

Содержание главы 8

8	<u>Счетчики</u>	4
8.1	<u>Программирование счетчика</u>	4
8.2	<u>Установка и сброс счетчиков</u>	9
8.3	<u>Вычисление</u>	10
8.4	<u>Опрос счетчика</u>	11
8.5	<u>ИЕС-счетчики</u>	12
8.5.1	<u>Счетчик прямого счета SFB 0 CTU</u>	12
8.5.2	<u>Счетчик обратного счета SFB 1 CTD</u>	13
8.5.3	<u>Счетчик прямого/обратного счета SFB 2 CTUD</u>	13
8.6	<u>Пример счетчика деталей</u>	15

8 Счетчики

Счетчики (counters) позволяют использовать CPU в вычислительных задачах. Счетчики могут вести счет по возрастанию (прямой счет) и по убыванию (обратный счет). Область счета охватывает три разряда (от 000 до 999). Счетчики располагаются в системной памяти CPU; количество счетчиков определяется версией CPU.

Вы можете запрограммировать счетчик полностью в виде блочного элемента или с использованием отдельных программных элементов. Вы можете задать для счетчика определенное начальное значение или сбросить его, вести прямой и обратный счет. Счетчик сканируется путем считывания его состояния (нулевое или ненулевое значение счета) или текущего значения счетчика (значения счета, count value), которое вы можете получить либо в двоичном виде, либо в двоично-десятичном коде.

8.1 Программирование счетчика

Со счетчиками производятся следующие операции:

- Установка счетчика, задание значения счетчика;
- Прямой счет;
- Обратный счет;
- Сброс счетчика;
- Считывание состояния (двоичного) счетчика;
- Считывание (числового) значения счетчика в двоичной форме;
- Считывание (числового) значения счетчика в двоично-десятичной форме.

Представление счетчика в виде блочного элемента

Блочный элемент счетчика содержит все операции счета в форме функциональных входов и функциональных выходов (рисунок 8.1). Над блочным элементом расположен абсолютный или символический адрес счетчика. В блочном элементе в качестве заголовка указывается тип счетчика (S_CUD означает «up-down counter», «счетчик прямого и обратного счета»). Назначение для первого входа (на примере CU) обязательно; для остальных входов и выходов назначения можно не делать.

Имеется три исполнения блочных элементов счетчика: счетчик прямого и обратного счета (up-down counter, S_CUD), счетчик только прямого счета (up counter, S_CU) и счетчик обратного счета (down counter, S_CD). Функциональные различия объясняются ниже.

Блочный элемент счетчика
(в примере: счетчик прямого и обратного счета)



Наименование	Тип данных	Описание
CU	BOOL	Вход прямого счета
CD	BOOL	Вход обратного счета
S	BOOL	Вход установки
PV	WORD	Вход предустановки
R	BOOL	Вход сброса
CV	WORD	Текущее значение в двоичном виде
CV_BCD	WORD	Текущее значение в двоично-десятичном виде
Q	BOOL	Состояние счетчика

Рисунок 8.1 Счетчик в виде блочного элемента (counter box)

Для создания программ с помощью пошагового программирования элементы-счетчики вы можете найти в каталоге программных элементов (Program Element Catalog), вызываемого командой меню View → Catalog (Вид → Каталог) [Ctrl + K] или Insert → Program Elements (Вставка → Программные элементы), в разделе «Counters» («Счетчики»).

Представление счетчика с использованием отдельных элементов (LAD)

Запрограммировать счетчик вы также можете, используя отдельные элементы (рисунок 8.2).

Установка и счет в этом случае производятся посредством катушек. Катушка установки счетчика содержит операцию вычисления (подсчета) (SC = Set Counter, установка счетчика); под катушкой находится значение счетчика в формате WORD, которое используется для установки счетчика.

В катушках для вычисления CU (count up) означает прямой счет, CD (count down) – обратный счет. Чтобы сбросить счетчик, используйте катушку для сброса, а NO- или NC-контакт – для проверки состояния счетчика.

Наконец, вы можете переслать текущее значение счетчика в двоичном виде с помощью блочного элемента MOVE.

Счетчик прямого счета (катушка прямого счета)	Операнд счетчика —(CU)—
Сброс обратного счета (катушка обратного счета)	Операнд счетчика —(CD)—
Установка счетчика, определение значения счетчика (катушка установки счетчика со значением счета)	Операнд счетчика —(SC)— Значение счета
Сброс счетчика (катушка сброса)	Операнд счетчика —(R)—
Проверка состояния счетчика (NO-контакт, NC-контакт)	Операнд счетчика Операнд счетчика — — — / —
Чтение значения счета в двоичной форме (блочный элемент MOVE)	Операнд счетчика—IN OUT—Цифровой операнд MOVE —EN ENO—

Рисунок 8.2 Отдельные элементы счетчика (LAD)

Блочный элемент счетчика в цепи (LAD)

Перед входами счетчика, входами запуска и сброса, а также после выхода Q вы можете сгруппировать контакты последовательно и параллельно.

Блочный элемент счетчика может быть помещен после Т-ветви или в участке цепи, которая непосредственно соединена левой направляющей (шиной питания). Данная ветвь также может иметь контакты перед входами и не должна быть самой верхней.

Дополнительные примеры представления и компоновки счетчиков вы можете найти на дискете, прилагаемой к книге, в библиотеке «LAD_Book», функциональном блоке FB 108 программы «Basic Functions» («Основные функции»).

Представление счетчика с использованием отдельных элементов (FBD)

Запрограммировать счетчик вы также можете, используя отдельные элементы (рисунок 8.3).

Установка и подсчет в этом случае производятся посредством простых блочных элементов. Блочный элемент установки счетчика содержит операцию вычисления (SC = Set Counter, установка счетчика); на входе PV находится значение счетчика в формате WORD, которое используется для установки счетчика.

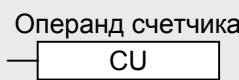
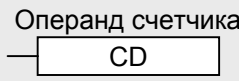
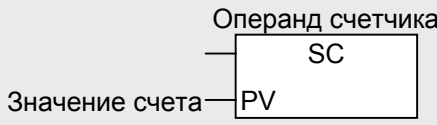
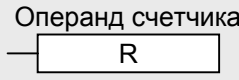
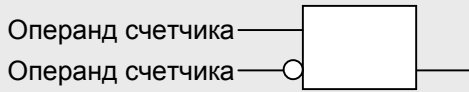
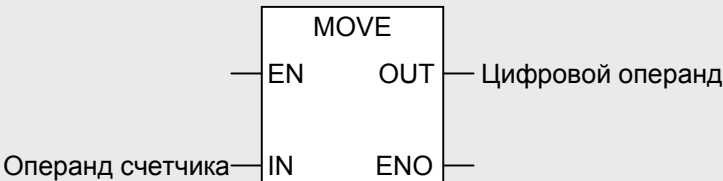
Счетчик прямого счета (блочный элемент прямого счета)	
Счетчик обратного счета (блочный элемент обратного счета)	
Установка счетчика, определение значения счетчика (блочный элемент установки счетчика со значением счета)	
Сброс счетчика (блочный элемент сброса)	
Проверка состояния счетчика (прямой или инвертированный двоичный вход)	
Чтение значения счета в двоичной форме (блочный элемент MOVE)	

Рисунок 8.3 Отдельные элементы счетчика (FBD)

В блочных элементах для вычислений CU (count up) означает прямой счет, CD (count down) – обратный счет. Чтобы сбросить счетчик, используйте блочный элемент для сброса, а прямой или инвертированный двоичный вход функции – для проверки состояния счетчика.

Наконец, вы можете переслать текущее значение счетчика в двоичном виде с помощью блочного элемента MOVE.

Блочный элемент счетчика в логической цепи (FBD)

Перед входами счетчика, входами запуска и сброса, а также после выхода Q вы можете поместить бинарные функции и функции для работы с памятью.

Блочный элемент счетчика и отдельные элементы для счета, установки и сброса счетчика также могут быть размещены после Т-ветви.

Дополнительные примеры представления и компоновки счетчиков вы можете найти на диске, прилагаемой к книге, в библиотеке «FBD_Book», функциональном блоке FB 108 программы «Basic Functions» («Основные функции»).

Последовательность операций вычисления

При программировании счетчика вы можете не использовать все доступные для него операции. Достаточно операций, требующихся для выполнения нужных функций.

Например, чтобы запрограммировать счетчик обратного счета, вам потребуются только операции для установки счетчика в начальное значение, обратного счета и проверки состояния счетчика.

Для того, чтобы рабочие характеристики счетчика соответствовали описанию этой главы, рекомендуется соблюдать следующий порядок при программировании с использованием отдельных программных элементов:

- Счет (прямой или обратный в любом порядке);
- Установка счетчика;
- Сброс счетчика;
- Проверка счета;
- Проверка состояния счетчика.

Любые ненужные отдельные элементы пропускайте. Если подсчет, установка и сброс счетчика происходят «одновременно» при программировании операций в указанном порядке, то счет будет сначала соответственно изменен, затем обнулен следующей операцией сброса. Последующая проверка, таким образом, покажет нулевое значение счетчика и состояние счетчика «0».

Если вычисление и установка происходят «одновременно» при программировании операций в указанном порядке, то счет будет сначала соответственно изменен, затем установлен в запрограммированное значение счета, которое сохранится оставшуюся часть цикла.

Порядок операций счета по возрастанию и убыванию не важен.

8.2 Установка и сброс счетчиков

Установка счетчиков

Счетчик устанавливается, когда RLO меняется с «0» на «1» на входе установки S или перед катушкой установки или блочным элементом установки. Для установки счетчика всегда требуется положительный фронт. «Установка счетчика» («Set counter») означает, что счетчик устанавливается в начальное значение. Область значения – от 0 до 999.

Определение значения счета счетчика

Когда счетчик устанавливается, он принимает в качестве значения счета значение на входе PV или значение под катушкой установки. Вы можете определить значение счетчика как константы, операнда длиной в слово или переменной типа WORD.

Определение значения счета как константы

C#100	Значение счета 100
W#16#0100	Значение счета 100

Значение счета содержит три разряда из области 000 ... 999. Допустимы только положительные BCD-значения; счетчик не обрабатывает отрицательные значения. Для идентификации константы вы можете использовать C# или W#16# (только вместе с десятичными числами).

Определение значения счета как операнда или переменной

MW 56	Операнд размером в слово, содержащий значение счета
“Count value”	Переменная типа WORD.

Сброс счетчиков (LAD)

Счетчик сбрасывается, когда ток протекает на входе сброса или в катушке сброса (когда присутствует RLO «1»). В этом случае проверка счетчика NO-контактом вернет результат считывания «0», а проверка NC-контактом возвратит результат считывания «1». Сброс счетчика устанавливает его значение счета в «нуль». Вход R блочного элемента счетчика может быть свободным (неподключенным).

Сброс счетчиков (FBD)

Счетчик сбрасывается, когда «1» присутствует на входе сброса. Прямое сканирование состояния счетчика вернет «0», а инвертированное сканирование возвратит «1». Сброс счетчика устанавливает его значение счета в «нуль». Вход R блочного элемента счетчика может быть свободным (неподключенным).

8.3 Вычисление

Частота счета счетчика определяется временем выполнения вашей программы! Для того, чтобы вести счет, CPU должен обнаружить изменение в состоянии входного импульса, то есть входной импульс (или его отсутствие) должен присутствовать в течение, по крайней мере, одного программного цикла. Таким образом, чем дольше время исполнения программы, тем меньше частота ведения счета.

Счет по возрастанию

Счетчик приступает к прямому счету, когда RLO меняется с «0» на «1» на входе прямого счета CU (up count input) или перед катушкой прямого счета, или блочным элементом. Для прямого счета всегда требуется положительный фронт.

При прямом счете каждый положительный фронт увеличивает счет на единицу до достижения верхней границы интервала 999. Каждый следующий положительный фронт влияния на ведение прямого счета не оказывает. Переноса не происходит.

Счет по убыванию

Счетчик начинает вести счет по убыванию при смене RLO с «0» на «1» на входе обратного счета CD (down count input) или перед катушкой обратного счета, или блочным элементом. Для обратного счета всегда требуется положительный фронт.

При обратном счете каждый положительный фронт уменьшает счет на единицу до достижения нижней границы интервала 0. Каждый последующий положительный фронт для ведения обратного счета не используется. Отрицательных значений счета не возникает.

Различные блочные элементы счетчика

Редактор предоставляет три различных блочных элемента счетчика:

- S_CUD Счетчик прямого/обратного счета;
- S_CU Счетчик прямого счета;
- S_CD Счетчик обратного счета.

Эти блочные элементы счетчика отличаются только типом и количеством входов счетчика. S_CUD имеет входы для обоих направлений вычисления, а S_CU оснащен только входом прямого счета, и S_CD имеет только вход обратного счета.

Вы всегда должны подключать первый вход блочного элемента счетчика. Если вы не подключаете второй вход (S_CD) блочного элемента S_CUD, то этот элемент приобретает характеристики счетчика S_CU.

8.4 Опрос счетчика

Проверка состояния счетчика (LAD)

Состояние счетчика подается на выход Q блочного элемента счетчика. Состояние счетчика также можно проверить с использованием NO-контакта (соответствует выходу Q) или NC-контакта.

Выход Q содержит «1» (ток течет из выхода), когда текущее значение счета больше нуля. На выходе Q содержится «0», если текущее значение счета равно нулю. Выход Q в блочном элементе счетчика может быть не подключен.

Проверка состояния счетчика (FBD)

Состояние счетчика подается на выход Q блочного элемента счетчика. Состояние счетчика также можно опросить непосредственно (соответствует выходу Q) с помощью двоичного входа функции или в инвертированном виде.

Выход Q содержит «1», когда текущее значение счета больше нуля. На выходе Q содержится «0», если текущее значение счета равно нулю. Выход Q блочного элемента счетчика может быть не подключен.

Считывание значения счета (LAD и FBD)

Выходы CV и CV_BCD предоставляют текущее значение счета счетчика в двоичной форме (CV) или в двоично-десятичном коде (BCD). Значение счета, полученное при данной операции, является текущим в момент считывания.

Значение сохраняется в определенном операнде (пересылается так же, как при использовании блочного элемента MOVE). Эти выходы в блочном элементе счетчика можно не подключать (оставить свободными).

Прямое считывание значения счета

Значение счета доступно в двоичном виде и может быть получено из счетчика в этой форме. Значение соответствует положительному числу в формате INT. Прямое считывание значения счета может быть также запрограммировано с использованием блочного элемента MOVE.

Кодированное считывание значения счета

Вы также можете получить бинарное значение счета из счетчика в «кодированной» форме. Двоично-десятичное (BCD) значение структурировано так же как и при определении значения счета (см. выше).

8.5 ИЕС-счетчики

ИЕС-счетчики встроены в операционную систему CPU в качестве системных функциональных блоков (блоки SFB). В соответствующих CPU имеются следующие счетчики:

- SFB 0 CTU
Счетчик прямого счета;
- SFB 1 CTD
Счетчик обратного счета;
- SFB 2 CTUD
Счетчик прямого/обратного счета.

Вы можете вызывать эти блоки SFB с экземплярным блоком данных или использовать их как локальные экземпляры в другом функциональном блоке.

Описание интерфейса для автономного программирования вы найдете в стандартной библиотеке под именем *Standard Library* в программе *System Function Blocks* (Системные функциональные блоки).

Примеры вызовов вы сможете найти на прилагаемой к книге дискете в библиотеках «LAD_Book» и «FBD_Book», функциональный блок FB 108 в программе «Basic Functions» («Основные функции»).

8.5.1 Счетчик прямого счета SFB 0 CTU

ИЕС-счетчик SFB 0 CTU имеет параметры, приведенные в таблице 8.1.

Таблица 8.1 Параметры ИЕС-счетчиков

Наименование	Наличие в SFB			Объявление	Тип данных	Описание
CU	0	-	2	INPUT	BOOL	Вход прямого счета
CD	-	1	2	INPUT	BOOL	Вход обратного счета
R	0	-	2	INPUT	BOOL	Вход сброса
LOAD	-	1	2	INPUT	BOOL	Вход загрузки
PV	0	1	2	INPUT	INT	Предустановленное значение
Q	0	1	-	OUTPUT	BOOL	Состояние счетчика
QU	-	-	2	OUTPUT	BOOL	Состояние счетчика прямого счета
QD	-	-	2	OUTPUT	BOOL	Состояние счетчика обратного счета
CV	0	1	2	OUTPUT	INT	Текущее значение счета

Когда сигнальное состояние на входе прямого счета CU меняется с «0» на «1» (положительный фронт), текущее значение счета увеличивается на 1 и подается на выход CV. При первом вызове (с сигнальным состоянием «0» на входе сброса R) счет соответствует значению по умолчанию на входе PV. Когда значение счета достигает верхней границы 32767, оно больше не инкрементируется, и вход CU воздействия не оказывает.

Значение счета обнуляется, когда сигнальное состояние на входе сброса R равно «1». Пока вход R содержит «1», положительный фронт на CU влияния не оказывает. Когда значение на CV больше или равно значению на PV, выход Q установлен в «1».

SFB 0 CTU выполняется в режимах CPU START и RUN. Он сбрасывается при «холодном» перезапуске.

8.5.2 Счетчик обратного счета SFB 1 CTD

ИЕС-счетчик SFB 1 CTD имеет параметры, указанные в таблице 8.1.

Когда сигнальное состояние на входе обратного счета CD переходит от «0» к «1» (положительный фронт), текущее значение счета уменьшается на 1 и подается на выход CV. При первом вызове (с сигнальным состоянием «0» на входе загрузки LOAD) счет соответствует значению по умолчанию на входе PV. Когда значение счета достигает нижней границы –32768, оно больше не декрементируется, и CD воздействия не оказывает.

Когда на входе загрузки LOAD устанавливается «1», значение счета счетчика приобретает значение по умолчанию PV. Пока вход загрузки LOAD содержит «1», положительный фронт на CD влияния не оказывает.

Когда значение на CV меньше или равно нулю, выход Q установлен в «1».

SFB 1 CTD выполняется в режимах CPU START и RUN. Он сбрасывается при «холодном» рестарте.

8.5.3 Счетчик прямого/обратного счета SFB 2 CTUD

ИЕС-счетчик SFB 2 CTUD имеет параметры, данные в таблице 8.1.

Когда сигнальное состояние на входе прямого счета CU меняется с «0» на «1» (положительный фронт), текущее значение счета увеличивается на 1 и подается на выход CV. Когда сигнальное состояние на входе обратного счета CD переходит от «0» к «1» (положительный фронт), текущее значение счета уменьшается на 1 и подается на выход CV. Если оба входа показывают положительный фронт, то текущее значение счета не изменяется.

Если текущее значение счета достигает верхнего предела 32767, то оно более не инкрементируется при положительном фронте на входе прямого счета CU. В этом случае CU далее влияния не оказывает. Если текущее значение счета достигает нижней

границы -32768 , то оно больше не декрементируется при положительном фронте на входе обратного счета CD. И тогда CD воздействия не оказывает.

Когда вход загрузки LOAD устанавливается в «1», значение счета устанавливается в значение по умолчанию PV. Пока вход загрузки LOAD содержит «1», положительный фронт на двух счетных входах действия не оказывает.

Счетчик обнуляется, когда вход сброса R устанавливается в «1». Пока вход R содержит «1», положительный фронт сигнала на двух счетных входах и сигнальное состояние «1» на входе загрузки LOAD влияния не оказывают.

Выход QU устанавливается в «1», когда значение на CV больше или равно значению на PV.

Выход QD устанавливается в «1», когда значение на CV меньше или равно нулю.

SFB 2 CTUD работает в режимах CPU START и RUN. Он сбрасывается при «холодном» рестарте.

8.6 Пример счетчика деталей

Пример иллюстрирует использование таймеров и счетчиков. Он программируется с применением входов, выходов и меркеров, так что он может быть запрограммирован в любой точке любого блока. В данном случае используется функция без параметров; таймеры и счетчик представлены в виде законченных блоков.

Тот же пример, запрограммированный как функциональный блок с параметрами и с использованием отдельных элементов, вы найдете в главе 19 «Параметры блоков».

Описание действия

Детали перемещаются на транспортере конвейера. Световой барьер обнаруживает и считает детали. После установленного количества счетчик посылает сигнал «Finished» («Завершено»). Счетчик оборудован схемой наблюдения (мониторинга). Если сигнальное состояние светового барьера не меняется за определенный промежуток времени, то монитор (устройство наблюдения) посылает сигнал.

Вход «Set» («Установка») передает начальное значение (количество, которое необходимо подсчитать) в счетчик. Положительный фронт светового барьера уменьшает счетчик на единицу. По достижении нулевого значения счетчик посылает сигнал «Finished» («Завершено»). Необходимым условием является раздельное размещение деталей (через промежутки) на транспортере.

Вход «Set» («Установка») также устанавливает сигнал «Active» («Активный»). Контроллер отслеживает изменение сигнального состояния светового барьера только в активном состоянии. Когда подсчет завершается, и последнее сосчитанное изделие прошло световой барьер, «Active» («Активный») сбрасывается.

В активном состоянии положительный фронт светового барьера запускает таймер со значением времени «Duration1» («Durat1», «Длительность1») как импульсный таймер с запоминанием (retentive pulse timer). Если вход запуска таймера обрабатывается с «0» в следующем цикле, то он все еще продолжает работу. Новый положительный фронт вновь «включает» таймер, то есть перезапускает его. Следующий положительный фронт для рестарта таймера генерируется, когда световой барьер посылает сигнал отрицательного фронта. В этом случае таймер запускается со значением времени «Duration2» («Durat2», «Длительность2»). Если световой барьер в настоящий момент занят на период времени, превышающий «Durat1», или свободен на период времени, превышающий «Durat2», таймер останавливается и выдает сигнал «Fault» («Сбой»). При первой активации таймер запускается со значением времени «Durat2».

Сигналы, символы

Сигнал «Set» («Установка») активирует счетчик и монитор (систему наблюдения). Световой барьер управляет счетчиком, «активным» состоянием, выбором значения времени и началом (повторным запуском) времени наблюдения посредством положительных и отрицательных фронтов. Определение положительного и отрицательного фронта светового барьера требуется часто, и в качестве рабочей (временной, сверхоперативной) памяти подходят временные локальные данные. Временные локальные данные являются внутриблочными (локальными для блока) переменными. Они объявляются (описываются) в блоках (не в таблице символов).

В примере меркеры импульса, используемые для определения фронта, хранятся во временных локальных данных. (Меркерам фронта их сигнальные состояния требуются также в следующем цикле, и, следовательно, они не должны быть временными локальными данными).

Мы выбираем символическую адресацию, то есть операнды являются назначенными именами, которые затем используются для программирования. Перед вводом программы мы создаем таблицу символов (таблица 8.2), содержащую входы, выходы, меркеры, таймеры, счетчики и блоки.

Таблица 8.2 Таблица символов для примера счетчика деталей

Symbol (Символ)	Address (Адрес)	Data Type (Тип данных)	Comment (Комментарий)
Counter_control	FC 12	FC 12	Счетчик и управление монитором деталей
Acknowl	I 0.6	BOOL	Подтверждение сбоя
Set	I 0.7	BOOL	Установка счетчика, активация монитора
Lbarr1	I 1.0	BOOL	Сигнал датчика транспортера 1 конвейера «End_of_belt» («Конец транспортера»)
Finished	Q 4.2	BOOL	Набранное количество деталей
Fault	Q 4.3	BOOL	Отклик монитора
Active	M 3.0	BOOL	Счетчик и монитор активны
EM_LB_P	M 3.1	BOOL	Меркер фронта для положительного фронта светового барьера
EM_LB_N	M 3.2	BOOL	Меркер фронта для отрицательного фронта светового барьера
EM_Ac_P	M 3.3	BOOL	Меркер фронта для положительного фронта «Monitor active» («Монитор активен»)
EM_ST_P	M 3.4	BOOL	Меркер фронта для положительного фронта «Set» («Установка»)
Quantity	MW 4	WORD	Количество деталей
Durat1	MW 6	S5TIME	Время наблюдения для занятого светового барьера
Durat2	MW 8	S5TIME	Время наблюдения для незанятого светового барьера
Count	C 1	COUNTER	Функция счетчика для деталей
Monitor	T 1	TIMER	Функция таймера для монитора

Программа

Программа расположена в функции, которую вы вызываете в CPU в организационном блоке OB 1 (выбирается из каталога программных элементов, раздела «FC Blocks», «Блоки FC»). При программировании также могут быть использованы глобальные символы без кавычек, не содержащих тем самым специальных литер. Если символ включает специальную литеру (умлаут или пробел, например), то он должен быть заключен в кавычки. В компилированном блоке редактор показывает все глобальные символы в кавычках.

На рисунках 8.4 и 8.5 показана программа для счетчика деталей. Эту программу вы можете найти на дискете, прилагаемой к книге, в библиотеках «LAD_Book» и «FBD_Book» в функции FC 12 в разделе «Conveyor Example» («Пример конвейера»).

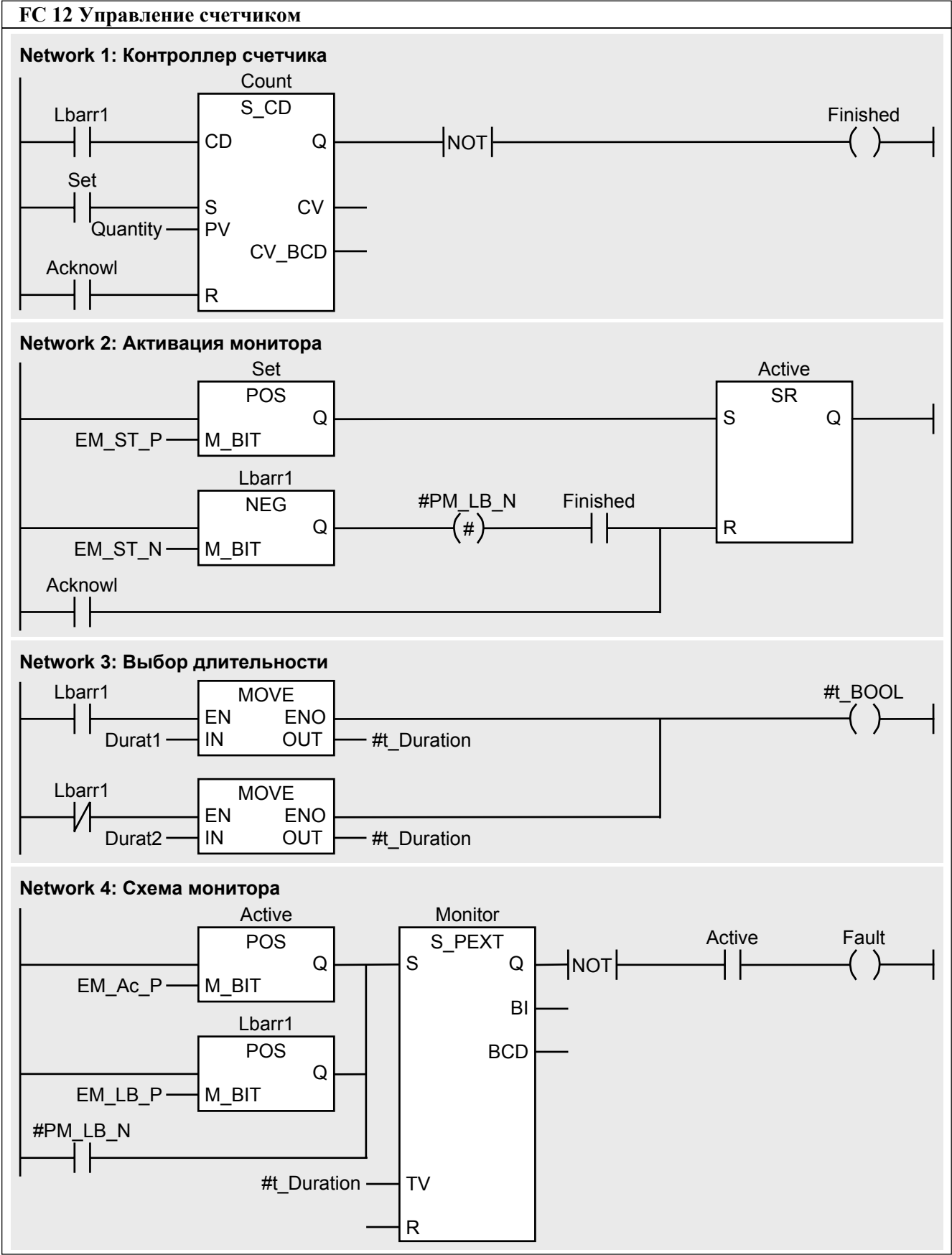


Рисунок 8.4 Программирование примера для счетчика деталей (LAD)

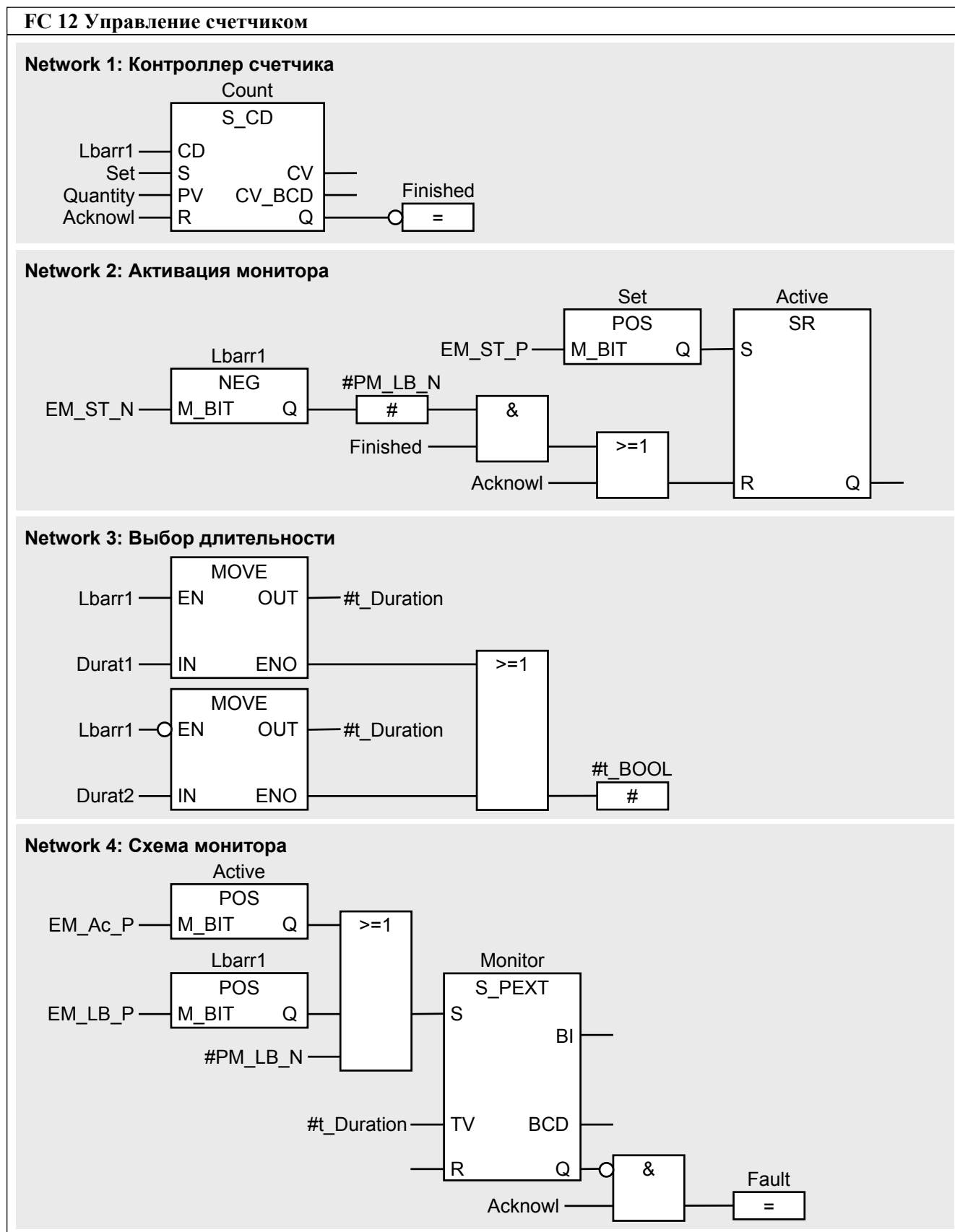


Рисунок 8.5 Программирование примера для счетчика деталей (FBD)