

ThereMax – Theremin ultrasónico com interface MIDI

Universidade de Aveiro – Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática
Campo Universitário de Santiago
3810-193 Aveiro

André Filipe Marques Gomes

Rua da Alegria, nº 17, Mataduchos, 3800-025 Aveiro

andre.gomes@ua.pt

934793483

Daniel Filipe Albuquerque

Rua do Porto nº 17 Malhapão, 3770-058 Oiã

dfa@ua.pt

914380945

O Theremin, inventado por Léon Theremin em 1919, é considerado o primeiro instrumento completamente electrónico. Neste instrumento, ao contrário dos tradicionais, pode-se produzir sons musicais sem contacto físico. Composto por duas antenas, onde o movimento das mãos do utilizador provoca uma variação na frequência e na amplitude do som. O ThereMax pretende recriar o conceito do Theremin numa perspectiva totalmente digital. Na realização do Theremax foram introduzidas algumas inovações, das quais se destacam: a utilização de ultra-sons para detectar a posição de cada mão; a utilização de um DSP para analisar, processar e criar todos sinais envolvidos; a disponibilidade de uma interface MIDI para o utilizador. Desta forma o Theremin passa de um instrumento analógico para um instrumento digital com todas as vantagens que esta área proporciona.

Introdução

Enquadramento

Em 1919, um cientista Soviético chamado Léon Theremin inventou o primeiro instrumento musical completamente electrónico. Este era um instrumento totalmente diferente dos instrumentos da época, uma vez que, não tinha cordas, não tinha tubos nem teclas (características usuais de um instrumento daquela altura). O músico, na verdade não precisava de tocar no instrumento para que este emitisse som. O Theremin, nome dado ao instrumento em causa, rapidamente ficou conhecido em todo o mundo, aparecendo em revistas (ver Figura 1 e [1]) e mesmo em Filmes. Léon Theremin acabaria por ser considerado um dos maiores pioneiros no desenvolvimento de música electrónica, através do mítico Theremin.

Este instrumento, tinha um funcionamento de certa forma simples. Era constituído por dois osciladores, onde um tinha uma frequência fixa de 170KHz e o outro variava a frequência de 168KHz a 170KHz conforme a aproximação da mão na antena, uma vez que se variava o campo magnético. A diferença entre a frequência fixa e a frequência variável origina uma frequência audível entre os 0Hz e os 2000Hz. Na Figura 2 encontra-se alguns dos primeiros e actuais *Theremins* comercializados.



Figura 1: Revista Popular Electronics (Edição: Abril de 1955 [1]).



Figura 2: Exemplo de alguns Theremins comercializados e suas aplicações.

Nos tempos que decorrem, este conceito foi alargado e existem inúmeras possibilidades de actuar um instrumento musical, tal como já existem variadíssimos instrumentos que se baseiam no movimento para sintetizar sons musicais. Uma das tecnologias possíveis é o uso de ultra-sons.

Objectivos

Este projecto teve como objectivo construir um Theremin baseado em ultra-sons, isto é, com o mesmo conceito do *Theremin* original mas, ao contrário deste serão utilizados sensores de ultra-sons para obter o efeito das antenas. Desta forma, o sistema deverá realizar a modulação da frequência e amplitude de uma nota musical medindo para tal a proximidade das mãos do utilizador.

Foi necessário programar um DSP (*Digital Signal Processor*) e desenvolver o hardware necessário, de modo a implementar um sistema de detecção por ultra-sons, assim como a síntese das notas musicais. O sistema possui uma interface MIDI, podendo comunicar com dispositivos MIDI: Computadores, Teclados, Sintetizadores, etc. Na Figura 3 está apresentado uma fotografia do protótipo por nós construído.



Figura 3: Protótipo do TheraMax – Theremin ultrasónico com interface MIDI.

Descrição do ThereMax

Detecção da posição das mãos com ultra-sons

Nos dias de hoje, os ultra-sons são utilizados em muitas e variadas aplicações, sendo as mais conhecidas, a detecção de obstáculos e a detecção de movimentos. Curiosamente este fenómeno na natureza é já um meio utilizado para a detecção de obstáculos, como sucede com os morcegos [2].

Para determinar a que distância se encontra um dado obstáculo recorreu-se à utilização do tempo de voo (tempo que decorre entre o envio da onda e a recepção do seu eco) e à velocidade de propagação da onda.

Devido à influência histórica, o ThereMax foi projectado com dois pares emissores/receptores de sensores ultra-sons, em que um é responsável pela variação da frequência enquanto o outro realiza a variação do volume do som emitido.

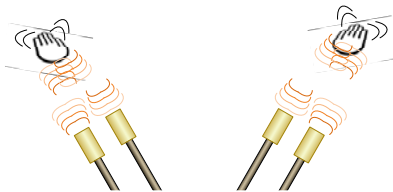


Figura 4: Detecção das mãos do utilizador.

Sinal utilizado

Para a detecção de obstáculos utilizando ultra-sons, é necessário escolher o sinal que vai ser utilizado. É importante realizar uma escolha cuidada, dado que, este será o sinal que irá reflectir nos obstáculos. Após a reflexão num obstáculo é recebido um eco do sinal emitido e realizada a sua detecção. É neste ponto que algumas características do sinal enviado são importantes, uma vez que, este sofre bastante degradação ao longo da sua propagação.

O Chirp [3] foi o sinal utilizado no ThereMax, este é um dos sinais mais utilizados nas aplicações de ultra-sons, uma vez que apresenta boas características como por exemplo a resistência às interferências do ruído. Este sinal apesar de ser mais complexo, quando aliado a algumas técnicas de processamento de sinal, produz excelentes resultados.

Para a detecção do instante de recepção do eco recorreu-se a um filtro óptimo [4]. A grande vantagem do filtro óptimo é que este tira partido do conhecimento do sinal enviado, maximizando assim a sua relação sinal/ruído.

Interfaces disponíveis

O ThereMax tem uma saída de áudio, isto é, o utilizador poderá ligá-lo a uns auscultadores ou a uma entrada de linha de um dispositivo. O som produzido consiste numa sinusóide que varia na frequência e amplitude, de modo semelhante ao Theremin original.

Por outro lado, está também disponível uma interface MIDI. Com esta interface é possível conectar o Theremin a qualquer dispositivo com uma entrada MIDI. Nesta interface é enviada a variação das notas numa oitava, bem como a variação do volume.

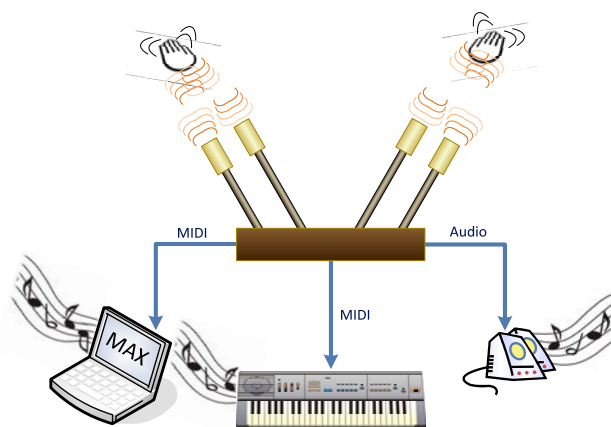


Figura 5: Interfaces disponíveis no ThereMax.

Diagrama de blocos do ThereMax

O Diagrama de blocos do ThereMax está apresentado na Figura 6.

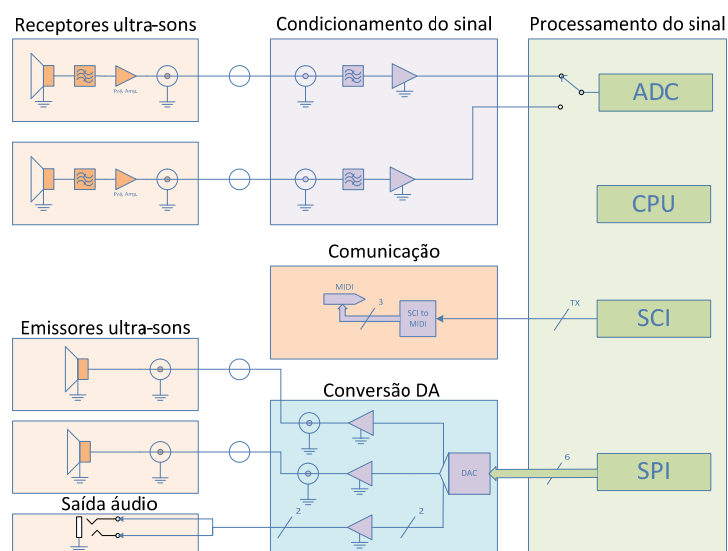


Figura 6: Diagrama de blocos do ThereMax.

Referências Bibliográficas

- [1] L. E. Garner, "Electronics Music with the Theremin," in *Popular Electronics*, April 1955.
- [2] W. M. Masters, C. J. Susan, and A. S. James, "The structure of echolocation sounds used by the big brown bat *Eptesicus fuscus*: Some consequences for echo processing," *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 89, pp. 1402-1413, 1991.
- [3] G. Schwarz and M. Daten, "Chirp signal correlation in the wavelet domain," in *Geoscience and Remote Sensing Symposium Proceedings. 1998 IEEE International*, pp. 2646-2649 vol.5.
- [4] Santos P. Almeida L. Vieira J., Reis J. Detecção de fontes sonoras e obstáculos usando técnicas de correlação.