

EA619 2021.1

Alunos:

Lucas Callizo Magalhães RA 182393

Marcos Gabriel Barboza Dure Diaz RA 221525

Relatório 1

Análise espectral, aliasing, e filtragem no domínio da frequência

Respostas:

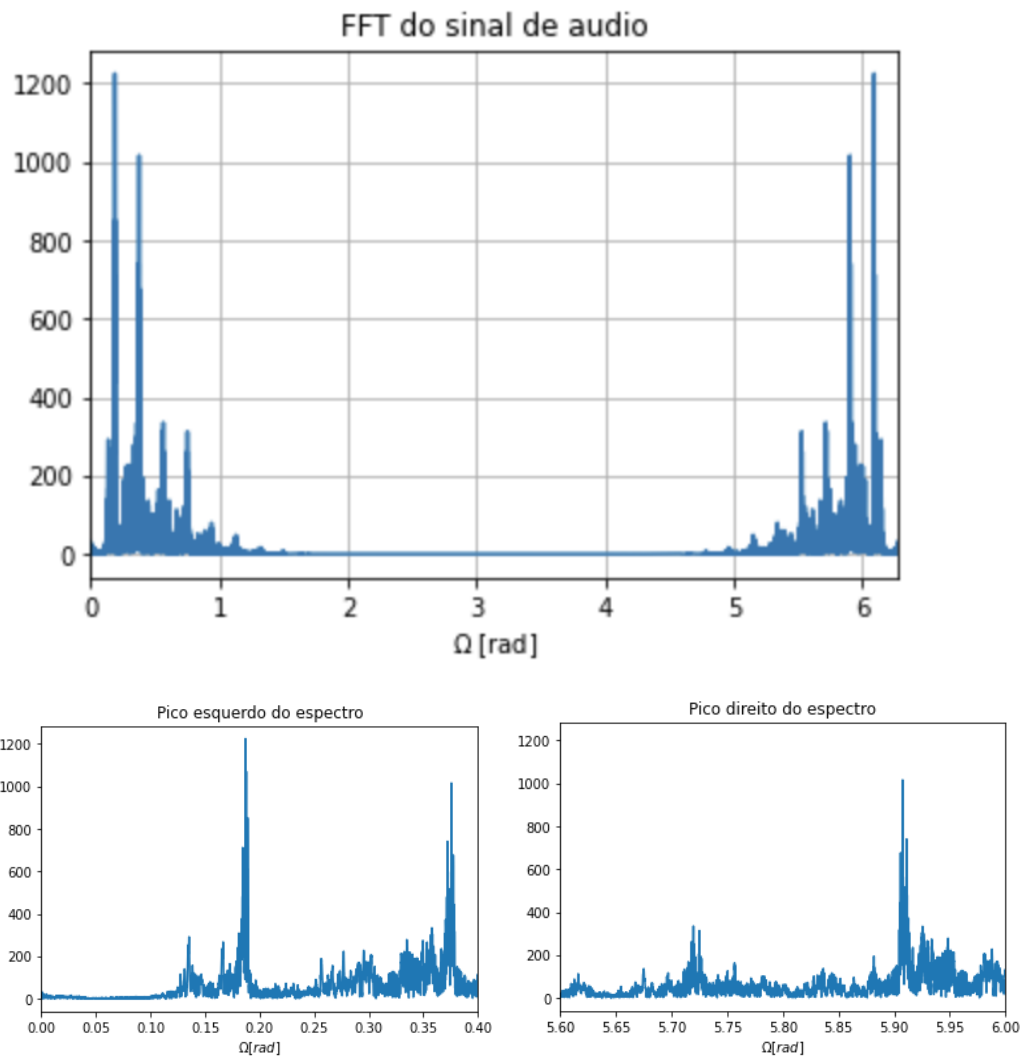
1) A frequência de amostragem que gerou o arquivo .wav foi de 22050 Hz. Considerando que frequências do sinal original iguais ou maiores que a metade da frequência de corte, 11025 Hz, não conseguem ser representadas na amostragem (devido ao aliasing), a maior frequência recuperável do sinal original é 11025 Hz.

2) As frequências maiores que esse máximo sofrem aliasing, de modo que não só não podemos recuperá-las, mas elas também alteram a amplitude de outras frequências menores, distorcendo o espectro.

As frequências negativas estão a partir do valor π no eixo horizontal, o que é esperado na análise de frequência de um sinal real. Traçando uma reta vertical nesse valor, observamos que o sinal apresenta simetria em relação à essa reta: as frequências positivas à esquerda e as negativas à direita, deslocadas por uma unidade da frequência de amostragem. A simetria garante que, para toda frequência complexa, exista sua conjugada, de modo que as componentes imaginárias se cancelem na anti-transformada.

Os valores da frequência que apresentam maior dominância são os seguintes (eles são os dois maiores picos):

- 656,066 Hz
- 21394,3 Hz



- 3) Como tomamos uma amostra a cada sete amostras do sinal discreto original, a nova frequência de amostragem é a original dividida por 7, 3150 Hz. Ouvindo o sinal, é clara a predominância de tons graves, de baixa frequência, resultado de aliasing.
- 4) Deve-se zerar então os valores em que a frequência se encontra acima de 1575 Hz, metade da nova frequência de amostragem, que é de 3150 Hz. A nova frequência máxima (1575 Hz) corresponde ao índice $K_{\text{inicial}} = 4136$ no vetor Y (espectro). Para manter a simetria deve-se zerar o vetor até o índice de posição $K_{\text{final}} = 53776$ ($57910 - 4136 + 2$). 57910 corresponde ao tamanho do espectro e o +2 foi usado para garantir a simetria da parte negativa. Os cálculos das correspondências entre frequências e índices estão no código. Dividimos N por $7 \cdot 2 = 14$ pois a nova frequência máxima é metade da frequência subamostrada, essa que, por sua vez, é um sétimo da original. Tomamos a parte real do sinal z pois a média de suas componentes imaginárias teve ordem de 10^{-19} considerado desprezível.



- 5) Ao comparar o sinal y com o x , percebe-se que x perde um pouco de qualidade, saindo um pouco abafado, grave, como exposto na resposta 3. Mas comparando o sinal z subamostrado com o sinal x , ainda que ambos sejam abafados, o sinal z subamostrado tem um som mais limpo e mais próximo ao original y , sem um certo “arranhado” característico de x . Isso comprova que nossa operação de anti-aliasing teve sucesso. Também comparando o sinal z com o sinal z subamostrado observamos que ambos são graves e muito próximos, muito mais próximos entre si do que x e y , mostrando não só que a subamostragem funciona melhor após anti-aliasing adequado, mas também que o som característico grave no sinal z original é fruto da remoção de frequências mais altas e não da subamostragem.