

Trabajo Práctico N°6

Teoría de muestreo y conversión A/D – con Octave aplicado

Ejemplo 1

Considere la señal analógica siguiente, donde t está expresado en segundos:

$$x(t) = 3 \cdot \cos(100 \cdot \pi \cdot t)$$

Si la muestreamos con una frecuencia de muestreo de $f_m=880\text{Hz}$, tenemos que el periodo de muestreo vale $T_m=1/880\text{s}$. Si reemplazamos:

$$t = n \cdot T_m$$

Se obtiene que el periodo de la señal muestreada es 88 y se puede visualizar con el programa de octave:

```
clear;
t=-0.01:0.0001:0.01;
x = 3*cos(100*pi*t);
subplot(211);
plot(t, x);
Ts=1/880;
N=round(0.2/Ts);
n=round(-N/2:N/2);
ts=n*Ts;
xs = 3*cos(100*pi*ts);
subplot(212);
stem(ts, xs);
```

Actividad 1

Obtenga la frecuencia de la señal discreta $x[n]$ y compruebe que se trata de una secuencia periódica si la señal se muestrea con un período:

- $T = 1/300 \text{ s}$
- $T = 1/400 \text{ s}$
- $T = 1/540 \text{ s}$

Realizar en Octave/Matlab/Python las muestras de $x[n]$ en dos períodos junto con $x(t)$.

Actividad 2

Determine las tasas de Nyquist para las siguientes señales:

- $x(t) = \text{sinc}(20 \cdot t)$
- $x(t) = 4 \cdot \text{sinc}^2(100 \cdot t)$
- $x(t) = 8 \cdot \text{sen}(50 \cdot \pi \cdot t)$
- $x(t) = 4 \cdot \text{sen}(30 \cdot \pi \cdot t) + 3 \cdot \cos(70 \cdot \pi \cdot t)$
- $x(t) = \text{rect}(300 \cdot t)$
- $x(t) = 10 \cdot \text{sen}(40 \cdot \pi \cdot t) \cdot \cos(300 \cdot \pi \cdot t)$

Actividad 3

Si la señal $x_1(t)$ es de banda limitada a $F_1 \text{ Hz}$ y $x_2(t)$ es de banda limitada a $F_2 \text{ Hz}$, determine el máximo período de muestreo para muestrear $x(t)=x_1(t) \cdot x_2(t)$ sin aliasing.

Actividad 4

La señal analógica siguiente se muestrea idealmente con una frecuencia de 500 Hz:

$$x(t) = \text{sen}(450 \cdot \pi \cdot t) + 3 \cdot \text{sen}(1450 \cdot \pi \cdot t)$$

- Determine la frecuencia de Nyquist para esta señal.
- Calcule a qué frecuencia aparecen los alias debido al muestreo inapropiado.
- Si la señal es recuperada con un filtro pasa bajos ideal de ancho de banda 250Hz, ¿Qué frecuencias tendría la señal analógica construida?
- Realizar en Octave/Matlab/Python la gráfica del espectro (módulo) para las componentes de la señal muestreada.

Trabajo Práctico N°6

Teoría de muestreo y conversión A/D – con Octave aplicado

Actividad 5

Se muestrea en forma ideal la señal $x(t)$ con una frecuencia de muestreo $f_m=450$ Hz. Y dicha señal muestreada se pasa a través de un filtro pasa bajos con $B_w=150$ Hz.

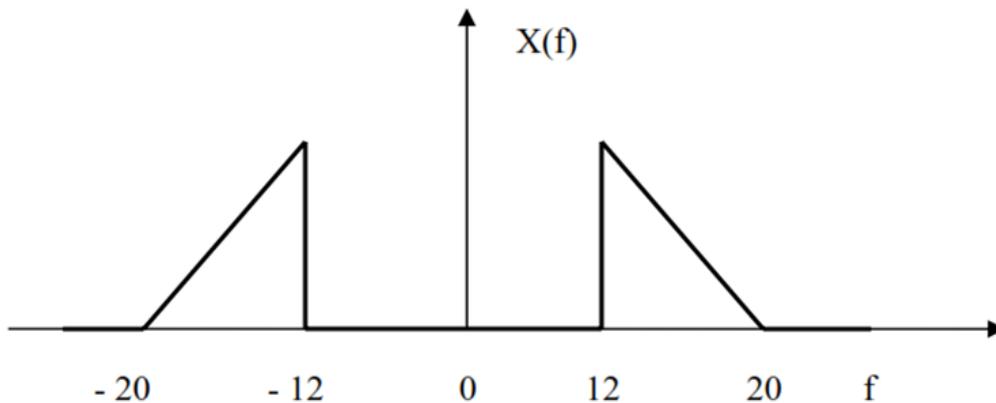
$$x(t) = \cos(2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot t) + \cos(2 \cdot \pi \cdot 220 \cdot t)$$

- ¿Qué componentes de frecuencia están a la salida?
- Realizar en Octave/Matlab/Python la gráfica del espectro (módulo) para las componentes de la señal muestreada.

Actividad 6

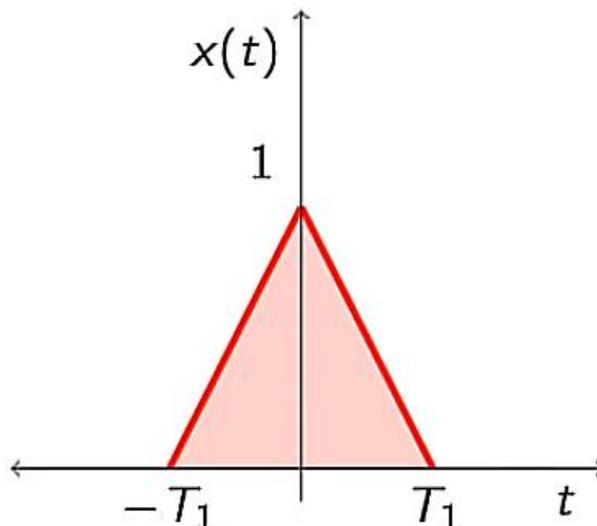
La señal cuyo espectro se ve en la figura, se muestrea en forma ideal para $f_m=20$ Hz.

- Grafique en Octave el espectro de la señal muestreada (módulo) para $|f| \leq 40$ Hz. ¿Se puede recuperar $x(t)$? De ser posible ¿Cómo?
- Repetir con $f_m=30$ Hz



Actividad 7

Esta señal $x(t)$ debe ser muestreado donde $T_1=0,004$ s.



- ¿Qué inconveniente surge si quiere aplicar el teorema del muestreo de Nyquist-Shanon? ¿Cómo lo solucionaría?
- Elija una frecuencia de muestreo apropiada para no generar solapamiento y grafique en Octave el espectro de la señal (módulo).

Trabajo Práctico N°6

Teoría de muestreo y conversión A/D – con Octave aplicado

Ejemplo 2

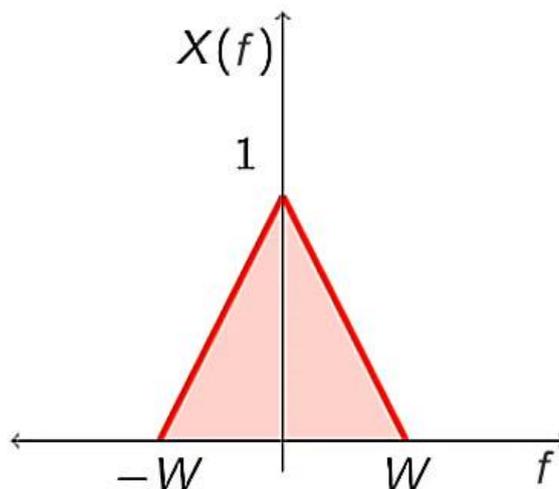
Una señal $x(t)$ posee un espectro con ancho de banda de 100Hz, se muestrea con f_m de 160Hz y 320Hz. La grafica de dicho espectro en modulo se puede obtener con estas instrucciones de Octvae/Matlab.

```
clear;
t=-450:1:450;
x = rect(t/200);
x1= rect((t-160)/200);
x2= rect((t+160)/200);
x3= rect((t-320)/200);
x4= rect((t+320)/200);
axis([-450, 450, -0.5, 1.5])
xticks(-450:50:450);
grid on;
hold on;
plot(t,x,"b", t,x1,"g", t,x2,"g", t,x3,"r", t,x4,"r");
hold on;
xm = fm(t);
stem(t, xm, "k")
```

Actividad 8

La figura muestra el espectro de una señal $x(t)$ que posee un ancho de banda de $W=1000$ H:

- Se muestreo para $f_m=1500$ Hz, grafique en Octave/Matlab/Python el espectro de la señal (módulo).
- Se muestreo para $f_m=2500$ Hz, grafique en Octave/Matlab/Python el espectro de la señal (módulo).



Ejemplo 3

```
%Muestreo-Cuantizacion-Codificacion
clear;
pkg load communications;

%El rango de la señal (Vmax-Vmin) se divide en N intervalos con un ancho
%delta = (Vmax-Vmin)/N
%Para este caso delta = |1-(-1)|/8=0.25

%El vector particion divide el rango de la señal de entrada en N intervalos
%y el vector posee N-1 elementos.
particion = [-1+0.25:0.25:1-0.25];

%El vector codigol divide el rango de la señal de entrada en N intervalos
%Asigna un valor de cuantificación a cada región definida en particion.
codigol = [-1:0.25:1-.25];
```

Trabajo Práctico N°6

Teoría de muestreo y conversión A/D – con Octave aplicado

```
%vector temporal y definciion de funcion a muestrear
t = [0:.02:1];
f=1;
signal = sin(2*pi*f*t);

%La cuantización es un proceso que, digitaliza una señal analógica.
%El proceso mapea valores de muestra de la entrada dentro de los intervalos
%del rango a diferentes valores comunes.
%El mapeo de cuantificación requiere una partición y un código.
%Utilice la función quantiz para mapear una señal de entrada a una señal
%cuantizada escalar.
[index1,quants1] = quantiz(signal,particion,codigo1);

%Se calcula el error1 entre el valor de la señal y el valor de cuantizacion.
error1=abs(signal-quants1);

%El vector codigo2 divide el rango de la señal de entrada en N intervalos
%diferentes al anterior, pero tambien contiene N-1 elementos.
%Asigna un valor de cuantificación a cada región definida con particion.
codigo2 = [-0.875:.25:08.75];

%La cuantización es un proceso que, digitaliza una señal analógica.
%El proceso mapea valores de muestra de entrada dentro de particiones de rango
%a diferentes valores comunes.
%El mapeo de cuantificación requiere una partición y un código.

%Utilice la función quantiz para mapear una señal de entrada a una señal
%cuantizada escalar.
[index2,quants2] = quantiz(signal,particion,codigo2);

%Se calcula el error2 entre el valor de la señal y el valor de cuantizacion.
error2=abs(signal-quants2);

%Se grafican los valores antes calculados.
subplot(2,1,1);
plot(t,signal,'x',t,quants1,'*',t,error1,'+');
axis([-0.1 1.2 -1.5 1.5]);
grid;

subplot(2,1,2);
plot(t,signal,'x',t,quants2,'*',t,error2,'+');
axis([-0.1 1.2 -1.5 1.5]);
grid;
```

Actividad 9

Para medir una temperatura entre 0 y 100°C, se dispone de una sonda que ofrece 10mV/°C. Si se desea una resolución de 1°C y una salida digital, determinar para el muestreo:

- El rango de entrada en mV
- El número de bits del CAD
- El grafico de las salidas del CAD y su error aplicando el ejemplo 3.

Actividad 10

Una señal de tensión triangular periódica de frecuencia 500Hz y amplitud $\pm 5V$ se desea muestrear de manera tal que la tensión entre dos muestras consecutivas no exceda a 1mV, que es la resolución del CAD del sistema. ¿Cuál es la mínima frecuencia de muestreo que satisface estas condiciones? ¿Qué número mínimo de bits debe tener el conversor? Si se muestrea con una frecuencia de 2000Hz. ¿Se podría reconstruir la señal a partir de sus muestras?