

Relatório Técnico

Projeto: Filtro diferenciador
Aluno: Alexandre Alves Trindade
Professor: Cláudio Afonso Fleury

Filtro diferenciador	Versão: <1.0>
Relatório de Projeto	Data: <05/03/2017>
Relatório Técnico de Projeto_Alexandre	

Conteúdo

1. Resumo.....	3
2. Introdução.....	4
3. Objetivos.....	5
4. Pesquisa.....	6
5. Materiais.....	7
6. Procedimentos de investigação.....	8
7. Memorial de cálculo.....	9
8. Resultados.....	10
9. Conclusão	14
10. Referências.....	15

Filtro diferenciador	Versão: <1.0>
Relatório de Projeto	Data: <05/03/2017>
Relatório Técnico de Projeto_Alexandre	

Relatório Técnico

Resumo Executivo

Esse trabalho consiste na utilização de filtro digital para filtrar um sinal de entrada. Devido as características desse sinal, é possível obter resultados excelentes com baixo custo. Os circuitos diferenciadores são uma parte importante da eletrônica dos computadores analógicos, e dos controladores PID analógicos. Em casos ideais o filtro diferenciado reverte os efeitos do integrador.

Agradecimento

Agradecemos ao professor Cláudio Fleury por nos ajudar nas dúvidas que surgiram durante esse trabalho. Agradecemos aos nossos familiares.

Filtro diferenciador	Versão: <1.0>
Relatório de Projeto	Data: <05/03/2017>
Relatório Técnico de Projeto_Alexandre	

Introdução

Esse projeto consiste na aplicação da teoria do curso de Processamento Digital de Sinais, para projeto de filtros. Desse modo utilizando os softwares Matlab e a linguagem de programação Python para observar a resposta em frequência dos filtros testados e para obter os gráficos do sinal filtrado. Incumbidos de obter um sinal quadrado a partir de uma entrada um sinal triangular, utilizamos um filtro passa-alta, por ter a característica de um circuito diferenciador.

Possuímos toda disponibilidade de computador e recursos computacionais como softwares para religar esse projeto, no início, tivemos carência bibliográfica que falasse exatamente do que estávamos propostos a realizar.

Filtro diferenciador	Versão: <1.0>
Relatório de Projeto	Data: <05/03/2017>
Relatório Técnico de Projeto_Alexandre	

Objetivos

Produzir um sinal quadrado de uma entrada triangular com amplitude - 1V a 1V, utilizando filtro digital

Mostrar os sinais original e filtrado, no tempo e na frequência

Filtro diferenciador	Versão: <1.0>
Relatório de Projeto	Data: <05/03/2017>
Relatório Técnico de Projeto_Alexandre	

Pesquisa

Sendo o circuito diferenciador utilizado para obter sinais quadrados de saída, de sinal triangulares de entrada pois ele diferencia o tempo, e como para um triangular a mudança é uniforme, o sinal de saída será uma reta.

O filtro passa alta de primeira ordem se comporta como um circuito de diferenciador desde que o sinal de entrada seja uma onda não senoidal e para frequências baixas a constante T do filtro seja bem maior que a constante CR do circuito diferenciador.

Os filtros testados nesse trabalho foram o Butterworth, o Chebyshev tipo 1 e 2. Todos são tipos de filtros IIR (Filtros Digitais de Resposta Impulsiva Infinita).

Filtro diferenciador	Versão: <1.0>
Relatório de Projeto	Data: <05/03/2017>
Relatório Técnico de Projeto_Alexandre	

Materiais

Foram utilizados um computador, o software Matlab e a linguagem de programação Python.

Filtro diferenciador	Versão: <1.0>
Relatório de Projeto	Data: <05/03/2017>
Relatório Técnico de Projeto_Alexandre	

Procedimentos de investigação

1. Pesquisa bibliográfica sobre o tema, buscando qual filtro adequado para nossa necessidade, e as especificidades que deveriam ser obedecidas para obter bons resultados
2. Implementação do filtro IIR passa-alta
3. Testes realizados com diferentes tipos de filtros IIR, Butterworth, Chebyshev tipo I e II
4. Comparação dos diferentes resultados obtidos, e comprovação do funcionamento do filtro passa alta de primeira ordem, como circuito diferenciador

Filtro diferenciador	Versão: <1.0>
Relatório de Projeto	Data: <05/03/2017>
Relatório Técnico de Projeto_Alexandre	

Memorial de Cálculo

– Função de Transferência

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + \dots + b_M z^{-M}}{1 + a_1 z^{-1} + \dots + a_N z^{-N}}$$

a_i e b_i são os coeficientes do filtro e, $\max(N,M)$ a ordem do filtro.

Frequência de amostragem

$$f_s \leq f_{\max}$$

Tempo de amostragem

$$T_s = 1/f_s$$

Frequência de corte

$$f_c > f_{\max}$$

Transformação bilinear

$$s \approx \frac{z-1}{z+1} \quad \text{Para } T_s = 1$$

$$s \approx \frac{2}{T_s} \cdot \frac{z-1}{z+1} \quad \text{Para qq. } T_s$$

Função de transferência para um diferenciador ideal

$$H(s) = s$$

Frequência fundamental

A frequência do sinal de entrada é de 400Hz

$z = e^{j\omega T_s}$, utilizado no cálculo de $H(z)$

Filtro diferenciador	Versão: <1.0>
Relatório de Projeto	Data: <05/03/2017>
Relatório Técnico de Projeto_Alexandre	

Resultados

O primeiro resultado obtido foi em Python, com o código a seguir:

```
from numpy import exp, cos, sin, pi, abs, array, arange, angle,
log10, linspace
```

```
from scipy.signal import cheby1, cheb1ord, freqs, freqz, residue,
invres, sawtooth
```

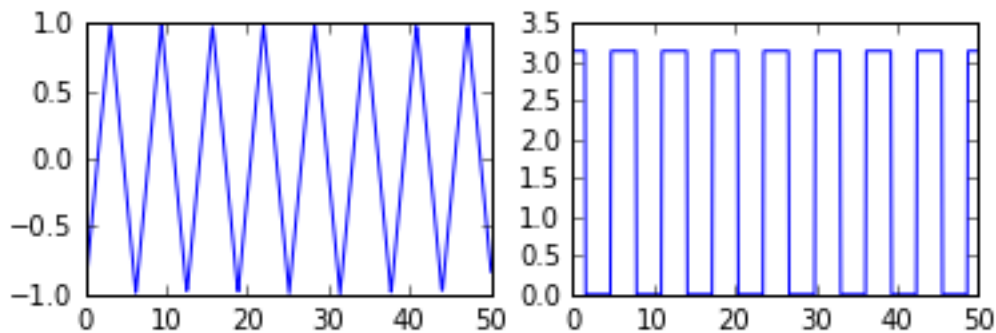
```
from pylab import plot, xlabel, ylabel, title, grid, axis, subplot
```

```
t=linspace(0,50,512)
```

```
x=sawtooth(t,0.5)
```

```
subplot(221),plot (t,(x))
```

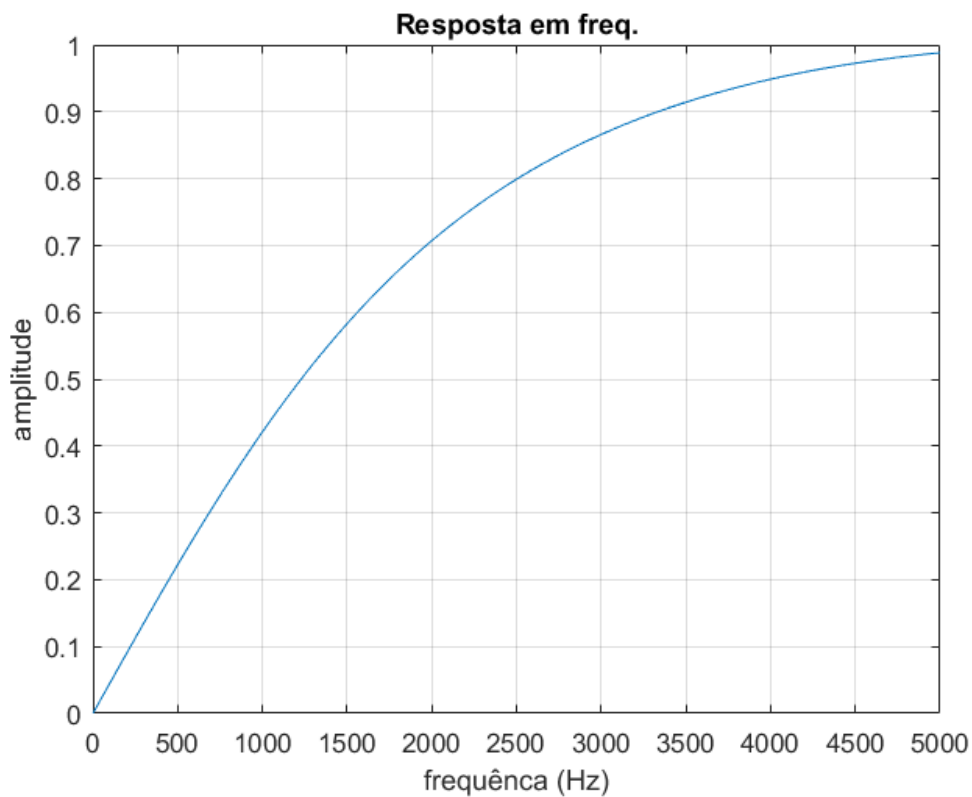
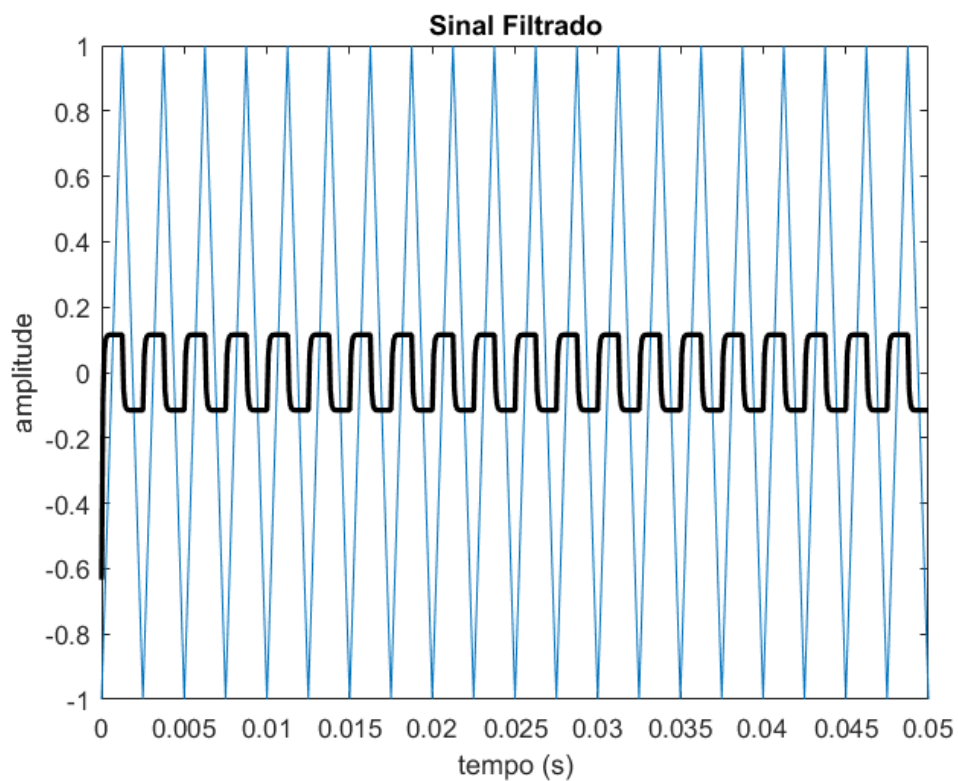
```
subplot(222),plot(t,angle(x))
```



Não foi um filtro que retornou esse resultado, mas foi de ajuda para compreender a diferenciação através do comando `angle(x)`, e poder continuar a buscar isso, mas nos próximos momentos utilizando um filtro digital.

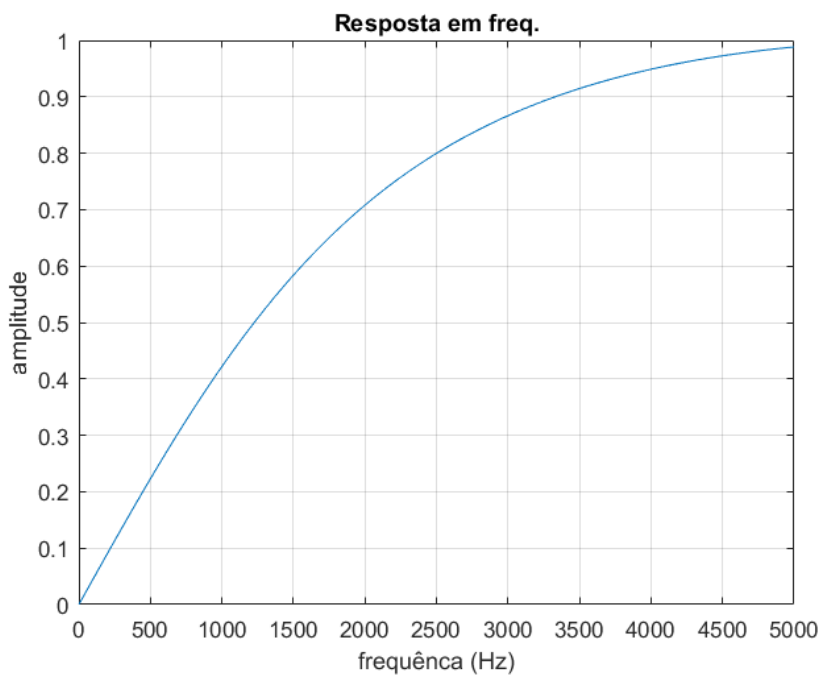
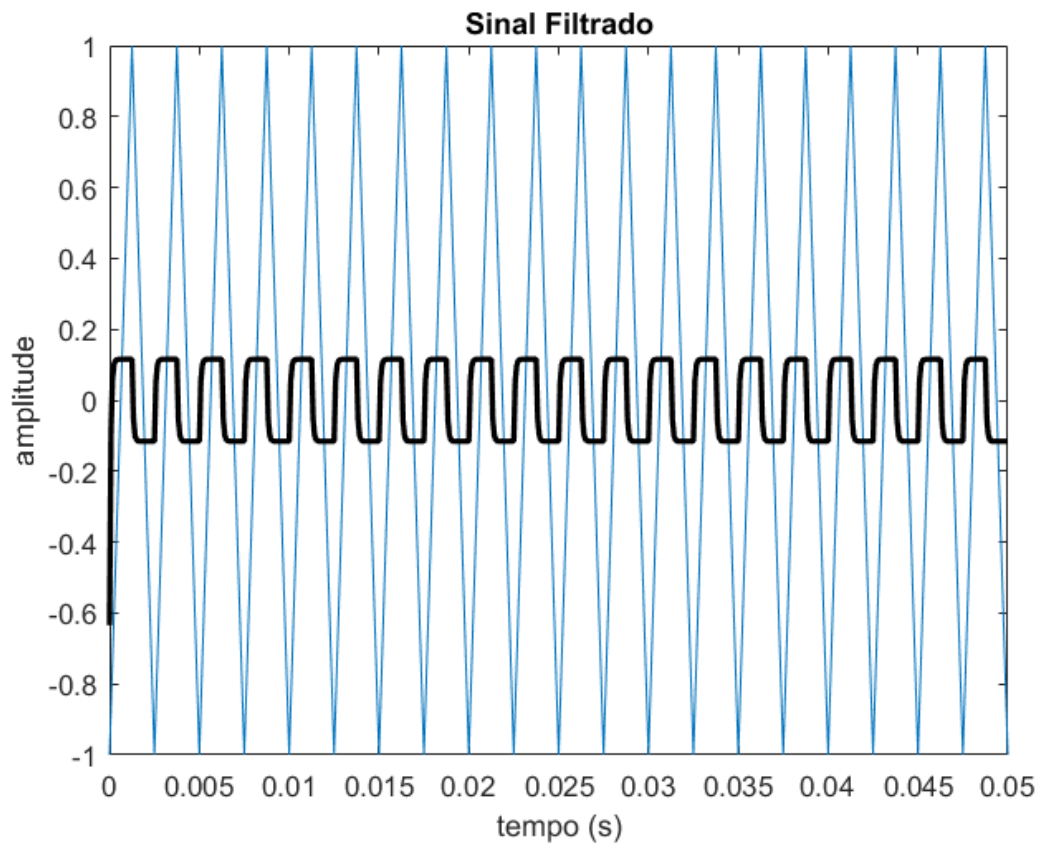
Filtro diferenciador	Versão: <1.0>
Relatório de Projeto	Data: <05/03/2017>
Relatório Técnico de Projeto_Alexandre	

Teste filtro de Butterworth



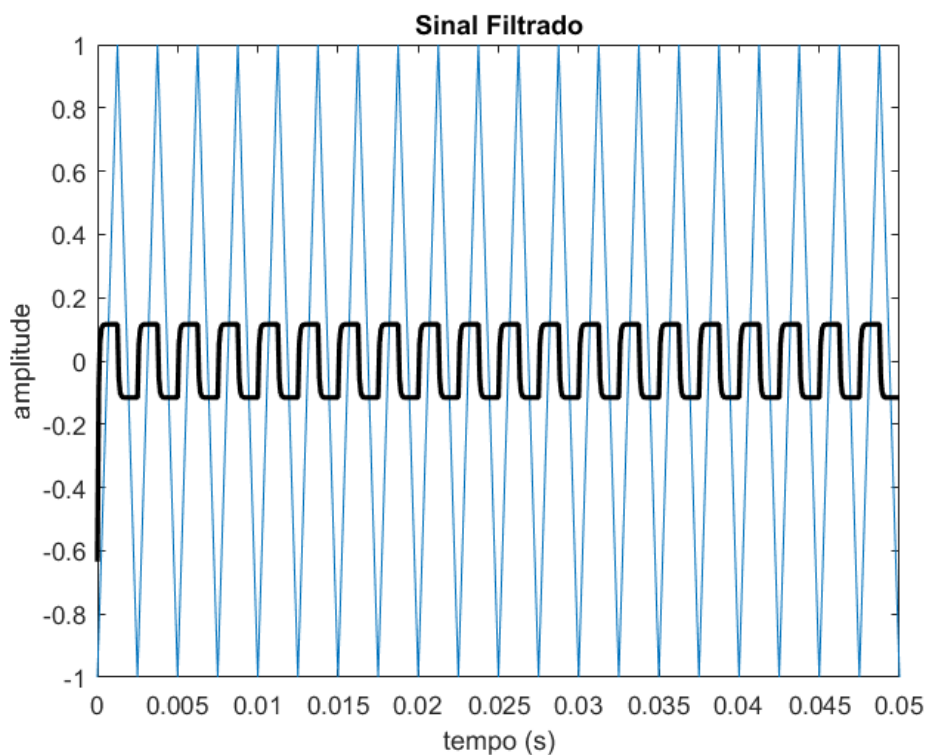
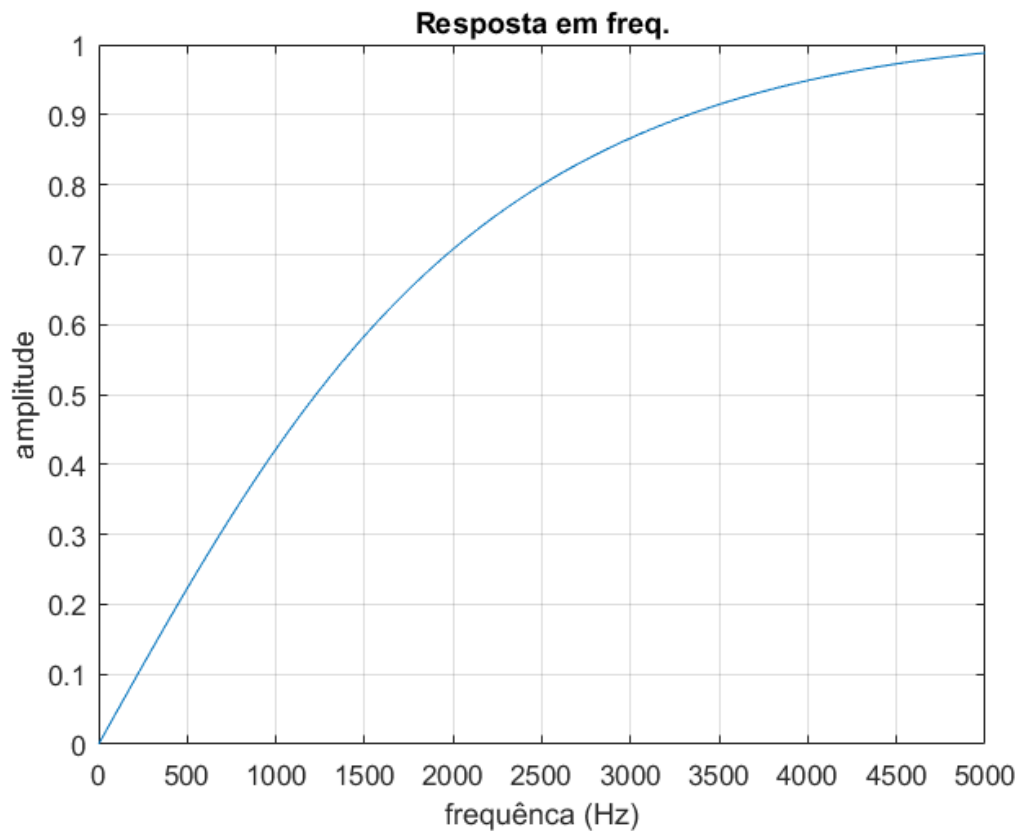
Filtro diferenciador	Versão: <1.0>
Relatório de Projeto	Data: <05/03/2017>
Relatório Técnico de Projeto_Alexandre	

Teste do filtro Chebyshev tipo II



Filtro diferenciador	Versão: <1.0>
Relatório de Projeto	Data: <05/03/2017>
Relatório Técnico de Projeto_Alexandre	

Filtro Chebyshev tipo I



Filtro diferenciador	Versão: <1.0>
Relatório de Projeto	Data: <05/03/2017>
Relatório Técnico de Projeto_Alexandre	

Conclusão

O projeto chega ao fim, com os resultados esperados. Fomos capazes de obter a partir de um sinal triangular um sinal quadrado utilizando filtros diferentes. Os filtros utilizados, mudam de um para o outro, dessa forma, para o mesmo sinal, os parâmetros foram adequadamente ajustados para cada um desses filtros. Sabendo que o filtro IIR pode apresentar uma certa instabilidade, para ordens superiores a 1 o sinal na saída apresenta alguma distorção, sendo o filtro passa alta de primeira ordem, o que é apresentado na bibliografia pesquisada como sendo o filtro que age como diferenciador para sinais não senoidais. As hipóteses iniciais de projeto foram comprovadas, como é mostrado na seção de resultados.

Filtro diferenciador	Versão: <1.0>
Relatório de Projeto	Data: <05/03/2017>
Relatório Técnico de Projeto_Alexandre	

Referências

http://www.learnabout-electronics.org/ac_theory/filters84.php

Eduardo Simas, Aula 03 – Filtros Digitais

Forrester Isen, DSP for Matlab and Labview

José Unpingco, Python for Signal Processing

Material de aula

<https://docs.scipy.org/doc/scipy-0.14.0/reference/signal.html>

<http://www.animations.physics.unsw.edu.au/jw/RCfilters.html>

https://www.mathworks.com/support/?s_tid=gn_supp