

# Encoding e Coerência

Alexandre Gomes Caldeira - 96701  
Departamento de Engenharia Elétrica,  
Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG  
E-mail: alexandre.caldeira@ufv.br

**Abstract**—Neste relatório é aplicada a função de coerência como métodos de análise de similaridade entre sinais no domínio da frequência. Exemplos numéricos computacionais são utilizados para demonstrar as medidas de similaridade entre sinais defasados e sinais manipulados digitalmente.

## I. INTRODUÇÃO

profundando na análise de sinais e sistemas no domínio da frequência, diante dos trabalhos anteriores em relação a análise, processamento e filtragem de áudios e imagens no domínio da frequência, um tópico importante neste contexto é a análise de similaridade de sinais, principalmente através de correlação cruzada da coerência [1].

A correlação cruzada é uma estatística objetiva que representa a similaridade entre dois sinais mediante um dado número de amostras. Similarmente, ao passo que a coerência tem o mesmo objetivo, se trata de uma medida em função da frequência. Ambas tem ampla aplicação na análise estatística exploratória de dados em sistemas altamente ruidosos como sonares, radares, sistemas biomédicos (ECG, EEG) e engenharia de características em aprendizado de máquinas.

## II. OBJETIVOS

Similarmente ao que foi feito em trabalhos práticos anteriores nessa disciplina referentes à coerência e análise de similaridade, este trabalho tem como objetivo geral apresentar a Coerência como metodologia de comparação de informação de similaridade entre dois sinais, conforme solicitado em [2].

## III. MATERIAIS E MÉTODOS

Matematicamente, a medida de coerência entre dois sinais em cada uma de suas frequências  $f$  é dada por:

$$\hat{\gamma}_{x_1, x_2}^2(f) = \frac{\left| \sum_{i=-1}^M X_i^*(f) \cdot Y_u(f) \right|^2}{\left| \sum_{i=-1}^M X_i^*(f) \right|^2 \cdot \left| \sum_{i=-1}^M Y_i^*(f) \right|^2} \quad (1)$$

de tal maneira que quanto menor o valor resultante, maior a diferença entre os sinais. Analogamente, quanto mais próximo de um, mais similares são os sinais X e Y em uma determinada frequência. Para demonstrar esse efeito, a função de coerência será aplicada à dois sinais senoidais conforme o código abaixo, vistos na Figura 1.

```
time = [0:0.0005:2];  
sinal_A = sin(2*pi*2*time) + 0.5*sin(2*pi*8*time);  
sinal_B = sin(2*pi*2*time) +  
0.5*sin(2*pi*8*time+90*pi/180);  
  
fs = 1/0.0005;  
F = linspace(0,fs/2,length(time)/2);  
  
A = abs(fft(sinal_A));  
B = abs(fft(sinal_B));  
  
[Cab,Fc] = mscohere(A,B, numel(time));
```

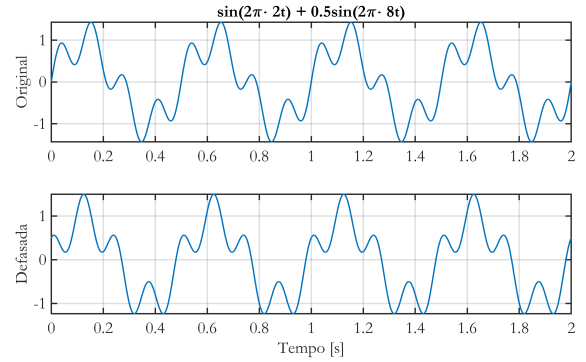


Fig. 1. Sinal senoidal utilizado no trabalho para demonstração das aplicações da coerência.

Finalmente, será calculada a coerência entre um sinal de áudio original e um sinal de áudio que foi convertido a mp3 e reconvertido para wav, de tal forma que parte de sua informação de frequência é perdida, como será demonstrado.

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme descrito nas seções anteriores e executando as diretrizes exigidas em [2], calculou-se primeiramente a coerência entre os sinais A e B do código apresentado, resultando na Figura 1. Nota-se na Figura 3 que apesar da defasagem, os sinais apresentam coerência unitária para todas as frequências, por terem a mesma magnitude, conforme esperado diante da Equação 1.

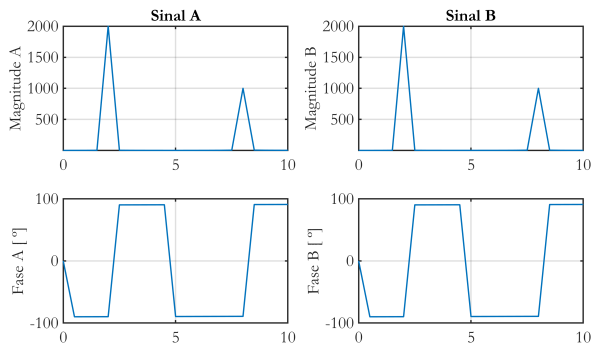


Fig. 2. Espectro na frequência do sinal senoidal estudado.

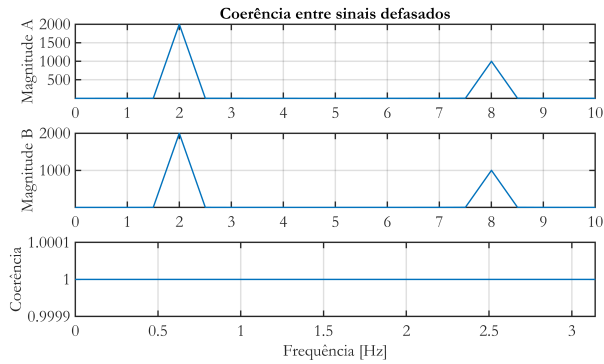


Fig. 3. Coerência entre o sinal original e defasado.

#### A. Encoding e perda de informação

Diferentemente dos sinais artificiais anteriores, para o sinal de áudio reconvertido, observa-se na Figura 4 que a coerência não é mais unitária para todas as frequências, pois parte de sua informação foi perdida no processo de conversão para mp3. Especificamente, na Figura 5, vê-se que há sim diferenças na magnitude dos sinais, principalmente diferenças em baixas frequências.

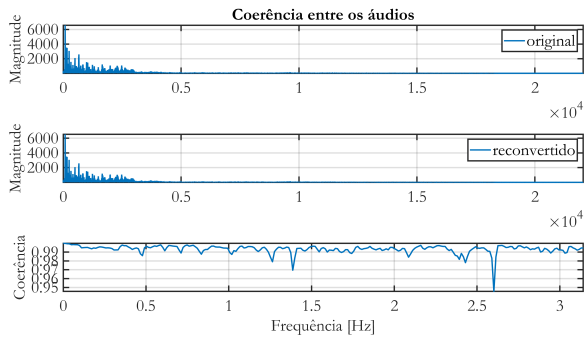


Fig. 4. Coerência entre o sinal original e defasado.

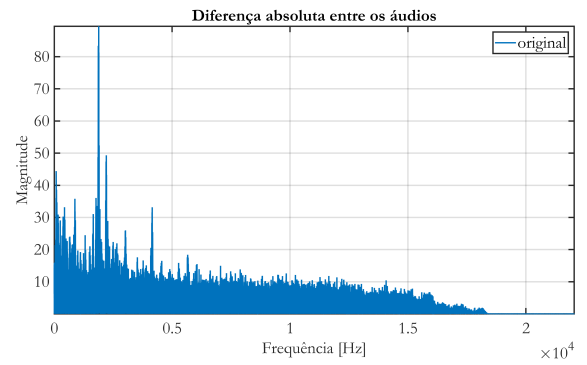


Fig. 5. Diferença de magnitude do sinal original e reconvertido, no espectro da frequência.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou aplicações da coerência para estudo de similaridade de sinais com respeito à sua magnitude no domínio da frequência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. V. Oppenheim, *Sinais e sistemas*. Prentice-Hall, 2010.
- [2] L. B. Felix, *Roteiro da Aula Prática 11: Coerência*. Departamento de Engenharia Elétrica Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal de Viçosa Universidade, 2022.