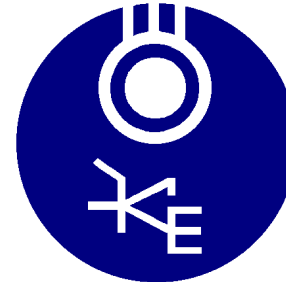


Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
“Національний гірничий університет”



КАФЕДРА ЕЛЕКТРОПРИВОДА

Кафедра електропривода

Авторизований навчальний центр “Schneider Electric”

Розробив: Яланський О.А., доцент кафедри електропривода

м. Дніпропетровськ

2007 - 2012

Цифровые инструкции

Цифровые инструкции обычно применяются к 16-битным словам и к 32-битным двойным словам. Они записываются между квадратными скобками. Если результат предшествующей логической операции был истинным (Булевский аккумулятор = 1), цифровая инструкция выполняется. Если результат предшествующей логической операции был ложным (Булевский аккумулятор = 0), цифровая инструкция не выполняется и операнд остается неизменным.

Типы инструкций числовой обработки

Инструкции присваивания
Инструкции сравнения
Инструкции арифметических операций над целыми числами
Инструкции логических операций
Инструкции сдвига
Инструкции преобразования
Инструкции преобразования одинарных/двойных слов

Инструкции присваивания

Инструкции присваивания используются для загрузки операнда Op2 в операнд Op1.

Синтаксис для инструкций присваивания.

$$\boxed{[Op1:=Op2]} \quad \Leftrightarrow \quad \boxed{Op1 \leftarrow Op2}$$

Инструкции присваивания могут выполняться над:

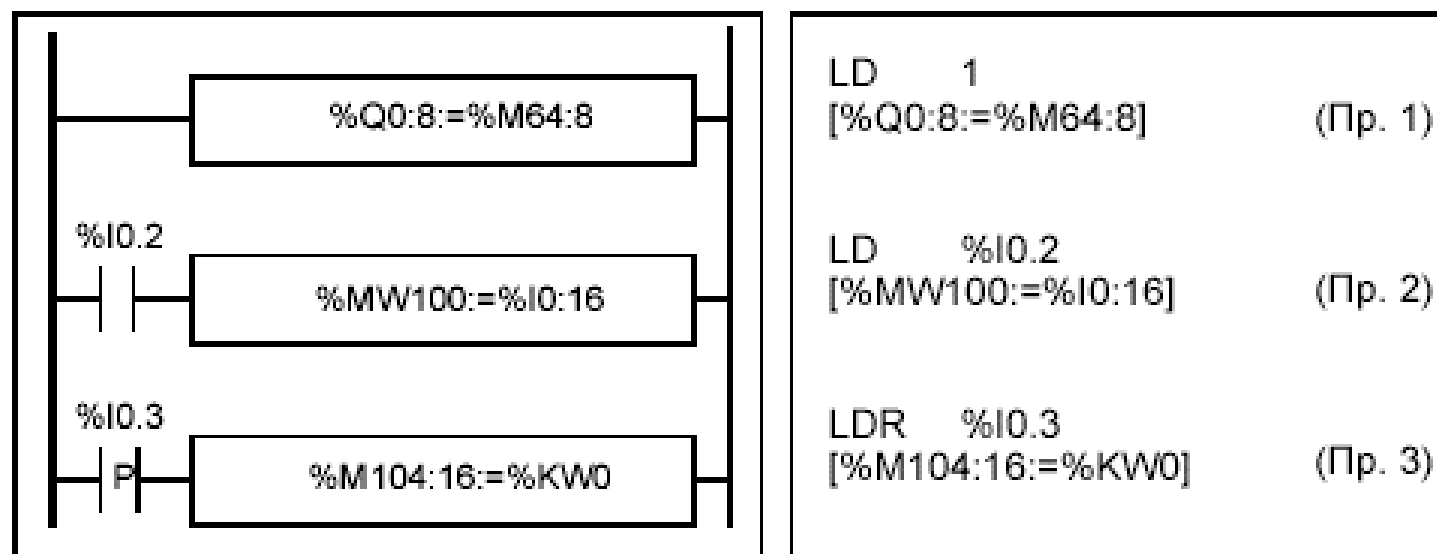
- Битовыми строками
- Словами
- Двойными словами
- Словами с ПТ
- Таблицами слов
- Таблицами двойных слов
- Таблицами слов с ПТ

Присваивание битовых строк

Операции могут выполняться над следующими битовыми строками:

- Битовая строка -> битовая строка (Пример 1)
- Битовая строка -> слово (Пример 2) или двойное слово (индексированное)
- Слово или двойное слово (индексированное) -> битовая строка(Пример 3)
- Прямое значение -> битовая строка

Примеры присваивания битовых строк.



Правила использования:

- Для присваивания битовая строка -> слово: Биты в строке передаются в слово начиная справа (первый бит строки в бит 0 в слове), биты слова, которые не были вовлечены в передачу (длина J16) устанавливаются в 0.
- Для присваивания слово -> битовая строка: Биты слова передаются справа (бит слова 0 в первый бит строки).

Синтаксис для присваивания битовых строк.

Оператор	Синтаксис	Операнд 1 (Op1)	Операнд 2 (Op2)
:=	[Op1: = Op2] Операнд (Op1) принимает значение операнда 2 (Op2)	%MWi,%QWi, %QWAI,%SWi %MWi[%MWi], %MDi, %MDi[%MWi] %Mi:L, %Qi:L, %Si:L, %Xi:L	Прямое значение, %MWi, %KW _i , %IW,%IWA _i , %INW _i , %QWi, %QWA _i %QNW _i , %SW _i , %BLK.x, %MWi[%MWi], %KW[%MWi], %MDi[%MWi], %KDi[%MWi], %Mi:L,%Qi:L, %Si:L, %Xi:L, %li:L

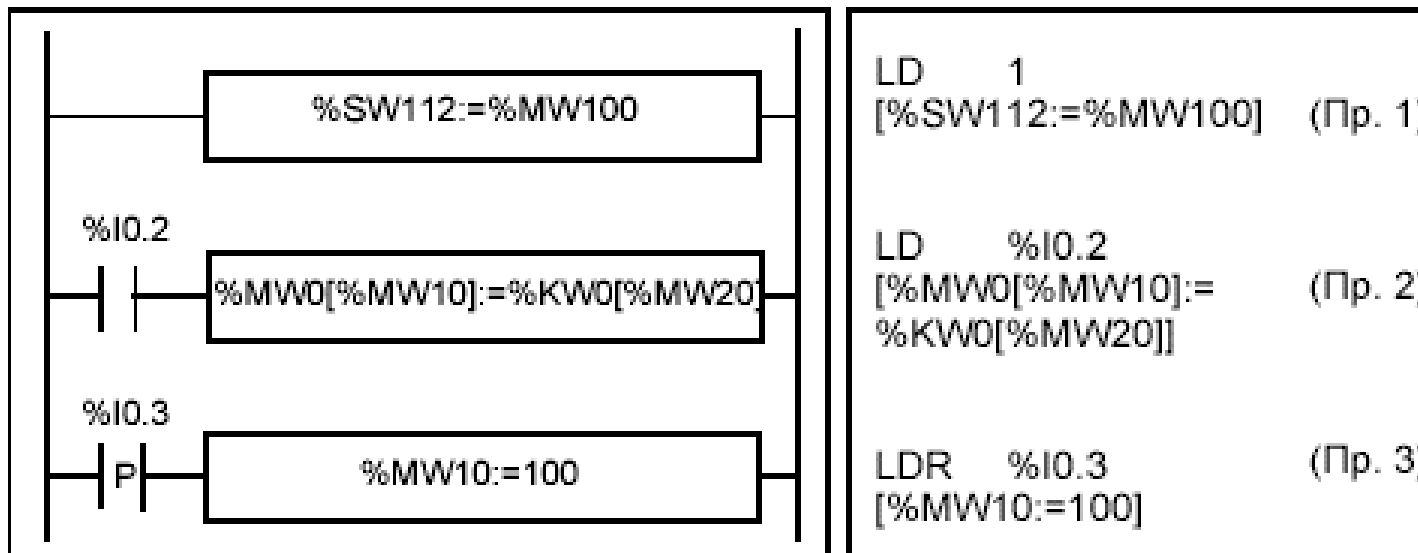
Примечание: Аббревиатура %BLK.x (например, %C0.P) используется для описания любого слова функционального блока.

Присваивание слов

Операции присваивания могут выполняться над следующими словами и двойными словами:

- Слово (индексированное) -> слово (2, например) (индексированное или нет)
- Двойное слово (индексированное) -> двойное слово (индексированное или нет)
- Прямое целое значение -> слово (Пример 3) или двойное слово (индексированное или нет)
- Битовая строка -> слово или двойное слово
- Слово с ПТ (индексированное или нет-> слово с ПТ (индексированное или нет)
- Слово или двойное слово -> битовая строка
- Прямое значение с ПТ -> слово с ПТ (индексированное или нет)

Примеры присваивания слов.



Синтаксис для присваивания слов.

Оператор	Синтаксис
:=	[Op1: = Op2] Операнд 1 (Op1) принимает значение операнда 2 (Op2)

В следующей таблице представлены подробные операнды:

Тип	Операнд 1 (Op1)	операнд 2 (Op2)
слово, двойное слово, битовая строка	%BLK.x, %MWi, %QWi, %QWai, %SWi %MWi[MWi, %MDi, %MDi[%MW]], %Mi:L, %Qi:L, %Si:L, %Xi:L	Прямое значение, %MWi, %KWi, %IW, %IWAi, %QWi, %QWai, %SWi, %MWi[MWi], %KWi[MWi], %MDi, %MDi[%MW]], %KDi, %KDi[MW]], %INW, %Mi:L, %Qi:L, %QNW, %Si:L, %Xi:L, %li:L
ПТ	%MFi, %MFi[%MW]]	Прямое значение с ПТ, %MFi, %MFi[%MW]], %KFi, %KFi[%MW]]

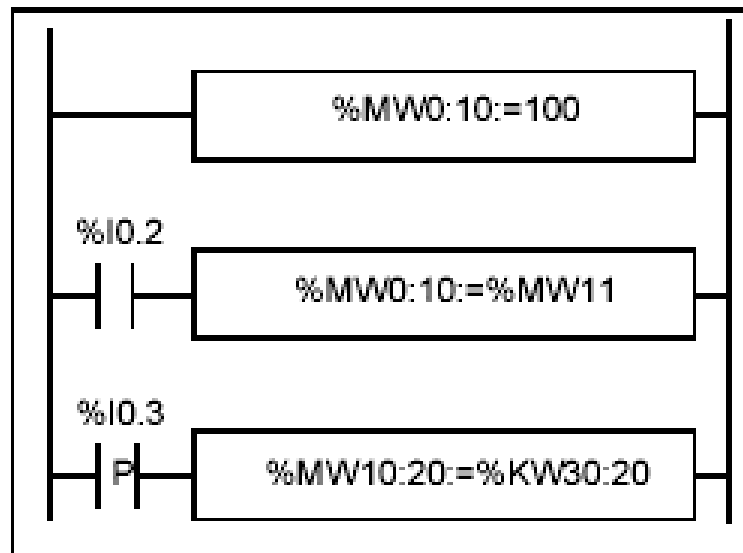
Примечание: Аббревиатура %BLK.x (например, R3.I) используется для описания любого слова функционального блока. Для битовых строк %Mi:L, %Si:L, and %Xi:L, базовый адрес первой битовой строки должен быть кратен 8 (0, 8, 16, ..., 96, ...).

Присваивание Таблиц Слов, Двойных слов и Слов с ПТ

Операции присваивания могут выполняться над следующими таблицами объектов

- Прямое целое значение -> таблица слов (Пример 1) или таблица двойных слов
- Слово -> таблица слов (Пример 2)
- Таблица слов -> таблица слов (Пример 3)
Длина таблицы (L) должна быть одинаковая у обеих таблиц.
- Двойное слово -> таблица двойных слов
- Таблица двойных слов -> таблица двойных слов
Длина таблицы (L) должна быть одинаковая у обеих таблиц.
- Прямое значение с ПТ -> таблица слов с ПТ
- ПТ -> таблица слов с ПТ
- Таблица слов с ПТ -> таблица слов с ПТ
Длина таблицы (L) должна быть одинаковая у обеих таблиц.

Примеры присваивания таблиц слов:



LD 1
[%MW0:10:=100] (Ex. 1)

LD %I0.2
[%MW0:10:=%MW11] (Ex. 2)

LDR %I0.3
[%MW10:20:=%KW30:20] (Ex. 3)

Синтаксис для присваивания таблиц слов, двойных слов и слов с ПТ

Оператор	Синтаксис
:=	[Op1: = Op2] Операнд 1 (Op1) принимает значение операнда 2 (Op2)

В следующей таблице представлены подробные операнды:

Тип	Операнд 1 (Op1)	Операнд 2 (Op2)
Таблицы слов	%MWi:L, %SWi:L	%MWi:L, %SWi:L, прямое целое значение, %MWi, %KWi, %IW, %QW, %IWA, %QWA, %SWi, %BLK.x
Таблицы двойных слов	%MDi:L	Прямое целое значение, %MDi, %KDi,%MDi:L, %KDi:L
Таблицы слов с ПТ	%MFi:L]	Прямое значение с ПТ, %MFi, %KFi, %MFi:L, %KFi:L

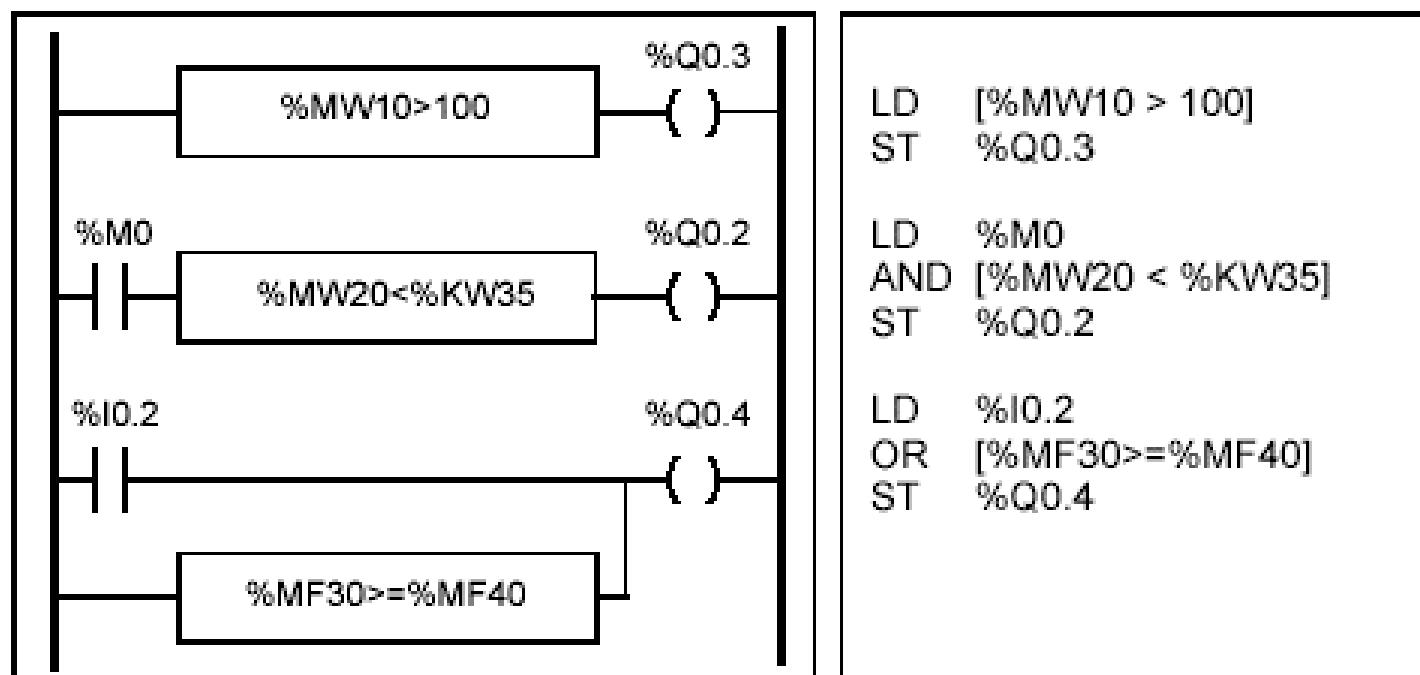
Примечание: Аббревиатура %BLK.x (например, R3.I) используется для описания любого слова функционального блока.

Инструкции сравнения

Инструкции сравнения используются для сравнения двух операндов. В следующей таблице перечислены типы инструкций сравнения.

Инструкция	Функция
>	Проверяет, больше ли операнд 1, чем операнд 2
>=	Проверяет, является ли операнд 1 больше или равен операнду 2
<	Проверяет, меньше ли операнд 1, чем операнд 2
<=	Проверяет, является ли операнд 1 меньше или равен операнду 2
=	Проверяет, равен ли операнд 1 операнду 2
<>	Проверяет, отличается ли операнд 1 от операнда 2

Сравнение выполняется внутри квадратных скобок, следующих за инструкциями LD, AND и OR. результат =1, когда сравнение истинно.
Пример инструкций сравнения.



Синтаксис инструкций сравнения:

Оператор	Синтаксис
>, >=, <, <=, =, <>	LD [Op1 Оператор Op2] AND [Op1 Оператор Op2] OR [Op1 Оператор Op2]

Операнды:

Тип	Операнд 1 (Op1)	Операнд 2 (Op2)
Слова	%MWi, %KWi, %INWi, %IW, %IWAi, %QNW, %QW, %QWAi, %QNW, %SW, %BLK.x	Прямое значение, %MWi, %KWi, %INWi, %IW, %IWAi, %QNW, %QW, %QWAi, %SW, %BLK.x, %MW [%MW], %KW [%MW]
Двойные слова	%MDi, %KDi	Прямое значение, %MDi, %KDi, %MD [%MW], %KD [%MW]
Слова с ПТ	%MFi, %KFi	Прямое значение с ПТ, %MFi, %KFi, %MF [%MW], %KF [%MW]

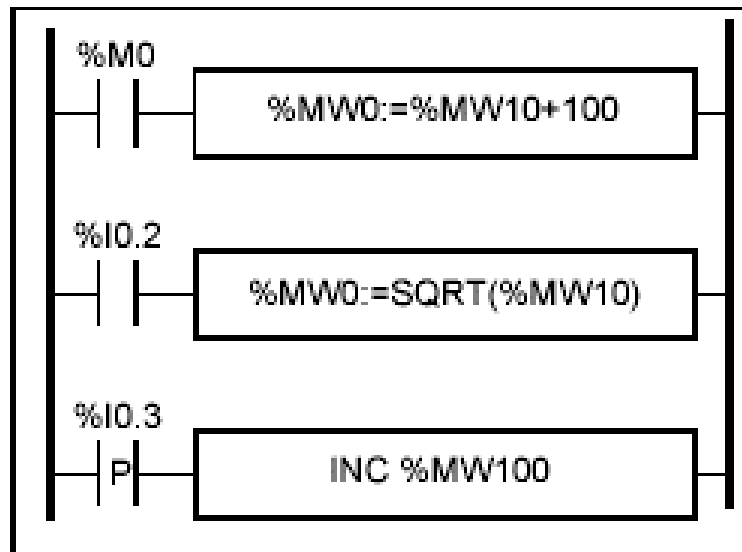
Примечание: Инструкции сравнения могут использоваться внутри круглых скобок.

Инструкции арифметических операций над целыми числами

Арифметические инструкции используются для выполнения арифметических операций между двумя целыми операндами или над одним целым операндом. В следующей таблице перечислены типы арифметических инструкций.

Инструкция	Функция
+	Сложение двух операндов
-	Вычитание двух операндов
*	Умножение двух операндов
/	Деление двух операндов
REM	Остаток от деления двух операндов
SQRT	Квадратный корень из операнда
INC	Инкремент операнда
DEC	Декремент операнда
ABS	Модуль операнда

Арифметические операции выполняются следующим образом:



```
LD    %M0
[%MW0:=%MW10 + 100]
```

```
LD    %I0.2
[%MW0:=SQRT(%MW10)]
```

```
LDR   %I0.3
[INC %MW100]
```

Синтаксис зависит от используемых операторов, как показано в таблице.

Оператор	Синтаксис
+, -, *, /, REM	[Op1: = Op 2 Оператор Op3]
INC, DEC	[Оператор Op1]
SQRT (1)	[Op1: = SQRT(Op2)]
ABS (1)	[Op1: = ABS(Op2)]

Операнды:

Тип	Операнд 1 (Op1)	Операнды 2 и 3 (Op2 и 3)
Слова	%MWi, %QWi, %QWai, %SWi	Прямое значение, %MWi, %KW, %INW, %IW, %IAi, %QNW, %QW, %QWai, %SWi, %BLK.x
Двойные слова	%MDi	Прямое значение, %MDi, %KDi

Примечание: (1) С этим оператором, Op2 не может быть прямым значением. Функция ABS может использоваться только с двойными словами (%MD и %KD) и словами с ПТ (%MF and %KF). Следовательно, OP1 и OP2 должны быть двойными словами или словами с ПТ.

Условия переполнения и ошибки

Сложение

- Переполнение во время операции над словами
Если результат превышает емкость слова результата, бит %S18 (переполнение) устанавливается в 1 и результат не значим (см. Пример, следующая страница). Программа пользователя управляет битом %S18.

Примечание:

Для двойных слов, пределы -2147483648 и 21474836487.

Умножение

- Переполнение во время операции
Если результат превышает емкость слова результата, бит %S18 (переполнение) устанавливается в 1 и результат не значим.

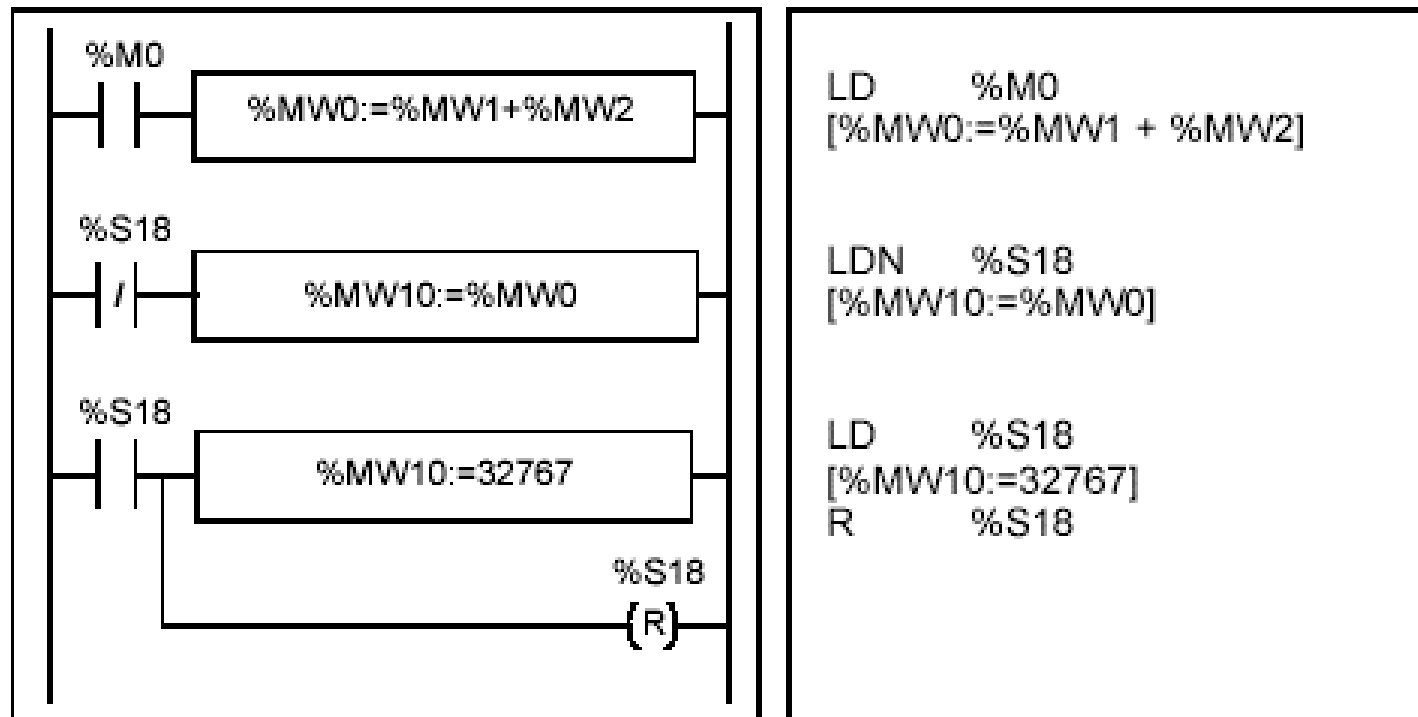
Деление / остаток

- Деление на 0
Если делитель 0, деление невозможно и системный бит %S18 устанавливается в 1.
Результат неправильный.
- Переполнение во время операции
Если результат превышает емкость слова результата, бит %S18 устанавливается в 1.

Извлечение квадратного корня

- Переполнение во время операции
Извлечение квадратного корня выполняется только из положительных значений, поэтому, результат всегда положительный. Если операнд квадратного корня отрицательный, системный бит %S18 устанавливается в 1, и результат неправильный.

Пример : переполнение во время сложения.



Если %MW1 = 23241 и %MW2 = 21853, действительный результат (45094) не может быть выражен одним 16-битным словом, бит %S18 устанавливается в 1 и полученный результат (-20442) неправильный. В этом примере, когда результат превышает 32767, его значение фиксируется в 32767.

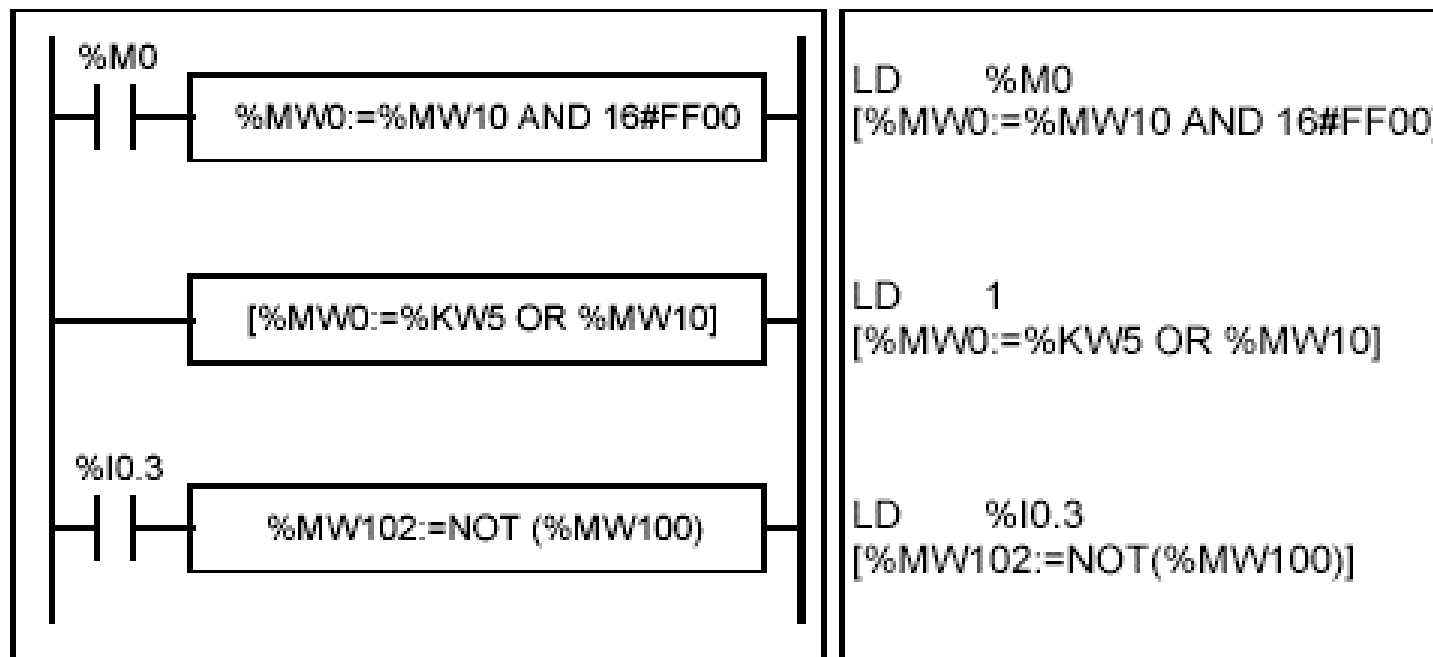
Логические инструкции

Логические инструкции используются для выполнения логических операций между двумя словами-операндами или над одним словом-операндом.

В следующей таблице перечислены типы логических инструкций.

Инструкция	Функция
AND	И (побитовое) между двумя операндами
OR	Логическое ИЛИ (побитовое) между двумя операндами
XOR	Исключающее ИЛИ (побитовое) между двумя операндами
NOT	Логическое отрицание (побитовое) операнда

Логические операции выполняются следующим образом:



Синтаксис зависит от используемых операторов:

Оператор	Синтаксис	Операнд 1 (Op1)	Операнды 2 и 3 (Op2 & 3)
AND, OR, XOR	[Op1: = Op2 Оператор Op3]	%MWi, %QWi, %QWAI, %SWi	Прямое значение (1), %MWi, %KW _i , %IW, %IWA _i , %QW, %QWA _i , %SW _i , %BLK.x
NOT	[Op1:=NOT(Op2)]		

Примечание: (1) С NOT, Op2 не может быть прямым значением.

Инструкции сдвига

Инструкции сдвига перемещают биты операнда на заданное число позиций вправо или влево.

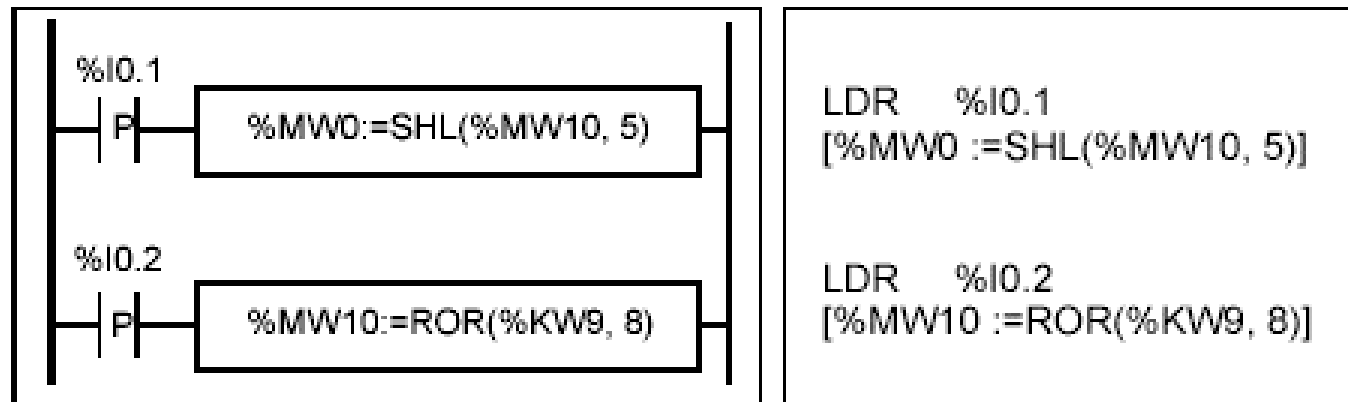
В следующей таблице перечислены типы инструкций сдвига.

Инструкция	Функция	
Логический сдвиг		
SHL(op2,i)	Логический сдвиг на <i>i</i> позиций влево.	
SHR(op2,i)	Логический сдвиг на <i>i</i> позиций вправо.	

Циклический сдвиг		
ROR(op2,i)	Циклический сдвиг на <i>i</i> позиций влево.	
ROL(op2,i)	Циклический сдвиг на <i>i</i> позиций вправо.	

Примечание: Системный бит %S17 выхода за границы емкости.

Операции сдвига выполняются следующим образом:



Синтаксис зависит от используемых операторов, как указано в следующей таблице.

Оператор	Синтаксис
SHL, SHR	[Op1: = Оператор (Op2,i)]
ROL, ROR	

Операнды:

Типы	Операнд 1 (Op1)	Операнд 2 (Op2)
Слова	%MWi, %QWi, %QWAI, %SWi	%MWi, %KW, %IW, %IWAi, %QW, %QWAI, %SWi, %BLK.x
Двойное слово	%MDi	%MDi, %KDi

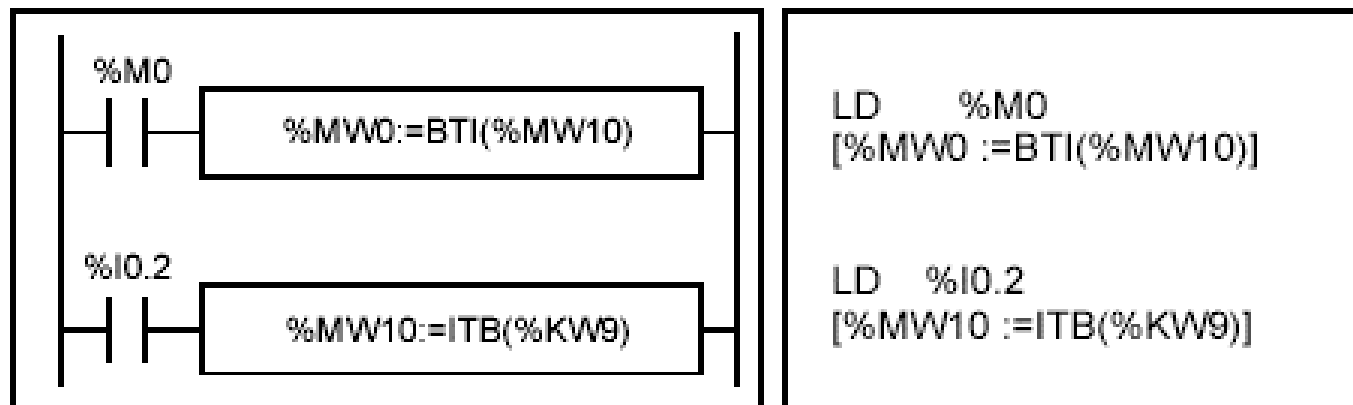
Инструкции преобразования

Инструкции преобразования выполняют преобразование между различными формами представления чисел.

В следующей таблице перечислены типы инструкций преобразования.

Инструкция	Функция
BTI	Преобразование BCD --> двоичный код
ITB	Преобразование двоичный код --> BCD

Операции преобразования выполняются следующим образом:



Обзор кода BCD

Двоично-десятичный код (BCD) представляет десятичную цифру (от 0 до 9) кодированием четырех двоичных битов. 16-битное слово может содержать число из 4 цифр (0000 - 9999), а 32-битное двойное слово может содержать число из 8-ми цифр.

Во время преобразования системный бит %S18 устанавливается в 1, если значение не BCD. Этот бит должен проверяться и сбрасываться в 0 программой.

BCD представление десятичных цифр:

Десятич ная	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
BCD	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001

Примеры:

- Слово %MW5 выражает BCD значение "2450", которое соответствует двоичному значению: 0010 0100 0101 0000
- Слово %MW12 выражает десятичное значение "2450", которое соответствует двоичному значению: 0000 1001 1001 0010

Слово %MW5 преобразовывается в слово %MW12 инструкцией BTI.

Слово %MW12 преобразовывается в слово %MW5 инструкцией ITB.

Синтаксис зависит от используемых операторов, как указано в следующей таблице.

Оператор	Синтаксис
BTI, ITB	[Op1: = Оператор (Op2)]

Операнды:

Тип	Операнд 1 (Op1)	Операнд 2 (Op2)
Слова	%MWi, %QWi, %QWai, %SWi	%MWi, %KW, %IW, %IWAi, %QW, %QWai, %SWi, %BLK.x
Двойное слово	%MDi	%MDi, %KDi

Пример приложения:

Инструкция BTI используется для выдачи установочного значения на входы контроллера через BCD-кодированные колеса.

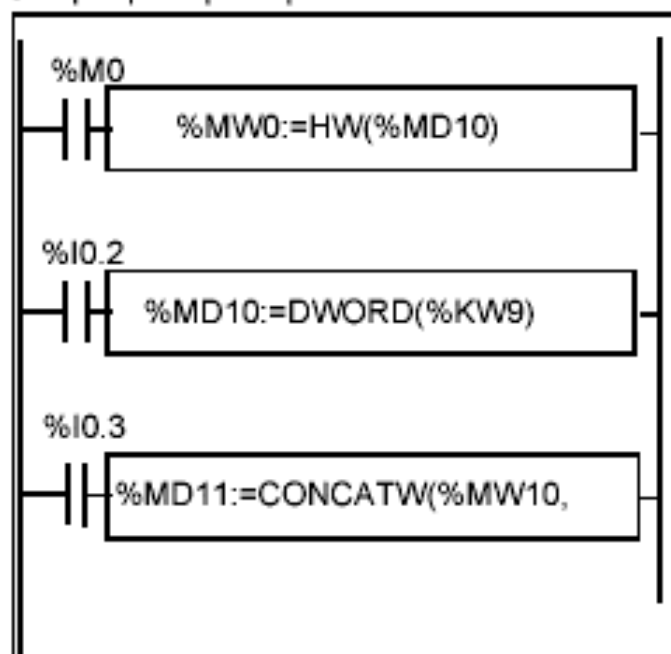
Инструкция ITB используется для отображения цифровых значений (например, результат вычислений, текущее значение функционального блока) на BCD-кодированных дисплеях.

Инструкции преобразования одинарных/двойных слов

В следующей таблице описаны инструкции, используемые для выполнения преобразований между одинарными и двойными словами:

Инструкция	Функция
LW	Младший значащий байт двойного слова извлекается в слово.
HW	Старший значащий байт двойного слова извлекается в слово.
CONCATW	Соединение двух слов в двойное слово.
DWORD	Преобразование 16-битного слова в 32-битное двойное слово.

Операции преобразования выполняются следующим образом:



```
LD    %M0
[%MW0 :=HW(%MD10)]
```

```
LD    %I0.2
[%MD10 :=DWORD(%KW9)]
```

```
LD    %I0.3
[%MD11:=CON-
CATW(%MW10,%MW5)]
```

Синтаксис зависит от используемых операторов, как указано в следующей таблице:

Оператор	Синтаксис	Операнд 1 (Op1)	Операнд 2 (Op2)	Операнд 3 (Op3)
LW, HW	Op1 = Оператор (Op2)	%MWi	%MDi, %KDi	[-]
CONCATW	Op1 = Оператор (Op2, Op3))	%MDi	%MWi, %KW _i , прямое значение	%MWi, %KW _i , прямое значение
DWORD	Op1 = Оператор (Op2)	%MDi	%MWi, %KW _i	[-]