

# Universidade Federal de Santa Catarina



## Trabalho - Filtros Anti-Aliasing

Aluno	Matheus Francisco Batista Machado
Aluno	Felipe Adam Menegon Cieslak
Professor	Thiaguera Weber

Santa Catarina, 23 de abril de 2018

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Equipamentos Utilizados</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Filtro de primeira ordem Passa-Baixa</b>	<b>1</b>
2.1	Projetar um filtro passa-baixa de primeira ordem . . . . .	2
2.2	Utilizando Arduino em Comunicação com o Computador . . . .	3
<b>3</b>	<b>Passo 4 Criar Filtro Passa-Baixo</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Utilizando FFT</b>	<b>4</b>

## 1 Equipamentos Utilizados

Foi utilizado os seguintes equipamentos e software:

- LTSpice
- Capacitores 1nF
- Reistores 1k $\Omega$  e 100k $\Omega$

## 2 Filtro de primeira ordem Passa-Baixa

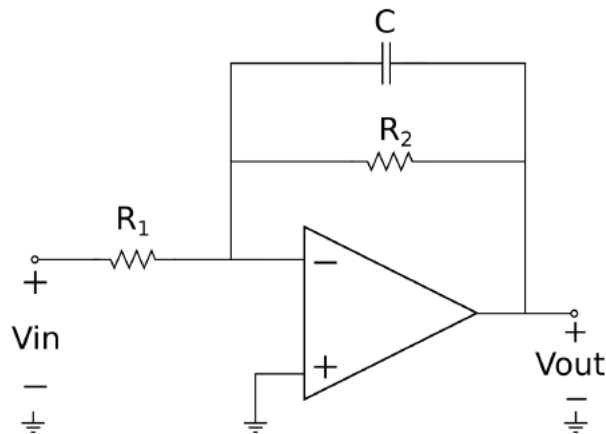


Figura 1: Filtro Passa-Baixa

Formulas para filtros passa-baixas:

$$T_{PB}(s) = \frac{K}{1 + \frac{s}{\omega_0}}$$

onde K é o ganho na banda de passagem,  $\omega_o$  é a frequência de corte angular ( $\omega_0 = 2\pi f_0$  onde  $f_0$  é a frequência de corte do filtro e s é a variável de frequência complexa).

impedancia do capacitor  $Z_c = \frac{1}{sC}$  impedância do resistor  $Z_R = R$  Constante de tempo de circuito RC  $\tau = R.C$  Função de transferência para o circuito:  $\frac{-R_2}{R_1(1+sCR_2)}$

## 2.1 Projetar um filtro passa-baixa de primeira ordem

Para projetar um filtro passa baixa de primeira ordem mostrado na Figura 2, utilizando com base ganho em banda de passagem de 0dB, frequência de corte de 1kHz e resistência de entrada de  $1k\Omega$  ou superior.

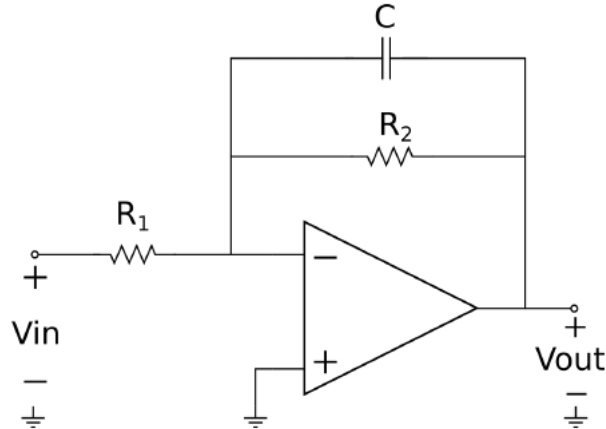


Figura 2: Filtro Passa-Baixa

A figura 2 ilustra o circuito, dado então  $R_1 = R_{in}$  devido ao curto virtual então  $R_1 = 1k\Omega$ .

Sabendo o valor da frequência de corte 1kHz colocamos o valor de  $R_2$   $100k\Omega$  assim temos o valor da capacitância.

$$\tau = R_2 C$$

$$\frac{1}{f} = R_2 C$$

$$\frac{1}{2000\pi} = R_2 C$$

$$C = \frac{1}{2000\pi R_2}$$

$$C = 1.59nF$$

Porém com não temos esse valor no lab foi usado apenas  $1nF$  Assim foi gerado uma onda com nível DC tal que o amplificador não sature e gerado a tabela abaixo 1

Tabela 1: Tabela para frequências do filtro passa baixa

Frequência (Hz)	Amp da Saída (V)	Amp da Entrada (V)	Ganho (V/V)	Ganho (dB)
1	2.5	2.56	0,9765625	-0,205999133
10	2.5	2.56	0,9765625	-0,205999133
100	2.5	2.56	0,9765625	-0,205999133
1000	2.14	2.56	0,8359375	-1,556523839
10000	420mV	2.56	0,1640625	-15,6998135
100000	80mV	2.56	0,03125	-30,10299957

## 2.2 Utilizando Arduino em Comunicação com o Computador

Inicialmente foi utilizado um arduino em comunicação com a serial sem um filtro buscando visualizar o sinal fornecido pelo gerador de funções.

- Quantas amostras por consegue-se visualizar por segundo?

Para responder esta questão foi realizado a coleta de dados com isso feito  $mean(diff(rxtime))$  onde rx time é o vetor de tempo das amostras e assim temos 95 amostras por segundo. Buscando respeitar o critério de nyquist da frequência de amostragem  $\frac{92Hz}{2}$ , assim podemos perceber quando utilizamos uma frequência próxima da frequência de nysquist ou maior o sinal é distorcido como vemos na figura 3

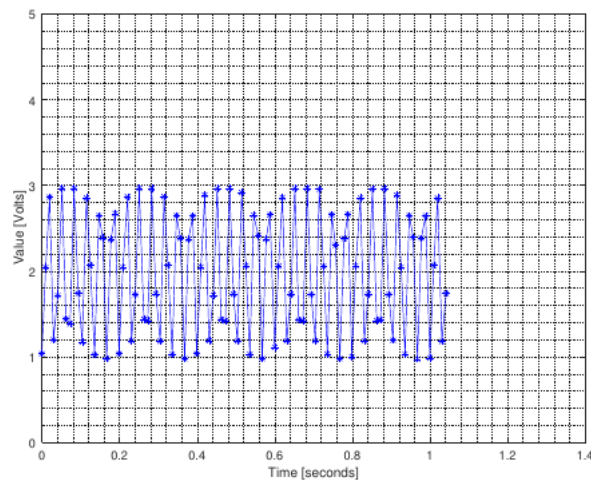


Figura 3: Sinal coletado proximo da frequência de nyquist

### 3 Passo 4 Criar Filtro Passa-Baixo

Para realizar o calculo do capacitor de acomplamento para uma frequencia de corte 10x menor que a máxima frequência que seu sistema de aquisição consegue representar segundo Nyquist.

$$\begin{aligned}\omega_0 &= 2\pi f_0 \\ \omega_0 &= 2\pi \frac{47}{10} \\ \tau &= CR_1 \\ \omega_0 &= \frac{1}{\tau} \\ C &= 3.53\mu F\end{aligned}$$

Foi utilizado dois capacitores  $1\mu F$  e  $2.2\mu F$  em paralelo e um resistor  $10k\Omega$ .

Agora percebe-se que o sinal proximos ou maiores que a frequência de nyquist é atenuado.

### 4 Utilizando FFT

A transforma rápida de fourier irá pegar nosso sinal senoidal e passar para o domínio da frequência dado um sinal senoidal de frequência 1kHz então termos um pulso em 1kHz no dominio frequência mais o nível DC um pulso em zero, Isso podemos verificar utilizando novamente o arduino para coletar dados do gerador de sinais. Como podemos verificar utilizando um sinal com uma frequência proxima a nyquist, temos nosso pulso em 0 no nivel DC e como não temos um filtro então não iremos rebater a frquência do pulso senoidal.

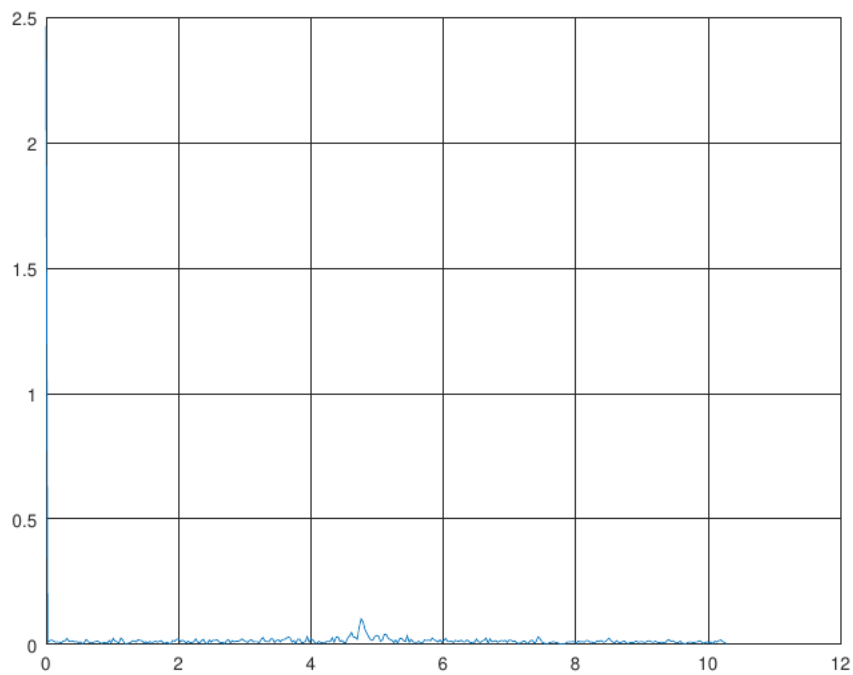


Figura 4: Frequência proximo 45Hz sem filtro

Com um sinal de frequência 10Hz sem o filtro podemos perceber que temos no nível DC um pulso e logo em seguida um pulso na frequência do sinal senoidal.

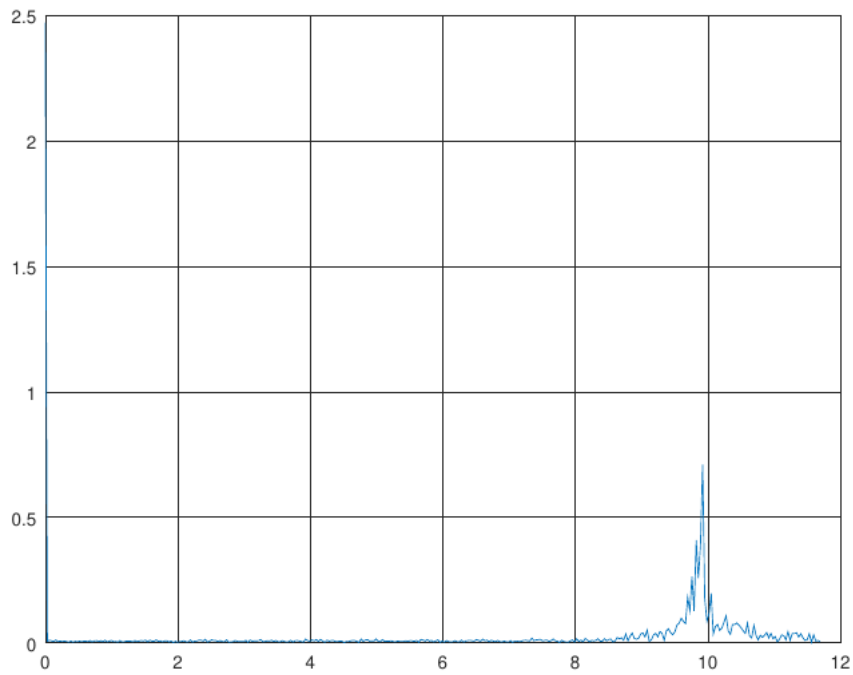


Figura 5: Frequência proximo 10Hz sem filtro

Ao utilizarmos o filtro e realizar os mesmos experimentos podemos perceber que a frequências são rebatidas os pulsos das frequências do sinal senoidal seriam mostrados também no gráfico juntamente com o nível DC. O exemplo abaixo mostra para



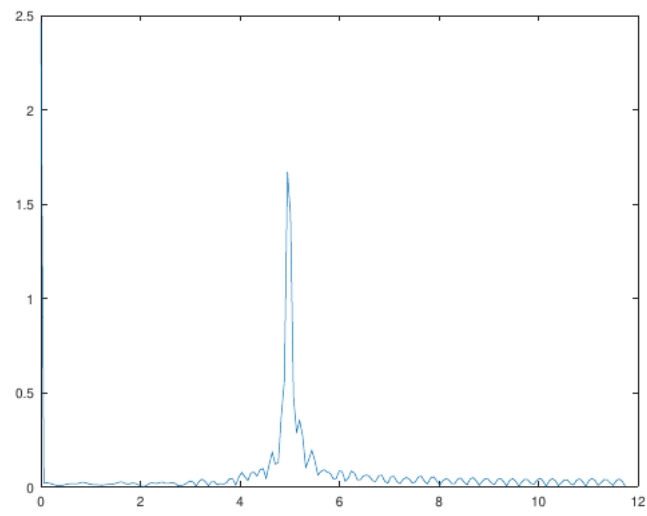


Figura 6: Frequência proximo 90Hz com filtro