

Trabalho 05

Projeto de Filtros Digitais

Welliton Jhonathan Leal Babinski

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Pato Branco
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Processamento de Sinais
Prof. Dr. Rafael Cardoso

28 de Agosto de 2020

Resumo

Este trabalho trata do projeto de filtros digitais utilizando os métodos da invariância ao impulso e da transformada bilinear, também do projeto de um filtro passa-banda utilizando o Filter Designer do Matlab.

1 Introdução

Os filtros digitais são usados para dois propósitos gerais: separação de sinais que foram combinados e restauração de sinais que foram distorcidos de alguma forma. Filtros analógicos (eletrônicos) podem ser usados para essas mesmas tarefas, no entanto, os filtros digitais podem alcançar resultados muito superiores. (SMITH, 2013)

No sentido mais geral, um filtro digital é um sistema de tempo discreto invariante ao deslocamento linear que é realizado usando aritmética de precisão finita. O projeto de filtros digitais envolve três etapas básicas: (1) a especificação das propriedades desejadas do sistema; (2) a aproximação dessas especificações usando um sistema causal de tempo discreto; e (3) a realização do sistema usando aritmética de precisão finita. (OPPENHEIM; SCHAFER, 1975)

Ao transformar um sistema analógico em um sistema digital, devemos, portanto, obter $H(z)$ ou $h(n)$ a partir do projeto do filtro analógico. Em tais transformações, geralmente exigimos que as propriedades essenciais da resposta de frequência analógica sejam preservadas na resposta de frequência do filtro digital resultante. Falando livremente, isso implica que queremos o eixo imaginário do plano s para mapear no círculo unitário do plano z . Uma segunda condição é que um filtro analógico estável seja transformado em um filtro digital estável. Ou seja, se o sistema analógico tiver pólos apenas na metade esquerda do plano s , o filtro digital deve ter pólos apenas dentro do círculo unitário. (OPPENHEIM; SCHAFER, 1975)

2 Projeto de Rejeita-Banda com o Filter Designer

O filtro foi projetado na ferramenta Filter Designer com as seguintes características

- Tipo Rejeita-Banda
- Aproximação Butterworth
- Forma Direta II
- Ordem 6
- Frequência de Amostragem de 40kHz
- Frequência de Corte 1 de 59Hz
- Frequência de Corte 2 de 1059Hz
- Frequência Central de 250Hz
- Aritmética de Ponto Fixo 16bits com comprimento da fração de 10bits
- Aritmética de Ponto Fixo 32bits com comprimento da fração de 20bits

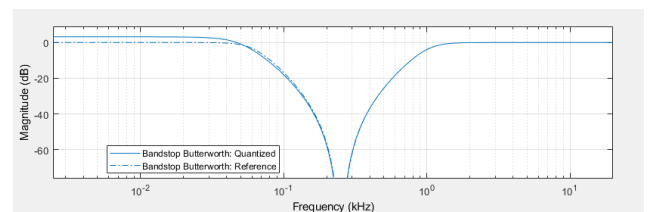


Figura 1: Filtro Rejeita Banda Projetado
Fonte: Software Matlab

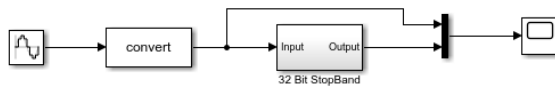


Figura 2: Diagrama do Simulink Projetado
Fonte: *Software Matlab*

2.1 16 Bis Ponto-Fixo

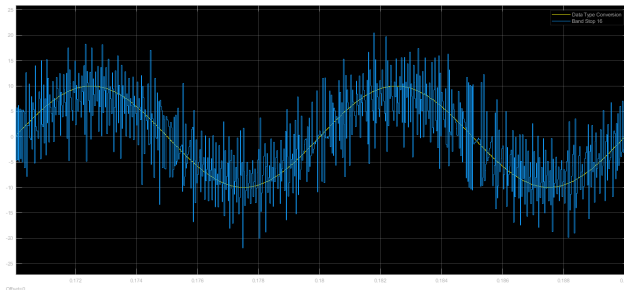


Figura 3: Resposta do filtro de 16bits a uma Sinal de 100Hz
Fonte: *Software Matlab*

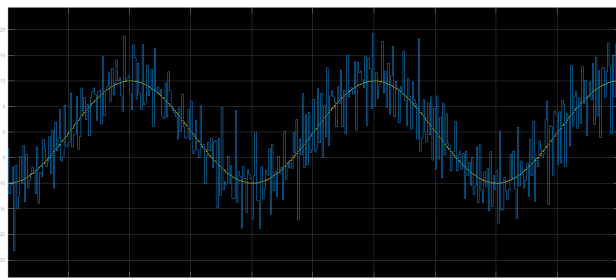


Figura 4: Resposta do filtro de 16bits a uma Sinal de 250Hz
Fonte: *Software Matlab*

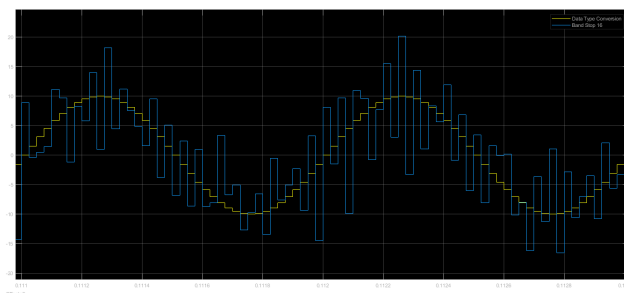


Figura 5: Resposta do filtro de 16bits a uma Sinal de 1000Hz
Fonte: *Software Matlab*

2.2 32 Bis Ponto-Fixo

3 Conclusão

Na aritmética de 16bits pode se perceber que houve Overflow, é possível observar que a única informação

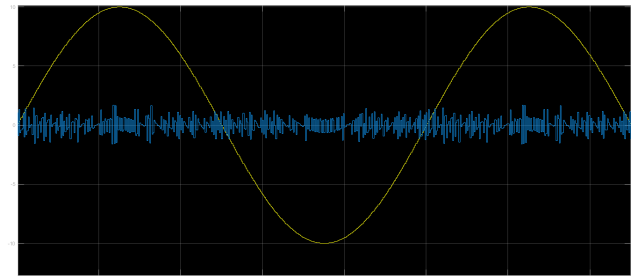


Figura 6: Resposta do filtro de 32bits a uma Sinal de 100Hz
Fonte: *Software Matlab*

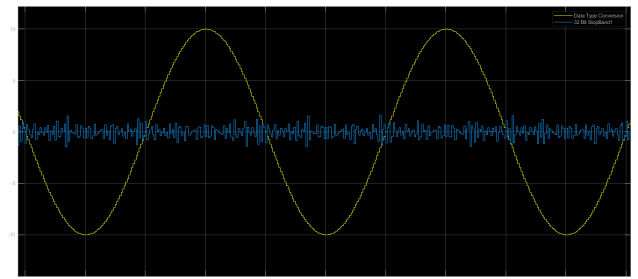


Figura 7: Resposta do filtro de 32bits a uma Sinal de 250Hz
Fonte: *Software Matlab*

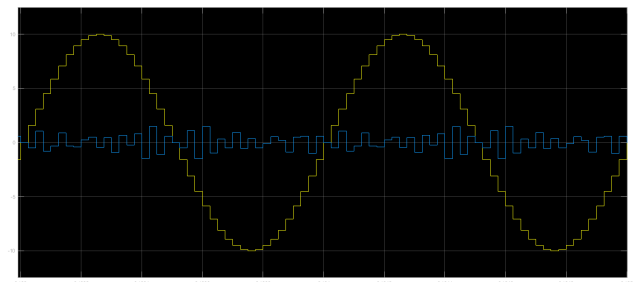


Figura 8: Resposta do filtro de 32bits a uma Sinal de 1000Hz
Fonte: *Software Matlab*

que se mantem com fidelidade é a onda de frequência fundamental, pois observando no domínio do tempo, o sinal de saída ainda segue a maior oscilação, devido ao "chão/floor" do domínio da frequência ser menor, ou seja, ter menor capacidade de armazenar informação precisa, ter um range dinâmico menor e por as ondas com menores frequências ocuparem maior espaço e armazenarem mais informação, ocorre o overflow e surgiram o que podemos chamar de distorção digital, que é o que acontece geralmente quando ganho leva um sinal a ter os seus picos "recortados" e não "achatados". Na aritmética de 32bits foi observado sua grande perda de informação no caminho, não foi possível identificar se foi pelo processo de filtragem em si, ou pelas múltiplas conversões ao longo do circuito.

Referências

OPPENHEIM, A. V.; SCHAFER, R. W. **Digital Signal Processing:(by) Alan V. Oppenheim (and) Ronald W. Schafer.** [S.l.]: Prentice-Hall, 1975.

SMITH, S. **Digital signal processing: a practical guide for engineers and scientists.** [S.l.]: Elsevier, 2013.