

Программное резервирование для SIMATIC S7-300 и S7-400

Введение	1
Принцип работы программного резервирования	2
Блоки для программного резервирования	3
Рекомендации и дополнения	4
Пример: Программное резервирование с SIMATIC S7-300	5
Пример: Программное резервирование с SIMATIC S7-400	6
Программное резервирование и операторские станции с WinCC	7

Дополнительные данные для файла
S7_SWR_A.HLP

Указания по технике безопасности

Данное руководство содержит указания, которые вы должны соблюдать для обеспечения собственной безопасности, а также защиты от повреждений продукта и связанного с ним оборудования. Эти замечания выделены предупреждающим треугольником и представлены, в соответствии с уровнем опасности следующим образом:



Опасность

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



Предупреждение

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



Осторожно

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

Осторожно

указывает, что возможно повреждение имущества, если не будут приняты надлежащие меры безопасности.

Замечание

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

Квалифицированный персонал

К монтажу и работе на этом оборудовании должен допускаться только **квалифицированный персонал**. Квалифицированный персонал – 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 целей, описанных в каталоге или технической документации, и в соединении только с теми устройствами или компонентами других производителей, которые были одобрены или рекомендованы фирмой Siemens.

Этот продукт может правильно и надежно функционировать только в том случае, если он правильно транспортируется, хранится, устанавливается и монтируется, а также эксплуатируется и обслуживается в соответствии с рекомендациями.

Товарные знаки

SIMATIC®, SIMATIC HMI® и SIMATIC NET® - это зарегистрированные товарные знаки SIEMENS AG.

Некоторые другие обозначения, использованные в этих документах, также являются зарегистрированными товарными знаками; права собственности могут быть нарушены, если они используются третьей стороной для своих собственных целей.

Copyright © Siemens AG 1999 Все права защищены

Воспроизведение, передача или использование этого документа или его содержания не разрешаются без специального письменного разрешения. Нарушители будут нести ответственность за нанесенный ущерб. Все права, включая права, вытекающие из патента или регистрации практической модели или конструкции, сохраняются.

Siemens AG
Департамент автоматизации и приводов
Промышленные системы автоматизации
Пля 4848, D- 90327, Нюрнберг

Отказ от ответственности

Мы проверили содержание этого руководства на соответствие с описанным аппаратным и программным обеспечением. Так как отклонения не могут быть полностью исключены, то мы не можем гарантировать полного соответствия. Однако данные, приведенные в этом руководстве, регулярно пересматриваются, и все необходимые исправления вносятся в последующие издания. Мы будем благодарны за предложения по улучшению содержания.

©Siemens AG 1999
Technical data subject to change.

Содержание

Как Вы должны использовать это описание? – Указание.....	5
1 Введение	6
1.1 Зачем нужно использовать систему с программным резервированием?	6
1.2 Какое аппаратное обеспечение необходимо?	7
1.3 Какое программное обеспечение необходимо?	8
1.4 Где может использоваться программное резервирование?.....	9
2 Принцип работы программного резервирования	10
2.1 Как работает система с программным резервированием?.....	10
2.2 Структура статусного слова программного резервирования	14
2.3 Структура управляющего слова программного резервирования	15
2.4 Правила использования программного резервирования.....	16
3 Блоки для программного резервирования	19
3.1 Библиотека блоков для программного резервирования.....	19
3.2 Содержимое пакетов блоков	20
3.3 Обзор блоков программного резервирования.....	21
3.4 FC 100 'SWR_START'	22
3.5 FB 101 'SWR_ZYK'	26
3.6 FC 102 'SWR_DIAG'	28
3.7 FB 103 'SWR_SFCCOM', FB 104 'SW_AG_COM' und FB 105 'SWR_SFBCOM'	29
3.8 Блоки данных DB_WORK_NO, DB_SEND_NO и DB_RCV_NO	30
3.9 Блоки данных DB_A_B и DB_B_A для обмена нерезервированными данными.....	31
3.10 Блок данных DB_COM_NO	32
3.11 Пример для быстрого старта с минимальной конфигурацией	33
3.12 Технические данные блоков	35
4 Рекомендации и дополнения	36
4.1 Признаки и свойства.....	36
4.2 Переключение Master-Reserve	37
4.3 Длительность переключения Master-Reserve	38
4.3.1 Длительность передачи данных от Master к Reserve	39
4.3.2 Время переключения для DP-Slave ET200M	40
4.3.3 Длительность определения ошибки при неисправности в резервированной системе.....	41
4.4 Сети для соединения станций	43
4.5 Изменение конфигурации и пользовательской программы в режиме RUN	44
4.6 Особенности программирования в CFC.....	46

4.7	Модули, используемые для программного резервирования	47
4.8	Связь с другими станциями	48
4.8.1	Обмен данными с одной станцией S7-300/S7-400	50
4.8.2	Обмен данными со второй системой с программным резервированием	52
4.9	Концепция «подмены» для программного резервирования	54
4.10	Использование ОВ ошибок	55
5	Пример: Программное резервирование с SIMATIC S7-300	56
5.1	Постановка задачи и технологическая схема	57
5.2	Аппаратная структура для примера с S7-300	58
5.3	Конфигурирование аппаратного обеспечения	59
5.4	Проектирование сети	60
5.5	Проектирование связей	61
5.6	Разработка пользовательской программы	62
5.7	Подключение устройств обслуживания и наблюдения	64
6	Пример: Программное резервирование с SIMATIC S7-400	65
6.1	Постановка задачи и технологическая схема	66
6.2	Аппаратная структура для примера с S7-300	67
6.3	Конфигурирование аппаратного обеспечения	68
6.4	Проектирование сети	69
6.5	Проектирование связей	70
6.6	Разработка пользовательской программы	71
6.7	Подключение устройств обслуживания и наблюдения	73
7	Программное резервирование и операторские станции с WinCC	74
7.1	Объект отображения для обслуживания и наблюдения	74
7.2	Конфигурирование объекта отображения с помощью WinCC	75
7.2.1	Проектирование соединения для WinCC	76
7.2.2	Определение переменных объекта отображения	77
7.2.3	Вставка объекта отображения в изображение	79
7.2.4	Связь полей вывода с переменными	80

Как Вы должны использовать это описание? - Указание

Далее описано, как с помощью программного пакета “Redundant-Backup Software” (программное резервирование) Вы можете повысить эффективность нашей системы автоматизации SIMATIC S7.

Описание продукта представлено в виде Online-помощи. Для Вас это имеет то преимущество, что всю информацию Вы можете прочитать на Вашем PG/PC в процессе программирования и проектирования с помощью STEP 7 в зависимости от ситуации. Распечатывать информацию не требуется.

Для пользователей, которые предпочитают читать описание на бумаге, мы объединили все пояснения в один документ, который Вы можете просматривать и распечатывать с помощью Acrobat-Reader. Документ находится на CD и называется ‘SWR_English.PDF’.

Чтобы открыть этот документ, Вам необходим ‘Acrobat-Reader’ начиная с версии V2.1. Это безлицензионный программный продукт фирмы Adobe и Вы можете вручную установить его из каталога S7 в каталог STEP 7.

Для пользователей, которые предпочитают работать с Winword, мы объединили все пояснения в один Winword-документ. Документ находится на CD и называется ‘SWR_English.DOC’.

Чтобы открыть этот документ, Вам необходим Microsoft Winword начиная с версии 6.0.

О русскоязычной версии описания (примечание переводчика)

В вышеназванных файлах содержится описание программного пакета на английском языке. Описание продукта на русском языке существует только в виде данного файла ‘SWR_rus.PDF’.

Пользователи

Данное описание предназначено для пользователей, уже знакомых с системой автоматизации S7-300 или S7-400 и устройством децентрализованной периферии ET 200M. Также предполагается, что пользователь имеет базовые знания по работе с программным пакетом STEP 7.

Рекомендуемая последовательность действий

Описание включает в себя много самостоятельных тем. Мы рекомендуем прочесть сначала разделы „Введение“ и „Принцип работы программного резервирования“. В этих разделах Вы найдете основные сведения, необходимые для использования программного резервирования.

Если у Вас уже есть большой опыт работы со STEP 7, то посмотрите наши проекты с примерами для S7-300 и S7-400. На упрощенных примерах Вы сможете сразу же выполнить все необходимые действия.

Если Вы сначала хотите изучить блоки и необходимые параметры, то прочтите раздел „Блоки для программного резервирования“. В этом разделе Вы найдете все необходимые для блоков параметры. Кроме того, в этом разделе Вы найдете два примера для S7-300 и S7-400, для которых мы уже создали два проекта с минимальной конфигурацией. Проекты Вы найдете после инсталляции в каталоге проектов STEP 7 и можете с ними поработать.

Раздел „Рекомендации и дополнения“ объединяет различные отдельные темы, которые поясняют некоторые тонкости и дают ответы на специальные вопросы. В этом разделе мы описываем принцип работы и компоненты, необходимые для построения программного резервирования.

1 Введение

1.1 Зачем нужно использовать систему с программным резервированием?

Остановка производства стоит времени и денег

Увеличение степени автоматизации промышленных установок для увеличения производительности и качества одновременно повышает зависимость от работоспособности системы автоматизации. Выход из строя системы автоматизации (например, из-за отказа CPU) может привести к большим потерям из-за остановки производства и простоев.

Во многих случаях требования к качеству резервирования или количеству устройств, которые требуют резервированной системы автоматизации, не так высоки, чтобы было обязательным использование специализированной высоконадежной системы.

Часто бывает достаточно простого программного механизма, который в случае сбоя позволял бы продолжить выполнение прерванной задачи управления с помощью вспомогательной системы.

Программное резервирование позволяет выполнить это требование в полном объеме.

Повышенная работоспособность благодаря программному резервированию

Программное резервирование может работать на стандартных системах автоматизации S7-300 и S7-400.

Повышение работоспособности возможно для одноканальной децентрализованной периферии, которая находится в ET 200M с резервированным подключением DP-Slave (например, IM 153-3). Подключение DP-Slave занимает два DP-интерфейса и подключается с одной стороны к системе DP-Master станции A и с другой стороны к системе DP-Master станции B.

Для выполнения задачи управления с повышенной надежностью на обеих системах автоматизации должно быть введено в действие программное резервирование.

Как "задача управления с повышенной надежностью" обозначается часть пользовательской программы, которая при отключении Master-станции должна продолжать выполняться на резервной станции. Это может быть вся пользовательская программа или только её часть.

С помощью программного резервирования устраняются следующие ошибки:

- отказ компонент в центральном устройстве (источник питания, шина, DP-Master)
- отказ CPU из-за аппаратной или программной ошибки
- обрыв шинного кабеля резервированного соединения или резервированного подключения DP-Slave
- дефект PROFIBUS-модуля в резервированном подключении DP-Slave (например IM 153-3)

1.2 Какое аппаратное обеспечение необходимо?

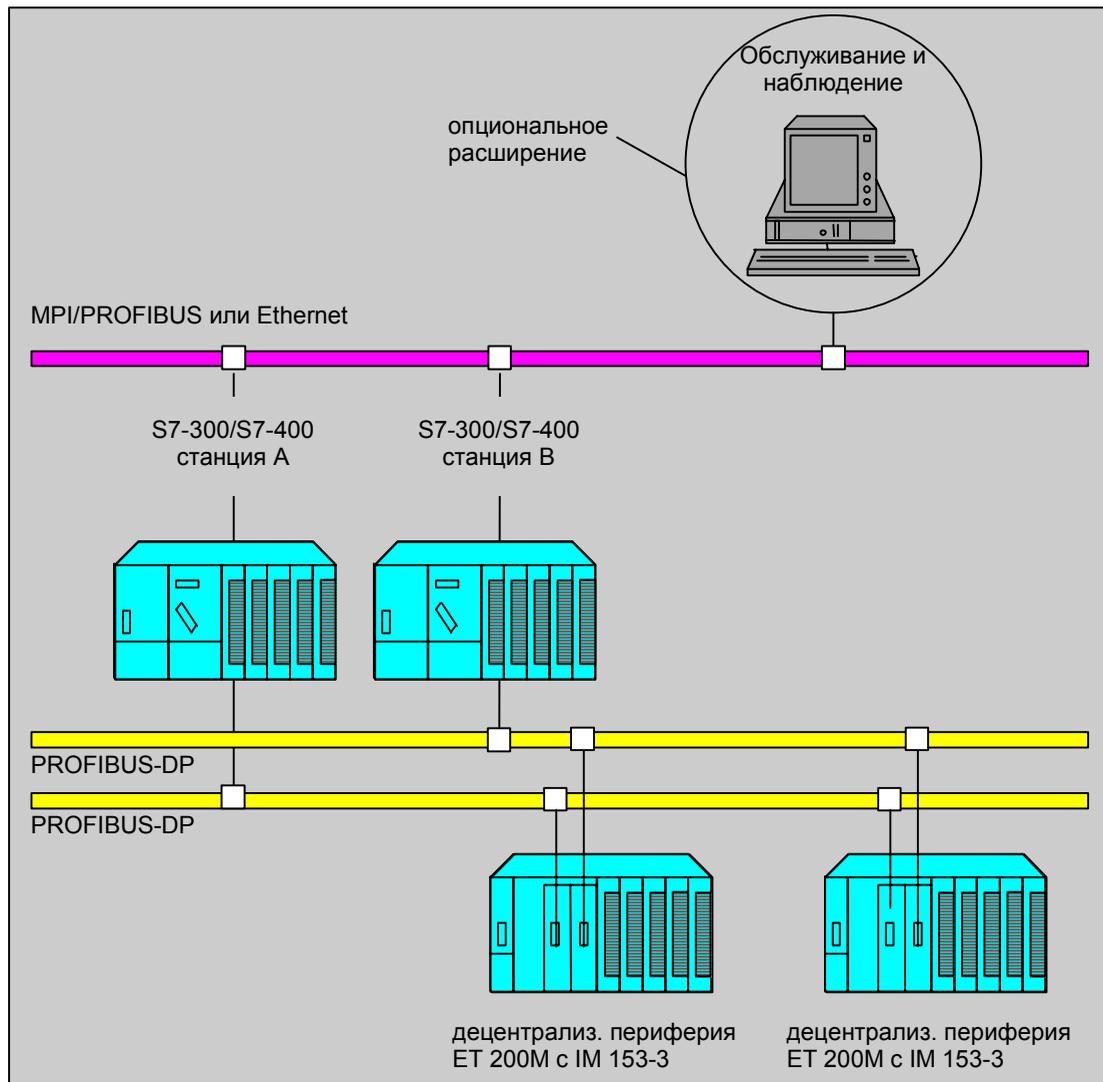
Главным элементом являются две станции S7-300 и/или S7-400. В каждой станции находится один CPU и разъем для подключения системы DP-Master.

Обе станции соединены через шину, по которой происходит обмен данными.

Подключение к периферии производится через две системы DP-Master: одна система DP-Master в станции А, другая система DP-Master в станции В.

К обеим системам DP-Master подключаются устройства децентрализованной периферии ET 200М с помощью резервированного модуля DP-Slave (например IM 153-3). Модуль DP-Slave позволяет при ошибке переключиться с одного интерфейса на другой и, таким образом, отслеживать состояние технологического процесса другим DP-Master.

Обзор аппаратной структуры



1.3 Какое программное обеспечение необходимо?

Программный пакет STEP 7

Для параметрирования блоков для программного резервирования необходим только базовый пакет STEP 7 начиная с версии 4.02. Параметрирование резервированного подключения DP-Slave IM 153-3 поддерживается только с этой версии. (Для резервированного подключения к DP-Slave с помощью IM 153-2 требуется STEP 7 начиная с версии 5.0 SP3).

Обозначение	Назначение
Базовый пакет STEP 7, с версии V4.02 или STEP 7 начиная с версии 5.0 SP3	Проектирование и программирование S7-300 и S7-400

Дополнительные стандартные инструменты для SIMATIC NET и SIMATIC HMI

Разумеется, Вы можете использовать для систем с программным резервированием все дополнительные средства инжиниринга и проектирования.

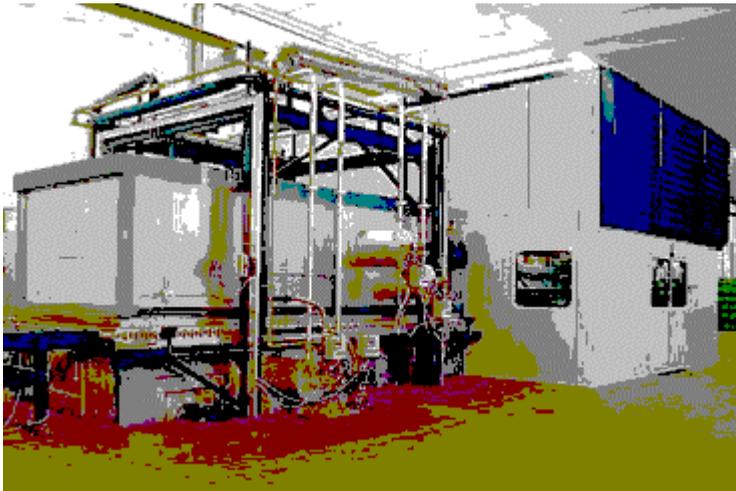
Ниже представлены стандартные средства, которые были использованы в наших примерах проектов.

Обозначение	Назначение
NCM S7 для PROFIBUS (совместимо с STEP 7 V4.02.)	Проектирование коммуникационных процессоров SIMATIC NET для сетей PROFIBUS
ProTool с версии 3.01	Проектирование операторских панелей из SIMATIC HMI
WinCC с версии 4.02	Графическое проектирование операторских станций WinCC из SIMATIC HMI

1.4 Где может использоваться программное резервирование?

Программное резервирование может использоваться везде, где требуется повышенная работоспособность центральных и особо важных устройств и процессом допускается кратковременное отключение (пропадание некоторых циклов обработки) при переключении с одной станции на другую (переключение Master-Reserve). Такими устройствами могут быть, например:

- управление процессом водяного охлаждения
- управление установками подготовки питьевой воды
- контроль и управление транспортными потоками
- регулирование и контроль уровней
- регулирование и контроль температуры в холодильнике
- регулирование и контроль температуры в обжиговой печи



см. также:

[Признаки и свойства программного резервирования](#)
[Переключение Master-Reserve](#)

2 Принцип работы программного резервирования

2.1 Как работает система с программным резервированием?

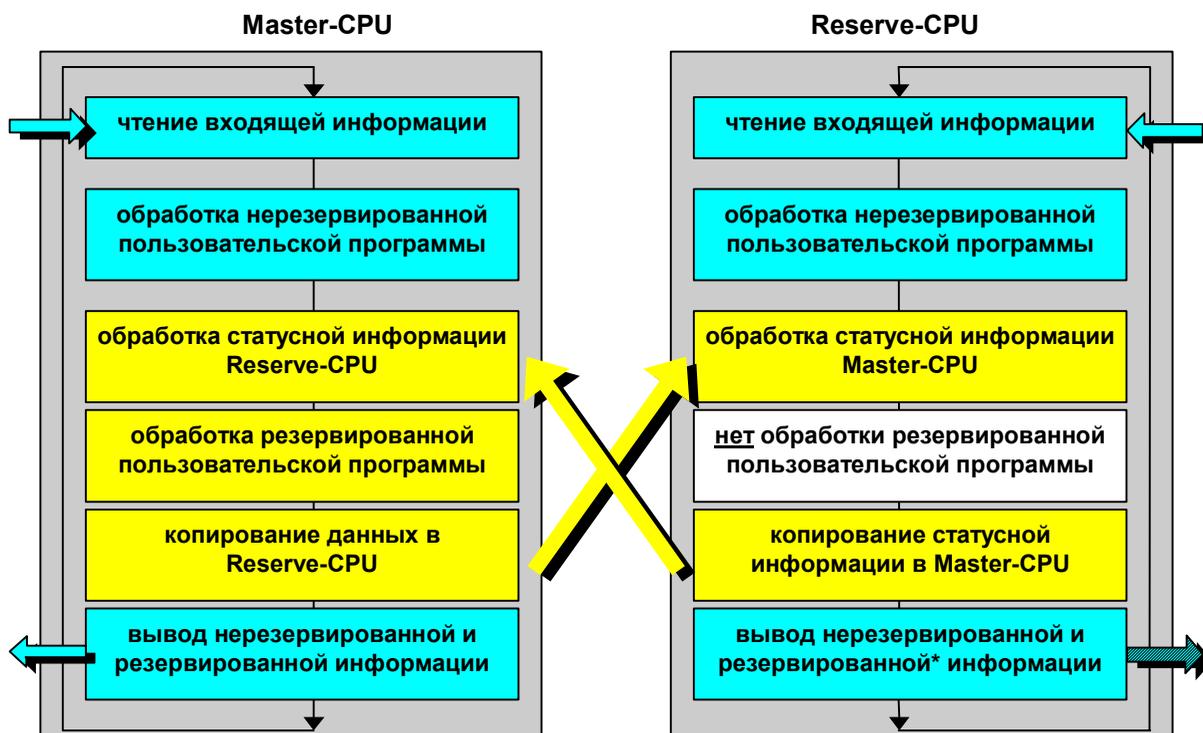
Определение

Система с программным резервированием характеризуется :

- двумя станциями S7-300 и/или S7-400, которые связаны через систему шин
- резервированной пользовательской программой, которая загружена в обе станции
- двумя системами DP-Master, к которым подключены устройства децентрализованной периферии ET 200M с помощью резервированного интерфейса DP-Slave (например IM 153-3)
- использованием блоков программного пакета “Redundant-Backup Software” (программное резервирование)

Принцип программного резервирования

На диаграмме показан принцип работы программного резервирования с точки зрения основного (Master) и резервного (Reserve) CPU.



* Это более поздние значения, чем значения Master-CPU, но они игнорируются IM 153-3

Часть программы, которая должна быть выполнена с повышенной надежностью, загружается как в основную (Master) станцию, так и в резервную (Reserve) станцию. В то время, как Master-CPU обрабатывает эту часть программы, в Reserve-CPU она пропускается. Благодаря этому предотвращается расхождение между обеими программными частями (например, из-за прерываний, различных времен циклов и т.д.). Таким образом, на резервной станции программа готова для передачи обработки.

Для информации: Этот тип подготовки к переключению обозначается как warm-standby (теплое резервирование) в отличие от hot-standby (горячего резервирования) для Н-систем (например, S5-155H). В последнем случае оба CPU при выполнении программы синхронизируются гораздо чаще.

Основная станция передает текущие данные в резервную «на ходу»

Чтобы при отключении основной станции резервированная пользовательская программа не начала выполняться «с нуля», основная станция «на ходу» передает текущие данные в резервную.

Однако передача в зависимости от выбранной коммуникации или передаваемого объема данных может занимать несколько циклов, т.е. резервный CPU может отставать от основного в зависимости от пропускной способности коммуникации и объема данных на несколько циклов. Если в Master-станции в одном из CPU, DP-Master или DP-Slave, появляется ошибка, то происходит переключение Master-Reserve. При этом переключении резервная станция принимает управление на себя и становится основной.

Области резервированного программного обеспечения

Резервированное программное обеспечение содержит отображение процесса, области IEC-таймеров, IEC-счетчиков и меркеров, а также область блоков данных. Доступ по записи к этим данным имеет только резервированное программное обеспечение.

При проектировании обратите внимание, что все вышеназванные области обязательно должны быть взаимозависимы.

При параметрировании стартового блока "SWR_START" проверяется непрерывность этих областей.

Обработка односторонней периферии

Наряду с резервированным программным обеспечением также может загружаться программа, которая управляет **односторонней периферией** соответствующего CPU. Эта программа не влияет на резервированное программное обеспечение.

Односторонней периферией называются периферийные модули, которые опрашиваются не в резервированной части программы, а работают только с одним CPU. Физически эти модули могут быть подключены централизованно или децентрализованно к собственной системе DP-Master или децентрализованно к одной из двух систем DP-Master, через резервированный интерфейс DP-Slave.

Обмен данными между двумя станциями

Нерезервированная часть программы может обмениваться данными с резервированным программным обеспечением через соответствующие блоки данных. Блоки данных передаются резервированным программным обеспечением и, таким образом, предоставляются в распоряжение другой станции.

В начале OB1 считываются входы в PAE. До того, как данные резервированной программы (PIQ, меркеры, DB, Instanz-блоки таймеров-счетчиков) будут переданы в Reserve, обрабатывается резервированная программа. Если вторая станция только что запущена или в этой программе было восстановлено резервирование, то станция должна получить актуальные данные.

В конце OB1 данные резервированных PIQ записываются со стороны Master и Reserve записываются в область выходов и в конце цикла OB передаются на периферию.

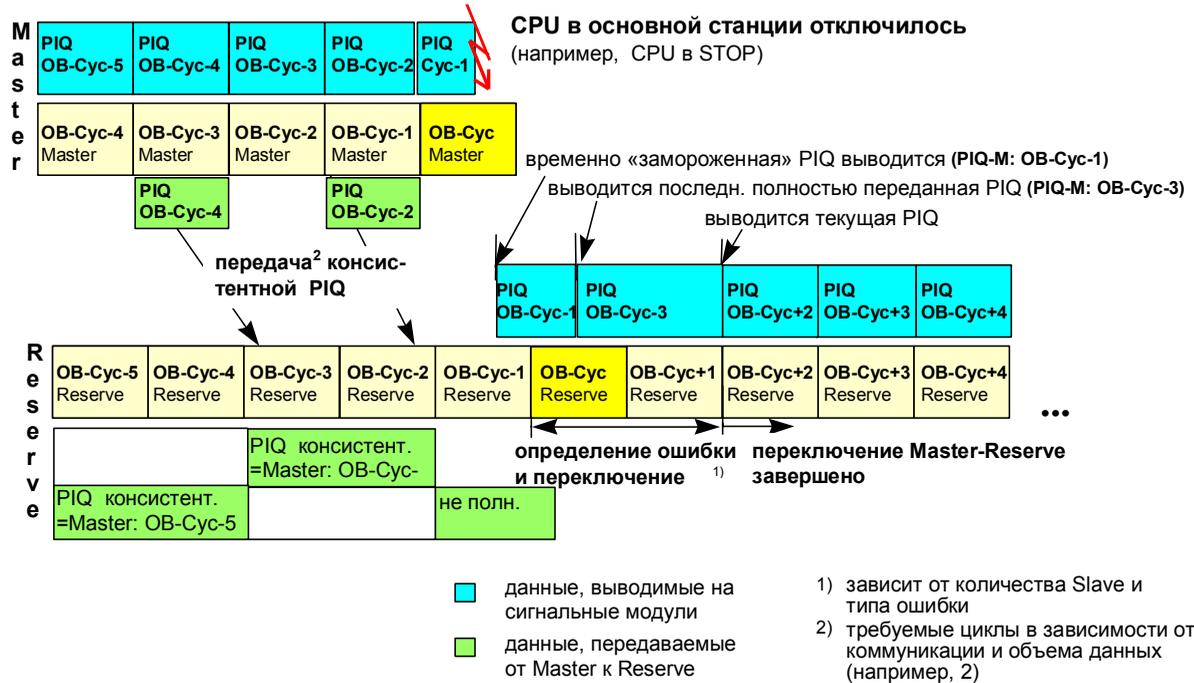
Прерывания могут в любое время приниматься активным устройством и немедленно обрабатываться.

Если в этот момент или чуть позднее происходит переключение, то может произойти **потеря прерывания**.

Переключение Master-Reserve в деталях

Чтобы резервная станция после отключения основной не начала работать «с нуля», в неё из основной станции передается полная (консистентная) PIQ программы, которая должна выполняться с повышенной надежностью для случаев аварии или переключения.

На следующем рисунке показана передача действительных данных в программу резервного устройства.



В зависимости от используемой коммуникации и передаваемого объема данных эта передача может занимать больше одного цикла. В примере (см. рисунок) для передачи полного отображения требуется два цикла.

В примере от Master в Reserve передается каждая вторая PIQ.

В нормальном режиме все резервированные интерфейсы DP-Slave назначены основной станции и выводят данные, передаваемые DP-Master основной станции.

От резервной станции – точнее: от DP-Master резервной станции – в сигнальные модули дополнительно обычно передается последняя полностью переданная в резервную станцию PIQ. Так как все Slaves назначены DP-Master’у основной станции, то эти данные игнорируются интерфейсом DP-Slave.

В рамках явного (с помощью команды) или обусловленного ошибкой неявного переключения Master-Reserve также переключаются Slave-станции или интерфейсы DP-Slave переключают их самостоятельно.

Самостоятельное переключение станции DP-Slave происходит, например, при определении неисправности DP-Master или DP-шины.

Во время переключения DP-Slave последние выведенные значения PIQ «замораживаются» в станциях DP-Slave (см. рисунок выше).

Если станции DP-Slave переключаются на DP-Master бывшей резервной станции и эта станция ещё не полностью произвела собственное переключение Master-Reserve, то последняя PIQ, полностью переданная в резервную станцию, выводится на сигнальные модули. Переключение Master-Reserve может занимать в отдельных случаях несколько циклов.

После успешного переключения Master-Reserve выводится определенная новым Master’ом PIQ (см. рисунок выше).

При оптимальной коммуникации, небольших объемах данных и ошибках типа "CPU в STOP" (для S7-400) переключение может произойти за один цикл.

В примере показано переключение с потерей 5 циклов.

Переключение оптимизируется при управлении вручную. Например, переключение может инициироваться только после того, как PIQ передана полностью.

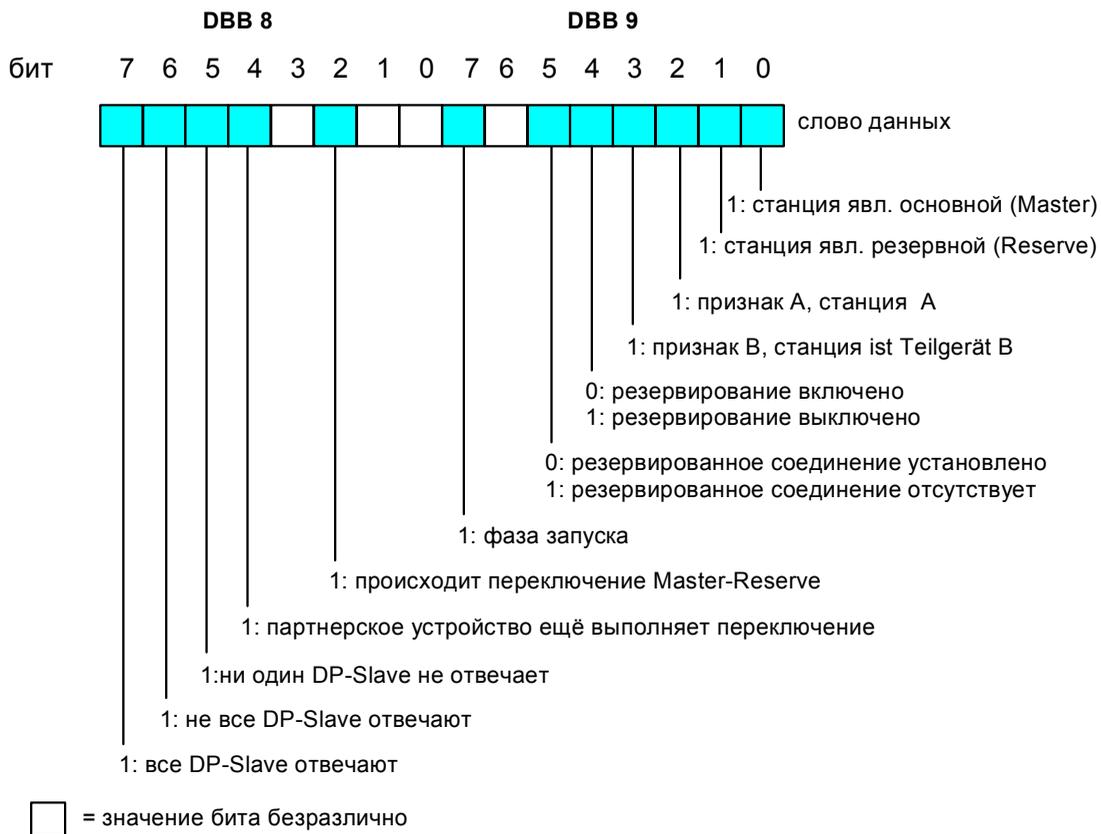
Восстановление программного резервирования после ремонта

Для восстановления программного резервирования, например после отключения CPU, в замененный CPU должен быть загружен полный проект и полная программа (с помощью PG или карты памяти). Затем это CPU запускается в работу..

2.2 Структура статусного слова программного резервирования

На следующей схеме показана структура статусного слова. Оно находится в DBW 8 Instanz-DB для FB 101 'SWR_ZYK'.

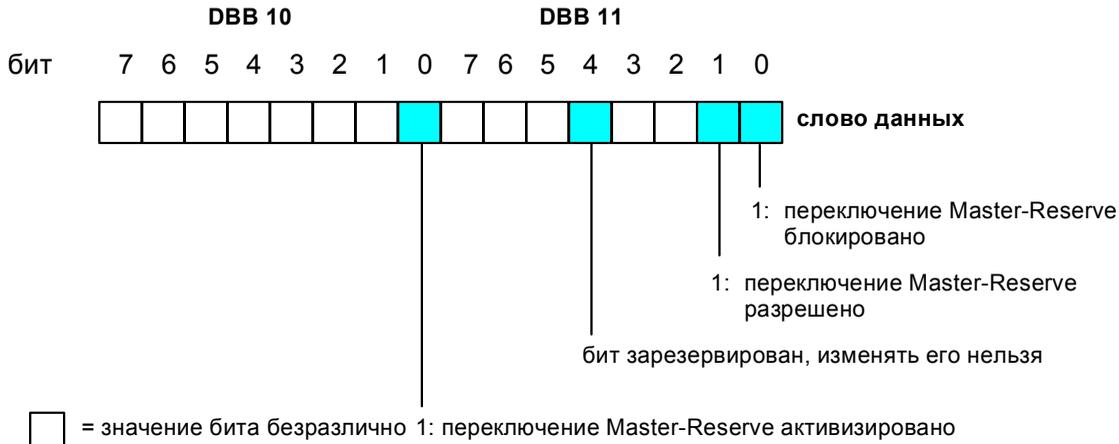
Статусное слово программного резервирования



2.3 Структура управляющего слова программного резервирования

На следующей схеме показана структура управляющего слова. Оно находится в DBW 10 Instanz-DBs для FB 101 'SWR_ZYK'.

Управляющее слово программного резервирования



Замечание:

Если переключение Master-Reserve было заблокировано на пользовательском уровне, (установлен Bit 11.0 в статусном слове), то резервное устройство записывает нули в PIQ резервированного интерфейса IM 153 DP-Slave.

Это состояние сохраняется до тех пор, пока Вы снова не включите резервирование (установите Bit 11.1 в статусном слове).

2.4 Правила использования программного резервирования

Далее приводится свод всех правил, которые Вы должны соблюдать при проектировании и программировании системы с функциональным программным резервированием.

Правила для аппаратной конфигурации

- Децентрализованные периферийные устройства ET 200M, в которых находится резервированный интерфейс DP-Slave (например IM 153-3), должны быть идентично сконфигурированы в обеих станциях. Чтобы не потерять консистентность данных, всегда копируйте (даже при небольших изменениях) полную систему DP-Master первой станции в DP-Master второй станции. Используйте для этого команду меню **Edit > Insert Redundant Copy** (правка > вставка резервированной копии). Использование этой команды гарантирует, что адреса периферии DP-Slave в обеих станциях будут идентичны.
Если Вы кроме того хотите использовать одностороннюю периферию (как например ET 200B), конфигурируйте это устройство после копирования системы DP-Master (см. также описание в разделе [Принцип программного резервирования](#)).
- При создании аппаратной структуры обратите внимание на то, что для программного резервирования могут использоваться только взаимозависящие области (например выходы от 0 до 20, область меркеров от 50 до 100, станции DP-Slave от 1 до 6, и т.д.).
- Программное резервирование поддерживает только одну систему PROFIBUS-DP-Master. Если Вам необходимо использовать несколько систем DP-Master, то Вы должны несколько раз использовать программное резервирование (т.е. несколько резервированных частей программы).
- допустимая скорость передачи данных для PROFIBUS-DP;
Для резервированного интерфейса DP-Slave программным резервированием поддерживается только скорость передачи данных от 187,5 Кбод до 12 Мбод.

Правила для пользовательской программы

- Структурирование пользовательской программы
Если Ваша пользовательская программа в обеих станциях является резервированной только частично, то по возможности структурируйте её таким образом, чтобы часть программы для резервированного оборудования была отделена от части программы для нерезервированного оборудования.
Рекомендация: Записывайте программы для резервированного и нерезервированного оборудования в разных операционных блоках, например в OB 1 и OB 35.
- резервированная пользовательская программа
Резервированная пользовательская программа заключена между двумя вызовами блока FB 101 'SWR_ZYK'. Первый вызов FB 101 'SWR_ZYK' содержит параметр CALL_POSITION=TRUE, второй вызов содержит параметр CALL_POSITION=FALSE.
- Коммуникация
Если для резервированного соединения Вы используете S7-связь и хотите через эту связь решать также другие задачи коммуникации, то где номер запроса R_ID должен быть больше 2. (Номера запроса R_ID= 1 и R_ID=2 используются программным резервированием.)
- Если для коммуникации Вы используете FB 103 'SWR_SFCCOM', то тогда программное резервирование использует коммуникационные блоки SFC 65 'X_SEND' и SFC 66 'X_RCV' с номерами запросов R_ID > 8000 0000_н.
- Если для коммуникации Вы используете FB 104 'SWR_AG_COM', то тогда программное резервирование использует коммуникационные блоки FC 5 'AG_SEND' и FC 6 'AG_RCV' с номерами запросов R_ID > 8000 0000_н.
- Если для коммуникации Вы используете FB 105 'SWR_SFBCOM' (BSEND, BRCV), то в проектировании связей всегда должно быть задано "Send operating status messages 'Yes'" („передача сообщение о режиме 'да'"), чтобы разрыв соединения определялся как можно скорее.
- Использование таймеров и счетчиков
В резервированной части программы нельзя использовать S7-таймеры и счетчики. Вместо них используйте IEC-таймеры и счетчики.

В том случае, если Вы используете таймеры с коротким циклом (меньше чем цикл временных ОВ или меньше чем время передачи от Master к Reserve) не имеет смысла обновлять эти таймеры. В этом случае Вы можете использовать также S7-таймеры.

Если требуются таймеры с большим временем цикла или счетчики, то следует обратить внимание на то, чтобы входной фронт для запуска таймера или счета даже в случае переключения распознавался надежно. Это может быть достигнуто, когда импульсы (1-0 или 0-1) длиннее, чем время переключения. Если это не так, то в каждом случае (также в Reserve) должна вызываться обработка фронта. В этом случае соответствующие IEC-таймеры/счетчики можно не обновлять. Можно также использовать S7-таймеры и S7-счетчики.

Управление программным резервированием с помощью блоков.

- Чтобы блоки данных программного резервирования Multi-Instanz-DB могли создаваться корректно, в S7-проекте должны находиться все системные функции (SFC, SFB), используемые программным резервированием.
- Если в блок запуска 'SWR_START' вносятся изменения, то необходимо стереть следующие блоки, чтобы занести новые параметры и избежать неправильных действий:

DB_WORK_NO	(рабочий DB программного резервирования)
DB_SEND_NO	(DB передачи программного резервирования)
DB_RCV_NO	(DB приема программного резервирования)
DB_A_B_NO	(DB для обмена данными нерезервированной части программы станции А с резервированной программой)
DB_B_A_NO	(DB для обмена данными нерезервированной части программы станции В с резервированной программой)

ОВ 86 (отказ держателя модулей)

В первых 20 байтах локальных переменных ОВ 86 нельзя добавлять переменные, так как они используются и изменяются программным резервированием.

PIQ в программном резервировании

Если в FC 100 'SWR_START' запараметрированы выходы, которые не находятся в PIQ, то это приводит к ошибке доступа к периферии.

Переключение Master-Reserve

Во время переключения Master-Reserve в системе на короткое время присутствуют два Master или два Reserve.

Отключение одного DP-Slave

Без использования описанной ниже программы при отключении одного DP-Slave произойдет переключение Master-Reserve. E 1.0 – выключатель для предотвращения переключения. Он может быть также входом обслуживания.

Пример для OB86 для отключения Slave без переключения:

```

L #OB86_EV_CLASS
L B#16#39
==| // событие произошло
SPBN M001
U E 1.0 // специальный вход (во включенных
SPBN M001 // slave==1)--> нет переключения)
AUF DB 3 // DB3 - это DB приема (DB_EMPF)
L DBW 4 // уменьшение количества
DEC 1 // имеющихся slave-партнеров
T DBW 4 // для предотвращения переключения
M001: NOP 0
CALL "SWR_DIAG" // вызов FC 102 'SWR_DIAG'
DB_WORK :=1 // рабочий DB для прог. резервир.
OB86_EV_CLASS:=#OB86_EV_CLASS
OB86_FLT_ID :=#OB86_FLT_ID
RETURN_VAL :=MW14 // возвращаемое блоком значение
    
```

3 Блоки для программного резервирования

3.1 Библиотека блоков для программного резервирования

После инсталляции опционального программного обеспечения в STEP 7 находится библиотека SWR_LIB. Вы можете открыть её через SIMATIC-Manager с помощью команд меню File > Open > Libraries (Файл > Открыть > Библиотека).

В библиотеке SWR_LIB находятся пять пакетов блоков. Речь идет о двух пакетах для S7-300 и трех пакетах для S7-400. В зависимости от типа соединения и сети, через которую Вы связываете станции, Вы всегда используете один из этих пакетов.

Пакеты блоков для S7-300

Выберите пакет ...	если сеть ...	и тип соединения ...	Замечание
XSEND_300	MPI	незапроектированное соединение	подключение сети к MPI-интерфейсу CPU
AG_SEND_300	PROFIBUS	FDL-соединение	подключение сети через CP 342-5
	Industrial Ethernet	ISO- соединение	подключение сети через CP 345-1

Пакеты блоков для S7-400

Выберите пакет ...	если сеть ...	и тип соединения ...	Замечание
XSEND_400	MPI	незапроектированное соединение	подключение сети к MPI-интерфейсу CPU
AG_SEND_400	PROFIBUS	FDL- соединение	подключение сети через CP 443-5
	Industrial Ethernet	ISO- соединение	подключение сети через CP 443-1
BSEND_400	MPI	S7-Verbindung	подключение сети через MPI-интерфейс CPU
	PROFIBUS		подключение сети через CP 443-5
	Industrial Ethernet		подключение сети через CP 443-1

см. также

[Содержимое пакетов блоков](#)

3.2 Содержимое пакетов блоков

В каждом пакете находятся четыре взаимозависимых блока. Никогда не используйте блоки из разных пакетов, так как это может привести к появлению ошибки.

Содержимое пакетов XSEND_300 и XSEND_400

Блок	Замечание
FC 100 'SWR_START'	Блок должен вызываться в программе запуска (OB 100)
FB 101 'SWR_ZYK'	Блок должен вызываться в циклической или управляемой по времени программе. Блок должен вызываться всегда до и после обработки резервированной пользовательской программы.
FC 102 'SWR_DIAG'	Блок должен вызываться в диагностическом OB (OB 86).
FB 103 'SWR_SFCCOM'	Блок поддерживает процесс передачи данных и вызывается из FB 101 'SWR_ZYK'. Блок должен загружаться в оба CPU.

Содержимое пакетов AGSEND_300 и AGSEND_400

Блок	Замечание
FC 100 'SWR_START'	Блок должен вызываться в программе запуска (OB 100)
FB 101 'SWR_ZYK'	Блок должен вызываться в циклической или управляемой по времени программе. Блок должен вызываться всегда до и после обработки резервированной пользовательской программы.
FC 102 'SWR_DIAG'	Блок должен вызываться в диагностическом OB (OB 86).
FB 104 'SWR_AG_COM'	Блок поддерживает процесс передачи данных и вызывается из FB 101 'SWR_ZYK'. Блок должен загружаться в оба CPU.

Замечание: FB 104 'SWR_AG_COM' вызывает блоки FC 5 'AG_SEND' и FC 6 'AG_RCV'. Эти блоки являются составной частью NCM S7 и должны загружаться в оба CPU.

Содержимое пакета BSEND_400

Блок	Замечание
FC 100 'SWR_START'	Блок должен вызываться в программе запуска (OB 100)
FB 101 'SWR_ZYK'	Блок должен вызываться в циклической или управляемой по времени программе. Блок должен вызываться всегда до и после обработки резервированной пользовательской программы.
FC 102 'SWR_DIAG'	Блок должен вызываться в диагностическом OB (OB 86).
FB 105 'SWR_SFBCOM'	Блок поддерживает процесс передачи данных и вызывается из FB 101 'SWR_ZYK'. Блок должен загружаться в оба CPU.

3.3 Обзор блоков программного резервирования

Ниже представлен обзор всех блоков программного резервирования:

FC 100 'SWR_START'	Блок запуска передает параметры и готовит их для дальнейшей обработки.
FB 101 'SWR_ZYK'	Циклический блок передает области данных от Master к Reserve и координирует коммуникацию и переключение.
FC 102 'SWR_DIAG'	Диагностический блок управляет данными диагностики Slave и готовит их для FB 101 'SWR_ZYK'.
FB 103 'SWR_SFCCOM'	CPU-коммуникация с помощью SFC 65 'X_SEND', SFC 66 'X_RCV' относится только к MPI-соединениям.
FB 104 'SWR_AG_COM'	CPU- коммуникация с помощью FC 5 'AG_SEND', FC 6 'AG_RCV' относится к PROFIBUS-, Industrial Ethernet- соединениям.
FB 105 'SWR_SFBCOM'	CPU- коммуникация с помощью SFB 12 'BSEND', SFB 13 'BRCV' относится к соединениям MPI, PROFIBUS-, Industrial Ethernet-, точка-к-точке; эти блоки нельзя использовать в S7-300.
DB_WORK_NO	Рабочий DB программного резервирования
DB_SEND_NO	Память данных программного резервирования: DB передачи содержит блоки DB, MB, PAA, DI
DB_RCV_NO	DB приема резервированной части программы
DB_A_B_NO	DB передачи-приема нерезервированных данных от станции A к станции B
DB_B_A_NO	DB передачи-приема нерезервированных данных от станции B к станции A
DB_COM_NO	Instanz-DB для коммуникационных блоков
FC 5 'AG_SEND'	Блок нужен, если для резервированного соединения используется FDL-соединение
FC 6 'AG_RCV'	Блок нужен, если для резервированного соединения используется FDL-соединение

Обязательно обратите внимание!

Вышеназванные блоки данных создаются при запуске блоком FC 100 'SWR_START' одновременно и необходимой длины (исключение: DB_COM_NO). Если Вы изменяете параметрирование FC 100 'SWR_START', то как правило требуются изменения в блоках данных. Поэтому сотрите все старые блоки данных, чтобы при запуске могли быть созданы новые блоки данных необходимой длины.

3.4 FC 100 'SWR_START'

Действие

С помощью FC 100 'SWR_START' Вы инициализируете обе станции. По существу Вы задаете:

- область выходов, область меркеров, область блоков данных, блоки данных и области Instanz-DB IEC-счетчиков/таймеров, которые Вы используете в резервированной пользовательской программе. Все области должны задаваться взаимозависимо Данные для коммуникации и для децентрализованной периферии.
- Три блока данных, которые необходимы для сохранения внутренних данных.

FC 100 'SWR_START' Вы должны вызывать в блоке запуска OB 100.

Указание по параметрированию неиспользуемых областей:

Если Вы не используете области, то для соответствующего параметра указывайте значение 0. Пример: если IEC-таймеры/IEC-счетчики не используются, укажите IEC_NO = 0 и IEC_LEN = 0. Если у Вас нет выходов в области PIQ, то задайте для параметра PAA_FIRST значение большее, чем PAA_LAST.

Если Вы не используете блоки данных DB_A_B_NO и DB_B_A_NO, то указывайте любой номер DB и задавайте для длины значение 0. Пример: если Вы не используете DB_A_B_NO, то задайте DB_A_B_NO = DB 255 и DB_A_B_NO_LEN = W#16#0. (Блоки данных DB_A_B_NO и DB_B_A_NO имеют тип Block-DB и поэтому эти значения должны задаваться больше, чем DB 0, например DB 255).

Блоки данных DB_SEND_NO и DB_RCV_NO должны иметь в обеих станциях одинаковые номера, также как и DB_A_B_NO и DB_B_A_NO.

Прерываемость

Блок FC 100 'SWR_START' может прерываться.

Описание параметров

Параметр	При- знак	Тип данных	Описание	Пример
AG_KENNUNG	IN	<u>CHAR</u>	Признак станции – 'A' для станции A – 'B' для станции B	'A'
DB_WORK_NO	IN	<u>Block-DB</u>	Рабочий DB прог. резервир-я. DB содержит только внутренние данные.	DB1
DB_SEND_NO	IN	<u>Block-DB</u>	DB, в котором собираются данные для передачи партнеру. DB содержит только внутренние данные.	DB2
DB_RCV_NO	IN	<u>Block-DB</u>	DB, в котором CPU собирает данные, принятые от партнера. DB содержит только внутренние данные.	DB3
MPI_ADR	IN	<u>INT</u>	MPI-адрес <i>станции-партнера.</i>	4
LADDR	IN	<u>INT</u>	Логический базовый адрес коммуни- кационного процессора (задается при проектировании аппаратного обеспечения).	260
VERB_ID	IN	<u>INT</u>	ID соединения номер соединения для	1

			резервированного соединения (задается при проектировании соединения).	
DP_MASTER_SYS_ID	IN	<u>INT</u>	ID системы DP-Master Признак системы DP-Master, к которой подключены модули DP-Slave ET 200M (задается при проектировании аппаратного обеспечения).	1
DB_COM_NO	IN	<u>Block-DB</u>	Instanz-DB блока FB 101 'SWR_ZYK'	DB5
DP-KOMMUN	IN	<u>INT</u>	Признак DP-Master`а: – 1, если DP-Master`ом является CPU со встроенным DP-интерфейсом – 2, если DP-Master`ом является CP	1
ADR_MODUS	INT	<u>INT</u>	Интервал, с которым CPU задает адреса вв/выв (зависит от CPU). – 1, если базовые адреса 0, 1, 2, 3 ... – 4, если базовые адреса 0, 4, 8, 12...	1
PAA_FIRST	IN	<u>INT</u>	Номер первого выходного байта, который используется ET 200M с резервированным IM 153.	0
PAA_LAST	IN	<u>INT</u>	Номер последнего выходного байта, который используется ET 200M с резервированным IM 153. Выходные байты в диапазоне от PAA_FIRST до PAA_LAST должны располагаться непрерывно и использоваться только ET 200M с резервированным IM 153.	4
MB_NO	IN	<u>INT</u>	Номер первого меркерного байта, который используется в резервированной пользовательской программе.	20
MB_LEN	IN	<u>INT</u>	Количество всех меркерных байтов, которые используются в резервированной пользовательской программе. Меркерные байты должны задаваться подряд, без пропусков.	30
IEC_NO	IN	<u>INT</u>	Номер первого Instanz-DB для IEC-счетчика/таймера, который используется в резервированной пользовательской программе.	111
IEC_LEN	IN	<u>INT</u>	Количество всех Instanz-DB для IEC-счетчиков/таймеров, которые используются в резервированной пользовательской программе. Блоки Instanz-DB должны задаваться подряд, без пропусков.	7

--	--	--	--	--

DB_NO	IN	<u>INT</u>	Номер первого блока данных, который используется в резервированной пользовательской программе.	8
DB_NO_LEN	IN	<u>INT</u>	Количество всех блоков данных, которые используются в резервированной пользовательской программе. Блоки данных должны задаваться подряд, без пропусков.	2
SLAVE_NO	IN	<u>INT</u>	Наименьший PROFIBUS-адрес, который используется для DP-Slave ET 200M с резервированным IM 153.	3
SLAVE_LEN	IN	<u>INT</u>	Количество используемых DP-Slave ET 200M. PROFIBUS-адреса должны задаваться подряд, без пропусков.	1
SLAVE_DISTANCE	IN	<u>INT</u>	Признак для задания PROFIBUS-адресов IM 153-3 <ul style="list-style-type: none"> - 1, если оба интерфейса имеют одинаковые PROFIBUS-адреса - 2, есл интерфейсы имеют PROFIBUS-адреса n и n+1 	1
DB_A_B_NO	IN	<u>Block-DB</u>	DB передачи для нерезервированных данных, которые передаются из станции A в станцию B.	DB11
DB_A_B_NO_LEN	IN	<u>WORD</u>	Количество используемых байтов данных в DB_A_B_NO.	W#16#64
DB_B_A_NO	IN	<u>Block-DB</u>	DB передачи для нерезервированных данных, которые передаются из станции B в станцию A.	DB12
DB_B_A_NO_LEN	IN	<u>WORD</u>	Количество используемых байтов данных в DB_B_A_NO.	W#16#64
RETURN_VAL	OUT	<u>WORD</u>	Возвращаемое блоком значение (пояснение см. ниже).	MW2
EXT_INFO	OUT	<u>WORD</u>	Возвращаемое значение вложенного блока (пояснение см. ниже).	MW4

Значения для RETURN_VAL и EXT_INFO

Код ошибки	Пояснение
W#16#0	Нет ошибки
W#16#8001	Недействительное значение для параметра признак части AG.
W#16#8002	DB_WORK_NO не может быть создан. Причину можно узнать с помощью возвращаемого значения SFC 22. Возвращаемое значение находится в EXT_INFO.
W#16#8003	DB_SEND_NO не может быть создан. Причину можно узнать с помощью возвращаемого значения SFC 22. Возвращаемое значение находится в EXT_INFO.
W#16#8004	DB_RCV_NO не может быть создан. Причину можно узнать с помощью возвращаемого значения SFC 22. Возвращаемое значение находится в EXT_INFO.
W#16#8005	DB_A_B_NO не может быть создан. Причину можно узнать с помощью возвращаемого значения SFC 22. Возвращаемое значение находится в EXT_INFO.
W#16#8006	DB_B_A_NO не может быть создан. Причину можно узнать с помощью возвращаемого значения SFC 22. Возвращаемое значение находится в EXT_INFO.
W#16#8007	Недействительное значение параметра DP_MASTER_SYS_ID или SLAVE_NO или SLAVE_LEN или SLAVE_DISTANCE. Данные не соответствуют запроектированному аппаратному обеспечению.
W#16#8008	Недействительное значение параметра DP-KOMMUN, если EXT_INFO=W#16#8888 или диагностика не может быть выполнена. Причину можно узнать с помощью возвращаемого значения SFC 51. Возвращаемое значение находится в EXT_INFO.
W#16#8009	Блокировка переключения Slave не может быть отменена. Причину можно узнать с помощью возвращаемого значения SFC 58. Возвращаемое значение находится в EXT_INFO.
W#16#800A	Состояние интерфейса DP-Slave не может быть определено. Причину можно узнать с помощью возвращаемого значения SFC 59. Возвращаемое значение находится в EXT_INFO.
W#16#800B	Ошибка при определении используемого диапазона PAA. Причину можно узнать с помощью возвращаемого значения SFC 50. Возвращаемое значение находится в EXT_INFO.
W#16#800C	Недействительное значение параметра ADR_MODUS.
W#16#800D	Недействительное значение параметра SLAVE_DISTANCE.
W#16#800E	DB_WORK_NO не читается. Загрузить блок заново.
W#16#800F	Недействительное значение параметра DP_KOMMUN (не задан интерфейс).
W#16#80F1	Ошибка при определении адресов PAA. Причину можно узнать с помощью возвращаемого значения SFC 50. Возвращаемое значение находится в EXT_INFO. Данные для PAA_FIRST и PAA_LAST не соответствуют запроектированному аппаратному обеспечению.
W#16#8027	Внутренняя ошибка.

3.5 FB 101 'SWR_ZYK'

Действие

Блок FB 101 'SWR_ZYK' должен вызываться Вами **до и после** резервированной пользовательской программы. Mit dem FB 101 'SWR_ZYK' veranlassen Sie den Austausch der Daten zwischen Master- und Reservegerät.

Nach Aufruf bearbeitet der FB 101 automatisch den Datentransfer vom Master- zum Reservegerät. Der FB 101 ruft verdeckt die für den Datenaustausch erforderlichen Funktionen bzw. Funktionsbausteine auf.

Прерываемость

Блок FB 101 'SWR_ZYK' может прерываться.

Instanz-DB

При вызове FB 101 'SWR_ZYK' Вы должны задать блок данных Instanz-DB. Номер этого блока Вы задали при параметрировании FC 100 'SWR_START' в параметре DB_COM_NO.

Описание параметров

Параметр	При- знак	Тип данных	Описание	Пример
DB_WORK_NO	IN	<u>Block-DB</u>	Рабочий DB. Данные д.б. идентичны указанным в параметре DB_WORK_NO блока FC 100 'SWR_START'.	DB1
CALL_POSITION	IN	<u>BOOL</u>	Параметр указывает, в каком месте пользовательской программы вызывается FB 101 'SWR_ZYK': – TRUE, если вызов перед резервированной пользовательской программой – FALSE, если вызов после резервированной пользовательской программы	TRUE
RETURN_VAL	OUT	<u>WORD</u>	Возвращаемое блоком значение (пояснение см. ниже).	MW6
EXT_INFO	OUT	<u>WORD</u>	Возвращаемое значение вложенного блока (пояснение см. ниже).	MW8

Значения для RETURN_VAL и EXT_INFO

Код ошибки	Пояснение
W#16#0	Нет ошибки
W#16#8008	Недействительное значение для параметра DP-KOMMUN, если EXT_INFO=W#16#8888 или диагностика не может быть произведена. Причину можно узнать с помощью возвращаемого значения SFC 51.
W#16#800A	Состояние интерфейса DP-Slave не определяется. Причину можно узнать с помощью возвращаемого значения SFC 59. Возвращаемое значение находится в EXT_INFO.
W#16#800F	Недействительное значение для параметра DP_KOMMUN (не указаны интерфейсы).
W#16#8010	Переключение DP-Slaves не может быть произведено. Причину можно узнать с помощью возвращаемого значения SFC 58. Возвращаемое значение находится в EXT_INFO.
W#16#8011	Соединение не может быть установлено. Признак части AG недействителен.
W#16#8012	Нет записи в коммуникационном FB (FB 103 'SWR_SFCCOM'), (Instanz-DB поврежден или внутренняя ошибка).
W#16#8013	Ошибка при передаче (FB 103 'SWR_SFCCOM', FB 104 'SWR_AG_COM', FB 105 'SWR_SFBCOM'). Причину можно узнать с помощью возвращаемого значения SFC 65 'X_SEND', FC 5 'AG_SEND', SFB 12 'BSEND'. Возвращаемое значение находится в EXT_INFO.
W#16#8014	Ошибка при приеме (FB 103 'SWR_SFCCOM', FB 104 'SWR_AG_COM', FB 105 'SWR_SFBCOM'). Причину можно узнать с помощью возвращаемого значения SFC 66 'X_RCV', FC 5 'AG_RCV', SFB 13 'BRCV'. Возвращаемое значение находится в EXT_INFO.
W#16#8015	Отключение резервированного соединения. Проверка аппаратуры.
W#16#8016	Статус партнера не читается (FB 103 'SWR_SFCCOM'). Причину можно узнать с помощью возвращаемого значения SFB 23 'USTATUS'. Возвращаемое значение находится в EXT_INFO.
W#16#8017	Все DP-Slave отключены
W#16#8018	Невозможно выполнить запись в DB передачи (FB 104 'SWR_AG_COM', FB 105 SWR_SFBCOM'). Причину можно узнать с помощью возвращаемого значения SFC 20. Возвращаемое значение находится в EXT_INFO.
W#16#8019	Невозможно выполнить чтение DB приема (FB 104 'SWR_AG_COM', FB 105 SWR_SFBCOM').
W#16#8020	Внутренняя ошибка.

3.6 FC 102 'SWR_DIAG'

Действие

Блок FC 102 должен вызываться в диагностическом OB (OB 86). Номер блока Вы изменить не можете.

Блок FC 102 'SWR_DIAG' следит за тем, чтобы после отключения DP-Slave производилось автоматическое переключение Master-Reserve.

Прерываемость

Блок FC 102 'SWR_DIAG' может прерываться.

Описание параметров

Параметр	При- знак	Тип данных	Описание	Пример
DB_WORK	IN	<u>INT</u>	Номер рабочего DB программного резервирования. Номер должен быть идентичен заданному значению параметра DB_WORK_NO блока FC 100 'SWR_START'. DB содержит только внутренние данные.	1
OB 86_EV_CLASS	IN	<u>INT</u>	Стартовая информация из диагностического OB 86. Скопируйте переменную из таблицы описания OB 86.	#OB86_EV_CLASS
OB 86_FLT_ID	IN	<u>INT</u>	Стартовая информация из диагностического OB 86. Скопируйте переменную из таблицы описания OB 86.	#OB86_FLT_ID
RETURN_VAL	OUT	<u>WORD</u>	Возвращаемое блоком значение (пояснение см. ниже).	MW14

Значения для RETURN_VAL и EXT_INFO

Код ошибки	Пояснение
W#16#0	Нет ошибки
W#16#80F2	Недействительное значение одного из параметров FC 102 'SWR_DIAG'.
W#16#80F3	Имеется больше DP-Slave, чем указано в FC 100 'SWR_START'. Проверить параметр SLAVE_NO или SLAVE_LEN.

3.7 FB 103 'SWR_SFCCOM', FB 104 'SW_AG_COM' und FB 105 'SWR_SFBCOM'

В каждом из пакетов блоков в библиотеке SWR_LIB Вы найдете один из вышеназванных функциональных блоков. Номера этих блоков (FB 103 bzw. FB 104 bzw. FB 105) изменяться не должны.

Функциональные блоки вызываются FB 101 'SWR_ZYK' и организуют передачу данных от устройства Master к устройству Reserve.

Обратите внимание на то, чтобы необходимые блоки были загружены в оба CPU резервированной системы.

Замечание:

Если Вы используете FB 104 'SWR_AG_COM', то в Вашем проекте должны быть также блоки FC 5 'AG_SEND' и FC 6 'AG_RCV'. Номера блоков для FC 5 'AG_SEND' и FC 6 'AG_RCV' изменяться не должны.

3.8 Блоки данных DB_WORK_NO, DB_SEND_NO и DB_RCV_NO

Блоки данных DB_WORK_NO, DB_SEND_NO и DB_RCV_NO Вы задаёте при параметрировании FC 100 'SWR_START'.

Действие

Блоки данных служат исключительно для сохранения внутренних данных.

Обязательно обратите внимание!

Указанные выше блоки данных необходимой длины создаются однократно при запуске блоком FC 100 'SWR_START'. Если Вы изменяете параметрирование блока FC 100 'SWR_START', то тогда, как правило, необходимо изменение блоков данных. Поэтому удалите все старые блоки данных, чтобы при запуске могут быть созданы новые блоки данных необходимой длины.

Если Вы изменяете параметрирование FC 100 'SWR_START' и не удаляете блоки данных, то может появиться ошибка.

3.9 Блоки данных DB_A_B и DB_B_A для обмена нерезервированными данными

Блоки данных DB_A_B_NO и DB_B_A_NO Вы создаёте при параметрировании FC 101 'SWR_START'. Длина блока данных указывается при параметрировании в параметрах DB_A_B_NO_LEN и DB_B_A_NO_LEN. Если Вы не используете блок данных, то для длины укажите значение „0“.

Действие

Чтобы станции могли обмениваться данными, которые не являются резервированными, существуют блоки DB_A_B_NO и DB_B_A_NO. Нерезервированными данными могут быть, например, состояния модулей, которые находятся только в центральном устройстве станции А (односторонняя периферия).

С помощью этих двух блоков данных Вы можете организовать обмен информацией между станцией А и станцией В. Как правило, при этом речь идет о нерезервированных данных, которые используются только в одной станции и передаются в другую.

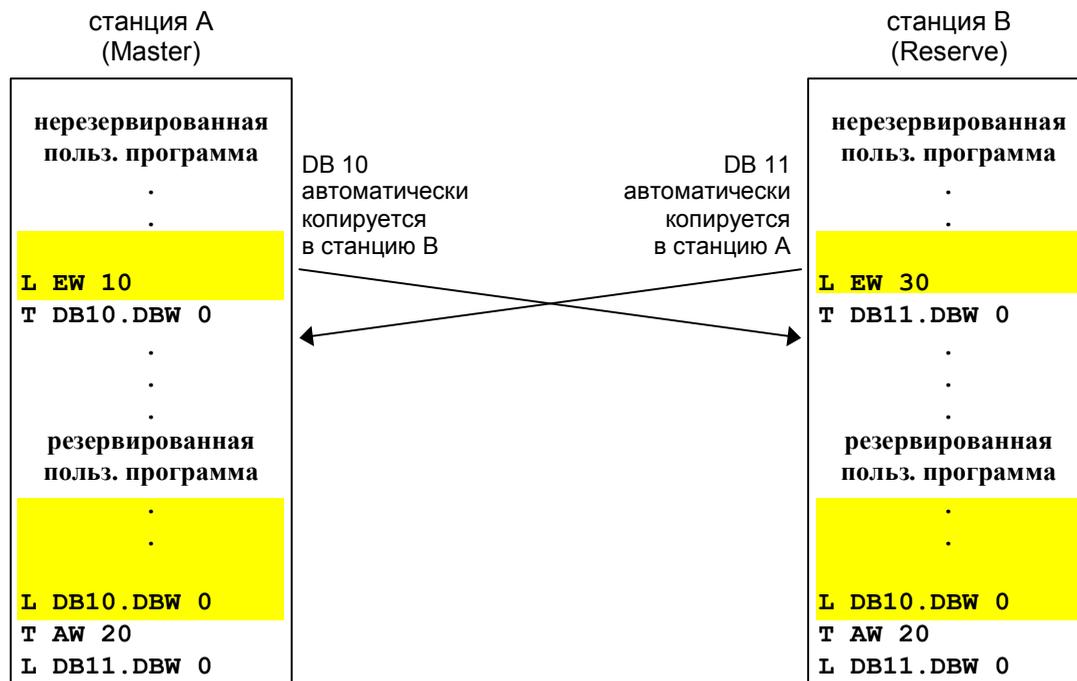
Обмен данными позволяет обеим станциям иметь в своем распоряжении одинаковые данные. Таким образом резервированная часть пользовательской программы может обмениваться данными с нерезервированной (стандартной) программой.

Пример:

В центральном устройстве станции А находится односторонняя периферия с входным словом EW 10, а в центральном устройстве станции В находится односторонняя периферия с входным словом EW 30. Состояния этих входных слов должны передаваться в другую станцию и отображаться в резервированной программе через выходные слова AW 20 и AW 40.

Действия:

1. При параметрировании FC 100 'SWR_START' задайте блоки данных, например DB_A_B = DB 10 и DB_B_A = DB 11.
2. В пользовательской программе запишите необходимую последовательность команд в станциях А и В.



3.10 Блок данных DB_COM_NO

Блок данных DB_COM_NO создается Вами при параметрировании FC 100 'SWR_START' и является блоком данных Instanz-DB функционального блока FB 101 'SWR_ZYK'.

Действие

Блок данных DB_COM_NO содержит внутренние данные для коммуникации, а также слово статуса и слово управления. DB_COM_NO является блоком данных Instanz-DB функционального блока FB 101 'SWR_ZYK'.

Обязательно обратите внимание!

DB_COM_NO является блоком данных Instanz-DB блока FB 101 'SWR_ZYK' и создается пакетом STEP 7.

Чтобы блок был создан, в Вашем проекте должны быть все системные функции (SFB, SFC), используемые программным резервированием. Создание необходимых системных функций Вы найдете в разделе [технические данные блоков](#).

Структура блока данных

DBW	значение	содержание
0...6	внутренние данные	входные и выходные параметры FB 101 'SWR_ZYK'
8	статусное слово	статусное слово программного резервирования
10	управляющее слово	управляющее слово программного резервирования
с 12	внутренние данные	безразлично

3.11 Пример для быстрого старта с минимальной конфигурацией

Для быстрого старта мы подготовили для Вас на CD два примера, которые с помощью инсталляционной программы копируются в каталог проекта STEP 7.

Это примеры для S7-300 и S7-400. В примере для S7-300 выбран CPU 315-2DP, в примере для S7-400 выбран CPU 414-2DP. В обоих примерах для резервированного подключения используются MPI-интерфейсы CPU.

Само собой разумеется, что Вы можете модифицировать эти примеры, например, использовать другое CPU. В этом случае Вы должны соответственно изменить аппаратную конфигурацию.

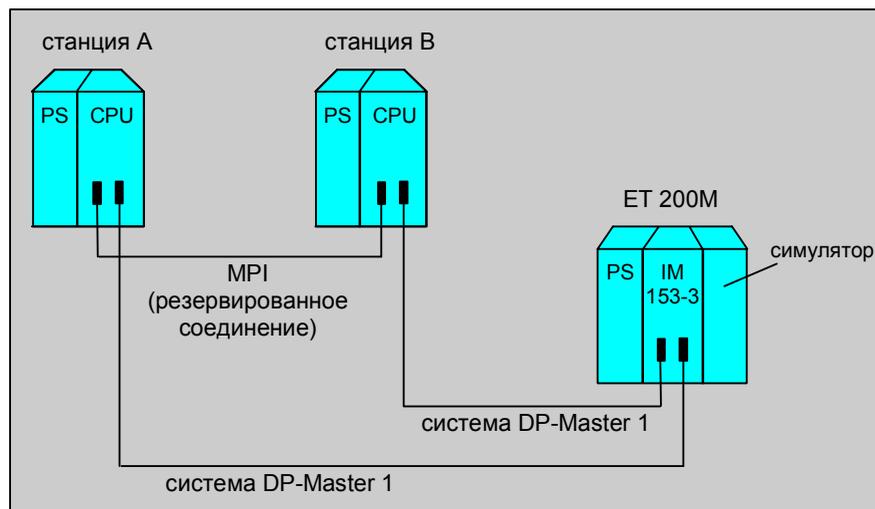
Аппаратные компоненты для примера S7-300

В примере для S7-300 выбрана минимальная конфигурация. Каждая из обеих станций состоит из профильной планки, источника питания и CPU 315-2DP. Децентрализованное периферийное устройство ET 200M состоит из источника питания, модуля подключения DP-Slave IM 153-3 и симулятора (1 байт входов и 1 байт выходов, адрес 0).

Аппаратные компоненты для примера S7-400

В примере для S7-400 выбрана минимальная конфигурация. Каждая из обеих станций состоит из носителя модулей, источника питания и CPU 414-2DP. Децентрализованное периферийное устройство ET 200M состоит из источника питания, модуля подключения DP-Slave IM 153-3 и симулятора (1 байт входов и 1 байт выходов, адрес 0).

Обзор: Аппаратная конфигурация для примера с S7-300/S7-400



Ваши действия:

- Откройте проект с примером
- Перенесите "Аппаратную конфигурацию" в станцию А и станцию В
- Перенесите все блоки из обоих контейнеров блоков в соответствующую станцию
- Только для S7-400: Перенесите проектирование связей в обе станции.

Проверка работоспособности

Включите обе станции в RUN и проверьте их работоспособность, для чего с помощью таблицы переменных VAT1 в обеих программах проверьте следующее:

1. Считайте статусное слово станции А (DB5.DBW8).
Должно отображаться число 1000 0000 0000 0101. Значение: Станция является устройством А и Master и все DP-Slave откликаются.
2. Считайте статусное слово станции В (DB5.DBW8):
Должно отображаться число 1000 0000 0000 1010. Значение: Станция является устройством В и Reserve и все DP-Slave откликаются.

В управляющем слове установите бит переключения Master-Reserve (DB5.DBX10.0) и снова проверьте статус.

В статусном слове биты DBX 9.0 и DBX 9.1 в обеих станциях должны поменять свое состояние. Кроме того, должен поменяться активный интерфейс der IM 153-3.

3.12 Технические данные блоков

Блок	Требует памяти	Используемые системные функции
FC 100 'SWR_START'	2,6 kB	SFC 22 'CREATE_DB', SFC 5 'GADR_LGC', SFC 50 'RD_LGADR', SFC 46 'STP', SFC 47 'WAIT'
FB 101 'SWR_ZYK'	3,7 kB	SFC 64 'TIME_TCK', SFB 3 'TP'
FC 102 'SWR_DIAG'	2 kB	SFC 51 'RDSSYST', SFC 58 'WR_REC', SFC 59 'RD_REC'
FB 103 'SWR_SFCCOM'	1,5 kB	SFC 20 'BLKMOV', SFC 65 'X_SEND', SFC 66 'X_RCV'
FB 104 'SWR_AG_COM'	1,5 kB	SFC 20 'BLKMOV', FC 5 'AG_SEND', FC 6 'AG_RCV'
FB 105 'SWR_SFBCOM'	1,5 kB	SFB 12 'BSEND', SFB 13 'BRCV', SFB 23 'USTATUS'

4 Рекомендации и дополнения

4.1 Признаки и свойства

Ниже представлен обзор важных признаков:

Признак	Описание/пояснение
Повышенная работоспособность системы	Система состоит из двух CPU. Одно CPU – die Master-CPU (станция Master) – обрабатывает пользовательскую программу, и кроме того, переносит необходимую информацию, которая в случае ошибки необходима для продолжения обработки резервированной (частичной) пользовательской программы вторым CPU – der Reserve-CPU (станцией Reserve). Станция Reserve обрабатывает не резервированную программу, а только локальную (не резервированную) пользовательскую программу. При отключении первого CPU обработка пользовательской программы продолжается вторым (принцип Master-Reserve).
Время для передачи последних данных от устройства Master к устройству Reserve	Зависит от CPU, используемой сети или протокола коммуникации и размера пользовательской программы. см. также: длительность передачи данных от Master к Reserve
Время переключения от Master на Reserve	Зависит от причины переключения, длительности передачи данных и количества подключенных DP-Slave см.: длительность переключения Master-Reserve
Пользовательская программа	Пользовательская программа в обоих CPU может быть идентична полностью или только частично
Языки программирования	LAD, FBD, STL , а также CFC и SCL
Использование стандартных функциональных блоков	Могут использоваться все функциональные блоки Исключение: блоки, которые используют S7-таймеры и/или S7-счетчики; допустимы только IEC-счетчики и IEC-таймеры
Использование стандартных программных регуляторов	Нет ограничений для стандарта SIMATIC S7 Исключение: блоки, которые используют S7-таймеры и/или S7-счетчики
Обработка прерываний в пользовательской программе	Нет ограничений для стандарта SIMATIC S7 Во время переключения Master-Reserve могут быть потеряны прерывания (обработка прерываний может отсутствовать)
Количество DP-Slave из ET 200M, которые можно использовать	Зависит от используемых CPU (для CPU 414-2DP возможно до 64 DP-Slave из ET 200M)
Дискретная/аналоговая периферия	Все дискретные/аналоговые модули, которые можно использовать из устройства периферии ET 200M
Функциональные модули	Можно использовать модуль счетчиков FM 350 в ET 200M
макс. допустимые резервированные объемы данных для передачи	8 Кбайт для S7-300 64 Кбайт для S7-400
Вторая/третья ошибка	Обрабатывается только первая ошибка, т.е. если во время обработки ошибки встречается вторая или третья ошибка, то может случиться, что например, резервированная программа не будет обработана.

4.2 Переключение Master-Reserve

Определение:

Мы говорим о переключении Master-Reserve, если CPU меняют состояние Master-Reserve, а интерфейсы DP-Slave – активную сторону.

Причина переключения Master-Reserve

Причина переключения Master-Reserve может быть разной:

- запрос переключения Master-Reserve на уровне пользователя (установлен бит в управляющем слове)
- отключение устройства Master (POWER OFF или STOP)
- неисправность в системе DP-Master устройства Master
- отключение резервированного интерфейса DP-Slave

см. также:

[Как работает система с программным резервированием?](#)

[Длительность переключения Master-Reserve](#)

4.3 Длительность переключения Master-Reserve

Длительность переключения Master-Reserve суммируется в худшем случае из времени определения ошибки, передачи данных и переключения DP-Slaves.

Наихудший случай:

Длительность переключения Master-Reserve = время определения ошибки
+ время передачи данных
+ время переключения DP-Slave

см. также:

[Длительность передачи данных от Master к Reserve](#)

[Время переключения DP-Slave ET200M](#)

[Длительность определения ошибки при неисправностях в резервированной системе](#)

4.3.1 Длительность передачи данных от Master к Reserve

Длительность передачи данных от Master к Reserve зависит от многих факторов:

- скорость передачи данных используемых CPU
- сеть, используемый тип соединения и скорость передачи
- объем передаваемых данных

Как правило, в течение одного цикла не все данные могут быть переданы от одной станции в другую. Чтобы передача данных не сильно загружала цикл, данные разбиваются на части и передаются небольшими пакетами за несколько циклов.

Передаваемый объем данных включает в себя область PIQ, область меркеров и область блоков данных, которые Вы указали в FC 100 'SWR_START', а также другие внутренние данные.

Практическое правило для оценки передаваемого объема данных

Чтобы оценить передаваемый объем данных, на практике используется следующее простое правило:

объем данных = 3-кратному количеству используемых выходных байтов

В следующей таблице представлено типичное время передачи для CPU 315-2DP и CPU 414-2DP:

Время передачи для резервированной системы с двумя CPU 315-2DP

Так как передача данных организована для FB 104 'SWR_AG_COM' блоками по 240 байт, а для FB 103 'SWR_SFCCOM' блоками по 76 байт, за один вызов программного резервирования может быть передан только один блок. Таким образом, передаваемый объем данных зависит от интервала вызова программного резервирования.

Время передачи для PROFIBUS (AG_SEND) на скорости 187,5 Кбод ... 1,5 Мбод	Время передачи для Industrial Ethernet (AG_SEND) на скорости 10 Мбод	Время передачи для MPI-соединения (XSEND) на скорости 187,5 Кбод
60 мс на блок 240 байт	48 мс на блок 240 байт	152 мс на блок 76 байт

Замечание к таблице для CPU 315-2DP:

Указанные данные действительны для сетей, к которым подключены обе станции резервированной системы. Резервированная пользовательская программа записана в OB 1. Время выполнения OB 1 составляет макс. 10 мс.

Если к сети подключено больше чем 2 участника, то в зависимости от выбранной скорости передачи указанное время передачи может увеличиваться (при 1,5 Мбод и 10 Мбод скорость передачи остается почти постоянной).

Время передачи для резервированной системы с двумя CPU 414-2DP

Количество передаваемых байтов	Время передачи для PROFIBUS / Industrial Ethernet на скорости от 187,5 Кбод до 12 Мбод	Время передачи для MPI-соединения на скорости 187,5 Кбод
1 Кбайт	250 мс	340 мс
4 Кбайт	1 с	1,36 с
16 Кбайт	4 с	5,44 с
64 Кбайт	16 с	21,76 с

Замечание к таблице для CPU 414-2DP:

Указанные данные действительны для сетей, к которым подключены обе станции резервированной системы и коммуникация производится с помощью блоков BSEND/BRCV.

Если к сети подключено больше двух участников, то время передачи может увеличиться.

В зависимости от коммуникационной мощности (К-шины) CPU скорость передачи может увеличиваться (CPU 412) или уменьшаться (CPU 416).

4.3.2 Время переключения для DP-Slave ET200M

При переключении Master-Reserve модули DP-Slave ET 200M автоматически переключаются с системы DP-Master устройства Master на систему DP-Master устройства Reserve. В течение одного интервала вызова автоматически могут переключиться до 4 DP-Slave для S7-300 и до 8 DP-Slave для S7-400. Если DP-Slave больше, чем 4 или 8, то они переключаются по группам за несколько интервалов вызова.

Требование к интервалу вызова OB 1 ... OB 35

Интервал между двумя вызовами OB 1 или двумя временными OB должен быть больше, чем время переключения 4 или 8 DP-Slave. Интервал вызова может быть меньше только в том случае, если Вы используете меньше, чем 4 или 8 DP-Slave (значения времени приведены в таблице).

CPU 315-2DP с интегрированным DP-Master

Количество DP-Slave	CPU из S7-300 с интегрированным DP-Master...			
	12 Мбод	1,5 Мбод	500 Кбод	187,5 Кбод
1	6 мс	6 мс	7 мс	12 мс
2	12 мс	12 мс	14 мс	24 мс
4	25 мс	25 мс	30 мс	50 мс
8	2 x 25 мс	2 x 25 мс	2 x 30 мс	2 x 50 мс
16	4 x 25 мс	4 x 25 мс	4 x 30 мс	4 x 50 мс
32	8 x 25 мс	8 x 25 мс	8 x 30 мс	8 x 50 мс
64	16 x 25 мс	16 x 25 мс	16 x 30 мс	16 x 50 мс

CPU со встроенным DP-Master или CP как DP-Master для станции S7-400

Количество DP-Slave	CPU из S7-400 с интегрированным DP-Master ...				CP как DP-Master (CP 443-5) 187,5 Кбод ... 12 Мбод
	12 Мбод	1,5 Мбод	500 Кбод	187,5 Кбод	
1	5 мс	9 мс	13 мс	20 мс	55 мс
2	10 мс	18 мс	26 мс	40 мс	100 мс
4	20 мс	36 мс	39 мс	80 мс	200 мс
8	40 мс	64 мс	78 мс	160 мс	400 мс
16	2 x 40 мс	2 x 64 мс	2 x 78 мс	2 x 160 мс	2 x 400 мс
32	4 x 40 мс	4 x 64 мс	4 x 78 мс	4 x 160 мс	4 x 400 мс
64	8 x 40 мс	8 x 64 мс	8 x 78 мс	8 x 160 мс	8 x 400 мс

4.3.3 Длительность определения ошибки при неисправности в резервированной системе

В следующих таблицах представлено максимальное время определения ошибок в системе и реакция системы на различные причины ошибок.

Неисправности в устройстве Master

Причина неисправности	Время определения ошибки	Реакция
CPU устройства Master в STOP или в устройстве Master выключено питание (POWER OFF)	около 1 с*	<ol style="list-style-type: none"> 1. DP-интерфейсы автоматически переключаются на новый Master 2. автоматич. переключение Master-Reserve 3. в статусном слове отображается «отказ резервированного соединения»
DP-Master в устройстве Master отключен или отключена полностью система DP-Master в устройстве Master	меньше мс	<ol style="list-style-type: none"> 4. DP-интерфейсы автоматически переключаются на новый Master 5. автоматическое переключение Master-Reserve 6. в стат. слове отображается „нет DP-Slave“

* для систем с S7-400 указанное время определения ошибки уменьшается с 1 с до 100 мс, если используется пакет блоков BSEND и сообщения о состоянии передаются автоматически (требуется параметрирование в проектировании связей).

Неисправности в устройстве Reserve

Причина неисправности	Время определения ошибки	Реакция
CPU устройства Reserve в STOP или в устройстве Reserve выключено питание (POWER OFF)	около 1 с	<ul style="list-style-type: none"> • нет реакции в устройстве Master; Master работает далее без изменений • в статусном слове отображается « отказ резервированного соединения»
DP-Master в устройстве Reserve отключен или отключена полностью система DP-Master в устройстве Reserve	меньше мс	<ul style="list-style-type: none"> • нет реакции в устройстве Master; Master работает далее без изменений • в статусном слове отображается „нет DP-Slave“

Неисправности в резервированном соединении

Причина неисправности	Время определения ошибки	Реакция
Отказ резервированного соединения	около 1 с **	<ul style="list-style-type: none"> • Обе станции становятся Master; DP-Slave остаются подчинены тому же устройству Master, что и ранее • отображается потеря связи с CPU; в статусном слове отображается «отказание резервированного соединения»

** при большом интервале вызова программного резервирования (> 1 с) время определения отключения составляет не меньше 3-4 интервалов вызова.

Неисправности в децентрализованной периферии

Причина неисправности	Время определения ошибки	Реакция
Подключенные к устройству Master DP-интерфейсы ET 200M (IM 153-3) отключились	несколько мс	<ol style="list-style-type: none"> 1. DP-интерфейс ET 200M переключается на устройство Reserve 2. Переключение всех других DP-Slave на устройство Reserve 3. Автоматическое переключение Master-Reserve
Подключенные к устройству Reserve DP-интерфейсы ET 200M (IM 153-3) отключились	несколько мс	<ul style="list-style-type: none"> • нет реакции в устройстве Master; Master работает далее без изменений • в статусном слове Reserve отображается „не все (или ни одного) DP-Slave имеются“
Отключение питания ET 200M (IM 153-3)	несколько мс	<ol style="list-style-type: none"> 4. все откликающиеся DP-Slave переключаются 5. Автоматическое переключение Master-Reserve

4.4 Сети для соединения станций

Две станции могут соединяться в основном по MPI, PROFIBUS или Industrial Ethernet. Из-за малой скорости передачи соединение по MPI используется только тогда, когда передается небольшой объем данных (не более 1 Кбайт).

В зависимости от спроектированного логического соединения Вы должны скопировать блоки для программного резервирования из заданных библиотек.

Варианты соединений S7-300

Станции соединены по...	Сеть подключена через интерфейс...	Скорость передачи	необходимое соединение	блоки из библиотеки
MPI	CPU	187,5 Кбод	не проектируемое соединение	XSEND_300
PROFIBUS	CP 342-5	макс. 1,5 Мбод	FDL-соединение	AG_SEND_300
Industrial Ethernet	CP 345-1	10 Мбод	ISO-соединение	AG_SEND_300

Варианты соединений S7-400

Станции соединены по...	Сеть подключена через интерфейс...	Скорость передачи	необходимое соединение	блоки из библиотеки
MPI	CPU	187,5 Кбод	не проектируемое соединение S7-соединение	XSEND_400 BSEND_400
PROFIBUS	CP 443-5	макс. 12 Мбод	FDL-соединение S7-соединение	AG_SEND_400 BSEND_400
Industrial Ethernet	CP 443-1	10 Мбод	ISO-соединение S7-соединение	AG_SEND_400 BSEND_400

4.5 Изменение конфигурации и пользовательской программы в режиме RUN

Чтобы в ходе работы внести изменения, как правило, необходимо отключить резервирование. При этом на пользовательском уровне в управляющем слове должен устанавливаться бит «отключить резервирование». После установки бита устройство Master обрабатывает пользовательскую программу далее без изменений. В этом случае устройство Master имеет те же свойства, что и стандартное устройство S7-300 или S7-400.

После отключения резервирования изменяется пользовательская программа сначала в устройстве Reserve, затем в устройстве Master. После того, как измененная пользовательская программа заново загрузится в оба CPU, установите в управляющем слове бит «Включение резервирования». После установки бита заново устанавливается резервированное соединение и система снова работает с повышенной работоспособностью.

Изменение объема резервированной области данных при этом невозможно. Области данных изменяются только с помощью нового вызова блока FB, так как при этом создается новый Instanz-DB. Разумеется, содержимое данных может меняться, если объем области данных не изменяется.

Замечание: Если Вы предполагаете, что при работе потребуется вносить изменения, задавайте область данных побольше.

Ниже описываются действия при изменении программы и конфигурации резервированного программного обеспечения, а также способы включения:

Изменение программы в резервированной программе в режиме RUN

Действуйте следующим образом:

1. Отключите резервирование (установите бит 11.0 в управляющем слове).
2. Измените и протестируйте пользовательскую программу в Reserve-CPU.
3. Снова включите резервирование (установите бит 11.1 в управляющем слове).
4. Произведите переключение Master-Reserve.

Результат: После переключения Master-Reserve CPU обрабатывает измененную пользовательскую программу (и Вы можете теперь таким же образом изменить программу во втором CPU).

Изменение объема резервированной области памяти при этом не возможно.

Повторное включение отключившегося DP-Slave ET 200M (IM 153-3) в резервированной части

Действуйте следующим образом:

1. Замените дефектный интерфейсный модуль
или
2. восстановите питание

Результат: Программное резервирование автоматически подключает модуль DP-Slave к интерфейсному модулю, соответствующему Master-CPU.

Новый DP-Slave ET 200M (IM 153-3) в резервированной части

Действуйте следующим образом:

1. Выключите резервирование (установите бит 11.0 в управляющем слове).
2. Переведите Reserve-CPU в STOP.
3. Запроектируйте новый DP-Slave и перенесите аппаратную конфигурацию.
4. Измените соответствующие параметры в вызове FC 100 'SWR_START' (PAA_FIRST, PAA_LAST, SLAVE_NO, SLAVE_LEN).
5. Сотрите блоки данных DB_WORK_NO, DB_SEND, DB_RCV, DB_A_B_NO, DB_B_A_NO.
6. Переведите это CPU снова в RUN. (В этом CPU загружены неактуализированные резервированные данные.)
7. Переведите другое CPU в STOP. (CPU с новой конфигурацией управляет процессом.) Запроектируйте новый DP-Slave и перенесите аппаратную конфигурацию.
8. Измените соответствующий параметр в вызове FC 100 'SWR_START' (PAA_FIRST, PAA_LAST, SLAVE_NO, SLAVE_LEN).
9. Сотрите блоки данных DB_WORK_NO, DB_SEND, DB_RCV, DB_A_B_NO, DB_B_A_NO.
10. Переведите это CPU снова в RUN.

Результат: Новый DP-Slave ET 200M введен в действие в резервированной части.

Замечание: Перенастройка без нового задания резервированной области возможна с помощью второй самостоятельной резервированной программы с собственной областью данных. В этой дополнительной программе используются новые дополнительные области данных.

Замена CPU или обновление программного обеспечения

Действуйте следующим образом:

1. Заменяемый CPU переведите в STOP.
2. Замените CPU и перенесите аппаратную конфигурацию, блоки пользовательской программы и проектирование связей.
3. Переведите это CPU снова в RUN.

Результат: Новое CPU работает как Reserve.

Установка и подключение периферийных модулей

Периферийные модули можно устанавливать и подключать обычным образом по стандарту S7. Обратите внимание на то, чтобы во время замены модуля не произошло переключение Master-Reserve, для чего следует, например, отключить резервирование (блокировать переключение Master).

4.6 Особенности программирования в CFC

Если Вы создаете Вашу пользовательскую программу в CFC, то Вам необходимо вызвать блок FC 100 'SWR_START' внутри функционального блока (FB). Необходимую для этого программу Вы должны написать в STL. Только этот FB Вы можете внести в CFC в группу запуска 'Startup'.

Мы уже подготовили для Вас блок FC с необходимой программой. Вы найдете его в каталоге 'Blocks' примеров для S7-400. Функциональный блок имеет имя 'FC 99'.

4.7 Модули, используемые для программного резервирования

В настоящее время для программного резервирования могут использоваться следующие модули (состояние на 02/98). Спектр модулей постоянно расширяется. Если у Вас есть вопросы и Вы хотите использовать другие модули, обратитесь службу технической поддержки.

Используемые центральные устройства

Обозначение	Заказной номер
Центральное устройство CPU 315-2DP	6ES7 315-2AFxx-0AB0
Центральное устройство CPU 316-2DP	6ES7 316-2AGxx-0AB0
Центральное устройство CPU 318-2DP	6ES7 316-2AJxx-0AB0
Центральное устройство CPU 412-1	6ES7 412-1XFxx-0AB0
Центральное устройство CPU 412-2	6ES7 412-2XGxx-0AB0
Центральное устройство CPU 413-1	6ES7 413-1XGxx-0AB0
Центральное устройство CPU 413-2DP	6ES7 413-2XGxx-0AB0
Центральное устройство CPU 414-1	6ES7 414-1XGxx-0AB0
Центральное устройство CPU 414-2DP	6ES7 414-2XGxx-0AB0 6ES7 414-2XJxx-0AB0
Центральное устройство CPU 414-3DP	6ES7 414-3XJxx-0AB0
Центральное устройство CPU 416-1	6ES7 416-1XJxx-0AB0
Центральное устройство CPU 416-2DP	6ES7 416-2XKxx-0AB0 6ES7 416-2XLxx-0AB0
Центральное устройство CPU 416-3DP	6ES7 416-3XLxx-0AB0
Центральное устройство CPU 417-4	6ES7 417-4XLxx-0AB0

Используемые коммуникационные модули с функцией DP-Master

Обозначение	Заказной номер
Коммуникационный модуль CP 443-5 Extended (Подключение к сети PROFIBUS)	6EK7 443-5DXxx-0XE0
Интерфейс DP-Master IM 467 или IM 467-FO	6ES7 4675GJxx-0AB0 6ES7 4675FJxx-0AB0

Используемые коммуникационные модули для подключения станций

Обозначение	Заказной номер
Коммуникационный модуль CP 342-5	6ES7 342-5DA00-0XE0
Коммуникационный модуль CP 343-1	6EK7 343-1BA00-0XE0
Коммуникационный модуль CP 443-5 Extended (Подключение к сети PROFIBUS)	6EK7 443-5DXxx-0XE0
Коммуникационный модуль CP 443-ISO1 (Подключение к сети Industrial Ethernet)	6EK7 443-1BXxx-0XE0

Используемые модули для устройства децентрализованной периферии ET 200M

Обозначение	Заказной номер
Интерфейс DP-Slave IM 153-3	6ES7 153-3AA00-0XB0 начиная с версии 2 6ES7 153-3AA01-0XB0
2x Интерфейс DP-Slave IM 153-2	6ES7 153-2AA02-0XB0 начиная с версии 2 6ES7 153-2AB01-0XB0 начиная с версии 2
все дискретные и аналоговые модули для ET 200M	(см. каталог ST70)
Модуль счетчиков FM 350	6ES7 350-1AH01-0AE0
CP 341 (20 TTY, RS232, RS422/485)	6ES7 341-1xH01-0AE0

4.8 Связь с другими станциями

Само собой разумеется, что система с программным резервированием может связываться также с другими станциями. Далее показаны некоторые варианты.

Так как в децентрализованном периферийном устройстве ET 200M не могут устанавливаться коммуникационные модули, коммуникация производится через те CP, которые установлены в центральном устройстве.

Чтобы повысить надежность коммуникации, Вы должны установить один CP в центральном устройстве станции А и один CP в центральном устройстве станции В.

См. также:

[Обмен данными с одной станцией S7-300/S7-400](#)[Обмен данными со второй системой с программным резервированием](#)

4.8.1 Обмен данными с одной станцией S7-300/S7-400

Проектирование связей со стандартной системой

1. Запроектируйте связь станции А со станцией S7-300/400.
2. Запроектируйте связь станции В со станцией S7-300/400.

Пользовательская программа для станций А и В

Чтобы не произошел разрыв связи, коммуникационные блоки должны обрабатываться также резервным устройством. По этой причине мы рекомендуем следующую структуру резервированной пользовательской программы:

Циклическая программа OB 1 или управляемая по времени программа OB 35

<pre>CALL FB 101, DB5 DB_WORK_NO :=DB1 CALL_POSITION :=TRUE RETURN_VAL :=MW6 EXT_INFO :=MW8</pre>	<p>Сначала вызовите OB 1 или OB 35 блока FB 101 с параметром CALL_POSITION равным TRUE.</p> <p>В указанном Instanz-DB Вы можете использовать информацию о статусе и управлении.</p>
<pre>U DB5.DBX 9.1 SPB M001</pre>	<p>Используя информацию о статусе, запрограммируйте CPU так, чтобы оно пропускало пользовательскую программу, если работает как устройство Reserve.</p>
<p>Резервированная пользовательская программа</p>	<p>Здесь напишите резервированную пользовательскую программу.</p>
<pre>M001: CALL FC 1 Пользовательская программа для коммуникации</pre>	<p>Здесь напишите пользовательскую программу для коммуникации.</p>
<pre>CALL FB 101, DB5 DB_WORK_NO :=DB1 CALL_POSITION :=FALSE RETURN_VAL :=MW10 EXT_INFO :=MW12</pre>	<p>В конце вызовите OB 1 или OB 35 блока FB 101 с параметром CALL_POSITION равным FALSE. Таким образом Вы сообщаете системе, что обработка резервированной польз. программы завершена</p>

В FC 1 запрограммируйте вызов коммуникационных блоков. Обратите внимание, что по меньшей мере номера запросов R_ID для станции А и станции В должны различаться.

В передаваемой области данных должно находиться статусное слово, чтобы принимающее устройство могло определить, какое соединение активно. Другую информацию из принимаемых данных использует только устройство Master.

Если Вы пишете Вашу пользовательскую программу в CFC, то прежде запрограммируйте блок FC 1 в LAD, FBD или STL. Блок не должен содержать процессных переменных и номеров сообщений.

Пример программы в FC1

The screenshot shows the SIMATIC Manager interface for editing a function block (FC1). At the top, a table lists declared variables:

Address	Decl.	Name	Type	Initial Va	Comment
	in				
	out				
	in_out				
0.0	temp	R_ID	DWORD		

Below the table, the main editor displays the code for **Network 1**:

```

FC1 : Title:
Comment:

Network 1: Title:
Comment:

      A      DB5.DBX   8.3           //check of PLC_Class
      JC      ASB
      L      DW#16#3           //set R_ID for PLC A
      T      #R_ID
      JIJ     BSEN

ASB: L      DW#16#4           //set R_ID for PLC B
     T      #R_ID

BSEN: CALL  SFB   12 , DB110       //call BSEND with selected R_ID
        REQ   :=M0.0
        R     :=M0.1
        ID    :=W#16#2
        R_ID  :=#R_ID
        DONE  :=M0.2
    
```

The status bar at the bottom indicates 'Offline', 'IEC 1:6', and 'Insert' mode.

4.8.2 Обмен данными со второй системой с программным резервированием

Чтобы обе системы могли переключаться независимо друг от друга, необходимо запроецировать в общей сложности 4 соединения.

1. Для станций А запроецируйте два соединения для резервированной системы.
2. Для станций В запроецируйте два соединения для резервированной системы.

Пользовательская программа для станций А и В

Чтобы не произошел разрыв связи, коммуникационные блоки должны обрабатываться также резервным устройством. По этой причине мы рекомендуем следующую структуру резервированной пользовательской программы:

Циклическая программа OB 1 или управляемая по времени программа OB 35

<pre>CALL FB 101, DB5 DB_WORK_NO :=DB1 CALL_POSITION :=TRUE RETURN_VAL :=MW6 EXT_INFO :=MW8</pre>	<p>Сначала вызовите OB 1 или OB 35 блока FB 101 с параметром CALL_POSITION равным TRUE.</p> <p>В указанном Instanz-DB Вы можете использовать информацию о статусе и управлении.</p> <p>Используя информацию о статусе, запрограммируйте CPU так, чтобы оно пропускало пользовательскую программу, если работает как устройство Reserve.</p> <p>Здесь напишите резервированную пользовательскую программу.</p> <p>Здесь напишите пользовательскую программу для коммуникации.</p> <p>В конце вызовите OB 1 или OB 35 блока FB 101 с параметром CALL_POSITION равным FALSE. Таким образом Вы сообщаете системе, что обработка резервированной польз. программы завершена</p>
<pre>UN DB5.DBX 9.1 SPB M001</pre>	
<p style="text-align: center;">Резервированная пользовательская программа</p>	
<pre>M001: CALL FC 1 CALL FC 2</pre> <p style="text-align: center;">Пользовательская программа для коммуникации</p>	
<pre>CALL FB 101, DB5 DB_WORK_NO :=DB1 CALL_POSITION :=FALSE RETURN_VAL :=MW10 EXT_INFO :=MW12</pre>	

В FC 1 запрограммируйте вызов коммуникационных блоков. Обратите внимание, что по меньшей мере номера запросов R_ID для станции А и станции В должны различаться.

В передаваемой области данных должно находиться статусное слово, чтобы принимающее устройство могло определить, какое соединение активно. Другую информацию из принимаемых данных использует только устройство Master.

Если Вы пишете Вашу пользовательскую программу в CFC, то прежде запрограммируйте блок FC 1 в LAD, FBD или STL. Блок не должен содержать процессных переменных и номеров сообщений.

Пример программы в FC 1 или FC 2

The screenshot shows the SIMATIC Manager interface for editing a function block (FC1). The title bar indicates the project path: LAD/STL/FBD - [414_14_170298\SIMATIC 400(A)\CPU414-2 DP\... \FC1 - <Offline>]. The menu bar includes File, Edit, Insert, PLC, Debug, View, Options, Window, and Help. The toolbar contains various icons for file operations and execution. Below the toolbar is a table for variable declarations:

Address	Decl.	Name	Type	Initial Va	Comment
	in				
	out				
	in_out				
0.0	temp	R_ID	DWORD		

Below the table, the main editor area shows the following code for Network 1:

```

FC1 : Title:
Comment:
Network 1: Title:
Comment:
A   DB5.DBX  8.3           //check of PLC_Class
JC  ASB
L   DW#16#3              //set R_ID for PLC A
T   #R_ID
JJ  BSEN

ASB: L   DW#16#4          //set R_ID for PLC B
     T   #R_ID

BSEN: CALL SFB 12 , DB110 //call BSEND with selected R_ID
      REQ :=M0.0
      R   :=M0.1
      ID  :=W#16#2
      R_ID :=#R_ID
      DONE :=M0.2
    
```

The status bar at the bottom shows "Press F1 for help.", "Offline", "IEC 1:6", and "Insert".

4.9 Концепция «подмены» для программного резервирования

Наряду со стандартным случаем, когда две станции образуют систему Master-Reserve, существует вариант, обозначаемый как концепция «подмены».

Возможно, для Вас это понятие новое, но сам принцип определенно знаком. Скорее всего, Вы слышали, что в отрасли автомобилестроения бывает рабочий, называемый «подменный», который на время заменяет одного из нескольких работающих – это и есть концепция «подмены».

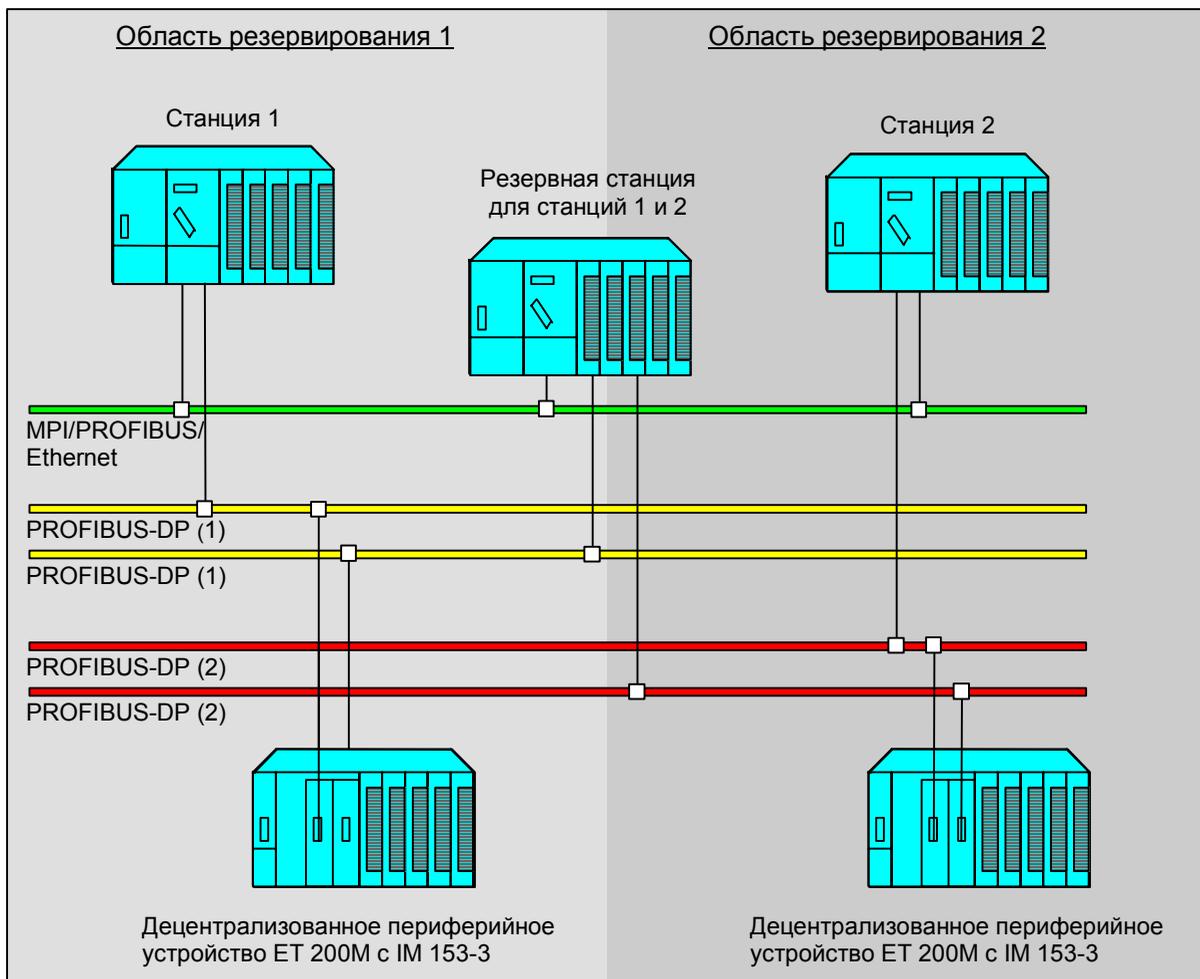
То же самое происходит в случае программного резервирования. Если одна из нескольких станций выходит из строя (на рисунке станция 1 или станция 2), то включается устройство Reserve и выполняет задачу отключившегося устройства.

На что следует обратить внимание?

В основе концепции «подмены» лежат три требования:

- Должно быть одно резервированное соединение между станцией 1 и резервной станцией и второе резервированное соединение между станцией 2 и резервной станцией.
- В резервной станции должны быть загружены пользовательские программы станций 1 и 2.
- Резервной станции должна быть доступна децентрализованная периферия ET 200M станции 1 и станции 2 (в резервной станции находятся два устройства DP-Master).

Резервирование с подменой



4.10 Использование ОВ ошибок

Чтобы при появлении ошибок или определенных событий система не переходила в STOP, Вы можете использовать реакцию по классам приоритета (организационным блокам).

Чтобы при отключении одного DP-Slave не происходил переход в STOP, наряду с ОВ 86 (с FC 102 'SWR_DIAG') в CPU должны быть также следующие ОВ:

- ОВ 80 превышение времени цикла может встретиться при переключении Master-Reserve
- ОВ 82 диагностическое прерывание модуля в резервированном интерфейсе DP-Slave (например, IM 153-3)
- ОВ 83 прерывание по установке/отключению модулей в DP-Slave
- ОВ 85 Ошибка запуска программы, встречается, если отключился интерфейс DP-Slave
- ОВ 87 Ошибка коммуникации
- ОВ 122 Ошибка доступа к периферии (IM 153-3 или модули в станции отключились)

С помощью этих ОВ Вы можете в пользовательской программе реагировать на соответствующие ошибки. Программное резервирование не использует эти ОВ и не производит никакой дополнительной реакции.

Для повышения работоспособности могут загружаться также другие ОВ прерываний.

5 Пример: Программное резервирование с SIMATIC S7-300

Чтобы дать Вам возможность быстро познакомиться с данной темой, мы подготовили пример проекта. Этот проект готов к запуску и Вы можете его модифицировать любым образом.

С помощью упрощенной модели по контролю за уличным туннелем Вы увидите, как просто можно выполнить необходимое проектирование и программирование. В основе примера лежат две станции с центральными модулями CPU 315-2DP.

Специальные шаги и установки, специфичные для программного резервирования, подробно обсуждаются на следующих страницах. Общие сведения, которые уже известны Вам о проектировании и программировании S7-300 или S7-400, как, например, создание проекта или параметрирование CPU, рассматриваем мы только в том случае, когда они необходимы для понимания примера.

5.1 Постановка задачи и технологическая схема

Постановка задачи

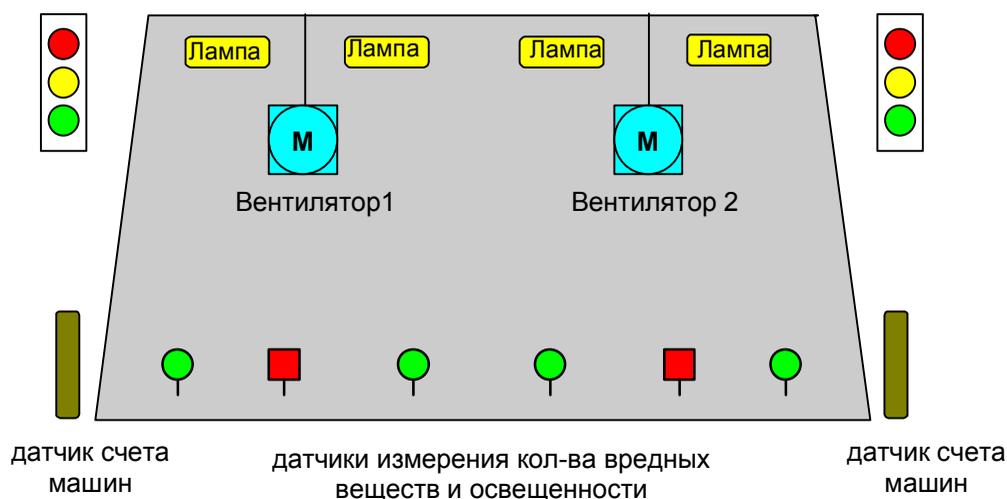
Для вентиляции туннеля используются два вентилятора. Каждый вентилятор имеет две скорости (ступени), которые включаются в зависимости от измеряемой концентрации вредных веществ. Измерение вредных веществ производится двумя аналоговыми датчиками.

Вентиляторы являются главной частью всей установки и должны обладать повышенной работоспособностью. Поэтому пользовательская программа по управлению вентиляторами загружается в обе станции.

Для статистики определяется количество автомашин, проезжающих туннель за день. Въезжающие и выезжающие машины распознаются с помощью индуктивного датчика, представляющего собой вмонтированное в дорожное покрытие кольцо. Для этой части достаточно стандартной надежности S7, поэтому эта часть программы загружается только в станцию А.

Освещенность контролируется четырьмя двоичными датчиками. Если на одном из участков освещение отсутствует, то это отображается двоичным сигналом для соответствующего участка. Для этой части достаточно стандартной надежности S7, поэтому эта часть программы загружается только в станцию В.

Технологическая схема „Контроль туннеля“

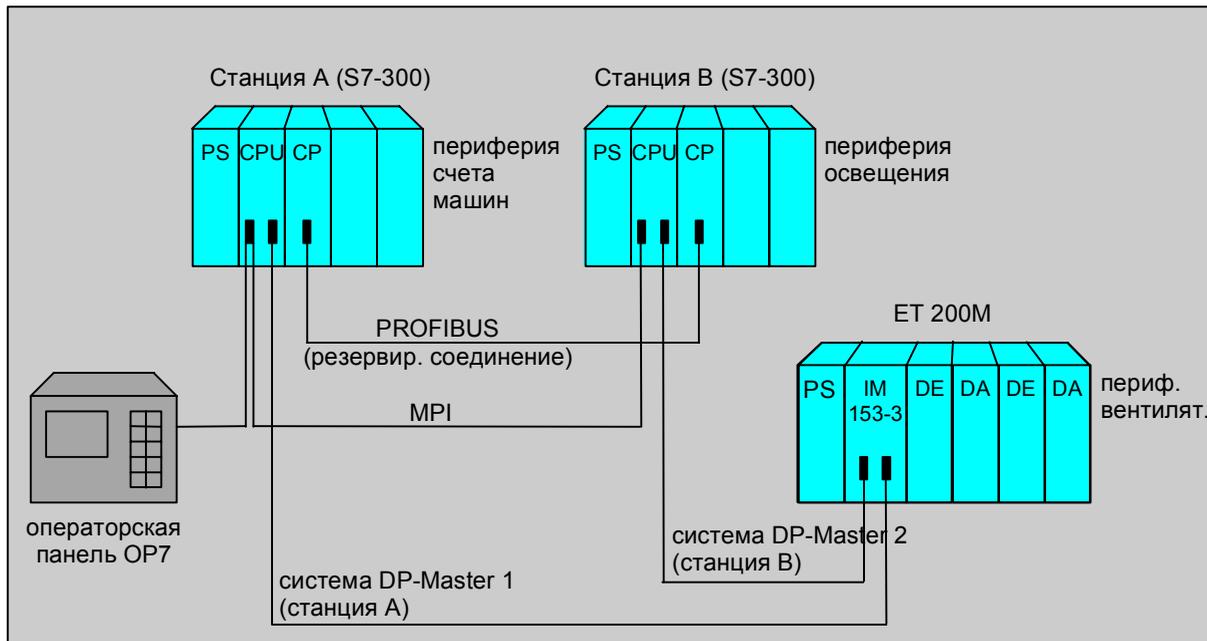


5.2 Аппаратная структура для примера с S7-300

На рисунке ниже представлена необходимая аппаратная структура. Она включает в себя две станции S7-300 с CPU 315-2DP и одним DP-Slave ET 200M. DP-интерфейс IM 153-3 ET 200M имеет одно соединение с CPU в станции А и одно соединение с CPU в станции В.

Станция А и станция В подключены через CP 342-5 к сети PROFIBUS.

Обзор: аппаратная структура для примера с S7-300



Используемое аппаратное обеспечение

Список используемых модулей Вы можете взять из аппаратной конфигурации примера проекта.

5.3 Конфигурирование аппаратного обеспечения

Если Вы хотите изменить или дополнить аппаратную конфигурацию проекта, то необходимо поступить следующим образом:

1. Создайте проект с двумя станциями (например, станцией А и станцией В) и откройте станцию А.
2. Выберите из каталога аппаратного обеспечения носитель модулей.
3. Откройте носитель модулей (для станции А) и установите источник питания, CPU 315-2DP и необходимую периферию ввода/вывода.
4. Откройте вторую станцию и повторите шаги 2 и 3.
5. С помощью drag&drop установите IM 153-3 в систему DP-Master („железная дорога“).
6. Установите периферию ввода/вывода ET 200M.
7. Повторите шаги 5 и 6, если Вы хотите включить в систему DP-Master несколько DP-Slave ET 200M.
8. Скопируйте весь DP-сегмент во вторую систему DP-Master.

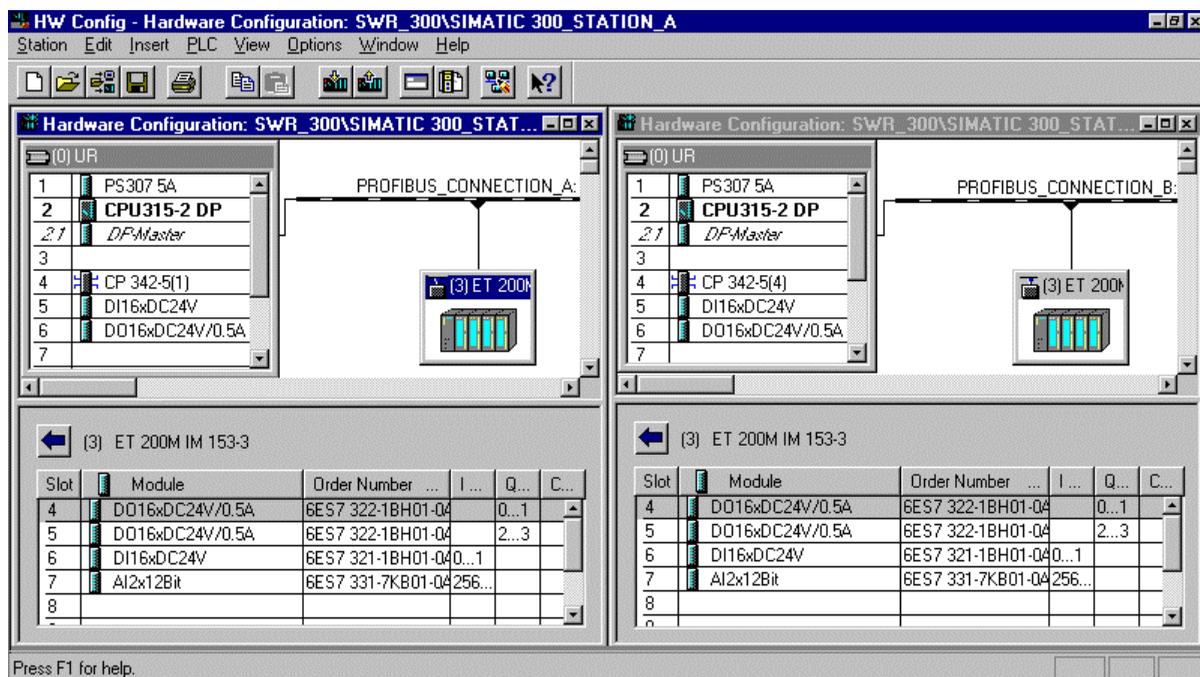
Правила для аппаратной конфигурации

Конфигурация децентрализованной периферии должна быть одинакова в обеих станциях. Чтобы не потерять консистентность, всегда копируйте (даже при небольших изменениях) полную систему DP-Master первой станции в DP-Master второй станции. Используйте для этого команду меню **Verwenden Sie dazu den Menübefehl Edit > Insert Redundant Copy (Редактирование > вставка резервир.копии)**.

С помощью этой команды гарантируется, что периферийные адреса модулей DP-Slave в обеих станциях будут идентичны.

Пример аппаратной конфигурации станции А и станции В

На рисунке показан пример идентичной аппаратной конфигурации в обеих системах DP-Master.



5.4 Проектирование сети

Если Вы хотите изменить или дополнить проектирование сети в примере, то обратите, пожалуйста, внимание на следующие моменты.

Какие сети используются в резервированной системе с программным резервированием?

Для систем с программным резервированием следует различать:

- сеть, по которой обе станции соединены друг с другом (она также называется сетью для резервированного соединения). По этой сети происходит обмен данными между станциями.
- сеть PROFIBUS-DP, к которой подключены системы DP-Master и децентрализованная периферия ET 200M. По этой сети станции связываются с децентрализованной периферией.

Сеть для обмена данными между станциями

Данные, которые передаются от устройства Master к устройству Reserve, могут проходить через MPI, PROFIBUS или Industrial Ethernet.

В нашем примере обмен данными происходит с помощью коммуникационных модулей по сети PROFIBUS.

1. Создайте сеть PROFIBUS.
2. Подключите CP станции А к сети PROFIBUS и выберите адрес участника (например, PROFIBUS-адрес 3).
3. Подключите CP станции В к сети PROFIBUS и выберите адрес участника (например, PROFIBUS-адрес 4).

Сеть PROFIBUS-DP для децентрализованной периферии

Децентрализованное периферийное устройство ET 200M занимает два DP-интерфейса, из которых один подключен к системе DP-Master станции А, а другой - к системе DP-Master станции В.

Действуйте следующим образом:

1. Создайте две сети PROFIBUS-DP (для обеих систем DP-Master).
2. Выберите DP-интерфейс CPU в станции А и соедините с первой сетью PROFIBUS-DP.
3. Выберите DP-интерфейс CPU в станции В и соедините со второй сетью PROFIBUS-DP.
4. Из каталога аппаратного обеспечения выберите IM 153-3 (находится под PROFIBUS-DP в каталоге ET 200M).

5.5 Проектирование связей

Если Вы хотите изменить или дополнить проектирование сети в примере, то обратите, пожалуйста, внимание на следующие моменты.

В примере для обмена данными между станциями выбрана сеть PROFIBUS с FDL-соединением.

Чтобы создать необходимую логическую связь, действуйте следующим образом:

1. Переключитесь из SIMATIC-Manager в обзор сети.
2. Отметьте в меню **View > DP Slaves (Вид > DP-Slaves)**, чтобы в обзоре сети отображались также модули DP-Slave.
3. Выполните двойной щелчок мышью на таблице соединений.

Результат: Открывается диалоговое окно для определения соединения.

4. Выберите обе станции и создайте FDL-соединение.

Обзор сети с DP-Slaves и таблица соединений

The screenshot shows the 'NETPRO: Configuring Networks' window for a project named 'C:\SIEMENS\STEP7\S7PROJ\SWR_300'. The network diagram includes:

- OP7_SWR_Beispiel(1)** connected to the network via an **MPI CONNECTION** (MPI).
- SIMATIC 300_STATION_A** and **SIMATIC 300_STATION_B** connected via **PROFIBUS(FDL)_CONNECTION** (PROFIBUS).
- ET 200M IM 153-3** connected via **PROFIBUS_CONNECTION_A** (PROFIBUS) and **PROFIBUS_CONNECTION_B** (PROFIBUS).

The table below shows the connection details for SIMATIC 300_STATION_B / CPU315-2 DP:

Local ID	Partner ID	Partner	Type	Active	Send Operating Mode Mess
0001 A000	0001 A000	SIMATIC 300_STATION_B / CPU315-2 DP	FDL Connection	-	No

5.6 Разработка пользовательской программы

Если Вы хотите изменить или дополнить проектирование сети в примере, то обратите, пожалуйста, внимание на следующие моменты.

Пользовательская программа примера проекта с S7-300 состоит из

- резервированной программы, которая идентична в обеих станциях и которая запускается в управляемой по времени программе OB 35, а также из
- нерезервированной стандартной пользовательской программы, которая различна в разных станциях и запускается в циклической программе Program OB 1.

Структура пользовательской программы

Далее показано, в каких местах Вы должны вызывать блоки программного резервирования.

Программа запуска OB 100

```
CALL FC 100
AG_KENNUNG      := 'A'
DB_WORK_NO      := DB1
DB_SEND_NO      := DB2
DB_RCV_NO       := DB3
MPI_ADR         := 4
                usw.
```

В OB запуска вызовите функцию FC 100. В FC 100 Вы сообщаете системе, какие адреса используются для коммуникации и какие области данных между двумя станциями обмениваются или обновляются. Области данных: отображение входов, области меркеров, блоки данных и блоки Instanz-DB для IEC-таймеров/IEC-счетчиков.

Упр. по времени программа OB 35

```
CALL FB 101, DB5
DB_WORK_NO      := DB1
CALL_POSITION   := TRUE
RETURN_VAL      := MW6
EXT_INFO        := MW8

U DB5.DBX 9.1
SPB M001

Резервированная пользовательская программа
(часть программы имеется в станции А
и в станции В)

M001: CALL FB 101, DB5
DB_WORK_NO      := DB1
CALL_POSITION   := FALSE
RETURN_VAL      := MW10
EXT_INFO        := MW12
```

Сначала вызовите OB 35 блока FB 101 с параметром CALL_POSITION равным TRUE. В указанном Instanz-DB Вы можете использовать информацию о статусе и управлении.

Используя информацию о статусе, запрограммируйте CPU таким образом, чтобы оно пропускало резервированную пользовательскую программу, если работает как устройство Reserve.

В этом месте вставьте резервированную пользовательскую программу.

В конце вызовите OB 35 блока FB 101 с параметром CALL_POSITION равным FALSE. Таким образом Вы сообщаете системе, что обработка резервированной программы завершена.

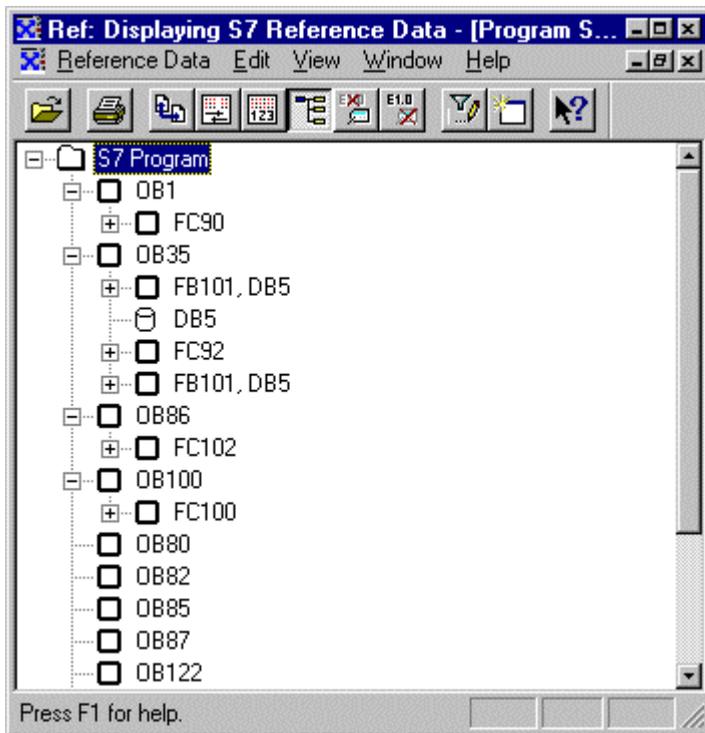
Программа диагностики OB 86

```
CALL FC 102
DB_WORK         := 1
OB86_EV_CLASS   := #OB86_EV_CLASS
OB86_FLT_ID     := #OB86_FLT_ID
RETURN_VAL      := MW14
                .
                .
                .
```

В OB 86 вызовите FC 102 с соответствующей стартовой информацией. Вызов необходим, чтобы система сама могла реагировать на отключение DP-Slave (автоматическое переключение Master-Reserve).

Структура блоков

На следующем рисунке представлена структура пользовательской программы для примера с S7-300. По этому рисунку Вы можете определить структуру вложенности блоков.



Правила для пользовательской программы

Пользовательская программа должна быть организована таким образом, чтобы резервированная часть была отделена от нерезервированной.

В резервированной части программы могут использоваться в качестве счетчиков только IEC-счетчики, а для таймеров – только IEC-таймеры. Использование S7-счетчиков и/или S7-таймеров не допускается, так как нельзя осуществить обмен этими операндами между станциями.

См. также:

[FC 100 'SWR_START'](#)

[FB 101 'SWR_ZYK'](#)

[FC 102 'SWR_DIAG'](#)

5.7 Подключение устройств обслуживания и наблюдения

Для визуализации процессных значений и сообщений в SIMATIC S7 существует новое поколение операторских панелей, которые особенно просты в использовании.

Для резервированной системы особенно подходят операторские панели OP 7 и OP 17. Обе эти панели позволяют выполнить переключение между несколькими станциями вручную по нажатию кнопки. По желанию Вы можете переходить для обслуживания и наблюдения от станции А к станции В.

В нашем проекте для примера с S7-300 мы выбрали операторскую панель OP 7. В проекте для OP 7 уже запроецировано отображение статусного и управляющего слова и некоторые тексты сообщений (со ссылкой на пользовательскую программу).

Тексты сообщений Вы можете изменять по Вашему желанию. Для проектирования сообщений необходим программный пакет ProTool.

См. также:

Описания операторских панелей OP 7 и OP 17 и программного пакета ProTool

6 Пример: Программное резервирование с SIMATIC S7-400

Чтобы дать Вам возможность быстро ознакомиться с данной темой, мы подготовили пример проекта. Этот проект готов к запуску и Вы можете его модифицировать любым образом.

С помощью упрощенной модели по контролю за уличным туннелем Вы увидите, как просто можно выполнить необходимое проектирование и программирование. В основе примера лежат две станции с центральными модулями CPU 414-2DP.

Специальные шаги и установки, специфичные для программного резервирования, подробно обсуждаются на следующих страницах. Общие сведения, которые уже известны Вам о проектировании и программировании S7-300 или S7-400, как, например, создание проекта или параметрирование CPU, рассматриваем мы только в том случае, когда они необходимы для понимания примера.

6.1 Постановка задачи и технологическая схема

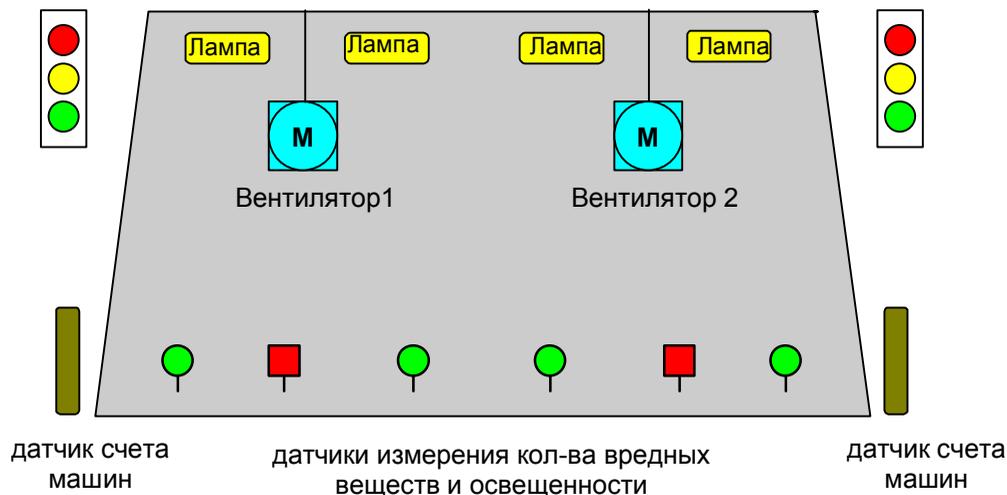
Постановка задачи

Для вентиляции туннеля используются два вентилятора. Каждый вентилятор имеет две скорости (ступени), которые включаются в зависимости от измеряемой концентрации вредных веществ. Измерение вредных веществ производится двумя аналоговыми датчиками. Вентиляторы являются главной частью всей установки и должны обладать повышенной работоспособностью. Поэтому пользовательская программа по управлению вентиляторами загружается в обе станции.

Если максимально допустимая концентрация вредных веществ сохраняется более двух минут, туннель должен блокироваться. Въезд в туннель управляется двумя светофорами. Эта часть системы по причине безопасности также должна обладать повышенной работоспособностью.

Специальные шаги и установки, специфичные для программного резервирования, подробно обсуждаются на следующих страницах. Общие сведения, которые уже известны Вам о проектировании и программировании S7-300 или S7-400, как, например, создание проекта или параметрирование CPU, рассматриваем мы только в том случае, когда они необходимы для понимания примера.

Технологическая схема „Контроль туннеля“

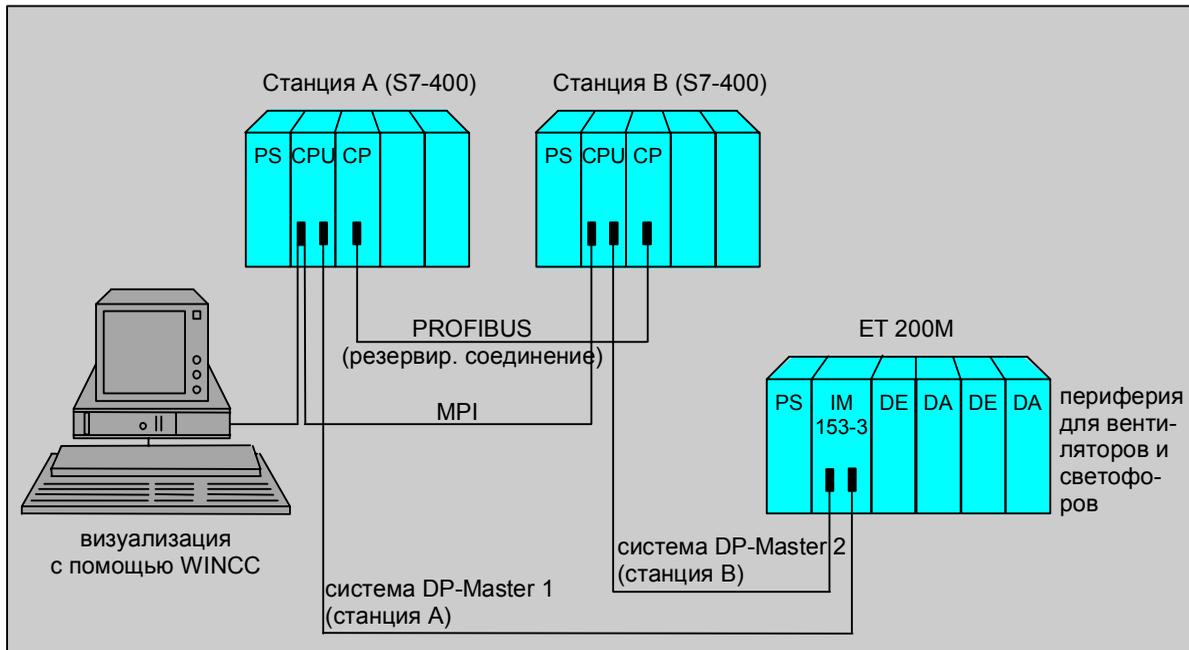


6.2 Аппаратная структура для примера с S7-400

На рисунке ниже представлена необходимая аппаратная структура. Она включает в себя две станции S7-400 с CPU 414-2DP и одним DP-Slave ET 200M. DP-интерфейс IM 153-3 ET 200M имеет одно соединение с CPU в станции А и одно соединение с CPU в станции В.

Станция А и станция В подключены через CP 443-5 к сети PROFIBUS.

Обзор: аппаратная структура для примера с S7-400



Визуализация с помощью WinCC

Для обслуживания и наблюдения и для визуализации установки в проекте мы использовали операторскую станцию.

Чтобы сделать для Вас обслуживание и наблюдение как можно более комфортабельным, мы уже подготовили объект отображения для WinCC. Вы найдете его в примере проекта.

Используемое аппаратное обеспечение

Список используемых модулей Вы можете взять из аппаратной конфигурации примера проекта.

6.3 Конфигурирование аппаратного обеспечения

Если Вы хотите изменить или дополнить аппаратную конфигурацию проекта, то необходимо поступить следующим образом:

1. Создайте проект с двумя станциями (например, станцией А и станцией В) и откройте станцию А.
2. Выберите из каталога аппаратного обеспечения носитель модулей.
3. Откройте носитель модулей (для станции А) и установите источник питания, CPU 414-2DP и необходимую периферию ввода/вывода.
4. Откройте вторую станцию и повторите шаги 2 и 3.
5. С помощью drag&drop установите IM 153-3 в систему DP-Master („железная дорога“).
6. Установите периферию ввода/вывода ET 200M.
7. Повторите шаги 5 и 6, если Вы хотите включить в систему DP-Master несколько DP-Slave ET 200M.
8. Скопируйте полностью всю систему DP-Master в DP-Master второй станции.

Правила для аппаратной конфигурации

Конфигурация децентрализованной периферии должна быть одинакова в обеих станциях.

Чтобы не потерять консистентность, всегда копируйте (даже при небольших изменениях) полную систему DP-Master первой станции в DP-Master второй станции.

Используйте для этого команду меню **Verwenden Sie dazu den Menübefehl Edit > Insert Redundant Copy (Редактирование > вставка резервир.копии)**.

С помощью этой команды гарантируется, что периферийные адреса модулей DP-Slave в обеих станциях будут идентичны.

Пример аппаратной конфигурации станции А и станции В

На рисунке показан пример идентичной аппаратной конфигурации в обеих системах DP-Master.

Slot	Module	Order Number ...	I...	Q...	C...
4	DO16xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BH01-0A	0...1		
5	DO16xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BH01-0A	4...5		
6	DI16xDC24V	6ES7 321-1BH01-0A0...1			
7	AI2x12Bit	6ES7 331-7KB01-0A516...			
8					

6.4 Проектирование сети

Если Вы хотите изменить или дополнить проектирование сети в примере, то обратите, пожалуйста, внимание на следующие моменты.

Какие сети используются в резервированной системе с программным резервированием?

Для систем с программным резервированием следует различать:

- сеть, по которой обе станции соединены друг с другом (она также называется сетью для резервированного соединения). По этой сети происходит обмен данными между станциями.
- сеть PROFIBUS-DP, к которой подключены системы DP-Master и децентрализованная периферия ET 200M. По этой сети станции связываются с децентрализованной периферией.

Сеть для обмена данными между станциями

Данные, которые передаются от устройства Master к устройству Reserve, могут проходить через MPI, PROFIBUS или Industrial Ethernet.

В нашем примере обмен данными происходит с помощью коммуникационных модулей по сети PROFIBUS.

4. Создайте сеть PROFIBUS.
5. Подключите CP станции А к сети PROFIBUS и выберите адрес участника (например, PROFIBUS-адрес 3).
6. Подключите CP станции В к сети PROFIBUS и выберите адрес участника (например, PROFIBUS-адрес 4).

Сеть PROFIBUS-DP для децентрализованной периферии

Децентрализованное периферийное устройство ET 200M занимает два DP-интерфейса, из которых один подключен к системе DP-Master станции А, а другой - к системе DP-Master станции В.

Действуйте следующим образом:

5. Создайте две сети PROFIBUS-DP (для обеих систем DP-Master).
6. Выберите DP-интерфейс CPU в станции А и соедините с первой сетью PROFIBUS-DP.
7. Выберите DP-интерфейс CPU в станции В и соедините со второй сетью PROFIBUS-DP.
8. Из каталога аппаратного обеспечения выберите IM 153-3 (находится под PROFIBUS-DP в каталоге ET 200M).

6.5 Проектирование связей

Если Вы хотите дополнить проектирование сети в примере или если хотите спроектировать соединение самостоятельно, то обратите, пожалуйста, внимание на следующие моменты.

В примере для обмена данными между станциями выбрана сеть PROFIBUS с FDL-соединением.

Чтобы создать необходимую логическую связь, действуйте следующим образом:

1. Переключитесь из SIMATIC-Manager в обзор сети.
2. Отметьте в меню **View > DP Slaves (Вид > DP-Slaves)**, чтобы в обзоре сети отображались также модули DP-Slave.
3. Выполните двойной щелчок мышью на таблице соединений.

Результат: Открывается диалоговое окно для определения соединения.

4. Выберите обе станции и создайте FDL-соединение.

Обзор сети с DP-Slaves и таблица соединений

Local ID	Partner ID	Partner	Type	Active	Send Operating Mode Mess
1	1	SIMATIC 400_STATION_B / CPU414-2 DP	S7 Connection	Yes	Yes

Ready

6.6 Разработка пользовательской программы

Если Вы хотите изменить или дополнить проектирование сети в примере, то обратите, пожалуйста, внимание на следующие моменты.

Пользовательская программа в нашем примере состоит из полностью резервированной программы. Она идентична в обеих станциях и обрабатывается в циклической программе OB 1.

Структура пользовательской программы

Далее показано, в каких местах Вы должны вызывать блоки программного резервирования.

Программа запуска OB 100

```
CALL FC 100
AG_KENNUNG      := 'A'
DB_WORK_NO     := DB1
DB_SEND_NO     := DB2
DB_RCV_NO      := DB3
MPI_ADR        := 4
                usw.
```

В OB запуска вызовите функцию FC 100. В FC 100 Вы сообщаете системе, какие адреса используются для коммуникации и какие области данных между двумя станциями обмениваются или обновляются. Области данных: отображение входов, области меркеров, блоки данных и блоки Instanz-DB для IEC-таймеров/IEC-счетчиков.

Циклическая программа OB 1

```
CALL FB 101, DB5
DB_WORK_NO     := DB1
CALL_POSITION  := TRUE
RETURN_VAL     := MW6
EXT_INFO      := MW8

U DB5.DBX 9.1
SPB M001

Резервированная пользовательская программа
(часть программы имеется в станции А
и в станции В)

M001: CALL FB 101, DB5
DB_WORK_NO     := DB1
CALL_POSITION  := FALSE
RETURN_VAL     := MW10
EXT_INFO      := MW12
```

Сначала вызовите OB 1 блока FB 101 с параметром CALL_POSITION равным TRUE. В указанном Instanz-DB Вы можете использовать информацию о статусе и управлении.

Используя информацию о статусе, запрограммируйте CPU таким образом, чтобы оно пропускало резервированную пользовательскую программу, если работает как устройство Reserve.

В этом месте вставьте резервированную пользовательскую программу.

В конце вызовите OB 1 блока FB 101 с параметром CALL_POSITION равным FALSE. Таким образом Вы сообщаете системе, что обработка резервированной программы завершена.

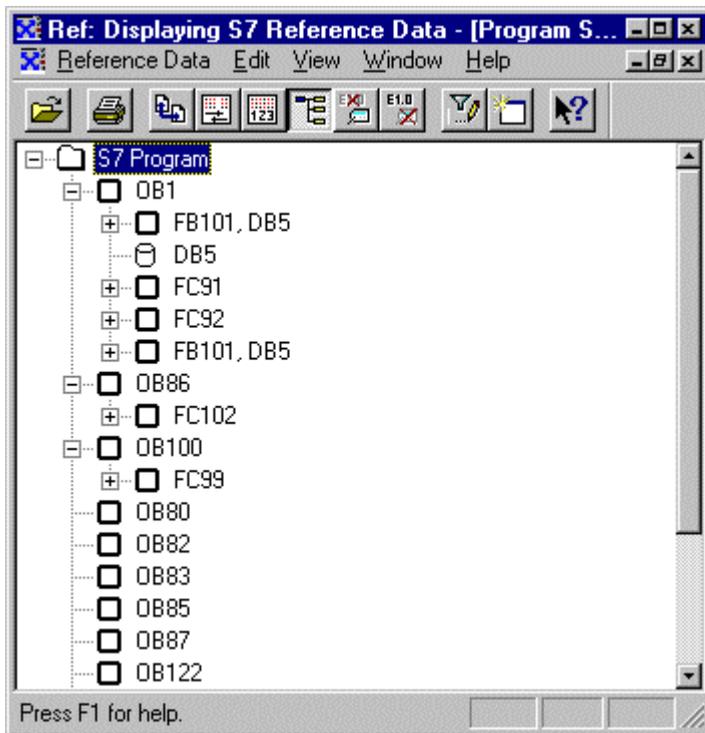
Программа диагностики OB 86

```
CALL FC 102
DB_WORK       := 1
OB86_EV_CLASS := #OB86_EV_CLASS
OB86_FLT_ID   := #OB86_FLT_ID
RETURN_VAL    := MW14
                .
                .
                .
```

В OB 86 вызовите FC 102 с соответствующей стартовой информацией. Вызов необходим, чтобы система сама могла реагировать на отключение DP-Slave (автоматическое переключение Master-Reserve).

Структура блоков

На следующем рисунке представлена структура пользовательской программы для примера с S7-300. По этому рисунку Вы можете определить структуру вложенности блоков.



Правила для пользовательской программы

В резервированной части программы могут использоваться в качестве счетчиков только IEC-счетчики, а для таймеров – только IEC-таймеры. Использование S7-счетчиков и/или S7-таймеров не допускается, так как нельзя осуществить обмен этими операндами между станциями.

См. также:

[FC 100 'SWR_START'](#)

[FB 101 'SWR_ZYK'](#)

[FC 102 'SWR_DIAG'](#)

6.7 Подключение устройств обслуживания и наблюдения

Для визуализации процессных значений и сообщений в SIMATIC S7 существует новое поколение устройств обслуживания и наблюдения, которые особенно просты в использовании.

В проекте с S7-400 для визуализации установки мы выбрали операторскую станцию (ОС). Чтобы обслуживание и наблюдение с помощью WinCC было для Вас легким, мы уже подготовили объект отображения.

С помощью объекта отображения Вы можете выполнить следующие функции операторской станции (ОС):

- инициировать переключение Master-Reserve
- отменить резервирование между устройствами Master и Reserve или снова включить и отображать состояние резервирования
- отображать состояние связи CPU (резервированного соединения)
- отображать готовность модулей DP-Slave

См. также:

[Объект отображения для обслуживания и наблюдения](#)

7 Программное резервирование и операторские станции с WinCC

7.1 Объект отображения для обслуживания и наблюдения

Чтобы сделать обслуживание и наблюдение как можно более комфортабельным, мы уже подготовили для Вас объект отображения. Блок автоматически устанавливается программой SETUP пакета программного резервирования, если WinCC установлен.

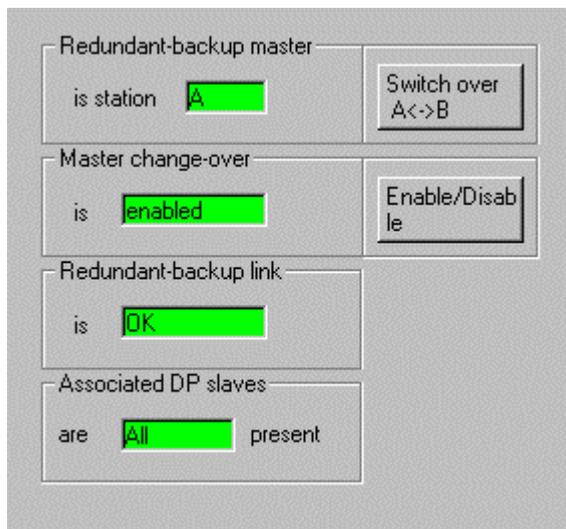
Далее мы покажем, как конфигурировать объект отображения с помощью WinCC. Кроме конфигурации, Вы должны в операторской станции организовать резервированное соединение, чтобы актуализация блока изображения поддерживалась даже при отключении станции Master или при переключении Master-Reserve. Описание того, как создать соединение и на какие особенности следует обратить внимание, мы приводим в отдельном документе. Вы найдете это описание на CD в файле с именем 'SWR_WinCC_rus.doc' или 'SWR_WinCC_rus.pdf'.

Задача блока изображения

С помощью объекта отображения Вы можете с операторской станции выполнить следующие функции:

- инициировать переключение Master-Reserve
- отменить резервирование между устройствами Master и Reserve (блокировать переключение Master-Reserve) или снова включить (разрешить переключение Master-Reserve)
- отображать состояние связи CPU (резервированного соединения)
- отображать готовность модулей DP-Slave

Вид объекта отображения



См. также:

[Конфигурирование объекта отображения с помощью WinCC](#)

7.2 Конфигурирование объекта отображения с помощью WinCC

Объект отображения Вы вставляете в WinCC в изображение. Для этого Вы должны при помощи диалога задать для объекта отображения необходимые свойства.

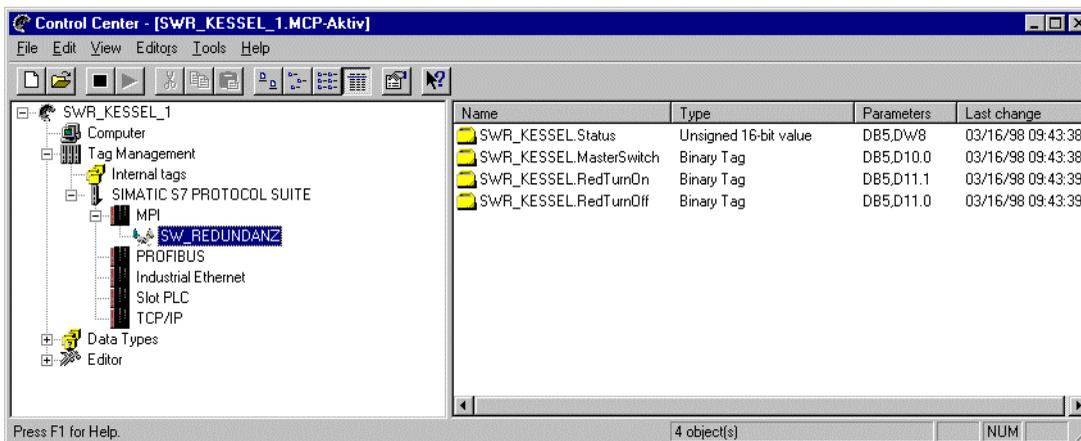
Для этого мы рекомендуем выполнить следующие действия:

- [1. Проектирование соединения для WinCC](#)
- [2. Определение переменных объекта отображения](#)
- [3. Вставка объекта отображения в изображение](#)
- [4. Связь полей вывода с переменными](#)

7.2.1 Проектирование соединения для WinCC

Чтобы Ваша станция WinCC была связана с системой автоматизации, для резервированной системы должно быть запроецировано соединение. Необходимо соединение только от операторской станции к станции А, так как связь со станцией В устанавливается через WinCC-переключатель.

1. В Control Center откройте каталог 'SIMATIC S7 PROTOCOL SUITE' (находится в каталоге 'Tag Management' (управление переменными)).
2. Выберите каталог, в котором хотите создать желаемое соединение (например, MPI).



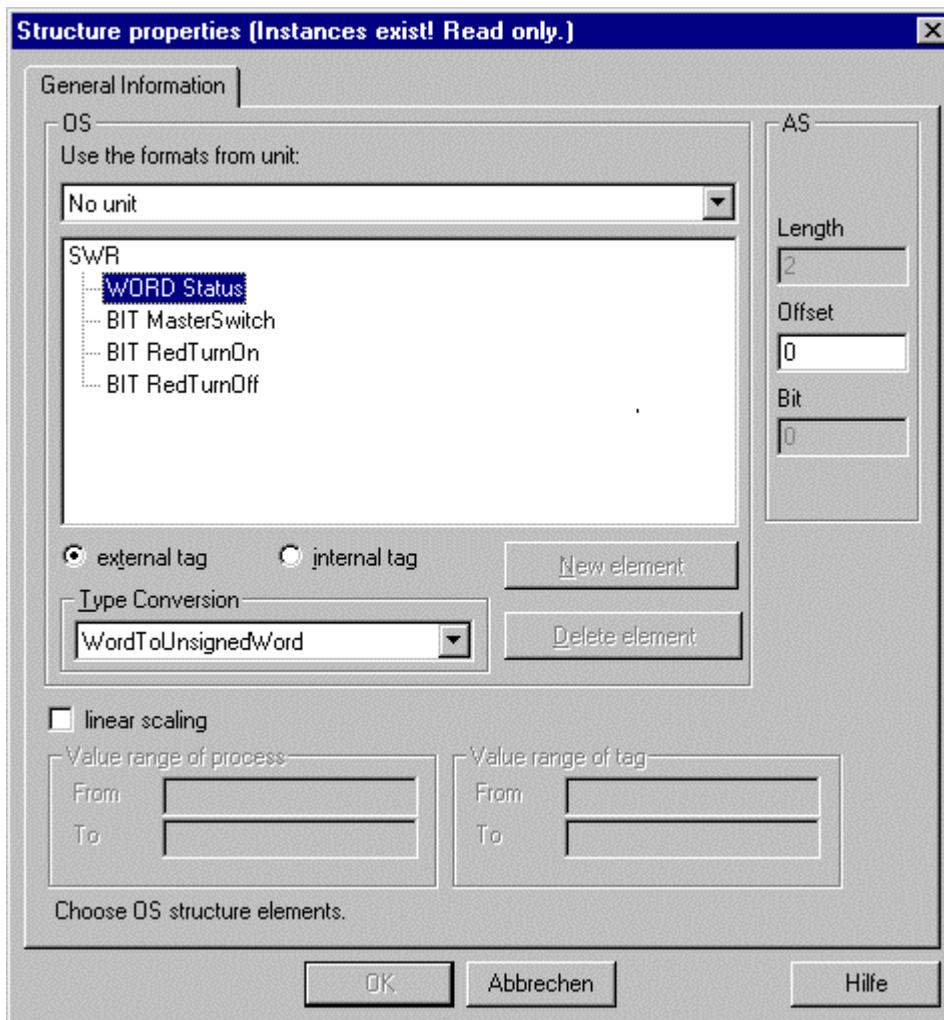
3. Нажмите правую кнопку мыши и вставьте новое соединение.
4. Выберите созданное соединение и задайте имя, например 'SW_REDUNDANZ'.
5. Нажмите правую кнопку мыши и выберите POP Up-меню **Properties (свойства)**.
6. Задайте адрес участника, с которым должно производиться соединение (Рекомендация: задайте адрес участника станции А).

7.2.2 Определение переменных объекта отображения

После того, как Вы создали связь между операторской станцией и контроллерной станцией, рекомендуется определить переменные объекта отображения. Поступайте следующим образом:

1. В Control Center откройте каталог 'Structure Types' (типы структур) в каталоге 'Data Types' (типы данных).
2. Нажмите правую кнопку мыши и вставьте новую структурную переменную.
3. Выберите созданную структурную переменную.
4. Нажмите правую кнопку мыши и выберите POP Up-меню **Properties (свойства)**.

Результат: Открывается окно для ввода 'Свойства структуры'.



5. Задайте для новой переменной имя, например 'SWR'.
6. Кликните мышкой на 'New Element' (новый элемент) и вставьте переменные объекта отображения (4 переменные).
7. Для каждой переменной укажите имя и тип.

Имя	Тип	Смещение	Бит
WORD Status	WORD	0	0
BIT MasterSwitch	BIT	2	0
BIT RedTurnOn	BIT	2	9
BIT RedTurnOff	BIT	2	8

8. В каталоге 'SIMATIC S7 PROTOCOL SUITE' выберите вставленное недавно соединение ('SW_REDUNDANZ').
9. Нажмите правую кнопку мыши и вставьте новую переменную.
10. Задайте для переменной имя, например 'SWR_KESSEL' и выберите тип 'SWR'.
11. В поле 'Addresses' (адреса) задайте номер блока Instanz-DB и смещения для структурных переменных (смещение - DW 8).

Результат: Объект отображения теперь «знает», к какому статусному слову и к какому управляющему биту он должен обращаться.

7.2.3 Вставка объекта отображения в изображение

Объект отображения технически реализован как элемент OLE Control. Чтобы вставить объект отображения в экранный кадр, действуйте следующим образом:

1. В Control Center с помощью Graphic Designer откройте изображение.
2. С помощью команды меню **Object Palette > Smart Objects > OLE Control (Объекты > Smart-объекты > OLE Control)** выберите элемент OLE Control.
3. Нажмите левую кнопку мыши и растяните окно, в которое позднее будет вставлен объект отображения.

Результат: Когда Вы отпустите кнопку мыши, откроется окно для регистрации объекта отображения.

4. С помощью команды меню **Insert > OLE Control (Вставка > OLE Control)** выберите объект 'WinCC SWRedundanzProject.SWRedundanz Control'.

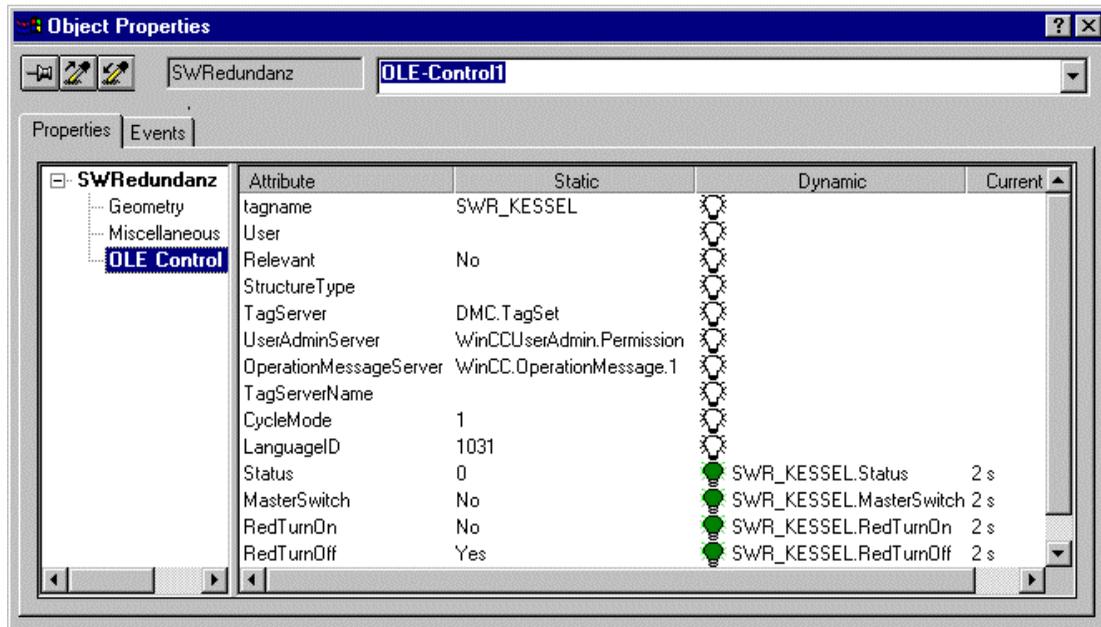
Результат: Объект отображения виден в изображении и известен в WinCC.

7.2.4 Связь полей вывода с переменными

После того, как Вы вставили объект отображения в изображение, необходимо связать поля вывода с переменными. Действуйте следующим образом: (имена переменных указаны для примера):

1. Выберите объект отображения.
2. Нажмите правую кнопку мыши и откройте POP Up-меню **Properties (свойства)**.

Результат: Открывается окно 'Object Properties' ('Свойства объекта').



3. В левом окне выберите 'OLE Control Properties' (свойства OLE Control).
4. В правом окне для атрибута 'tagname' (имя переменной) выберите имя 'SWR_TEST'.
5. Кликните в строке 'Status' (статус) на символе лампочки и выберите во всплывающем окне 'SWR_KESSEL.Status'.
6. Кликните в строке 'MasterSwitch' на символе лампочки и выберите во всплывающем окне 'SWR_KESSEL.MasterSwitch'.
7. Кликните в строке 'RedTurnOn' на символе лампочки и выберите во всплывающем окне 'SWR_KESSEL.RedTurnOn'.
8. Кликните в строке 'RedTurnOff' на символе лампочки и выберите во всплывающем окне 'SWR_KESSEL.RedTurnOff'.
9. Сохраните изменения в Graphic Designer.

Результат: Объект отображения готов к использованию и может запускаться в 'WinCC-Runtime'.

