

RESUMO EXPANDIDO - INOVAÇÃO, PROJETOS E SOLUÇÕES

**SINTETIZADOR MUSICAL ELETRÔNICO BASEADO NA SÍNTESE  
SUBTRATIVA**

*Bruna Nunes Galdino (g.brunanunes@gmail.com)*

*Soraia Teixeira Arrais (sta.arrais.soraia@gmail.com)*

*Thalyson Rocha Matos (rochathalyson@gmail.com)*

Sintetizador Musical Eletrônico Baseado na Síntese Subtrativa

Bruna Nunes Galdino<sup>1</sup>; Soraia Teixeira Arrais<sup>2</sup>; Thalyson Rocha Matos<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Rondônia, Departamento de Engenharia Elétrica;

<sup>2</sup>Universidade Federal de Rondônia, Departamento de Engenharia Elétrica;

<sup>3</sup>Universidade Federal de Rondônia, Departamento de Engenharia Elétrica.

g.brunanunes@gmail.com

**INTRODUÇÃO**

A síntese musical é um processo de combinar diversos elementos em um todo maior. Atualmente existem diversas técnicas de síntese sonora para aplicação em instrumentos musicais profissionais, sendo a síntese subtrativa uma das mais populares. Entre as décadas de 60 e 70, essa síntese foi muito analisada

e aplicada em módulos analógicos dando origem aos sintetizadores analógicos modulares e atualmente são vendidos diversos modelos desse tipo de instrumento com a utilização de componentes eletrônicos, criando os sintetizadores digitais (GOULART, 2014).

Assim, nesse estudo, a técnica utilizada será a síntese subtrativa onde um oscilador gera uma forma de onda na frequência desejada. Em instrumentos analógicos, este oscilador é chamado de VCO (voltage controlled oscillator, ou oscilador controlado por tensão). Após este oscilador, o sinal passa por um ou mais filtros (podendo ser qualquer tipo de filtro) onde será removido o conteúdo harmônico do sinal original. Este filtro é chamado de VCF (voltage controlled filter, ou filtro controlado por tensão). Os estudos foram realizados sobre filtros do tipo passa-baixa (FPB), certo de que os resultados para este podem abranger todos os tipos de filtro (PIROTTI, 2017).

## OBJETIVOS

Este estudo tem como objetivo analisar o comportamento dos módulos VCO, VCF e VCA, na implementação de um sintetizador sonoro baseado na síntese subtrativa em uma plataforma acessível e de baixo custo.

## METODOLOGIA

A implementação dos módulos foi realizada no programa computacional Proteus Design Suite e posteriormente foram montados em matrizes de contato e testados usando um osciloscópio digital TBS 1072B e um gerador de funções GF-400.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### A. TECLADO MATRICIAL

O teclado matricial de 12 teclas, correspondentes as notas da 5ª oitava de um piano, foi implementado com dois circuitos integrados 4051. Os pinos 33, 34 e 35 do PIC16F877A foram configurados como saída, tendo os seus respectivos estados lógicos comutados.

Como esses pinos encontram-se conectados, respectivamente aos pinos 11, 10 e 9 do circuito integrado 4051, ocasionam a variação dos canais que podem ser lidos pelo microcontrolador que atribui para cada sinal de entrada proveniente de um push button pressionado um valor hexadecimal. Posteriormente esse valor é recebido por um potenciômetro digital através de uma comunicação SPI (Serial Peripheral Interface).

## B. OSCILADOR CONTROLADO POR TENSÃO

O circuito do módulo VCO foi implementado com o circuito integrado ICL8038 no programa Proteus. Os valores das resistências nos pinos 4 e 5 e o valor de capacitância no pino 10 forneceram um intervalo de frequência de 0Hz a 1000Hz. Foi utilizado apenas uma fonte de alimentação de 15V no circuito integrado e a modulação de frequência foi implementada pela diferença de potencial existente entre os pinos 6 e 11.

A diferença de potencial e, conseqüentemente, a modulação de frequência foram manipuladas por meio de um potenciômetro de 50k $\Omega$  interligado ao pino 8 do circuito integrado. A modulação de frequência possibilitou modificações nos valores de frequência do sinal de saída. O valor mínimo obtido foi de 252,5Hz e o valor máximo obtido foi de 752,5Hz o que possibilitou a existência de um intervalo dentro do espectro audível de frequência.

## C. FILTRO CONTROLADO POR TENSÃO

O circuito do filtro passa-baixa de ordem superior foi obtido pela conexão em cascata dos filtros passa-baixa de 1ª e 2ª ordem. O estágio de primeira ordem do filtro passa-baixa foi alimentado com uma onda quadrada com amplitude de

4V e frequência de 800Hz proveniente do gerador de funções. O canal 1 (CH1) do osciloscópio foi conectado à entrada do filtro passa-baixa mostrado na figura 5.

Utilizando o algoritmo FFT (Transformada Rápida de Fourier) implementado pelo próprio osciloscópio, foi possível realizar a conversão do domínio do tempo do sinal de entrada para o domínio da frequência. O canal 2 (CH2) do osciloscópio foi conectado à saída do filtro passa-baixa. Como esperado, o número de harmônicas sofreu uma redução na saída do filtro uma vez que o valor máximo que a frequência de corte pode assumir é de 1kHz e esse valor se reduz com a diminuição da resistência RV1.

#### D. AMPLIFICADOR CONTROLADO POR TENSÃO

Montou-se o circuito referente ao módulo VCA com base no esquemático presente na folha de dados do amplificador de áudio TDA7264A, que é um amplificador de potência de áudio mono ou estéreo da classe AB especialmente projetado para aplicações de alta qualidade sonora. Utilizou-se apenas uma entrada e uma saída do dispositivo indicados pelos pinos 7 e 4 respectivamente.

#### CONCLUSÕES

O sintetizador musical é um instrumento eletrônico capaz de produzir uma variedade de sons por meio da manipulação dos elementos de frequência, conteúdo harmônico e amplitude de um sinal. A síntese sonora é o processo ou algoritmo utilizado na produção de áudio. Os módulos descritos foram produzidos com o intuito de apresentar resultados próximos aos circuitos dos primeiros sintetizadores comerciais desenvolvidos no século XX. A implementação dos módulos VCO, VCF e VCA ocorreu com sucesso, cumprindo os principais requisitos dos módulos necessários para a obtenção de um sintetizador sonoro subtrativo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOULART, A. J. H. Técnicas de distorção para síntese de sinais musicais. 2014. 68f. Dissertação (Doutorado em Ciências) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PIROTTI, R. P. Arquitetura e implementação aberta de um sintetizador subtrativo e aditivo para plataforma de baixo custo. 2017. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) – Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ST Microelectronics. TDA7264. Disponível em:  
<<https://datasheet.octopart.com/TDA7264A-STMicroelectronics-datasheet-12537509.pdf>>. Acesso em 19 out. 2019.