

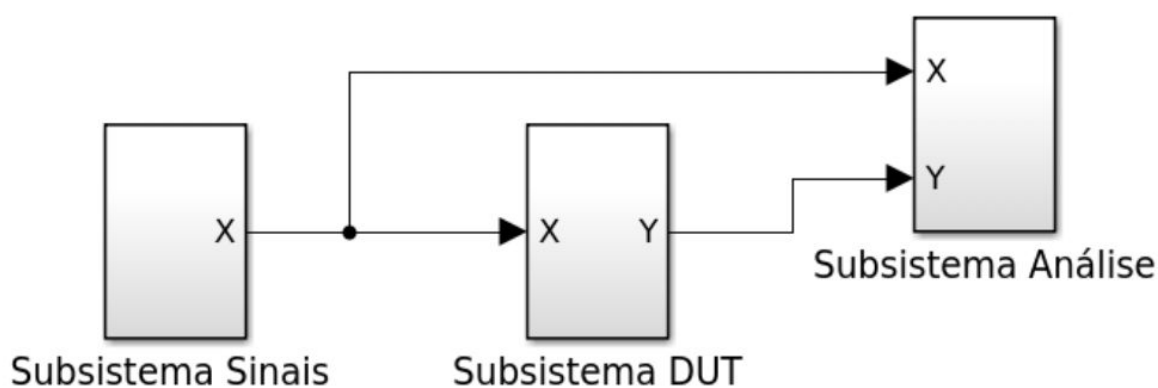
Simulação de Sistemas DSP

Neste relatório vamos simular um sistema DSP utilizando o auxílio de um software chamado Simulink, onde nele vamos confeccionar um circuito capaz de emitir um sinal de acordo com as opções desejadas.

2 - Subsistemas

Primeiramente vamos iniciar a construção de nosso circuito, para facilitar este processo iremos dividir nosso circuito em alguns subsistemas independentes, são eles sinais, DUT(Device Under Test) e análise. Na figura abaixo podemos observar melhor como ficará o sistema.

Figura 01 - Sistema DSP

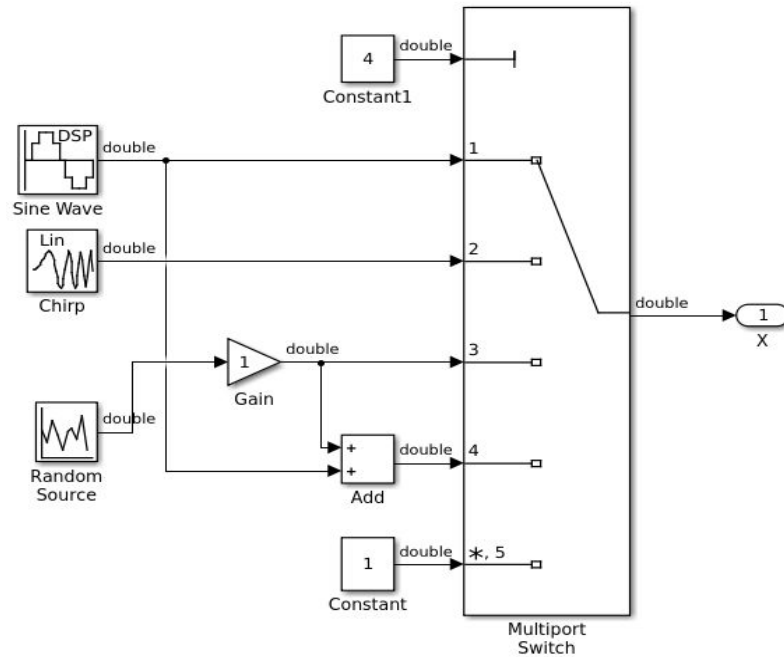


FONTE: próprio autor.

2.1 - Subsistema de Sinais

Neste subsistema vamos ter alguns componentes responsáveis pela de geração dos sinais, nele vamos ter uma fonte geradora (responsável pela escolha do switch), um gerador de onda senoidal, um chirp, um gerador de ruído randômico e uma fonte de sinal constante, na figura abaixo podemos ver o layout deste subsistema.

Figura 02 - Subsistema de sinais.



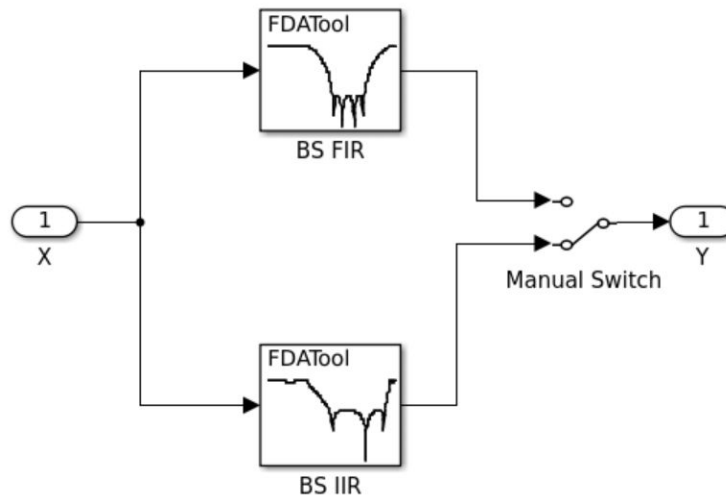
FONTE: próprio autor.

Ao variar a opção da primeira constante acabamos variando também o direcionamento do switch, se escolhermos a opção 1 temos uma onda senoidal pura com amplitude 0,2 e frequência 500hz, na opção 2 temos a emissão de um sinal originário de uma fonte chirp, este tipo de fonte possui a característica de variar a frequência em um certo intervalo de tempo, neste caso em particular configuramos nossa fonte para variar a frequência entre 1 e 4000 Hz no intervalo de tempo de 2 segundos, na opção 3 temos uma fonte de ruído randômica, variando entre -1 e 1, na opção 3 temos uma soma de nossa fonte de onda senoidal e o ruído randômico e por ultima opção temos uma constante qualquer.

2.2 - Subsistema DUT (Device Under Test)

Neste subsistema vamos ter os filtros dimensionados de acordo com a necessidade de cada projeto, para fins de simulação vamos escolher dois tipos de filtros, na figura abaixo temos uma ilustração de como será este subsistema.

Figura 03 - Subsistema DUT.

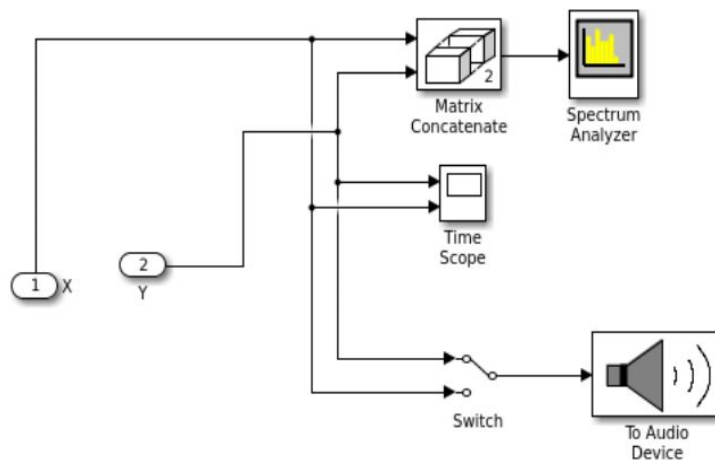


FONTE: próprio autor.

2.3 - Subsistema de Análise

Este subsistema é formado por componentes que nos auxiliarão na análise do sinal, para isto foi necessário a inserção de ferramentas como o analisador de espectro e o timer scope, para análises no tempo e frequência. Segue layout de ilustração do nosso sistema de análise.

Figura 04 - Subsistema de Análise.



FONTE: próprio autor.

3 - Resultados das Simulações

Neste caso iremos avaliar cada simulação independente uma da outra, ou seja, para cada filtro vamos ter uma saída distinta e não simultânea, utilizaremos o switch manualmente para facilitar a mudança de parâmetros em nossa simulação.

Vamos receber através de nosso subsistema de sinais alguns sinais com diferentes características, logo mais vamos detalhar melhor como cada uma se comporta em função do tempo e frequência.

3.1 - Simulação Analisando o Tempo de Transferência dos Dados

Para ter uma noção de como a transmissão de dados se comportam em um sistema vamos simular a transmissão por 60 segundos enviando números de quadros diferenciados e cronometrar os tempos necessários para cada uma das transmissões e observar o que acontece ao variar a quantidade de amostras por quadro, vale ressaltar que para realizar este experimento vamos comentar e descomentar alguns componentes em nosso circuito.

Na tabela abaixo podemos observar como esta variação de quadros impacta uma diferença no tempo da transmissão dos dados.

Tabela 01 : Tempo de transferência de dados Time Scope e Spectrum Analyser.

| Spectrum Analyzer (s) | Time Scope (s) | Com Ambos (s) |
|------------------------------|-----------------------|----------------------|
| 22 | 6 | 12 |

FONTE: próprio autor.

Tabela 02 : Tempo de transferência variando a quantidade de quadros por segundo.

| Quadros | Tempo (s) |
|----------------|------------------|
| 1 | 11 |
| 2 | 7 |
| 256 | 5 |
| 1024 | 3 |

FONTE: próprio autor.

Como podemos observar quanto maior for o número de quadros menor será o tempo de transmissão, isto acontece devido a quantidade de dados enviados em um espaço de tempo é maior, ou seja, existe uma relação direta entre o tempo de transmissão e a quantidades de amostras por quadros.

3.2 - Análise da Resposta Sinal Utilizando Filtro Band Stop Tipo FIR

Nesta simulação vamos utilizar um filtro Band Stop do tipo Parks McClellan para tratamento do sinal com os seguintes parâmetros.

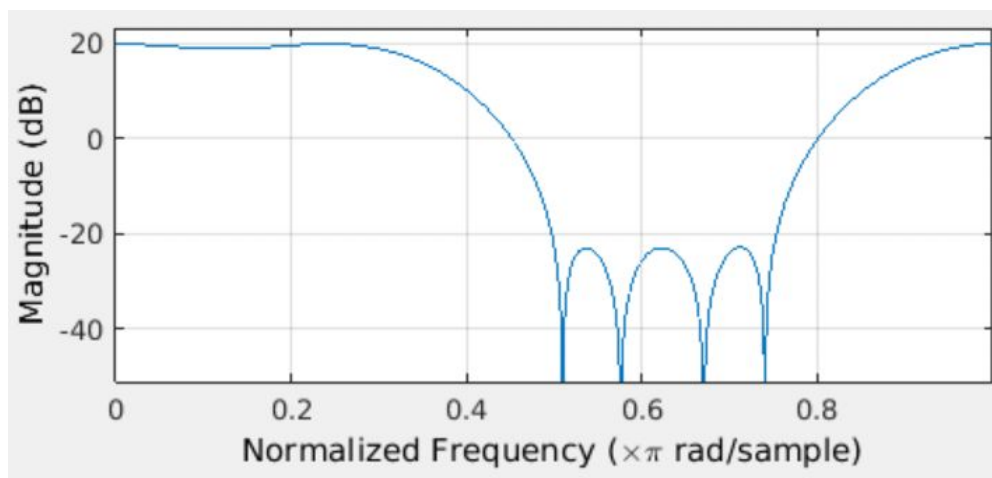
Tabela 03 : Parâmetros do filtro projetado Band Stop tipo FIR.

| Frequências (Hz) | | | | | Ap (db) | As (db) | G topo (db) |
|------------------|------------|--------|--------|------------|---------|---------|-------------|
| Amostra | Passagem 1 | Stop 1 | Stop 2 | Passagem 2 | | | |
| 8000 | 1200 | 2000 | 3000 | 3800 | 3 | 40 | 20 |

FONTE: próprio autor.

Como nosso filtro já estava disponível, apenas o importamos os coeficientes para nossa simulação atual, com nosso sistema todo montado agora vamos para as análises.

Figura 05 - Magnitude Filtro BP Tipo Fir.

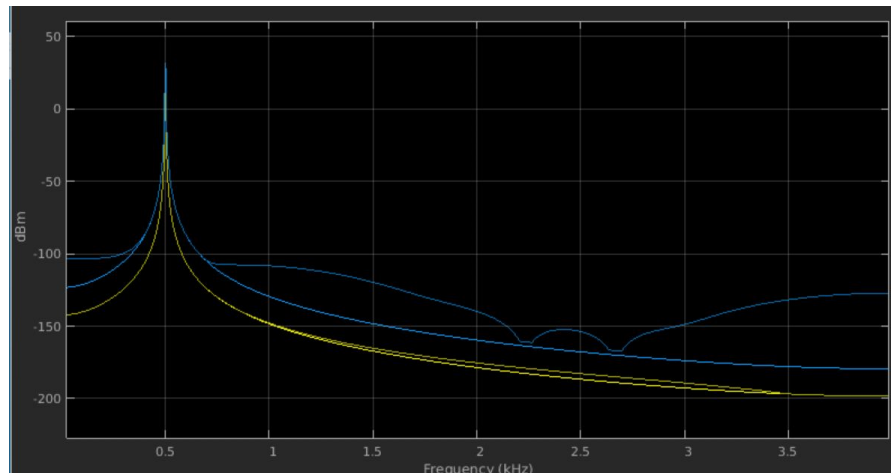


FONTE: próprio autor.

3.2.1 - Sinal Senoidal

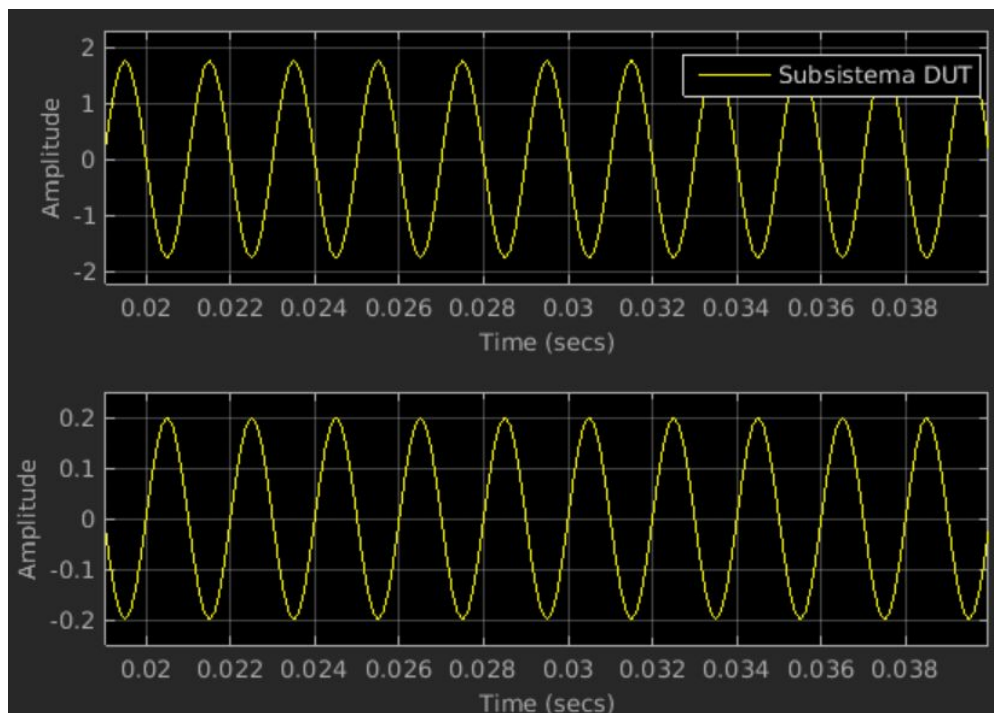
Neste passo vamos gerar uma senóide com frequência de 500Hz e amplitude 0.2, para então passar este sinal no filtro e obter a resposta do sistema, analisando o espectro abaixo podemos perceber que nosso filtro acabou deixando todo o sinal passar, pois a única faixa que o filtro deveria rejeitar esta entre 2000 e 3000Hz.

Figura 06 : análise do espectro em resposta ao sistema - Fonte Senoidal.



FONTE : Próprio autor.

Figura 07 : análise temporal da resposta ao sistema - Fonte Senoidal.



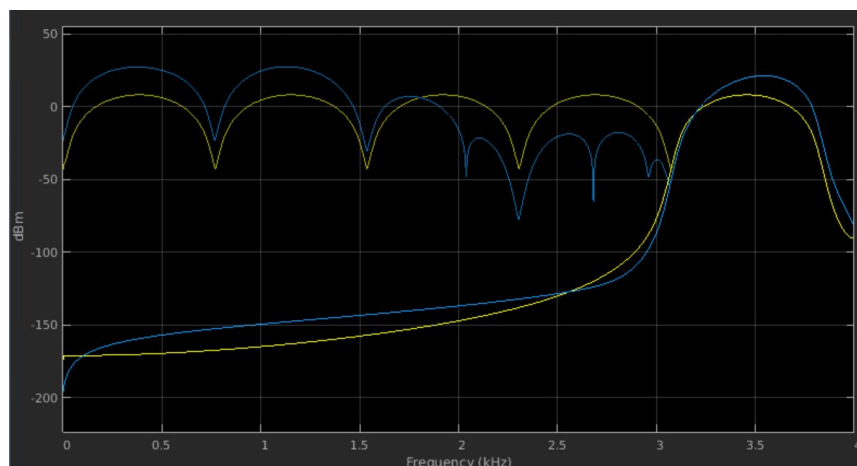
FONTE : Próprio autor.

Analizando o sinal no domínio do tempo percebemos que chegou ao analisador de espectro um sinal dentro dos padrões desejados, como nosso filtro foi projetado para dar um ganho de 20dB e uma faixa de rejeição entre 2000 e 3000Hz concluímos que nosso sistema está respondendo de acordo com o projetado até o momento, vale ressaltar que apesar de nosso filtro operar da maneira esperada ele acabou defasando o sinal em aproximadamente 177° nesta faixa de frequência.

3.2.2 - Chirp

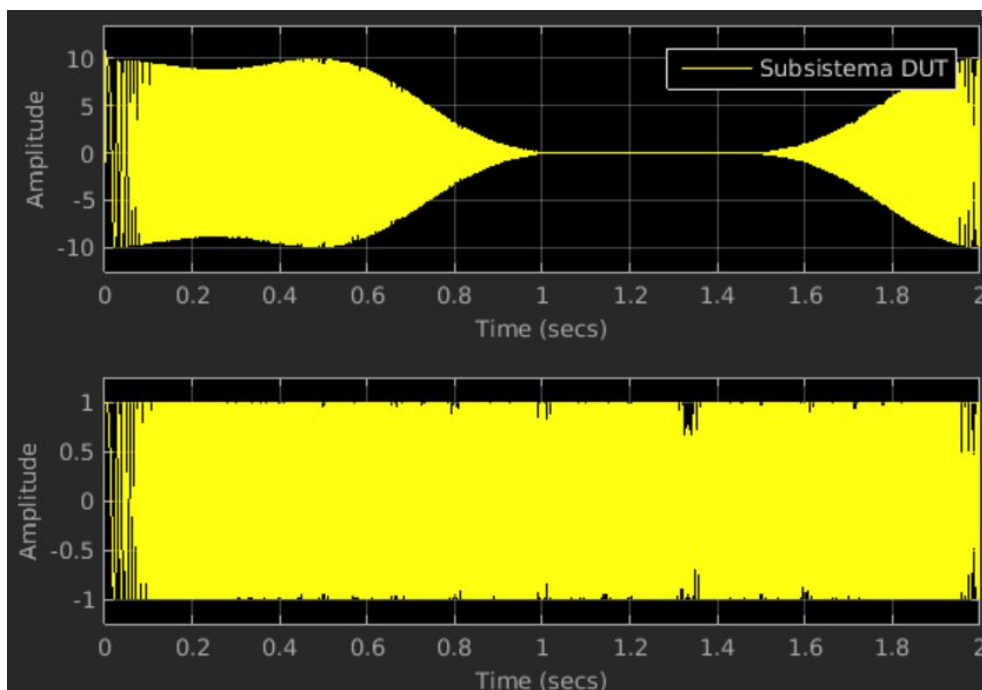
Neste tipo de simulação variamos a faixa de frequência no decorrer do tempo, analisando o espectro percebe-se que nosso filtro (linha azul) acaba eliminando uma determinada faixa no espectro do sinal, o que era esperado neste caso em particular.

Figura 08 : análise do espectro em resposta ao sistema - fonte chirp.



FONTE : Próprio autor.

Figura 09 : análise temporal da resposta ao sistema - fonte chirp.



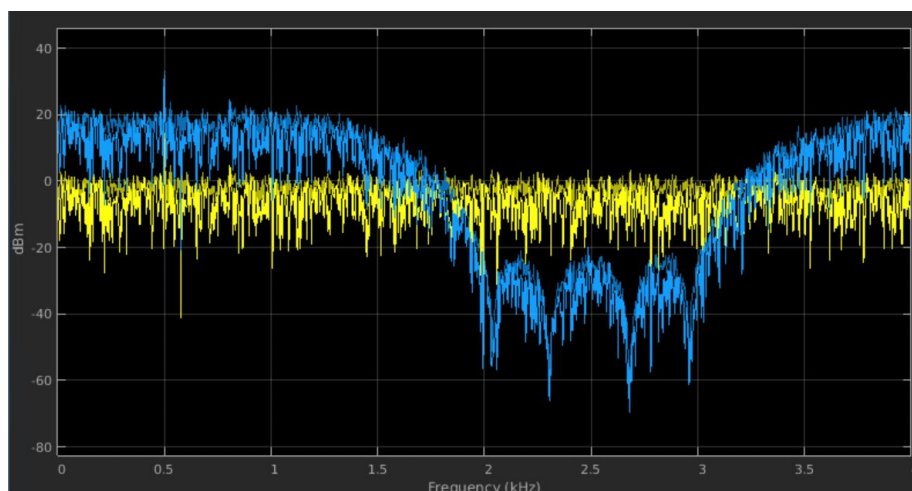
FONTE : Próprio autor.

Conforme analisado nos gráficos acima podemos notar que em um certo intervalo de tempo temos nosso sinal atenuado, isto indica que nesta faixa nosso sinal estava sendo emitido na mesma frequência da faixa de rejeição

3.2.2 - Ruído Randômico

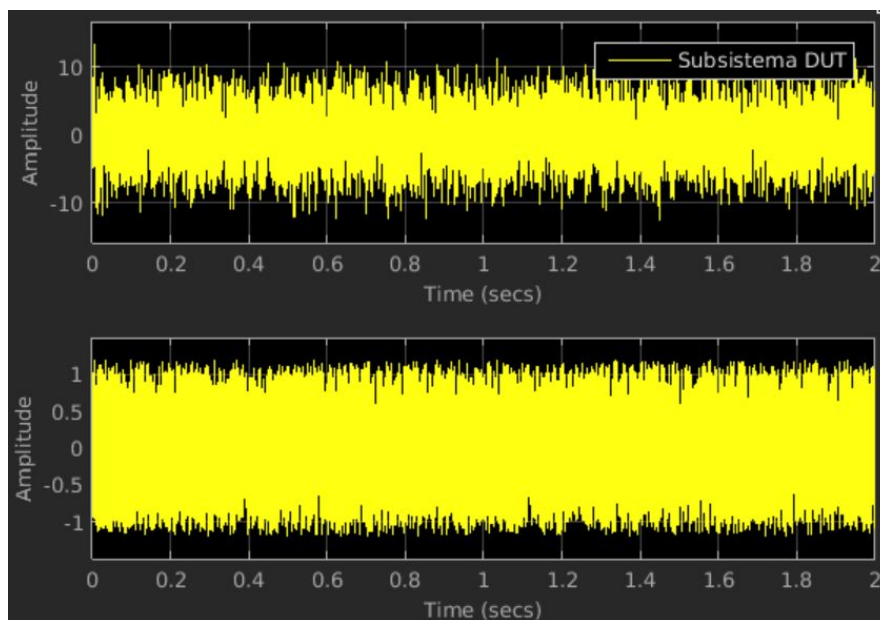
Analisando nosso sistema com um ruído randômico temos uma resposta ao sistema mostrada no espectro abaixo.

Figura 10 : análise do espectro - fonte senoidal + ruído randômico .



FONTE : Próprio autor.

Figura 11 : análise temporal - fonte senoidal + ruído randômico.



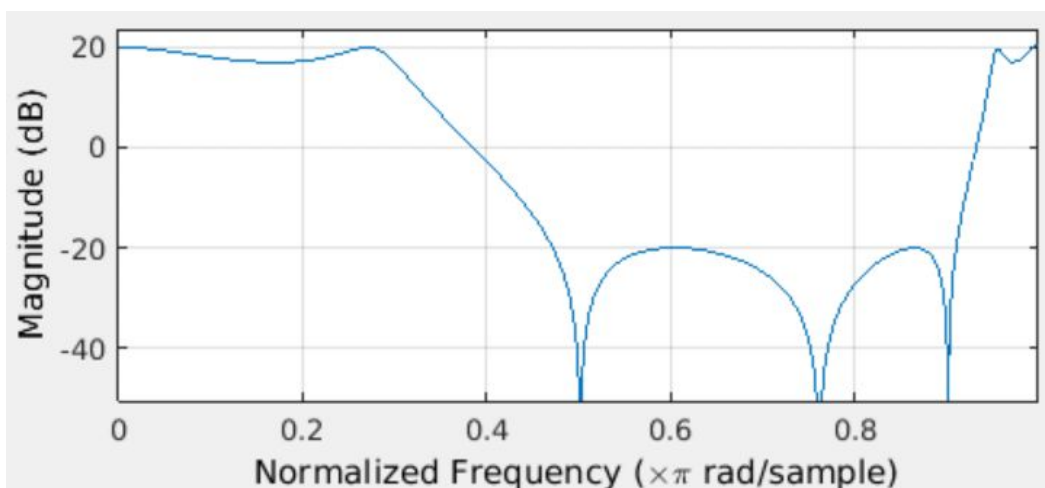
FONTE : Próprio autor.

Conforme podemos notar nos gráficos acima mesmo com um ruído randômico sendo somado ao sinal nosso sistema ainda garante um bom funcionamento.

3.3 - Análise de Resposta Sinal Utilizando Filtro Band Stop Tipo IIR

Nesta segunda parte de nossa análise vamos chavear nosso sistema para um segundo filtro, desta vez utilizaremos o mesmo filtro porém do tipo IIR para tratamento do sinal.

Figura 12 - Magnitude Filtro BP Tipo Fir.

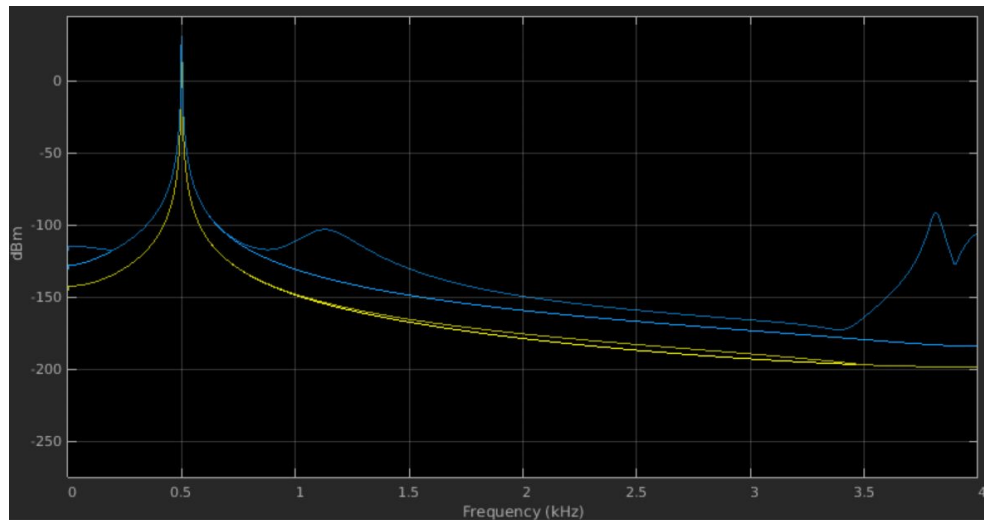


FONTE : Próprio autor.

3.3.1 - Sinal Senoidal

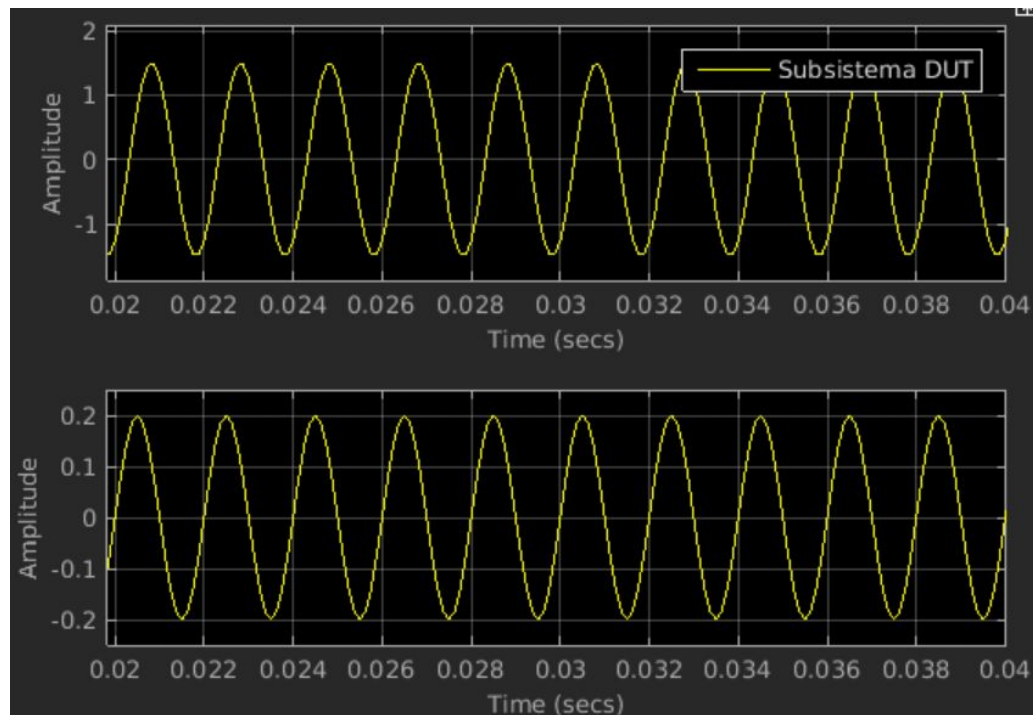
Como feito anteriormente podemos notar que nosso filtro está funcionando corretamente. Abaixo segue análise do espectro.

Figura 13 : análise do espectro em resposta ao sistema - Fonte Senoidal.



FONTE : Próprio autor.

Figura 14 : análise temporal da resposta ao sistema - Fonte Senoidal.



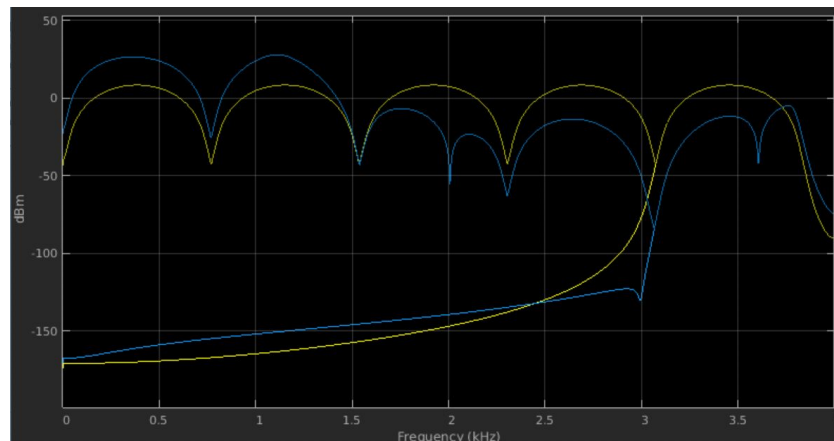
FONTE : Próprio autor.

Analisando o sinal no domínio do tempo podemos perceber que chegou ao espectro um sinal dentro dos padrões desejados, como os parâmetros para este filtro são idênticos ao anterior concluímos que nosso sistema está respondendo de acordo com o projetado até o momento, vale ressaltar que apesar de nosso filtro operar da maneira esperada ele acabou defasando o sinal em aproximadamente 83° em relação ao gerado na fonte.

3.3.2 - Fonte Chirp

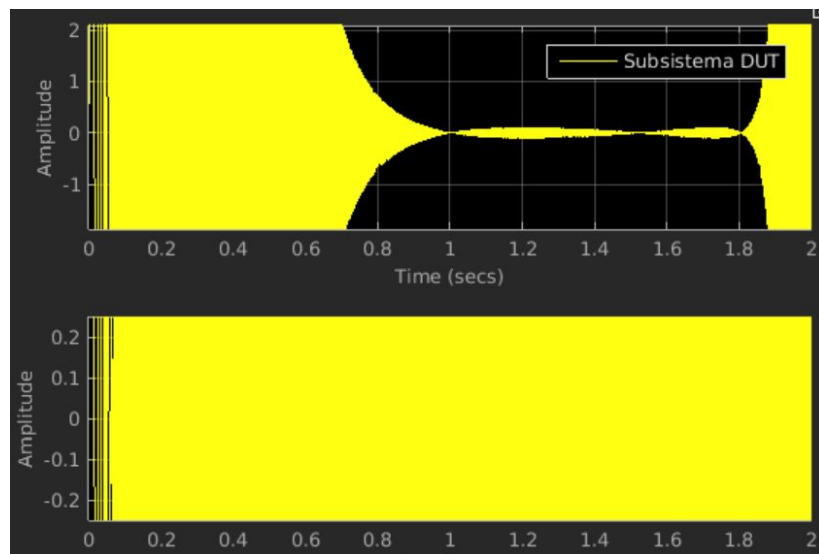
Analisando com este tipo de fonte podemos notar que ao variar a frequência nosso sinal acaba sendo atenuado justamente na frequência de rejeição, ou seja, cumpriu todas as exigências de projeto.

Figura 15 : análise do espectro em resposta ao sistema - fonte chirp.



FONTE : Próprio autor.

Figura 16 : análise temporal da resposta ao sistema - fonte chirp.



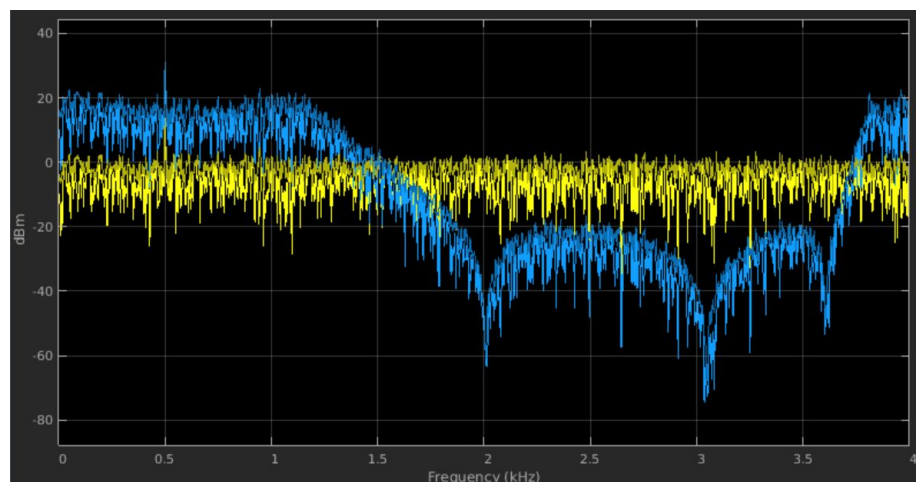
FONTE : Próprio autor.

Fazendo uma análise no tempo podemos notar que em um determinado intervalo nosso sinal é atenuado, isto significa que justamente neste ponto nossa frequência está entre 3000 e 4000 Hz.

3.3.3 - Ruído Randômico

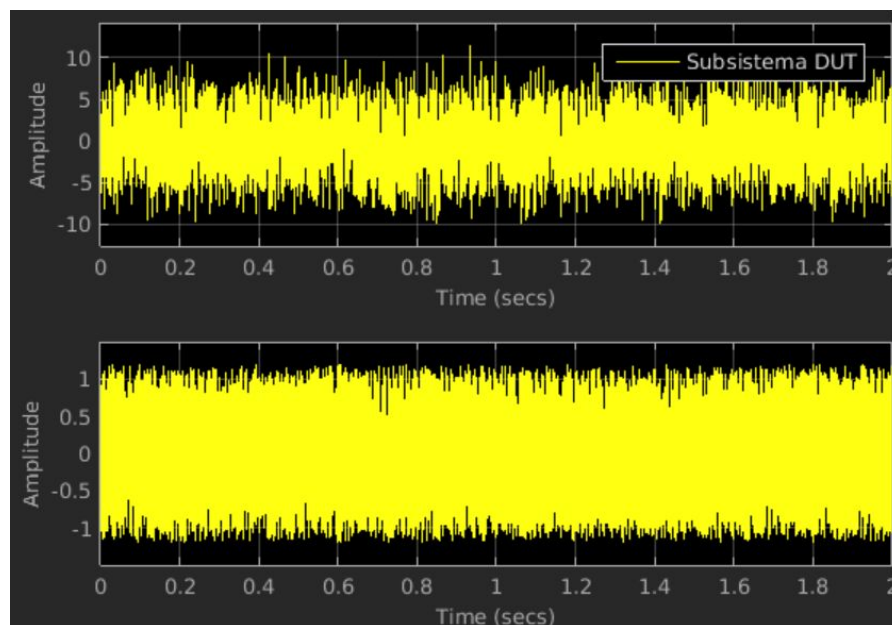
Agora vamos analisar como nosso sistema se comporta inserindo um ruído no sinal. Abaixo podemos analisar os gráficos no espectro da frequência e no tempo.

Figura 17 : análise do espectro - fonte senoidal + ruído randômico .



FONTE : Próprio autor.

Figura 18 : análise temporal - fonte senoidal + ruído randômico.



FONTE : Próprio autor.

Note que ao filtrar nosso sinal acabamos com as frequências indesejadas, ou seja, a partir de agora podemos analisar um sinal mais limpo, garantindo assim toda a funcionalidade do sistema.

4 - Códigos

Todos os códigos utilizados estão no link abaixo

<https://github.com/osvaldosneto/PSD/tree/master/Codigos/AE4>