

Exercise - 10

Universal Synchronous and Asynchronous Receiver-Transmitter

BTF3232

Sebastian von Allmen

Version 1.0 of December 24, 2021

Abstract

Die vorliegende Zusammenfassung beschreibt wie mit einem Mikrocontroller ein Piano implementiert werden kann. Dabei wurde nur mit der CMSIS Library gearbeitet. Die verschiedenen Noten wurden mit Hilfe von PWM erzeugt. Diese wurde mit Hilfe von diversen Timer Interrupts generiert. Als Eingabe wird eine Tastatur verwendet welche via USART mit dem μC kommuniziert.

Introduction

Der Benutzer des Pianos soll mit seiner Tastatur am Laptop Töne auf dem μC ausgeben können. Der verwendete μC ist ein Nucleo FE446Re dev. Board mit einem Mbed app. Shield. Auf dem Mbed gibt es einen Speaker mit welchem die Töne ausgegeben werden. Die Tastatureingaben werden per USB mittel USART Protokoll übertragen. Das Piano ist mit folgenden Tasten auf das Keyboard gemapt.



Die Tasten 1,2 verändern die Tondauer. Mit den Tasten Y,X verändert sich die Octave und mit den Tasten C,V das Volumen.

USART

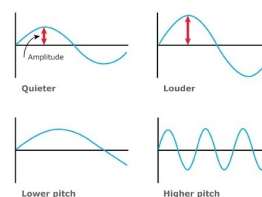
USART steht für Universal Synchronous and Asynchronous Receiver-Transmitter. Das ist

eine serielle Schnittstelle welche vor allem für interne Mikrocontroller Kommunikation verwendet wird. Ein wichtiger Aspekt bei USART ist die Baudrate. Die Baudrate wird wie folgt berechnet.

$$BR = \frac{f_{clk}}{8 * (2 - OVER8) * USARTDIV}$$

PWM

PWM steht für Pulse Width Modulation. Um verschiedenen Noten über den Speaker abspielen zu können, müssen wir die Signale wie auf der Grafik abgebildet anpassen. Diese Wellen werden dann mit Hilfe von PWM äquivalent auf den Speaker gegeben.



© The University of Waikato Te Whare Wānanga o Waikato | www.sciencelearn.org.nz

Methology

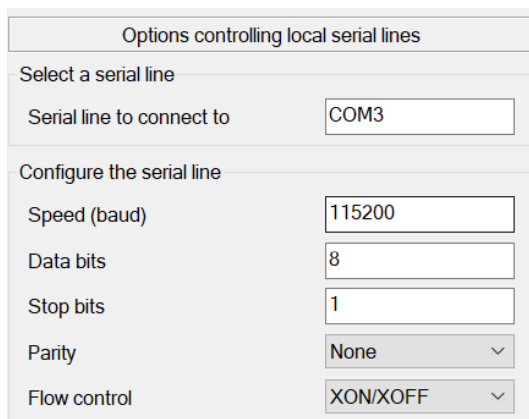
Zuerst muss der USART konfiguriert werden. Wichtig ist dabei die Baud Rate zu definieren. Mit der oben erwähnten Formel kann sie errechnet werden.

```
1 //Set Baud Rate 115200 on a 16MHz ref
  clock
2 USART2->BRR = 0x45;
```

Um das gewünschte Verhalten zu implementieren wird bei jeder detektierten Eingabe vom USART ein Interrupt generiert. Dieses Interrupt startet das abspielen eines Tones bis eine gewisse Zeit abgelaufen ist. Diese Zeit wird vom Timer TIM7 gemessen. Er wird im One-Pulse Mode betrieben und generiert seiner seit nach einer definierten Zeit ein Interrupt. In dieser Interrupt Routine wird dann das abspielen des Tones wieder unterbrochen.

Results

Das Resultat des vorliegenden Projekts ist ein funktionierendes Piano. Um das Piano zu bedienen benötigt der Nutzer eine serielle Schnittstelle. Eine bekannte ist Hterm. Für diese Anwendungen empfiehlt sich aber eine wie PuTTY. Sie erlaubt es unter Terminal/localEcho Einstellungen zu treffen. So werden Tasteneingaben direkt an den μC übertragen. So kann bei genügendem Talent auch wirklich Klavier gespielt werden. Im nachfolgenden Bild sehen sie noch wie sie die serielle Schnittstelle konfigurieren müssen.



Options controlling local serial lines	
Select a serial line	
Serial line to connect to	COM3
Configure the serial line	
Speed (baud)	115200
Data bits	8
Stop bits	1
Parity	None
Flow control	XON/XOFF

Es gibt auch ein paar Punkte die besser sein könnten. Der Speaker limitiert die Range der angenehmen Töne. Sehr tiefe Töne fangen an zu Rattern und die Hohen Töne sind sehr unangenehm.

Wenn sie den Source Code meines Projektes ansehen möchten können sie das auf GitHub machen. <https://github.com/SebastianvonAllmen/Ex10.git>

Discussion

Zum Projekt

Ein Feature das ich noch implementieren möchte ist das abspielen eines gespeicherten Liedes. Es soll einen Knopf geben, mit welchem ein Lied abgespielt werden kann. So können auch musikalisch wenig talentierte Nutzer schöne Musik spielen. Ich möchte ein Python Skript schreiben welches mit einen String aus einem MIDI File generiert. Diesen String, kann ich dann als Song abspielen.

Persönlich

Für mich persönlich war das Projekt extrem lehrreich. Es war zu vielen Zeiten etwas frustrierend, weil ich z.B. vergessen habe eine Clock zu aktivieren, oder ein Interrupt einzuschalten. Diese Probleme zu debuggen ist zu beginn schwer. Ich merkte aber schnell wie ich besser darin wurde solche Probleme zu erkennen. Zudem ist es wichtig für mich eine saubere Arbeitsweise zu erlernen, wo solche Fehler nicht passieren. Dafür sind solche Aufgaben immer wichtig. Zudem war es das erste mal das ich einen Bericht in LaTeX schreibe. Auch diese Erfahrung ist für mich durchwegs positiv, auch wenn ich zu Beginn sehr skeptisch war. Durch die ausgearbeitete Vorlage fällt der Einstieg einfach. Die Foren online sind auch hilfreich.