

Библиотека доступа к БД (DBAccessLib) для платформы MCU-X/Y

ФБ чтения/записи подындексов через массив

ФБ для чтения из БД через массив

Входные данные (Inputs)

Имя переменной	Тип данных	Описание
Key	STRING	Ключ к индексу в БД
Subi_Start	USINT	Начальный подындекс
Subi_Count	USINT	Количество подындексов и элементов массива
Arrays_Start	USINT	Начальный элемент массива данных и ошибок . С этого элемента массива будут находиться прочитанные данные и записаны ошибки доступа

- Значения `Subi_Start`, `Subi_Count` и `Array_Start` должны находиться в диапазоне от 1 до 255
- Значения $(Subi_Start + Subi_Count)$ и $(Array_Start + Subi_Count)$ не должны превышать 255

Выходные данные (Outputs)

Имя переменной	Тип данных	Описание
Data_Array	ARRAY[1..255] OF <TYPE>	Массив данных (255 элементов). Данные будут находиться начиная с <code>Array_Start</code> элемента
Error	UDINT	Код ошибки доступа
Error_Array	ARRAY[1..255] OF UDINT	Массив с ошибками доступа

ФБ для записи в БД через массив

Входные данные (Inputs)

Имя переменной	Тип данных	Описание
Key	STRING	Ключ к индексу в БД
Subi_Start	USINT	Начальный подындекс.
Subi_Count	USINT	Количество подындексов

Имя переменной	Тип данных	Описание
<code>Arrays_Start</code>	<code>USINT</code>	Начальный элемент массива данных и ошибок . С этого элемента массивов будут записаны данные и находиться коды ошибок
<code>Data_Array</code>	<code>ARRAY[1..255] OF <TYPE></code>	Массив данных (255 элементов) для записи в БД. Данные будут записаны с <code>Array_Start</code> элемента

- Значения `Subi_Start` , `Subi_Count` и `Array_Start` должны находиться в диапазоне от 1 до 255
- Значения $(Subi_Start + Subi_Count)$ и $(Array_Start + Subi_Count)$ не должны превышать 255

Выходные данные (Outputs)

Имя переменной	Тип данных	Описание
<code>Error</code>	<code>UDINT</code>	Код ошибки доступа
<code>Error_Array</code>	<code>ARRAY[1..255] OF UDINT</code>	Массив с ошибками доступа

Параметр `Arrays_Start` позволяет управлять индексацией элементов массива данными без привязки к начальному подындексу (`Subi_Start`). Например, при чтении 10 подындексов начиная с 20-го и задав `Arrays_Start` равный 1, получим что данные и ошибки будут находиться с 1-го элемента массива.

Обработка ошибок

Раздел в разработке

Список ФБ

Функции чтения и записи строк ("STRING) не поддерживаются

Set функции (запись массива данных)

- `setDBEntriesBOOL`
- `setDBEntriesSINT`
- `setDBEntriesINT`
- `setDBEntriesDINT`
- `setDBEntriesLINT`
- `setDBEntriesUSINT`
- `setDBEntriesUINT`
- `setDBEntriesUDINT`
- `setDBEntriesULINT`
- `setDBEntriesREAL`
- `setDBEntriesLREAL`
- `setDBEntriesBYTE` - для доступа к подындексам типа USINT
- `setDBEntriesWORD` - для доступа к подындексам типа UINT
- `setDBEntriesDWORD` - для доступа к подындексам типа UDINT

- `setDBEntriesLWORD` - для доступа к подынкам типа ULINT

Get функции (чтение массива данных)

- `getDBEntriesBOOL`
- `getDBEntriesSINT`
- `getDBEntriesINT`
- `getDBEntriesDINT`
- `getDBEntriesLINT`
- `getDBEntriesUSINT`
- `getDBEntriesUINT`
- `getDBEntriesUDINT`
- `getDBEntriesULINT`
- `getDBEntriesREAL`
- `getDBEntriesLREAL`
- `getDBEntriesBYTE` - для доступа к подынкам типа USINT
- `getDBEntriesWORD` - для доступа к подынкам типа UINT
- `getDBEntriesDWORD` - для доступа к подынкам типа UDINT
- `getDBEntriesLWORD` - для доступа к подынкам типа ULINT

Пример

```

1  (* Запись в индекс "key_set" "count" начиная с "start" подынка *)
2  start := 3; (* Пишем начиная с 3 подынка *)
3  count := 4; (* Пишем всего 4 подынка *)
4
5  (* Заполняем массив для записи. Смещение в массиве соответствует смещению подынка *)
6  setDBEntriesBOOL.data_array[ start ] = TRUE;
7  ...
8  setDBEntriesBOOL.data_array[ start + i ] = TRUE;
9
10 (* Вызываем функцию *)
11 setDBEntriesBOOL(key := index_key, sub_i_start := start, sub_i_count := count, array_start :=
start);
12 (* Есть ошибки доступа? *)
13 if setDBEntriesBOOL.error > 0 then
14     for i := start to (start + count -1) do
15         if setDBEntriesBOOL.error_array[i] <> 0 then
16             (* access error handler *)
17         end_if;
18 end_if;

```

Реализация на уровне библиотеки

- Перед чтением или записью в массиве ошибок (`Error_Array`) обнуляются `Subi_Count` элементов начиная с `Arrays_Start`
- Значения элементов массива (`Data_Array` и `Error_Array`) не попадающие в диапазон `Array_Start .. (Array_Start + Subi_Count -1)` в ФБ не изменяются

- Значения `Subi_Start` , `Subi_Count` и `Array_Start` должны находиться в диапазоне от 1 до 255
- Значения $(\text{Subi_Start} + \text{Subi_Count})$ и $(\text{Array_Start} + \text{Subi_Count})$ не должны превышать 255
- Массив данных в ФБ имеет фиксированную длину 255. Индексация массива с 1
- Массив ошибок в ФБ имеет фиксированную длину 255. Индексация массива с 1
- Из ФБ в функцию обёртки указатель на данные передаются с адресом начала массива, т.е. без смещения на `Subi_Start`
- Из ФБ в функцию обёртки указатель на ошибки передаются с адресом начала массива, т.е. без смещения на `Array_Offset`
- Минимальное значение начального подындкса: 1
- Максимальное кол-во подындеков: 255

Пользовательские ФБ для доступа к БД через структуру

Раздел посвящён алгоритму разработки пользовательских ФБ для доступа к индексам БД через структуры.

Для доступа к БД через структуру используется функции `getDBEntryStruct` и `setDBEntryStruct`. См. приложение А.

В функции необходимо передать:

- Ключ - путь к индексу (строка)
- Массив с номерами подындеков
- Кол-во подындеков
- Массив кодов типов для каждого подындкса
- Массив с сериализованными данными
- Массив для чтения ошибок доступа

Функции возвращают код ошибки доступа.

Массив с номерами подындеков представляет собой массив `USINT`. См. `SUBI_NUMBER_ARR : ARRAY [1..11] OF USINT;` в примере.

Массив кодов типов для каждого подындкса представляет собой массив `USINT`. См. `SUBI_TYPE_ARR : ARRAY [1..11] OF USINT;` в примере

ФБ сериализации данных

Для типов `LINT`, `ULINT`, `REAL32 (REAL)` и `REAL64 (LREAL)` необходима сериализация при записи в массив

- `LINT_SRLZ_TO_UDINT_PAIR(LINT:IN) => (UDINT:OUT_1, UDINT:OUT_2)`
- `ULINT_SRLZ_TO_UDINT_PAIR(ULINT:IN) => (UDINT:OUT_1, UDINT:OUT_2)`
- `LREAL_SRLZ_TO_UDINT_PAIR(LREAL:IN) => (UDINT:OUT_1, UDINT:OUT_2)`
- `REAL_SRLZ_TO_UDINT(REAL:IN) => (UDINT:OUT)`

И десериализация при чтении из массива данных:

- `UDINT_PAIR_DESRLZ_TO_LINT(UDINT:IN_1, UDINT:IN_2) => (LINT:OUT)`
- `UDINT_PAIR_DESRLZ_TO_ULINT(UDINT:IN_1, UDINT:IN_2) => (ULINT:OUT)`

- `UDINT_PAIR_DESRLZ_TO_LREAL(UDINT:IN_1, UDINT:IN_2) => (LREAL:OUT)`
- `UDINT_DESRLZ_TO_REAL(UDINT:IN) => (REAL:OUT)`

Для функций с парой параметров `UDINT`, первый параметр необходимо записать/прочитать в/из массива сериализованных данных с меньшим номером элемента.

Пример сериализации `ULINT`:

```
1 ULINT_SRLZ_TO_UDINT( IN := VAL.ULINT_VAL,
2                     OUT_1 => DB_ARR_SEND_RCV[10],
3                     OUT_2 => DB_ARR_SEND_RCV[11]);
```

Пример десериализации в `ULINT`:

```
1 UDINT_SRLZ_ULINT(IN_1 := DB_ARR_SEND_RCV[10],
2                 IN_2 := DB_ARR_SEND_RCV[11],
3                 OUT => OUT.ulint_val);
```

Для всех остальных типов можно использовать стандартные функции преобразования в/из `UDINT`.

Функция получения кода типа

```
getDBAccessTypeCode(DBTypes:DBAccessType) => (USINT:OUT)
```

Пример:

```
SUBS_TYPE[9] := getDBTypeCode(TYPE_ULINT);
```

Примеры ФБ записи и чтения в БД через структуру

Ниже представлен пример ФБ записи и чтения структуры словаря:

- Подындекс 1 - Тип `BOOL`
- Подындекс 2 - Тип `SINT`
- Подындекс 3 - Тип `INT`
- Подындекс 4 - Тип `DINT`
- Подындекс 5 - Тип `LINT`
- Подындекс 6 - Тип `USINT`
- Подындекс 7 - Тип `UINT`
- Подындекс 8 - Тип `UDINT`
- Подындекс 9 - Тип `ULINT`
- Подындекс 10 - Тип `REAL`
- Подындекс 11 - Тип `LREAL`

Структура в коде ПЛК (`user_type`) содержит поля: `<тип подындекса>_val`

Примеры ФБ записи в БД через структуру

```
1 FUNCTION_BLOCK set_db_struct
2   VAR_INPUT
3     Key : STRING;
4     IN : user_type;
5   END_VAR
6   VAR_OUTPUT
7     ERROR : UDINT;
8     ERROR_ARR : ARRAY [1..11] OF UDINT;
9   END_VAR
10  VAR
11    DB_ARR_SEND_RCV : ARRAY [1..14] OF UDINT;
12    SUBS_TYPE : ARRAY [1..11] OF USINT;
13    SUBS_NUMB : ARRAY [1..11] OF USINT;
14    once_init : BOOL := False;
15    ulint_srlz : ULINT_SRLZ_TO_UDINT_PAIR;
16    lint_srlz : LINT_SRLZ_TO_UDINT_PAIR;
17    real_srlz : REAL_SRLZ_TO_UDINT;
18    lreal_srlz : LREAL_SRLZ_TO_UDINT_PAIR;
19  END_VAR
20
21  (* Functional Block Code Start *)
22  if once_init <> True then
23    once_init := True;
24    (* One-time initialization Start *)
25
26    (* Types of subindexes Start *)
27    SUBS_TYPE[1] := getDBTypeCode(TYPE_BOOL);
28    SUBS_TYPE[2] := getDBTypeCode(TYPE_SINT);
29    SUBS_TYPE[3] := getDBTypeCode(TYPE_INT);
30    SUBS_TYPE[4] := getDBTypeCode(TYPE_DINT);
31    SUBS_TYPE[5] := getDBTypeCode(TYPE_LINT);
32    SUBS_TYPE[6] := getDBTypeCode(TYPE_USINT);
33    SUBS_TYPE[7] := getDBTypeCode(TYPE_UINT);
34    SUBS_TYPE[8] := getDBTypeCode(TYPE_UDINT);
35    SUBS_TYPE[9] := getDBTypeCode(TYPE_ULINT);
36    SUBS_TYPE[10] := getDBTypeCode(TYPE_REAL);
37    SUBS_TYPE[11] := getDBTypeCode(TYPE_LREAL);
38    (* Types of subindexes End *)
39
40    (* Subindex numbers Start *)
41    SUBS_NUMB[1] := 1;
42    SUBS_NUMB[2] := 2;
43    SUBS_NUMB[3] := 3;
44    SUBS_NUMB[4] := 4;
45    SUBS_NUMB[5] := 5;
46    SUBS_NUMB[6] := 6;
47    SUBS_NUMB[7] := 7;
48    SUBS_NUMB[8] := 8;
49    SUBS_NUMB[9] := 9;
50    SUBS_NUMB[10] := 10;
51    SUBS_NUMB[11] := 11;
52    (* Subindex numbers End *)
53
54    (* One-time initialization End *)
55  end_if;
```

```

56
57 (* Data Serialization Start *)
58
59 DB_ARR_SEND_RCV[1] := BOOL_TO_UDINT( IN.bool_val); (* Serialization of BOOL *)
60
61 DB_ARR_SEND_RCV[2] := SINT_TO_UDINT( IN.sint_val); (* Serialization of SINT *)
62 DB_ARR_SEND_RCV[3] := INT_TO_UDINT( IN.int_val); (* Serialization of INT *)
63 DB_ARR_SEND_RCV[4] := DINT_TO_UDINT( IN.dint_val); (* Serialization of DINT *)
64 lint_srlz(IN := IN.lint_val, OUT_1 => DB_ARR_SEND_RCV[5], OUT_2 => DB_ARR_SEND_RCV[6]);
(* Serialization of LINT *)
65
66 DB_ARR_SEND_RCV[7] := USINT_TO_UDINT(IN.usint_val); (* Serialization of USINT *)
67 DB_ARR_SEND_RCV[8] := UINT_TO_UDINT(IN.uint_val); (* Serialization of UDINT *)
68 DB_ARR_SEND_RCV[9] := IN.udint_val; (* Serialization of UDINT *)
69 ulint_srlz(IN := IN.ulint_val, OUT_1 => DB_ARR_SEND_RCV[10], OUT_2 =>
DB_ARR_SEND_RCV[11]); (* Serialization of ULINT *)
70
71 real_srlz(IN := IN.real_val, OUT => DB_ARR_SEND_RCV[12]); (* Serialization of REAL
(REAL32) *)
72 lreal_srlz(IN := IN.lreal_val, OUT_1 => DB_ARR_SEND_RCV[13], OUT_2 =>
DB_ARR_SEND_RCV[14]); (* Serialization of LREAL (REAL64) *)
73
74 (* Data Serialization End *)
75
76 (* Calling write function to DB Start *)
77 {{ uint32_t res = setDBEntryStruct(GetFbVar(KEY),
78                                     GET_FB_ARRAY_POINTER(SUBS_NUMB), /* Number of subi
Start */ 11 /* Number of subi End */,
79                                     GET_FB_ARRAY_POINTER(SUBS_TYPE),
80                                     GET_FB_ARRAY_POINTER(DB_ARR_SEND_RCV),
81                                     GET_FB_ARRAY_POINTER(ERROR_ARR) ); }}
82 (* Calling write function to DB End *)
83
84 {{ SetFbVar(ERROR, res); }}
85 (* Functional Block Code End *)
86 END_FUNCTION_BLOCK

```

Пример ФБ чтения в БД через структуру

```

1 FUNCTION_BLOCK get_db_struct
2   VAR_INPUT
3     Key : STRING;
4   END_VAR
5   VAR_OUTPUT
6     OUT : user_type;
7     ERROR : UDINT;
8     ERROR_ARR : ARRAY [1..11] OF UDINT;
9   END_VAR
10  VAR
11    DB_ARR_SEND_RCV : ARRAY [1..14] OF UDINT;
12    SUBS_TYPE : ARRAY [1..11] OF USINT;
13    SUBS_NUMB : ARRAY [1..11] OF USINT;
14    once_init : BOOL := False;
15    UDINT_SRLZ_LINT : UDINT_PAIR_DESRLZ_TO_LINT;
16    UDINT_SRLZ_ULINT : UDINT_PAIR_DESRLZ_TO_ULINT;

```

```

17     UDINT_DESRLZ_REAL : UDINT_DESRLZ_TO_REAL;
18     UDINT_SRLZ_LREAL : UDINT_PAIR_DESRLZ_TO_LREAL;
19 END_VAR
20
21 (* Functional Block Code Start *)
22 if once_init <> True then
23     once_init := True;
24     (* One-time initialization Start *)
25
26     (* Types of subindexes Start *)
27     SUBS_TYPE[1] := getDBTypeCode(TYPE_BOOL);
28     SUBS_TYPE[2] := getDBTypeCode(TYPE_SINT);
29     SUBS_TYPE[3] := getDBTypeCode(TYPE_INT);
30     SUBS_TYPE[4] := getDBTypeCode(TYPE_DINT);
31     SUBS_TYPE[5] := getDBTypeCode(TYPE_LINT);
32     SUBS_TYPE[6] := getDBTypeCode(TYPE_USINT);
33     SUBS_TYPE[7] := getDBTypeCode(TYPE_UINT);
34     SUBS_TYPE[8] := getDBTypeCode(TYPE_UDINT);
35     SUBS_TYPE[9] := getDBTypeCode(TYPE_ULINT);
36     SUBS_TYPE[10] := getDBTypeCode(TYPE_REAL);
37     SUBS_TYPE[11] := getDBTypeCode(TYPE_LREAL);
38     (* Types of subindexes End *)
39
40     (* Subindex numbers Start *)
41     SUBS_NUMB[1] := 1;
42     SUBS_NUMB[2] := 2;
43     SUBS_NUMB[3] := 3;
44     SUBS_NUMB[4] := 4;
45     SUBS_NUMB[5] := 5;
46     SUBS_NUMB[6] := 6;
47     SUBS_NUMB[7] := 7;
48     SUBS_NUMB[8] := 8;
49     SUBS_NUMB[9] := 9;
50     SUBS_NUMB[10] := 10;
51     SUBS_NUMB[11] := 11;
52     (* Subindex numbers End *)
53
54     (* One-time initialization End *)
55 end_if;
56
57 (* Calling read function to DB Start *)
58 {{ uint32_t res = getDBEntryStruct(GetFbVar(KEY),
59                                     GET_FB_ARRAY_POINTER(SUBS_NUMB), /* Number of sub-
indexes Start */ 11 /* Number of sub-indexes End */,
60                                     GET_FB_ARRAY_POINTER(SUBS_TYPE),
61                                     GET_FB_ARRAY_POINTER(DB_ARR_SEND_RCV),
62                                     GET_FB_ARRAY_POINTER(ERROR_ARR) ); }}
63 (* Calling read function to DB End *)
64
65 (* Data Deserialization Start *)
66
67 OUT.bool_val := UDINT_TO_BOOL(DB_ARR_SEND_RCV[1]);
68
69 OUT.sint_val := UDINT_TO_SINT(DB_ARR_SEND_RCV[2]);
70 OUT.int_val := UDINT_TO_INT(DB_ARR_SEND_RCV[3]);
71 OUT.dint_val := UDINT_TO_DINT(DB_ARR_SEND_RCV[4]);
72 UDINT_SRLZ_LINT(IN_1 := DB_ARR_SEND_RCV[5], IN_2 := DB_ARR_SEND_RCV[6], OUT =>
OUT.lint_val);

```

```

73
74
75     OUT.usint_val := UDINT_TO_USINT(DB_ARR_SEND_RCV[7]);
76     OUT.uint_val  := UDINT_TO_UINT(DB_ARR_SEND_RCV[8]);
77     OUT.udint_val := DB_ARR_SEND_RCV[9];
78     UDINT_SRLZ_ULINT(IN_1 := DB_ARR_SEND_RCV[10], IN_2 := DB_ARR_SEND_RCV[11], OUT =>
OUT.ulint_val);
79
80     UDINT_DESRLZ_REAL(IN_1 := DB_ARR_SEND_RCV[12], OUT => OUT.real_val);
81     UDINT_SRLZ_LREAL(IN_1 := DB_ARR_SEND_RCV[13], IN_2 := DB_ARR_SEND_RCV[14], OUT =>
OUT.lreal_val);
82
83     (* Data Deserialization End *)
84
85     {{ SetFbVar(ERROR, res); }}
86     (* Functional Block Code End *)
87     END_FUNCTION_BLOCK

```

Пример вызова ФБ

```
set_db_struct_instance(Key := 'App/test struct access', IN := user_struct, ERROR => error_code);
```

```
get_db_struct_instance(Key := 'App/test struct access', OUT => user_struct, ERROR => error_code);
```

Приложение А. API доступа к БД

API чтения из БД

```

1  /**
2   * @brief Запись в БД
3   *
4   * @param key      - Ключ к индексу в БД
5   * @param subs     - Указатель на массив номеров подындексов. Тип элементов массива:
`uint8_t`. Массив длиной `subs_num`
6   * @param subs_num - Количество подындексов (кол-во элементов массивов `subs` и
`sub_types`)
7   * @param sub_types - Указатель на массив с кодом типа подындексов. Тип элементов массива:
`uint8_t`. Массив длиной `subs_num`
8   * @param values   - Указатель на массив с сырыми данными подындексов. Тип элементов
массива: `uint8_t`
9   * @param errors   - Указатель на массив с кодом ошибок доступа. Тип массива: `uint32_t`
10  * @return uint32_t - Код ошибки доступа
11  */
12  uint32_t getDBEntryStruct(struct IEC_STRING key,
13                          const uint8_t   *subs,
14                          uint8_t         subs_num,
15                          const uint8_t   *sub_types,
16                          uint8_t         *values,
17                          uint32_t        *errors);

```

API записи в БД

```
1  /**
2   * @brief Запись в БД
3   *
4   * @param key      - Ключ к индексу в БД
5   * @param subs     - Указатель на массив номеров подындеков. Тип элементов массива:
6   * `uint8_t`. Массив длиной `subs_num`
7   * @param subs_num - Количество подындеков (кол-во элементов массивов `subs` и
8   * `sub_types`)
9   * @param sub_types - Указатель на массив с кодом типа подындеков. Тип элементов массива:
10  * `uint8_t`. Массив длиной `subs_num`
11  * @param values   - Указатель на массив с сырыми данными подындеков. Тип элементов
12  * массива: `uint8_t`
13  * @param errors   - Указатель на массив с кодом ошибок доступа. Тип массива: `uint32_t`
14  * @return uint32_t - Код ошибки доступа
15  */
16  uint32_t setDBEntryStruct(struct IEC_STRING key,
17                          const uint8_t   *subs,
18                          uint8_t         subs_num,
19                          const uint8_t   *sub_types,
20                          const uint8_t   *values,
21                          uint32_t        *errors);
```

Приложение Б. Вспомогательные функции и макросы на языке "C"

Макрос получения указателя на массив объявленный в ФБ

```
1  /**
2   * @brief Получения указателя на массив объявленный в ФБ
3   * @param _FB_ARRAY_NAME_ - Имя массива. Указывается в верхнем регистре (заглавными буквами)
4   */
5  GET_FB_ARRAY_POINTER(_FB_ARRAY_NAME_)
```

Макросы чтения и записи параметров ФБ

```
1  GetFbVar(var, ...)
2  SetFbVar(var, val, ...)
```