

Содержание главы 12

<u>12</u>	<u>Функции преобразования</u>	4
<u>12.1</u>	<u>Обработка функции преобразования</u>	4
<u>12.2</u>	<u>Преобразование чисел типов INT и DINT</u>	8
<u>12.3</u>	<u>Преобразование чисел типа BCD</u>	10
<u>12.4</u>	<u>Преобразование чисел типа REAL</u>	11
<u>12.5</u>	<u>Различные функции преобразования</u>	13

12 Функции преобразования

Функции преобразования конвертируют типы данных переменных. На рисунке 12.1 представлен обзор преобразований типов данных, описываемых в этой главе.

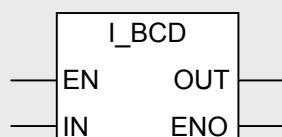
12.1 Обработка функции преобразования

Представление

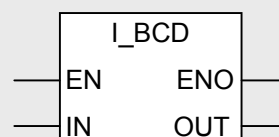
Кроме разрешающего входа (enable input) EN и разрешающего выхода (enable output) ENO блочный элемент функции преобразования оснащен входом IN и выходом OUT. «Заголовок» блочного элемента идентифицирует выполняемую функцию преобразования (например, I_BCD означает преобразование INT в BCD).

Блочный элемент преобразования (в примере: INT в BCD)

Представление LAD:



Представление FBD:



Конвертируемое значение подается на вход IN, результат конвертирования находится на выходе OUT. Тип данных входа и выхода зависит от функции преобразования. В функции преобразования DI_R (DINT в REAL), к примеру, вход имеет тип DINT, а тип выхода – REAL. Используемые переменные должны иметь те же типы данных, что у входа или выхода.

Если вы используете операнды с абсолютными адресами, то размеры операндов должны соответствовать типам данных, так, вы можете использовать операнд размером в слово для типа данных INT.

Функция

Функция преобразования выполняется, если на разрешающем входе присутствует «1» (если ток течет во входе EN). Если во время преобразования возникнет ошибка, то разрешающий выход ENO устанавливается в «0»; в противном случае он устанавливается в «1». Если исполнение функции не разрешено (EN = «0»), преобразование не происходит, и ENO также обнулен (см. блок-схему ниже).

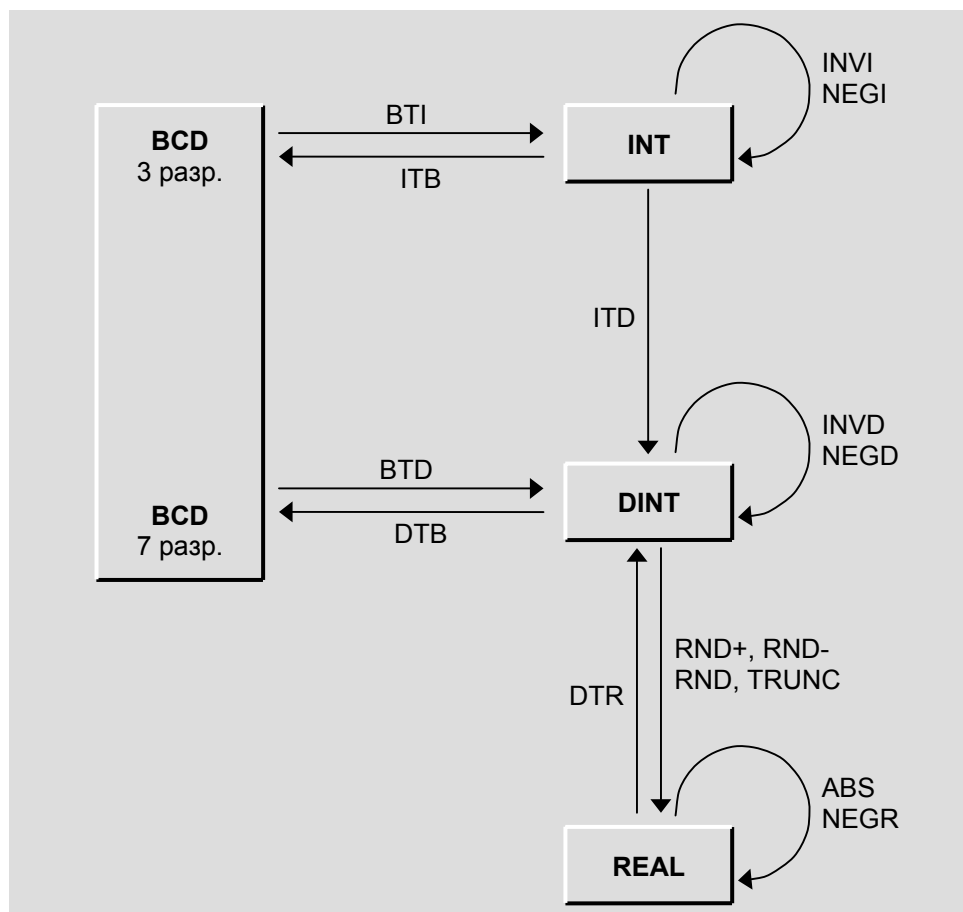


Рисунок 12.1 Обзор функций преобразования

Если главное реле управления (MCR) активировано, то при обработке функции преобразования ($EN = \langle 1 \rangle$) выход **OUT** устанавливается в ноль. MCR на выход **ENO** не воздействует.

ЕСЛИ EN == “1” или не используется			ИНАЧЕ
ТО			
OUT := Confct (IN)			
ЕСЛИ возникла ошибка			
ТО	ИНАЧЕ		
ENO := “0”	ENO := “1”	ENO := “0”	

Confct – функция преобразования

Не все функции преобразования сообщают об ошибке. Ошибка возникает, только если нарушается допустимый диапазон чисел (**I_BCD**, **DI_BCD**) или определено недействительное число **REAL** (**FLOOR**, **CEIL**, **ROUND**, **TRUNC**).

Если входное значение для преобразования **BCD_I** или **BCD_DI** содержит псевдотетраду, то исполнение программы прерывается, и вызывается организационный

блок обработки ошибок ОВ 121 (синхронные ошибки работы программы). В главе 15 «Биты состояния» разъясняется, как функции преобразования устанавливают биты состояния.

На рисунке 12.2 демонстрируется по одному примеру для каждого типа данных. Функции преобразования конвертируют в соответствии с определенными характеристиками, даже если при использовании операндов с абсолютными адресами типы данных не были объявлены.

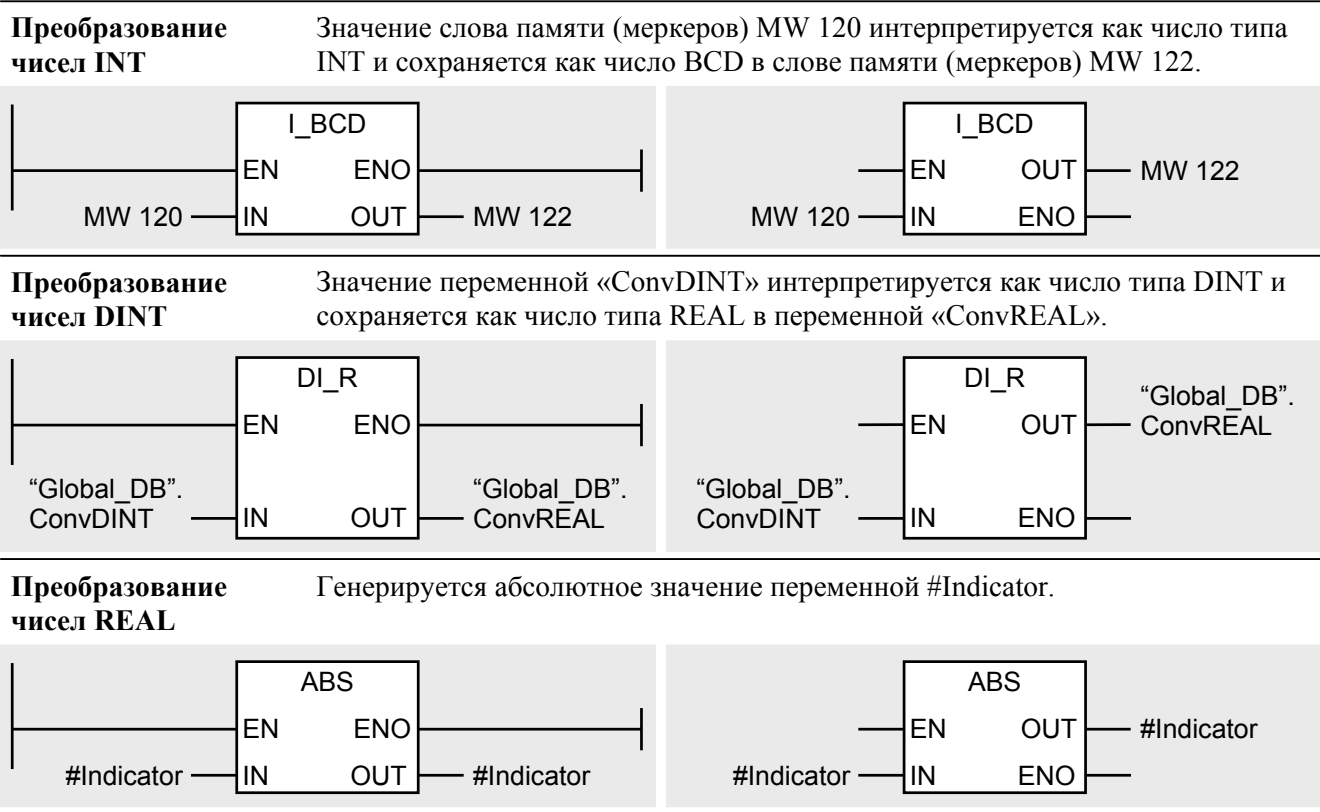


Рисунок 12.2 Примеры функций преобразования

При пошаговом программировании функции преобразования 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 «Convert» («Преобразование»).

Функция преобразования в цепи (LAD)

Вы можете размещать контакты и соединять их последовательно и параллельно перед входом EN и после выхода ENO.

Сам блочный элемент преобразования может быть вставлен после Т-ветви или находится на ветви, соединенной непосредственно с левой направляющей (питающей

шиной). Эта ветвь также может иметь контакты перед входом EN и не может быть самой верхней ветвью.

Прямое подключение к левой питающей направляющей позволяет вам соединить блочные элементы преобразования параллельно. Когда блочные элементы подключаются параллельно, требуется катушка для завершения цепи. Если вы не производите проверку на наличие ошибки, назначьте катушке «пустой» операнд, например, бит временных локальных данных.

Вы можете соединить блочные элементы преобразования последовательно. Если выход ENO предыдущего блочного элемента соединен с входом EN следующего, то последний обрабатывается только при условии, если предыдущий элемент сработал без ошибок. Если вы хотите использовать результат из предыдущего блочного элемента в качестве входного значения для следующего блока, то переменные из области временных локальных данных предоставляют удобные промежуточные буферы.

Если вы компонуете несколько блочных элементов преобразования в одной цепи (параллельно левой питающей направляющей и в дальнейшем последовательно), блочные элементы самой верхней ветви обрабатываются слева направо, затем элементы второй ветви слева направо и так далее.

Библиотека «LAD_Book» на дискете, прилагаемой к книге, содержит примеры представления и группировки функций преобразования (FB 112 в программе «Digital Functions», «Числовые функции»).

Функции преобразования в логической схеме (FBD)

EN и ENO не должны быть назначены. Если требуется обработать преобразующий блочный элемент в зависимости от определенных условий, то можно скомпоновать бинарные логические операции перед входом EN. Вы можете соединить выход ENO с бинарными входами других функций. Например, можно соединить блочные элементы преобразования последовательно, таким образом, выход ENO предыдущего блочного элемента будет подключен к входу EN следующего.

Если вы хотите использовать результат вычислений предыдущего блочного элемента в качестве входного значения для последующего элемента, то переменные из области временных локальных данных предоставляют удобные промежуточные буферы.

Библиотека «FBD_Book» на дискете, прилагаемой к книге, содержит примеры представления и группировки функций преобразования (FB 112 в программе «Digital Functions», «Числовые функции»).

12.2 Преобразование чисел типов INT и DINT

В таблице 12.1 показаны функции преобразования для чисел типов INT и DINT. К входам и выходам должны применяться переменные определенных типов данных или абсолютно адресуемые операнды соответствующих размеров (например, операнд размером в слово для типа данных INT).

Таблица 12.1 Преобразование чисел типов INT и DINT

Преобразование типа данных	Блочный элемент	Тип данных параметра	
		IN	OUT
INT в DINT	I_DI	INT	DINT
INT в BCD	I_BCD	INT	WORD
DINT в BCD	DI_BCD	DINT	DWORD
DINT в REAL	DI_R	DINT	REAL

Преобразование из INT в DINT

Функция I_DT интерпретирует значение на входе IN как число типа данных INT и пересылает его в младшее слово выхода OUT. Сигнальное состояние 15-го бита (знак) переносится в биты с 16-го по 31-й старшего слова выхода OUT.

Преобразование из INT в DINT об ошибках не сообщает.

Преобразование из INT в BCD

Функция I_BCD интерпретирует значение на входе IN как число типа данных INT и конвертирует его в 3-разрядное число BCD (двоично-десятичный код) на выходе OUT. Три правых десятичных разряда представляют абсолютное значение десятичного числа. Знак находится в битах с 12-го по 15-й. Если все биты равны «0», то знак положительный; если все биты установлены в «1», то знак отрицательный.

Если число INT слишком большое для преобразования в BCD (> 999), то функция I_BCD устанавливает биты состояния OV и OS. Преобразование не производится.

Преобразование из DINT в BCD

Функция DI_BCD интерпретирует значение на входе IN как число типа данных DINT и преобразует его в 7-разрядное число BCD на выходе OUT. Семь правых десятичных разрядов представляют абсолютное значение десятичного числа. Знак находится в битах с 28-го по 31-й. Если все биты равны «0», то знак положительный; если все биты установлены в «1», то знак отрицательный.

Если число DINT слишком большое для преобразования в число BCD ($> 9\,999\,999$), то функция DI_BCD устанавливает биты состояния OV и OS. Преобразование не выполняется.

Преобразование из DINT в REAL

Функция DI_R интерпретирует значение на входе IN как число типа данных DINT и преобразует его в число типа REAL на выходе OUT.

Так как число в формате DINT имеет более высокую точность, чем число в формате REAL, то при конвертировании может произойти округление. Число типа REAL округляется до следующего целого числа (в соответствии с функцией ROUND).

Функция DI_R об ошибке не сообщает.

12.3 Преобразование чисел типа BCD

В таблице 12.2 показаны функции преобразования для чисел типа BCD. К входам и выходам должны применяться переменные определенного типа данных или абсолютно адресуемые операнды соответствующих размеров (например, операнд размером в слово для типа данных INT).

Таблица 12.2 Преобразование чисел BCD

Преобразование типа данных	Блочный элемент	Тип данных параметра	
		IN	OUT
BCD в INT	BCD_I	WORD	INT
BCD в DINT	BCD_DI	DWORD	DINT

Преобразование из BCD в INT

Функция BCD_I интерпретирует значение на входе IN как 3-разрядное BCD-число и преобразует его в число типа INT на выходе OUT. Три правых разряда представляют абсолютное значение десятичного числа. Знак находится в битах с 12-го по 15-й. Если в этих битах нули, то знак положительный; если они заполнены значением «1», то знак отрицательный. При конвертировании во внимание берется только 15-й бит.

Если BCD-число содержит псевдотетраду (численное значение от 10 до 15 или шестнадцатеричное от A до F), то CPU сигнализирует о программной ошибке и вызывает организационный блок OB 121 (синхронная ошибка). Если этот блок недоступен, CPU переходит в режим STOP.

Функция BCD_I биты статуса не устанавливает.

Преобразование из BCD в DINT

Функция BCD_DI интерпретирует значение на входе IN как 7-разрядное BCD-число и преобразует его в число типа DINT на выходе OUT. Семь правых разрядов представляют абсолютное значение десятичного числа. Знак находится в битах с 28-го по 31-й. Если в этих битах «0», то знак положительный; если они заполнены значением «1», то знак отрицательный. При конвертировании во внимание берется только 31-й бит.

Если BCD-число содержит псевдотетраду (численное значение от 10 до 15 или шестнадцатеричное от A до F), то CPU сигнализирует о программной ошибке и вызывает организационный блок OB 121 (синхронная ошибка). Если этот блок недоступен, CPU переходит в режим STOP.

Функция BCD_DI биты статуса не устанавливает.

12.4 Преобразование чисел типа REAL

Есть несколько функций для преобразования числа в формате REAL в число формата DINT (преобразование дробного значения в целое число) (таблица 12.3). Они отличаются по способу округления. К входам и выходам должны быть применены переменные определенного типа данных или абсолютно адресуемые операнды размером в двойное слово.

Таблица 12.3 Преобразование чисел типа REAL в числа типа DINT

Преобразование типа данных с округлением	Блочный элемент	Тип данных параметра	
		IN	OUT
До следующего большего целого числа	CEIL	REAL	DINT
До следующего меньшего целого числа	FLOOR	REAL	DINT
До следующего целого числа	ROUND	REAL	DINT
Без округления	TRUNC	REAL	DINT

Округление до следующего большего целого числа

Функция CEIL интерпретирует значение на входе IN как число в формате REAL и преобразует его в число формата DINT на выходе OUT. CEIL возвращает целое, большее или равное конвертируемому числу.

Если значение на входе IN находится вне диапазона, допустимого для чисел формата DINT, или оно не соответствует числу в формате REAL, то CEIL устанавливает биты состояния OV и OS. Преобразование не выполняется.

Округление до следующего меньшего целого числа

Функция FLOOR интерпретирует значение на входе IN как число в формате REAL и приводит его к числу формата DINT на выходе OUT. FLOOR возвращает целое, меньшее или равное конвертируемому числу.

Если значение на входе IN находится вне диапазона, допустимого для чисел в формате DINT, или оно не соответствует числу в формате REAL, то FLOOR устанавливает биты состояния OV и OS. Преобразование не выполняется.

Округление до следующего меньшего целого числа

Функция ROUND интерпретирует значение на входе IN как число в формате REAL и преобразует его в число формата DINT на выходе OUT. ROUND возвращает следующее целое число. Если результат находится точно между нечетным и четным числом, предпочтение отдается четному числу.

Если значение на входе IN находится вне диапазона, допустимого для чисел в формате DINT, или оно не соответствует числу в формате REAL, то ROUND устанавливает биты состояния OV и OS. Преобразование не выполняется.

Без округления

Функция TRUNC интерпретирует значение на входе IN как число в формате REAL и преобразует его в число формата DINT на выходе OUT. TRUNC возвращает целую составляющую преобразуемого числа; дробная составляющая отсекается.

Если значение на входе IN находится вне диапазона, допустимого для чисел в формате DINT, или оно не соответствует числу в формате REAL, то TRUNC устанавливает биты состояния OV и OS. Преобразование не выполняется.

Обобщение преобразований из типа REAL к типу DINT

Таблица 12.4 демонстрирует различные результаты функций для преобразования из REAL в DINT. В качестве примера выбран диапазон от -1 до $+1$.

Таблица 12.4 Режимы округления для преобразования чисел типа REAL

Значение на входе		Результат			
REAL	DW#16#	ROUND	CEIL	FLOOR	TRUNC
1.0000001	3F80 0001	1	2	1	1
1.00000000	3F80 0000	1	1	1	1
0.99999995	3F7F FFFF	1	1	0	0
0.50000005	3F00 0001	1	1	0	0
0.50000000	3F00 0000	0	1	0	0
0.49999996	3EFF FFFF	0	1	0	0
5.877476E-39	0080 0000	0	1	0	0
0.0	0000 0000	0	0	0	0
-5.877476E-39	8080 0000	0	0	-1	0
-0.49999996	BEFF FFFF	0	0	-1	0
-0.50000000	BF00 0000	0	0	-1	0
-0.50000005	BF00 0001	-1	0	-1	0
-0.99999995	BF7F FFFF	-1	0	-1	0
-1.00000000	BF80 0000	-1	-1	-1	-1
-1.00000001	BF80 0001	-1	-1	-2	-1

12.5 Различные функции преобразования

Другие имеющиеся функции преобразования – это функция дополнения до единицы (обратный код), отрицание и получение абсолютного значения числа типа REAL (таблица 12.5). К входам и выходам должны применяться переменные определенного типа данных или абсолютно адресуемые операнды соответствующего размера (например, операнд размером в двойное слово для типа данных DINT).

Таблица 12.5 Различные функции преобразования

Преобразование	Блочный элемент	Тип данных параметра	
		IN	OUT
Дополнение до единицы типа INT	INV_I	INT	INT
Дополнение до единицы типа DINT	INV_DI	DINT	DINT
Отрицание числа INT	NEG_I	INT	INT
Отрицание числа DINT	NEG_DI	DINT	DINT
Отрицание числа REAL	NEG_R	REAL	REAL
Абсолютное значение числа REAL	ABS	REAL	REAL

Дополнение до единицы типа INT

Функция INV_I производит операцию отрицания значения на входе IN побитно (бит за битом) и записывает его в выход OUT. INV_I заменяет нули единицами и наоборот. Функция INV_I об ошибке не сигнализирует.

Дополнение до единицы типа DINT

Функция INV_DI производит операцию отрицания значения на входе IN побитно (бит за битом) и записывает его в выход OUT. INV_DI заменяет нули единицами и наоборот. Функция INV_DI об ошибке не сообщает.

Отрицание типа INT

Функция NEG_I интерпретирует значение на входе IN как число типа INT, меняет знак путем генерирования дополнения до двух (дополнительного кода) и записывает преобразованное значение на выход OUT. NEG_I идентична умножению на –1. Функция NEG_I устанавливает биты состояния CC0, CC1, OV и OS.

Отрицание типа DINT

Функция NEG_DI интерпретирует значение на входе IN как число типа DINT, меняет знак путем генерирования дополнения до двух (дополнительного кода) и записывает конвертированное значение на выход OUT. NEG_DI идентична умножению на -1 . Функция NEG_DI устанавливает биты состояния CC0, CC1, OV и OS.

Отрицание типа REAL

Функция NEG_R интерпретирует значение на входе IN как число типа REAL, умножает его на -1 и записывает на выход OUT. NEG_R меняет знак мантиссы даже действительного числа REAL. NEG_R об ошибке не сообщает.

Получение абсолютного значения типа REAL

Функция ABS интерпретирует значение на входе IN как число типа REAL, генерирует абсолютное значение этого числа и записывает его на выход OUT. ABS устанавливает в «0» знак мантиссы даже действительного числа REAL. ABS об ошибках не сигнализирует.