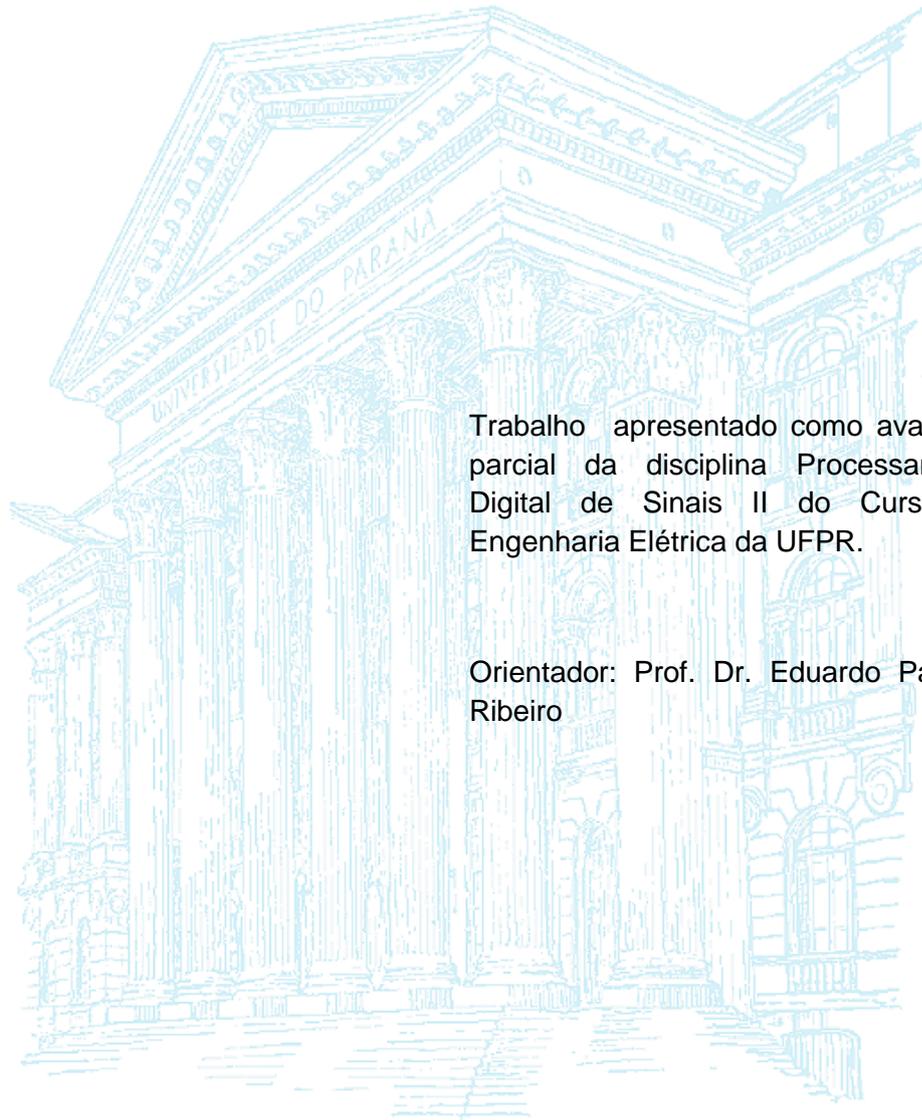


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRUNO DE ALMEIDA DE FREITAS BARBOSA

**PROJETO DE OITAVADOR DIGITAL PARA A DISCIPLINA DE PROCESSAMENTO
DIGITAL DE SINAIS II**



Trabalho apresentado como avaliação parcial da disciplina Processamento Digital de Sinais II do Curso de Engenharia Elétrica da UFPR.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Parente Ribeiro

CURITIBA

2015

1 INTRODUÇÃO

Em apresentações musicais ao vivo, é muito comum que um guitarrista precise de algum efeito oitavador, isso ocorre pela ausência de um outro músico(baixista) ou simplesmente para modificar as frequências das notas tocadas.

Na ausência de um baixista, o guitarrista pode usar o efeito oitavador de forma que todas as notas tocadas sejam somadas ao mesmo som transposto uma ou duas oitavas abaixo.

Outra prática bastante comum é usar um oitavador para transpor o sinal para oitavas acima, tornando então o som com uma característica mais aguda. Isso é bastante utilizado por guitarristas em que necessitam de notas agudas que possam ir além da escala do instrumento tocado, ou então por não se sentirem confortáveis ao tocar nos últimos trastes da guitarra.

Os efeitos oitavadores em geral deslocam o sinal de algumas oitavas para cima ou para baixo, podendo haver superposição ou não, ou seja o som original pode ser tocado junto ao som oitavado ou não.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho consiste em desenvolver um algoritmo capaz de deslocar no espectro da frequência um sinal, dobrando ou diminuindo a sua frequência.

3 METODOLOGIA

Para a realização deste projeto, foi necessário o *software Matlab* e algumas amostras de arquivos de áudio no formato Wave(ou .wav).

Os sinais de áudio foram amostrados com uma alta taxa de amostragem, de 44.1kHz, garantindo que o critério de Nyquist seja atendido para componentes em frequências de até 20kHz.

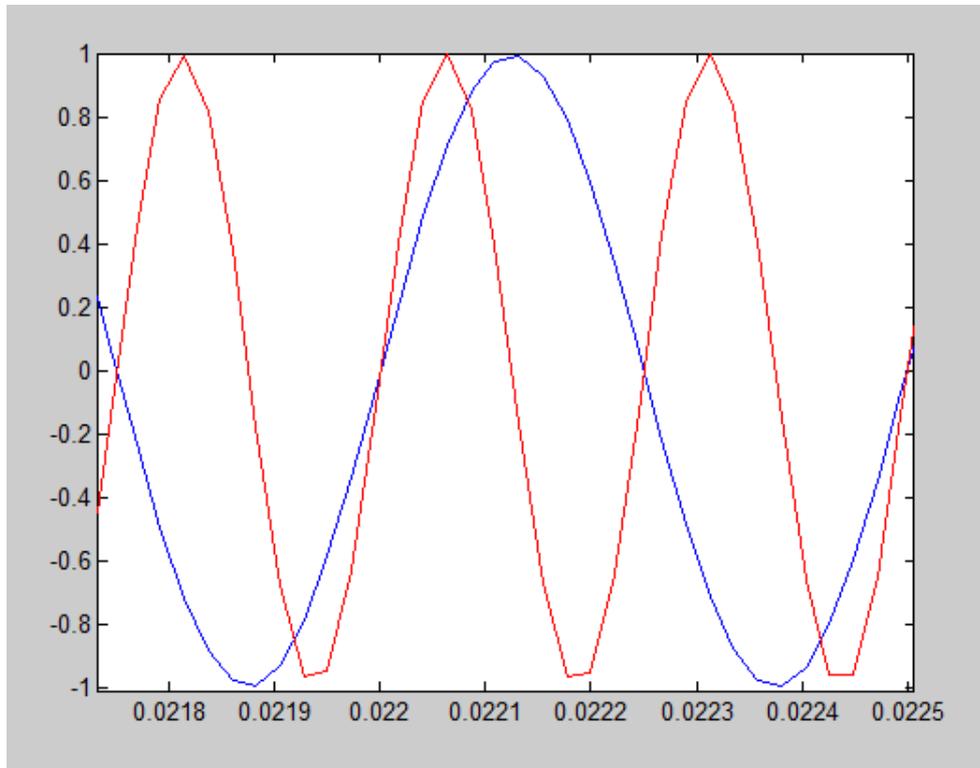
Foram utilizadas amostras curtas de sinais de áudio com uma duração máxima de 10 segundos, para evitar tempo excessivo de processamento, já que a taxa de amostragem dos sinais é bastante alta.

Primeiramente foram feitos diversos testes através da DFT(*Discrete Fourier Transform*) dos sinais de áudio com a tentativa de desenvolver um algoritmo capaz de deslocar o espectro de curtas janelas(em torno de 5ms) do sinal, porém o resultado não foi satisfatório, pois surgiam componentes harmônicas aleatórias, e as características originais dos sinais não estavam sendo preservadas. Então recorreu-se à ferramenta *Phase Vocoder*. O *Phase vocoder* é uma ferramenta capaz de dilatar ou contrair o tempo de um sinal sem mudar as componentes de frequência do mesmo, ou seja um áudio com duração de 10 segundos, pode ter a sua duração estendida para 20 segundos ou contraída para 5 segundos sem alterar as frequências nele contidas. A partir dessa mudança de escala temporal é possível através de uma reamostragem recuperar o tempo original do sinal e então atingir o objetivo do projeto, que é a alteração de oitava.

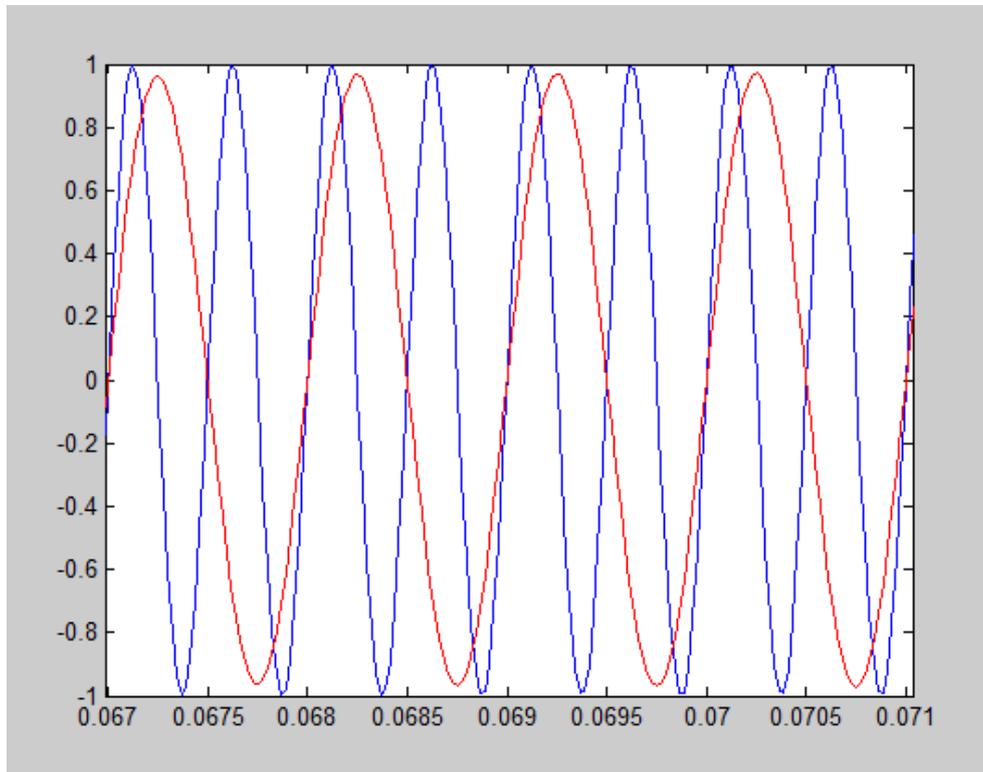
O *Phase Vocoder* funciona através de pequenas janelas do sinal e então através da STFT(*Short Time Fourier Transform*) ele dilata e contraí o sinal no tempo. Foram feitos diversos testes, até que para a implementação *offline* se chegou ao ponto ótimo de janelas de 2500 amostras(aproximadamente 57 milissegundos) para o oitavador. Janelas com menos amostras estavam gerando um conteúdo harmônico não desejado(ruído), isso então se torna um problema para a aplicação do efeito em tempo real, pois para um músico tocar um instrumento e esse instrumento ter o seu sinal processado, há a necessidade de janelas com um intervalo de tempo muito menor, pois o sinal não pode sofrer muito atraso. A máxima latência que um efeito destes pode ocasionar é de 10 milissegundos(ou até mesmo 5 milissegundos para produtos considerados de melhor qualidade para músicos mais exigentes), então este

método desenvolvido certamente não se aplica para o processamento em tempo real.

A figura abaixo mostra o resultado do efeito no modo de “subir oitava”, em azul se tem o sinal original, e em vermelho tem-se o sinal reproduzido uma oitava acima(dobro da frequência):



Essa próxima figura, mostra o efeito contrário, de diminuir a frequência em uma oitava(em azul o sinal original e em vermelho o sinal com metade da frequência):



4 CONCLUSÃO

Durante o desenvolvimento deste projeto, pôde-se concluir que é relativamente simples desenvolver um oitavador para aplicação offline, isso é para aplicar em sinais previamente amostrados. Entretanto para desenvolver este mesmo efeito em tempo real, a metodologia utilizada deve ser completamente diferente, pois quando se trata de efeitos em tempo real para a indústria da música, há um alto nível de exigência na baixa latência, pois altos níveis de latência podem atrapalhar muito os músicos, tornando a utilização do efeito inviável. Outro aspecto que pode posteriormente ser melhor trabalhado é o fato de nessa configuração o efeito ser um oitavador “perfeito”, isto é se uma nota é tocada em uma certa frequência, o oitavador vai executar esta nota exatamente uma oitava acima ou uma oitava abaixo, em uma simulação de guitarra de 12 cordas isso pode ser bastante irritante para os músicos, pois em uma guitarra de 12 cordas real, por mais que bem afinada, sempre haverá alguma irregularidade nas oitavas, pois a construção dos instrumentos não é perfeita, então para uma próxima versão do projeto poderia se trabalhar mais nesse aspecto das irregularidades.

5 REFERÊNCIAS

Para a pesquisa inicial foram utilizadas as seguintes referências:

[1] Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafer, John R. Buck, Discrete-Time Signal Processing, Prentice-Hall, 3rd Ed., 2014

[2] Digital Audio Effects Article:

http://www.cs.cf.ac.uk/Dave/CM0268/PDF/10_CM0268_Audio_FX.pdf acesso em 23 de outubro de 2015

[3] Pitch Shifting and Time Dilation Using a Phase Vocoder

<http://www.mathworks.com/help/dsp/examples/pitch-shifting-and-time-dilation-using-a-phase-vocoder.html> acesso em 23 de outubro de 2015

[4] A Phase Vocoder in Matlab

<http://labrosa.ee.columbia.edu/matlab/pvoc/> acesso em 23 de outubro de 2015