Embedded 2 Dokumentation

Erzeugt von Doxygen 1.9.3

Kapitel 1

Dokumentation

1.1 Code Style

Hier wird der aktuelle Coding Style hinterlegt.

1.1.1 EinrÃ¼ckung, Klammern und Formatierung

Der Code sollte mÃ¶glichst einfach lesbar sein und gut strukturiert sein. Die geschwungenen Klammern von BlÃ¶cken wie z.B. If-BlÃ¶cken stehen immer in einer neuen, alleinstehenden Zeile. BlÃ¶cke werden eingerÃ¼ckt.

```
if (x < foo (y, z))
{
  haha = bar[4] + 5;
}
else
{
  while (z)
  {
    haha += foo (z, z);
    z--;
  }
return ++x + bar ();
}
```

Auch bei einzeiligen If-Anweisungen werden geschwungene Klammern verwendet.

1.1.2 Kommentare

Generell sollte jede Variable, Funktion oder andere Logik deren Aufgabe oder Bedeutung nicht direkt erkennbar ist mit einem kurzen Kommentar beschrieben werden. Falls der Kommentar sich Ã¼ber mehrere Zeilen erstreckt, wird dieser mit â/∗ â¦. ∗/â begrenzt. Andernfalls reichen die zwei doppelten Slashs â//â. Kommentare sind generell in Deutsch.

```
int icounter_5; //Counter mit Startwert 5

int rgb_to_lumi(int r, int g, int b).... /*Funktion um RGB-Werte in   einen Luminanz-Wert zu konvertieren*/
```

1.1.3 Bezeichner / Namen von Variablen, Funktionen & Konstanten

Die Namen von den verschiedenen Strukturen sollen schon beim Lesen einen Hinweis auf deren Funktion geben. Die Namen sind generell in Englisch verfasst und kÃ¶nnen auch AbkÃ¼rzungen enthalten. Variablen- und Funktionen-Bezeichner werden durch Unterstriche getrennt und sind klein geschrieben. (snake_case) Konstanten hingegen werden groÃ geschrieben.

```
//Konstanten
int DELAY_MS=4;

//Variablen und Funktionen
int current_memory_left;
void set_all_leds_high();
```

1.1.4 Bibliotheken

Bibliotheken werden generell immer am Anfang der Datei eingebunden.

```
#include "test_3.h"
```

1.1.5 Doxygen

Einleitung mit /∗∗ Nur die nÃ¶tigsten Tags verwenden.

```
/**
* @brief VerzÃ¶gerung (ms)
* VerzÃ¶gerungsfunktion, blockierend
* @param milliseconds Anzahl der zu verzÃ¶gernden Millisekunden
* @return â¦
*/
```

1.2 Programmdokumentation

Die Dokumentation erfolgt gtrennt nach den jeweiligen Aufgaben

1.2.1 Aufgabe I2C Lichtsensor

Es sollen weitere I2C Busteilnehmer an den I2C Bus angeschlossen und angesteuert werden. Für diese Aufgabe zumindest ein I2C Lichtsensor vom Typ BH1750 (Modul GY-302). Sie können gerne auch weitere eigene oder von mir gestellte Sensoren verwenden.

Da der grundliegende I2C Kommunikationsablauf immer ähnlich ist, soll eine universelle FSM entwickelt werden, welche im Interrupt aber auch wahlweise in der Super Loop verwendet werden kann.

Diese wird mittels der Funktion exchangeI2C() getriggert, welche alls Schnittstelle zwischen Anwendungsprogramm und FSM fungiert.

Das Auslesen der Sensor Daten soll mit frei variierbaren Zeitintervallen erfolgen, im Bereich von 1 Sekunde bis 3600 Sekunden. (Makrodefine) Nach dem erfolgreichen Lesen der Sensordaten sollen diese über die UART ausgegeben werden Optional: Erweitern Sie den Kommandointerpreter von Embedded 1 um die Zeitintervalle über die UART verändern zu können.

Kapitel 2

Datenstruktur-Verzeichnis

2.1 Datenstrukturen

Hier folgt die Aufzählung aller Datenstrukturen mit einer Kurzbeschreibung:

Kapitel 3

Datei-Verzeichnis

3.1 Auflistung der Dateien

Hier folgt die Aufzählung aller Dateien mit einer Kurzbeschreibung:

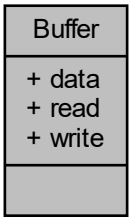
Kapitel 4

Datenstruktur-Dokumentation

4.1 Buffer Strukturreferenz

`#include <UART.h>`

Zusammengehörigkeiten von Buffer:



Datenfelder

- uint8_t data [BUFFER_SIZE]
- uint8_t read
- uint8_t write

4.1.1 Ausführliche Beschreibung

Definiert in Zeile 50 der Datei main_less.c.

4.1.2 Dokumentation der Felder

4.1.2.1 data

`uint8_t data`

Definiert in Zeile 51 der Datei main_less.c.

4.1.2.2 read

`uint8_t read`

Definiert in Zeile 52 der Datei main_less.c.

4.1.2.3 write

`uint8_t write`

Definiert in Zeile 53 der Datei main_less.c.

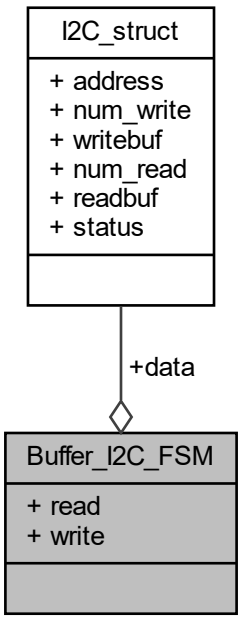
Die Dokumentation für diese Struktur wurde erzeugt aufgrund der Dateien:

- main_less.c
- UART.h

4.2 Buffer_I2C_FSM Strukturreferenz

`#include <I2C.h>`

Zusammengehörigkeiten von Buffer_I2C_FSM:



Datenfelder

- I2C_struct data [BUFFER_SIZE]
- uint8_t read
- uint8_t write

4.2.1 Ausführliche Beschreibung

Definiert in Zeile 52 der Datei I2C.h.

4.2.2 Dokumentation der Felder

4.2.2.1 data

```
I2C_struct data[BUFFER_SIZE]
```

Definiert in Zeile 54 der Datei I2C.h.

4.2.2.2 read

```
uint8_t read
```

Definiert in Zeile 55 der Datei I2C.h.

4.2.2.3 write

```
uint8_t write
```

Definiert in Zeile 56 der Datei I2C.h.

Die Dokumentation für diese Struktur wurde erzeugt aufgrund der Datei:

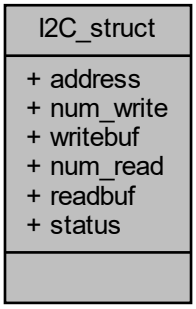
- I2C.h

4.3 I2C_struct Strukturreferenz

Datenstruktur für die Kapselung aller benötigten Variablen, welche für ein character basiertes FIFO benötigt werden.

`#include <I2C.h>`

Zusammengehörigkeiten von I2C_struct:



Datenfelder

- uint8_t address
- uint16_t num_write
- uint8_t * writebuf
- uint16_t num_read
- uint8_t * readbuf
- i2c_status_t status

4.3.1 Ausführliche Beschreibung

Datenstruktur für die Kapselung aller benötigten Variablen, welche für ein character basiertes FIFO benötigt werden.

Diese Datenstruktur muss als globale Variable (z.B. mit Zusatz static) angelegt werden

Definiert in Zeile 41 der Datei I2C.h.

4.3.2 Dokumentation der Felder

4.3.2.1 address

`uint8_t address`

Definiert in Zeile 43 der Datei I2C.h.

4.3.2.2 num_read

```
uint16_t num_read
```

Definiert in Zeile 46 der Datei I2C.h.

4.3.2.3 num_write

```
uint16_t num_write
```

Definiert in Zeile 44 der Datei I2C.h.

4.3.2.4 readbuf

```
uint8_t* readbuf
```

Definiert in Zeile 47 der Datei I2C.h.

4.3.2.5 status

```
i2c_status_t status
```

Definiert in Zeile 48 der Datei I2C.h.

4.3.2.6 writebuf

```
uint8_t* writebuf
```

Definiert in Zeile 45 der Datei I2C.h.

Die Dokumentation für diese Struktur wurde erzeugt aufgrund der Datei:

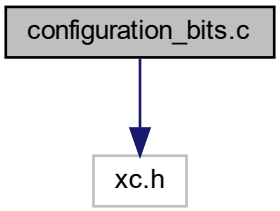
- I2C.h

Kapitel 5

Datei-Dokumentation

5.1 configuration_bits.c-Dateireferenz

`#include <xc.h>`
Include-Abhängigkeitsdiagramm für configuration_bits.c:



5.2 configuration_bits.c

gehe zur Dokumentation dieser Datei

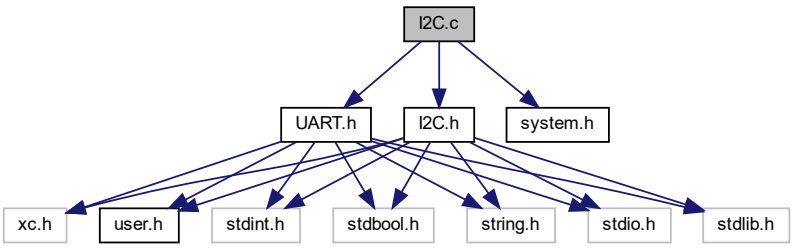
```
00001
00002 // DSPIC33EP512MU810 Configuration Bit Settings
00003
00004 // 'C' source line config statements
00005
00006 // FGS
00007 #pragma config GWRP = OFF               // General Segment Write-Protect bit (General Segment may be
       written)
00008 #pragma config GSS = OFF                // General Segment Code-Protect bit (General Segment Code
       protect is disabled)
00009 #pragma config GSSK = OFF               // General Segment Key bits (General Segment Write Protection
       and Code Protection is Disabled)
00010
00011 // FOSCSEL
00012 #pragma config FNOSC = FRCDIVN          // Initial Oscillator Source Selection Bits (Internal Fast RC
       (FRC) Oscillator with postscaler)
00013 #pragma config IESO = ON                // Two-speed Oscillator Start-up Enable bit (Start up device
       with FRC, then switch to user-selected oscillator source)
00014
00015 // FOSC
```

```
00016 #pragma config POSCMD = XT              // Primary Oscillator Mode Select bits (XT Crystal Oscillator
       Mode)
00017 #pragma config OSCIOFNC = OFF           // OSC2 Pin Function bit (OSC2 is clock output)
00018 #pragma config IOL1WAY = ON             // Peripheral pin select configuration (Allow only one
       reconfiguration)
00019 #pragma config FCKSM = CSECMD           // Clock Switching Mode bits (Clock switching is
       enabled,Fail-safe Clock Monitor is disabled)
00020
00021 // FWDT
00022 #pragma config WDTPOST = PS32768        // Watchdog Timer Postscaler Bits (1:32,768)
00023 #pragma config WDTPRE = PR128           // Watchdog Timer Prescaler bit (1:128)
00024 #pragma config PLLKEN = ON              // PLL Lock Wait Enable bit (Clock switch to PLL source will
       wait until the PLL lock signal is valid.)
00025 #pragma config WINDIS = OFF             // Watchdog Timer Window Enable bit (Watchdog Timer in
       Non-Window mode)
00026 #pragma config FWDTEN = ON              // Watchdog Timer Enable bit (Watchdog timer always enabled)
00027
00028 // FPOR
00029 #pragma config FPWRT = PWR128           // Power-on Reset Timer Value Select bits (128ms)
00030 #pragma config BOREN = ON               // Brown-out Reset (BOR) Detection Enable bit (BOR is enabled)
00031 #pragma config ALTI2C1 = OFF            // Alternate I2C pins for I2C1 (SDA1/SCK1 pins are selected as
       the I/O pins for I2C1)
00032 #pragma config ALTI2C2 = ON            // Alternate I2C pins for I2C2 (SDA2/SCK2 pins are selected as
       the I/O pins for I2C2)
00033
00034 // FICD
00035 #pragma config ICS = PGD1               // ICD Communication Channel Select bits (Communicate on PGEC1
       and PGED1)
00036 #pragma config RSTPRI = PF              // Reset Target Vector Select bit (Device will obtain reset
       instruction from Primary flash)
00037 #pragma config JTAGEN = OFF             // JTAG Enable bit (JTAG is disabled)
00038
00039 // FAS
00040 #pragma config AWRP = OFF               // Auxiliary Segment Write-protect bit (Auxiliary program
       memory is not write-protected)
00041 #pragma config APL = OFF                // Auxiliary Segment Code-protect bit (Aux Flash Code protect
       is disabled)
00042 #pragma config APLK = OFF               // Auxiliary Segment Key bits (Aux Flash Write Protection and
       Code Protection is Disabled)
00043
00044 // #pragma config statements should precede project file includes.
00045 // Use project enums instead of #define for ON and OFF.
00046
00047 #include <xc.h>
00048
00049
00050
00051
```

5.3 I2C.c-Dateireferenz

```
#include "I2C.h"
#include "system.h"
#include "UART.h"
```

Include-Abhängigkeitsdiagramm für I2C.c:



Funktionen

- int16_t put_I2C_struct_FIFO (I2C_struct s)

  Legt eine I2C-Anfrage in dem I2C-FIFO ab.
- int16_t get_I2C_struct_FIFO (volatile I2C_struct *s)

  Entnimmt I2C-Anfrage aus dem I2C-FIFO.
- int16_t exchangeI2C (uint8_t address, uint16_t num_write, uint8_t *writebuf, uint16_t num_read, uint8_t *readbuf, i2c_status_t *status)

  Übergibt angeforderte I2C-Anfrage an das FIFO und liefert den akutellen Status.
- void doI2C ()

  Wird jede ms in der Superloop ausgeführt und beinhalten die FSM für die I2C-Kommunikation.
- void initI2C ()

  Initialisiert die I2C-Kommunikation.
- void * FSM_Idle (void)

  Kopiert die Anfrage aus dem FIFO und leitet Start-Sequenz ein.
- void * FSM_Start (void)

  Beschreibt das Trancieve-Register mit der Adresse.
- void * FSM_Adresse_Write (void)

  Schreibt die zu übertragende Daten in das Tranceive-Register.
- void * FSM_Repeated_Start (void)

  Leitet einen Repeated Start ein und beschreibt das Tranceive Register mit der Adresse.
- void * FSM_Adresse_Read (void)

  Initiiert das Lesen der Daten des Slaves.
- void * FSM_RECV_EN (void)

  Auslesen des Receive Registers und Bestätigung mit ACK bzw.
- void * FSM_Stop (void)

  Überprüfung auf Abschluss der Stop-Sequenz und Rückkehr in den Idle-State.
- void print_sensor_values ()

  Ausgabe der ausgelesenen Sensor-Werte per UART.

5.3.1 Dokumentation der Funktionen

5.3.1.1 doI2C()

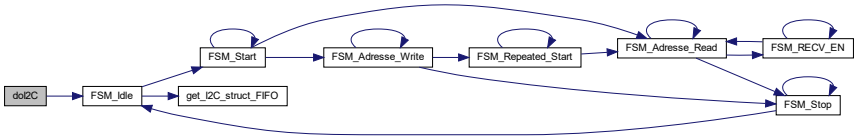
```
void doI2C (
            void  )
```

Wird jede ms in der Superloop ausgeführt und beinhalten die FSM für die I2C-Kommunikation.

Falls das FIFO neue Anfragen enthält wird die FSM getriggert.

Definiert in Zeile 101 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.3.1.2 exchangeI2C()

```
int16_t exchangeI2C (
            uint8_t address,
            uint16_t num_write,
            uint8_t * writebuf,
            uint16_t num_read,
            uint8_t * readbuf,
            i2c_status_t * status )
```

Übergibt angeforderte I2C-Anfrage an das FIFO und liefert den akutellen Status.

Parameter

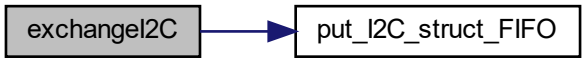
address	7 Bit Adresse des Slaves
num_write	Anzahl der zu sendenen Bytes, bei 0 keine Write Zugriff
writebuf	Zeiger auf zu schreibende Daten
num_read	Anzahl der zu lesenden Bytes, bei 0 keine Read Zugriff
readbuf	Zeiger auf Bereich, in welchem Daten abgespeichert werden sollen
status	Zeiger, um akuellen Status zurückzugeben

Rückgabewerte

1,Anforderung	wurde angenommen, die FSM wird getriggert
0,FSM	ist beschäftig, Anforderung kann nicht angeommen werden

Definiert in Zeile 76 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.3.1.3 FSM_Adresse_Read()

```
void * FSM_Adresse_Read (
            void  )
```

Initiiert das Lesen der Daten des Slaves.

Parameter

count	Zaelervariable

Rückgabe

FSM_Stop, sobald ein Fehler bei der Kommunikation auftritt, z.B kein ACK vom Slave

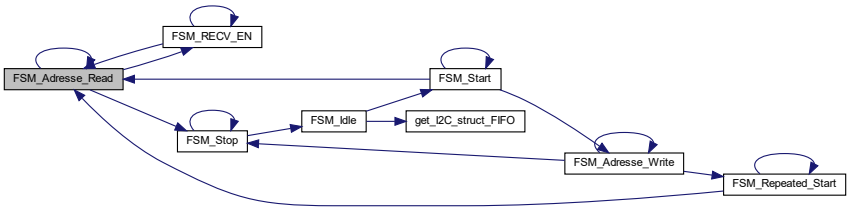
FSM_RECV_EN, sobald der Empfangsmodus für I2C aktiviert wurde

FSM_Stop, sobald die Stop-Bedigungen an die Pins SDAx und SCLx weitergeleitet wurden.

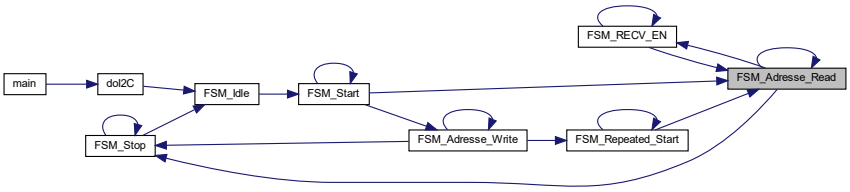
FSM_Adresse_Read, wenn kein ACK vom Slave erhalten oder das Bit der ACK-Sequenz nicht freigegeben ist

Definiert in Zeile 279 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.3.1.4 FSM_Adresse_Write()

```
void * FSM_Adresse_Write (
            void  )
```

Schreibt die zu übertragende Daten in das Tranceive-Register.

Parameter

count	Zaelervariable

Rückgabe

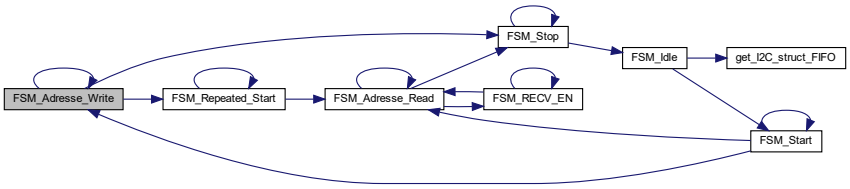
FSM_Stop, sobald ein Fehler bei der Kommunikation auftritt, z.B kein ACK vom Slave

FSM_Adresse_Write, sobald keine Bytes mehr zu senden gibt

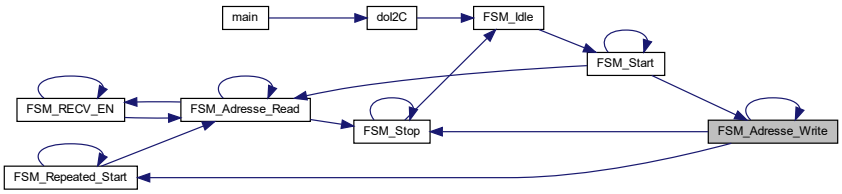
FSM_Repeated_Start, sobald die Bedigungen für den wiederholten Start an die Pins SDAx und SClx weitergeleitet wurde.

Definiert in Zeile 214 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.3.1.5 FSM_Idle()

```
void * FSM_Idle (
            void  )
```

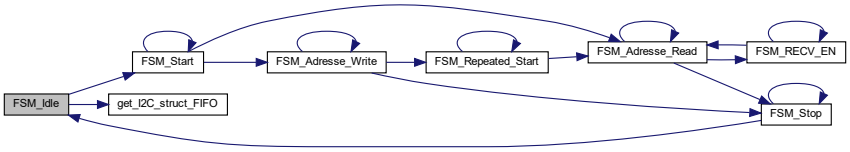
Kopiert die Anfrage aus dem FIFO und leitet Start-Sequenz ein.

Rückgabe

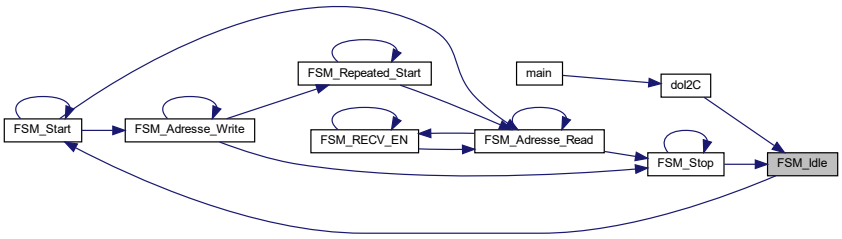
FSM_Start, sobald die Startbedingungen an die Pins SDAx und SCLx weitergeleiet worden sind

Definiert in Zeile 167 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.3.1.6 FSM_RECV_EN()

```
void * FSM_RECV_EN (
            void  )
```

Auslesen des Receive Registers und Bestätigung mit ACK bzw.

NACK

Parameter

count	Zaelervariable

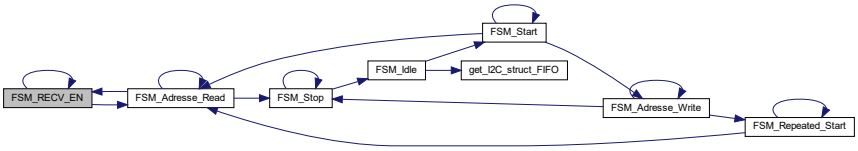
Rückgabe

FSM_Adresse_Read, sobald die Acknowledge-Sequenz an den Pins SDAx und SCLx initiiert wurde und das ACKDT Datenbit übertragen wurde

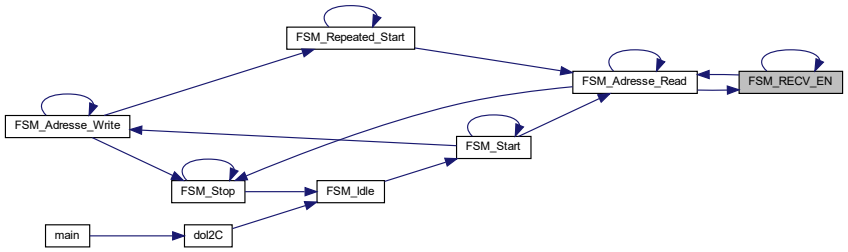
FSM_RECV_EN, Wenn die Empfangssequenz nicht ausgeführt wurde

Definiert in Zeile 330 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.3.1.7 FSM_Repeated_Start()

```
void * FSM_Repeated_Start (
            void  )
```

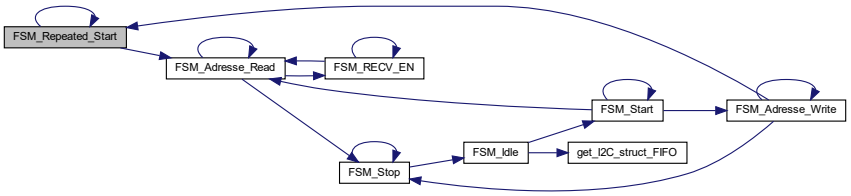
Leitet einen Repeated Start ein und beschreibt das Tranceive Register mit der Adresse.

Rückgabe

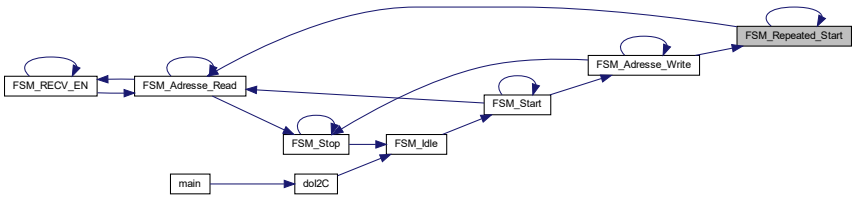
FSM_Adresse_Read, sobald es einen Restart gibt

Definiert in Zeile 256 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.3.1.8 FSM_Start()

```
void * FSM_Start (
            void  )
```

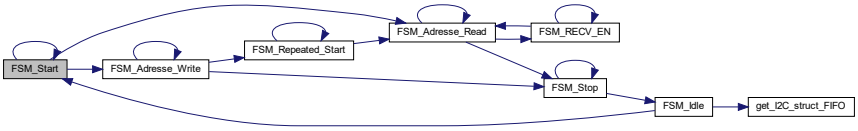
Beschreibt das Trancieve-Register mit der Adresse.

Rückgabe

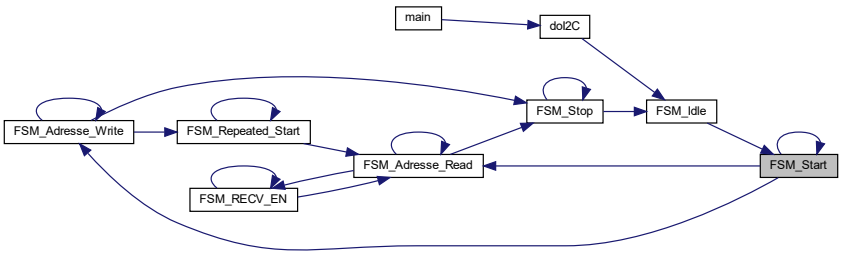
FSM_Adresse_Write, sobald geschrieben werden kann @retrun FSM_Adresse_Read, sobald gelesen werden kann

Definiert in Zeile 181 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.3.1.9 FSM_Stop()

```
void * FSM_Stop (
            void  )
```

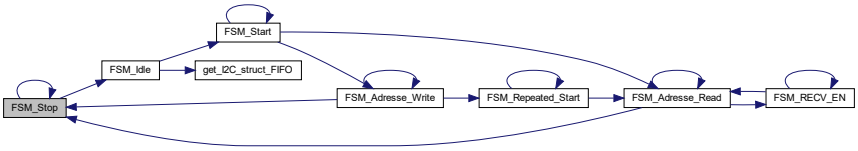
Überprüfung auf Abschluss der Stop-Sequenz und Rückkehr in den Idle-State.

Rückgabe

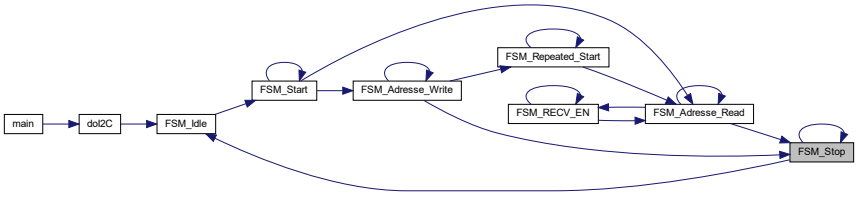
FSM_Idle, wenn die Stop-Bedingungen erfolgreich an den Pins SDAx und SCLx weitergeleitet wurden
FSM_Stop, wenn keine Stop-Bedingungen weitergeleitet wurden

Definiert in Zeile 362 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.3.1.10 get_I2C_struct_FIFO()

```
int16_t get_I2C_struct_FIFO (
            volatile I2C_struct * s )
```

Entnimmt I2C-Anfrage aus dem I2C-FIFO.

Parameter

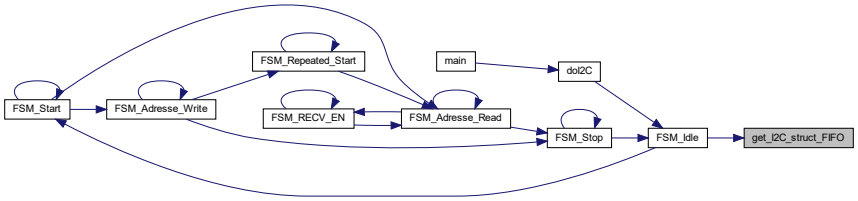
*s	Zeiger auf I2C-Anfrage in Form eines Structs des Typs I2C_struct

Rückgabewerte

BUFFER_FAIL	im Fehlerfall
ansonsten	BUFFER_SUCCESS, wenn erfolgreich

Definiert in Zeile 45 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.3.1.11 initI2C()

```
void initI2C (
              void  )
```

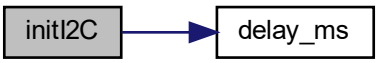
Initialisiert die I2C-Kommunikation.

Einschalten I2C mit eigenem Workaround, I2C Peripheriemodul kann hier leider nicht verwendet werden. Pins wie einen Open-Kollektor-Treiber verwenden, d.h. 1 - hochohmig, 0 wird getrieben

Aktiviert das I2C Modul und konfiguriert die Pins SDAx und SCLx als serielle PORT-Pins.

Definiert in Zeile 120 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

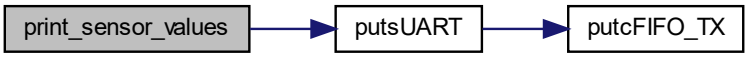
5.3.1.12 print_sensor_values()

```
void print_sensor_values (
            void  )
```

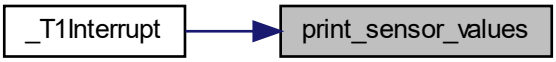
Ausgabe der ausgelesenen Sensor-Werte per UART.

Definiert in Zeile 376 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.3.1.13 put_I2C_struct_FIFO()

```
int16_t put_I2C_struct_FIFO (
            I2C_struct s )
```

Legt eine I2C-Anfrage in dem I2C-FIFO ab.

Parameter

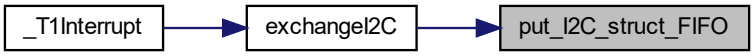
s	I2C-Anfrage in Form eines Structs des Typs I2C_struct

Rückgabewerte

BUFFER_FAIL	im Fehlerfall
ansonsten	BUFFER_SUCCESS, wenn erfolgreich

Definiert in Zeile 19 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.4 I2C.c

gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00002 /* Files to Include                                                 */
00003
00005 #include "I2C.h"
00006 #include "system.h"
00007 #include "UART.h"
00008
00009
00010 /* Funktionen                                                       */
00011
00019 int16_t put_I2C_struct_FIFO(I2C_struct s)
00020 {
00021   if ( ( FIFO_I2C.write + 1 == FIFO_I2C.read ) ||
00022        ( FIFO_I2C.read == 0 && FIFO_I2C.write + 1 == BUFFER_SIZE ) )
00023   {
00024     return BUFFER_FAIL; // voll
00025   }
00026
00027   FIFO_I2C.data[FIFO_I2C.write] = s;
00028
00029   FIFO_I2C.write++;
00030   if (FIFO_I2C.write >= BUFFER_SIZE)
00031   {
00032     FIFO_I2C.write = 0;
00033   }
00034   return BUFFER_SUCCESS;
00035
00036 } /* put_I2C_struct_FIFO() */
00037
00038
00045 int16_t get_I2C_struct_FIFO(volatile I2C_struct *s)
00046 {
00047   if (FIFO_I2C.read == FIFO_I2C.write)
00048   {
00049     return BUFFER_FAIL;
00050   }
00051   *s = FIFO_I2C.data[FIFO_I2C.read];
00052
00053   FIFO_I2C.read++;
00054   if (FIFO_I2C.read >= BUFFER_SIZE)
00055   {
00056     FIFO_I2C.read = 0;
00057   }
00058   return BUFFER_SUCCESS;
00059
00060 } /* get_I2C_struct_FIFO() */
00061
00062
00076 int16_t exchangeI2C(uint8_t address, uint16_t num_write, uint8_t *writebuf, uint16_t num_read, uint8_t
       *readbuf, i2c_status_t *status)
00077 {
00078     I2C_struct temporary_struct = {address,num_write,writebuf,num_read,readbuf,Pending};
00079     put_I2C_struct_FIFO(temporary_struct);
00080
00081     *status = I2C_test_struct.status;
00082
00083     if (I2C_test_struct.status==Finished)   //Status der FSM abgearbeitet?
00084     {
00085
```

```
00086         return 1;
00087     }
00088     else
00089     {
00090         return 0;
00091     }
00092
00093 } /* exchangeI2C() */
00094
00095
00101 void doI2C()
00102 {
00103   static StateFunc statefunc = FSM_Idle;
00104
00105   if (!(FIFO_I2C.read == FIFO_I2C.write)) //Wenn Ihnalt im FIFO ist
00106   {
00107       trigger_FSM=1;
00108   }
00109
00110   if (trigger_FSM==1)
00111   {
00112       statefunc = (StateFunc)(*statefunc)();
00113   }
00114
00115 } /* doI2C() */
00116
00120 void initI2C()
00121 {
00122     I2C2CONbits.A10M = 0;
00123     I2C2BRG = 245; //100kHz
00124
00131     I2C_SDA_TRIS = 1;
00132     I2C_SCL_TRIS = 1;
00133     I2C_SDA = 0;
00134     I2C_SCL = 0;
00135
00136         int j;
00137         for (j=0; j<=9; j++)    // takten bis min 1 Byte
00138         {
00139           I2C_SCL_TRIS = 0; delay_ms(1); // 5 us wÃ¤ren ausreichend ...100 kBaud
00140           I2C_SCL_TRIS = 1; delay_ms(1);
00141         }
00142         // Start Condition senden
00143         I2C_SCL_TRIS = 0;  delay_ms(1);
00144         I2C_SDA_TRIS = 0;  delay_ms(1);
00145         // Stop Condition senden
00146         I2C_SCL_TRIS = 1;  delay_ms(1);
00147         I2C_SDA_TRIS = 1;  delay_ms(1);
00148
00149         // Nun I2C erst anschalten
00150         _MI2C2IF = 0; //Interrupt falls noetig
00151         _MI2C2IE = 0;
00152
00157         I2C2CONbits.I2CEN = 1;
00158
00159 } /* initI2C() */
00160
00161
00167 void *FSM_Idle(void)
00168 {
00169     get_I2C_struct_FIFO(&I2C_test_struct);
00170     I2C2CONbits.SEN=1; // Leite Start-Bedingungen weiter
00171     return FSM_Start;
00172
00173 } /* *FSM_Idle() */
00174
00175
00181 void *FSM_Start(void)
00182 {
00183
00184     if (I2C2CONbits.SEN==0) // Wenn Startbedigungen erfüllt wurden
00185     {
00186         if (I2C_test_struct.num_write>0) //Schreiben
00187         {
00188             I2C2TRN=(I2C_test_struct.address«1);
00189             return FSM_Adresse_Write;
00190         }
00191
00192         else if (I2C_test_struct.num_read>0)  //Lesen
00193         {
00194             I2C2TRN=(I2C_test_struct.address«1) | 0b1;
00195             return FSM_Adresse_Read;
00196         }
00197
00198
00199     }
00200     return FSM_Start;
```

```
00201
00202 } /* *FSM_Start() */
00203
00204
00214 void *FSM_Adresse_Write(void)
00215 {
00216     if(I2C2STATbits.TRSTAT==0) //Wenn erfolgreich übertragen
00217     {
00218         if (I2C2STATbits.ACKSTAT==1) // Leitet Stop-Bedigungen weiter
00219         {
00220             I2C2CONbits.PEN=1;  //Fehler bei Kommunikation
00221             I2C_test_struct.status=Error;
00222             return FSM_Stop;
00223         }
00224
00225         if (I2C2STATbits.ACKSTAT==0) //Wenn ACK von Slave erhalten
00226         {
00227             static int count=0;
00228
00229             if (count < I2C_test_struct.num_write) //Noch Bytes zu senden
00230             {
00231
00232                 I2C2TRN=I2C_test_struct.writebuf[count];
00233                 count++;
00234                 return FSM_Adresse_Write;
00235             }
00236
00237             else //Nichts mehr zu schicken
00238             {
00239                count=0;
00240                I2C2CONbits.RSEN=1;  // Leitet Bedingungen für den Restart weiter
00241                return FSM_Repeated_Start;
00242             }
00243
00244         }
00245
00246     }
00247     return FSM_Adresse_Write;
00248
00249 } /* *FSM_Adresse_Write() */
00250
00256 void *FSM_Repeated_Start(void)
00257 {
00258     if (I2C2CONbits.RSEN==0)    // Wenn der Restart erfogreich war
00259     {
00260         I2C2TRN=(I2C_test_struct.address«1) | 0b1;
00261         return FSM_Adresse_Read;
00262     }
00263     return FSM_Repeated_Start;
00264
00265 } /* *FSM_Repeated_Start() */
00266
00267
00279 void *FSM_Adresse_Read(void)
00280 {
00281     if(I2C2STATbits.TRSTAT==0) //Wenn erfolgreich übertragen
00282     {
00283         if (I2C2STATbits.ACKSTAT==1) //Wenn NACK von Slave erhalten
00284         {
00285             I2C2CONbits.PEN=1;  // Leitet Stop-Bedigungen weiter
00286             I2C_test_struct.status=Error;   //Fehler bei Kommunikation
00287             return FSM_Stop;
00288         }
00289
00290         if (I2C2STATbits.ACKSTAT==0)    //Wenn ACK von Slave erhalten
00291         {
00292             if (I2C2CONbits.ACKEN==0)   //Wenn Bit der ACK-Sequenz freigegeben
00293             {
00294                 static int count = 0;
00295
00296                 if (count < I2C_test_struct.num_read) //Noch Bytes zu empfangen
00297                 {
00298                     count++;
00299                     I2C2CONbits.RCEN=1; // Aktiviert den Empfangsmodus für I2C
00300                     return FSM_RECV_EN;
00301                 }
00302
00303                 else //Nichts mehr zu empfangen
00304                 {
00305                    count = 0;
00306                    I2C2CONbits.PEN=1;   // Leitet Stop-Bedigungen weiter
00307                    I2C_test_struct.status=Finished; //Anforderung abgearbeitet
00308                    return FSM_Stop;
00309                 }
00310             }
00311             else
00312             {
```

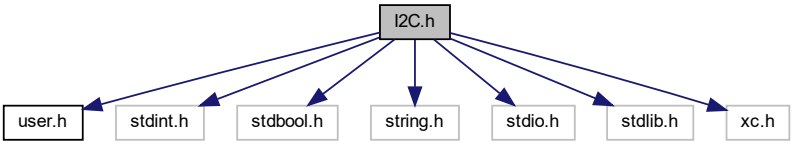
```
00313                 return FSM_Adresse_Read;
00314             }
00315
00316         }
00317
00318     }
00319     return FSM_Adresse_Read;
00320
00321 } /* *FSM_Adresse_Read() */
00322
00330 void *FSM_RECV_EN(void)
00331 {
00332     if (I2C2CONbits.RCEN==0)    //Wenn der Empfangsmodus aktiviert wurde
00333     {
00334         static int count = 0;
00335         I2C_test_struct.readbuf[count]=I2C2RCV;
00336         count++;
00337
00338         if (count>=I2C_test_struct.num_read) //Wenn letztes Byte empfangen wurde
00339         {
00340             count=0;
00341             I2C2CONbits.ACKDT=1;   //Sendet einen NACK während eines Acknowledge
00342         }
00343         else
00344         {
00345             I2C2CONbits.ACKDT=0;   //Sendet einen ACK während eines Acknowledge
00346         }
00347
00348         I2C2CONbits.ACKEN=1;    //Initiiert die Acknowledge-Sequenz
00349         return FSM_Adresse_Read;
00350     }
00351
00352     return FSM_RECV_EN;
00353
00354 } /* *FSM_RECV_EN() */
00355
00362 void *FSM_Stop(void)
00363 {
00364     if(I2C2CONbits.PEN==0)  //Wenn die Stop-Bedingungen weitergeleitet wurden
00365     {
00366         trigger_FSM=0;
00367         return FSM_Idle;
00368     }
00369     return FSM_Stop;
00370
00371 } /* *FSM_Stop() */
00372
00376 void print_sensor_values()
00377 {
00378     //Temperatur
00379     double temp = read_data_buffer_temp[0]«8|read_data_buffer_temp[1];
00380     char str[16];
00381     sprintf(str,"%.1f",temp/256);
00382     putsUART("Temperatur: ");
00383     putsUART(str);
00384     putsUART(" Grad");
00385     putsUART("\n");
00386
00387     //Licht
00388     double light = read_data_buffer_light[0]«8 | read_data_buffer_light[1];
00389
00390     sprintf(str,"%.1f",light/1.2);
00391     putsUART("Licht: ");
00392     putsUART(str);
00393     putsUART(" lux");
00394     putsUART("\n");
00395
00396 } /* print_sensor_values() */
```

5.5 I2C.h-Dateireferenz

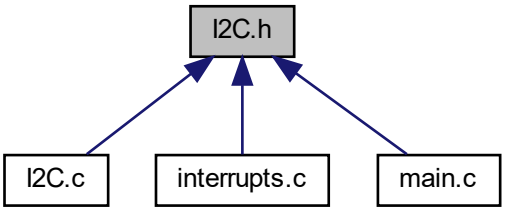
```
#include "user.h"
#include <stdint.h>
#include <stdbool.h>
#include <string.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
```

```
#include <xc.h>
```

Include-Abhängigkeitsdiagramm für I2C.h:



Dieser Graph zeigt, welche Datei direkt oder indirekt diese Datei enthält:



Datenstrukturen

- struct I2C_struct

  Datenstruktur für die Kapselung aller benötigten Variablen, welche für ein character basiertes FIFO benötigt werden.
- struct Buffer_I2C_FSM

Makrodefinitionen

- #define I2C_SCL _RA2

  In dieser Header-Datei werden alle für das I2C-Protokoll benötigten Konstanten, Typedefs und Prototypen definiert.
- #define I2C_SDA _RA3
- #define I2C_SCL_TRIS _TRISA2
- #define I2C_SDA_TRIS _TRISA3

Typdefinitionen

- typedef void ∗(∗ StateFunc) ()

Aufzählungen

- enum i2c_status_t { Pending , Finished , Error }

Funktionen

- int16_t exchangeI2C (uint8_t address, uint16_t num_write, uint8_t *writebuf, uint16_t num_read, uint8_t *readbuf, i2c_status_t *status)

  Übergibt angeforderte I2C-Anfrage an das FIFO und liefert den akutellen Status.
- void doI2C (void)

  Wird jede ms in der Superloop ausgeführt und beinhalten die FSM für die I2C-Kommunikation.
- void initI2C (void)

  Initialisiert die I2C-Kommunikation.
- void print_sensor_values (void)

  Ausgabe der ausgelesenen Sensor-Werte per UART.
- void * FSM_Idle (void)

  Kopiert die Anfrage aus dem FIFO und leitet Start-Sequenz ein.
- void * FSM_Start (void)

  Beschreibt das Trancieve-Register mit der Adresse.
- void * FSM_Adresse_Read (void)

  Initiiert das Lesen der Daten des Slaves.
- void * FSM_Adresse_Write (void)

  Schreibt die zu übertragende Daten in das Tranceive-Register.
- void * FSM_Repeated_Start (void)

  Leitet einen Repeated Start ein und beschreibt das Tranceive Register mit der Adresse.
- void * FSM_RECV_EN (void)

  Auslesen des Receive Registers und Bestätigung mit ACK bzw.
- void * FSM_Stop (void)

  Überprüfung auf Abschluss der Stop-Sequenz und Rückkehr in den Idle-State.

Variablen

- uint8_t write_data_buffer_temp
- uint8_t write_data_buffer_light
- uint8_t read_data_buffer_temp [2]
- uint8_t read_data_buffer_light [2]
- bool trigger_FSM
- I2C_struct I2C_test_struct
- Buffer_I2C_FSM FIFO_I2C

5.5.1 Makro-Dokumentation

5.5.1.1 I2C_SCL

```
#define I2C_SCL _RA2
```

In dieser Header-Datei werden alle für das I2C-Protokoll benötigten Konstanten, Typedefs und Prototypen definiert.

Definiert in Zeile 23 der Datei I2C.h.

5.5.1.2 I2C_SCL_TRIS

```
#define I2C_SCL_TRIS _TRISA2
```

Definiert in Zeile 25 der Datei I2C.h.

5.5.1.3 I2C_SDA

```
#define I2C_SDA _RA3
```

Definiert in Zeile 24 der Datei I2C.h.

5.5.1.4 I2C_SDA_TRIS

```
#define I2C_SDA_TRIS _TRISA3
```

Definiert in Zeile 26 der Datei I2C.h.

5.5.2 Dokumentation der benutzerdefinierten Typen

5.5.2.1 StateFunc

```
typedef void *(* StateFunc) ()
```

Definiert in Zeile 59 der Datei I2C.h.

5.5.3 Dokumentation der Aufzählungstypen

5.5.3.1 i2c_status_t

```
enum i2c_status_t
```

Aufzählungswerte

Pending	
Finished	
Error	

Definiert in Zeile 32 der Datei I2C.h.

5.5.4 Dokumentation der Funktionen

5.5.4.1 doI2C()

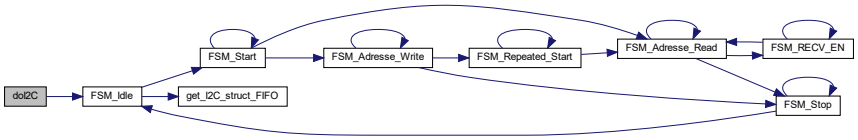
```
void doI2C (
            void  )
```

Wird jede ms in der Superloop ausgeführt und beinhalten die FSM für die I2C-Kommunikation.

Falls das FIFO neue Anfragen enthält wird die FSM getriggert.

Definiert in Zeile 101 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.5.4.2 exchangeI2C()

```
int16_t exchangeI2C (
            uint8_t address,
            uint16_t num_write,
            uint8_t * writebuf,
            uint16_t num_read,
            uint8_t * readbuf,
            i2c_status_t * status )
```

Übergibt angeforderte I2C-Anfrage an das FIFO und liefert den akutellen Status.

Parameter

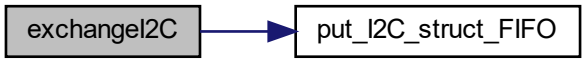
address	7 Bit Adresse des Slaves
num_write	Anzahl der zu sendenen Bytes, bei 0 keine Write Zugriff
writebuf	Zeiger auf zu schreibende Daten
num_read	Anzahl der zu lesenden Bytes, bei 0 keine Read Zugriff
readbuf	Zeiger auf Bereich, in welchem Daten abgespeichert werden sollen
status	Zeiger, um akuellen Status zurückzugeben

Rückgabewerte

1,Anforderung	wurde angenommen, die FSM wird getriggert
0,FSM	ist beschäftig, Anforderung kann nicht angeommen werden

Definiert in Zeile 76 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.5.4.3 FSM_Adresse_Read()

```
void * FSM_Adresse_Read (
            void  )
```

Initiiert das Lesen der Daten des Slaves.

Parameter

count	Zaelervariable

Rückgabe

FSM_Stop, sobald ein Fehler bei der Kommunikation auftritt, z.B kein ACK vom Slave

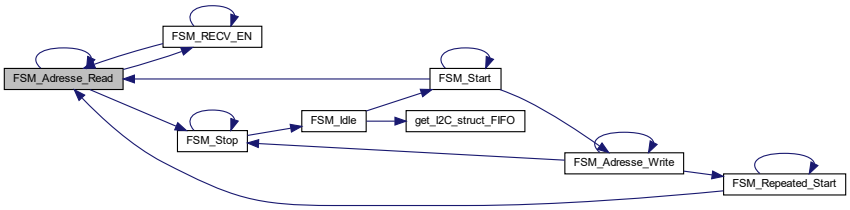
FSM_RECV_EN, sobald der Empfangsmodus für I2C aktiviert wurde

FSM_Stop, sobald die Stop-Bedigungen an die Pins SDAx und SCLx weitergeleitet wurden.

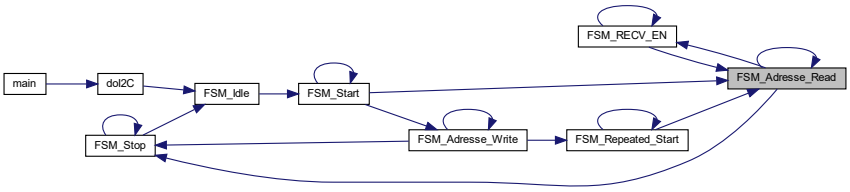
FSM_Adresse_Read, wenn kein ACK vom Slave erhalten oder das Bit der ACK-Sequenz nicht freigegeben ist

Definiert in Zeile 279 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.5.4.4 FSM_Adresse_Write()

```
void * FSM_Adresse_Write (
            void  )
```

Schreibt die zu übertragende Daten in das Tranceive-Register.

Parameter

count	Zaelervariable

Rückgabe

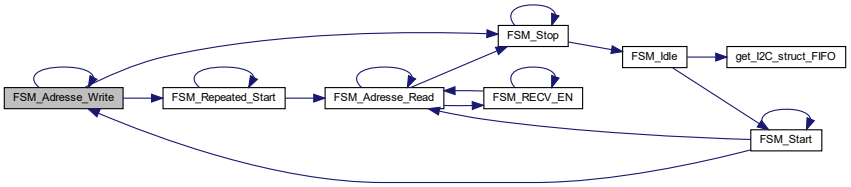
FSM_Stop, sobald ein Fehler bei der Kommunikation auftritt, z.B kein ACK vom Slave

FSM_Adresse_Write, sobald keine Bytes mehr zu senden gibt

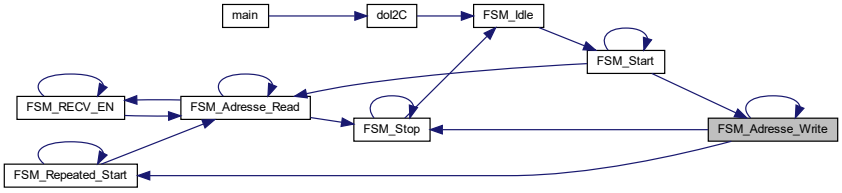
FSM_Repeated_Start, sobald die Bedigungen für den wiederholten Start an die Pins SDAx und SClx weitergeleitet wurde.

Definiert in Zeile 214 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.5.4.5 FSM_Idle()

```
void * FSM_Idle (
            void  )
```

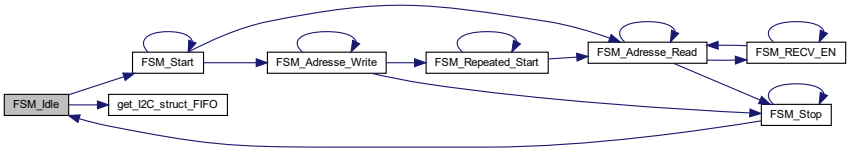
Kopiert die Anfrage aus dem FIFO und leitet Start-Sequenz ein.

Rückgabe

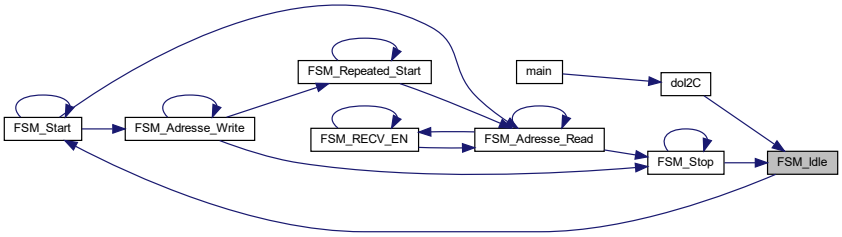
FSM_Start, sobald die Startbedingungen an die Pins SDAx und SCLx weitergeleiet worden sind

Definiert in Zeile 167 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.5.4.6 FSM_RECV_EN()

```
void * FSM_RECV_EN (
            void  )
```

Auslesen des Receive Registers und Bestätigung mit ACK bzw.

NACK

Parameter

count	Zaelervariable

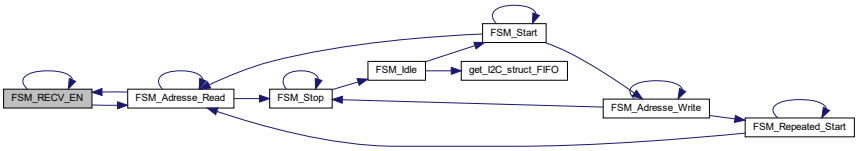
Rückgabe

FSM_Adresse_Read, sobald die Acknowledge-Sequenz an den Pins SDAx und SCLx initiiert wurde und das ACKDT Datenbit übertragen wurde

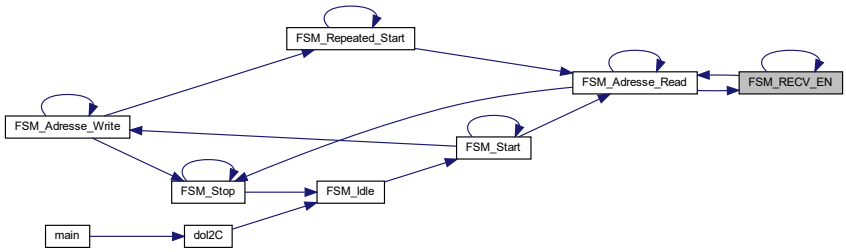
FSM_RECV_EN, Wenn die Empfangssequenz nicht ausgeführt wurde

Definiert in Zeile 330 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.5.4.7 FSM_Repeated_Start()

```
void * FSM_Repeated_Start (
            void  )
```

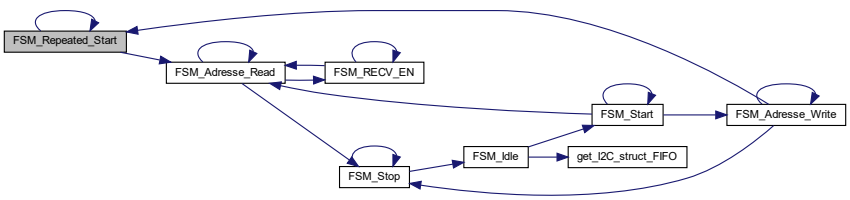
Leitet einen Repeated Start ein und beschreibt das Tranceive Register mit der Adresse.

Rückgabe

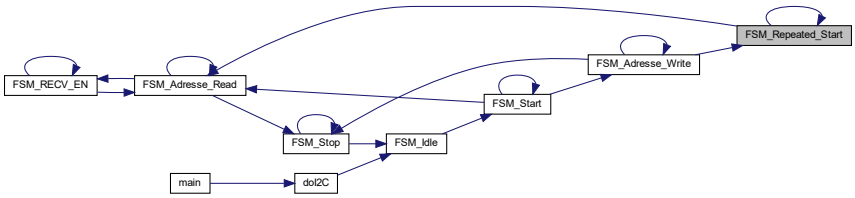
FSM_Adresse_Read, sobald es einen Restart gibt

Definiert in Zeile 256 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.5.4.8 FSM_Start()

```
void * FSM_Start (
            void  )
```

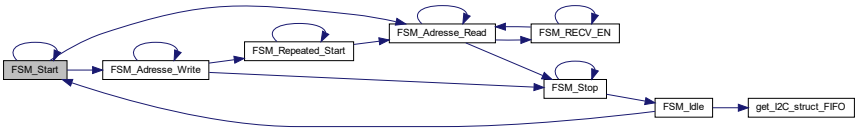
Beschreibt das Trancieve-Register mit der Adresse.

Rückgabe

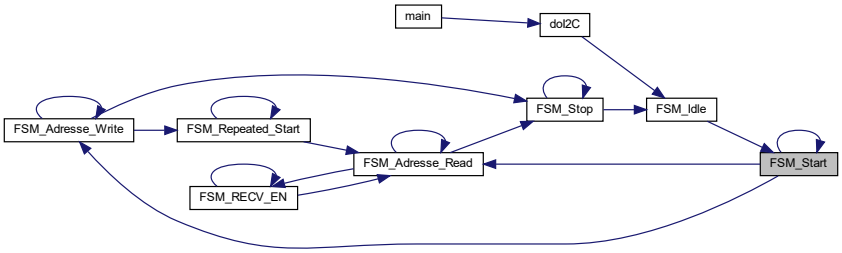
FSM_Adresse_Write, sobald geschrieben werden kann @retrun FSM_Adresse_Read, sobald gelesen werden kann

Definiert in Zeile 181 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.5.4.9 FSM_Stop()

```
void * FSM_Stop (
            void  )
```

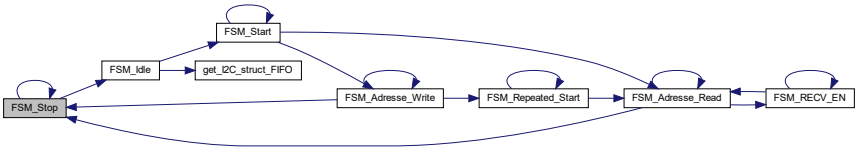
Überprüfung auf Abschluss der Stop-Sequenz und Rückkehr in den Idle-State.

Rückgabe

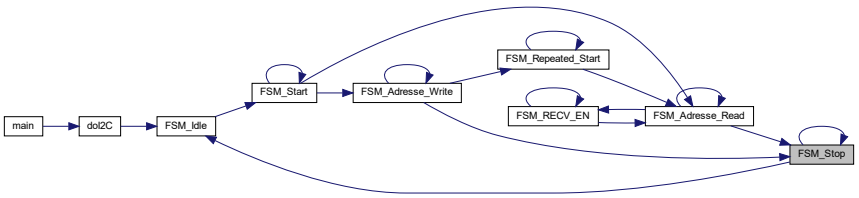
FSM_Idle, wenn die Stop-Bedingungen erfolgreich an den Pins SDAx und SCLx weitergeleitet wurden
FSM_Stop, wenn keine Stop-Bedingungen weitergeleitet wurden

Definiert in Zeile 362 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.5.4.10 initI2C()

```
void initI2C (
            void  )
```

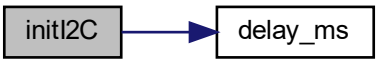
Initialisiert die I2C-Kommunikation.

Einschalten I2C mit eigenem Workaround, I2C Peripheriemodul kann hier leider nicht verwendet werden. Pins wie einen Open-Kollektor-Treiber verwenden, d.h. 1 - hochohmig, 0 wird getrieben

Aktiviert das I2C Modul und konfiguriert die Pins SDAx und SCLx als serielle PORT-Pins.

Definiert in Zeile 120 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

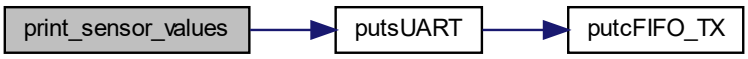
5.5.4.11 print_sensor_values()

```
void print_sensor_values (
            void  )
```

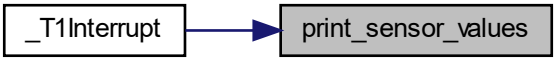
Ausgabe der ausgelesenen Sensor-Werte per UART.

Definiert in Zeile 376 der Datei I2C.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.5.5 Variablen-Dokumentation

5.5.5.1 FIFO_I2C

```
Buffer_I2C_FSM FIFO_I2C  [extern]
```

5.5.5.2 I2C_test_struct

```
I2C_struct I2C_test_struct  [extern]
```

5.5.5.3 read_data_buffer_light

```
uint8_t read_data_buffer_light[2]  [extern]
```

5.5.5.4 read_data_buffer_temp

```
uint8_t read_data_buffer_temp[2]  [extern]
```

5.5.5.5 trigger_FSM

```
bool trigger_FSM  [extern]
```

5.5.5.6 write_data_buffer_light

```
uint8_t write_data_buffer_light  [extern]
```

5.5.5.7 write_data_buffer_temp

```
uint8_t write_data_buffer_temp  [extern]
```

5.6 I2C.h

gehe zur Dokumentation dieser Datei

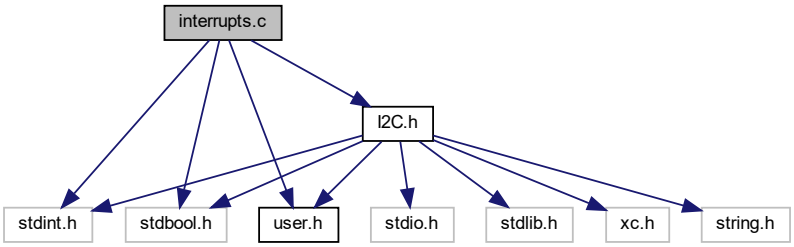
```
00001
00006
00007 /* Files to Include                                                  */
00008
00010 #include "user.h"
00011 //#include "UART.h"
00012 #include <stdint.h>        /* Includes uint16_t definition           */
00013 #include <stdbool.h>       /* Includes true/false definition         */
00014 #include <string.h>
00015 #include <stdio.h>
00016 #include <stdlib.h>
00017 #include <xc.h>
00018
00019
00020 /* Konstanten                                                        */
00021
00023 #define I2C_SCL      _RA2
00024 #define I2C_SDA      _RA3
00025 #define I2C_SCL_TRIS _TRISA2
00026 #define I2C_SDA_TRIS _TRISA3
00027
00028
00029 /* Typedef                                                           */
00030
00032 typedef enum {Pending, Finished, Error} i2c_status_t;
00033
00041 typedef struct
00042 {
00043     uint8_t address;
00044     uint16_t num_write;
00045     uint8_t *writebuf;
00046     uint16_t num_read;
00047     uint8_t *readbuf;
00048     i2c_status_t status;
00049 }I2C_struct;
00050
00051
00052 typedef struct
00053 {
00054   I2C_struct data[BUFFER_SIZE];
00055   uint8_t read; // zeigt auf das Feld mit dem ältesten Inhalt
00056   uint8_t write; // zeigt immer auf leeres Feld
00057 }Buffer_I2C_FSM;
00058
00059 typedef void *(*StateFunc)();
00060
00061 #ifdef MAIN
00062
00063
00064 /* Global Variable Declaration                                       */
00065
00067 uint8_t write_data_buffer_temp;
00068 uint8_t write_data_buffer_light;
00069 uint8_t read_data_buffer_temp[2];
00070 uint8_t read_data_buffer_light[2];
00071
00072 bool trigger_FSM;
00073
00074
00075 I2C_struct I2C_test_struct = {0,0,NULL,0,NULL,Finished};
00076
00077 Buffer_I2C_FSM FIFO_I2C = {{},0,0}; //FIFO für die I2C FSM
00078 #else
00079 extern uint8_t write_data_buffer_temp;
00080 extern uint8_t write_data_buffer_light;
00081 extern uint8_t read_data_buffer_temp[2];
00082 extern uint8_t read_data_buffer_light[2];
00083
00084 extern bool trigger_FSM;
00085
00086
00087 extern I2C_struct I2C_test_struct;
00088
00089 extern Buffer_I2C_FSM FIFO_I2C; //FIFO für die I2C FSM
00090 #endif
00091
00092
00093
00094
00095
00096 /* Prototypen                                                        */
00097
```

```
00099 int16_t exchangeI2C(uint8_t address, uint16_t num_write, uint8_t *writebuf, uint16_t num_read, uint8_t
       *readbuf, i2c_status_t *status);
00100
00101 void doI2C(void);
00102
00103 void initI2C(void);
00104
00105 void print_sensor_values(void);
00106
00107 void *FSM_Idle(void);
00108 void *FSM_Start(void);
00109 void *FSM_Adresse_Read(void);
00110 void *FSM_Adresse_Write(void);
00111 void *FSM_Repeated_Start(void);
00112 void *FSM_RECV_EN(void);
00113
00114 void *FSM_Stop(void);
00115
00116
```

5.7 interrupts.c-Dateireferenz

```
#include <stdint.h>
#include <stdbool.h>
#include "user.h"
#include "I2C.h"
```

Include-Abhängigkeitsdiagramm für interrupts.c:



Funktionen

- void _T1Interrupt (void)

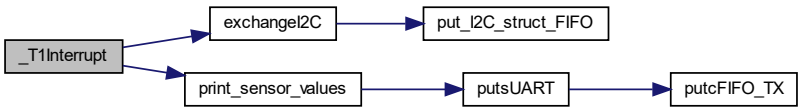
5.7.1 Dokumentation der Funktionen

5.7.1.1 _T1Interrupt()

```
void _T1Interrupt (
            void  )
```

Definiert in Zeile 128 der Datei interrupts.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



5.8 interrupts.c

gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00002 /* Files to Include                                                 */
00003
00005 /* Device header file */
00006 #if defined(__XC16__)
00007     #include <xc.h>
00008 #elif defined(__C30__)
00009     #if defined(__dsPIC33E__)
00010         #include <p33Exxxx.h>
00011     #elif defined(__dsPIC33F__)
00012         #include <p33Fxxxx.h>
00013     #endif
00014 #endif
00015
00016 #include <stdint.h>        /* Includes uint16_t definition   */
00017 #include <stdbool.h>       /* Includes true/false definition */
00018 #include "user.h"
00019 #include "I2C.h"
00020
00021
00022 /* Interrupt Vector Options                                         */
00023
00024 /*                                                                  */
00025 /* Refer to the C30 (MPLAB C Compiler for PIC24F MCUs and dsPIC33F DSCs) User */
00026 /* Guide for an up to date list of the available interrupt options.           */
00027 /* Alternately these names can be pulled from the device linker scripts.      */
00028 /*                                                                  */
00029 /* dsPIC33F Primary Interrupt Vector Names:                         */
00030 /*                                                                  */
00031 /* _INT0Interrupt      _C1Interrupt                                 */
00032 /* _IC1Interrupt       _DMA3Interrupt                               */
00033 /* _OC1Interrupt       _IC3Interrupt                                */
00034 /* _T1Interrupt        _IC4Interrupt                                */
00035 /* _DMA0Interrupt      _IC5Interrupt                                */
00036 /* _IC2Interrupt       _IC6Interrupt                                */
00037 /* _OC2Interrupt       _OC5Interrupt                                */
00038 /* _T2Interrupt        _OC6Interrupt                                */
00039 /* _T3Interrupt        _OC7Interrupt                                */
00040 /* _SPI1ErrInterrupt   _OC8Interrupt                                */
00041 /* _SPI1Interrupt      _DMA4Interrupt                               */
00042 /* _U1RXInterrupt      _T6Interrupt                                 */
00043 /* _U1TXInterrupt      _T7Interrupt                                 */
00044 /* _ADC1Interrupt      _SI2C2Interrupt                              */
00045 /* _DMA1Interrupt      _MI2C2Interrupt                              */
00046 /* _SI2C1Interrupt     _T8Interrupt                                 */
00047 /* _MI2C1Interrupt     _T9Interrupt                                 */
00048 /* _CNInterrupt        _INT3Interrupt                               */
00049 /* _INT1Interrupt      _INT4Interrupt                               */
00050 /* _ADC2Interrupt      _C2RxRdyInterrupt                            */
00051 /* _DMA2Interrupt      _C2Interrupt                                 */
00052 /* _OC3Interrupt       _DCIErrInterrupt                             */
00053 /* _OC4Interrupt       _DCIInterrupt                                */
00054 /* _T4Interrupt        _DMA5Interrupt                               */
00055 /* _T5Interrupt        _U1ErrInterrupt                              */
00056 /* _INT2Interrupt      _U2ErrInterrupt                              */
00057 /* _U2RXInterrupt      _DMA6Interrupt                               */
00058 /* _U2TXInterrupt      _DMA7Interrupt                               */
00059 /* _SPI2ErrInterrupt   _C1TxReqInterrupt                            */
00060 /* _SPI2Interrupt      _C2TxReqInterrupt                            */
00061 /* _C1RxRdyInterrupt                                                */
00062 /*                                                                  */
00063 /* dsPIC33E Primary Interrupt Vector Names:                         */
```

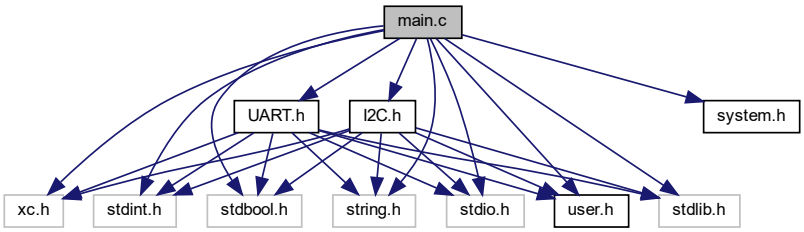
```
00064 /*                                                                      */
00065 /* _INT0Interrupt     _IC4Interrupt      _U4TXInterrupt                 */
00066 /* _IC1Interrupt      _IC5Interrupt      _SPI3ErrInterrupt              */
00067 /* _OC1Interrupt      _IC6Interrupt      _SPI3Interrupt                 */
00068 /* _T1Interrupt       _OC5Interrupt      _OC9Interrupt                  */
00069 /* _DMA0Interrupt     _OC6Interrupt      _IC9Interrupt                  */
00070 /* _IC2Interrupt      _OC7Interrupt      _PWM1Interrupt                 */
00071 /* _OC2Interrupt      _OC8Interrupt      _PWM2Interrupt                 */
00072 /* _T2Interrupt       _PMPInterrupt      _PWM3Interrupt                 */
00073 /* _T3Interrupt       _DMA4Interrupt     _PWM4Interrupt                 */
00074 /* _SPI1ErrInterrupt  _T6Interrupt       _PWM5Interrupt                 */
00075 /* _SPI1Interrupt     _T7Interrupt       _PWM6Interrupt                 */
00076 /* _U1RXInterrupt     _SI2C2Interrupt    _PWM7Interrupt                 */
00077 /* _U1TXInterrupt     _MI2C2Interrupt    _DMA8Interrupt                 */
00078 /* _AD1Interrupt      _T8Interrupt       _DMA9Interrupt                 */
00079 /* _DMA1Interrupt     _T9Interrupt       _DMA10Interrupt                */
00080 /* _NVMInterrupt      _INT3Interrupt     _DMA11Interrupt                */
00081 /* _SI2C1Interrupt    _INT4Interrupt     _SPI4ErrInterrupt              */
00082 /* _MI2C1Interrupt    _C2RxRdyInterrupt  _SPI4Interrupt                 */
00083 /* _CM1Interrupt      _C2Interrupt       _OC10Interrupt                 */
00084 /* _CNInterrupt       _QEI1Interrupt     _IC10Interrupt                 */
00085 /* _INT1Interrupt     _DCIEInterrupt     _OC11Interrupt                 */
00086 /* _AD2Interrupt      _DCIInterrupt      _IC11Interrupt                 */
00087 /* _IC7Interrupt      _DMA5Interrupt     _OC12Interrupt                 */
00088 /* _IC8Interrupt      _RTCCInterrupt     _IC12Interrupt                 */
00089 /* _DMA2Interrupt     _U1ErrInterrupt    _DMA12Interrupt                */
00090 /* _OC3Interrupt      _U2ErrInterrupt    _DMA13Interrupt                */
00091 /* _OC4Interrupt      _CRCInterrupt      _DMA14Interrupt                */
00092 /* _T4Interrupt       _DMA6Interrupt     _OC13Interrupt                 */
00093 /* _T5Interrupt       _DMA7Interrupt     _IC13Interrupt                 */
00094 /* _INT2Interrupt     _C1TxReqInterrupt  _OC14Interrupt                 */
00095 /* _U2RXInterrupt     _C2TxReqInterrupt  _IC14Interrupt                 */
00096 /* _U2TXInterrupt     _QEI2Interrupt     _OC15Interrupt                 */
00097 /* _SPI2ErrInterrupt  _U3ErrInterrupt    _IC15Interrupt                 */
00098 /* _SPI2Interrupt     _U3RXInterrupt     _OC16Interrupt                 */
00099 /* _C1RxRdyInterrupt  _U3TXInterrupt     _IC16Interrupt                 */
00100 /* _C1Interrupt       _USB1Interrupt     _ICDInterrupt                  */
00101 /* _DMA3Interrupt     _U4ErrInterrupt    _PWMSpEventMatchInterrupt      */
00102 /* _IC3Interrupt      _U4RXInterrupt     _PWMSecSpEventMatchInterrupt   */
00103 /*                                                                      */
00104 /* For alternate interrupt vector naming, simply add 'Alt' between the prim.  */
00105 /* interrupt vector name '_' and the first character of the primary interrupt */
00106 /* vector name.  There is no Alternate Vector or 'AIVT' for the 33E family.   */
00107 /*                                                                      */
00108 /* For example, the vector name _ADC2Interrupt becomes _AltADC2Interrupt in   */
00109 /* the alternate vector table.                                          */
00110 /*                                                                      */
00111 /* Example Syntax:                                                      */
00112 /*                                                                      */
00113 /* void __attribute__((interrupt,auto_psv)) <Vector Name>(void)         */
00114 /* {                                                                    */
00115 /*     <Clear Interrupt Flag>                                           */
00116 /* }                                                                    */
00117 /*                                                                      */
00118 /* For more comprehensive interrupt examples refer to the C30 (MPLAB C        */
00119 /* Compiler for PIC24 MCUs and dsPIC DSCs) User Guide in the                   */
00120 /* <C30 compiler instal directory>/doc directory for the latest compiler      */
00121 /* release.  For XC16, refer to the MPLAB XC16 C Compiler User's Guide in the */
00122 /* <XC16 compiler instal directory>/doc folder.                               */
00123 /*                                                                      */
00124
00125 /* Interrupt Routines                                                   */
00126
00128 void __attribute__((__interrupt__, no_auto_psv)) _T1Interrupt(void)
00129 {
00130     _T1IF = 0; //Clear Timer1 interrupt flag
00131     static int count=0;
00132
00133     if (count>=SENSOR_TIME-1)
00134     {
00135         count=0;
00136         i2c_status_t status;
00137         //putsUART("Hello World\n");
00138         //Anfrage Temperatur-Sensor
00139         exchangeI2C(0b1001000, 1, &write_data_buffer_temp, 2, read_data_buffer_temp, &status);
00140         //Anfrage Licht-Sensor
00141         exchangeI2C(0b0100011, 1, &write_data_buffer_light, 2, read_data_buffer_light, &status);
00142         print_sensor_values();
00143     }
00144     else
00145     {
00146         count++;
00147     }
00148
00149 }
00150
00151
```

```
00152 /* TODO Add interrupt routine code here. */
```

5.9 main.c-Dateireferenz

```
#include <xc.h>
#include <stdint.h>
#include <stdbool.h>
#include <string.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "UART.h"
#include "I2C.h"
#include "system.h"
#include "user.h"
```

Include-Abhängigkeitsdiagramm für main.c:



Makrodefinitionen

- #define MAIN
- #define HEARTBEAT_MS 1

Funktionen

- int16_t main (void)

5.9.1 Makro-Dokumentation

5.9.1.1 HEARTBEAT_MS

```
#define HEARTBEAT_MS 1
```

Definiert in Zeile 33 der Datei main.c.

5.9.1.2 MAIN

```
#define MAIN
```

Definiert in Zeile 13 der Datei main.c.

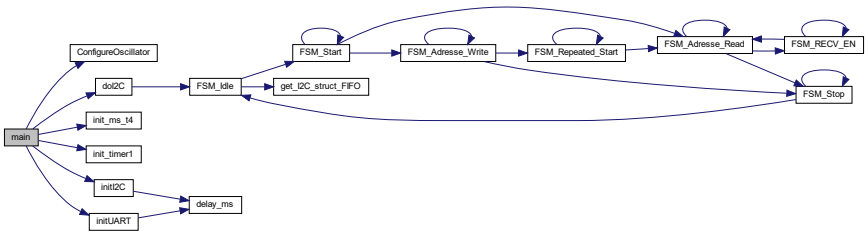
5.9.2 Dokumentation der Funktionen

5.9.2.1 main()

```
int16_t main (
            void  )
```

Definiert in Zeile 39 der Datei main.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



5.10 main.c

gehe zur Dokumentation dieser Datei

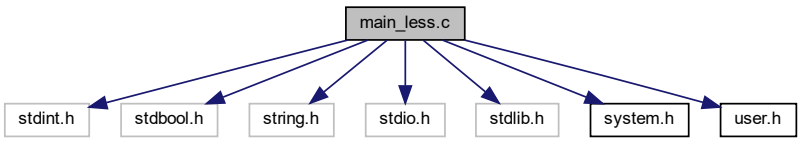
```
00001 /*TODO
00002  *  Testen
00003     Doku mit DoxyGen
00004     Lichtsensor testen
00005     FSM in Interrupt
00006  *
00007  */
00008
00009
00010 /* Files to Include                                                  */
00011
00013 #define MAIN
00014 #include <xc.h>
00015
00016 #include <stdint.h>        /* Includes uint16_t definition                  */
00017 #include <stdbool.h>       /* Includes true/false definition                */
00018 #include <string.h>
00019 #include <stdio.h>
00020 #include <stdlib.h>
00021
00022 #include "UART.h"
00023 #include "I2C.h"
00024
00025 #include "system.h"        /* System funct/params, like osc/peripheral config */
00026 #include "user.h"          /* User funct/params, such as InitApp              */
00027
00028
00029
```

```
00030 /* Global Variable Declaration                                          */
00031
00033 #define HEARTBEAT_MS 1
00034
00035
00036 /* Main Program                                                         */
00037
00039 int16_t main(void)
00040 {
00041     DELAY_ANPASSUNG = ((SYS_FREQ/96)*2180ull)/1000000ull; //Berechnung der Delay Anpassung
00042     uint16_t Count = 0;
00043
00044     ConfigureOscillator();
00045     initUART();
00046     init_timer1();
00047     init_ms_t4();
00048     initI2C();
00049
00050     _RP66R = _RPOUT_U1TX; //UART Pin Mapping
00051     RPINR18bits.U1RXR = 0b1011000;
00052
00053
00054     write_data_buffer_temp=0b00000000;
00055     write_data_buffer_light=0b00010000;
00056     while(1)
00057     {
00058         if(_T4IF)
00059         {
00060             _T4IF=0;
00061             Count++;
00062             if (Count >= HEARTBEAT_MS)
00063             {
00064                 Count = 0;
00065                 doI2C();
00066             }
00067         }
00068     }
00069 }
```

5.11 main_less.c-Dateireferenz

```
#include <stdint.h>
#include <stdbool.h>
#include <string.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "system.h"
#include "user.h"
```

Include-Abhängigkeitsdiagramm für main_less.c:



Datenstrukturen

- struct Buffer

Makrodefinitionen

- #define HEARTBEAT_MS 1
- #define BAUDRATE 9600
- #define BRGVAL ((FCY/BAUDRATE)/16)-1
- #define BUFFER_FAIL 0
- #define BUFFER_SUCCESS 1
- #define BUFFER_SIZE 128
- #define I2C_SCL _RA2
- #define I2C_SDA _RA3
- #define I2C_SCL_TRIS _TRISA2
- #define I2C_SDA_TRIS _TRISA3

Typdefinitionen

- typedef void ∗(∗ StateFunc) ()

Funktionen

- void init_ms_t4 (void)
- int16_t putsUART (const char ∗str)
- int16_t getcFIFO_TX (volatile uint16_t ∗c)
- int16_t putcFIFO_TX (char c)
- void ∗ FSM2_Idle (void)
- void ∗ FSM2_Start (void)
- void ∗ FSM2_Adresse (void)
- void ∗ FSM2_ACK_Receive (void)
- void ∗ FSM2_Data_Receive (void)
- void ∗ FSM2_Stop (void)
- void Temp_FSM2 (void)
- void delay_ms (uint16_t milliseconds)

  Delay in ms Blockierende Delay Funktion, eventuell nicht perfekte Verzögerung mit Hilfe einer for Schleife.
- void _T1Interrupt (void)
- void initUART ()
- void _U1TXInterrupt (void)
- int16_t putcUART (char c)
- void init_timer1 ()
- void initI2C ()

  Initialisiert die I2C-Kommunikation.
- int16_t main (void)

Variablen

- uint32_t DELAY_ANPASSUNG
- uint8_t data [2]
- Buffer FIFO = {{}, 0, 0}

5.11.1 Makro-Dokumentation

5.11.1.1 BAUDRATE

```
#define BAUDRATE 9600
```

Definiert in Zeile 32 der Datei main_less.c.

5.11.1.2 BRGVAL

```
#define BRGVAL ((FCY/BAUDRATE)/16)-1
```

Definiert in Zeile 33 der Datei main_less.c.

5.11.1.3 BUFFER_FAIL

```
#define BUFFER_FAIL 0
```

Definiert in Zeile 36 der Datei main_less.c.

5.11.1.4 BUFFER_SIZE

```
#define BUFFER_SIZE 128
```

Definiert in Zeile 38 der Datei main_less.c.

5.11.1.5 BUFFER_SUCCESS

```
#define BUFFER_SUCCESS 1
```

Definiert in Zeile 37 der Datei main_less.c.

5.11.1.6 HEARTBEAT_MS

```
#define HEARTBEAT_MS 1
```

Definiert in Zeile 29 der Datei main_less.c.

5.11.1.7 I2C_SCL

```
#define I2C_SCL _RA2
```

Definiert in Zeile 42 der Datei main_less.c.

5.11.1.8 I2C_SCL_TRIS

```
#define I2C_SCL_TRIS _TRISA2
```

Definiert in Zeile 44 der Datei main_less.c.

5.11.1.9 I2C_SDA

```
#define I2C_SDA _RA3
```

Definiert in Zeile 43 der Datei main_less.c.

5.11.1.10 I2C_SDA_TRIS

```
#define I2C_SDA_TRIS _TRISA3
```

Definiert in Zeile 45 der Datei main_less.c.

5.11.2 Dokumentation der benutzerdefinierten Typen

5.11.2.1 StateFunc

```
typedef void *(* StateFunc) ()
```

Definiert in Zeile 58 der Datei main_less.c.

5.11.3 Dokumentation der Funktionen

5.11.3.1 _T1Interrupt()

```
void _T1Interrupt (
            void  )
```

Definiert in Zeile 91 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:

5.11.3.2 _U1TXInterrupt()

```
void _U1TXInterrupt (
            void  )
```

Definiert in Zeile 136 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:

5.11.3.3 delay_ms()

```
void delay_ms (
            uint16_t milliseconds )
```

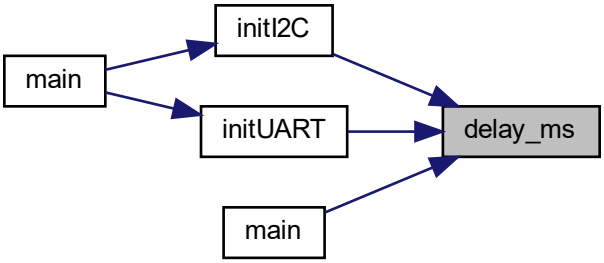
Delay in ms Blockierende Delay Funktion, eventuell nicht perfekte Verzögerung mit Hilfe einer for Schleife.

Parameter

in	*milliseconds*	Verzögerungszeit in millisekunden

Definiert in Zeile 85 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

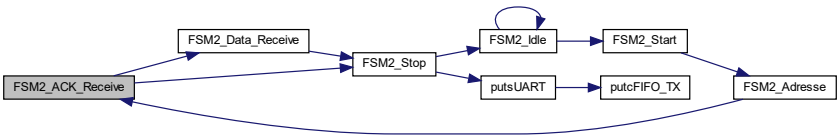


5.11.3.4 FSM2_ACK_Receive()

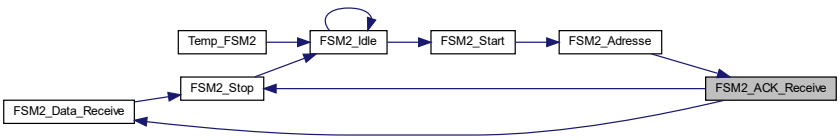
```
void * FSM2_ACK_Receive (
            void  )
```

Definiert in Zeile 321 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

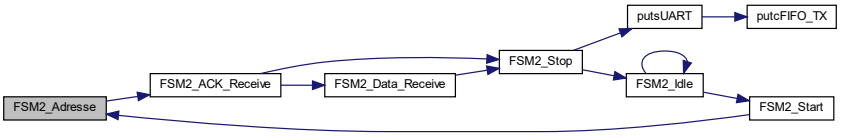


5.11.3.5 FSM2_Adresse()

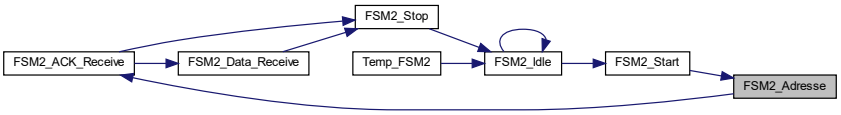
```
void * FSM2_Adresse (
            void  )
```

Definiert in Zeile 313 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

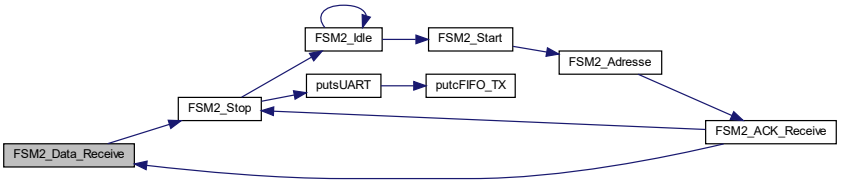


5.11.3.6 FSM2_Data_Receive()

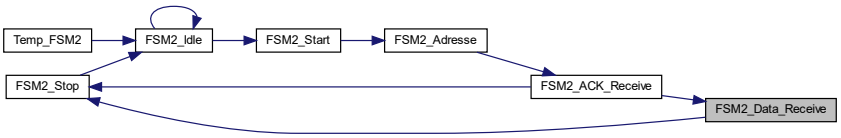
```
void * FSM2_Data_Receive (
            void  )
```

Definiert in Zeile 330 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

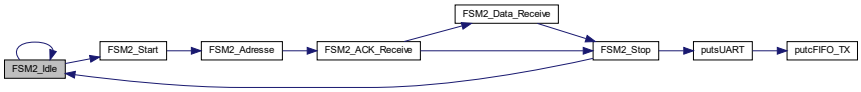


5.11.3.7 FSM2_Idle()

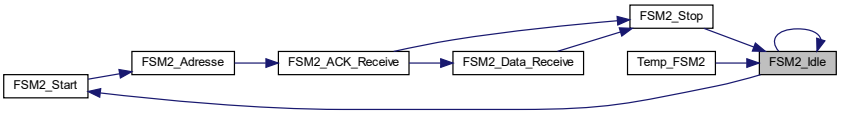
```
void * FSM2_Idle (
            void  )
```

Definiert in Zeile 294 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

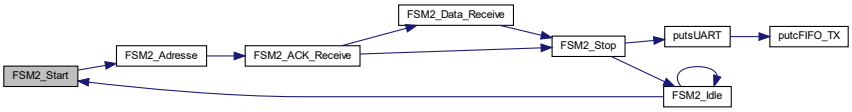


5.11.3.8 FSM2_Start()

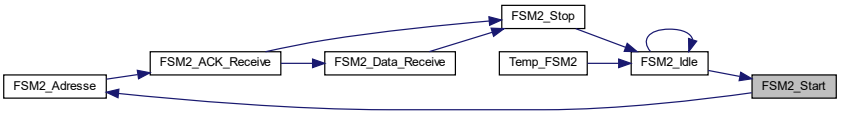
```
void * FSM2_Start (
            void  )
```

Definiert in Zeile 306 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

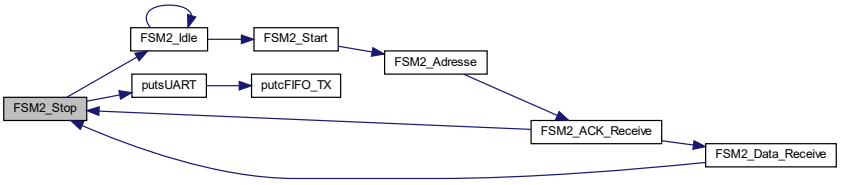


5.11.3.9 FSM2_Stop()

```
void * FSM2_Stop (
            void  )
```

Definiert in Zeile 352 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.11.3.10 getcFIFO_TX()

```
int16_t getcFIFO_TX (
            volatile uint16_t * c )
```

Definiert in Zeile 165 der Datei main_less.c.

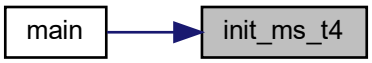
Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.11.3.11 init_ms_t4()

```
void init_ms_t4 (
            void  )
```

Definiert in Zeile 114 der Datei system.c.

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

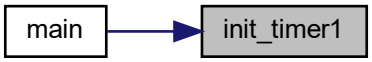


5.11.3.12 init_timer1()

```
void init_timer1 (
            void  )
```

Definiert in Zeile 210 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.11.3.13 initI2C()

```
void initI2C (
             void  )
```

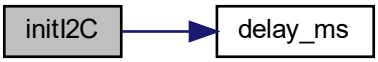
Initialisiert die I2C-Kommunikation.

Einschalten I2C mit eigenem Workaround, I2C Peripheriemodul kann hier leider nicht verwendet werden. Pins wie einen Open-Kollektor-Treiber verwenden, d.h. 1 - hochohmig, 0 wird getrieben

Aktiviert das I2C Modul und konfiguriert die Pins SDAx und SCLx als serielle PORT-Pins.

Definiert in Zeile 234 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



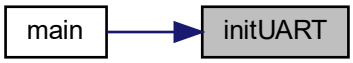
5.11.3.14 initUART()

```
void initUART (
             void  )
```

Definiert in Zeile 100 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

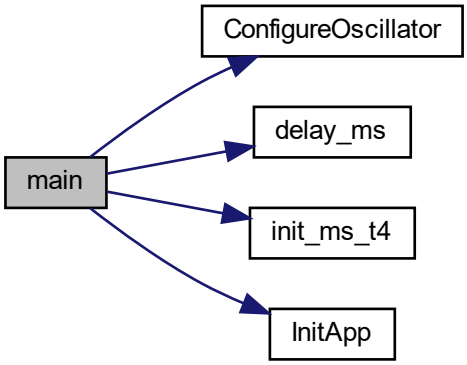


5.11.3.15 main()

```
int16_t main (
            void  )
```

Definiert in Zeile 376 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:

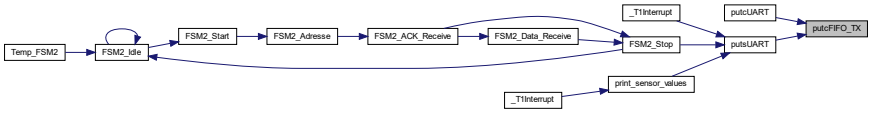


5.11.3.16 putcFIFO_TX()

```
int16_t putcFIFO_TX (
            char c )
```

Definiert in Zeile 147 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.11.3.17 putcUART()

```
int16_t putcUART (
            char c )
```

Definiert in Zeile 180 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:

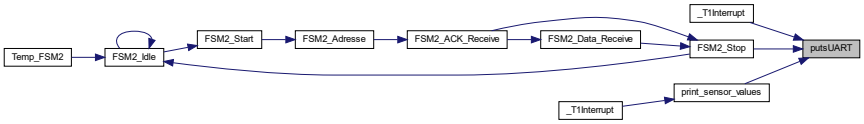
5.11.3.18 putsUART()

```
int16_t putsUART (
            const char * str )
```

Definiert in Zeile 190 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.11.3.19 Temp_FSM2()

```
void Temp_FSM2 (
            void  )
```

Definiert in Zeile 227 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:

5.11.4 Variablen-Dokumentation

5.11.4.1 data

```
uint8_t data[2]
```

Definiert in Zeile 46 der Datei main_less.c.

5.11.4.2 DELAY_ANPASSUNG

```
uint32_t DELAY_ANPASSUNG
```

Definiert in Zeile 39 der Datei main_less.c.

5.11.4.3 FIFO

```
Buffer FIFO = {{}, 0, 0}
```

Definiert in Zeile 56 der Datei main_less.c.

5.12 main_less.c

gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00002 /* Files to Include                                                 */
00003
00005 /* Device header file */
00006 #if defined(__XC16__)
00007     #include <xc.h>
00008 #elif defined(__C30__)
00009     #if defined(__dsPIC33E__)
00010         #include <p33Exxxx.h>
00011     #elif defined(__dsPIC33F__)
00012         #include <p33Fxxxx.h>
00013     #endif
00014 #endif
00015
00016
00017 #include <stdint.h>        /* Includes uint16_t definition                 */
00018 #include <stdbool.h>       /* Includes true/false definition               */
00019 #include <string.h>
00020 #include <stdio.h>
00021 #include <stdlib.h>
00022
00023 #include "system.h"        /* System funct/params, like osc/peripheral config */
00024 #include "user.h"          /* User funct/params, such as InitApp           */
00025
00026
00027 /* Global Variable Declaration                                         */
00028
00029 #define HEARTBEAT_MS 1
00030 //UART
00031
00032 #define BAUDRATE 9600
00033 #define BRGVAL ((FCY/BAUDRATE)/16)-1
00034 //FIFO
00035
00036 #define BUFFER_FAIL     0
00037 #define BUFFER_SUCCESS  1
00038 #define BUFFER_SIZE 128
00039 uint32_t DELAY_ANPASSUNG;
00040
00041 //I2C
00042 #define I2C_SCL      _RA2
00043 #define I2C_SDA      _RA3
00044 #define I2C_SCL_TRIS _TRISA2
00045 #define I2C_SDA_TRIS _TRISA3
00046 uint8_t data[2];
00047
00048 /*Typen-Definitionen***********************************************************/
00049
00050 typedef struct {
00051   uint8_t data[BUFFER_SIZE];
00052   uint8_t read; // zeigt auf das Feld mit dem ältesten Inhalt
00053   uint8_t write; // zeigt immer auf leeres Feld
00054 }Buffer;
00055
00056 Buffer FIFO = {{}, 0, 0};
```

```
00057
00058 typedef void *(*StateFunc)();
00059
00060
00061 /*Prototypes**************************************************************/
00062 void init_ms_t4(void);
00063
00064 int16_t putsUART(const char *str);
00065 int16_t getcFIFO_TX(volatile uint16_t *c);
00066 //int16_t getcFIFO_RX(char *c);
00067
00068 int16_t putcFIFO_TX(char c);
00069 //int16_t putcFIFO_RX(char c);
00070
00071 void *FSM2_Idle(void);
00072 void *FSM2_Start(void);
00073 void *FSM2_Adresse(void);
00074 void *FSM2_ACK_Receive(void);
00075 void *FSM2_Data_Receive(void);
00076 void *FSM2_Stop(void);
00077 void Temp_FSM2(void);
00078
00079 /*Funktionen**************************************************************/
00085 void delay_ms(uint16_t milliseconds) {
00086     uint32_t i=0;
00087     for (i=0;i<(DELAY_ANPASSUNG*(uint32_t)milliseconds);i++){
00088          }
00089 }
00090
00091 void __attribute__((__interrupt__, no_auto_psv)) _T1Interrupt(void)
00092     {
00093         _T1IF = 0; //Clear Timer1 interrupt flag
00094
00095         putsUART("Hello World\n");
00096
00097     }
00098
00099 //UART
00100 void initUART(){
00101     U1MODEbits.STSEL = 0; // 1-Stop bit
00102     U1MODEbits.PDSEL = 0; // No Parity, 8-Data bits
00103     U1MODEbits.ABAUD = 0; // Auto-Baud disabled
00104     U1MODEbits.UEN = 0;
00105     U1MODEbits.LPBACK = 0;
00106     U1MODEbits.RXINV = 0;
00107     //U1MODEbits.ALTIO = 0;
00108
00109     U1MODEbits.URXINV = 0;
00110     U1MODEbits.RTSMD = 0;
00111
00112     U1MODEbits.BRGH = 0; // Standard-Speed mode
00113     U1BRG = BRGVAL; // Baud Rate setting for 9600
00114
00115     U1STAbits.UTXISEL0 = 0; // Interrupt after one TX character is transmitted
00116     U1STAbits.UTXISEL1 = 0;
00117     U1STAbits.UTXBRK = 0;
00118     U1STAbits.ADDEN = 0;
00119     U1STAbits.UTXINV = 0;
00120     U1STAbits.URXISEL = 0;
00121     U1STA = U1STA | 0b0001000000000000;
00122     //_URXEN = 1;
00123
00124     //_U1RXIE = 1; // Enable UART RX interrupt
00125
00126     U1MODEbits.UARTEN = 1; // Enable UART
00127     //delay_ms(2);
00128     U1STAbits.UTXEN = 1; // Enable UART TX
00129
00130     /* Wait at least 105 microseconds (1/9600) before sending first char */
00131     delay_ms(2);
00132     _U1TXIE = 1; // Enable UART TX interrupt
00133
00134 }
00135
00136 void __attribute__((__interrupt__)) _U1TXInterrupt(void)
00137 {
00138     _U1TXIF = 0; // Clear TX Interrupt flag
00139
00140     getcFIFO_TX(&U1TXREG);
00141
00142 }
00143
00144
00145
00146
00147 int16_t putcFIFO_TX(char c)
00148 {
```

```
00149   //if (buffer.write >= BUFFER_SIZE)
00150   //  buffer.write = 0; // erhöht sicherheit
00151   _LATF0 = 1;
00152   if ( ( FIFO.write + 1 == FIFO.read ) ||
00153        ( FIFO.read == 0 && FIFO.write + 1 == BUFFER_SIZE ) )
00154     return BUFFER_FAIL; // voll
00155
00156   FIFO.data[FIFO.write] = c;
00157
00158   FIFO.write++;
00159   if (FIFO.write >= BUFFER_SIZE)
00160     FIFO.write = 0;
00161
00162   return BUFFER_SUCCESS;
00163 }
00164
00165 int16_t getcFIFO_TX(volatile uint16_t *c)
00166 {
00167   _LATF0 = 1;
00168   if (FIFO.read == FIFO.write)
00169     return BUFFER_FAIL;
00170
00171   *c = FIFO.data[FIFO.read];
00172
00173   FIFO.read++;
00174   if (FIFO.read >= BUFFER_SIZE)
00175     FIFO.read = 0;
00176
00177   return BUFFER_SUCCESS;
00178 }
00179
00180 int16_t putcUART(char c){
00181     _LATF0 = 1;
00182     _GIE = 0; // Interrupts ausschalten
00183     int16_t erfolg = putcFIFO_TX(c);
00184     _GIE = 1;
00185     return erfolg;
00186
00187
00188 }
00189
00190 int16_t putsUART(const char *str) {
00191     _LATF0 = 1;
00192     uint16_t i;
00193     uint16_t length = strlen(str);
00194
00195     _GIE = 0;   //Global Interrupt disable
00196     for(i = 0; i < length; i++) {
00197         //uint16_t ret = putcFIFO_TX(str[i]);
00198         if(! putcFIFO_TX(str[i]))
00199             break;
00200     }
00201     _GIE = 1;
00202     int16_t erfolg = -i;
00203     if(erfolg == -length)
00204         erfolg *= -1;
00205     _U1TXIF = 1; //Interuppt Routine Starten um FIFO-Inhalt zu senden
00206     return erfolg;
00207 }
00208
00209 //Timer1
00210 void init_timer1(){
00211     __builtin_write_OSCCONL(0b00000011); //SOSC aktivieren
00212     T1CONbits.TON = 0; // Disable Timer
00213     T1CONbits.TCS = 1; // Select external clock
00214     T1CONbits.TSYNC = 0; // Disable Synchronization
00215     T1CONbits.TCKPS = 0b00; // Select 1:1 Prescaler
00216     TMR1 = 0x00; // Clear timer register
00217     PR1 = 32767; // Load the period value, Quarztakt
00218
00219     IPC0bits.T1IP = 2; // Set Timer 1 Interrupt Priority Level
00220     IFS0bits.T1IF = 0; // Clear Timer 1 Interrupt Flag
00221     IEC0bits.T1IE = 1; // Enable Timer1 interrupt
00222     T1CONbits.TON = 1; // Start Timer
00223 }
00224
00225 //I2C
00226
00227 void Temp_FSM2(void)
00228 {
00229      static StateFunc statefunc = FSM2_Idle;
00230
00231      statefunc = (StateFunc)(*statefunc)();
00232 }
00233
00234 void initI2C(){
00235     I2C2CONbits.A10M = 0;
```

```
00236     I2C2BRG = 245; //100kHz
00237
00238     // Einschalten I2C mit eigenem Workaround, I2C Peripheriemodul kann hier leider nicht verwendet
      werden
00239     I2C_SDA_TRIS = 1;     // Pins wie einen Open-Kollektor-Treiber verwenden, d.h. 1 - hochohmig, 0
      wird getrieben
00240     I2C_SCL_TRIS = 1;
00241     I2C_SDA = 0;
00242     I2C_SCL = 0;
00243
00244         int j;
00245         for (j=0; j<=9; j++)    // takten bis min 1 Byte
00246         {
00247           I2C_SCL_TRIS = 0; delay_ms(1); // 5 us wÃ¤ren ausreichend ...100 kBaud
00248           I2C_SCL_TRIS = 1; delay_ms(1);
00249         }
00250         // Start Condition senden
00251         I2C_SCL_TRIS = 0;  delay_ms(1);
00252         I2C_SDA_TRIS = 0;  delay_ms(1);
00253         // Stop Condition senden
00254         I2C_SCL_TRIS = 1;  delay_ms(1);
00255         I2C_SDA_TRIS = 1;  delay_ms(1);
00256
00257         // Nun I2C erst anschalten
00258         _MI2C2IF = 0; //Interrupt falls noetig
00259         _MI2C2IE = 0;
00260         I2C2CONbits.I2CEN = 1;
00261
00262     //Sensor Pointer auf TEMP Register setzten
00263     I2C2CONbits.SEN=1; //start
00264     while(I2C2CONbits.SEN==1){}
00265
00266     //Tx Device address + Write bit
00267     I2C2TRN=0b10010000;
00268     while(I2C2STATbits.TRSTAT==1){}
00269
00270     if (I2C2STATbits.ACKSTAT==1){   //if NACK received, generate stop condition and exit
00271         I2C2STATbits.ACKSTAT=0;
00272         I2C2CONbits.PEN=1;
00273         while(I2C2CONbits.PEN==1){} //wait for the stop interrupt;
00274         return;
00275     }
00276
00277     //Tx Register Address
00278     I2C2TRN=0b00000000; //Pointer auf TEMP REGISTER setzten
00279     while(I2C2STATbits.TRSTAT==1){}
00280
00281     if (I2C2STATbits.ACKSTAT==1){   //if NACK received, generate stop condition and exit
00282         I2C2STATbits.ACKSTAT=0;
00283         I2C2CONbits.PEN=1;
00284         while(I2C2CONbits.PEN==1){} //wait for the stop interrupt;
00285         return;
00286     }
00287
00288     I2C2CONbits.PEN=1; //stop
00289     while(I2C2CONbits.PEN==1){} //wait for the stop interrupt
00290 }
00291
00292
00293
00294 void *FSM2_Idle(void)
00295 {
00296     static int c = 0;
00297     if (c>=999){
00298         c=0;
00299         return FSM2_Start;
00300     }
00301     c++;
00302     return FSM2_Idle;
00303
00304 }
00305
00306 void *FSM2_Start(void)
00307 {
00308     I2C2CONbits.SEN=1; //Start
00309     while(I2C2CONbits.SEN==1){}
00310     return FSM2_Adresse;
00311 }
00312
00313 void *FSM2_Adresse(void)
00314 {
00315     //Tx Device address + Read bit
00316     I2C2TRN=0b10010001;
00317     while(I2C2STATbits.TRSTAT==1){} //Warten solange übertragen wird
00318     return FSM2_ACK_Receive;
00319 }
00320
```

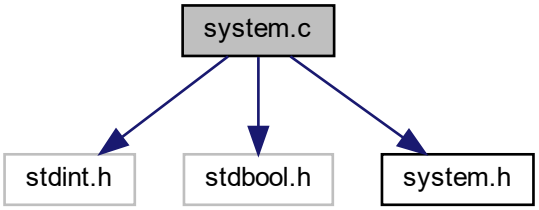
```
00321 void *FSM2_ACK_Receive(void)
00322 {
00323     if (I2C2STATbits.ACKSTAT==1){   //if NACK received, generate stop condition and exit
00324         I2C2STATbits.ACKSTAT=0;
00325         return FSM2_Stop;
00326     }
00327     return FSM2_Data_Receive;
00328 }
00329
00330 void *FSM2_Data_Receive(void)
00331 {
00332     int N=2; //2 bytes empfangen
00333     int i;
00334
00335     for(i=0;i<N;i++){
00336         I2C2CONbits.RCEN=1; //Empfangen aktivieren
00337         while(I2C2CONbits.RCEN==1){} //RCEN cleared automatically when SSP1IF goes high
00338
00339         data[i]=I2C2RCV;
00340
00341         //ACK sequence
00342         if (i<N-1){ I2C2CONbits.ACKDT=0; } //jedes byte mit ACK bestätigen
00343         else {I2C2CONbits.ACKDT=1;} //send NACK if this is the last Byte
00344
00345         I2C2CONbits.ACKEN=1; //start ack/nack sequence
00346         while(I2C2CONbits.ACKEN==1){}
00347
00348     } //end for loop
00349     return FSM2_Stop;
00350 }
00351
00352 void *FSM2_Stop(void)
00353 {
00354     I2C2CONbits.PEN=1;
00355     while(I2C2CONbits.PEN==1){} //wait for the stop interrupt
00356
00357     float temp = data[0]«8|data[1];
00358     char str[16];
00359     sprintf(str,"%f",temp/256);
00360     putsUART("Temperatur: ");
00361     putsUART(str);
00362     putsUART("°C");
00363     putsUART("\n");
00364
00365     return FSM2_Idle;
00366 }
00367
00368
00369
00370 /* Main Program                                                          */
00371
00374
00376 int16_t main(void)
00377 {
00378     DELAY_ANPASSUNG = ((SYS_FREQ/96)*2180ull)/1000000ull; //Berechnung der Delay Anpassung
00379     //uint16_t Count = 0;
00380     /* Configure the oscillator for the device */
00381     ConfigureOscillator();
00382     /* Initialize IO ports and peripherals */
00383     InitApp();
00384
00385     //initUART();
00386     //init_timer1();
00387     init_ms_t4();
00388     //initI2C();
00389
00390
00391     TRISBbits.TRISB8 = 0; //LED0 als Ausgang
00392     ANSELBbits.ANSB8 = 0; //LED0 als Digitaler Ausgang
00393
00394     TRISBbits.TRISB9 = 0; //LED als Ausgang
00395     ANSELBbits.ANSB9 = 0;
00396
00397    //Taster als Eingänge
00398     _TRISG12 = 1;
00399     //Pull-up Widerstände einschalten
00400     _CNPUG12 = 1;
00401
00402
00403     _RP66R = _RPOUT_U1TX; //UART Pin Mapping
00404     RPINR18bits.U1RXR = 0b1011000;
00405     /* TODO <INSERT USER APPLICATION CODE HERE> */
00406
00407     while(1)
00408     {
00409         PORTBbits.RB8=1;
00410         delay_ms(200);
```

```
00411         PORTBbits.RB8=0;
00412         delay_ms(200);
00413         //if(_T4IF)
00414         //{
00415             //_T4IF=0;
00416             //Count++;
00417             //if (Count >= HEARTBEAT_MS)
00418             //{
00419                 //Count = 0;
00420                 //Temp_FSM2();
00421             //}
00422 
00423         //}
00424     }
00425 }
```

5.13 system.c-Dateireferenz

```
#include <stdint.h>
#include <stdbool.h>
#include "system.h"
```

Include-Abhängigkeitsdiagramm für system.c:



Funktionen

- void ConfigureOscillator (void)
- void init_timer1 ()
- void init_ms_t4 ()
- void delay_ms (uint16_t milliseconds)

  Delay in ms Blockierende Delay Funktion, eventuell nicht perfekte Verzögerung mit Hilfe einer for Schleife.

5.13.1 Dokumentation der Funktionen

5.13.1.1 ConfigureOscillator()

```
void ConfigureOscillator (
            void  )
```

Definiert in Zeile 40 der Datei system.c.

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.13.1.2 delay_ms()

```
void delay_ms (
            uint16_t milliseconds )
```

Delay in ms Blockierende Delay Funktion, eventuell nicht perfekte Verzögerung mit Hilfe einer for Schleife.

Parameter

in	*milliseconds*	Verzögerungszeit in millisekunden

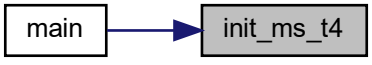
Definiert in Zeile 129 der Datei system.c.

5.13.1.3 init_ms_t4()

```
void init_ms_t4 (
            void  )
```

Definiert in Zeile 114 der Datei system.c.

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.13.1.4 init_timer1()

```
void init_timer1 (
            void  )
```

Definiert in Zeile 98 der Datei system.c.

5.14 system.c

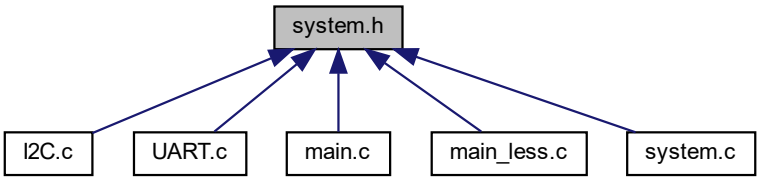
gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00002 /* Files to Include                                                */
00003
00005 /* Device header file */
00006 #if defined(__XC16__)
00007     #include <xc.h>
00008 #elif defined(__C30__)
00009     #if defined(__dsPIC33E__)
00010         #include <p33Exxxx.h>
00011     #elif defined(__dsPIC33F__)
00012         #include <p33Fxxxx.h>
00013     #endif
00014 #endif
00015
00016
00017 #include <stdint.h>          /* For uint16_t definition                */
00018 #include <stdbool.h>         /* For true/false definition              */
00019
00020 #include "system.h"          /* variables/params used by system.c      */
00021
00022
00023 /* System Level Functions                                             */
00024 /*                                                                    */
00025 /* Custom oscillator configuration funtions, reset source evaluation  */
00026 /* functions, and other non-peripheral microcontroller initialization */
00027 /* functions get placed in system.c.                                  */
00028 /*                                                                    */
00029
00031 /* Refer to the device Family Reference Manual Oscillator section for
00032 information about available oscillator configurations.  Typically
00033 this would involve configuring the oscillator tuning register or clock
00034 switching useing the compiler's __builtin_write_OSCCON functions.
00035 Refer to the C Compiler for PIC24 MCUs and dsPIC DSCs User Guide in the
00036 compiler installation directory /doc folder for documentation on the
00037 __builtin functions.*/
00038
00039 /* TODO Add clock switching code if appropriate.  An example stub is below.   */
00040 void ConfigureOscillator(void)
00041 {
00042     if (SYS_FREQ>7370000L) //Nur umschalten auf Primary (8 MHz) wenn höhere Frequenz erwünscht
00043     {
00044         switch (SYS_FREQ)
00045         {
00046             case 8000000L:
00047                 //PLL muss nicht konfiguriert werden
00048                 // externer Quartz mit 8Mhz
00049                 break;
00050             case 50000000L:
00051                 CLKDIVbits.PLLPOST=2; //N2=4
00052                 PLLFBD=48; //M=50
00053                 CLKDIVbits.PLLPRE=0; //N1=2
00054                 break;
00055             case 70000000L:
00056                 CLKDIVbits.PLLPOST=2; //N2=4
00057                 PLLFBD=188; //M=190
00058                 CLKDIVbits.PLLPRE=3; //N1=5
00059                 break;
00060             case 100000000L:
00061                 CLKDIVbits.PLLPOST=0; //N2=2
00062                 PLLFBD=123; //M=125
00063                 CLKDIVbits.PLLPRE=3; //N1=5
00064                 break;
00065             case 140000000L:
```

```
00066                 CLKDIVbits.PLLPOST=0; //N2=2
00067                 PLLFBD=173; //M=175
00068                 CLKDIVbits.PLLPRE=3; //N1=5
00069                 break;
00070             //default:
00071                 //#error Tets
00072         }
00073         OSCTUN = 0;
00074 
00075         if (SYS_FREQ == 8000000L)
00076         {
00077             __builtin_write_OSCCONH(0x02); //Switch auf Primary ohne PLL
00078 
00079             __builtin_write_OSCCONL(OSCCON | 0x01);
00080             while (OSCCONbits.COSC!= 0x02); //Warten bis gewechselt wurde
00081         }
00082 
00083         else
00084         {
00085             __builtin_write_OSCCONH(0x03); //Switch auf Primary mit PLL
00086 
00087             __builtin_write_OSCCONL(OSCCON | 0x01);
00088 
00089             while (OSCCONbits.COSC!= 0x3); //Warten bis gewechselt wurde
00090             while (OSCCONbits.LOCK!= 1);
00091         }
00092 
00093     }
00094 }
00095 
00096 
00097 //Timer1
00098 void init_timer1() //generiert in 1s Rythmus Interrupts
00099 {
00100     __builtin_write_OSCCONL(0b00000011); //SOSC aktivieren
00101     T1CONbits.TON = 0; // Disable Timer
00102     T1CONbits.TCS = 1; // Select external clock
00103     T1CONbits.TSYNC = 0; // Disable Synchronization
00104     T1CONbits.TCKPS = 0b00; // Select 1:1 Prescaler
00105     TMR1 = 0x00; // Clear timer register
00106     PR1 = 32767; // Load the period value, Quarztakt
00107 
00108     IPC0bits.T1IP = 2; // Set Timer 1 Interrupt Priority Level
00109     IFS0bits.T1IF = 0; // Clear Timer 1 Interrupt Flag
00110     IEC0bits.T1IE = 1; // Enable Timer1 interrupt
00111     T1CONbits.TON = 1; // Start Timer
00112 }
00113 
00114 void init_ms_t4() //Interrupt Flag wird jede ms gesetzt
00115 {
00116     T4CONbits.TON = 0; // Stop any 16/32-bit Timer3 operation
00117     T4CONbits.TCS = 0; // Select internal instruction cycle clock
00118 
00119     T4CONbits.TGATE = 0; // Disable Gated Timer mode
00120     T4CONbits.TCKPS = 0b10; // Select 1:64 Prescaler
00121     TMR4 = 0x00; // Clear
00122     PR4 = (FCY/64000)-1; // Load 32-bit period value (lsw)
00123     //IFS0bits.T2IF = 0; // Clear Timer2 Interrupt Flag
00124     //IEC0bits.T2IE = 0; // Disable Timer2 interrupt
00125     T4CONbits.TON = 1; // Start 32-bit Timer
00126 }
00127 
00128 
00129 void delay_ms(uint16_t milliseconds)
00130 {
00131     uint32_t i=0;
00132     for (i=0;i<(DELAY_ANPASSUNG*(uint32_t)milliseconds);i++)
00133     {
00134     }
00135 }
00136 
```

5.15 system.h-Dateireferenz

Dieser Graph zeigt, welche Datei direkt oder indirekt diese Datei enthält:



Makrodefinitionen

- #define SYS_FREQ 50000000L
- #define FCY SYS_FREQ/2

Funktionen

- void ConfigureOscillator (void)
- void delay_ms (uint16_t milliseconds)

  Delay in ms Blockierende Delay Funktion, eventuell nicht perfekte Verzögerung mit Hilfe einer for Schleife.
- void init_timer1 (void)
- void init_ms_t4 (void)

Variablen

- uint32_t DELAY_ANPASSUNG

5.15.1 Makro-Dokumentation

5.15.1.1 FCY

```
#define FCY SYS_FREQ/2
```

Definiert in Zeile 15 der Datei system.h.

5.15.1.2 SYS_FREQ

```
#define SYS_FREQ 50000000L
```

Definiert in Zeile 10 der Datei system.h.

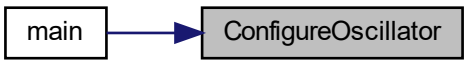
5.15.2 Dokumentation der Funktionen

5.15.2.1 ConfigureOscillator()

```
void ConfigureOscillator (
            void  )
```

Definiert in Zeile 40 der Datei system.c.

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.15.2.2 delay_ms()

```
void delay_ms (
            uint16_t milliseconds )
```

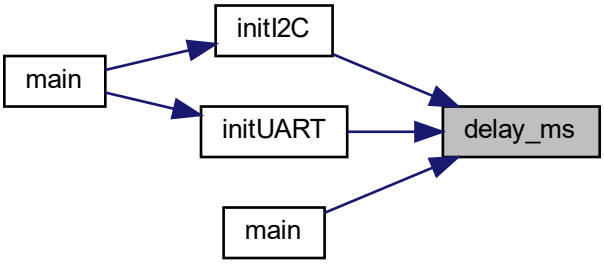
Delay in ms Blockierende Delay Funktion, eventuell nicht perfekte Verzögerung mit Hilfe einer for Schleife.

Parameter

in	*milliseconds*	Verzögerungszeit in millisekunden

Definiert in Zeile 85 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.15.2.3 init_ms_t4()

```
void init_ms_t4 (
              void  )
```

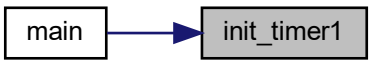
Definiert in Zeile 114 der Datei system.c.

5.15.2.4 init_timer1()

```
void init_timer1 (
              void  )
```

Definiert in Zeile 210 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.15.3 Variablen-Dokumentation

5.15.3.1 DELAY_ANPASSUNG

```
uint32_t DELAY_ANPASSUNG  [extern]
```

Definiert in Zeile 39 der Datei main_less.c.

5.16 system.h

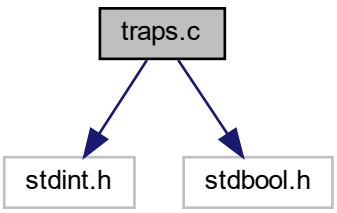
gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00002 /* System Level #define Macros                                          */
00003
00005 /* TODO Define system operating frequency */
00006
00007 /* Microcontroller MIPs (FCY) */
00008 //#define SYS_FREQ        7370000L
00009 //#define SYS_FREQ        8000000L
00010 #define SYS_FREQ        50000000L
00011 //#define SYS_FREQ        70000000L
00012 //#define SYS_FREQ        100000000L
00013 //#define SYS_FREQ        140000000L
00014
00015 #define FCY             SYS_FREQ/2
00016
00017
00018 #ifdef MAIN
00019 uint32_t DELAY_ANPASSUNG;
00020 #else
00021 extern uint32_t DELAY_ANPASSUNG;
00022 #endif
00023
00024
00025
00026 /* System Function Prototypes                                          */
00027
00029 /* Custom oscillator configuration funtions, reset source evaluation
00030 functions, and other non-peripheral microcontroller initialization functions
00031 go here. */
00032
00033
00034 //System Prototypen
00035 void ConfigureOscillator(void); /* Handles clock switching/osc initialization */
00036 void delay_ms(uint16_t milliseconds);
00037
00038 void init_timer1(void);
00039 void init_ms_t4(void);
00040
```

5.17 traps.c-Dateireferenz

```
#include <stdint.h>
#include <stdbool.h>
```

Include-Abhängigkeitsdiagramm für traps.c:



Funktionen

- void _OscillatorFail (void)
- void _AddressError (void)
- void _StackError (void)
- void _MathError (void)
- void _DefaultInterrupt (void)

5.17.1 Dokumentation der Funktionen

5.17.1.1 _AddressError()

```
void _AddressError (
            void  )
```

Definiert in Zeile 82 der Datei traps.c.

5.17.1.2 _DefaultInterrupt()

```
void _DefaultInterrupt (
            void  )
```

Definiert in Zeile 154 der Datei traps.c.

5.17.1.3 _MathError()

```
void _MathError (
            void  )
```

Definiert in Zeile 93 der Datei traps.c.

5.17.1.4 _OscillatorFail()

```
void _OscillatorFail (
            void  )
```

Definiert in Zeile 76 der Datei traps.c.

5.17.1.5 _StackError()

```
void _StackError (
             void  )
```

Definiert in Zeile 87 der Datei traps.c.

5.18 traps.c

gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00002 /* Files to Include                                                 */
00003
00005 /* Device header file */
00006 #if defined(__XC16__)
00007     #include <xc.h>
00008 #elif defined(__C30__)
00009     #if defined(__dsPIC33E__)
00010         #include <p33Exxxx.h>
00011     #elif defined(__dsPIC33F__)
00012         #include <p33Fxxxx.h>
00013     #endif
00014 #endif
00015
00016 #include <stdint.h>        /* Includes uint16_t definition */
00017 #include <stdbool.h>       /* Includes true/false definition */
00018
00019
00020 /* Trap Function Prototypes                                         */
00021
00023 /* <Other function prototypes for debugging trap code may be inserted here>   */
00024
00025 /* Use if INTCON2 ALTIVT=1 */
00026 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _OscillatorFail(void);
00027 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _AddressError(void);
00028 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _StackError(void);
00029 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _MathError(void);
00030
00031 #if defined(__HAS_DMA__)
00032
00033 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _DMACError(void);
00034
00035 #endif
00036
00037 #if defined(__dsPIC33F__)
00038
00039 /* Use if INTCON2 ALTIVT=0 */
00040 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _AltOscillatorFail(void);
00041 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _AltAddressError(void);
00042 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _AltStackError(void);
00043 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _AltMathError(void);
00044
00045     #if defined(__HAS_DMA__)
00046
00047     void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _AltDMACError(void);
00048
00049     #endif
00050
00051 #endif
00052
00053 /* Default interrupt handler */
00054 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _DefaultInterrupt(void);
00055
00056 #if defined(__dsPIC33E__)
00057
00058 /* These are additional traps in the 33E family.  Refer to the PIC33E
00059 migration guide.  There are no Alternate Vectors in the 33E family. */
00060 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _HardTrapError(void);
00061 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _SoftTrapError(void);
00062
00063 #endif
00064
00065
00066 /* Trap Handling                                                    */
00067 /*                                                                  */
00068 /* These trap routines simply ensure that the device continuously loops       */
00069 /* within each routine.  Users who actually experience one of these traps     */
00070 /* can add code to handle the error.  Some basic examples for trap code,      */
```

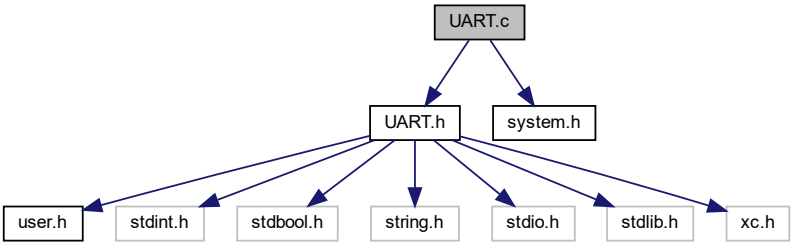
```
00071 /* including assembly routines that process trap sources, are available at    */
00072 /* www.microchip.com/codeexamples                                             */
00073
00075 /* Primary (non-alternate) address error trap function declarations */
00076 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _OscillatorFail(void)
00077 {
00078         INTCON1bits.OSCFAIL = 0;        /* Clear the trap flag */
00079         while(1);
00080 }
00081
00082 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _AddressError(void)
00083 {
00084         INTCON1bits.ADDRERR = 0;        /* Clear the trap flag */
00085         while (1);
00086 }
00087 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _StackError(void)
00088 {
00089         INTCON1bits.STKERR = 0;         /* Clear the trap flag */
00090         while (1);
00091 }
00092
00093 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _MathError(void)
00094 {
00095         INTCON1bits.MATHERR = 0;        /* Clear the trap flag */
00096         while (1);
00097 }
00098
00099 #if defined(__HAS_DMA__)
00100
00101 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _DMACError(void)
00102 {
00103         INTCON1bits.DMACERR = 0;        /* Clear the trap flag */
00104         while (1);
00105 }
00106
00107 #endif
00108
00109 #if defined(__dsPIC33F__)
00110
00111 /* Alternate address error trap function declarations */
00112 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _AltOscillatorFail(void)
00113 {
00114         INTCON1bits.OSCFAIL = 0;        /* Clear the trap flag */
00115         while (1);
00116 }
00117
00118 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _AltAddressError(void)
00119 {
00120         INTCON1bits.ADDRERR = 0;        /* Clear the trap flag */
00121         while (1);
00122 }
00123
00124 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _AltStackError(void)
00125 {
00126         INTCON1bits.STKERR = 0;         /* Clear the trap flag */
00127         while (1);
00128 }
00129
00130 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _AltMathError(void)
00131 {
00132         INTCON1bits.MATHERR = 0;        /* Clear the trap flag */
00133         while (1);
00134 }
00135
00136     #if defined(__HAS_DMA__)
00137
00138     void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _AltDMACError(void)
00139     {
00140          INTCON1bits.DMACERR = 0;        /* Clear the trap flag */
00141          while (1);
00142     }
00143
00144     #endif
00145
00146 #endif
00147
00148
00149 /* Default Interrupt Handler                                                  */
00150 /*                                                                            */
00151 /* This executes when an interrupt occurs for an interrupt source with an     */
00152 /* improperly defined or undefined interrupt handling routine.                */
00153
00154 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _DefaultInterrupt(void)
00155 {
00156         while(1);
00157 }
00158
```

```
00159 #if defined(__dsPIC33E__)
00160
00161 /* These traps are new to the dsPIC33E family.  Refer to the device Interrupt
00162 chapter of the FRM to understand trap priority. */
00163 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _HardTrapError(void)
00164 {
00165     while(1);
00166 }
00167 void __attribute__((interrupt,no_auto_psv)) _SoftTrapError(void)
00168 {
00169     while(1);
00170 }
00171
00172 #endif
```

5.19 UART.c-Dateireferenz

```
#include "UART.h"
#include "system.h"
```

Include-Abhängigkeitsdiagramm für UART.c:



Funktionen

- void initUART ()
- void _U1TXInterrupt (void)
- int16_t putcFIFO_TX (char c)
- int16_t getcFIFO_TX (volatile uint16_t ∗c)
- int16_t putcUART (char c)
- int16_t putsUART (const char ∗str)

5.19.1 Dokumentation der Funktionen

5.19.1.1 _U1TXInterrupt()

```
void _U1TXInterrupt (
             void  )
```

Definiert in Zeile 50 der Datei UART.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:

5.19.1.2 getcFIFO_TX()

```
int16_t getcFIFO_TX (
             volatile uint16_t * c )
```

Definiert in Zeile 79 der Datei UART.c.

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.19.1.3 initUART()

```
void initUART (
             void  )
```

Definiert in Zeile 12 der Datei UART.c.

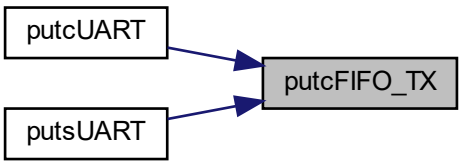
Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:

5.19.1.4 putcFIFO_TX()

```
int16_t putcFIFO_TX (
            char c )
```

Definiert in Zeile 57 der Datei UART.c.

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

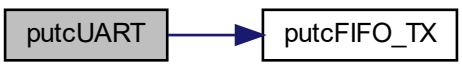


5.19.1.5 putcUART()

```
int16_t putcUART (
            char c )
```

Definiert in Zeile 97 der Datei UART.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



5.19.1.6 putsUART()

```
int16_t putsUART (
            const char * str )
```

Definiert in Zeile 107 der Datei UART.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:

5.20 UART.c

gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00002 /* Files to Include                                                 */
00003
00005 #include "UART.h"
00006 #include "system.h"
00007
00008
00009 /* Funktionen                                                       */
00010
00012 void initUART()
00013 {
00014     U1MODEbits.STSEL = 0; // 1-Stop bit
00015     U1MODEbits.PDSEL = 0; // No Parity, 8-Data bits
00016     U1MODEbits.ABAUD = 0; // Auto-Baud disabled
00017     U1MODEbits.UEN = 0;
00018     U1MODEbits.LPBACK = 0;
00019     U1MODEbits.RXINV = 0;
00020     //U1MODEbits.ALTIO = 0;
00021
00022     U1MODEbits.URXINV = 0;
00023     U1MODEbits.RTSMD = 0;
00024
00025     U1MODEbits.BRGH = 0; // Standard-Speed mode
00026     U1BRG = BRGVAL; // Baud Rate setting for 9600
00027
00028     U1STAbits.UTXISEL0 = 0; // Interrupt after one TX character is transmitted
00029     U1STAbits.UTXISEL1 = 0;
00030     U1STAbits.UTXBRK = 0;
00031     U1STAbits.ADDEN = 0;
00032     U1STAbits.UTXINV = 0;
00033     U1STAbits.URXISEL = 0;
00034     U1STA = U1STA | 0b0001000000000000;
00035     //_URXEN = 1;
00036
00037     //_U1RXIE = 1; // Enable UART RX interrupt
00038
00039     U1MODEbits.UARTEN = 1; // Enable UART
00040     delay_ms(2);
00041     U1STAbits.UTXEN = 1; // Enable UART TX
00042
00043     /* Wait at least 105 microseconds (1/9600) before sending first char */
00044     delay_ms(2);
00045     _U1TXIE = 1; // Enable UART TX interrupt
00046
00047 } /* initUART() */
00048
00049
00050 void __attribute__((__interrupt__, no_auto_psv)) _U1TXInterrupt(void)
00051 {
```

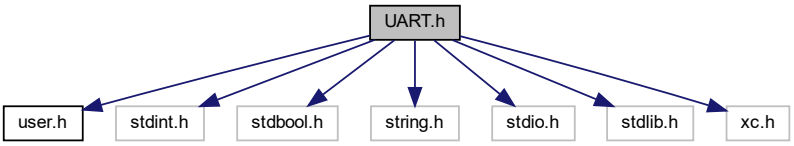
```
00052     _U1TXIF = 0; // Clear TX Interrupt flag
00053     getcFIFO_TX(&U1TXREG);
00054
00055 }
00056
00057 int16_t putcFIFO_TX(char c)
00058 {
00059   //if (buffer.write >= BUFFER_SIZE)
00060   //  buffer.write = 0; // erhöht sicherheit
00061   _LATF0 = 1;
00062   if ( ( FIFO.write + 1 == FIFO.read ) ||
00063        ( FIFO.read == 0 && FIFO.write + 1 == BUFFER_SIZE ) )
00064   {
00065     return BUFFER_FAIL; // voll
00066   }
00067
00068   FIFO.data[FIFO.write] = c;
00069
00070   FIFO.write++;
00071   if (FIFO.write >= BUFFER_SIZE)
00072   {
00073     FIFO.write = 0;
00074   }
00075   return BUFFER_SUCCESS;
00076
00077 } /* putcFIFO_TX() */
00078
00079 int16_t getcFIFO_TX(volatile uint16_t *c)
00080 {
00081   _LATF0 = 1;
00082   if (FIFO.read == FIFO.write)
00083   {
00084     return BUFFER_FAIL;
00085   }
00086   *c = FIFO.data[FIFO.read];
00087
00088   FIFO.read++;
00089   if (FIFO.read >= BUFFER_SIZE)
00090   {
00091     FIFO.read = 0;
00092   }
00093   return BUFFER_SUCCESS;
00094
00095 } /* getcFIFO_TX() */
00096
00097 int16_t putcUART(char c)
00098 {
00099     _LATF0 = 1;
00100     _GIE = 0; // Interrupts ausschalten
00101     int16_t erfolg = putcFIFO_TX(c);
00102     _GIE = 1;
00103     return erfolg;
00104
00105 } /* putcUART() */
00106
00107 int16_t putsUART(const char *str)
00108 {
00109     _LATF0 = 1;
00110     uint16_t i;
00111     uint16_t length = strlen(str);
00112
00113     _GIE = 0;   //Global Interrupt disable
00114     for(i = 0; i < length; i++)
00115     {
00116         //uint16_t ret = putcFIFO_TX(str[i]);
00117         if(! putcFIFO_TX(str[i]))
00118             break;
00119     }
00120     _GIE = 1;
00121     int16_t erfolg = -i;
00122     if(erfolg == -length)
00123         erfolg *= -1;
00124     _U1TXIF = 1; //Interuppt Routine Starten um FIFO-Inhalt zu senden
00125     return erfolg;
00126
00127 } /* putsUART() */
```

5.21 UART.h-Dateireferenz

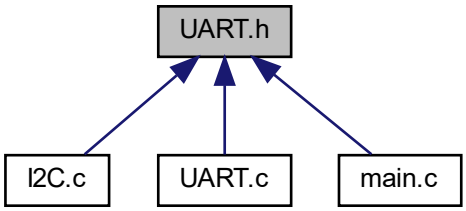
```
#include "user.h"
#include <stdint.h>
```

```
#include <stdbool.h>
#include <string.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <xc.h>
```

Include-Abhängigkeitsdiagramm für UART.h:



Dieser Graph zeigt, welche Datei direkt oder indirekt diese Datei enthält:



Datenstrukturen

- struct Buffer

Makrodefinitionen

- #define BAUDRATE 9600
- #define BRGVAL ((FCY/BAUDRATE)/16)-1

Funktionen

- void initUART (void)
- int16_t putsUART (const char ∗str)
- int16_t getcFIFO_TX (volatile uint16_t ∗c)
- int16_t putcFIFO_TX (char c)

Variablen

- Buffer FIFO

5.21.1 Makro-Dokumentation

5.21.1.1 BAUDRATE

```
#define BAUDRATE 9600
```

Definiert in Zeile 18 der Datei UART.h.

5.21.1.2 BRGVAL

```
#define BRGVAL ((FCY/BAUDRATE)/16)-1
```

Definiert in Zeile 19 der Datei UART.h.

5.21.2 Dokumentation der Funktionen

5.21.2.1 getcFIFO_TX()

```
int16_t getcFIFO_TX (
            volatile uint16_t * c )
```

Definiert in Zeile 165 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

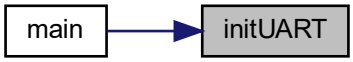
5.21.2.2 initUART()

```
void initUART (
            void  )
```

Definiert in Zeile 100 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

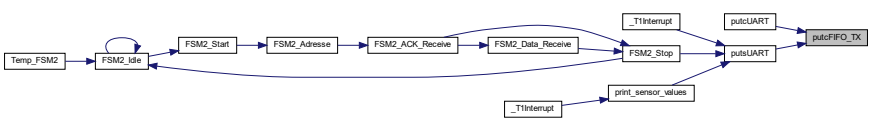


5.21.2.3 putcFIFO_TX()

```
int16_t putcFIFO_TX (
            char c )
```

Definiert in Zeile 147 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



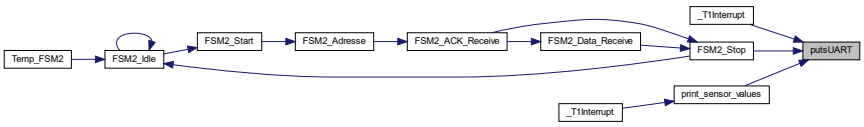
5.21.2.4 putsUART()

```
int16_t putsUART (
            const char * str )
```

Definiert in Zeile 190 der Datei main_less.c.

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.21.3 Variablen-Dokumentation

5.21.3.1 FIFO

```
Buffer FIFO  [extern]
```

Definiert in Zeile 56 der Datei main_less.c.

5.22 UART.h

gehe zur Dokumentation dieser Datei

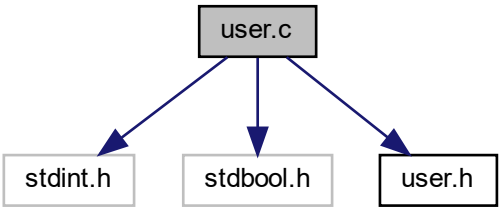
```
00001
00002 /* Files to Include                                                 */
00003
00005 #include "user.h"
00006 #include <stdint.h>        /* Includes uint16_t definition          */
00007 #include <stdbool.h>       /* Includes true/false definition        */
00008 #include <string.h>
00009 #include <stdio.h>
00010 #include <stdlib.h>
00011
00012 #include <xc.h>
00013
```

```
00014
00015 /* Konstanten                                                    */
00016
00018 #define BAUDRATE 9600
00019 #define BRGVAL ((FCY/BAUDRATE)/16)-1
00020
00021
00022 /* Typedef                                                       */
00023
00025 typedef struct
00026 {
00027   uint8_t data[BUFFER_SIZE];
00028   uint8_t read; // zeigt auf das Feld mit dem ältesten Inhalt
00029   uint8_t write; // zeigt immer auf leeres Feld
00030 }Buffer;
00031
00032 #ifdef MAIN
00033
00034
00035 /* Globale Variable Declaration                                  */
00036
00038 Buffer FIFO = {{}, 0, 0}; //FIFO zum Versenden über UART
00039 #else
00040 extern Buffer FIFO;
00041 #endif
00042
00043
00044 /* Prototypen                                                    */
00045
00047 void initUART(void);
00048
00049 int16_t putsUART(const char *str);
00050 int16_t getcFIFO_TX(volatile uint16_t *c);
00051 //int16_t getcFIFO_RX(char *c);
00052
00053 int16_t putcFIFO_TX(char c);
00054 //int16_t putcFIFO_RX(char c);
```

5.23 user.c-Dateireferenz

```
#include <stdint.h>
#include <stdbool.h>
#include "user.h"
```

Include-Abhängigkeitsdiagramm für user.c:



Funktionen

- void InitApp (void)
- void setLED (uint16_t nr)

5.23.1 Dokumentation der Funktionen

5.23.1.1 InitApp()

```
void InitApp (
             void  )
```

Definiert in Zeile 26 der Datei user.c.

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.23.1.2 setLED()

```
void setLED (
             uint16_t nr )
```

Definiert in Zeile 35 der Datei user.c.

5.24 user.c

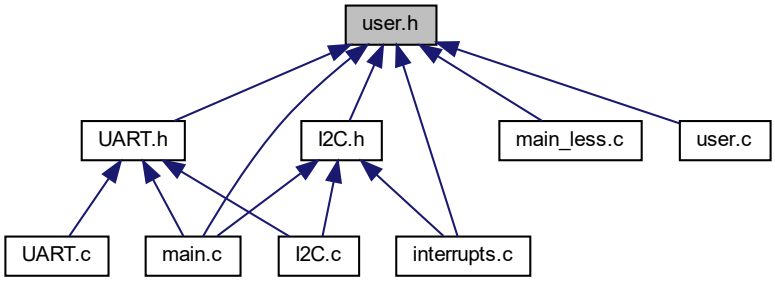
gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00002 /* Files to Include                                                 */
00003
00005 /* Device header file */
00006 #if defined(__XC16__)
00007     #include <xc.h>
00008 #elif defined(__C30__)
00009     #if defined(__dsPIC33E__)
00010         #include <p33Exxxx.h>
00011     #elif defined(__dsPIC33F__)
00012         #include <p33Fxxxx.h>
00013     #endif
00014 #endif
00015
00016 #include <stdint.h>          /* For uint16_t definition                */
00017 #include <stdbool.h>         /* For true/false definition              */
00018 #include "user.h"            /* variables/params used by user.c        */
00019
00020
00021 /* User Functions                                                      */
00022
00024 /* <Initialize variables in user.h and insert code for user algorithms.> */
00025
```

```
00026 void InitApp(void)
00027 {
00028     /* TODO Initialize User Ports/Peripherals/Project here */
00029
00030     /* Setup analog functionality and port direction */
00031
00032     /* Initialize peripherals */
00033 }
00034
00035 void setLED(uint16_t nr)
00036 {
00037    if (nr>=4) return;
00038    LATB = LATB | (1 « (nr+8));
00039 }
00040
00041
00042
00043 //4-bit Wort -> RB8-11
00044
00045 //uint16_t leds=0b 0000 0000 0000 1101;
00046
00047 //LATB = (LATB & ~0b0000111100000000) | ((leds«8) &0b0000111100000000);
```

5.25 user.h-Dateireferenz

Dieser Graph zeigt, welche Datei direkt oder indirekt diese Datei enthält:



Makrodefinitionen

- #define LED0 _LATB8
- #define LED1 _LATB9
- #define LED2 _LATB10
- #define LED3 _LATB11
- #define T0 !_RG12
- #define T1 !_RG13
- #define T2 !_RG14
- #define T3 !_RG15
- #define BUFFER_FAIL 0
- #define BUFFER_SUCCESS 1
- #define BUFFER_SIZE 256
- #define SENSOR_TIME 1

Funktionen

- void InitApp (void)

5.25.1 Makro-Dokumentation

5.25.1.1 BUFFER_FAIL

```
#define BUFFER_FAIL 0
```

Definiert in Zeile 13 der Datei user.h.

5.25.1.2 BUFFER_SIZE

```
#define BUFFER_SIZE 256
```

Definiert in Zeile 15 der Datei user.h.

5.25.1.3 BUFFER_SUCCESS

```
#define BUFFER_SUCCESS 1
```

Definiert in Zeile 14 der Datei user.h.

5.25.1.4 LED0

```
#define LED0 _LATB8
```

Definiert in Zeile 4 der Datei user.h.

5.25.1.5 LED1

```
#define LED1 _LATB9
```

Definiert in Zeile 5 der Datei user.h.

5.25.1.6 LED2

```
#define LED2 _LATB10
```

Definiert in Zeile 6 der Datei user.h.

5.25.1.7 LED3

```
#define LED3 _LATB11
```

Definiert in Zeile 7 der Datei user.h.

5.25.1.8 SENSOR_TIME

```
#define SENSOR_TIME 1
```

Definiert in Zeile 16 der Datei user.h.

5.25.1.9 T0

```
#define T0 !_RG12
```

Definiert in Zeile 8 der Datei user.h.

5.25.1.10 T1

```
#define T1 !_RG13
```

Definiert in Zeile 9 der Datei user.h.

5.25.1.11 T2

```
#define T2 !_RG14
```

Definiert in Zeile 10 der Datei user.h.

5.25.1.12 T3

```
#define T3 !_RG15
```

Definiert in Zeile 11 der Datei user.h.

5.25.2 Dokumentation der Funktionen

5.25.2.1 InitApp()

```
void InitApp (
             void  )
```

Definiert in Zeile 26 der Datei user.c.

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.26 user.h

gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00002 /* User Level #define Macros                                                */
00003
00004 #define LED0 _LATB8
00005 #define LED1 _LATB9
00006 #define LED2 _LATB10
00007 #define LED3 _LATB11
00008 #define T0 !_RG12
00009 #define T1 !_RG13
00010 #define T2 !_RG14
00011 #define T3 !_RG15
00012
00013 #define BUFFER_FAIL     0
00014 #define BUFFER_SUCCESS  1
00015 #define BUFFER_SIZE 256
00016 #define SENSOR_TIME 1
00017 /* TODO Application specific user parameters used in user.c may go here */
00018
00019
00020 /* User Function Prototypes                                                 */
00021
00023 /* TODO User level functions prototypes (i.e. InitApp) go here */
00024
00025 void InitApp(void);         /* I/O and Peripheral Initialization */
00026
00027
```

5.27 Code Style.markdown-Dateireferenz

5.28 Dokumentation.markdown-Dateireferenz

Index