Processamento Digital de Sinais e Aplicações em Acústica
Soluções para Tutorial 2 - Sinais e Sistemas

https://github.com/fchirono/Aulas_PDS_Acustica

1 Preliminares de Python

1.3 Operações com Sinais

A onda senoidal pode ser gerada usando o mesmo código mostrado no Tutorial 1. Qualquer frequência abaixo de $f_s/2$ deve estar correta, mas lembre-se de ajustar a escala de tempo dos seus gráficos para que os períodos da onda senoidal sejam claramente visíveis. Para gerar o sinal de ruído branco, use a função `numpy.random.randn`.

Como exemplo, a Figura 1 mostra uma onda senoidal de 200 Hz com amplitude unitária e um sinal de ruído branco; a Figura 2 mostra a soma, multiplicação, raiz quadrada e quadrado desses mesmos sinais.

2 Sistemas

2.1 Sistemas Variantes/Invariantes no Tempo

Os impulsos podem ser gerados criando um vetor de zeros e atribuindo o valor 1 à n-ésima amostra; veja a função `numpy.zeros`. Este não é o único método disponível, mas é provavelmente o mais simples.

A Figura 3 exibe os impulsos e as saídas do sistema quando esses sinais são aplicados a `Tutorial2.sistema1`. Como uma entrada $x[n]$ gera uma saída $y[n]$, mas uma entrada deslocada no tempo $x[n-K]$ **não** gera uma saída deslocada no tempo $y[n-K]$ (já que ambos os sinais de saída são diferentes), o sistema é portanto **variante no tempo**.

2.2 Sistemas Não Lineares

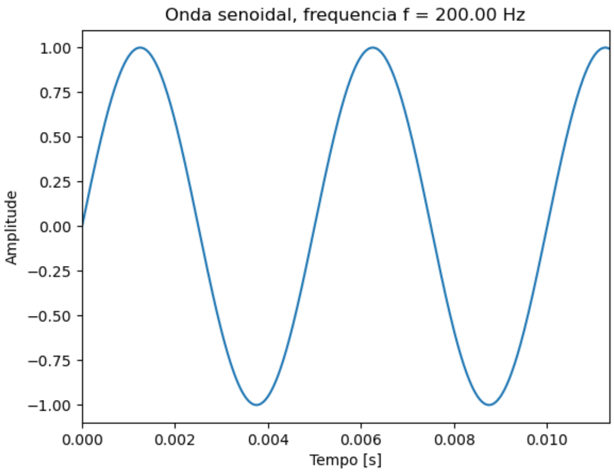
Vamos usar a onda senoidal e os sinais de ruído branco como sinais de teste para `Tutorial2.sistema2`. Testaremos o princípio da superposição, que afirma que para um sistema linear, $f(x+y) = f(x)+f(y)$. Podemos obter as respostas do sistema com o seguinte código:

A Figura 4 mostra os dois sinais de saída obtidos a partir deste código; como os sinais de saída não correspondem exatamente (e portanto $f(x+y) \neq f(x) + f(y)$), o sistema é **não linear**.

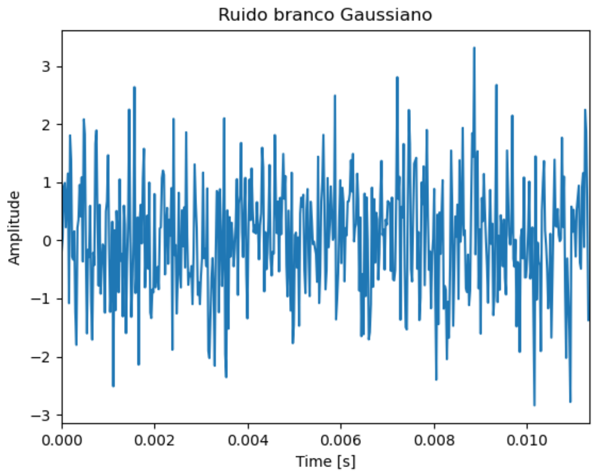
3 Energia e Potência de Sinais

1. Calcule a energia total e a potência média de $x(t) = A \cdot sin(2\pi \cdot 53 \cdot t)$.
   Energia: Como $x(t)$ é periódico, segue que $E \to \infty$.
   Potência:

$$P = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^{T} |A \cdot \sin(2\pi \cdot 53 \cdot t)|^2 dt = A^2 \cdot \lim_{T\to\infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^{T} \frac{1}{2}(1 - \cos(4\pi \cdot 53 \cdot t))dt = \frac{A^2}{2}$$

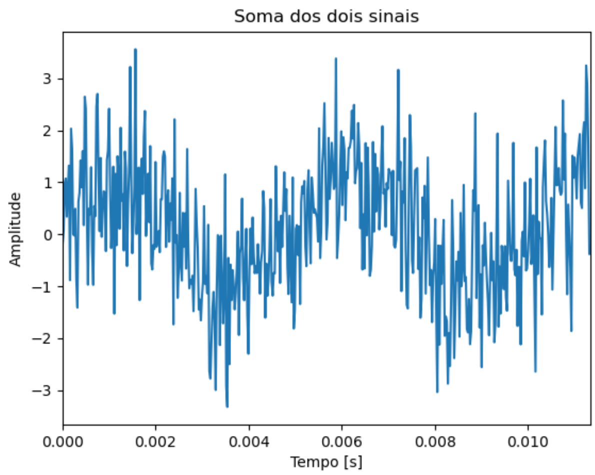


(a)

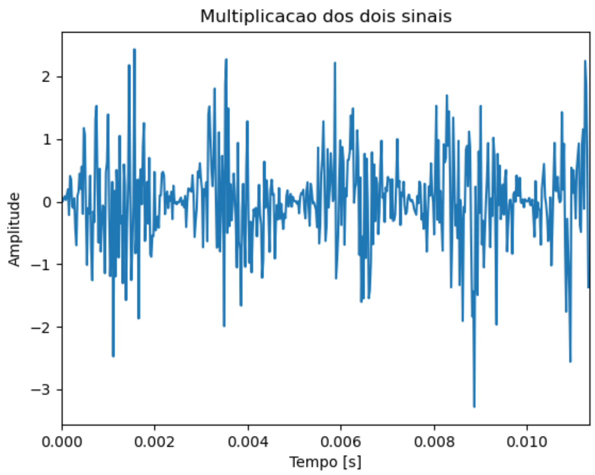


(b)

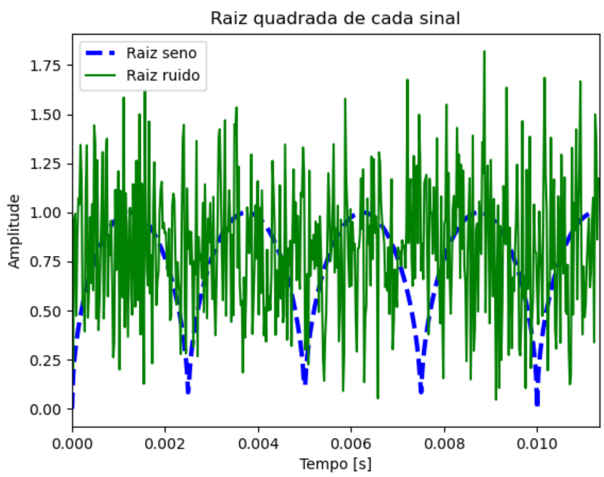
Figura 1: (a) Sinal tipo onda senoidal e (b) sinal ruído branco.



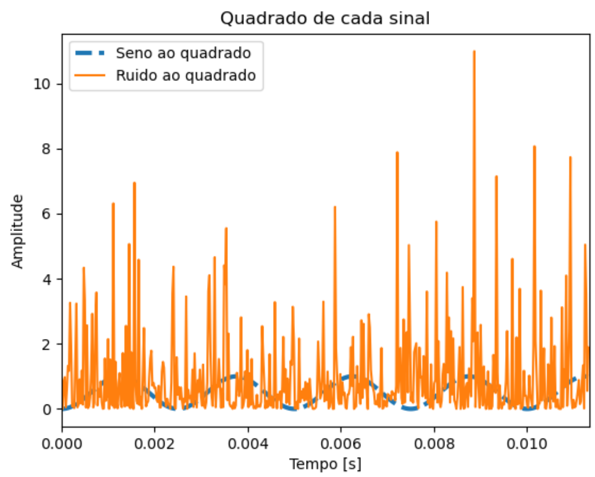
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 2: (a) Soma, (b) multiplicação, (c) raiz quadrada e (d) quadrado dos sinais mostrados na Figura 1.

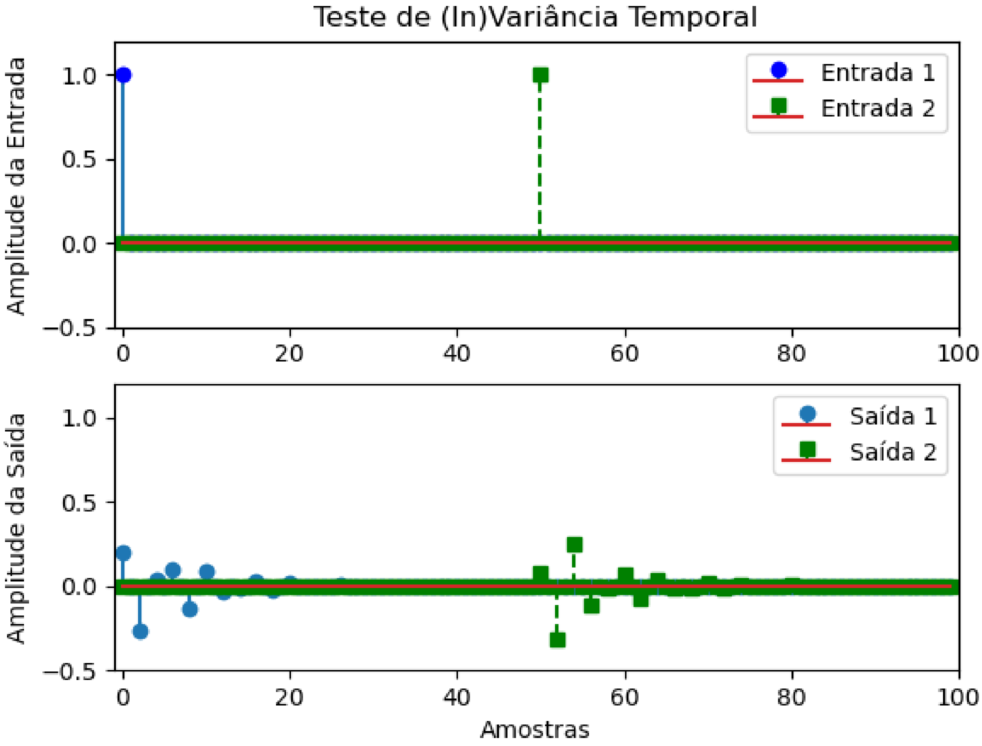


Figura 3: Teste de (in)variância no tempo para a função `Tutorial2.sistema1`.

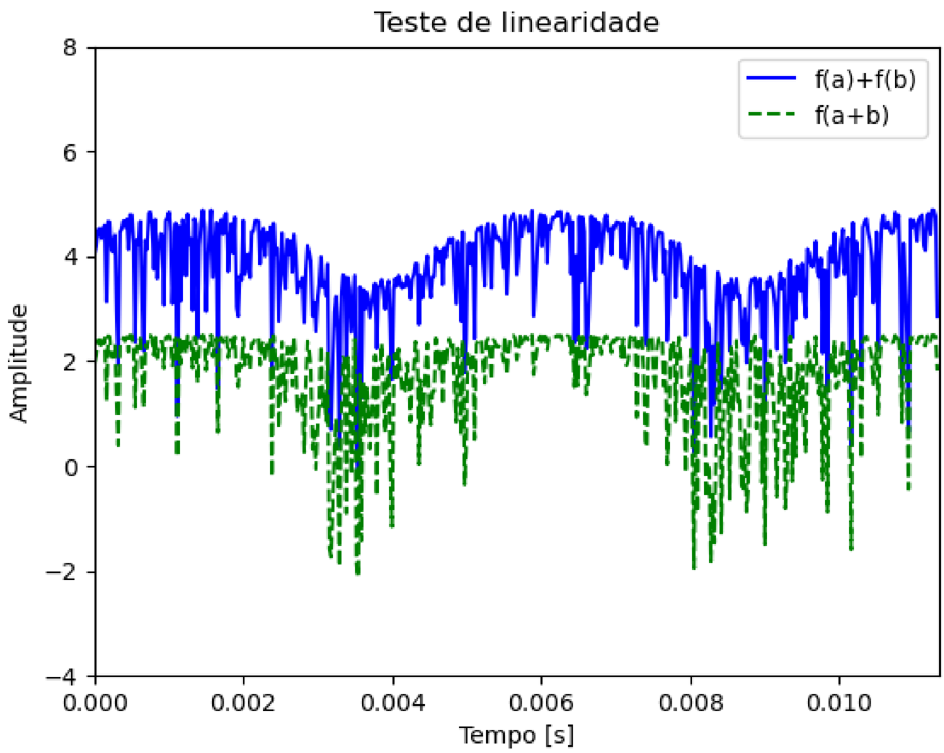


Figura 4: Teste de linearidade para a função `Tutorial2.sistema2`.

2. `energia_x1 = 9224.691695` e `potencia_x1 = 0.184494`.
3. Como o sinal é supostamente periódico, sua energia deve ser infinita! A potência será `potencia_x2 = 0.75`.