

DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO ARTÍSTICO COM BASE EM MICROPROCESSAMENTO DE ÁUDIO

ANDRÉ WILLE LEMKE¹; REGINALDO DA NÓBREGA TAVARES²;
ANGELA RAFFIN POHLMANN³

¹Universidade Federal de Pelotas – awltroeng@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – regi.ntavares@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas - angelapohlmann@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A aplicabilidade de circuitos digitais na área tecnológica vem se mostrando cada vez mais intensa, junto com a substituição de circuitos analógicos por dispositivos digitais. Estas substituições se devem à evolução dos microprocessadores de sinais e à sua versatilidade. Onde antes as tarefas eram feitas por circuitos analógicos muito mais robustos, agora podem ser facilmente resolvidas por um único microprocessador ou microcontrolador. Comparado a um circuito analógico, a principal vantagem de um processador digital de sinais, mais conhecido como DSP (*Digital Signal Processor*), é a possibilidade de alterar suas configurações sem a substituição de componentes eletrônicos (TOCCI, 2011).

O projeto que aqui está sendo apresentado baseia-se na utilização de um microcontrolador em conjunto com compilador para o processamento do sinal de áudio, junto com um microfone, um amplificador operacional, um filtro passa-baixas, um display gráfico para a exibição dos dados e um sistema de Led's RGB para a projeção de cores.

O objetivo do trabalho foi o desenvolvimento de um aparelho com base em processamento digital de sinais de áudio para ser utilizado em um dispositivo artístico. O som é captado através de um microfone, amplificadores operacionais, filtros, e tratado por um microcontrolador capaz de processar os sinais de áudio através de algoritmos de programação.

O tratamento do sinal se dá através da Transformada Rápida de Fourier. Os dados são exibidos em um display gráfico, onde são mostradas as amplitudes dos sons captados, no domínio da frequência. Os resultados das amostras de frequências são processadas, enviadas através de um protocolo de comunicação digital, e são transformadas em um conjunto de projeções de cores de acordo com as amostras de som captadas.

2. METODOLOGIA

O desenvolvimento do projeto empregou o microcontrolador dsPIC30F6012A que pertence à família dos dsPIC's. Este microcontrolador possui arquitetura RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) e *hardware* específico para processamento digital de sinais.

Este microcontrolador possui uma grande quantidade de pinos de interface e permite alguma flexibilidade do layout do circuito.

Uma placa de circuito impresso foi desenvolvida para a adequação do microcontrolador com a placa de testes, visto que o microcontrolador é do tipo SMD. A placa de circuito impresso possibilitou a inserção do microcontrolador

com o invólucro para montagem em superfície numa placa comum. A conexão e soldagem dos componentes eletrônicos foram feitas através de furos, mais conhecidos como DIP (*Dual In-Line Package*).

Também foi necessária a montagem de um circuito básico para os testes de funcionamento do dispositivo, contendo uma fonte de tensão de 5 Volts, um cristal de 24Mhz e uma conexão com a interface serial (USART) de um computador, para a verificação dos dados processados pelo microcontrolador.

O Compilador utilizado, *PIC C Compiler®* da *Computer Custom Services®*, possui uma vasta quantidade de bibliotecas e exemplos de códigos para aplicações com microcontroladores da *Microchip®*. O software utilizado não trouxe somente um ambiente de programação, mas também um eficiente e otimizado compilador de Linguagem C padrão. Assim, o estudo das configurações básicas dos periféricos do microcontrolador (DSP) foi necessário para uma correta operação de funcionamento. Isto possibilitou o entendimento das bibliotecas para microcontroladores de 16 bits, especificamente do tipo de dispositivo utilizado.

A biblioteca utilizada processa a Transformada Rápida de Fourier a partir de amostras armazenadas em um vetor ou matriz. Viu-se que as quantidades de amostras a serem processadas, obrigatoriamente precisam estar em um número equivalente à potência de dois, no caso limitado o número de *samples* (amostras), pela memória de dados (RAM) do microcontrolador.

Em um primeiro momento foi criada uma rotina de programação e foram feitos testes com vários valores de frequências. Em um segundo momento as amostras geradas foram aplicadas ao vetor de entrada da biblioteca de FFT, processadas pelo microcontrolador. Os testes foram feitos com outras frequências para verificação do comportamento do algoritmo de programação relacionado à biblioteca de FFT.

A colocação de um *display* gráfico no projeto facilitou a rápida visualização dos resultados dos algoritmos processados pelo microcontrolador.

A captação de áudio foi feita através de um microfone de eletreto, que com uma configuração simples em conjunto com um resistor de *pull-up*, mostra-se bem eficiente quanto aos limites de frequências a serem captadas.

Um filtro passa-baixas foi implementado, a fim de evitar que frequências maiores que 10 KHz fossem processadas.

O sinal de entrada é convertido em 128 pontos, com uma taxa total no final da conversão de aproximadamente 11.718,75Hz (11,718 KHz), e esta por sua vez, será equivalente à máxima frequência perceptível na entrada do conversor. Por fim os dados são armazenados em um vetor que é processado posteriormente pelo algoritmo da FFT.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o sinal de entrada convertido e organizado em um vetor, obtêm-se os valores das amplitudes dos sinais no domínio do tempo. Após a aplicação da transformada, os resultados são os mesmos valores de entrada, só que desta vez no domínio da frequência. Desta maneira, cada amostra da conversão, corresponde a um conjunto de frequências, ou seja, o primeiro *sample* (0) corresponde à frequência mais baixa de aquisição e o maior *sample* (128) corresponde à maior frequência aquisição.

Com os testes da biblioteca relacionada à Transformada Rápida de Fourier, viu-se a possibilidade da mesma se comportar de forma eficiente com qualquer

tipo de frequência. Até aquele momento não se sabia qual o comportamento com outros formatos de sinais, ou de forma mais simples, variados tipos de sinais. O sinal de áudio contém uma grande variedade de sinais e ruídos, sendo que uma característica importante é que estes sons variam de uma faixa audível com os limites entre 10Hz e 20KHz.

O dispositivo foi montado em uma placa, agregando todas as etapas necessárias para o funcionamento. A **Figura 1** mostra o circuito após a montagem e colocação dos componentes.

A aquisição de dados é feita em tempo real, os dados são convertidos em um gráfico de colunas, e mostrados no display LCD ao fim de cada conversão e processamento da FFT. A **Figura 2** mostra o resultado da aplicação de um sinal de áudio de 4KHz na entrada do dispositivo, este se refere à uma onda senoidal.

Em conjunto com o sistema foi desenvolvido um sistema de iluminação RGB que é conectado ao dispositivo de processamento de áudio, que representa através de cores as variações de frequências presentes na captação áudio de entrada. O sistema interconectado e em funcionamento é mostrado na **Figura 3**

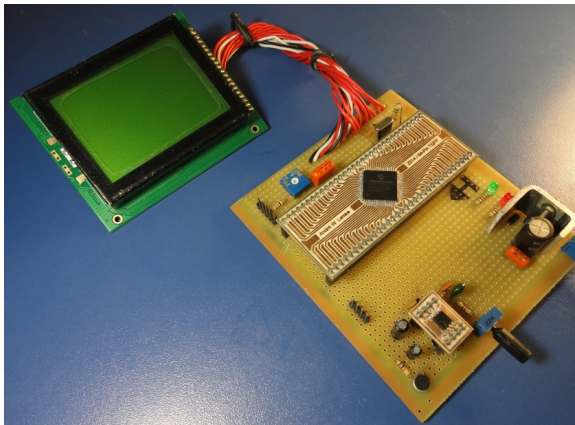


Figura 1 - Circuito Montado em PCI

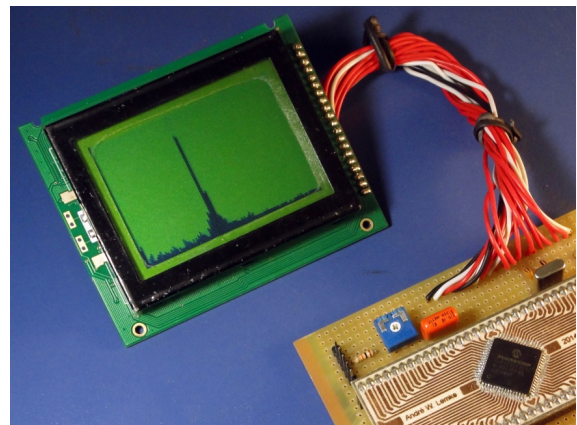


Figura 2 – Circuito em funcionamento (4KHz)



Figura 3 - Circuito em conjunto com o dispositivo RGB

4. CONCLUSÕES

O desenvolvimento deste projeto se deu pela variedade de aplicações que este circuito possibilita e também para o estudo e entendimento do funcionamento dos DSP's.

Para a aplicação baseada em áudio e o range de frequências que o dispositivo processa, teve-se grande flexibilidade no uso do conversor, pois para a análise de uma frequência de até 10KHz, o conversor A/D é configurado internamente com uma taxa de aquisição de 0,042 ms (42 micro segundos). Os 0,042 mili segundos é o tempo necessário para aquisição de um ponto no sinal de entrada de um total de 128 amostras (*Samples*).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOYLESTAD, R.L. **Introdução à análise de circuitos**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

MICROCHIP. **dsPIC30F General Purpose 16-bit Digital Signal Controller**. Acessado em Março de 2015. Online. Disponível em: <http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?product=dsPIC30F6012A>

MICROCHIP. **dsPIC30F6011A/6012A/6013A/6014A Data Sheet**. //Acessado em Março de 2015. Online. Disponível em: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/70143E.pdf>

NILSSON, J.W. **Circuitos Elétricos**. São Paulo : Pearson Prentice Hall, 2009.

PEREIRA, F. **Microcontroladores PIC: Programação Em C**. São Paulo: Érica, 2003.

TOCCI, R.J. **Sistemas Digitais : princípios e aplicações**. São Paulo : Pearson Prentice Hall, 2011.

Agradecemos ao CNPq pelo apoio às pesquisas que deram origem a este texto.