AT1 - Sistemas de comunicação
Sinais Senoidais

Leticia Coelho

Março 2018

1 Introdução

Este relatório demonstra as experiências realizadas para entendimento de conceitos de sinais, filtros ideais, geração e filtragem de sinais senoidais e ruídos. As especificações a seguir serão demonstrados nos próximos tópicos considerando seus gráficos e códigos para o software Matlab desenvolvidos para os tópicos solicitados.

2 Somatório de sinais senoidais *EX1*

Este experimento demonstra o somatório de três sinais senoidais, S1(t) = 6sen(2t), S2(t) = 2sen(23000t) e S3(t) = 4sen(25000t), para o sinal Y(t). Assim sendo, Y (t) = 6sen(2t) + 2sen(23000t) + 4sen(25000t), este somatório pode ser contextualizado utilizando a representação complexa do sinal através da Serie de Fourier, através da qual é possível verificar com a série exponencial complexa as frequências e amplitudes de cada sinal somado para formar o novo sinal Y(t), como podemos verificar abaixo;

$$Y(t) = 6sen(2\pi t) + 2sen(2\pi 3000t) + 4sen(2\pi 5000t)$$

$$Y(t) = 6(\frac{e^{j2\pi t} + e^{-j2\pi t}}{2j}) + 2(\frac{e^{j2\pi 3000t} + e^{-j2\pi 3000t}}{2j}) + 4(\frac{e^{j2\pi 5000t} + e^{-j2\pi 5000t}}{2j})$$

$$Y(t) = \frac{3}{j}e^{j2\pi t} + \frac{1}{j}e^{j2\pi 3000t} + \frac{2}{j}e^{j2\pi 5000t} + \frac{3}{j}e^{-j2\pi t} + \frac{1}{j}e^{-j2\pi 3000t} + \frac{2}{j}e^{-j2\pi 5000t}$$

Utilizando o sofware matlab podemos verificar a demonstração dos sinais no tempo e na frequência, a Figura 2 indica os sinais S1(t), S2(t) e S3(t) e a sua soma Y(t).

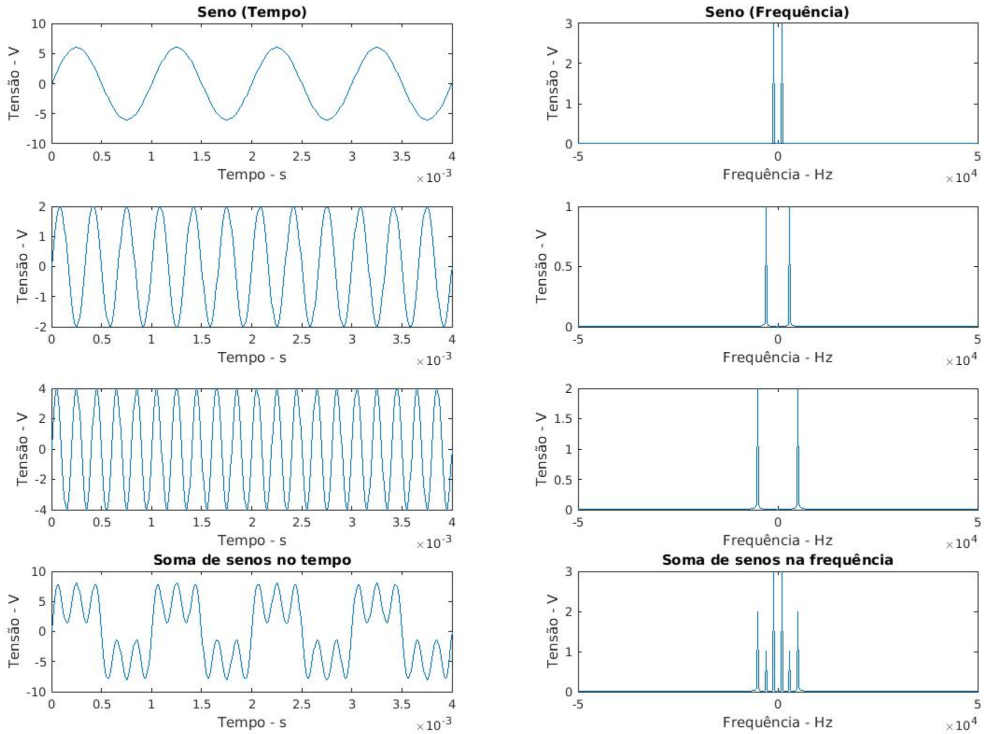


Figure 1: Sinais senoidais no tempo e frequência

2.0.1 Potência média do Sinal

A potência média dissipada durante um intervalo de tempo depende da energia dissipada do sinal e pode ser representada pela equação abaixo. No software a potência média é determinada pela função *norm* a qual resultou **27,9** neste experimento.

$$P_x = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \int_{\frac{T}{2}}^{-T2} x^2(t)dx$$

2.0.2 Densidade Espectral de Potência

A densidade espectral de potência expressa a distribuição da variância de um processo aleatório no domínio da frequência. Podemos verificar na Figura 2.0.2 a densidade espectral de potência simulada no software matlab utilizando-se a função *pwelch*.

$$G_x(f) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} |C_n|^2 \delta(f - nf_0)$$

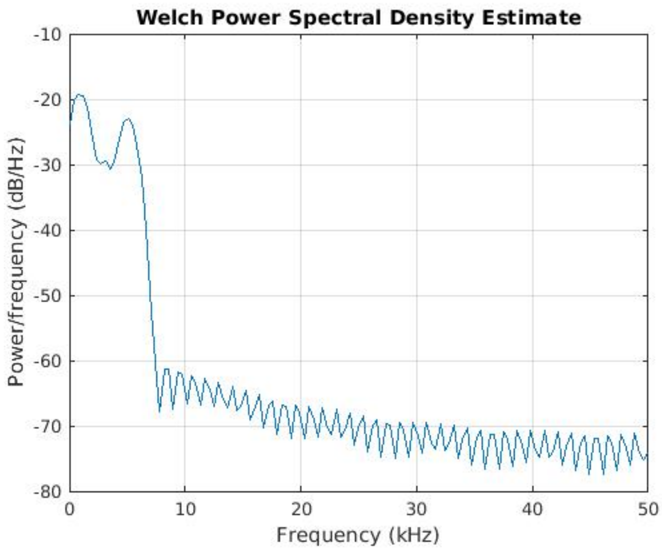


Figure 2: Densidade espectral de potência

3 Filtros ideais *EX2*

Este experimento demonstra o somatório de três sinais senoidais, S1(t) = 5sen(2t), S2(t) = 5/3sen(23000t) e S3(t) = sen(25000t), para o sinal Y(t) e o desenvolvimento de 3 filtros ideias, um passa baixas com frequência de corte de 2KHz, um passa altas com frequência de corte de 4KHz e um passa faixas com frequência de corte de 2KHz e 4KHz.

Assim sendo, Y (t) = 5sen(2t) + 5/3sen(23000t) + sen(25000t), este somatório pode ser contextualizado utilizando a representação complexa do sinal através da Serie de Fourier, através da qual é possível verificar com a série exponencial complexa as frequências e amplitudes de cada sinal somado para formar o novo sinal Y(t), como podemos verificar abaixo;

$$Y(t) = 5sen(2\pi t) + sen(2\pi 5000t) + 5/3sen(2\pi 3000t)$$

$$Y(t) = 5(\frac{e^{j2\pi t} + e^{-j2\pi t}}{2j}) + (\frac{e^{j2\pi 5000t} + e^{-j2\pi 5000t}}{2j}) + 5/3(\frac{e^{j2\pi 3000t} + e^{-j2\pi 3000t}}{2j})$$

$$Y(t) = \frac{5}{j2}e^{j2\pi t} + \frac{1}{j2}e^{j2\pi 5000t} + \frac{5}{j6}e^{j2\pi 3000t} + \frac{5}{j2}e^{-j2\pi t} + \frac{1}{j2}e^{-j2\pi 5000t} + \frac{5}{j6}e^{-j2\pi 3000t}$$

Utilizando o sofware matlab podemos verificar a demonstração dos sinais no tempo e na frequência, a Figura 3 indica os sinais S1(t), S2(t) e S3(t) e a sua soma Y(t).

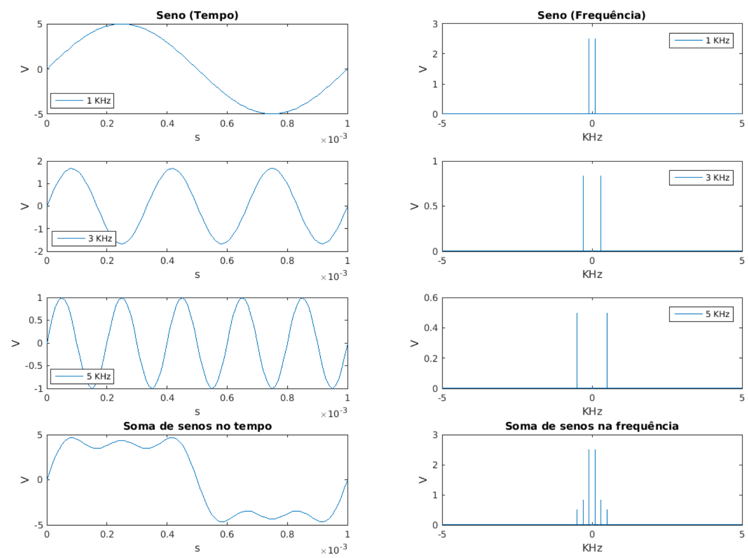


Figure 3: Sinais senoidais no tempo e frequência

3.0.1 Filtros ideais

Os filtros ideais foram projetados para obter sua frequência de utilizando a regra de associação simples com o número de pontos do vetor de frequência que é a própria frequência de amostragem. Logo, considerando o sinal em forma complexa calculado anteriormente é possível verificar que o sinal esta com o período total demonstrado assim o centro em 0Hz possui a metade do número de pontos do vetor de frequência. Para projetar o comportamento do vetor de filtro é necessário realizar regra de três simples para cada frequência ou tipo de filtro e verificar quantos pontos devem estar em '0' ou em '1', para limitar ou liberar respectivamente o sinal em uma frequência específica.

Na Figura 4 podemos verificar a demonstração dos sinais filtrados na frequência, onde é possível observar a eficacia dos filtros ideias para projetos simples.

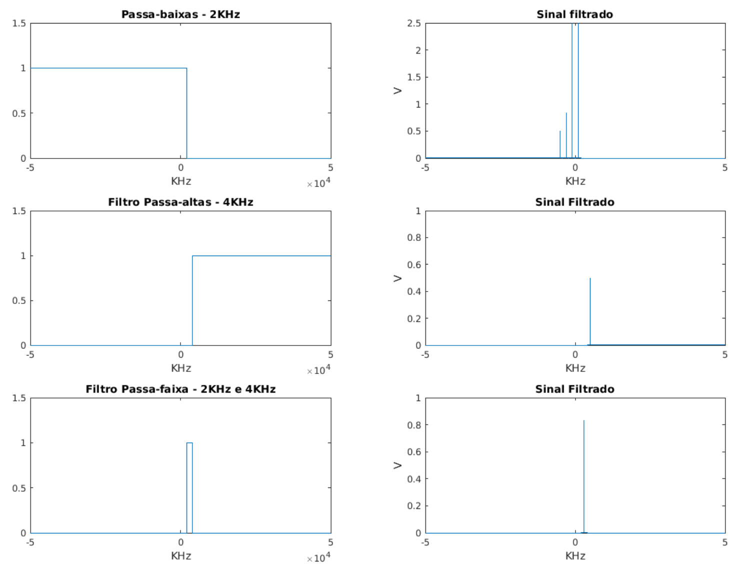


Figure 4: Filtros ideais

4 Ruído

Esta sessão propõe gerar um vetor que represente um ruído de 1 segundo com distribuição normal utilizando a função randn no software matlab, demonstrar um histograma do sinal, o sinal no domínio do tempo e no domínio da frequência. É possível visualizar na Figura 6 o histograma do ruído, também o ruído em domínio do tempo e domínio da frequência na Figura 7.

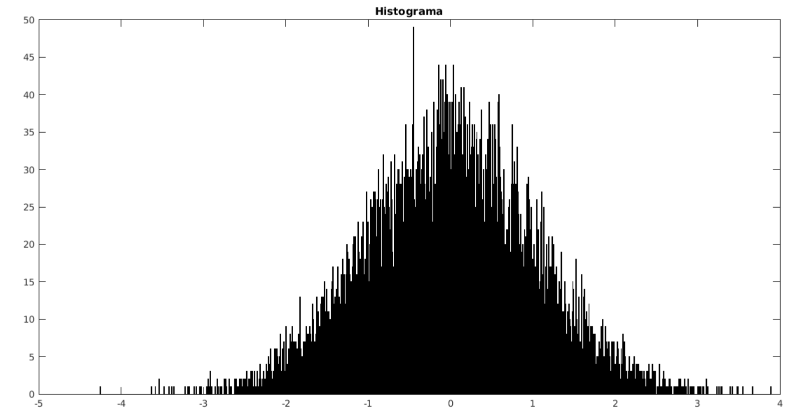


Figure 5: Histograma

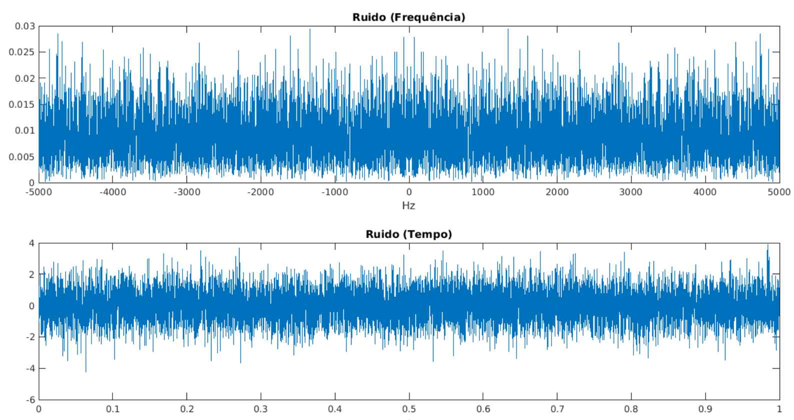
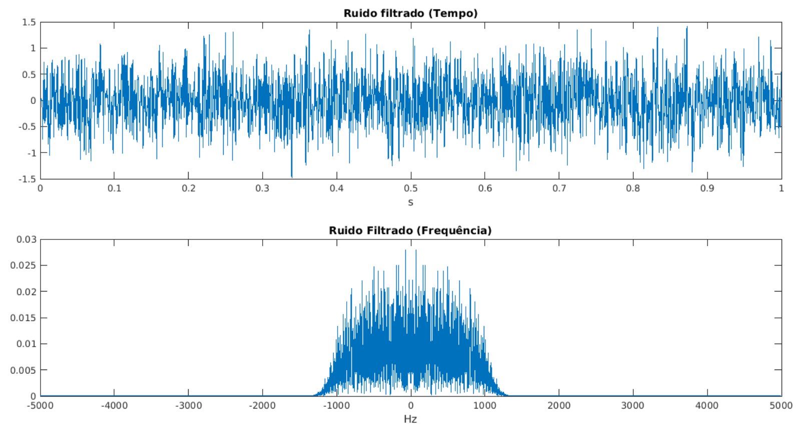


Figure 6: Ruído

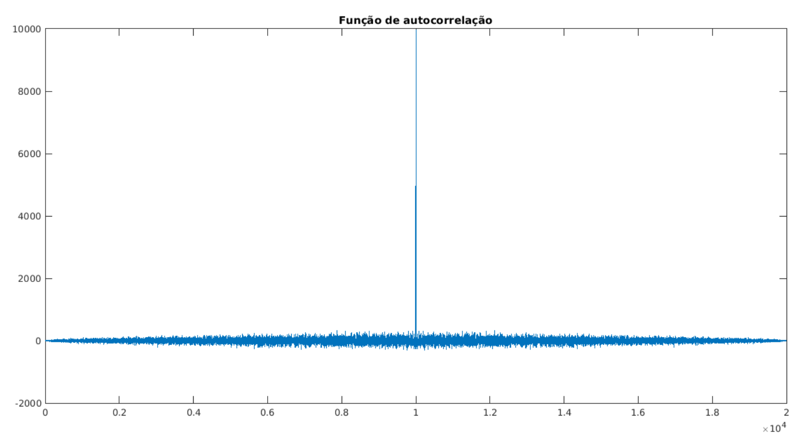
Além disso podemos verificar que após o projeto e utilização do filtro Fir1 passa faixa o sinal resultante é verificado na Figura 8.



4.1 Autocorrelação

A autocorrelação é resultado da correlação de um sinal com ele mesmo. No software Matlab a autocorrelação pode ser obtida com a função *xcorr*, o seu resultado pode ser observado na Figura 6.

$$\mathrm{r}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} \mathrm{s(t)s} * (\mathrm{t} - \tau)$$



5 Conclusão

Com base nas experimentações realizadas é possível verificar a importância do entendimento dos conceitos básicos de sinais e sistemas para o projeto de filtros. Assim salientando a importância do entendimento de filtros ideais e não ideias para o entendimento de modulações que serão trabalhadas na disciplina.

References

[1] Michael. Haykin, Simon; Moher. *Introdução aos Sistemas de Comunicação.* -, 4ª Edição.