

## Sistemas Multimédia

2023/2024

### Guião 07

#### Processamento de um Sinal de Áudio (continuação)

1. Carregue para o *workspace* do MATLAB as variáveis contidas no ficheiro **Guitar03.mat** que se encontra disponível no Moodle. Este ficheiro contém a variável **x** (vetor com as amostras do sinal captado diretamente de uma guitarra elétrica, sem qualquer processamento) e a variável  $f_a$ , com o valor da frequência de amostragem (em Hz). Usando os auriculares, ouça o som produzido por este sinal executando a função:

`soundsc(x, fa)`

Usando a função Espetro (criada anteriormente) observe o espetro do sinal.

2. Execute no MatLab a seguinte linha de comando

```
>> teta=2*pi*(5000/fa);  
>> xr=x+ 0.6*cos(teta*(0:length(x)-1)'+0.1*pi);
```

Ouçá o sinal e explique o resultado tendo em conta o conteúdo de frequência do sinal (função espetro).

3. Considere um sistema com a seguinte função de transferência

$$H(z) = \frac{1 - 2\cos(\theta)z^{-1} + z^{-2}}{1 - 2R\cos(\theta)z^{-1} + R^2z^{-2}}$$

No MATLAB o sistema é descrito por duas variáveis que contêm os coeficientes dos polinómios do numerador e do denominador de  $H(z)$ . Para este caso considerando que  $teta$  é a variável da pergunta anterior e  $R=0.9$ , o sistema é representado por,

```
>>R=0.9; teta=2*pi*(5000/fa);  
>>num=[1 -2*cos(teta) 1];  
>>den=[1 -2*R*cos(teta) R^2];
```

- a. Escreva em MatLab uma função

```
[H, f]=respfreq(num, den, fa)
```

Sendo  $H$  o módulo da resposta em frequência entre  $-f_a/2 \leq f < f_a/2$ . Para obter os valores explore o comando `freqz`, em particular a forma seguinte

```
>>[H1, f1]=freqz(num, den, 1024, fa, 'whole')
```

b. Obtenha agora o sinal à saída do filtro (y). Sugestão use a função *filter*.  
Comente o resultado visualizando o espectro de y e ouvindo o sinal. Numa janela gráfica dividida com subplot() represente simultaneamente o conteúdo de frequência de xr, do módulo da resposta em frequência H, e o conteúdo de frequência de y.

c. O que é que acontece se a entrada for uma senoide de 1000Hz?

4. A função de transferência de um gerador de ecos

$$H(z) = 1 + az^{-D}$$

Neste caso a descrição no MATLAB é

```
>>num=[1 zeros(1,D-1) a]; den=1
```

a) Mostre que módulo varia entre 1-a 1+a

b) O eco é o sinal refletido por obstáculos que distam de pelo menos 17m da fonte sonora. Calcule um valor para D sabendo que a velocidade de propagação do som é 340m/s. Simule o sistema/filtro para a=0.9 tendo como entrada o sinal gravado em *Guitar03.mat* e/ou *vozportugues.wav*.

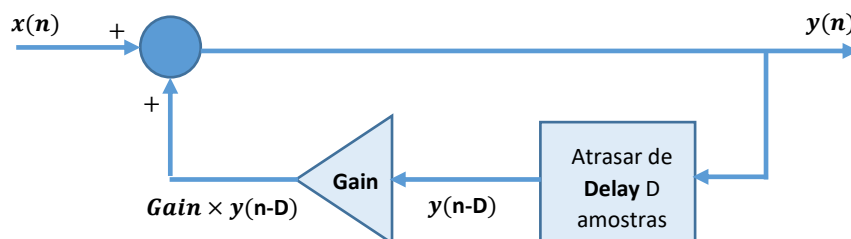
c) O modelo H(z) pode ser estendido para incorporar mais que uma reflexão

$$H(z) = 1 + \sum_{k=1}^K a^k z^{-Dk}$$

Prove que este modelo se pode escrever como

$$H(z) = \frac{1}{1 - az^{-D}}$$

Quando o número de reflexões K é infinita. Que pode ser representada através da seguinte figura.



d) O Modelo anterior pode ser usado para simular a reverberação numa sala. Estude a resposta em frequência para D=8 e a=0.9.

e) Aplique o a um dos sinais, mas considerando que D deve corresponder a um atraso de 10ms.