

超音波発振子で構築した指向性スピーカーを Pic で電池駆動するための手法の考察

1230138 足田朱彩実 (プロセッサ回路の設計・制御研究室)

(指導教員 綿森 道夫 准教授)

1 本研究の概要

本作品では、超音波発振子で構築した指向性スピーカー（パラメトリックスピーカー）を電池駆動させるために、あらゆる PIC 内蔵機能を駆使してスピーカーから音が鳴るようにできる装置の設計、製作を目的としている。パラメトリックスピーカーを鳴らすために、3 種類の変調方式（AM 変調、FM 変調、PM 変調）を試し、PM 変調で音を鳴らすことに成功した。

2 それぞれの変調方式の考察

最初に AM 変調で音が聞こえるかどうかを試してみた。しかし電池駆動すると、スピーカーの効率は非常に悪いらしく全く音として聞こえなかった。この方法ではスピーカーに高電圧をかけて音波の振幅自体を大きくするしか方法がなさそうであった。これは電池駆動させるには不向きであると判断した。

次に FM 変調について試してみる。FM 変調で音を聞くには、我々の耳が周波数の変化を振幅の変化に変換できないといけない。しかしそれができる復調器を耳が性能的に有しているとは考えにくい。キットのマニュアルには変調方式として、「FM 変調（特許出願中）」と書いてあったため、ひょっとしたら FM 変調で音が出るかと思ったが、音が出ることはなかった。

そこで最後に試した PM 変調について考察する。実際のところ 40kHz の搬送波のハイの部分の音声信号の強弱や周波数によって一周期の間で開始時間を調整している。すなわち、耳には 40kHz の超音波の疎の部分や密の部分がある時間が微妙に異なる方式となっている。

この方式で何とか音が聞こえたので耳や音声用のマイクのように可聴域の周波数しか通すことができないフィルターでは、無事に超音波成分がカットされてももとの信号波の成分が検出できていると思われる。

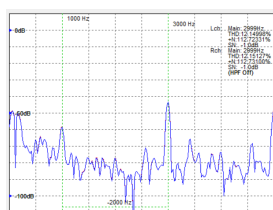


図 2.1 1kHz の音の FFT スペクトル

今回の作品においてどうして PM 変調によりスピーカーから音が鳴るのか不明である。ただ唯一この方式で音をとらえることができたので、PIC で電池駆動するにはこの方法が最も効率が良く考えてもいいのではないかなと思われる。実際に PM 変調した 1kHz の方形波の FFT スペクトルを図 2.1 に示す。

3 最終作品の設計と製作

最終作品の外観を図 3.1 に示す。

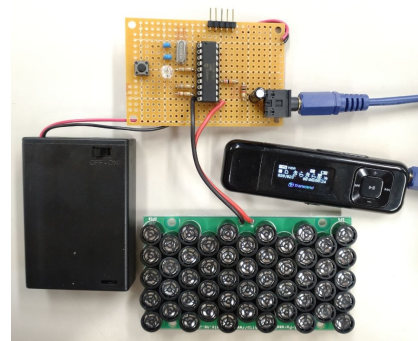


図 3.1 最終作品

state = 0 でドレミファの音階がなるようにして、state = 1 で曲「人生のメリーゴーランド」が鳴るようにした。さらには state = 2 でイヤホンジャックから音楽を取り込んで鳴らすモードも付け加えた。これは 2 つのプログラムを合体させたもので、state 0 と 1 ではタイマー 2 の割り込み、state = 2 ではタイマー 4 の割り込みを使用して音を鳴らした。電源を入れると緑色の LED が点灯し、ドレミの音階が流れる。ボタンを押すと赤色の LED が点灯し、曲「人生のメリーゴーランド」が流れる。さらにボタンを押すと青色の LED が点灯し、イヤホンジャックから取り込んだ外部音源の音が流れる作品となっている。

4 まとめ

本研究ではパラメトリックスピーカーを PIC で電池駆動するために、あらゆる PIC 内蔵機能を駆使して各変調方式を試行し、PM 変調によりスピーカーから音が鳴るようにできる装置の設計、製作を行った。製作過程でアナログ回路を組み込んだりデジタル信号に対する様々な処理を行う中で回路に対する理解力や製作能力の向上に繋がった。