая система продолжает работать в режиме резервирования.

К новым компонентам еще нельзя обратиться.

11.4.2 STEP 7, шаг 2: Изменение конфигурации аппаратуры в режиме offline

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования. Обращение к добавленным модулям еще не производится.

Последовательность действий

1. Выполните в режиме offline все изменения в конфигурации аппаратуры, относящиеся к добавлению аппаратных средств.
2. Скомпилируйте новую конфигурацию аппаратуры, но пока не загружайте ее в ПЛК.

Результат

Измененная конфигурация аппаратуры находится в PG. ПЛК продолжает работать со старой конфигурацией в режиме резервирования системы.

Проектирование соединений

Соединения с вновь добавленными CP должны быть запроектированы у обоих партнеров по обмену данными после полного завершения изменения в конфигурации аппаратуры.

11.4.3 STEP 7, шаг 3: Расширение и загрузка организационных блоков

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Последовательность действий

1. Обеспечьте, чтобы ОВ прерываний 4х, 82, 83, 85, 86 и 122 реагировали желаемым образом на прерывания от вновь добавленных компонентов.
2. Загрузите в ПЛК измененные ОВ и сегменты программы, на которые они действуют.

Результат

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

11.4.4 STEP 7, шаг 4: Остановка резервного CPU

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Последовательность действий

1. В SIMATIC Manager выделите CPU отказоустойчивой системы и выберите команду меню PLC > Operating Mode [ПЛК > Режим работы].
2. В диалоговом окне Operating Mode [Режим работы] выделите резервный CPU и щелкните на кнопке STOP.

Результат

Резервный CPU переходит в состояние STOP, главный CPU остается в RUN, отказоустойчивая система работает в одиночном режиме. К односторонней периферии резервного CPU обращения больше не производятся. OB 70 (потеря резервируемости периферии) не вызывается из-за потери резервируемости вышестоящего CPU (OB 72).

11.4.5 STEP 7, шаг 5: Загрузка новой конфигурации аппаратуры в резервный CPU

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в одиночном режиме.

Последовательность действий

Загрузите скомпилированную конфигурацию аппаратуры в резервный CPU, который находится в состоянии STOP.

Внимание

Программу пользователя и конфигурацию соединений нельзя перезагружать в одиночном режиме.

Результат

Новая конфигурация аппаратуры резервного CPU еще не оказывает воздействия на текущую работу.

11.4.6 STEP 7, шаг 6: Переключение на CPU с измененной конфигурацией

Исходная ситуация

Измененная конфигурация аппаратуры загружена в резервный CPU.

Последовательность действий

1. В SIMATIC Manager выделите CPU отказоустойчивой системы и выберите команду меню PLC > Operating Mode [ПЛК > Режим работы].
2. В диалоговом окне Operating Mode [Режим работы] щелкните на кнопке Toggle [Переключиться].
3. В диалоговом окне Toggle [Переключение] выберите опцию with modified configuration [с измененной конфигурацией] и щелкните на кнопке Toggle [Переключиться].
4. Подтвердите последующий контрольный запрос щелчком на ОК.

Результат

Резервный CPU присоединяется, актуализируется и становится главным. Бывший главный CPU переходит в состояние STOP, отказоустойчивая система работает с новой конфигурацией аппаратуры в одиночном режиме.

Поведение периферии

Вид периферии	Односторонняя периферия предыдущего главного CPU	Односторонняя периферия нового главного CPU	Коммутируемая периферия
Добавленные модули ввода/вывода	CPU к ним еще не обращается.	Параметризуются и актуализируются CPU. Модули вывода временно выдают запрограммированные заменяющие значения.	
Остающиеся модули ввода/вывода	CPU к ним больше не обращается. Модули вывода выводят заменяющие или последние значения в соответствии с проектом.	Заново параметризуются ¹⁾ и актуализируются CPU.	Продолжают работать без перерыва.
Добавленные станции DP	CPU к ним еще не обращается.	как добавленные модули ввода/вывода (см. выше)	

1) Центральные модули, кроме того, сначала сбрасываются. Модули вывода при этом временно выводят 0 (вместо сохранения или вывода заменяющих значений в соответствии с проектом).

Поведение при превышении времен контроля

Если одно из контролируемых времен превышает запрооектированное максимальное значение, то актуализация прерывается, и замена главного CPU не производится. Отказоустойчивая система остается в одиночном режиме с предыдущим главным CPU и при определенных условиях пытается выполнить замену главного CPU позднее. За подробностями обратитесь к разделу 6.3.

11.4.7 STEP 7, шаг 7: Переход в режим резервирования системы

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает с новой конфигурацией аппаратуры в одиночном режиме.

Последовательность действий

1. В SIMATIC Manager выделите CPU отказоустойчивой системы и выберите команду меню PLC > Operating Mode [ПЛК > Режим работы].
2. В диалоговом окне Operating Mode [Режим работы], выделите резервный CPU и щелкните на кнопке Restart (warm restart) [Новый (теплый) пуск].

Результат

Резервный CPU снова устанавливает связь и актуализируется. Отказоустойчивая система работает с новой конфигурацией аппаратуры в режиме резервирования.

Поведение периферии

Вид периферии	Односторонняя периферия резервного CPU	Односторонняя периферия главного CPU	Коммутируемая периферия
Добавленные модули ввода/вывода	Параметризуются и актуализируются CPU. Модули вывода кратковременно выдают запрооектированные заменяющие значения.	CPU выполняет актуализацию.	CPU выполняет актуализацию. Генерируют прерывание по установке; должно быть проигнорировано в ОВ 83.
Остающиеся модули ввода/вывода	Заново параметризуются ¹⁾ и актуализируются CPU.	Продолжают работать без перерыва.	
Добавленные станции DP	как добавленные модули ввода/вывода (см. выше)	CPU выполняет актуализацию.	

1) Центральные модули дополнительно сначала сбрасываются. Модули вывода при этом кратковременно выводят 0 (вместо вывода в соответствии с проектом заменяющих или последних значений).

Поведение при превышении времен контроля

Если одно из контролируемых времен превышает запрооектированное максимальное значение, то актуализация прерывается. Отказоустойчивая система остается в одиночном режиме с предыдущим главным CPU и при определенных условиях пытается выполнить установление связи и актуализацию позднее. За подробностями обратитесь к разделу 6.3.

11.4.8 STEP 7, шаг 8: Изменение и загрузка программы пользователя

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает с новой конфигурацией аппаратуры в режиме резервирования.

Ограничения



Осторожно

Изменения структуры интерфейса или экземплярных данных FB невозможны в режиме резервирования системы и приводят к ее останову (оба CPU в состоянии STOP).

Последовательность действий

1. Выполните все изменения в программе, относящиеся к добавленной аппаратуре.
Вы можете добавлять, изменять или удалять OB, FB, FC и DB.
2. Загрузите в ПЛК только изменения в программе.
3. Спроектируйте соединения с вновь добавленными CP у обоих партнеров по соединению и загрузите их в ПЛК.

Результат

Отказоустойчивая система обрабатывает в режиме резервирования все аппаратное обеспечение системы с помощью новой программы пользователя.

11.4.9 Добавление интерфейсных модулей в STEP 7

Добавление интерфейсных модулей IM460 и IM461, внешнего интерфейсного модуля master-устройства DP CP443–5 Extended и соответствующих соединительных кабелей допускается только в обесточенном состоянии.

Для этого блок питания всей подсистемы должен быть выключен. Во избежание воздействия на процесс это должно выполняться, когда подсистема находится в состоянии STOP.

Последовательность действий

1. Измените аппаратную конфигурацию в режиме offline (см. раздел 11.4.2)
2. Добавьте и загрузите организационные блоки (см. раздел 11.4.3)
3. Остановите резервный CPU (см. раздел 11.4.4)
4. Загрузите новую аппаратную конфигурацию в резервный CPU (см. раздел 11.4.5)
5. Если вы хотите расширить подсистему предыдущего резервного CPU, выполните следующие шаги:
 - Выключите блок питания резервной подсистемы.
 - Вставьте новый IM460 в центральное устройство и установите связь с новым устройством расширения.
или
 - Добавьте новое устройство расширения в существующую линию.
или
 - Вставьте новый внешний интерфейс master-устройства DP и смонтируйте новую master-систему DP.
 - Снова включите блок питания резервной подсистемы.
6. Переключитесь на CPU с измененной конфигурацией (см. раздел 11.4.6)
7. Если вы хотите расширить подсистему первоначально главного CPU (теперь находящегося в состоянии STOP), выполните следующие шаги:
 - Выключите блок питания резервной подсистемы.
 - Вставьте новый IM460 в центральное устройство и установите связь с новым устройством расширения.
или
 - Добавьте новое устройство расширения в существующую линию.
или
 - Вставьте новый внешний интерфейс master-устройства DP и смонтируйте новую master-систему DP.
 - Снова включите блок питания резервной подсистемы.
8. Перейдите в режим резервирования системы (см. раздел 11.4.7)
9. Измените и загрузите программу пользователя (см. раздел 11.4.8)

11.5 Удаление компонентов в STEP 7

Исходная ситуация

Вы убедились, что параметры CPU (напр., времена контроля) подходят для запланированной новой программы. Если необходимо, вы должны сначала изменить соответствующим образом параметры CPU (см. раздел 11.6).

Подлежащие удалению модули и связанные с ними датчики и исполнительные устройства больше не имеют значения для управляемого процесса. Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Последовательность действий

Чтобы удалить аппаратные компоненты из отказоустойчивой системы в STEP 7, должны быть выполнены следующие шаги. Подробности каждого шага приведены в соответствующем подразделе.

Шаг	Что нужно сделать?	см. раздел
I	Изменение конфигурации аппаратуры в режиме offline	11.5.1
II	Изменение и загрузка программы пользователя	11.5.2
III	Остановка резервного CPU	11.5.3
IV	Загрузка новой конфигурации аппаратуры в резервный CPU	11.5.4
V	Переключение на CPU с измененной конфигурацией	11.5.5
VI	Переход в режим резервирования системы	11.5.6
VII	Изменение аппаратуры	11.5.7
VIII	Изменение и загрузка организационных блоков	11.5.8

Исключения

Эту общую процедуру изменения системы нельзя использовать для удаления интерфейсных модулей (см. раздел 11.5.9).

11.5.1 STEP 7, шаг I: Изменение конфигурации аппаратуры в режиме offline

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Последовательность действий

1. Выполните все изменения в аппаратной конфигурации, относящиеся к подлежащей удалению аппаратуре, в режиме offline.
2. Скомпилируйте новую конфигурацию аппаратуры, но пока не загружайте ее в ПЛК.

Результат

Измененная конфигурация аппаратуры находится в PG. ПЛК продолжает работать со старой конфигурацией в режиме резервирования системы.

11.5.2 STEP 7, шаг II: Изменение и загрузка программы пользователя

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Ограничения



Осторожно

Изменения структуры интерфейса или экземплярных данных FB невозможны в режиме резервирования системы и приводят к ее останову (оба CPU в состоянии STOP).

Последовательность действий

1. Выполните только те изменения программы, которые относятся к аппаратуре, подлежащей удалению.
Вы можете добавлять, изменять или удалять OB, FB, FC и DB.
2. Загрузите в ПЛК только изменения в программе.

Результат

Отказоустойчивая система продолжает работать в режиме резервирования. Измененная программа пользователя не пытается больше обратиться к подлежащей удалению аппаратуре.

11.5.3 STEP 7, шаг III: Остановка резервного CPU

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования. Программа пользователя не пытается больше обратиться к подлежащей удалению аппаратуре.

Последовательность действий

1. В SIMATIC Manager выделите CPU отказоустойчивой системы и выберите команду меню PLC > Operating Mode [ПЛК > Режим работы].
2. В диалоговом окне Operating Mode [Режим работы] выделите резервный CPU и щелкните на кнопке STOP.

Результат

Резервный CPU переходит в состояние STOP, главный CPU остается в RUN, отказоустойчивая система работает в одиночном режиме. К односторонней периферии резервного CPU обращения больше не производятся.

11.5.4 STEP 7, шаг IV: Загрузка новой конфигурации аппаратуры в резервный CPU

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в одиночном режиме.

Последовательность действий

Загрузите скомпилированную конфигурацию аппаратуры в резервный CPU, который находится в состоянии STOP.

Внимание

Программу пользователя и конфигурацию соединений нельзя перезагружать в одиночном режиме.

Результат

Новая конфигурация аппаратуры резервного CPU еще не оказывает воздействия на текущую работу.

11.5.5 STEP 7, шаг V: Переключение на CPU с измененной конфигурацией

Исходная ситуация

Измененная конфигурация аппаратуры загружена в резервный CPU.

Последовательность действий

1. В SIMATIC Manager выделите CPU отказоустойчивой системы и выберите команду меню PLC > Operating Mode [ПЛК > Режим работы].
2. В диалоговом окне Operating Mode [Режим работы] щелкните на кнопке Toggle [Переключиться].
3. В диалоговом окне Toggle [Переключение] выберите опцию with modified configuration [с измененной конфигурацией] и щелкните на кнопке Toggle [Переключиться].
4. Подтвердите последующий контрольный запрос щелчком на ОК.

Результат

Резервный CPU присоединяется, актуализируется (см. главу 6) и становится главным. Бывший главный CPU переходит в состояние STOP, отказоустойчивая система продолжает работать в одиночном режиме.

Поведение периферии

Вид периферии	Односторонняя периферия предыдущего главного CPU	Односторонняя периферия нового главного CPU	Коммутируемая периферия
Модули ввода/вывода, подлежащие удалению ¹⁾	CPU к ним больше не обращается.		
Остающиеся модули ввода/вывода	CPU к ним больше не обращается. Модули вывода выводят заменяющие или последние значения в соответствии с проектом.	Заново параметризуются ²⁾ и актуализируются CPU.	Продолжают работать без перерыва.
Станции DP, подлежащие удалению:	как модули ввода/вывода, подлежащие удалению (см. выше)		

1) Отсутствуют в конфигурации аппаратуры, но еще вставлены

2) Центральные модули, кроме того, сначала сбрасываются. Модули вывода при этом кратковременно выводят 0 (вместо сохранения или вывода заменяющих значений в соответствии с проектом).

Поведение при превышении времен контроля

Если одно из контролируемых времен превышает запрооектированное максимальное значение, то актуализация прерывается, и замена главного CPU не производится. Отказоустойчивая система остается в одиночном режиме с предыдущим главным CPU и при определенных условиях пытается выполнить замену главного CPU позднее. За подробностями обратитесь к разделу 6.3.

11.5.6 STEP 7, шаг VI: Переход в режим резервирования системы**Исходная ситуация**

Отказоустойчивая система работает в одиночном режиме с новой (ограниченной) конфигурацией аппаратуры.

Последовательность действий

1. В SIMATIC Manager выделите CPU отказоустойчивой системы и выберите команду меню PLC > Operating Mode [ПЛК > Режим работы].
2. В диалоговом окне Operating Mode [Режим работы], выделите резервный CPU и щелкните на кнопке Restart (warm restart) [Новый (теплый) пуск].

Результат

Резервный CPU снова устанавливает связь и актуализируется. Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Поведение периферии

Вид периферии	Односторонняя периферия резервного CPU	Односторонняя периферия главного CPU	Коммутируемая периферия
Модули ввода/вывода, подлежащие удалению ¹⁾	CPU к ним больше не обращается.		
Остающиеся модули ввода/вывода	Заново параметризуются ²⁾ и актуализируются CPU.	Продолжают работать без перерыва.	
Станции DP, подлежащие удалению:	как модули ввода/вывода, подлежащие удалению (см. выше)		

1) Отсутствуют в конфигурации аппаратуры, но еще вставлены

2) Центральные модули, кроме того, сначала сбрасываются. Модули вывода при этом кратковременно выводят 0 (вместо сохранения или вывода заменяющих значений в соответствии с проектом).

Поведение при превышении времен контроля

Если одно из контролируемых времен превышает запрооектированное максимальное значение, то актуализация прерывается. Отказоустойчивая система остается в одиночном режиме с предыдущим главным CPU и при определенных условиях пытается выполнить установление связи и актуализацию позднее. За подробностями обратитесь к разделу 6.3.

11.5.7 STEP 7, шаг VII: Изменение аппаратуры

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает с новой конфигурацией аппаратуры в режиме резервирования.

Последовательность действий

1. Отсоедините все датчики и исполнительные устройства от компонентов, подлежащих удалению.
2. Удалите из системы желаемые компоненты.
 - Извлеките центральные модули из стоек.
 - Вытащите модули из модульных станций DP
 - Удалите станции DP из master-систем DP.

Внимание

У коммутируемой периферии: Сначала завершите все изменения в **одной** ветви резервируемой master-системы DP, прежде чем выполнять изменения во второй ветви.

Результат

Вытаскивание модулей, которые были удалены из конфигурации, не оказывает влияния на программу пользователя. То же самое относится к удалению станций DP.

Отказоустойчивая система продолжает работать в режиме резервирования.

11.5.8 STEP 7, шаг VIII: Изменение и загрузка организационных блоков

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Последовательность действий

1. Обеспечьте, чтобы ОВ прерываний 4х и 82 больше не реагировали на прерывания от удаленных компонентов.
2. Загрузите в ПЛК измененные ОВ и сегменты программы, на которые они действуют.

Результат

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

11.5.9 Удаление интерфейсных модулей в STEP 7

Удаление интерфейсных модулей IM460 и IM461, внешнего интерфейсного модуля master-устройства DP CP443–5 Extended и соответствующих соединительных кабелей разрешается только в обесточенном состоянии.

Для этого блок питания всей подсистемы должен быть выключен. Во избежание воздействия на процесс это должно выполняться, когда подсистема находится в состоянии STOP.

Последовательность действий

1. Измените аппаратную конфигурацию в режиме offline (см. раздел 11.5.1)
2. Измените и загрузите программу пользователя (см. раздел 11.5.2)
3. Остановите резервный CPU (см. раздел 11.5.3)
4. Загрузите новую аппаратную конфигурацию в резервный CPU (см. раздел 11.5.4)
5. Если вы хотите удалить интерфейсный модуль из подсистемы до сих пор резервного CPU, выполните следующие шаги:
 - Выключите блок питания резервной подсистемы.
 - Извлеките IM460 из центрального устройства.
или
 - Удалите устройство расширения из существующей линии.
или
 - Вытащите внешний интерфейс master-устройства DP.
 - Снова включите блок питания резервной подсистемы.
6. Переключитесь на CPU с измененной конфигурацией (см. раздел 11.5.5)
7. Если вы хотите удалить интерфейсный модуль из подсистемы первоначально главного CPU (теперь находящегося в состоянии STOP), выполните следующие шаги:
 - Выключите блок питания резервной подсистемы.
 - Извлеките IM460 из центрального устройства.
или
 - Удалите устройство расширения из существующей линии.
или
 - Вытащите внешний интерфейс master-устройства DP.
 - Снова включите блок питания резервной подсистемы.
8. Перейдите в режим резервирования системы (см. раздел 11.5.6)
9. Измените и загрузите организационные блоки (см. раздел 11.5.8)

11.6 Изменение параметров CPU

Во время работы могут быть изменены только определенные параметры CPU (object properties [свойства объекта]). Они обозначаются в экранных формах синим текстом (если вы установили синий цвет для текста диалоговых окон на панели управления (Control Panel) Windows, то изменяемые параметры отображаются черным цветом).

Внимание

Если вы модифицируете параметры, которые нельзя изменять, то не происходит переключения на CPU, параметры которого были изменены. В этом случае в диагностический буфер вносится событие W#16#5966. Измененным по ошибке параметрам должны быть в проекте присвоены прежние действительные значения.

Таблица 11–1. Изменяемые параметры CPU

Закладка	Изменяемый параметр
Startup [Запуск]	Monitoring time for signaling readiness by modules [Время контроля для сообщения о готовности модулей]
	Monitoring time for transferring parameters to modules [Время контроля для передачи параметров модулям]
Scan cycle/clock memory [Время цикла/Тактовые биты памяти]	Scan cycle monitoring time [Время контроля цикла]
	Cycle load due to communications [Загрузка цикла обменом данными]
	Size of the process image of inputs [Размер образа процесса на входах]
	Size of the process image of outputs [Размер образа процесса на выходах]
Memory [Память]	Local data [Локальные данные] (для различных классов приоритета)
	Communication resources: maximum number of communication jobs [Коммуникационные ресурсы: Максимальное количество коммуникационных заданий]. (Этот параметр по отношению к ранее запроектированному значению можно только увеличивать)
Time-of-day interrupts [Прерывания по времени] (для каждого ОВ прерываний по времени)	Триггерная кнопка «Active [Активно]»
	Окно списка «Execution [Исполнение]»
	Starting date [Дата запуска]
	Time [Время]
Watchdog interrupt [Циклическое прерывание] (для каждого ОВ циклических прерываний)	Execution [Исполнение]
	Phase offset [Смещение по фазе]
Diagnostics/clock [Диагностика/Часы]	Correction factor [Коэффициент коррекции]
Security [Защита]	Protection level and password [Уровень защиты и пароль]

Таблица 11–1. Изменяемые параметры CPU, продолжение

Закладка	Изменяемый параметр
Fault-tolerant parameters [Параметры, обеспечивающие отказоустойчивость]	Test scan cycle time [Тестовое время цикла]
	Maximum scan-cycle time extension [Максимальное увеличение времени цикла]
	Maximum communication delay [Максимальная задержка связи]
	Maximum retention time for priority classes > 15 [Максимальное время блокирования для классов приоритета > 15]
	Minimum I/O retention time [Минимальное время блокирования периферии]

Следует выбрать новые значения, чтобы они подходили как для загружаемой в данный момент программы пользователя, так и для запланированной новой программы пользователя.

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Последовательность действий

Для изменения параметров CPU отказоустойчивой системы должны быть выполнены следующие шаги. Подробности каждого шага приведены в соответствующем подразделе.

Шаг	Что нужно сделать?	см. раздел
A	Изменение параметров CPU Offline	11.6.1
B	Остановка резервного CPU	11.6.2
C	Загрузка измененных параметров CPU в резервный CPU	11.6.3
D	Переключение на CPU с измененной конфигурацией	11.6.4
E	Переход в режим резервирования системы	11.6.5

11.6.1 Шаг А: Изменение параметров CPU Offline

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Последовательность действий

1. Измените желаемые свойства CPU в режиме offline в конфигурации аппаратуры.
2. Скомпилируйте новую конфигурацию аппаратуры, но пока не загружайте ее в ПЛК.

Результат

Измененная конфигурация аппаратуры находится в PG/ES. ПЛК продолжает работать со старой конфигурацией в режиме резервирования системы.

11.6.2 Шаг В: Остановка резервного CPU

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Последовательность действий

1. В SIMATIC Manager выделите CPU отказоустойчивой системы и выберите команду меню PLC > Operating Mode [ПЛК > Режим работы].
2. В диалоговом окне Operating Mode [Режим работы] выделите резервный CPU и щелкните на кнопке STOP.

Результат

Резервный CPU переходит в состояние STOP, главный CPU остается в RUN, отказоустойчивая система работает в одиночном режиме. К односторонней периферии резервного CPU обращения больше не производятся.

11.6.3 Шаг С: Загрузка измененных параметров CPU в резервный CPU

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в одиночном режиме.

Последовательность действий

Загрузите скомпилированную конфигурацию аппаратуры в резервный CPU, который находится в состоянии STOP.

Внимание

Программу пользователя и конфигурацию соединений нельзя перезагружать в одиночном режиме.

Результат

Измененные параметры CPU в новой конфигурации аппаратуры резервного CPU еще не действуют на текущую работу.

11.6.4 Шаг D: Переключение на CPU с измененной конфигурацией

Исходная ситуация

Измененная конфигурация аппаратуры загружена в резервный CPU.

Последовательность действий

1. В SIMATIC Manager выделите CPU отказоустойчивой системы и выберите команду меню PLC > Operating Mode [ПЛК > Режим работы].
2. В диалоговом окне Operating Mode [Режим работы] щелкните на кнопке Toggle [Переключиться].
3. В диалоговом окне Toggle [Переключение] выберите опцию with modified configuration [с измененной конфигурацией] и щелкните на кнопке Toggle [Переключиться].
4. Подтвердите последующий контрольный запрос щелчком на ОК.

Результат

Резервный CPU присоединяется, актуализируется и становится главным. Бывший главный CPU переходит в состояние STOP, отказоустойчивая система продолжает работать в одиночном режиме.

Поведение периферии

Вид периферии	Односторонняя периферия предыдущего главного CPU	Односторонняя периферия нового главного CPU	Коммутируемая периферия
Модули ввода/вывода	CPU к ним больше не обращается. Модули вывода выводят заменяющие или последние значения в соответствии с проектом.	Заново параметризуются ¹⁾ и актуализируются CPU.	Продолжают работать без перерыва.

- 1) Центральные модули, кроме того, сначала сбрасываются. Модули вывода при этом кратковременно выводят 0 (вместо сохранения или вывода заменяющих значений в соответствии с проектом).

Поведение при превышении времен контроля

Если одно из контролируемых времен превышает запрооектированное максимальное значение, то актуализация прерывается, и замена главного CPU не производится. Отказоустойчивая система остается в одиночном режиме с предыдущим главным CPU и при определенных условиях пытается выполнить замену главного CPU позднее. За подробностями обратитесь к разделу 6.3.

Если времена контроля в CPU различны, то всегда применяется наибольшее значение.

11.6.5 Шаг Е: Переход в режим резервирования системы

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает с измененными параметрами CPU в одиночном режиме.

Последовательность действий

1. В SIMATIC Manager выделите CPU отказоустойчивой системы и выберите команду меню PLC > Operating Mode [ПЛК > Режим работы].
2. В диалоговом окне Operating Mode [Режим работы], выделите резервный CPU и щелкните на кнопке Restart (warm restart) [Новый (теплый) пуск].

Результат

Резервный CPU снова устанавливает связь и актуализируется.
Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Поведение периферии

Вид периферии	Односторонняя периферия резервного CPU	Односторонняя периферия главного CPU	Коммутируемая периферия
Модули ввода/вывода	Заново параметризуются ¹⁾ и актуализируются CPU.	Продолжают работать без перерыва.	

- 1) Центральные модули дополнительно сначала сбрасываются. Модули вывода при этом кратковременно выводят 0 (вместо вывода в соответствии с проектом заменяющих или последних значений).

Поведение при превышении времен контроля

Если одно из контролируемых времен превышает запрооектированное максимальное значение, то актуализация прерывается. Отказоустойчивая система остается в одиночном режиме с предыдущим главным CPU и при определенных условиях пытается выполнить установление связи и актуализацию позднее. За подробностями обратитесь к разделу 6.3.

Если значения времен контроля в CPU различны, то всегда применяется большее значение.

11.7 Изменение компонентов памяти CPU

Режим резервирования системы возможен только в том случае, если оба CPU имеют одинаковые компоненты памяти. Для этого должны быть выполнены следующие условия:

- Рабочая память обоих CPU должна быть одинакового размера.
- Загрузочная память обоих CPU должна быть одинакового размера и одного типа (RAM или FLASH).

Компоненты памяти CPU могут быть изменены во время работы. В S7-400H возможны следующие изменения памяти:

- Расширение рабочей и/или загрузочной памяти
- Изменение типа загрузочной памяти

11.7.1 Расширение рабочей и/или загрузочной памяти

Возможны следующие методы расширения памяти:

- расширение рабочей памяти вставкой дополнительных или более емких модулей памяти
- расширение загрузочной памяти вставкой платы памяти того же типа, но большей емкости, чем существующая
- расширение загрузочной памяти вставкой платы, если раньше плата памяти не была вставлена

При этом способе изменения памяти вся программа пользователя при установлении связи копируется из главного CPU в резервный (см. раздел 6.2.1).

Ограничения

Расширение загрузочной памяти имеет смысл только в случае плат RAM, так как только тогда программа пользователя может быть скопирована при установлении связи в загрузочную память резервного CPU.

В принципе расширение загрузочной памяти возможно также с помощью плат флэш-памяти, но тогда загрузка всей программы пользователя и конфигурации аппаратуры в новую плату флэш-памяти возлагается на пользователя (см. процедуру в разделе 11.7.2).

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Последовательность действий

Выполните следующие шаги в указанной последовательности:

Шаг	Что нужно сделать?	Как реагирует система?
1	Переключите резервный CPU в состояние STOP с помощью PG.	Система работает в одиночном режиме.
2	Если вы хотите расширить рабочую память: А Выключите блок питания резервного CPU. В Вытащите резервный CPU из центрального устройства (ЦУ). С Вставьте желаемые модули памяти, как описано в руководстве <i>S7-400, M7-400 Programmable Controllers, Hardware and Installation [Программируемые контроллеры S7-400, M7-400, Аппаратура и монтаж]</i> . D Вставьте CPU обратно в ЦУ. E Обеспечьте восстановление синхронизационной связи и установку переключателя режимов работы резервного CPU в положение RUN или RUN-P. F Снова включите блок питания резервного CPU.	Подсистема время от времени отключается.
3	Если вы хотите расширить загрузочную память: Вытащите существующую плату памяти из CPU и вставьте плату памяти того же типа желаемой (большей) емкости.	Резервный CPU запрашивает сброс памяти.
4	Сбросьте память резервного CPU с помощью PG.	—
5	Запустите резервный CPU с помощью команды меню PLC > Mode > Switch to CPU with... expanded memory configuration [ПЛК > Режим > Переключиться на CPU с ... расширенной конфигурацией памяти] .	<ul style="list-style-type: none"> Резервный CPU устанавливает связь, актуализируется и становится главным. Бывший главный CPU переходит в STOP. Система работает в одиночном режиме.
6	Выключите блок питания второго CPU.	Подсистема отключена.
7	Измените компоненты второго CPU, как вы это сделали для первого CPU на шагах со 2 по 4.	—
8	Запустите второй CPU с помощью устройства программирования.	<ul style="list-style-type: none"> Второй CPU устанавливает связь и актуализируется. Система снова работает в режиме резервирования.

11.7.2 Изменение типа загрузочной памяти

В качестве загрузочной памяти имеются в распоряжении следующие виды плат памяти:

- плата RAM для этапа тестирования и ввода в эксплуатацию
- плата FLASH для постоянного хранения готовой программы пользователя

Размер новой платы памяти здесь не имеет значения.

При этом способе изменения памяти из главного CPU в резервный передаются не сегменты программы, а только содержимое блоков программы пользователя, которые остались неизменными (см. раздел 6.2.3).

Ответственность за загрузку всей программы пользователя в новую загрузочную память лежит на самом пользователе.

Исходная ситуация

Отказоустойчивая система работает в режиме резервирования.

Текущее состояние программы пользователя в модульной форме доступно на PG/ES в виде проекта STEP 7.



Осторожно

Здесь нельзя использовать программу пользователя, загруженную из ПЛК.

Не допускается повторная компиляция программы пользователя из исходного файла на STL (AWL), так как блоки при этом получают новую метку времени. Тогда при переключении главный/резервный содержимое блоков не копируется.

Последовательность действий

Выполните следующие шаги в указанной последовательности:

Шаг	Что нужно сделать?	Как реагирует система?
1	Переключите резервный CPU в состояние STOP с помощью PG.	Система работает в одиночном режиме.
2	Извлеките существующую плату памяти из резервного CPU и вставьте плату памяти желаемого типа.	Резервный CPU запрашивает сброс памяти.
3	Сбросьте память резервного CPU с помощью PG.	–
4	Загрузите в резервный CPU программу пользователя и конфигурацию аппаратуры.	–

Шаг	Что нужно сделать?	Как реагирует система?
5	Запустите резервный CPU с помощью команды меню PLC > Mode > Switch to CPU with... modified configuration [ПЛК > Режим > Переключиться на CPU с ... измененной конфигурацией] .	<ul style="list-style-type: none"> Резервный CPU устанавливает связь, актуализируется и становится главным. Бывший главный CPU переходит в STOP. Система работает в одиночном режиме.
6	Измените компоненты памяти второго CPU, как вы это сделали для первого CPU на шаге 2.	–
7	Загрузите программу пользователя и конфигурацию аппаратуры во второй CPU.	–
8	Запустите второй CPU с помощью PG.	<ul style="list-style-type: none"> Второй CPU устанавливает связь и актуализируется. Система снова работает в режиме резервирования.

Внимание

Если вы хотите перейти на платы флэш-памяти, то вы можете их загрузить программой пользователя и конфигурацией аппаратуры вне CPU. Тогда вы можете опустить шаги 4 и 7.

Однако платы памяти в обоих CPU должны быть загружены с помощью одной и той же процедуры. Различная последовательность блоков в платах загрузочной памяти приведет к прекращению процедуры установления связи.

Запись на плату FLASH-памяти в отказоустойчивой (Н) системе

Запись на плату FLASH-памяти в Н-системе можно вести в режиме RUN без остановки Н-системы. Для этого онлайнные данные аппаратной конфигурации и программа пользователя в центральных процессорах должны совпадать с соответствующими offline-данными в станции, где производилось проектирование.

Действуйте следующим образом:

1. Переведите резервный CPU в STOP и вставьте плату FLASH-памяти в CPU.
2. Выполните сброс памяти этого CPU с помощью STEP 7.
3. Загрузите конфигурацию аппаратуры с помощью STEP 7.
4. Загрузите данные программы с помощью команды STEP 7 "Download User Program to Memory Card [Загрузить программу пользователя на плату памяти]". Внимание: Выберите в диалоге выбора правильный CPU.
5. Переключитесь на CPU с измененной конфигурацией с помощью диалога "Operating Mode [Режим работы]". Выполняется переключение главный/ резервный; CPU с платой Flash-памяти более не является главным CPU. Резервный CPU теперь находится в состоянии STOP.
6. Теперь вставьте плату Flash-памяти в CPU, который теперь находится в состоянии STOP. Выполните сброс памяти этого CPU с помощью STEP 7.
7. Выполните шаг 4: Загрузите данные программы с помощью команды STEP 7 "Download User Program to Memory Card [Загрузить программу пользователя на плату памяти]". Внимание: Выберите в диалоге выбора правильный CPU.
8. Выполните теплый пуск резервного CPU с помощью диалога "Operating Mode [Режим работы]". Система теперь переходит в режим резервирования.

При извлечении плат FLASH-памяти из Н-системы также действует описанное выше правило согласованности данных в режимах online и offline. Кроме того, имеющееся ОЗУ не должно быть меньше фактического размера программы STEP 7 (STEP7 Program > Block Container > Properties «Blocks» [Программа STEP7 > Контейнер блоков > Свойства блоков]).

1. Переведите резервный CPU в состояние STOP и извлеките плату FLASH-памяти. Если необходимо, приведите в соответствие структуру памяти.
2. Выполните сброс памяти этого CPU с помощью STEP 7.
3. Загрузите с помощью STEP 7 контейнер блоков.
4. Переключитесь на CPU с измененной конфигурацией с помощью диалога "Operating Mode [Режим работы]".
5. Извлеките плату FLASH-памяти из CPU, находящегося теперь в состоянии STOP. Если необходимо, приведите в соответствие структуру памяти и выполните сброс памяти CPU.
6. Выполните теплый пуск резервного CPU с помощью диалога "Operating Mode [Режим работы]". Теперь система переходит в режим резервирования.

Синхронизационный модуль

12

Обзор главы

В разделе	Вы найдете	на стр.
12.1	Синхронизационный модуль для S7-400H	12-2
12.2	Прокладка волоконно-оптических кабелей	12-7

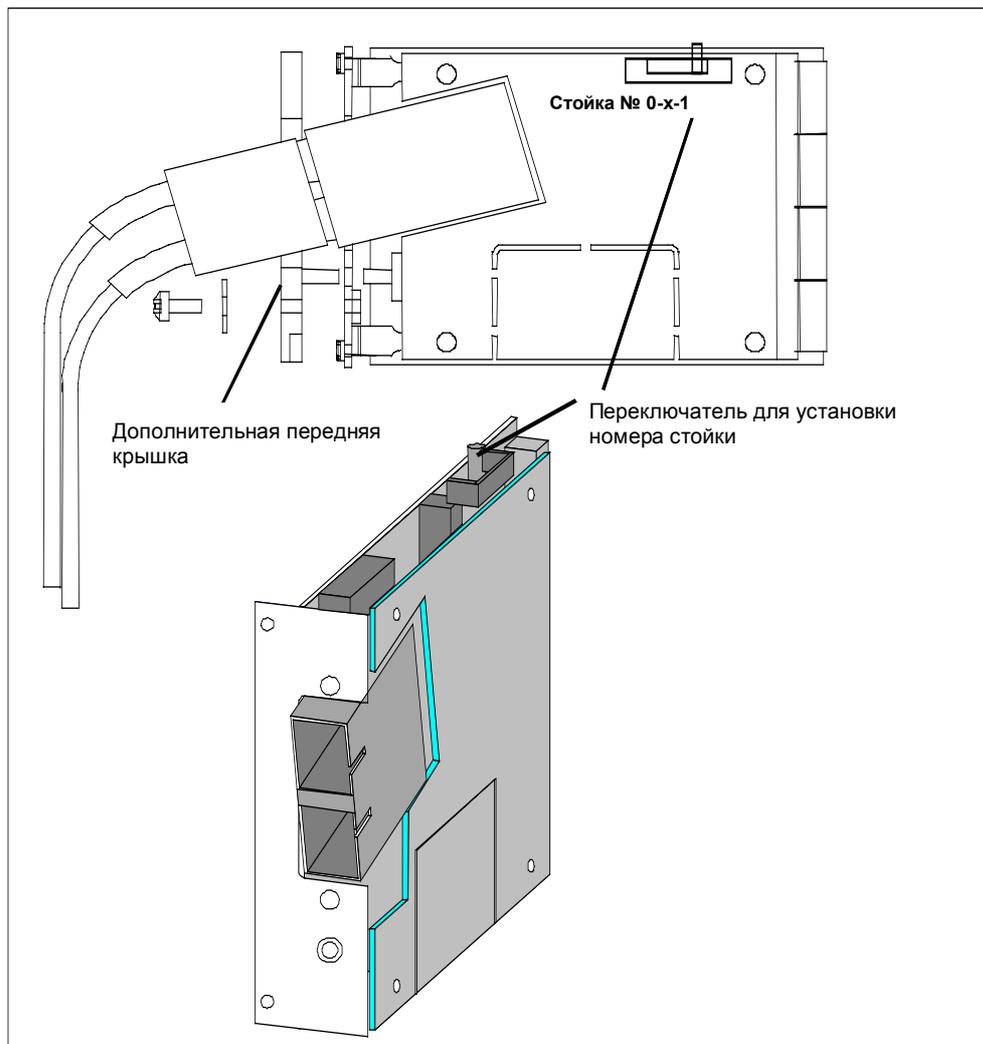
12.1 Синхронизационный модуль для S7-400H

Назначение синхронизационного модуля

Синхронизационный модуль служит для прямой связи между двумя резервируемыми CPU S7-400H по двум каналам. Для отказоустойчивых двухканальных систем необходимо иметь на каждый CPU по два синхронизационных модуля, соединенных парами через волоконно-оптический кабель.

Синхронизационные модули можно заменять под напряжением. Это поддерживает ремонтпригодность отказоустойчивых систем и позволяет справиться с выходом из строя резервируемого соединения, не останавливая установку в целом.

Механическое устройство



**Осторожно**

Синхронизационный модуль содержит лазерную систему и в соответствии с IEC 60825-1 относится к лазерным продуктам 1-го класса. Для правильного использования этого модуля прочитайте, пожалуйста, полностью инструкцию по эксплуатации и сохраните ее в качестве справочника. Если у вас возникнут проблемы при работе с этой моделью, обратитесь, пожалуйста, в ближайшее авторизованное представительство фирмы Siemens. Во избежание непосредственного контакта с лазерным лучом корпус должен оставаться закрытым.

CLASS 1 LASER PRODUCT
LASER KLASSE 1 PRODUKT
TO EN 60825

Снятие и установка под напряжением

При установке и снятии синхронизационного модуля в отказоустойчивой системе нет необходимости отключать блок питания (PS). У синхронизационного модуля имеется вторая передняя крышка, которую необходимо отвинтить перед снятием модуля (до этого модуль вытаскивать нельзя). После отвинчивания крышки синхронизационный модуль отсоединяется от напряжения, и его можно вытащить без вреда. После вставки синхронизационного он подключается к напряжению только после того, как вы привинтите вторую переднюю крышку.

Указание

Если система находится в режиме резервирования, то резервный CPU при отвинчивании синхронизационного модуля или отсоединении волоконно-оптического кабеля переходит в состояние STOP. Главный CPU остается в режиме RUN.

Установка номера стойки

В отказоустойчивой системе CPU для различения двух подсистем должны иметь возможность выводить номера стоек. Одному CPU соответствует номер стойки 0, а другому – номер стойки 1. Номер стойки устанавливается на синхронизационном модуле. Для этого на модуле имеется миниатюрный ползунковый переключатель с тремя положениями. Номер стойки принимается при включении питания и последующем ручном сбросе памяти. Модули-партнеры для правильного запуска CPU должны иметь различные положения, т.е. один синхронизационный модуль должен иметь номер стойки 0, а другой – номер стойки 1. Оба синхронизационных модуля одного CPU должны иметь один и тот же номер стойки.

Положение переключателя	Значение
	CPU имеет номер стойки 1
	CPU номер стойки не назначен
	CPU имеет номер стойки 0

Волоконно-оптический кабель для соединения двух синхронизационных модулей

Длина	Номер для заказа
1 м	6ES7960-1AA00-5AA0
2 м	6ES7960-1AA00-5BA0
10 м	6ES7960-1AA00-5KA0

Изменение режима работы отказоустойчивого CPU

Для изменения режима работы отказоустойчивого CPU выполните одну из следующих процедур в зависимости от режима работы, в который вы хотите перейти, и номера стойки, запроектированного для CPU:

Переход из режима резервирования в одиночный режим

1. Вытащите синхронизационный модуль.
2. Выполните небуферизованное включение питания, напр., путем вытаскивания и вставки CPU.
3. Загрузите в CPU проект, в котором этот CPU спроектирован для одиночной работы.

Переход из одиночного режима в режим резервирования, стойка 0

1. Вставьте синхронизационные модули, на которых установлен номер стойки 0.
2. Выполните небуферизованное включение питания, напр., путем вытаскивания и вставки CPU.
3. Загрузите в CPU проект, в котором этот CPU спроектирован для режима резервирования.

Переход из одиночного режима в режим резервирования, стойка 1

1. Вставьте синхронизационные модули, на которых установлен номер стойки 1.
2. Выполните небуферизованное включение питания, напр., путем вытаскивания и вставки CPU.
3. Загрузите в CPU проект, в котором этот CPU спроектирован для режима резервирования.

Длины кабелей до 500 м

Синхронизационные модули, начиная с версии 2, можно использовать парами с волоконно-оптическими кабелями длиной до 500 м.



Обратите при этом внимание на следующие правила:

- Вы можете совместно использовать синхронизационные модули версий 1 и 2 с кабелем длиной до 10 м.
- При длине волоконно-оптического кабеля больше 10 м обратите внимание на наличие достаточной компенсации натяжения кабеля.
- Соблюдайте предписанные внешние условия для используемых волоконно-оптических кабелей (радиус изгиба, давление, температура...)
- Обратите внимание на технические данные используемых волоконно-оптических кабелей (затухание, полоса частот...)

Сопряжения с волоконно-оптическими кабелями у неиспользуемых модулей

При хранении неиспользуемых модулей для защиты оптики необходимо закрыть сопряжения с волоконно-оптическими кабелями заглушками (при поставке вставлены в синхронизационный модуль).

Технические данные

Технические данные	
Питающее напряжение	Поступает из CPU
Потребление тока	0,6 А
Идентификатор модуля	85н
Мощность потерь	3 Вт
Размеры Ш x В x Г (мм)	18,2 x 67 x 97
Вес	0,080 кг

12.2 Прокладка волоконно-оптических кабелей

Прокладка кабелей

Волоконно-оптический кабель для внутренней прокладки (напр., для соединения синхронизационных модулей) может использоваться в зданиях, кабельных каналах и канализационных колодцах.

Максимальное натяжение при монтаже составляет 1000 Н, а во время эксплуатации 150 Н.

Радиус изгиба

При прокладке нельзя делать радиусы изгиба, меньшие нижеуказанных:

- вблизи штекера: 55 мм
- в остальных случаях: 30 мм

Прокладка волоконно-оптических кабелей для синхронизационного соединения S7-400H

При прокладке кабелей обратите внимание на то, чтобы два волоконно-оптических кабеля были проложены изолированно друг от друга. Раздельная прокладка повышает их коэффициент готовности и защищает от потенциально возможной двойной неисправности в случае, например, одновременного обрыва обоих кабелей.

Кроме того, обратите внимание на то, чтобы волоконно-оптические кабели были подключены к обоим CPU до включения источника питания или системы, так как в противном случае возможно, что оба CPU будут обрабатывать программу пользователя как главные CPU.

Технические данные

13

Обзор главы

В разделе	Вы найдете	на стр.
13.1	Технические данные CPU 414-4H; (6ES7 414-4HJ00-0AB0)	13-2
13.2	Технические данные CPU 417-4H; (6ES7 417-4HL01-0AB0)	13-6
13.3	Времена выполнения FC и FB для резервируемой периферии	13-10

13.1 Технические данные CPU 414-4H; (6ES7 414-4HJ00-0AB0)

CPU и версии		Области данных и их сохраняемость	
Номер для заказа	6ES7 414-4HJ00-0AB0	Сохраняемая область данных в целом (включая биты памяти, таймеры, счетчики)	Вся рабочая и загрузочная память (с буферной батареей)
• Версия аппаратуры	01	Биты памяти	8 Кбайт
• Версия ПЗУ	V3.1	• могут сохраняться	от МВ 0 до МВ 8191
Соответствующий пакет для программирования	Начиная со STEP7 V5.2; дополнительный пакет S7-H-Systems [Отказоустойчивые системы S7]	• сохраняемость по умолчанию	от МВ 0 до МВ 15
Память		Тактовые биты памяти (тактовые меркеры)	8 (1 байт)
Рабочая память		Блоки данных	макс. 4095 (DB 0 зарезервирован)
• встроенная	384 Кбайта для кода 384 Кбайта для данных	• размер	макс. 64 Кбайта
• расширяемая	нет	Локальные данные (могут настраиваться)	макс. 16 Кбайт
Загрузочная память		• по умолчанию	8 Кбайт
• встроенная	ОЗУ 256 Кбайт	Блоки	
• расширяемая, флэш-СППЗУ	с платой памяти (FLASH) от 1 до 64 Мбайт	ОВ	См. Список команд
• расширяемая, ОЗУ	с платой памяти (ОЗУ) от 256 Кбайт до 64 Мбайт	• размер	макс. 64 Кбайта
Буферизация	да	Глубина вложения	
• с батареей	все данные	• на каждый класс приоритета	24
• без батареи	нет	• дополнительно внутри ОВ ошибок	2
Времена обработки		FB	макс. 2048
Времена обработки для		• размер	макс. 64 Кбайта
• битовых операций	не менее 0,1 мкс	FC	макс. 2048
• операций со словами	не менее 0,1 мкс	• размер	макс. 64 Кбайта
• арифметики с фиксированной точкой	не менее 0,1 мкс	Области адресов (входы/выходы)	
• арифметики с плавающей точкой	не менее 0,6 мкс	Область адресов периферии в целом	8 Кбайт/8 Кбайт
• арифметики с плавающей точкой	не менее 0,6 мкс	• в том числе децентрализованной	
Таймеры, счетчики и их сохраняемость		Интерфейс MPI/DP	2 Кбайта/2 Кбайта
Счетчики S7	256	Интерфейс DP	6 Кбайт/6 Кбайт
• могут сохраняться	Z 0 – Z 255	Образ процесса	8 Кбайт/8 Кбайт (настраивается)
• по умолчанию	Z 0 – Z 7	• по умолчанию	256 байт/256 байт
• диапазон счета	от 1 до 999	• количество разделов образа процесса	макс. 8
Счетчики IEC	да	• согласованные данные	макс. 244 байта
• вид	SFB	Цифровые каналы	65536/65536
Таймеры S7	256	• в том числе децентрализованные	65536/65536
• могут сохраняться	T 0 – T 255	Аналоговые каналы	4096/4096
• по умолчанию	нет сохраняемых таймеров	• в том числе децентрализованные	4096/4096
• диапазон времени	от 10 мс до 9990 с		
Таймеры IEC	да		
• вид	SFB		

Конфигурация		Функции сообщений S7	
Центральные устройства/ устройства расширения	макс. 1/21	Количество регистрируемых станций для функций сообщений (напр., WinCC или SIMATIC OP)	макс. 8
Обработка данных в многопроцессорной системе	нет	• одновременно активные блоки Alarm-S/SQ или Alarm-D/DQ	макс. 100
Количество устанавливаемых IM (всего)	макс. 6	Блоки Alarm-8	да
• IM 460	макс. 6	• количество заданий по обмену данными для блоков Alarm-8 и блоков для S7-связи (настраивается)	макс. 600
• IM 463-2	макс. 4, только в одиночном режиме	• по умолчанию	300
Количество master-устройств DP		Сообщения системы управления	да
• встроенных	2	Количество архивов, к которым можно одновременно обратиться (SFB 37 AR_SEND)	16
• через CP	макс. 10	Функции тестирования и ввода в эксплуатацию	
Используемые FM и CP		Управляемые и наблюдаемые переменные	да
• FM, см. Приложение E	ограничено количеством слотов и количеством соединений	• переменные	входы/выходы, биты памяти (меркеры), DB, периферийные входы и выходы, таймеры, счетчики
• CP Profibus и Ethernet, вкл. CP 443-5 Extended	макс. 14	• число переменных	макс. 70
Время		Принудительное управление	да
Часы	да	• переменные	входы/выходы, биты памяти (меркеры), периферийные входы и выходы
• буферизованные	да	• число переменных	макс. 256
• разрешающая способность	1 мс	Блок состояний	да
• точность при		Одиночные шаги	да
- выключенном питании	отклонение 1,7 с в сутки	Диагностический буфер	да
- включенном питании	отклонение 8,6 с в сутки	• количество записей	макс. 3200 (настраивается)
Счетчики рабочего времени	8	• по умолчанию	120
• номера	от 0 до 7	Количество точек останова	4
• диапазон значений	от 0 до 32767		
• дискретность	1 час		
• сохраняемость	да		
Синхронизация времени	да		
• в AS, на MPI и DP	в качестве master- или slave-устройства		
Несовпадение времени в системе при синхронизации через			
• Ethernet	макс. 10 мс		
• MPI	макс. 200 мс		

Обмен данными		1-й интерфейс в режиме MPI	
Обмен данными с PG/OP	да	• Услуги	
Количество подключаемых OP	8 с обработкой сообщений 31 без обработки сообщений	– связь с PG/OP	да
Количество ресурсов для S7-соединений через все интерфейсы и CP	32, из них по одному зарезервировано для PG и OP	– маршрутизация	да
S7-связь	да	– связь через глобальные данные	нет
Базовая S7-связь	нет	– базовая S7-связь	нет
Связь через глобальные данные	нет	– S7-связь	нет
• данные пользователя на одно задание – из них согласованные	макс. 64 Кбайта 32 байта	• Скорость передачи	до 12 МБод
Связь, совместимая с S5	да (через CP – макс. 10 одновременно – и FC AG_SEND и FC AG_RECV)	1-й интерфейс в режиме master-устройства DP	
• данные пользователя на одно задание – из них согласованные	макс. 8 Кбайт 240 байт	• Услуги	
Стандартный обмен данными (FMS)	да (через CP и загружаемый FB)	– связь с PG/OP	да
Интерфейсы		– маршрутизация	да
1-й интерфейс		– связь через глобальные данные	нет
Тип интерфейса	Встроенный	– базовая S7-связь	нет
Физика	RS 485/Profibus	– S7-связь	да
Потенциальная развязка	да	– эквидистантность	нет
Блок питания на интерфейсе (от 15 до 30 В пост. тока)	макс. 150 мА	– SYNC/FREEZE	нет
Количество ресурсов для соединений	MPI: 32 DP: 16	– активизация/деактивизация slave-устройств DP	нет
Функциональные возможности		• Скорость передачи	до 12 МБод
• MPI	да	• Количество slave-устройств DP	макс. 32
• PROFIBUS DP	DP-Master	• Область адресов	макс. 2 Кбайта входы/ 2 Кбайта выходы
		• Данные пользователя на одно slave-устройство DP	макс. 244 байта для входов, макс. 244 байта для выходов, разделены на 244 слота по 128 байт в каждом
		2-й интерфейс	
		Тип интерфейса	Встроенный
		Физика	RS 485/Profibus
		Потенциальная развязка	да
		Блок питания на интерфейсе (от 15 до 30 В пост. тока)	макс. 150 мА
		Количество ресурсов для соединений	16

Функциональные возможности		Системные функциональные блоки	см. Список команд
• PROFIBUS DP	DP-Master	Число одновременно активных SFC	
DP-master			
• Услуги		• RD_REC	8
- Обмен данными с PG/OP	да	• WR_REC	8
- маршрутизация	да	Защита программы пользователя	Защита паролем
• Скорость передачи	до 12 МБод	Доступ к согласованным данным в образе процесса	Да
• Количество slave-устройств DP	макс. 96		
• Область адресов	макс. 6 Кбайт входов/ 6 Кбайт выходов	Размеры	
• Данные пользователя на одно slave-устройство DP	макс. 244 байта для входов, макс. 244 байта для выходов, разделены на 244 слота по 128 байт в каждом	Монтажные размеры ШxВxГ (мм)	50x290x219
		Необходимое число слотов	2
		Вес	около 1,07 кг
3-й интерфейс		Напряжения, токи	
Вид интерфейса	Вставляемый интерфейсный модуль (для волоконно-оптического кабеля)	Потребление тока из шины S7-400 (5 В пост. тока)	тип. 1,6 А макс. 1,8 А
Используемый интерфейсный модуль	Синхронизационный модуль IF 960 (только в режиме резервирования; в одиночном режиме интерфейс остается свободным/открытым)	Потребление тока из шины S7-400 (24 В пост. тока) CPU не потребляет тока от источника 24 В, он только готовит это напряжение для интерфейса MPI/DP	Однако суммарный потребляемый ток компонентов, подключенных к интерфейсам MPI/DP, не превышает 150 мА на интерфейс
		Ток буферизации	тип. 40 мА макс. 420 мА
		Подача внешнего напряжения для буферизации на CPU	от 5 до 15 В пост. тока
		Мощность потерь	тип. 8 Вт
4-й интерфейс			
Вид интерфейса	Вставляемый интерфейсный модуль (для волоконно-оптического кабеля)		
Используемый интерфейсный модуль	Синхронизационный модуль IF 960 (только в режиме резервирования; в одиночном режиме интерфейс остается свободным/открытым)		
Программирование			
Язык программирования	КОР (LAD), FUP (FBD), AWL (STL), SCL		
Набор команд	См. список команд		
Число одновременно активных SFC			
• WR_REC	8		
• WR_PARM	8		
• PARM_MOD	1		
• WR_DPARM	2		
• DPNRM_DG	8		
• RDSYSST	1 ... 8		

CPU как slave-устройство DP

CPU **нельзя** проектировать как slave-устройство DP.

13.2 Технические данные CPU 417-4H; (6ES7 417-4HL01-0AB0)

CPU и версии		Области данных и их сохраняемость	
Номер для заказа	6ES7 417-4HL01-0AB0	Сохраняемая область данных в целом (включая биты памяти, таймеры, счетчики)	Вся рабочая и загрузочная память (с буферной батареей)
• Версия аппаратуры	01	Биты памяти	16 Кбайт
• Версия ПЗУ	V3.1	• могут сохраняться	от МВ 0 до МВ 16383
Соответствующий пакет для программирования	Начиная со STEP7 V5.2; дополнительный пакет S7-H-Systems [Отказоустойчивые системы S7]	• сохраняемость по умолчанию	от МВ 0 до МВ 15
Память		Тактовые биты памяти (тактовые меркеры)	8 (1 меркерный байт)
Рабочая память		Блоки данных	макс. 8191 (DB 0 зарезервирован)
• встроенная	2 Мбайта для кода 2 Мбайта для данных	• размер	макс. 64 Кбайта
• расширяемая	до 10 Мбайт для кода до 10 Мбайт для данных	Локальные данные (могут настраиваться)	макс. 64 Кбайта
Загрузочная память		• по умолчанию	32 Кбайта
• встроенная	ОЗУ 256 Кбайт	Блоки	
• расширяемая, флэш-СППЗУ	с платой памяти (FLASH) от 1 до 64 Мбайт	ОВ	См. Список команд
• расширяемая, ОЗУ	с платой памяти (ОЗУ) от 256 Кбайт до 64 Мбайт	• размер	макс. 64 Кбайта
Буферизация	да	Глубина вложения	
• с батареей	все данные	• на каждый класс приоритета	24
• без батареи	нет	• дополнительно внутри ОВ ошибок	2
Времена обработки		FB	макс. 6144
Времена обработки для		• размер	макс. 64 Кбайта
• битовых операций	не менее 0,1 мкс	FC	макс. 6144
• операций со словами	не менее 0,1 мкс	• размер	макс. 64 Кбайта
• арифметики с фиксированной точкой	не менее 0,1 мкс	Области адресов (входы/выходы)	
• арифметики с плавающей точкой	не менее 0,6 мкс	Область адресов периферии в целом	16 Кбайт/ 16 Кбайт
Таймеры, счетчики и их сохраняемость		• в том числе децентрализованной	
Счетчики S7	512	Интерфейс MPI/DP	2 Кбайта/2 Кбайта
• могут сохраняться	Z 0 – Z 511	Интерфейс DP	8 Кбайт/8 Кбайт
• по умолчанию	Z 0 – Z 7	Образ процесса	16 Кбайт/16 Кбайт (настраивается)
• диапазон счета	от 1 до 999	• по умолчанию	1024 байта/ 1024 байта
Счетчики IEC	да	• количество разделов образа процесса	макс. 8
• вид	SFB	• согласованные данные	макс. 244 байта
Таймеры S7	512	Цифровые каналы	131072/131072
• могут сохраняться	T 0 – T 511	• в том числе децентрализованные	131072/131072
• по умолчанию	нет сохраняемых таймеров	Аналоговые каналы	8192/8192
• диапазон времени	от 10 мс до 9990 с	• в том числе децентрализованные	8192/8192
Таймеры IEC	да		
• вид	SFB		

Конфигурация		Функции сообщений S7	
Центральные устройства/ устройства расширения	макс. 1/21	Количество регистрируемых станций для функций сообщений (напр., WinCC или SIMATIC OP)	макс. 16
Обработка данных в многопроцессорной системе	нет	– при растре 100 мс	макс. 1
Количество устанавливаемых IM (всего)	макс. 6	– при растре 500, 1000 мс	макс. 10
• IM 460	макс. 6	Сообщения, относящиеся к блокам	да
• IM 463-2	макс. 4, в одиночном режиме	• одновременно активные блоки Alarm-S/SQ или Alarm-D/DQ	макс. 200
Количество master-устройств DP		Блоки Alarm-8	да
• встроенных	2	• количество заданий по обмену данными для блоков Alarm-8 и блоков для S7-связи (настраивается)	макс. 10000
• через CP	макс. 10	• по умолчанию	1200
Количество модулей S5, вставляемых через адаптеры (в центральном устройстве)	нет	Сообщения системы управления	да
• FM	ограничено количеством слотов и количеством соединений	Количество архивов, к которым можно одновременно обратиться (SFB 37 AR_SEND)	64
• CP 441	ограничено количеством соединений		
• CP Profibus и Ethernet, вкл. CP 443-5 Extended	макс. 14		
Время		Функции тестирования и ввода в эксплуатацию	
Часы	да	Управляемые и наблюдаемые переменные	да
• буферизованные	да	• переменные	входы/выходы, биты памяти (меркеры), DB, периферийные входы и выходы, таймеры, счетчики
• разрешающая способность	1 мс	• число переменных	макс. 70
• точность при		Принудительное задание	да
- выключенном питании	отклонение 1,7 с в сутки	• переменные	входы/выходы, биты памяти (меркеры), периферийные входы и выходы
- включенном питании	отклонение 8,6 с в сутки	• число переменных	макс. 512
Счетчики рабочего времени	8	Блок состояний	да
• номера	от 0 до 7	Одиночные шаги	да
• диапазон значений	от 0 до 32767	Диагностический буфер	да
• дискретность	1 час	• количество записей	макс. 3200 (настраивается)
• сохраняемость	да	• по умолчанию	120
Синхронизация времени	да	Количество точек останова	4
• в AS, MPI и DP	в качестве master- или slave-устройства		
Несовпадение времени в системе при синхронизации через			
• Ethernet	макс. 10 мс		
• MPI	макс. 200 мс		

Обмен данными		1-й интерфейс в режиме master-устройства DP	
Обмен данными с PG/OP	да	• Услуги	
Количество подключаемых OP	16 с обработкой сообщений 63 без обработки сообщений	– связь с PG/OP	да
Количество ресурсов для S7-соединений через все интерфейсы и CP	64, из них по одному зарезервировано для PG и OP	– маршрутизация	да
S7-связь	да	– связь через глобальные данные	нет
– Связь через глобальные данные	нет	– базовая S7-связь	нет
– Базовая S7-связь	нет	– S7-связь	да
• Данные пользователя на одно задание	макс. 64 Кбайта	– эквидистантность	нет
– из них согласованные	32 байта	– SYNC/FREEZE	нет
Связь, совместимая с S5	да (через CP – макс. 10 одновременно – и FC AG_SEND и FC AG_RECV)	– активизация/деактивизация slave-устройств DP	нет
• данные пользователя на одно задание	макс. 8 Кбайт	• Скорость передачи	до 12 МБод
– из них согласованные	240 байт	• Количество slave-устройств DP	макс. 32
Стандартный обмен данными (FMS)	да (через CP и загружаемый FB)	• Область адресов	макс. 2 Кбайта входы/ 2 Кбайта выходы
		• Данные пользователя на одно slave-устройство DP	макс. 244 байта для входов, макс. 244 байта для выходов, разделены на 244 слота по 128 байт в каждом
Интерфейсы		2-й интерфейс	
1-й интерфейс		Тип интерфейса	Встроенный
Тип интерфейса	Встроенный	Физика	RS 485/Profibus
Физика	RS 485/Profibus	Потенциальная развязка	да
Потенциальная развязка	да	Блок питания на интерфейсе (от 15 до 30 В пост. тока)	макс. 150 мА
Блок питания на интерфейсе (от 15 до 30 В пост. тока)	макс. 150 мА	Количество ресурсов для соединений	32
Количество ресурсов для соединений	MPI: 44 DP: 32	Функциональные возможности	
Функциональные возможности		• PROFIBUS DP	DP-Master
• MPI	да	DP-master	
• PROFIBUS DP	DP-Master	• Услуги	
1-й интерфейс в режиме MPI		– обмен данными с PG/OP	да
• Услуги		– маршрутизация	да
– связь с PG/OP	да	• Скорость передачи	до 12 МБод
– маршрутизация	да	• Количество slave-устройств DP	макс. 125
– связь через глобальные данные	нет	• Область адресов	макс. 8 Кбайт входов/ 8 Кбайт выходов
– базовая S7-связь	нет	• Данные пользователя на одно slave-устройство DP	макс. 244 байта для входов, макс. 244 байта для выходов, разделены на 244 слота по 128 байт в каждом
– S7-связь	да		
• Скорость передачи	до 12 МБод		

3-й интерфейс		Размеры	
Вид интерфейса	Вставляемый интерфейсный модуль (для волоконно-оптического кабеля)	Монтажные размеры ШхВхГ (мм)	50x290x219
Используемый интерфейсный модуль	Синхронизационный модуль IF 960 (только в режиме резервирования; в одиночном режиме интерфейс остается свободным/открытым)	Необходимое число слотов	2
		Вес	около 1,07 кг
Напряжения, токи			
		Потребление тока из шины S7-400 (5 В пост. тока)	тип. 1,8 А макс. 2,0 А
		Потребление тока из шины S7-400 (24 В пост. тока)	Однако суммарный потребляемый ток компонентов, подключенных к интерфейсам MPI/DP, не превышает 150 мА на интерфейс
		CPU не потребляет тока от источника 24 В, он только готовит это напряжение для интерфейса MPI/DP	
		Ток буферизации	тип. 75 мА макс. 860 мА
		Подача внешнего напряжения для буферизации на CPU	от 5 до 15 В пост. тока
		Мощность потерь	тип. 9 Вт
4-й интерфейс			
Вид интерфейса	Вставляемый интерфейсный модуль (для волоконно-оптического кабеля)		
Используемый интерфейсный модуль	Синхронизационный модуль IF 960 (только в режиме резервирования; в одиночном режиме интерфейс остается свободным/открытым)		
Программирование			
Язык программирования	КОР (LAD), FUP (FBD), AWL (STL), SCL		
Набор команд	См. список команд		
Уровни вложения скобок	8		
Число одновременно активных SFC			
• WR_REC	8		
• WR_PARM	8		
• PARM_MOD	1		
• WR_DPARM	2		
• DPNRM_DG	8		
• RDSYSST	1 ... 8		
Системные функциональные блоки	см. Список команд		
Число одновременно активных SFC			
• RD_REC	8		
• WR_REC	8		
Защита программы пользователя	Защита паролем		
Доступ к согласованным данным в образе процесса	Да		

CPU как slave-устройство DP

CPU нельзя проектировать как slave-устройство DP.

13.3 Времена выполнения FC и FB для резервируемой периферии

Таблица 13-1. Времена выполнения блоков для резервируемой периферии

Блок	Время выполнения в одиночном режиме	Время выполнения в режиме резервирования
FC 450 RED_INIT Данные относятся к запуску	2 мс + 300 мкс на пару запроектированных модулей При указании данных для пары модулей речь идет об усредненном значении. При небольшом числе модулей время выполнения может быть меньше 300 мкс. При большом количестве резервируемых модулей это значение может и превысить 300 мкс.	–
FC 451 RED_DEPA	160 мкс	360 мкс
FB 450 RED_IN Вызов производится на соответствующем уровне исполнения.	750 мкс + 60 мкс на пару модулей текущего ТРА При указании данных для пары модулей речь идет об усредненном значении. Время исполнения может еще более увеличиться из-за возникающих рассогласований, приводящих к пассивизации и внесению записей в диагностический буфер. Время исполнения может также увеличиться из-за депассивизации, выполняемой на некоторых уровнях исполнения FB RED_IN. Депассивизация, в зависимости от количества модулей на уровне исполнения, может вызвать увеличение времени выполнения от 0,4 до 8 мс. Эти 8 мс достигаются в режиме резервирования при количестве пар модулей, превышающем 370 на одном уровне исполнения.	1000 мкс + 70 мкс на пару модулей текущего ТРА При указании данных для пары модулей речь идет об усредненном значении. Время исполнения может еще более увеличиться из-за возникающих рассогласований, приводящих к пассивизации и внесению записей в диагностический буфер. Время исполнения может также увеличиться из-за депассивизации, выполняемой на некоторых уровнях исполнения FB RED_IN. Депассивизация, в зависимости от количества модулей на уровне исполнения, может вызвать увеличение времени выполнения от 0,4 до 8 мс. Эти 8 мс достигаются в режиме резервирования при количестве пар модулей, превышающем 370 на одном уровне исполнения.
FB 451 RED_OUT Вызов производится на соответствующем уровне исполнения.	650 мкс + 2 мкс на пару модулей текущего ТРА При указании данных для пары модулей речь идет об усредненном значении. При меньшем количестве модулей время исполнения может быть меньше 2 мкс. При большем количестве резервируемых модулей это значение может быть и больше 2 мкс.	860 мкс + 2 мкс на пару модулей текущего ТРА При указании данных для пары модулей речь идет об усредненном значении. При меньшем количестве модулей время исполнения может быть меньше 2 мкс. При большем количестве резервируемых модулей это значение может быть и больше 2 мкс.

Таблица 13-1. Времена выполнения блоков для резервируемой периферии, продолжение

Блок	Время выполнения в одиночном режиме	Время выполнения в режиме резервирования
FB 452 RED_DIAG	<p>Вызов имел место в OB 72: 160 мкс</p> <p>Вызов имел место в OB 82, 83, 85: 250 мкс + 5 мкс на пару запроюктированных модулей</p> <p>Время исполнения FB RED_DIAG увеличивается при использовании адресов, не находящихся в начале DB. Если речь идет об иницирующем прерывания адресе, которые не относятся к резервируемой периферии, то время исполнения может увеличиться примерно на 1,5 мс. Это достигается только тогда, когда рабочий DB имеет длину 60 Кбайт и более.</p>	<p>Вызов имел место в OB 72: 360 мкс</p> <p>Вызов имел место в OB 82, 83, 85: 430 мкс (основная нагрузка) + 6 мкс на пару запроюктированных модулей.</p> <p>Время исполнения FB RED_DIAG увеличивается при использовании адресов, не находящихся в начале DB. Если речь идет об иницирующем прерывания адресе, которые не относятся к резервируемой периферии, то время исполнения может увеличиться примерно на 1,5 мс. Это достигается только тогда, когда рабочий DB имеет длину 60 Кбайт и более.</p>
FB 453 RED_STATUS	<p>160 мкс + 4 мкс на пару запроюктированных модулей</p> <p>Время исполнения зависит от случайного положения искомого модуля в рабочем DB.</p> <p>Если велся поиск адреса нерезервируемого модуля, то просматривается весь рабочий DB. При этом получается самое продолжительное время исполнения FB RED_STATUS.</p> <p>Максимальное время исполнения = 160 мкс + (4 мкс на пару запроюктированных модулей) * число пар модулей</p> <p>Число пар модулей относится ко всем входам (DI/AI) или ко всем выходам (DO/AO).</p>	<p>350 мкс + 5 мкс на пару запроюктированных модулей</p> <p>Время исполнения зависит от случайного положения искомого модуля в рабочем DB.</p> <p>Если велся поиск адреса нерезервируемого модуля, то просматривается весь рабочий DB. При этом получается самое продолжительное время исполнения FB RED_STATUS.</p> <p>Максимальное время исполнения = 350 мкс + (5 мкс на пару запроюктированных модулей) * число пар модулей</p> <p>Число пар модулей относится ко всем входам (DI/AI) или ко всем выходам (DO/AO).</p>

Внимание

Все значения являются не абсолютными, а ориентировочными. В отдельных случаях фактические значения могут отличаться от указанных. Этот обзор служит только для ориентировки и помощи в том, какими могут получаться изменения времени цикла за счет использования библиотеки RED_IO.

Характеристики резервируемых систем автоматизации

A

Данное приложение представляет собой краткое введение в характеристики резервируемых систем автоматизации и показывает на примере некоторых выбранных конфигураций практическое воздействие видов резервируемых конфигураций.

Обзор средних времен безотказной работы (MTBF) для различных продуктов SIMATIC вы найдете в часто задаваемых вопросах (FAQ) о SIMATIC FAQs по адресу

<http://www.siemens.com/automation/service&support>
под идентификатором 1160399.

В разделе	Вы найдете	на стр.
A.1	Основные понятия	A-2
A.2	Сравнение средних времен безотказной работы для выбранных конфигураций	A-4

А.1 Основные понятия

Для количественной оценки резервируемых систем автоматизации обычно используют надежность и коэффициент готовности, которые подробнее описаны ниже.

Надежность

Надежность – это свойство технического устройства выполнять свои функции в течение срока службы. Обычно это становится невозможным, если какой-либо компонент выходит из строя.

Поэтому в качестве меры надежности часто называют среднее время безотказной работы **MTBF** (**Mean Time Between Failures**). Оно может быть определено статистически с использованием систем, находящихся в эксплуатации, или расчетным путем через интенсивности отказов используемых компонентов.

Надежность модулей

Надежность компонентов SIMATIC чрезвычайно велика как следствие обширных мероприятий по обеспечению качества при проектировании и изготовлении.

Для модулей SIMATIC в среднем справедливы следующие значения:

- MTBF центрального процессора: 15 лет
- MTBF модуля ввода/вывода: 50 лет

Надежность систем автоматизации

Использование резервируемых модулей в значительной степени увеличивает MTBF системы. В связи с высококачественным самотестированием и механизмами обнаружения ошибок, встроенными в CPU S7-400H, почти все ошибки обнаруживаются и локализуются. Диагностическое покрытие (dc) составляет приблизительно 95 процентов.

Исходя из надежности отдельной системы (системы типа 1–из–1 (1–out–of–1), имеющей $MTBF_{1001}$), можно рассчитать надежность S7-400H как двухканальной (1–из–2) отказоустойчивой системы по следующей формуле:

$$MTBF_{1002} = \frac{MTBF_{1001}^2}{2MDT + 2(1 - dc) \cdot MTBF_{1001}}$$

MTBF S7-400H определяется ее средней длительностью отказа **MDT** (**Mean Down Time**). Это время состоит, в сущности, из времени обнаружения ошибки и времени, необходимого для ремонта или замены неисправных модулей.

Время обнаружения ошибки равно половине запроецированного времени цикла тестирования (по умолчанию 90 мин.). Время ремонта для модульной системы типа S7-400H обычно составляет 4 часа.

Коэффициент готовности

Коэффициент готовности – это вероятность того, что система будет работоспособна в заданный момент времени. Он может быть увеличен посредством резервирования, например, путем использования резервных модулей ввода/вывода или применения нескольких датчиков в одной точке измерения. Резервные компоненты размещаются таким образом, что отказ одного компонента не оказывает влияния на работоспособность системы. И здесь важным элементом обеспечения высокой готовности является подробное отображение диагностики.

Коэффициент готовности системы выражается в процентах. Он определяется средним временем безотказной работы (MTBF) и средним временем ремонта (MTTR). Коэффициент готовности двухканальной (1–из–2) отказоустойчивой системы может быть рассчитан по следующей формуле:

$$V = \frac{MTBF_{1oo2}}{MTBF_{1oo2} + MDT} \cdot 100\%$$

А.2 Сравнение средних времен безотказной работы для выбранных конфигураций

В следующих разделах сравниваются системы с централизованной и с децентрализованной периферией.

Для расчета установлены следующие граничные условия.

- MDT (средняя длительность отказа) 4 часа
- окружающая температура 40 градусов
- буферное напряжение обеспечивается

А.2.1 Конфигурации систем с централизованной периферией

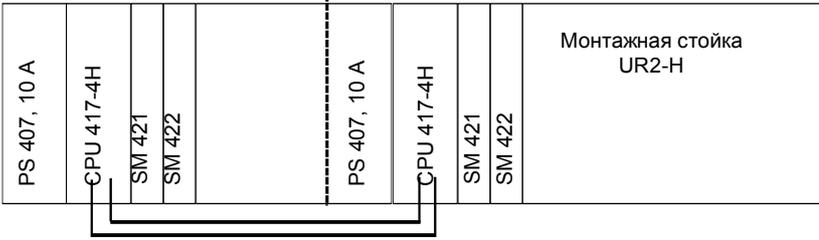
Следующая система со стандартным CPU (напр., CPU 417–4) принята в качестве базы для расчета коэффициента сравнения, который указывает кратность коэффициента готовности других систем с централизованной периферией по сравнению с базой.

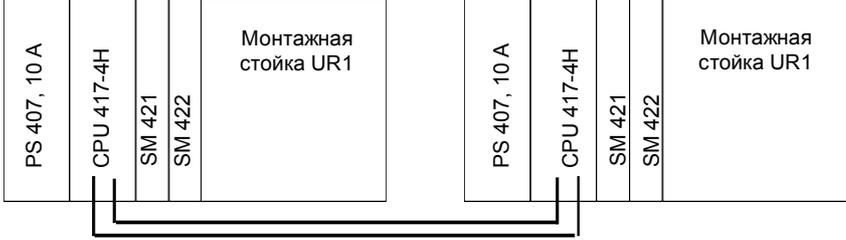
Стандартный и отказоустойчивый CPU в одиночном режиме

Стандартный CPU (напр., CPU 417–4)					База
PS 407, 10 A	CPU 417-4	SM 421	SM 422	Монтажная стойка UR1	1

Отказоустойчивый CPU в одиночном режиме (напр., CPU 417–4H)					Коэффициент
PS 407, 10 A	CPU 417-4H	SM 421	SM 422	Монтажная стойка UR1	1

Резервируемые CPU в различных монтажных стойках

Резервируемый CPU 417-4 Н в разделенной монтажной стойке	Кэффици- циент
 <p data-bbox="359 712 673 739">2 волоконно-оптических кабеля</p>	57

Резервируемый CPU 417-4H в отдельных монтажных стойках	Кэффици- циент
 <p data-bbox="422 1169 737 1196">2 волоконно-оптических кабеля</p>	59

A.2.2 Конфигурации систем с децентрализованной периферией

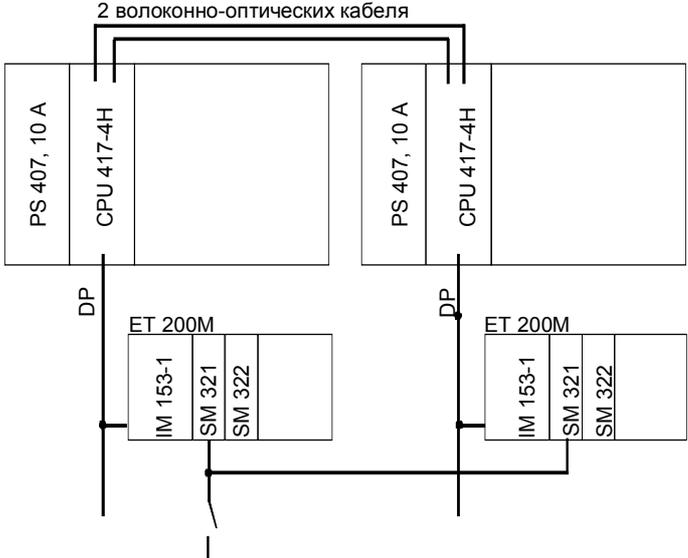
Следующая система с двумя отказоустойчивыми CPU 417-4 Н и односторонней периферией принята в качестве базы для расчета коэффициента сравнения, который указывает кратность коэффициента готовности других систем с децентрализованной периферией по сравнению с базой.

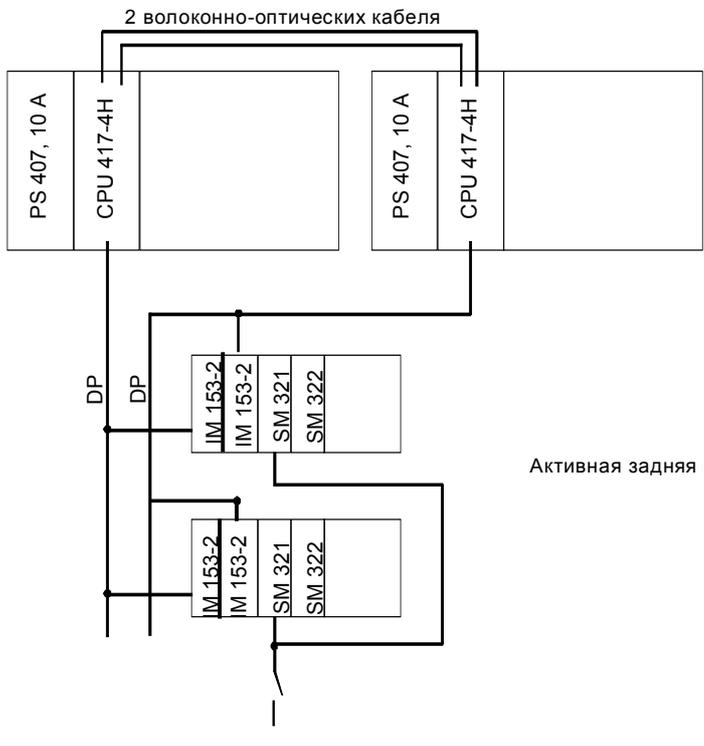
Резервируемые CPU с одноканально односторонней или коммутируемой периферией



* Коэффициент 3 относится к случаю, когда неисправность модуля ввода/вывода приводит к остановке всей системы. Коэффициент 12 относится к случаю, когда неисправность модуля ввода/вывода не приводит к остановке всей системы.

Резервируемые CPU с резервируемой периферией

Резервируемая односторонняя периферия	Кэффици- циент
 <p>2 волоконно-оптических кабеля</p> <p>PS 407, 10 A CPU 417-4H</p> <p>PS 407, 10 A CPU 417-4H</p> <p>DP ET 200M IM 153-1 SM 321 SM 322</p> <p>DP ET 200M IM 153-1 SM 321 SM 322</p>	65

Резервируемая коммутируемая периферия	Кэффици- циент
 <p>2 волоконно-оптических кабеля</p> <p>PS 407, 10 A CPU 417-4H</p> <p>PS 407, 10 A CPU 417-4H</p> <p>DP DP IM 153-2 IM 153-2 SM 321 SM 322</p> <p>IM 153-2 IM 153-2 SM 321 SM 322</p> <p>Активная задняя шина</p>	70

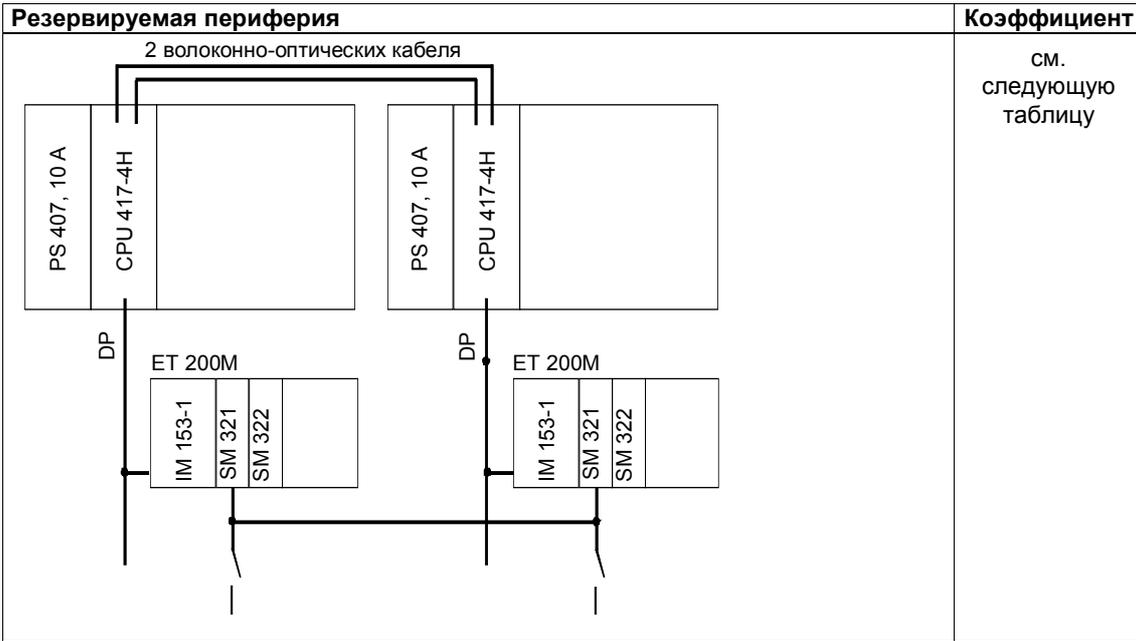


Таблица А-1. Коэффициенты для среднего времени безотказной работы резервируемой периферии

Модули	Номер для заказа	Коэффициент MTBF
Цифровые модули ввода, децентрализованные		
DI 24xDC24V	6ES7 326-1BK00-0AB0	500
DI 8xNAMUR [EEx ib]	6ES7 326-1RF00-0AB0	500
DI16xDC24V, interrupt [прерывание]	6ES7 321-7BH00-0AB0	20
Аналоговые модули ввода, децентрализованные		
AI 6x13Bit	6ES7 336-1HE00-0AB0	500
AI8x12Bit	6ES7 331-7KF02-0AB0	25
Цифровые модули вывода, децентрализованные		
DO 10xDC24V/2A	6ES7 326-2BF00-0AB0	500
DO8xDC24V/2A	6ES7 322-1BF01-0AA0	3
DO32xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BL00-0AA0	3

A.2.3 Сравнение конфигураций систем со стандартной и с отказоустойчивой связью

В следующем разделе дается сравнение между стандартной и отказоустойчивой связью для конфигурации, состоящей из отказоустойчивой системы, отказоустойчивого CPU, работающего в одиночном режиме, и одноканальной станции оператора (OS).

При сравнении были приняты во внимание только коммуникационные компоненты CP и кабели.

Системы со стандартной и отказоустойчивой связью

Стандартная связь	База
	<p>1</p>

Отказоустойчивая связь	Коэффициент
	<p>83</p>

Одиночный режим

B

Обзор

В этом приложении дается необходимая вам информация о работе отказоустойчивого CPU (CPU 414–4H или CPU 417–4H) в одиночном режиме. Ниже вы узнаете,

- как определяется одиночный режим
- когда необходим одиночный режим
- что нужно учитывать при использовании одиночного режима
- как ведут себя светодиоды, специфические для отказоустойчивых систем
- как спроектировать отказоустойчивый CPU для работы в одиночном режиме
- как его расширить, чтобы получить отказоустойчивую систему

Отличия от стандартного CPU S7–400, которые необходимо учитывать при проектировании и программировании отказоустойчивого CPU, вы найдете в Приложении D.

Определение

Под одиночным режимом мы понимаем использование отказоустойчивого CPU в стандартной станции SIMATIC–400.

Основания для использования одиночного режима

Следующие применения возможны только с отказоустойчивым CPU. Т.е. они невозможны со стандартными CPU из ряда S7–400.

- Использование отказоустойчивых соединений
- Построение отказобезопасных систем автоматизации S7–400F

Отказобезопасная программа пользователя может быть скомпилирована как исполняемая программа только в том случае, если используется отказоустойчивый CPU с лицензией на использование в отказобезопасном режиме (за дополнительной информацией обращайтесь к руководству *S7–400F and S7–400FH Programmable Controllers [Программируемые контроллеры S7–400F и S7–400FH]*).

Замечание

Самотестирование отказоустойчивого CPU может выполняться также и в одиночном режиме.

На что нужно обратить внимание при использовании отказоустойчивого CPU в одиночном режиме

Внимание

Если отказоустойчивый CPU используется в одиночном режиме, то синхронизационные модули не должны быть вставлены.

По сравнению со стандартным CPU S7-400 отказоустойчивый CPU имеет дополнительные функции, но не поддерживает определенные другие функции. Поэтому вы должны знать, на каком CPU должна работать ваша пользовательская программа, прежде всего при программировании своего программируемого логического контроллера. Программа пользователя, которую вы написали для стандартного CPU S7-400, таким образом, не будет, как правило, работать без адаптации на отказоустойчивом CPU при его использовании в одиночном режиме.

В следующей таблице приведены различия между работой стандартного CPU S7-400 и одиночным режимом и режимом резервирования отказоустойчивого CPU.

Таблица В-1. Различия между S7-400 и S7-400H

Функция	Стандартный CPU S7-400	Отказоустойчивый CPU в одиночном режиме	Отказоустойчивый CPU в режиме резервирования
Применение ориентированных на символы сообщений (SCAN)	Да	Нет	Нет
Многомашинный режим (OB60, SFC35)	Да	Нет	Нет
Запуск без загруженного проекта	Да, если не вставлены ни IM, ни CP, ни FM и не присоединены устройства расширения	Нет	Нет
Вставка модулей DP в гнезда для интерфейсных модулей	Да	Нет. Эти гнезда предусмотрены только для синхронизационных модулей.	Нет. Эти гнезда предусмотрены только для синхронизационных модулей.
Присоединение модулей S5 через IM или адаптер	Да	Начиная с ПЗУ версии 3.1 через IM 463-2	Нет
Высококачественное тестирование RAM после включения питания	Нет	Да	Да
Самотестирование в RUN	Нет	Да	Да
ОВ ошибок резервирования (OB70, OB72)	Нет	Да, но без вызовов	Да
Фоновая обработка (OB90)	Да	Нет	Нет
Повторный пуск (OB101)	Да	Нет	Нет

Таблица В-1. Различия между S7-400 и S7-400H, продолжение

Функция	Стандартный CPU S7-400	Отказоустойчивый CPU в одиночном режиме	Отказоустойчивый CPU в режиме резервирования
Указание номера стойки и CPU в стартовой информации OB	Нет	Да	Да
ID SSL W#16#0019 (состояние всех светодиодов)	Нет записей данных для светодиодов, связанных с отказоустойчивостью	Записи данных для всех светодиодов	Записи данных для всех светодиодов
ID SSL W#16#0222 (запись данных для заданного прерывания)	Нет записи данных для OB ошибок резервирования (OB70, OB72)	Записи данных для всех OB прерываний	Записи данных для всех OB прерываний
ID SSL W#16#0232 индекс W#16#0004 байт 0 слова «index» в записи данных	W#16#00	W#16#F8	Одиночный режим: W#16#F8 или W#16#F9 Резервирование: W#16#F8 и W#16#F1 или W#16#F9 и W#16#F0
ID SSL W#16#xy71 общая информация отказоустойчивого CPU	Нет	Да	Да
ID SSL W#16#0174 (состояние светодиода модуля)	Нет записей данных для светодиодов, связанных с отказоустойчивостью	Записи данных для всех светодиодов	Записи данных для всех светодиодов
Указание номера стойки и CPU в записях диагностического буфера	Нет	Да	Да
Режим работы с несколькими master-устройствами DP	Да	Да	Нет
Прямой обмен данными между slave-устройствами DP	Да	Нет	Нет
Эквидистантность slave-устройств DP	Да	Нет	Нет
Синхронизация групп slave-устройств DP с помощью SFC11 «DPSYC_FR»	Да	Нет	Нет
Связь через глобальные данные	Да	Нет: ни циклически, ни посредством SFC60 «GD_SND» и SFC61 «GD_RCV»	Нет: ни циклически, ни посредством SFC60 «GD_SND» и SFC61 «GD_RCV»
Базовая S7-связь	Да	Нет	Нет
SFC90 «H_CTRL»	Нет	Да	Да
Централизованное использование FM	Да	Да	Нет
Панель оператора может работать на MPI	Да	Да	Да
Панель оператора может работать на PROFIBUS-DP	Да	Да	Нет

Таблица В-1. Различия между S7-400 и S7-400H, продолжение

Функция	Стандартный CPU S7-400	Отказоустойчивый CPU в одиночном режиме	Отказоустойчивый CPU в режиме резервирования
Работа в качестве slave-устройства DP	Да	Нет	Нет
Изменения системы во время работы	Да, как описано в руководстве «System Modification during Operation Using CIR [Изменение системы во время работы с помощью CIR]».	Да, как описано в руководстве «System Modification during Operation Using CIR [Изменение системы во время работы с помощью CIR]».	Да, как описано в главе 11 для режима резервирования.

Светодиоды, связанные с отказоустойчивостью

Светодиоды REDF, IFM1F, IFM2F, MSTR, RACK0 и RACK1 в одиночном режиме ведут себя так, как показано в следующей таблице.

Светодиод	Поведение
REDF	не горит
IFM1F	не горит
IFM2F	не горит
MSTR	горит
RACK0	горит
RACK1	не горит

Проектирование одиночного режима

Предпосылка: Должен быть установлен дополнительный пакет «S7 Fault-Tolerant Systems [Отказоустойчивые системы S7]». В отказоустойчивом CPU не должно быть синхронизационных модулей.

Выполните следующие шаги:

1. Вставьте в свой проект станцию SIMATIC-400.
2. Сконфигурируйте станцию с отказоустойчивым CPU в соответствии со структурой вашего аппаратного обеспечения. Для одиночного режима вы должны вставить отказоустойчивый CPU в стандартную стойку (Insert > Station > S7-400 Station [Вставить > Станция > Станция S7-400] в SIMATIC Manager).
3. Назначьте параметры отказоустойчивому CPU. Вы можете использовать значения по умолчанию или установить нужные вам параметры.
4. Спроектируйте необходимые сети и соединения. Для одиночного режима вы можете спроектировать соединения типа «fault-tolerant S7 connection [отказоустойчивое S7-соединение]».

Помощь для этой процедуры вы найдете в темах помощи SIMATIC Manager и в помощи к дополнительному пакету «S7 Fault-Tolerant Systems».

Расширение до отказоустойчивой системы

Замечание

Расширение до отказоустойчивой системы возможно только в том случае, если вы не назначили в одиночном режиме нечетные номера устройствам расширения.

Если вы впоследствии захотите расширить отказоустойчивый CPU до отказоустойчивой системы, действуйте следующим образом:

1. Откройте новый проект и вставьте отказоустойчивую станцию.
2. Скопируйте всю стойку из стандартной станции SIMATIC-400 и вставьте ее дважды в отказоустойчивую станцию.
3. Вставьте необходимые подсети.
4. Если нужно, скопируйте slave-устройства DP из старого проекта для одиночного режима в отказоустойчивую станцию.
5. Снова спроектируйте коммуникационные соединения.
6. Если необходимо, выполните изменения, например, вставьте одностороннюю периферию.

Последовательность действий при проектировании описана в системе оперативной помощи дополнительного пакета «S7 H Systems [Отказоустойчивые системы S7]».

Монтаж и запуск отказоустойчивой системы

Мы рекомендуем вам при монтаже и запуске отказоустойчивой системы выполнить следующие шаги.

1. Сохраните спроектированную отказоустойчивую систему на плате флэш-памяти или в системе проектирования (ES) при использовании PCS7.
2. При установке синхронизационных модулей обратите внимание на правильность установки номеров стоек.
3. Не соединяйте синхронизационные модули волоконно-оптическими кабелями.
4. Вставьте плату флэш-памяти в соответствующий центральный процессор и запустите его. После этого светодиод Stop начинает мигать (запрос на сброс памяти).
5. Выполните ручную сброс для обоих центральных процессоров.
6. Соедините теперь синхронизационные модули попарно волоконно-оптическими кабелями.
7. Запустите оба центральных процессора.

После этого отказоустойчивая система будет работать в режиме резервирования.

Изменение режима работы отказоустойчивого CPU

Для изменения режима работы отказоустойчивого CPU выполните одну из следующих процедур в зависимости от режима работы, в который вы хотите перейти, и номера стойки модуля CPU:

Переход из режима резервирования в одиночный режим

1. Извлеките синхронизационный модуль.
2. Выполните включение питания без буферизации.
3. Загрузите в CPU проект, в котором этот CPU запроектирован для одиночного режима.

Переход из одиночного режима в режим резервирования, стойка 0

1. Вставьте синхронизационные модули, на которых установлен номер стойки 0.
2. Выполните включение питания без буферизации.
3. Загрузите в CPU проект, в котором этот CPU запроектирован для режима резервирования.

Переход из одиночного режима в режим резервирования, стойка 1

1. Вставьте синхронизационные модули, на которых установлен номер стойки 1.
2. Выполните включение питания без буферизации.
3. Загрузите в CPU проект, в котором этот CPU запроектирован для режима резервирования.

Переход от S5–H к S7–400H

C

Это приложение поможет вам перейти к отказоустойчивым системам S7, если вы уже знакомы с отказоустойчивыми системами семейства S5.

Для перехода от S5–H к S7–400H, вообще говоря, необходимо знание используемого для проектирования программного обеспечения STEP 7.

C.1 Общая информация

Документация

Для ознакомления со стандартным программным обеспечением STEP 7 имеются в распоряжении следующие руководства:

- *Проектирование аппаратуры и конфигурирование соединений с помощью STEP 7 V5.2*
- *Программирование с помощью STEP 7 V5.2*

Отдельные языки программирования описаны в следующих справочных руководствах.

- *Системные и стандартные функции*
- *AWL, KOP, FUP для S7–300/400*

При переходе вас поддержит и предоставит подробную информацию руководство *From S5 to S7 [Om S5 к S7]*.

С.2 Проектирование, программирование и диагностика

Проектирование

В STEP 5 проектирование выполнялось с помощью отдельного пакета для проектирования, например, COM 155H.

В STEP 7 для проектирования отказоустойчивых CPU используется стандартное программное обеспечение в соединении с дополнительным пакетом «S7 H Systems [Отказоустойчивые системы S7]». С помощью SIMATIC Manager создайте отказоустойчивую станцию и выполните ее конфигурирование с помощью HWConfig. Специальные характеристики отказоустойчивых CPU собраны в нескольких вкладках. Встраивание в сети и проектирование соединений выполняются с помощью NetPro.

Диагностика и программирование

Диагностика ошибок в S5 реализуется с помощью блоков данных ошибок, в которые систем вносит все ошибки. ОВ ошибок (ОВ 37) запускается автоматически для каждой записи. Дополнительные данные хранились в слове битов памяти H.

Слово битов памяти H состоит из байта состояния и управляющего байта. Управляющая информация может быть установлена бит за битом в программе пользователя STEP 5.

В STEP 7 системная диагностика осуществляется с помощью диагностического буфера или путем считывания так называемых подписков списка состояний системы (SSL) (информация, относящаяся к отказоустойчивым системам, например, расположена в SSL 71). Этот опрос может быть выполнен с помощью устройства программирования или программой пользователя с помощью SFC 51 «RDSYSST».

На случай потери резервирования периферии и CPU имеются в распоряжении ОВ 70 и ОВ 72 соответственно.

Функция байта управления реализуется в STEP 7 посредством SFC 90 H_CTRL.

Объект в S5	Эквивалент в S7
ОВ ошибок - ОВ37	ОВ ошибок - ОВ 70 и ОВ 72
Управляющее слово битов памяти	SFC 90 «H_CTRL»
Слово состояния	SSL 71
Блок ошибок	Диагностический буфер

Различия между отказоустойчивыми и стандартными системами

D

При проектировании и программировании отказоустойчивой системы автоматизации с отказоустойчивыми CPU следует обратить внимание на определенные различия со стандартными CPU S7-400. С одной стороны, по сравнению со стандартным CPU S7-400 отказоустойчивый CPU имеет дополнительные функции, а с другой стороны, отказоустойчивый CPU не поддерживает определенные другие функции. Это, в частности, нужно учитывать, если вы хотите выполнить программу, созданную для стандартного CPU S7-400, на отказоустойчивом CPU.

Ниже собраны различия в программировании отказоустойчивых и стандартных систем. Другие различия вы найдете в Приложении В.

Ниже собраны различия в программировании отказоустойчивых и стандартных систем. Другие различия вы найдете в Приложении В.

Если в своей пользовательской программе вы используете один из имеющих различия вызовов (OB и SFC), то вам нужно соответствующим образом адаптировать свою программу.

Дополнительные функции отказоустойчивых систем

Функция	Дополнительное программирование
OB ошибок резервирования	<ul style="list-style-type: none">OB ошибок резервирования периферии OB (OB 70)OB ошибок резервирования CPU (OB 72) Подробную информацию вы можете найти в справочном руководстве <i>Системные и стандартные функции</i> .
Дополнительные данные в стартовой информации OB и в записях диагностического буфера	Указываются номера стойки и CPU (главного и резервного). Вы можете анализировать эту дополнительную информацию в программе.
SFC для отказоустойчивых систем	Вы можете управлять процессами в отказоустойчивых системах с помощью SFC 90 «H_CTRL».
Отказоустойчивые коммуникационные соединения	Отказоустойчивые соединения проектируются, дополнительного программирования не требуется. При использовании отказоустойчивых соединений вы можете применять для спроектированных соединений SFB.
Самотестирование	Самотестирование выполняется автоматически, дополнительного программирования не требуется.
Коммутируемая периферия	Дополнительного программирования не требуется, см. раздел 7.3

Функция	Дополнительное программирование
Информация в списке состояний системы	<ul style="list-style-type: none"> Через подписание с ID SSL W#16#0019 вы также получаете записи данных для относящихся к отказоустойчивости светодиодов. Через подписание с ID SSL W#16#0222 вы также получаете записи данных для ОВ ошибок резервирования. Через подписание с ID SSL W#16#ху71 вы получаете информацию о текущем состоянии отказоустойчивой системы. Через подписание с ID SSL W#16#0174 вы также получаете записи данных для относящихся к отказоустойчивости светодиодов. Подписание с ID SSL W#16#ху75 снабжает вас информацией о состоянии коммуникаций между отказоустойчивой системой и коммутируемыми slave-устройствами DP.
Контроль во время актуализации	<p>Операционная система контролирует следующие четыре запроктированных времени:</p> <ul style="list-style-type: none"> максимальное время увеличения цикла максимальная задержка связи максимальное время блокирования для классов приоритета > 15 минимальное время останова периферии <p>Для этого не требуется дополнительного программирования. За подробностями обратитесь к главе 6.</p>

Ограничения для отказоустойчивого CPU по сравнению со стандартным CPU

Функция	Ограничение для отказоустойчивого CPU
Применение ориентированных на символы сообщений (SCAN)	Применение ориентированных на символы сообщений невозможно.
Повторный пуск	Повторный пуск невозможен. ОВ 101 не поддерживается.
Многомашинный режим	Многомашинный режим невозможен. ОВ 60 и SFC 35 не поддерживаются.
Запуск без загруженного проекта	Запуск без загруженного проекта невозможен.
ОВ фоновом режиме	ОВ 90 не поддерживается.
Аппаратная ошибка CPU	ОВ 84 не поддерживается. При возникновении спорадической ошибки интерфейса CPU вносит эту ошибку в диагностический буфер и продолжает работу.
Связь через глобальные данные	GD-связь невозможна (ни циклически, ни вызовом системных функций SFC 60 «GD_SND» и SFC 61 «GD_RCV»)
Базовая связь	Коммуникационные функции (системные функции) для базовой связи не поддерживаются.
Режим работы с несколькими master-устройствами DP	Отказоустойчивые CPU не поддерживают режим работы с несколькими master-устройствами DP в режиме резервирования.

Функция	Ограничение для отказоустойчивого CPU
Прямой обмен данными между slave-устройствами DP	Не может быть спроектирован в STEP 7.
Эквидистантность slave-устройств DP	В отказоустойчивой системе нет эквидистантности для slave-устройств DP.
Синхронизация slave-устройств DP	Синхронизация групп slave-устройств DP невозможна. SFC11 «DPSYC_FR» не поддерживается.
Деактивизация и активизация slave-устройств DP	Нет возможности деактивизировать и активизировать slave-устройства DP. SFC 12 «D_ACT_DP» не поддерживается.
Не инициализированные локальные данные	Если локальные данные хранятся в области данных (биты памяти, блоки данных и т.д.) или если они влияют на исполнение программы, то они должны быть инициализированы. Не инициализированные локальные данные приводят в отказоустойчивой системе к ошибке синхронизации. Система переходит в одиночный режим с остановкой одного из CPU.
Поведение во время выполнения	Время выполнения команд у CPU 414–4Н и CPU 417–4Н немного больше, чем у соответствующих стандартных CPU (CPU 414–4 и CPU 417–4) (см. <i>Список операций S7-400</i>). Это следует учитывать во всех приложениях, критичных относительно времени. Возможно, вам придется увеличить время контроля цикла.
Время цикла DP	Время цикла DP у CPU 414–4Н и CPU 417–4Н немного больше, чем у соответствующих стандартных CPU.
Запаздывания и блокировки	При актуализации: <ul style="list-style-type: none"> • Асинхронные SFC для записей данных получают отрицательное квитирование • Сообщения задерживаются • Все классы приоритета до 15 вначале задерживаются • Коммуникационные задания отклоняются или задерживаются • Наконец, все классы приоритета блокируются. За подробностями обратитесь к главе 6.
Присоединение S5	Нет возможности подключать модули S5 через адаптеры. Присоединение модулей S5 через IM 463–2 возможно только в одиночном режиме.
CPU как slave-устройство DP	Невозможно

Функциональные модули и коммуникационные процессоры, используемые в S7-400H

E

В системе автоматизации S7-400H можно использовать следующие функциональные модули (FM) и коммуникационные процессоры (CP):

FM и CP, используемые централизованно

Модуль	Номер для заказа	Версия	односторонний	резервный
Счетчик FM 450	6ES7 450-1AP00-0AE0	Версия 2 или выше	Да	Нет
Коммуникационный процессор CP441-1 (двухточечное соединение)	6ES7 441-1AA02-0AE0	Версия 2 или выше	Да	Нет
	6ES7 441-1AA03-0XE0	Версия 1 или выше с ПЗУ V1.0.0		
Коммуникационный процессор CP441-2 (двухточечное соединение)	6ES7 441-2AA02-0AE0	Версия 2 или выше	Да	Нет
	6ES7 441-2AA03-0XE0	Версия 1 или выше с ПЗУ V1.0.0		
Коммуникационный процессор CP443-1 Multi (SINEC H1 (Ethernet), транспорт TCP/ISO)	6GK7 443-1EX10-0XE0	Версия 1 или выше с ПЗУ V1.0.1	Да	Да
	6GK7 443-1EX11-0XE0	Версия 1 или выше с ПЗУ V1.1.0	Да	Да
Коммуникационные процессоры CP443-5 Basic (PROFIBUS; S7-коммуникации)	6GK7 443-5FX01-0XE0	Версия 1 или выше с ПЗУ V3.1	Да	Да
Коммуникационный процессор CP443-5 Extended (PROFIBUS; master на PROFIBUS-DP) ¹⁾	6GK7 443-5DX02-0XE0	Версия 2 или выше с ПЗУ V3.2.3	Да	Да
Коммуникационный процессор CP443-5 Extended (PROFIBUS DPV1) ¹⁾²⁾	6GK7 443-5DX03-0XE0	Версия 2 или выше с ПЗУ V4.0.0	Да	Да

¹⁾ Только эти модули можно использовать как внешние главные интерфейсы на PROFIBUS DP.

²⁾ Только этот модуль поддерживает DPV1 как внешний главный интерфейс DP (в соответствии с IEC 61158/ EN 50170).

FM и CP для децентрализованного одностороннего использования

Замечание

Все разблокированные для ET 200M FM и CP можно использовать у S7-400H децентрализованно и односторонне.

Децентрализованно используемые коммутируемые FM и CP

Модуль	Номер для заказа	Версия
Коммуникационный процессор CP 341-1 (двухточечное соединение)	6ES7 341-1AH00-0AE0 6ES7 341-1BH00-0AE0 6ES7 341-1CH00-0AE0	Версия 3 или выше
	6ES7 341-1AH01-0AE0 6ES7 341-1BH01-0AE0 6ES7 341-1CH01-0AE0	Версия 1 или выше с ПЗУ V1.0.0
Коммуникационный процессор CP 342-2 (интерфейс с шиной ASI)	6GK7 342-2AH01-0XA0	Версия 1 или выше с ПЗУ V1.10
Коммуникационный процессор CP 343-2 (интерфейс с шиной ASI)	6GK7 343-2AH00-0XA0	Версия 2 или выше с ПЗУ V2.03
Счетчик 350-1	6ES7 350-1AH01-0AE0 6ES7 350-1AH02-0AE0	Версия 1 или выше
Счетчик 350-2	6ES7 350-2AH00-0AE0	Версия 2 или выше
Регулятор FM 355 C	6ES7 355-0VH10-0AE0	Версия 4 или выше
Регулятор FM 355 S	6ES7 355-1VH10-0AE0	Версия 3 или выше
Скоростной булев процессор FM 352-5	6ES7352-5AH00-0AE0	Версия 1 или выше с ПЗУ V1.0.0
Регулятор FM 355-2 C	6ES7 355-0CH00-0AE0	Версия 1 или выше с ПЗУ V1.0.0
Регулятор FM 355-2 S	6ES7 355-0SH00-0AE0	Версия 1 или выше с ПЗУ V1.0.0

Внимание

Односторонние и коммутируемые функциональные модули и коммуникационные процессоры в отказоустойчивой системе **не** синхронизируются, даже если их имеется по два в системе. Например, два FM 450, каждый из которых эксплуатируется односторонне, **не** выравнивают свои счетные состояния.

Примеры соединений для резервируемой периферии

F

В этом приложении содержатся примеры соединений для резервируемой периферии. Для упрощения на рисунках показан только первый канал двух резервируемых модулей.

Другие примеры соединений имеются в часто задаваемых вопросах (FAQ) о SIMATIC по адресу

<http://www.siemens.com/automation/service&support> под ключевым словом «Redundant I/O [Резервируемая периферия]».

В разделе	Вы найдете	на стр.
F.1	SM 321; DI 8 x AC 120/230 V, 6ES7 321-1FF01-0AA0	F-2
F.2	SM 322; DO 8 x AC 230 V/2 A, 6ES7 322-1FF01-0AA0	F-3
F.3	SM 321; DI 16 x AC 120/230V, 6ES7 321-1FF00-0AA0	F-4
F.4	SM 331; AI 8 x 16 Bit; 6ES7331-7NF00-0AB0	F-5
F.5	SM 332; AO 4 x 12 Bit; 6ES7 332-5HD01-0AB0	F-6
F.6	SM 421; DI 32 x UC 120 V, 6ES7 421-1EL00-0AA0	F-7
F.7	SM 422; DO 16 x AC 120/230 V/2 A, 6ES7 422-1FH00-0AA0	F-8
F.8	SM 321; DI 16 DC 24V, 6ES7321-7BH00-0AB0	F-9
F.9	SM 322; DO 32 DC 24 V/0,5 A, 6ES7 322-1BL00-0AA0	F-10
F.10	SM 331; AI 8 12 Bit, 6ES7 331-7KF02-0AB0	F-11

F.1 SM 321; DI 8 x AC 120/230 V, 6ES7 321-1FF01-0AA0

На следующем рисунке показано присоединение двух резервируемых датчиков к двум SM 321; DI 8 x AC 120/230 V. Датчики всегда присоединяются к каналу 0.

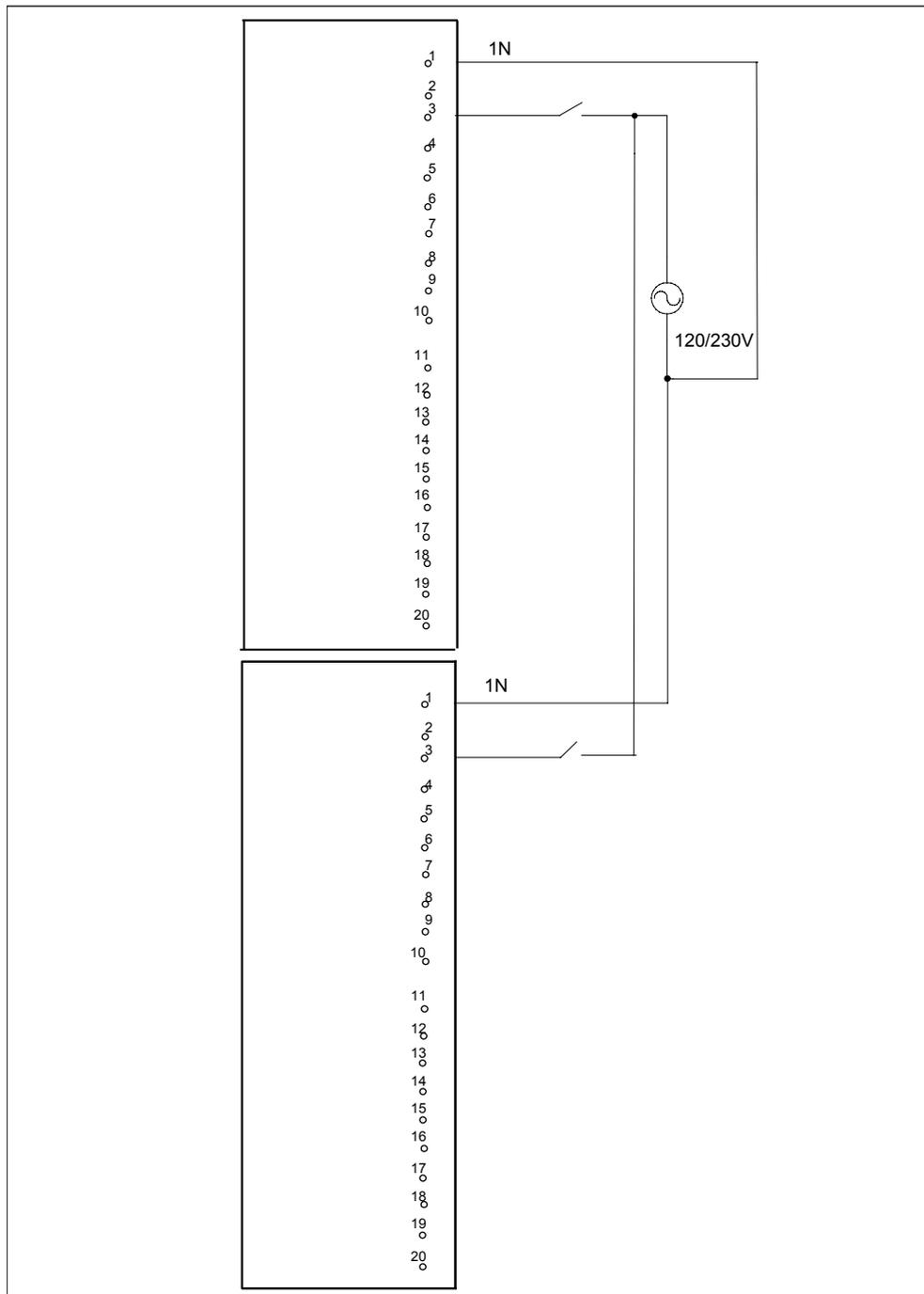


Рис. F-1. Пример соединения SM 321; DI 8 x AC 120/230 V

F.2 SM 322; DO 8 x AC 230 V/2 A, 6ES7 322-1FF01-0AA0

На следующем рисунке показано присоединение исполнительного устройства к двум резервируемым SM 322; DI 8 x AC 230 V/2 A. Исполнительное устройство всегда присоединяется к каналу 0.

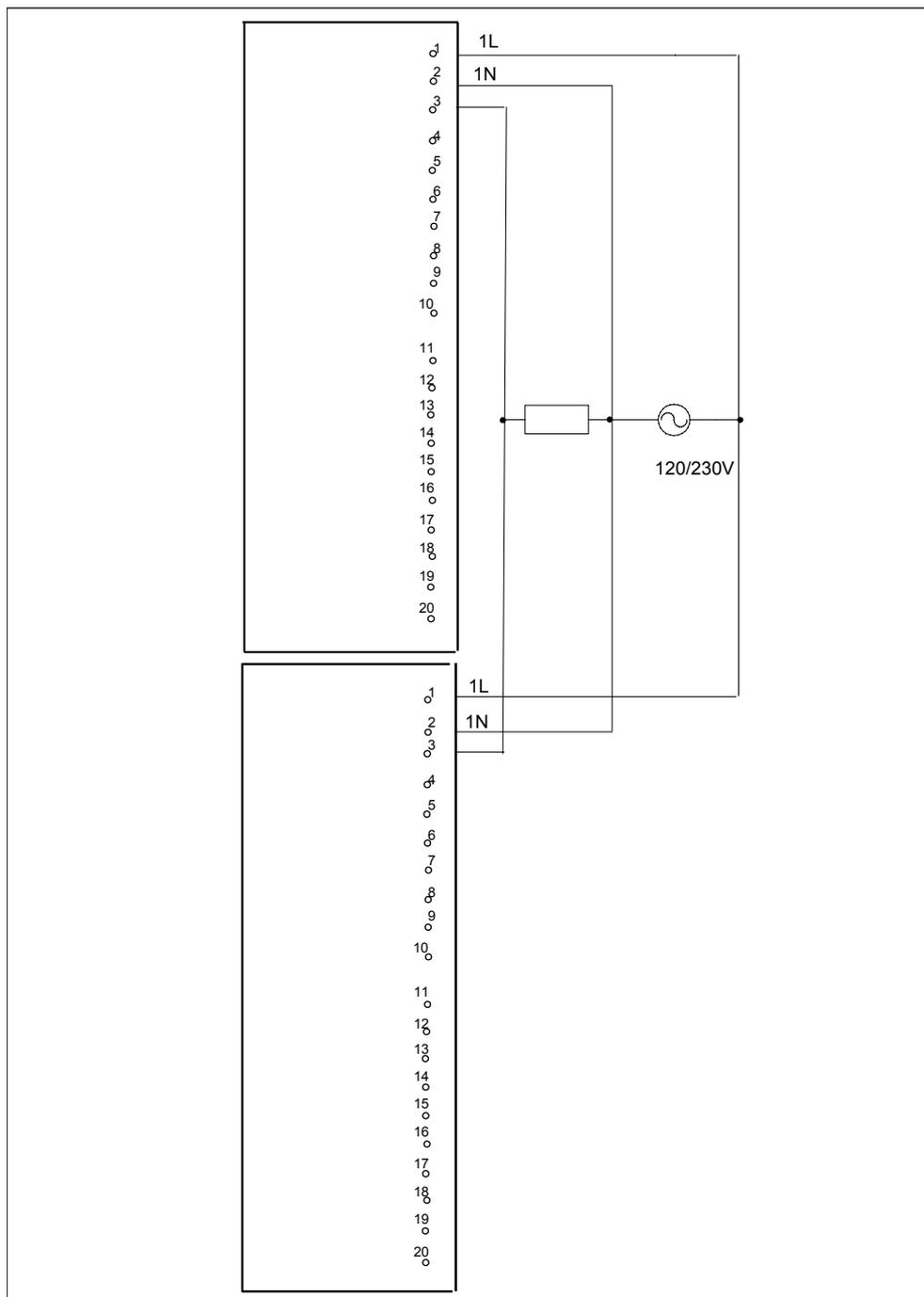


Рис. F-2. Пример соединения SM 322; DO 8 x AC 230 V/2 A

F.3 SM 321; DI 16 x AC 120/230 V, 6ES7 321-1FF00-0AA0

На следующем рисунке показано присоединение двух резервируемых датчиков к двум SM 321; DI 16 AC 120/230 V. Датчики всегда присоединяются к каналу 0.

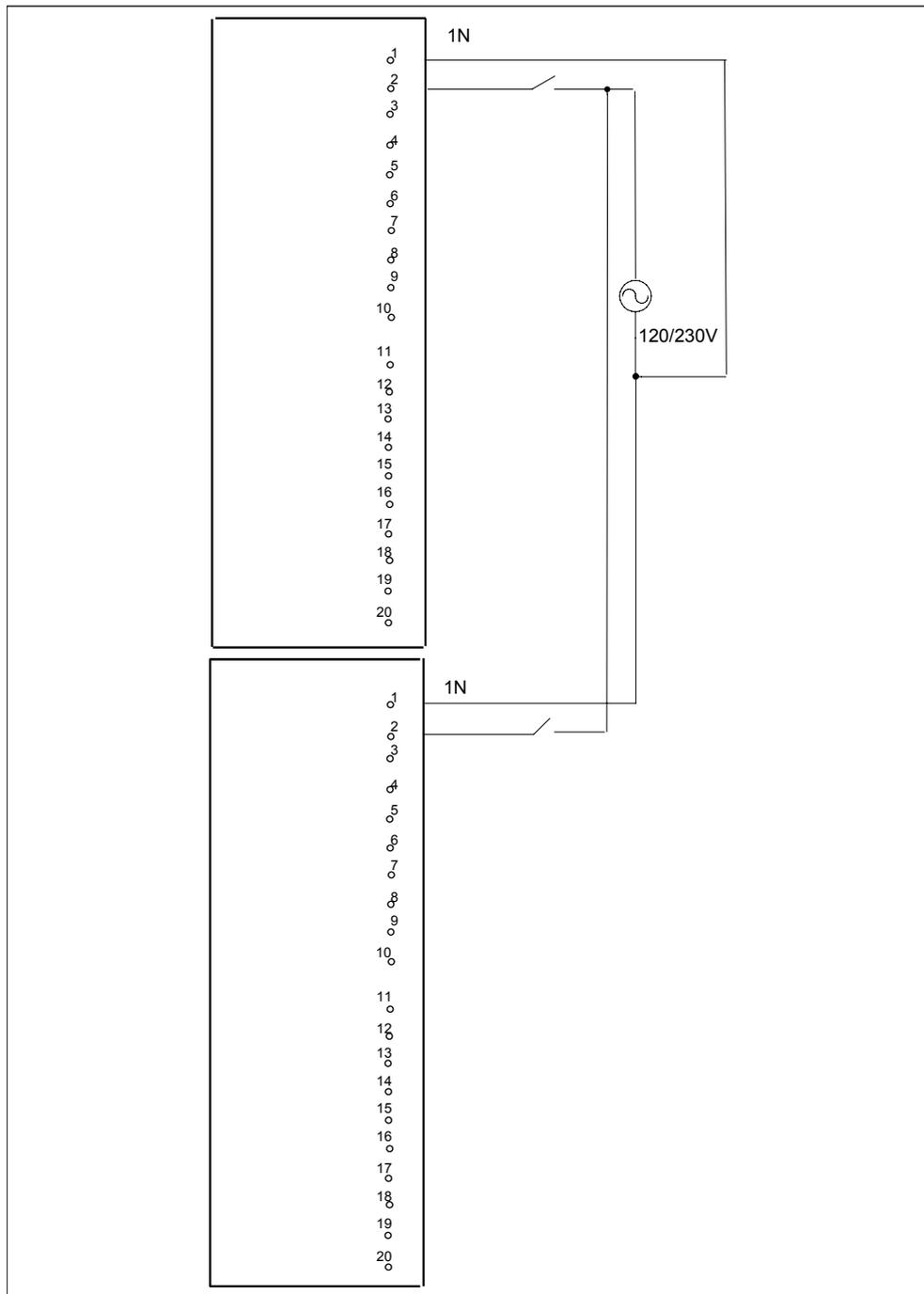


Рис. F-3. Пример соединения SM 321; DI 16 x AC 120/230 V

F.4 SM 331; AI 8 x 16 Bit; 6ES7331-7NF00-0AB0

На следующем рисунке показано присоединение измерительного преобразователя к двум резервируемым SM 331; AI 8 x 16 Bit. Преобразователь всегда присоединяется к каналу 0.

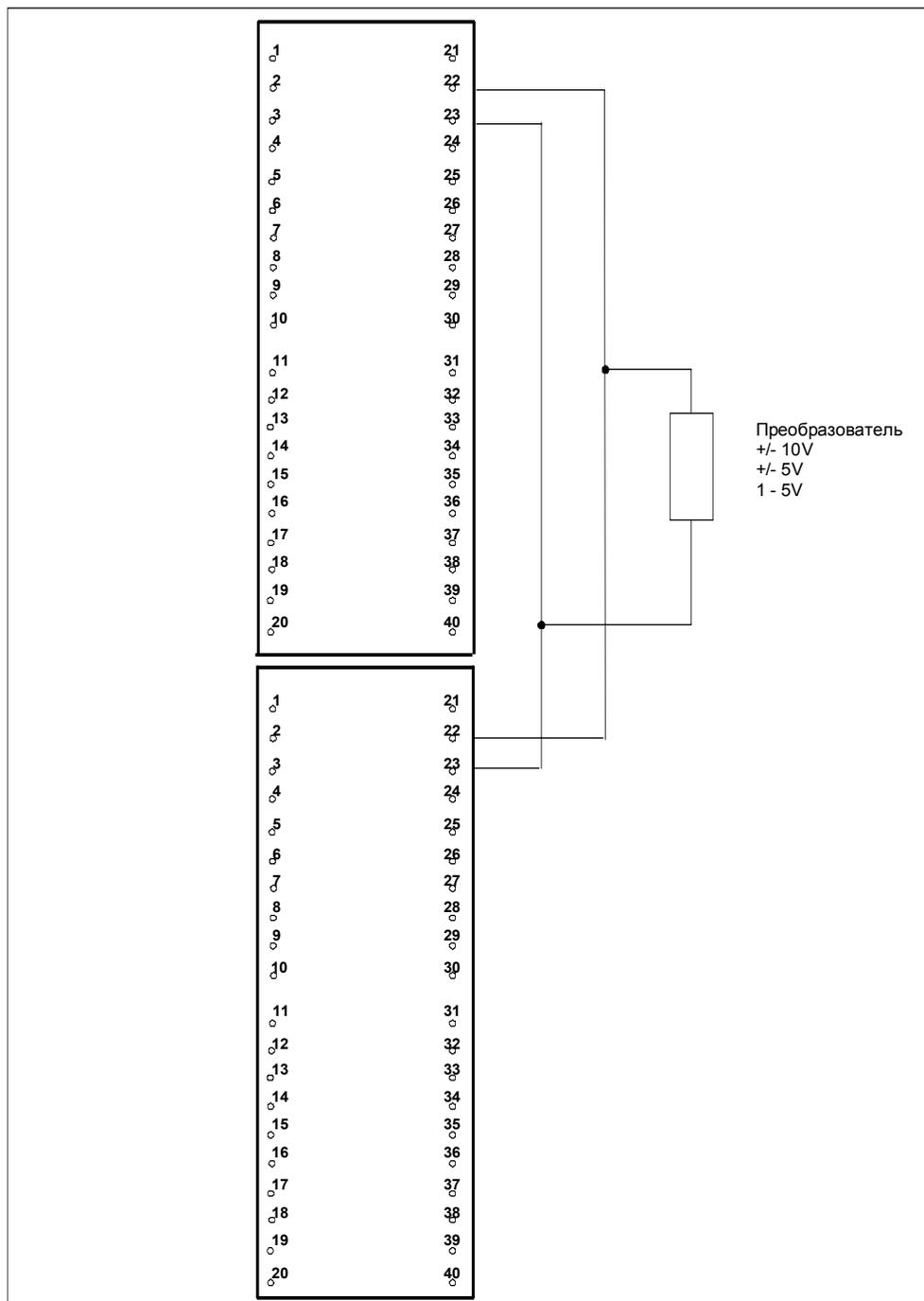


Рис. F-4. Пример соединения SM 331; AI 18 x 16 Bit

F.5 SM 332; AO 4 x 12 Bit; 6ES7 332-5HD01-0AB0

На следующем рисунке показано присоединение исполнительного устройства к двум резервируемым SM 332; AO 4 x 12 Bit. Исполнительное устройство всегда присоединяется к каналу 0.

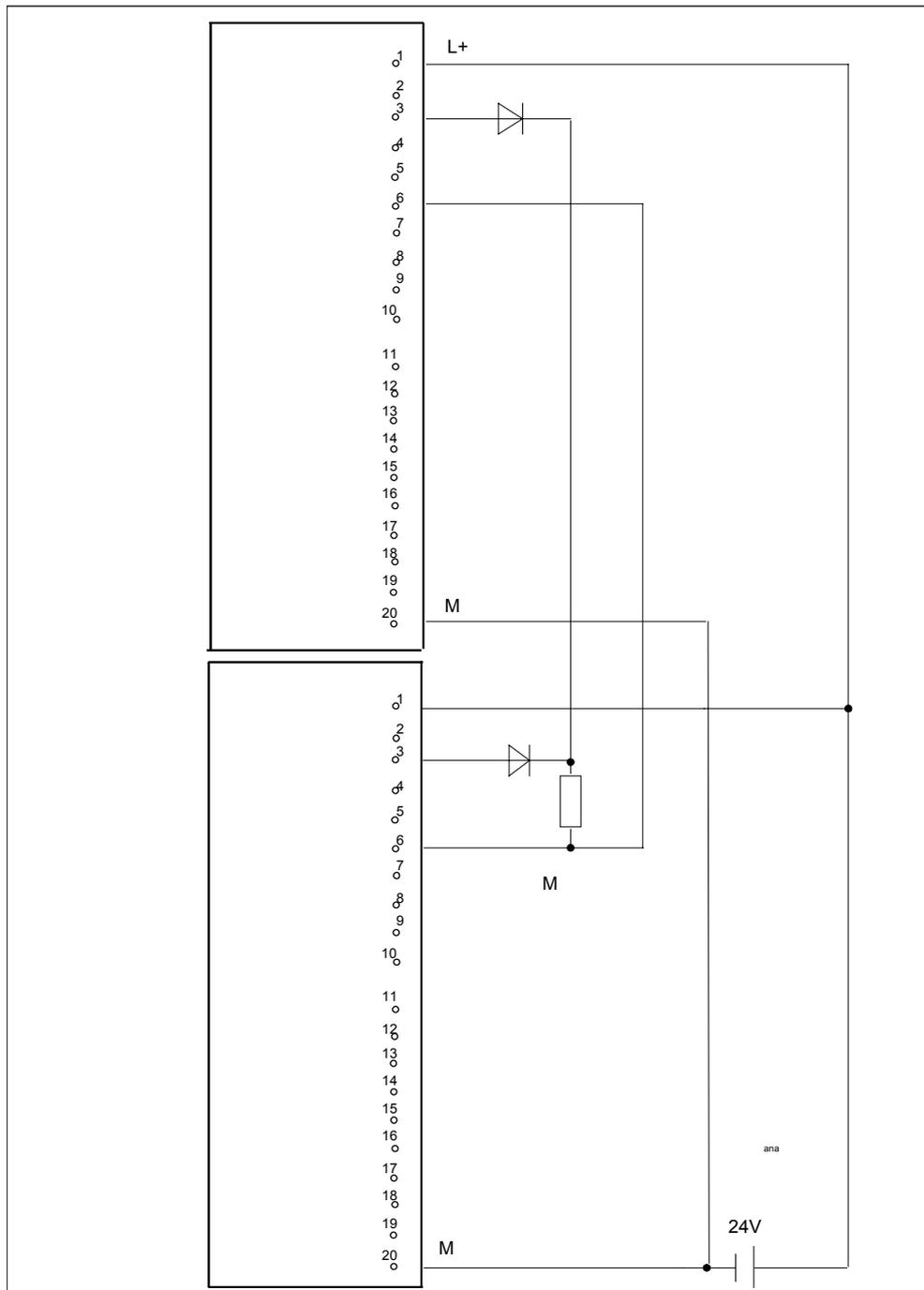


Рис. F-5. Пример соединения SM 332, AO 4 x 12 Bit

F.6 SM 421; DI 32 x UC 120 V, 6ES7 421-1EL00-0AA0

На следующем рисунке показано присоединение двух резервируемых датчиков к двум SM 421; DI 32 UC 120 V. Датчики всегда присоединяются к каналу 0.

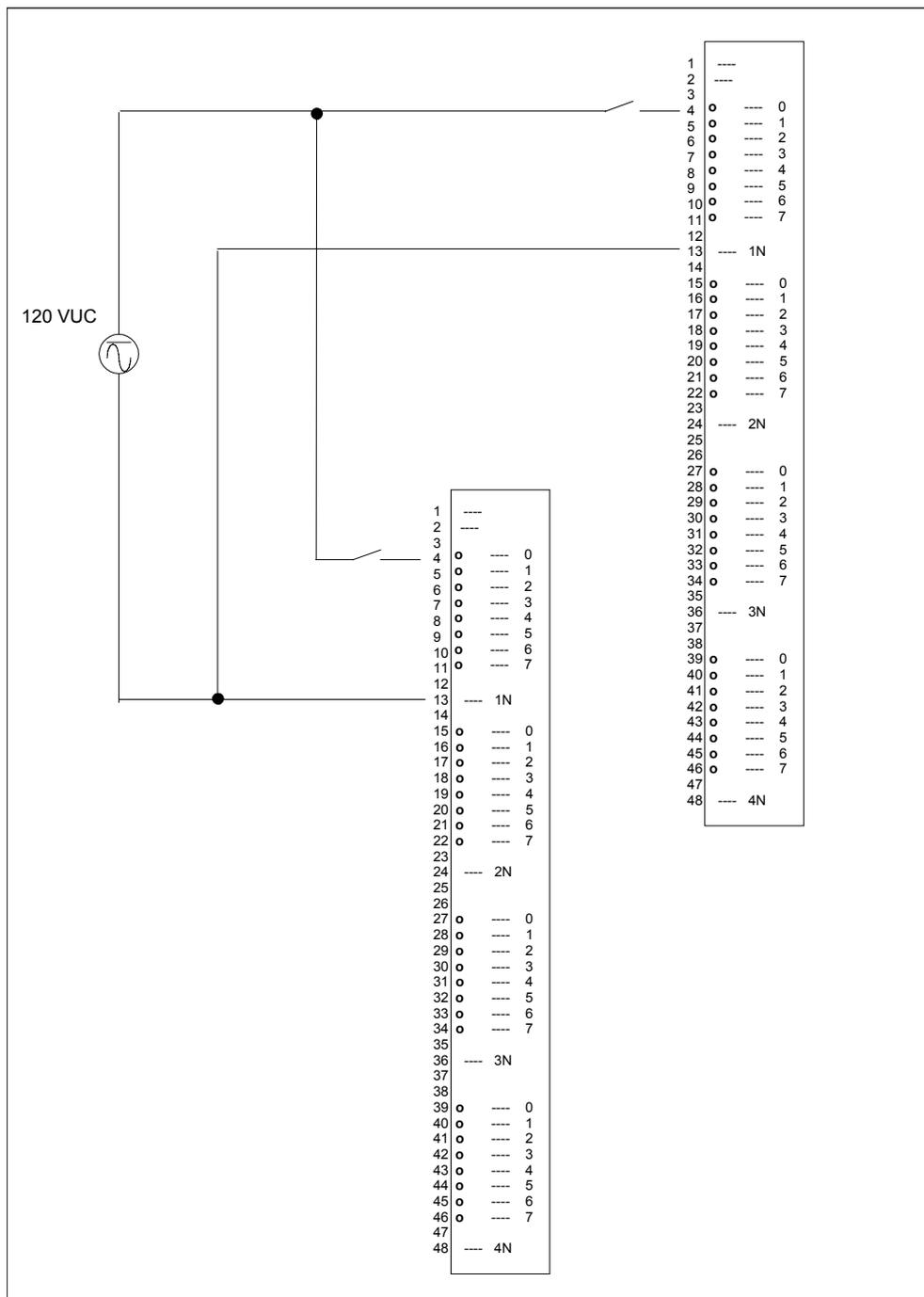


Рис. F-6. Пример соединения SM 421; DI 32 x UC 120 V

F.7 SM 422; DO 16 x AC 120/230 V/2 A, 6ES7 422-1FH00-0AA0

На следующем рисунке показано присоединение исполнительного устройства к двум резервируемым SM 422; DO 16 x AC 120/230 V/2 A. Исполнительное устройство всегда присоединяется к каналу 0.

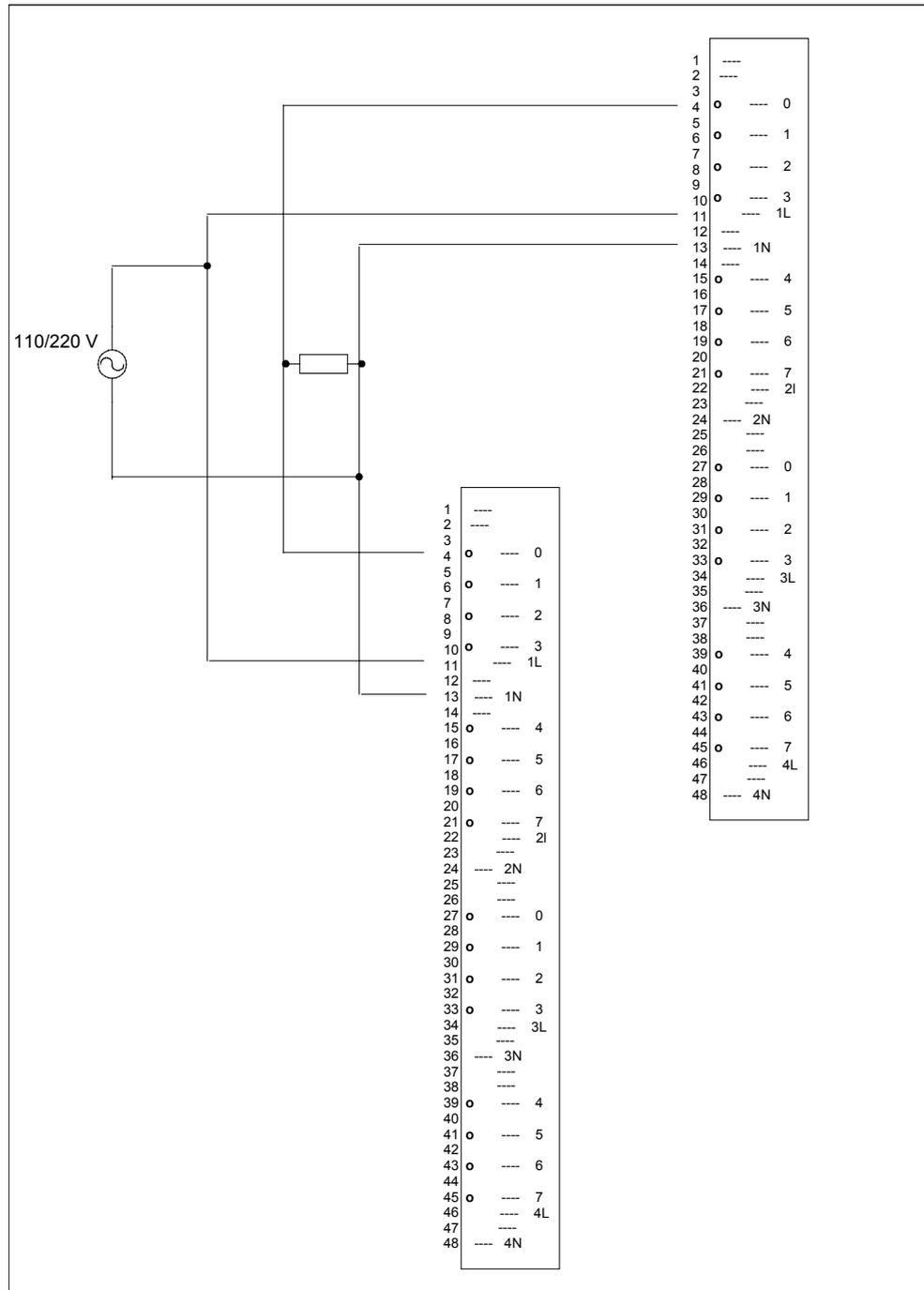


Рис. F-7. Пример соединения SM 422; DO 16 x AC 120/230 V/2 A

F.8 SM 321; DI 16 DC 24 V, 6ES7 321-7BH00-0AB0

На следующем рисунке показано присоединение двух резервируемых датчиков к двум SM 321; DI 16 DC 24 V. Датчики всегда присоединяются к каналу 0 или к каналу 8.

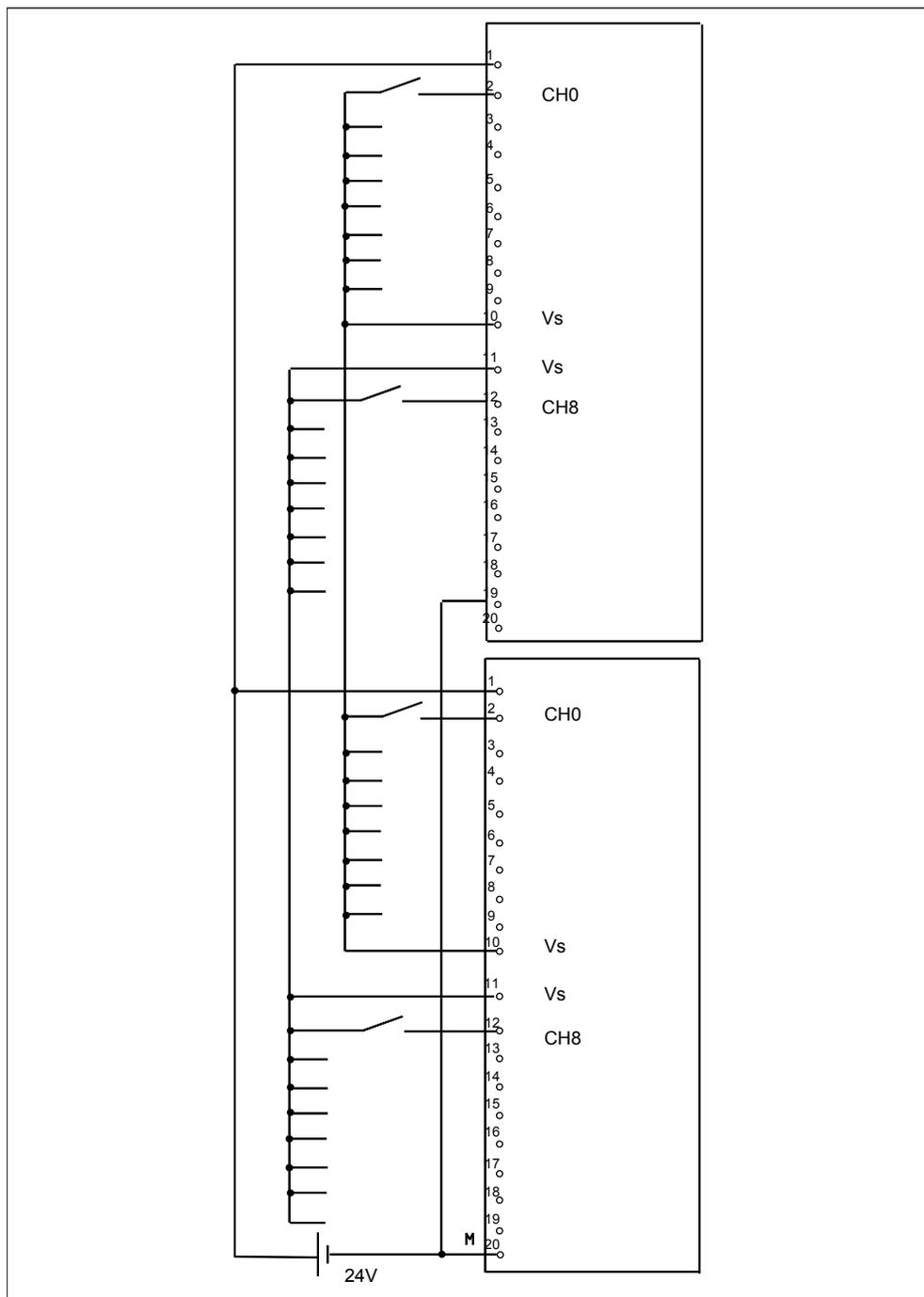


Рис. F-8. Пример соединения SM 321; DI 16 x DC 24V

F.9 SM 322; DO 32 DC 24 V/0.5 A, 6ES7 322-1BL00-0AA0

На следующем рисунке показано присоединение исполнительного устройства к двум резервируемым SM 322; DO 32 DC 24 V/0.5 A. Исполнительное устройство всегда присоединяется к каналу 1.

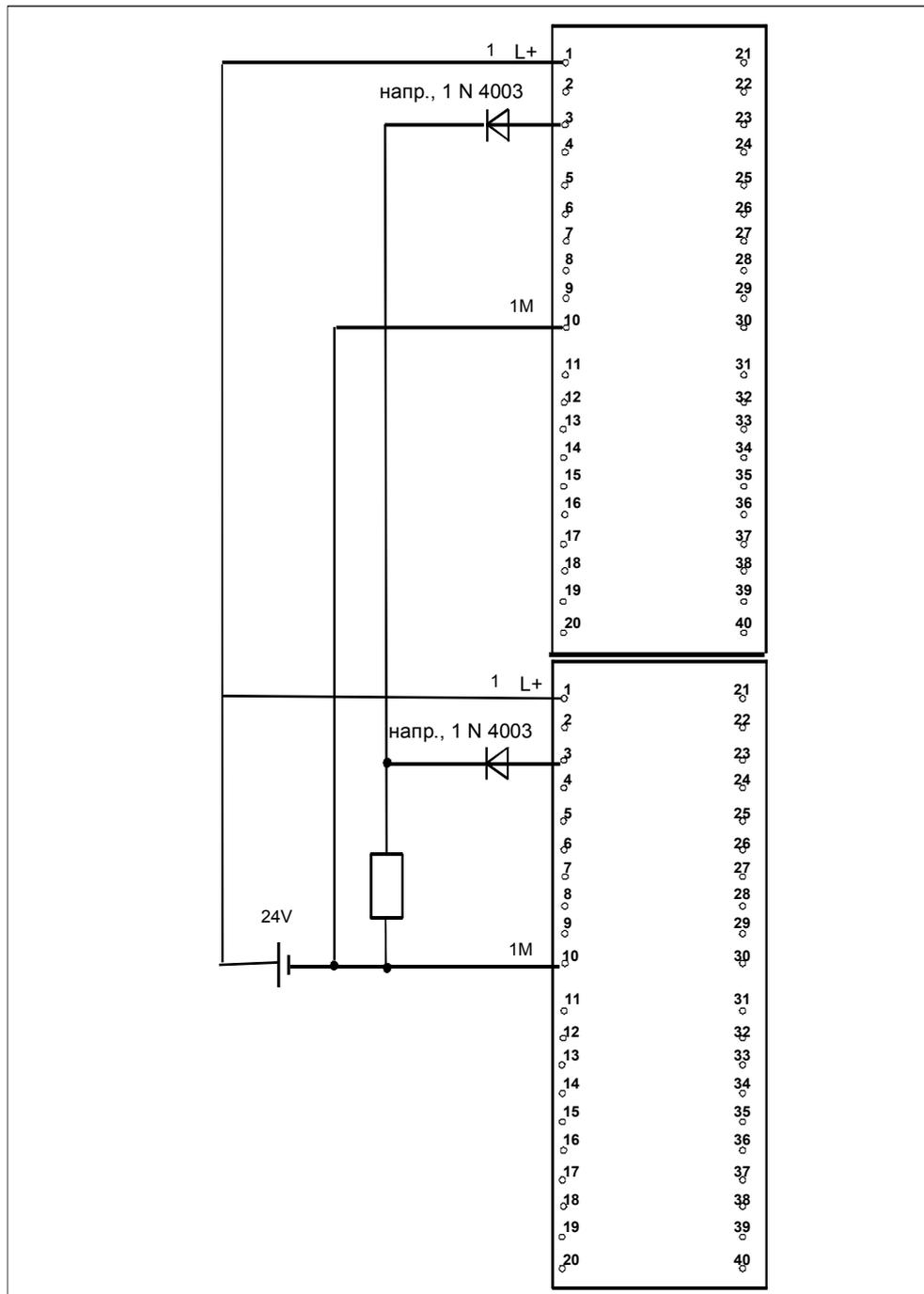


Рис. F-9. Пример соединения SM 322; DO 32 x DC 24 V/0.5 A

F.10 SM 331; AI 8 12 Bit, 6ES7 331-7KF02-0AB0

На следующем рисунке показано присоединение измерительного преобразователя к двум SM 331; AI 8 x 12 Bit. Преобразователь всегда присоединяется к каналу 1.

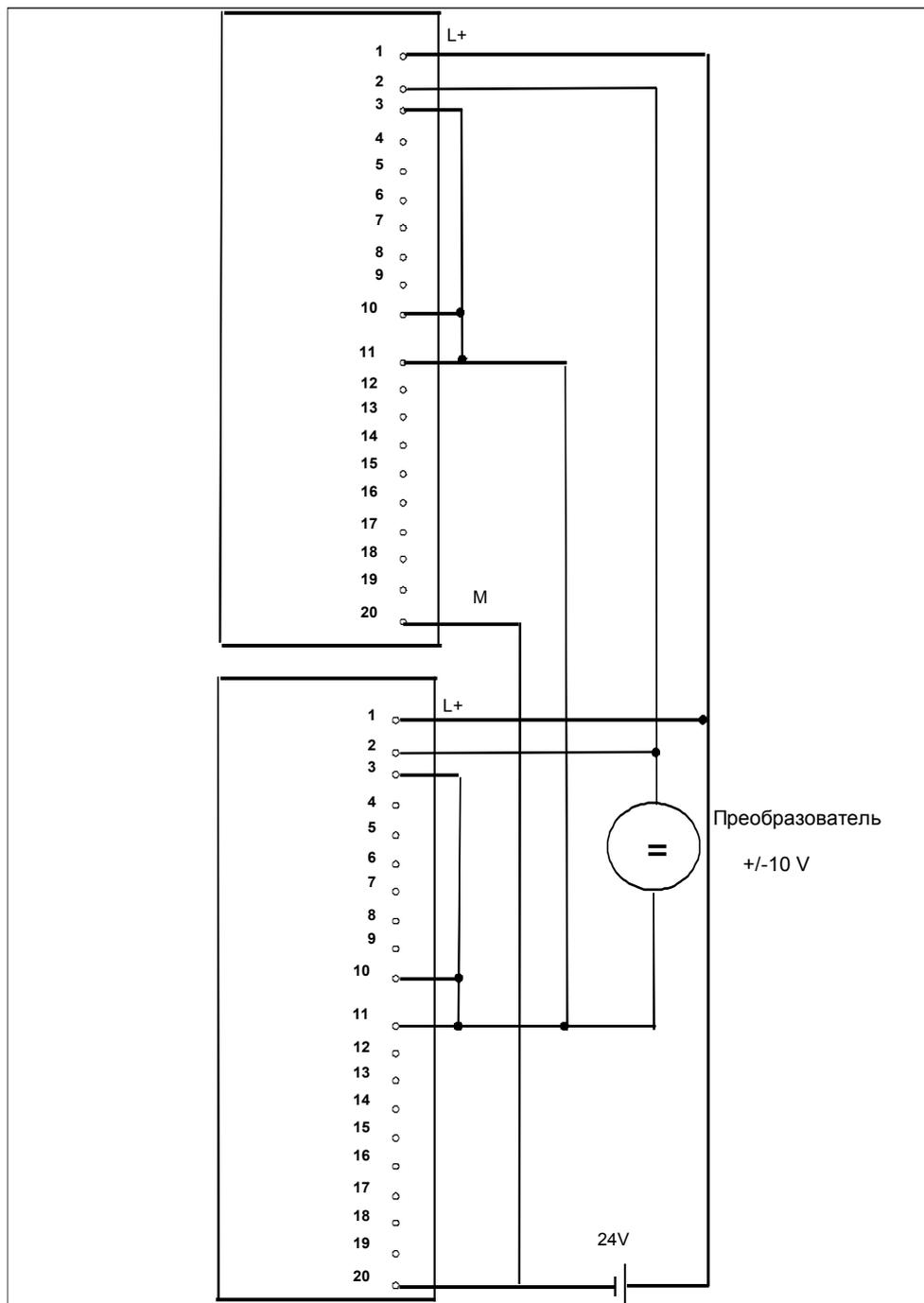


Рис. F-10. Пример соединения SM 331; AI 8 x 12 Bit

Глоссарий

Актуализация

В режиме актуализации отказоустойчивой системы главный CPU обновляет динамические данные резервного CPU (синхронизация).

Главный CPU

Резервируемый центральный процессор, запущенный первым при запуске системы. Он продолжает работать как главный процессор, когда резервируемое соединение теряется. Программа пользователя в главном и резервном CPU обрабатывается идентично.

Двухканальная отказоустойчивая система

Отказоустойчивая система с двумя центральными модулями

Одиночный режим

Использование отказоустойчивого CPU в стандартной станции SIMATIC–400.

Одиночный режим отказоустойчивой системы

В одиночном режиме отказоустойчивой системы главный CPU находится в режиме RUN, а резервный CPU в состоянии STOP, в состоянии поиска неисправности или неисправен.

Отказобезопасные системы

Отказобезопасные системы характеризуются тем, что при возникновении определенных неисправностей они остаются в безопасном состоянии или непосредственно переходят в другое безопасное состояние.

Отказоустойчивая (H) станция

Станция, содержащая два центральных процессора (главный и резервный).

Отказоустойчивые системы

Отказоустойчивые системы проектируются таким образом, чтобы сократить время простоя. Коэффициент готовности может быть увеличен, например, путем резервирования компонентов.

Ошибка сравнения

Ошибка, которая может возникнуть при сравнении областей памяти отказоустойчивой системы.

Периферия, коммутируемая

Мы говорим о коммутируемой периферии, если к модулю ввода/вывода имеют доступ все резервируемые центральные процессоры отказоустойчивой системы. Она может быть одноканальной или многоканальной (резервируемой).

Периферия, одноканальная

Мы говорим об одноканальной периферии, если, в отличие от резервируемой периферии, для сигнала процесса имеется только один модуль ввода/вывода. Она может быть подключена как односторонняя или как коммутируемая.

Периферия, односторонняя

Мы говорим об односторонней периферии, если к модулям ввода/вывода имеет доступ только один из резервируемых центральных процессоров. Она может быть одноканальной или многоканальной (резервируемой).

Периферия, резервируемая

Мы говорим о резервируемой периферии, если для сигнала процесса имеется более одного модуля ввода/вывода. Она может быть присоединена как односторонняя или как коммутируемая. Использование: "резервируемая односторонняя периферия" или "резервируемая коммутируемая периферия"

Поиск неисправности

Режим работы резервного CPU отказоустойчивой системы, при котором CPU выполняет полное самотестирование.

Режим резервирования

В режиме резервирования отказоустойчивой системы центральные процессоры находятся в режиме RUN и синхронизированы через резервирующую связь.

Резервирование, функциональное

Резервирование, при котором дополнительные технические средства не только постоянно находятся в работе, но и участвуют в выполнении предусмотренных функций. Синоним: активное резервирование.

Резервируемые системы

Резервируемые системы характеризуются тем, что важные компоненты системы автоматизации дублируются (резервируются). Если резервируемый компонент выходит из строя, то обработка программы не прекращается.

Резервирующая связь

Связь между центральными процессорами отказоустойчивой системы, используемая для синхронизации и обмена данными.

Резервный CPU

Центральный процессор отказоустойчивой системы, связанный с главным CPU. Он переходит в состояние STOP при потере резервирующей связи. Программа пользователя в главном и резервном CPU обрабатывается идентично.

Самотестирование

Самотестирование у отказоустойчивых CPU выполняется при запуске, во время циклической обработки программы и при возникновении ошибки сравнения. При этом производится проверка содержимого и состояния CPU и периферии.

Синхронизационный модуль

Интерфейсный модуль для обеспечения резервирующей связи в отказоустойчивой системе.

Система "1-из-2"

См. **Двухканальная отказоустойчивая система**

Среднее время безотказной работы (MTBF)

Среднее время между двумя отказами и, следовательно, критерий для оценки надежности модуля или системы.

Среднее время простоя (MDT)

Среднее время простоя (**MDT**) в сущности состоит из времени, необходимого для обнаружения ошибки, и времени, необходимого для ремонта или замены неисправных модулей.

Среднее время ремонта (MTTR)

Среднее время ремонта модуля или системы, т.е. время между возникновением неисправности и ее устранением.

Установление связи

В режиме установления связи отказоустойчивой системы главный и резервный сравнивают конфигурацию памяти и содержимое загрузочной памяти. Если они обнаруживают различие в программе пользователя, то главный CPU актуализирует программу пользователя резервного CPU.

Н-система

Отказоустойчивая система, состоящая, как минимум, из двух центральных процессоров (главного и резервного). Программа пользователя в главном и в резервном CPU обрабатывается идентично.

STOP

У отказоустойчивых систем: в состоянии STOP отказоустойчивой системы ее центральные процессоры находятся в состоянии STOP.

Предметный указатель

А

- Актуализация, 5–7
- Актуализация
 - временные характеристики, 6–17
 - диаграмма процесса, 6–4
 - процесс, 6–9
- Аппаратура
 - компоненты, 2–3
 - конфигурация, 3–4
 - конфигурирование, 9–4
 - монтаж, 3–3

Б

- Базовая система, 2–3
- Байт состояния, 7–33
- Блок питания, 2–4

В

- Ввод в действие, 3–1
- Виды запуска, 5–7
- Волоконная оптика, прокладка кабелей, 12–7
- Волоконно-оптические кабели, 2–4
- Волоконно-оптический кабель, 12–4
 - радиус изгиба, 12–6
- Временные характеристики, 5–14
- Время контроля
 - определение, 6–17
 - точность, 6–19
- Время контроля, проектирование, 6–20
- Время рассогласования, 7–17, 7–23
- Выход из строя компонентов, 10–1
 - децентрализованной периферии, 10–12
 - в центральных стойках и стойках расширения, 10–2

Г

- Главный CPU, 5–2
- Гнездо для интерфейсных модулей, 4–4
- Гнездо для плат памяти, 4–3

Д

- Датчики, резервируемые, 7–20
- Депассивизация, 7–32

Диагностические адреса, 4–39

- Диагностические адреса для PROFIBUS, 4–38
- Диагностический буфер, 4–11
- Диагностическое покрытие, А–2
- Документация, 2–9

З

- Замена во время работы, 10–1
 - в центральных стойках и стойках расширения, 10–2
 - децентрализованной периферии, 10–12
- Замена плат памяти, 4–20
- Запись переменных, правила согласования, 4–44

И

- Изменение режима работы
 - отказоустойчивого CPU, В–6
- Изменение системы во время работы, одиночный режим, 4–33
- Изменение системы во время работы
 - требования к аппаратуре, 4–34
 - требования к программному обеспечению, 4–35
- Изменение типа памяти, 11–49
- Изменения режима работы, 4–40
- Инструментальные средства, 2–7
- Интерфейс для расширений памяти, 4–4
- Интерфейс DP, 4–25
- Интерфейс MPI/DP, 4–4
- Интерфейс Profibus-DP, 4–4

К

- Коммуникационные процессоры, Е–1
- Компоненты
 - базовой системы, 2–3
 - дублирование, 1–4
- Контроль времени, 6–15
- Конфигурирование сетей, 9–7
- Коэффициент готовности
 - обмена данными, 2–6
 - определение, А–3
 - периферии, 7–2
 - систем, 1–4

М

- Максимальная задержка связи
 - определение, 6–15
 - расчет, 6–25
- Максимальное время блокировки для классов приоритета > 15
 - определение, 6–15
 - расчет, 6–21
- Максимальное увеличение времени цикла
 - определение, 6–15
 - расчет, 6–25
- Минимальное время останова периферии
 - определение, 6–16
 - расчет, 6–20
- Многоточечный интерфейс, 4–24
- Модули ввода/вывода, 2–5
- Модули памяти, 4–22
- Монтажная стойка, 2–4

Н

- Надежность, А–2
- Назначение главный/резервный, 5–2
- Новый пуск, 4–14
 - последовательность операций, 4–14
- Номер для заказа
 - 6ES7 414–4HJ00–0AB0, 13–2
 - 6ES7 417–4HL01–0AB0, 13–6

О

- Области адресов, CPU 31х–2, 4–30
- Обмен данными, 2–6
- Обмен данными CPU–CPU, 4–24
- Обмен данными PG/OP–CPU, 4–24
- Обрыв шины, 4–39
- Ограничение тока короткого замыкания, 4–5
- Одиночный режим, В–1
 - обсуждение, В–2
 - определение, В–1
 - проектирование, В–4
 - расширение до отказоустойчивой системы, В–5
- Окно допуска, 7–23
- Определение потребностей в памяти, 4–16
- Организационные блоки, 2–8
- Отказобезопасный, 1–2
- Отказоустойчивая система
 - ввод в действие, 3–4
 - неисправности, 3–5
- Отказоустойчивая станция, 9–3
- Отказоустойчивые соединения
 - программирование, 8–9, 8–15
 - проектирование, 8–9

свойства, 8–9

- Отказоустойчивый, 1–2
- Отказоустойчивый обмен данными, 8–2
- Ошибка контрольной суммы, 5–12
- Ошибка сравнения, 5–12
- Ошибка сравнения ОЗУ и образа процесса на выходах, 5–12

П

- Параметры, 4–26
 - номер стойки, 4–27
 - режим работы, 4–27
- Первые шаги, предпосылки, 3–2
- Переключатель режимов работы, 4–3, 4–12
- Периферия, 7–1
 - односторонняя, 7–3
 - резервируемая, 7–10
 - коммутируемая, 7–5
- Плата ОЗУ, 4–19
- Плата памяти, 4–18, 4–19
 - технические данные, 4–21
- Плата флэш-памяти, 4–20
- Подходящие CP, 8–8
- Помощь, 9–2
- Построение, 2–1
 - обзор, 2–2
- Правила оснащения отказоустойчивой станции, 9–3
- Прерывания от процесса, в системе S7–400H, 5–14
- Принимаемое значение, 7–23
- Проектирование, 9–3
- Программа пользователя, 2–7
- Программное обеспечение
 - компоненты, 2–7
 - предпосылки, 9–2
 - резервирование, 1–3
- Прямое обращение к периферии, 5–14

Р

- Рассогласование, цифровые модули ввода, 7–17
- Расширение загрузочной памяти, 4–17
- Расширение памяти, 4–16
- Расширение рабочей памяти, 4–22
- Расширенная конфигурация памяти, 11–48
- Режим поиска ошибок,
TROUBLESHOOTING, 5–10
- Режим работы, изменение, 4–28, 12–5
- Режим резервирования системы, 5–8
- Режимы работы CPU, 5–5

- HOLD, 5–9
 LINK-UP, 5–7
 RUN, 5–8
 UPDATE, 5–7
 STARTUP, 5–7
 STOP, 5–6
- Резервирование
 активное, 5–2
 функциональное, 5–2
- Резервируемая коммуникационная система, 8–2
- Резервируемая периферия, 7–10, 7–36
 аналоговые модули ввода, 7–23
 времена исполнения блоков, 13–10
 конфигурации, 7–10
 проектирование, 7–14
 цифровые модули ввода, 7–17
 цифровые модули вывода, 7–21
- Резервируемые датчики, 7–20
 аналоговые модули ввода, 7–30
- Резервируемые ПЛК, 1–2
- Резервируемые узлы, 1–5, 8–2
- Резервный CPU, 5–2
- Ремонт, 10–1
- С**
- Само тестирование, 5–4, 5–11
- Сброс памяти, последовательность операций, 4–14
- Светодиоды ошибок
 все CPU, 4–9
 CPU 414–4Н, 4–10
 CPU 417–4Н, 4–10
 CPU 41х–3 и 41х–4, 4–10
- Светодиоды состояния
 все CPU, 4–9
 CPU 414–4Н, 4–9
 CPU 417–4Н, 4–9
- Сеть
 Industrial Ethernet, 8–5
 PROFIBUS, 8–6
- Сигнальные модули для резервирования, 7–15
- Синхронизационные модули, 2–4
- Синхронизационный модуль, 12–2
 назначение, 12–2
 снятие и установка, 12–3
 технические данные, 12–6
- Синхронизация, 5–3
 управляемая событиями, 5–3
- Слово состояния, 7–33
- Согласованная запись данных в стандартное slave-устройство DP, 4–45
- Согласованное чтение данных из стандартного slave-устройства DP, 4–46
- Согласованность данных, 4–41
- Согласованный доступ к данным, 4–47
- Соединение
 отказоустойчивое, S7, 8–3
 S7, 8–3
- Сообщения об ошибках, 4–6
- Состояния системы, 5–4
- Структурные формы периферии, 7–2
- Т**
- Теплый пуск, 4–14
 последовательность операций, 4–14
- Технические данные
 CPU 414–4Н, 13–2
 CPU 417–4 Н, 13–6
- У**
- Уровни защиты, 4–13
 установка, 4–12
- Установка, 9–2
- Установка модулей памяти, 4–22
- Установка номера стойки, 12–4
- Установление связи, 5–7
 диаграмма процесса, 6–4
 процесс, 6–7
- Установление связи и актуализация
 блокировка, 6–13
 воздействия, 6–2
 производительность, 6–25
 процесс, 6–3
- Установление связи, актуализация в одиночном режиме, 5–8
- Ф**
- Функции контроля, 4–6
- Функции устройства программирования, 9–8
- Функциональное резервирование периферии, 7–13
- Функциональные модули, E–1
- Х**
- Холодный пуск, 4–15
 последовательность операций, 4–15
- Ц**
- Цели использования, 1–2

Центральный процессор, 2–3
Цифровой вывод, отказоустойчивый, 7–21

Ч

Частное соединение, активное, 8–4
Чтение переменных, правила согласования,
4–44

Ш

Шинные штекеры, 4–25
интерфейс Profibus DP, 4–25
MPI, 4–24

В

BUSF, 4–35
BUSF1, 4–9
BUSF2, 4–9

С

CPU
параметры, 4–26
переключатель режимов работы, 4–12
CPU 315–2 DP
см. также CPU 31х–2
master-устройство DP, 4–30
CPU 316–2 DP. *См.* CPU 31х–2
CPU 318–2. *См.* CPU 31х–2
CPU 31х–2
области адресов DP, 4–30
master-устройство DP, диагностика с
помощью светодиодов, 4–35
CPU 414-4Н, элементы управления и
индикации, 4–2
CPU 417-4Н, элементы управления и
индикации, 4–2

D

DPV1 и EN 50170, 4–32

M

Master-устройство DP
диагностика с помощью светодиодов,
4–35
CPU 41х, 4–30

Master-устройство DP, диагностика с
помощью STEP 7, 4–36

E

EXT. BATT., 4–5
EXTF, 4–9

F

FB 450 »RED_IN», 7–13
FB 451 »RED_OUT», 7–13
FB 452 »RED_DIAG», 7–13
FB 453 »RED_STATUS», 7–13
FC 450 »RED_INIT», 7–13
FC 451 »RED_DEPA», 7–13
FRCE, 4–9

H

HOLD, 5–9

I

IF 960–HF, 12–2
IFM1F, 4–11
IFM2F, 4–11
INTF, 4–9

M

MDT, A–2
MSTR, 4–8
MTBF, A–2, A–4

R

RACK0, 4–8
RACK1, 4–8
Readme-файл, 9–2
REDF, 4–10
RUN, 4–9, 5–8

S

S5 в S7
программирование и диагностика, C–2
проектирование, C–2
S7-соединения, спроектированные, 8–3, 8–9
S7-400
дополнительное программное
обеспечение, 2–7

- необходимое программное обеспечение, 2–7
- S7-400H
- документация, 2–9
- модули ввода/вывода, 2–5
- обмен данными, 2–6
- проектирование и программирование, 2–7
- программа пользователя, 2–7
- S7-400H , блоки, 2–8
- S7-REDCONNECT, 8–8, 8–20
- SFB 14 »GET», правила согласования, 4–44
- SFB 15 »PUT», правила согласования, 4–45
- SFC 103 »DP_TOPO», 4–33
- SFC 14 »DPRD_DAT», 4–45
- SFC 15 »DPWR_DAT», 4–45
- SFC 81 »UBLKMOV», 4–41
- SIMATIC Manager, 9–8
- SM 321; DI 16 x AC 120/230 V, пример соединения, F–4
- SM 321; DI 32 x DC 24V, пример соединения, F–9
- SM 321; DI 8 x AC 120/230 V, пример соединения, F–2
- SM 322; DI 8 x AC 230 V/2 A, пример соединения, F–3
- SM 322; DO 32 DC 24V, пример соединения, F–5
- SM 322; DO 32 x DC 24V, пример соединения, F–10
- SM 331; AI 2 x 12 Bit, пример соединения, F–11
- SM 332; AO 4 x 12 Bit, пример соединения, F–6
- SM 421; DI 32 x UC 120 V, пример соединения, F–7
- SM 422; DO 16 x AC 120/230 V/2 A, пример соединения, F–8
- STOP, 4–8
- T**
- TROUBLESHOOTING, 5–10
- W**
- WinCC, 8–14