

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 **F**

Глоссарий,
Предметный указатель

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 414–4Н, начиная с версии ПЗУ V3.1
- CPU 417–4Н, 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 временно 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
Базовое программное обеспечение для S7 и M7 Основные сведения о STEP 7	<ul style="list-style-type: none"> Установка и запуск STEP 7 на устройстве программирования или ПК Работа со STEP 7 со следующим содержанием: <ul style="list-style-type: none"> 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 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)
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	<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
Руководство PG 7xx	<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 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 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 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 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