ANZEIGE

MikroElektronika
DEVELOPMENT TOOLS | COMPILERS | BOOKS

OK. Brauchen Sie einen... MP3 player

Von Milan Rajic
MikroElektronika Software-Entwicklung

Das *SmartMP3*-Modul verbunden mit dem *EasyPIC5*-Entwicklungssystem

Die Einführung des MP3-Formats verursachte eine Revolution in der Kompressionstechnologie von Audio-Daten. Die so erzeugten Dateien waren bei guter Qualität viel kleiner als bisher. Und wenn man heute MP3-Dateien in Form von Nachrichten oder Musik in eigene Projekte integrieren will, dann ist dies mittlerweile einfach: Man benötigt lediglich eine MMC- oder SD-Speicherkarte, ein paar Chips und etwas Zeit…

Bevor man loslegt, sollte man die Speicherkarte formatieren (FAT16) und anschließend die Datei „save the sound1.mp3" auf die Karte kopieren.

Die Tonqualität einer MP3-Datei ergibt sich aus der Abtastrate (sampling rate) und der Bitrate. Wie bei der gewöhnlichen Audio-CD sind die Signale von MP3-Dateien meistens mit 44,1 kHz abgetastet. In Sachen Bitrate und Qualität (im Vergleich zum unkomprimierten Signal) gilt folgende Daumenregel: 64 kbit/s reicht für gute Sprachwiedergabe aus, während für Musik 128 kbit/s (und mehr) besser geeignet ist. Die Beispieldatei weist eine Bitrate von 128 kbit/s auf.

Hardware

Die Audiodaten der Beispieldatei sind im MP3-Format codiert, sodass man für die Wiedergabe einen MP3-Decoder benötigt. In unserem Beispiel wird für diesen Zweck der Chip VS1011E eingesetzt. Dieser Chip decodiert nicht nur die MP3-Daten, sondern erledigt auch gleich noch die notwendige Digital/Analog-Umsetzung, sodass an seinem Ausgang lediglich noch ein kleiner Audioverstärker angeschlossen werden muss, um die Audio-Signale via Lautsprecher hörbar zu machen.

Da FAT16-formatierte Speicherkarten eine Sektorengröße von 512 Byte aufweisen, benötigt man für elegantes Auslesen der Daten und die Übertragung an den MP3-Decoder einen Mikrocontroller mit mindestens 512 Byte RAM. Der eingesetzte Controller PIC18F4520 bringt hierfür mehr als ausreichende 1.536 Byte RAM mit.

Software

Das Programm erledigt die Audioverarbeitung in fünf Schritten:

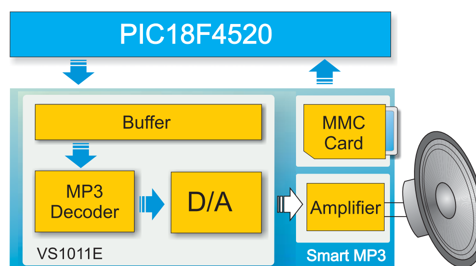


Bild 1. Blockschaltung des an einen PIC18F4520 angeschlossenen *SmartMP3*-Moduls

Schritt 1: Initialisierung des SPI-Moduls des Mikrocontrollers.

Schritt 2: Initialisierung der Compiler-Library „Mmc_FAT16", mit Hilfe derer MP3-Dateien von Medien wie MMC- oder SD-Karten gelesen werden können.

Schritt 3: Lesen eines Teils der Datei.

Schritt 4: Übertragen von Daten in den Puffer des MP3-Decoders.

Schritt 5: Falls noch nicht das Ende der Datei erreicht ist, Sprung zu Schritt 3.

Test

Es ist empfehlenswert, zu Anfang mit einer niedrigen Bitrate zu starten und diese sukzessive zu erhöhen. Der Puffer des MP3-Decoders fasst 2048 Byte. Wenn der Puffer mit MP3-Daten mit der Bitrate von 128 kbit/s geladen wird, enthält er etwa doppelt so viele Samples, wie wenn mit einer Bitrate von 256 kbit/s codiert worden wäre. Folglich dauert es auch etwa doppelt so lange, den Puffer-In-

mikroC PRO® ist eine eingetragene Handelsmarke von MikroElektronika. Alle Rechte vorbehalten.

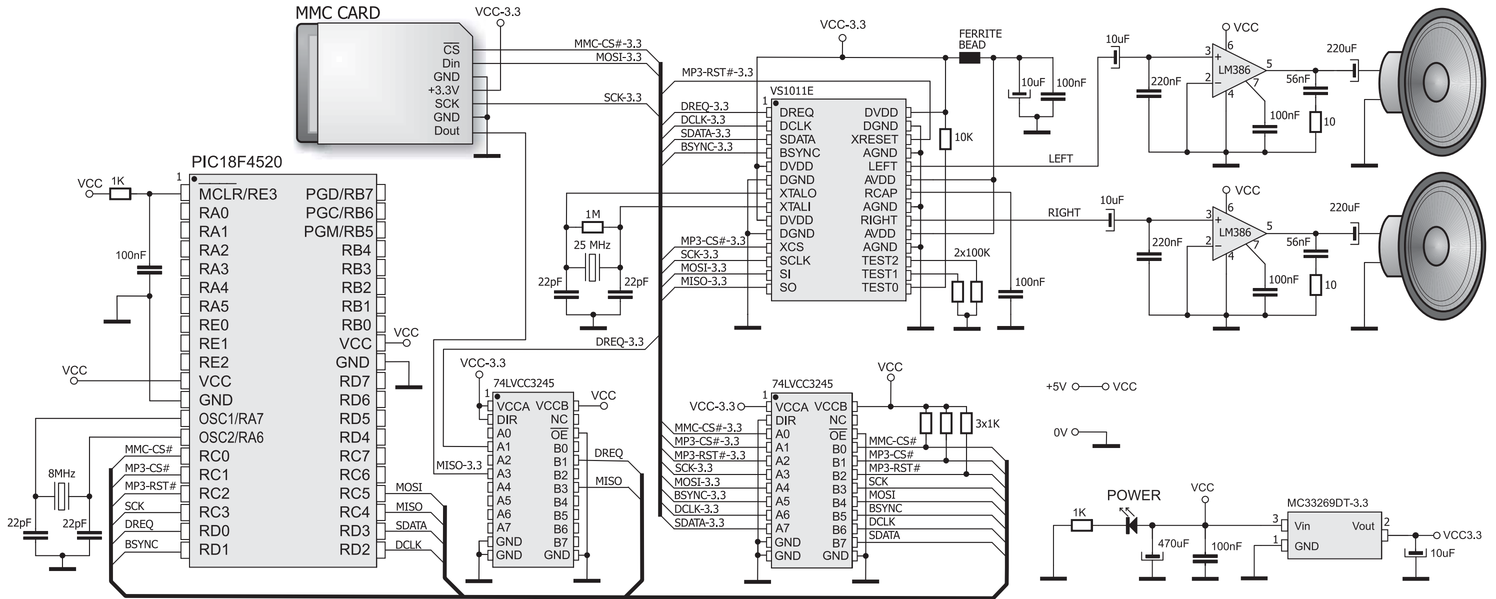


Bild 2. MP3-Lösung aus *SmartMP3*-Modul, PIC18F4520 und Audioverstärker.

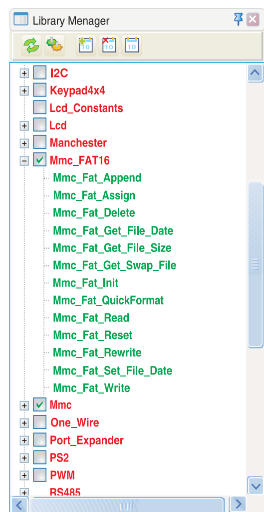
halt zu decodieren und auszugeben. Wenn man zu hohe Bitraten verwendet, kann es passieren, dass der MP3-Decoder schon zu früh fertig ist, und der Mikrocontroller mit dem Lesen und Übergeben der Daten nicht nachkommt. In der Folge würde die Tonausgabe gestört klingen. Als Abhilfe kann man entweder mit niedrigeren Bitraten codiertes MP3-Material verwenden oder aber die Taktrate des Mikrocontrollers über die angegebenen 8 MHz (siehe Bild 2) erhöhen.

Man muss sich allerdings keine Sorgen machen: Die Software wurde schon mit einigen Mikrocontroller-Familien mit unterschiedlichen Quarz-Frequenzen getestet und kommt nicht nur mit MP3-Dateien mittlerer, sondern auch höherer Qualität zurecht. Da allerdings bei niedrigen Bitraten mehr Musik im Puffer steckt, kann es passieren, dass der Puffer-Inhalt erst decodiert wird, wenn man ihn ein weiteres Mal füllt. Um dies zu vermeiden, muss die Software überprüfen, ob der Decoder schon für die Aufnahme neuer Daten bereit ist, bevor sie abgeschickt werden. Mit anderen Worten: Der Mikrocontroller muss warten, bis das DREQ-Signal (Data REQest) „High" (logisch „1") wird.

Erweiterungen

Nach ausgiebigem Testen kann man das Beispiel auch erweitern: Das DREQ-Signal kann periodisch abgefragt werden. Denkbar ist die Erweiterung um eine Routine für Lautstärkeeinstellung und/oder eine eingebaute Bass/Höhen-Anhebung. Die MMC-Library erlaubt auch die Auswahl einer Datei mit anderem Namen. Man kann also beliebige Audio-Nachrichten, Klänge oder Songs erzeugen und an den MP3-Decoder übergeben.

Nachfolgend eine Liste mit den Funktionen, die schon in der Library „Mmc_FAT16" enthalten sind. Die Library gehört beim Compiler *mikroC PRO for PIC* zum Lieferumfang.



Funktion	Beschreibung
Mmc_Fat_Append()	**Schreiben ab dem Ende der Datei**
Mmc_Fat_Assign()*	**Dateizuweisung für FAT-Operationen**
Mmc_Fat_Delete()	**Datei löschen**
Mmc_Fat_Get_File_Date()	**Datum und Uhrzeit der Datei lesen**
Mmc_Fat_Get_File_Size()	**Dateigröße lesen**
Mmc_Fat_Get_Swap_File()	**Swap-Datei erzeugen**
Mmc_Fat_Init()*	**Karte für FAT-Operationen initialisieren**
Mmc_Fat_QuickFormat()	
Mmc_Fat_Read()*	**Daten der Datei lesen**
Mmc_Fat_Reset()*	**Datei zum Lesen öffnen**
Mmc_Fat_Rewrite()	**Datei zum Schreiben öffnen**
Mmc_Fat_Set_File_Date()	**Datum und Uhrzeit der Datei schreiben**
Mmc_Fat_Write()	**Daten in Datei schreiben**

*** Mmc_FAT16-Funktionen des Beispiel-Programms**

Andere Funktionen von *mikroC for PIC* des Beispiel-Programms:

Funktion	Beschreibung
Spi_Init_Advanced()	**Initialisiere das SPI-Modul des Mikrocontrollers**

GO TO Download der Source-Codes für PIC®-, dsPIC®- und AVR®-Mikrocontroller in den Sprachen C, Basic und Pascal von unserer Webseite: www.mikroe.com/en/article/

Beispiel 1: Demonstrationsprogramm für das *SmartMP3*-Modul.

```
char          filename[14] = "sound1.mp3";          // Set File name
unsigned long  i, file_size;
const         BUFFER_SIZE = 512;
char          data_buffer_32[32], BufferLarge[BUFFER_SIZE];
sbit          Mmc_Chip_Select at RC0_bit;
sbit          Mmc_Chip_Select_Direction at TRISC0_bit;
// Writes one byte to MP3 SDI
void SW_SPI_Write(unsigned data_) {
  RD1_bit = 1;                                              // Set BSYNC before sending the first bit
  RD2_bit = 0;  RD3_bit = data_;  RD2_bit = 1;  data_ >>= 1;   // Send data_ LSB, data_.0
  RD2_bit = 0;  RD3_bit = data_;  RD2_bit = 1;  data_ >>= 1;   // Send data_.1
  RD1_bit = 0;                                              // Clear BSYNC after sending the second bit
  RD2_bit = 0;  RD3_bit = data_;  RD2_bit = 1;  data_ >>= 1;   // Send data_.2
  RD2_bit = 0;  RD3_bit = data_;  RD2_bit = 1;  data_ >>= 1;   // Send data_.3
  RD2_bit = 0;  RD3_bit = data_;  RD2_bit = 1;  data_ >>= 1;   // Send data_.4
  RD2_bit = 0;  RD3_bit = data_;  RD2_bit = 1;  data_ >>= 1;   // Send data_.5
  RD2_bit = 0;  RD3_bit = data_;  RD2_bit = 1;  data_ >>= 1;   // Send data_.6
  RD2_bit = 0;  RD3_bit = data_;  RD2_bit = 1;  data_ >>= 1;   // Send data_.7
  RD2_bit = 0;
}
// Writes one word to MP3 SCI
void MP3_SCI_Write(char address, unsigned int data_in) {
  RC1_bit = 0;                    // select MP3 SCI
  SPI1_Write(0x02);               // send WRITE command
  SPI1_Write(address);
  SPI1_Write(data_in >> 8);       // Send High byte
  SPI1_Write(data_in);            // Send Low byte
  RC1_bit = 1;                    // deselect MP3 SCI
  Delay_us(5);                    // Required, see VS1001k datasheet chapter 5.4.1
}
// Reads words_count words from MP3 SCI
void MP3_SCI_Read(char start_address, char words_count, unsigned int *data_buffer) {
  unsigned int temp;
  RC1_bit = 0;                                  // select MP3 SCI
  SPI1_Write(0x03);                             // send READ command
  SPI1_Write(start_address);
  while (words_count--) {                       // read words_count words byte per byte
  temp = SPI1_Read(0);
  temp <<= 8;
  temp += SPI1_Read(0);
  *(data_buffer++) = temp;
  }
  RC1_bit = 1;                                  // deselect MP3 SCI
  Delay_us(5);                                  // Required, see VS1001k datasheet chapter 5.4.1
}
// Write one byte to MP3 SDI
void MP3_SDI_Write(char data_) {
  while (RD0_bit == 0) ;                        // wait until DREQ becomes 1
  SW_SPI_Write(data_);
}
// Write 32 bytes to MP3 SDI
void MP3_SDI_Write_32(char *data_) {
  char i;
  while (RD0_bit == 0) ;                        // wait until DREQ becomes 1
  for (i=0; i<32; i++) SW_SPI_Write(data_[i]);
}
// Set clock
void Set_Clock(unsigned int clock_khz, char doubler) {
  clock_khz /= 2;                               // calculate value
  if (doubler) clock_khz |= 0x8000;
  MP3_SCI_Write(0x03, clock_khz);               // Write value to CLOCKF register
}
void Init() {
  ADCON1 |= 0x0F;                               // set all AN pins to digital
  RD2_bit = 0;   RD3_bit = 0;                   // Clear SW SPI SCK and SDO
  TRISD2_bit = 0; TRISD3_bit = 0;               // Set SW SPI pin directions
  RC1_bit = 1;                                  // Deselect MP3_CS
  TRISC1_bit = 0;                               // Configure MP3_CS as output
  RC2_bit = 1;                                  // Set MP3_RST pin
  TRISC2_bit = 0;                               // Configure MP3_RST as output
  TRISD0_bit = 1;                               // Configure DREQ as input
  RD1_bit = 0;                                  // Clear BSYNC
  TRISD1_bit = 0;                               // Configure BSYNC as output
}
// Software Reset
void Soft_Reset() {
  MP3_SCI_Write(0x00,0x0204);     // Write to MODE register: set SM_RESET bit and SM_BITORD bit
  Delay_us(2);                                  // Required, see VS1001k datasheet chapter 7.4
  while (RD0_bit == 0) ;                        // wait until DREQ becomes 1
  for (i=0; i<2048; i++) MP3_SDI_Write(0);      // feed 2048 zeros to the MP3 SDI bus:
}
void main() {                                   // main function
  Init();
  SPI1_Init_Advanced(MASTER_OSC_DIV64, DATA_SAMPLE_MIDDLE, CLK_IDLE_LOW, LOW_2_HIGH);
  Spi_Rd_Ptr = SPI1_Read;
  Set_Clock(25000,0);                           // Set clock to 25MHz, do not use clock doubler
  Soft_Reset();                                 // SW Reset
  if (Mmc_Fat_Init() == 0) {
    if (Mmc_Fat_Assign(&filename, 0) ) {        // Assign file "sound1.mp3"
      Mmc_Fat_Reset(&file_size);                // Call Reset before file reading
      while (file_size > BUFFER_SIZE) {         // Send file blocks to MP3 SDI
        for (i=0; i<BUFFER_SIZE; i++)           // Read file block
            Mmc_Fat_Read(BufferLarge + i);
      for (i=0; i<BUFFER_SIZE/32; i++)          // Send file block to mp3 decoder
      MP3_SDI_Write_32(BufferLarge + i*32);
      file_size -= BUFFER_SIZE;                 // Decrease file size
    }
    for (i=0; i<file_size; i++)                 // Send the rest of the file
     Mmc_Fat_Read(BufferLarge + i);
    for (i=0; i<file_size; i++)
     MP3_SDI_Write(BufferLarge[i]);
   }
  }
}
```

Code für Compiler **mikroC PRO for PIC**

Microchip®, das Logo und seine Kombinationen sowie PIC® und andere sind eingetragene Handelsmarken der Microchip Corporation oder ihrer Töchter. Andere Begriffe oder Produktbezeichnungen können Handelsmarken anderer Firmen sein.