Laboratório 02: Amostragem e reconstrução de sinais discretos no tempo.

Pré-Lab e Aquecimento: É bastante aconselhável o estudante estudar e fazer o pré-lab e terminar as seções de aquecimento antes de ir para a prática.

1. Pré-Lab

Introdução:

A maioria dos sinais em nosso ambiente são no tempo, principalmente analógico e contínuo. Sendo assim, não é possível usá-los para processamento de sinal digital como DSP que lida com sinal discreto. Como DSP é incapaz de lidar com sinais de tempo contínuo que precisamos tomar amostras do sinal para torná-lo processo de poder com DSP. Novamente, como a amplitude do sinal pode ser qualquer valor, computadores digitais são incapazes de sentir todos os números fracionários infinitesimais. Como resultado temos de quantificar as amostras discretas para processá-los com DSP.

Amostragem:

A amostragem é um processo de conversão de um sinal de tempo contínuo num sinal de tempo discreto. Nós não podemos processar um sinal de tempo contínuo com um computador. Para converter um sinal contínuo num sinal discreto, amostras do sinal são tomados periodicamente.

Frequência de amostragem:

A frequência de amostragem é o número de amostras colhidas por minuto pela contínua ao conversor discreta. Se o período de amostragem é T, a frequência de amostragem será, $f_s = \frac{1}{T}$.

Se a frequência de amostragem é aumentada o número de amostras tomadas por minuto também será aumentada.

O Teorema de Nyquist:

O teorema de amostragem de Nyquist-Shannon é um resultado fundamental no campo da teoria da informação, principalmente em telecomunicações e processamento de sinais. O teorema é comumente chamado teorema da amostragem de Shannon. O teorema afirma que a reconstrução exata de um sinal de banda de tempo contínuo de suas amostras é possível se o sinal for de banda limitada e a frequência de amostragem é superior a duas vezes a largura de banda de sinal F_0. Caso contrário, a analise resultaria em x(n). A taxa de amostragem de $2F_0$ para um sinal limitado em banda analógica é chamado de Taxa Nyquist e correspondente intervalo de amostragem é chamado de intervalo Nyquist. O teorema também conduz a uma reconstrução fórmula eficaz.

2. Aquecimento

Exemplos de amostragem e reconstrução usando MATLAB:

Consider an analog signal $x_a(t) = \cos(10\pi t); 0 \le t \le 1$. MATLAB code when it is sampled at Ts = 0.01 is given below.

MATLAB Codes for Sampling:

```
t=0:0.001:1;
xa=cos(10*pi*t);
Ts=0.01;
N1=round(1/Ts);
n1=0:N1;
x1=cos(20*pi*n1*Ts);
subplot(3,1,1);
plot(t,xa,n1*Ts,x1,'o');
axis([0,1,-1.1,1.1]);
ylabel('x1(n)');
title('Sampling of x_{a}(t)using Ts=0.01');
```

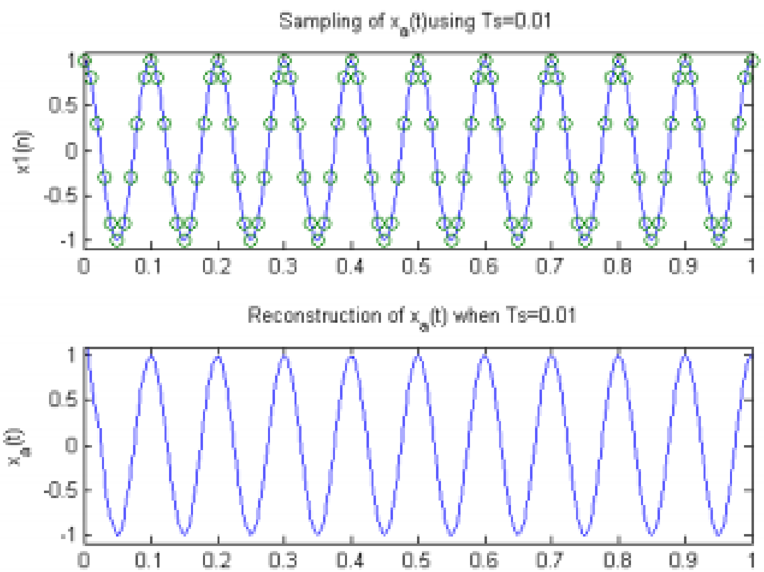
MATLAB codes for Reconstruction:

Reconstruction process can be described mathematically using an interpolating formula given as:

$x_a(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)\, sinc(F_s(t - nT_s))$, where $sinc(x) = \frac{\sin(\pi x)}{\pi x}$ is an interpolating function. The interpolating formula can be implemented in MATLAB as a *matrix-vector multiplication* operation. MATALB code for reconstruction using the above reconstruction formula is:

```
Ts=0.01; Fs=1/Ts;
xa1=x1*sinc(Fs*(ones(length(n1),1)*t-(n1*Ts)'*ones(1,length(t))));
subplot(3,1,1);plot(t,xa1);
axis([0,1,-1.1,1.1]);
ylabel('x_{a}(t)');
title('Reconstruction of x_{a}(t) when Ts=0.01 ');
```

The sampled and reconstructed signals are shown in the following figure:



3. Prática de Laboratório

Exercício 1: Amostragem e reconstrução:

Consider a sinusoidal signal as $x(t) = 2\cos(5\pi t) + \sin(20\pi t); 0 \le t \le 1.$

(a) Find the Nyquist sampling rate, F_s and Nyquist interval of the signal.
(b) Sample the above signal at $2F_s$, $1.01F_s$ and $0.5F_s$
(c) Reconstruct the signal using the above mentioned reconstruction method.
(d) Plot errors for each reconstruction case comparing to the original analog signal on a same figure. Comment on your results.
(e) Comment on your results.

Exercício 2: Observação do efeito de “aliasing”

Plot the following three functions on a same plot:

(a) $x_1(t) = \cos(6\pi t)$
(b) $x_1(t) = \cos(14\pi t)$
(c) $x_1(t) = \cos(26\pi t)$

Use t = nT, T=0.001 sec and n =1: 500 for plotting the analog signals.
Now sample the above three signals using sampling interval of Ts = 0.1sec. Plot these discrete time signals on the same plot. Explain your results.