



2022

TECNOLOGÍA DE LAS COMUNICACIONES

TP TRES TEOREMAS

Alumnos : Riviello, Eugenio,
Dell Olio, Mauro
Tordoya, Gerardo
Orsingher, Pamela

1- ¿Qué dice el teorema de Fourier? De un Ejemplo.

Toda función periódica puede reducirse de sinusoides, sin que importe el grado de complejidad que presenten, que es lo que establece el teorema de Fourier.

Este teorema plantea que toda señal compleja periódica puede descomponerse en una suma de infinitas sinusoides en relación armónica cuya fundamental tenga el mismo periodo que la señal compleja que se está analizando.

Ej: $\text{Sen}(x) + (1/3) \text{sen}(3x) + (1/5) \text{sen}(5x) + (1/7) \text{sen}(7x)$

2- ¿Qué dice el Teorema de Nyquist para el muestreo?

El teorema de muestreo fue formulado por Nyquist en 1928, y demostrado por Shannon en 1949, y es una de las piedras fundamentales del tratamiento digital de señales.

La formulación más conocida del teorema es que para poder reconstruir una señal muestreada, la frecuencia de muestreo debe ser superior al doble del ancho de banda.

Supongamos una señal "real" del mundo físico, como por ejemplo una señal de audio o una electromagnética. En general, estas señales "reales" son variaciones en la medición de una magnitud.

Si yo quiero almacenar digitalmente esta señal analógica "real", no me cabe. Necesitaría memoria infinita para almacenar su infinito grado de detalle.

Así que de alguna forma tengo que simplificarla. Y simplificar, casi siempre, supone perder información.

La forma más sencilla e intuitiva de digitalizar nuestra señal "real" es muestrearla, es decir, tomar mediciones a intervalos regulares y almacenarlos. Esta lista de números, es nuestra señal digital.

3- ¿Qué dice el Teorema de Shannon? De un Ejemplo.

El teorema enunciado por Claude Shannon en 1948, establece el límite teórico para la compresión de una fuente de datos, así como el significado operacional de la entropía de Shannon.

Shannon intenta demostrar la relación entre una señal a ruido, sea cual sea la técnica de transmisión que se emplee.

Afortunadamente el resultado final del teorema de las comunicaciones de Shannon es una pequeña fórmula, fácil de aplicar y de recordar, y de consecuencias fundamentales para todos los sistemas de comunicaciones modernas:

$$C = B \times \log_2 \left(1 + \frac{S}{n} \right)$$

En la fórmula de Shannon, C es la velocidad máxima en bits por segundo, B es el ancho de banda en Hz y S/N es la relación señal a ruido (señal/ruido), sin unidades. Para cualquier sistema de transmisión con un determinado

ancho de banda y con una relación dada de señal a ruido, el teorema de Shannon limita la velocidad máxima en bps que se puede obtener. Por ejemplo, en un sistema de comunicaciones como es la telefonía analógica, que utiliza un ancho de banda de 3100 Hz (300-3400) y tiene una relación de señal a ruido de unos 35,5 dB (la señal es aproximadamente 3548 veces mayor que el ruido), la velocidad máxima que se podrá obtener será de:

$$C = 3100 * \log_2 \left(1 + \frac{3548,13}{1} \right)$$

$$C = 3100 * \frac{\log_{10} 3549.13}{\log_{10} 2}$$

$$C = 3100 * 11.7923 = 36559bps$$

4- ¿Qué mide el bit?

El bit mide la información, es una unidad de información. A más bits, más información.

Un bit puede tomar dos valores 0 y 1 por lo cual es muy adecuado para definir el estado de los sistemas que puedan tomar dos valores.

Podemos decir que un mensaje, en sistemas binarios, es un conjunto de ceros o unos. Este mensaje, está compuesto por un código, que también es un conjunto de ceros y unos que luego con la aplicación de ciertas reglas de formación se puede interpretar el mensaje.

5- ¿Qué mide la entropía de una fuente de señales?

Mide el nivel de compresión que podemos obtener como máximo para un conjunto de datos, si consideramos como fuente a un archivo y obtenemos las probabilidades de ocurrencia de cada carácter en el archivo podremos calcular la longitud promedio del archivo comprimido, se demuestra que no es posible comprimir estadísticamente un mensaje/archivo más allá de su entropía.

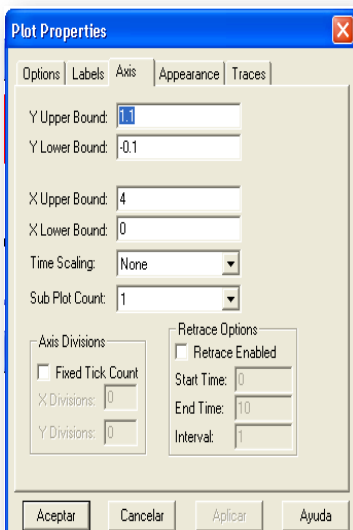
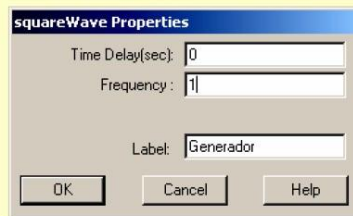
6- Defina Ruido Térmico.

Se genera por el movimiento térmico al azar de los portadores de cargas, generalmente estos son los electrones dentro de un conducto, que causan ruido térmico y es inevitable.

7) Con Simulador VisSim. Abra el VisSim 5.0 comm, con hoja en blanco y agregue un generador de onda cuadrada y dos graficadores (plot)

a) Configuración inicial

Inserte un generador de onda cuadrada
Block - Signal Producer - squareWave
Abra el generador con un doble click
 Time Delay : 0
 Frecuencia : 1

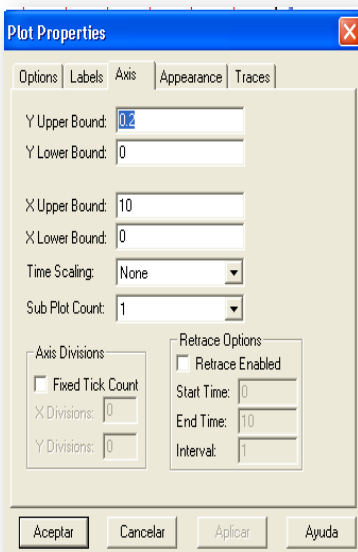


Inserte un graficador block - signal consumer – plot

Abra el Graficador En la solapa Axis Y Upper bound 1.1

Y Lower Bound -0.1

Note que se eligen los límites del eje Y de forma tal que el grafico no quede apoyado sobre el eje de las Xs



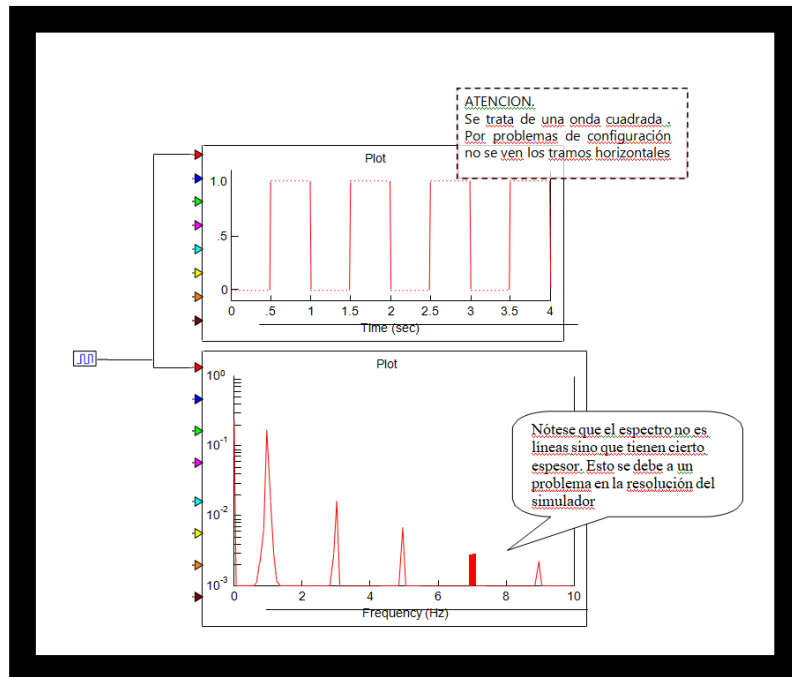
Inserte otro graficador pero esta vez configúrelo como “frequency Domain”

“Y Upper bound”=0.2 “X Upper Bound”= 10.

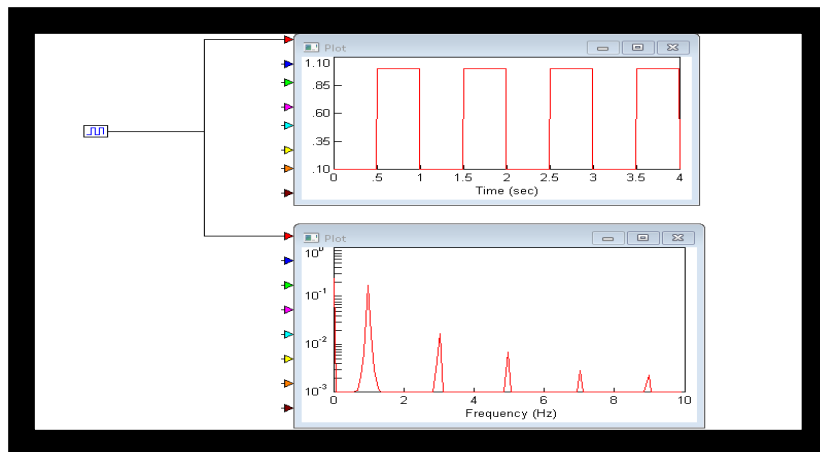
“Y Lower bound”= 0”

“Y Lower Bound”= 0

Conéctelo también al generador de onda cuadrada. Hágalo correr con F5. Deberá obtener un gráfico similar que se presenta a continuación.



RESPUESTA:



8) Sobre el gráfico de Forma de Onda y Espectro

a) Lea el período de la señal en el gráfico en función del tiempo.

T (periodo) = _____ seg

RESPUESTA: T(periodo) = 1 seg

Calcule de Frecuencia de la señal $(1 / T) = \text{Hz}$

RESPUESTA :La frecuencia de la señal es $(1/T) = (1/1)$ que seria en $= 1 \text{ Hz}$

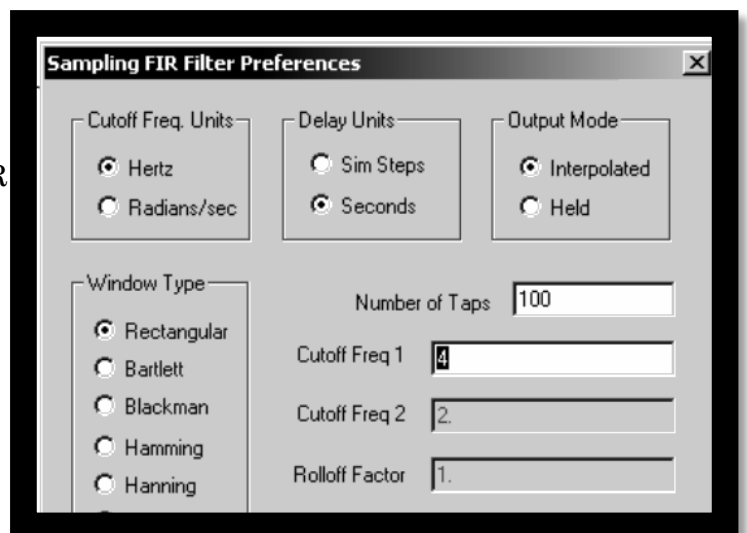
b) Del grafico en función de la frecuencia (espectro) complete la tabla siguiente y compárela con la tabla obtenida (mida la amplitud de las componentes con una regla sobre la pantalla de la PC)

RESPUESTA: Esta es la frecuencia amplitud medido con la regla desde la pantalla

Frecuencia	Amplitud
1	0.5 cm
3	2.0 cm
5	3.5 cm
7	5 cm
9	6.5 cm

9) Inserte
un filtro de
4KHz

Comm - Filters - Sampling FIR



- Configúrelo como se indica en la figura anterior (Con frecuencia de corte 4 Hz, con 100 taps y como "lowpass filter").
- Inserte dos graficadores como en el caso aterior (uno para función del tiempo y otro en función de la frecuencia) a la salida del filtro, tal como se indica.

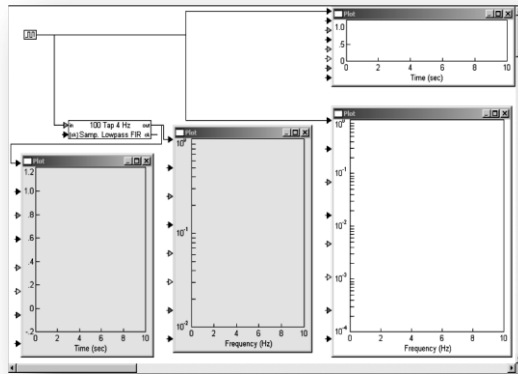


Figura SOLO para orientar en la ubicación de los componentes, no tomar en cuenta las escala.

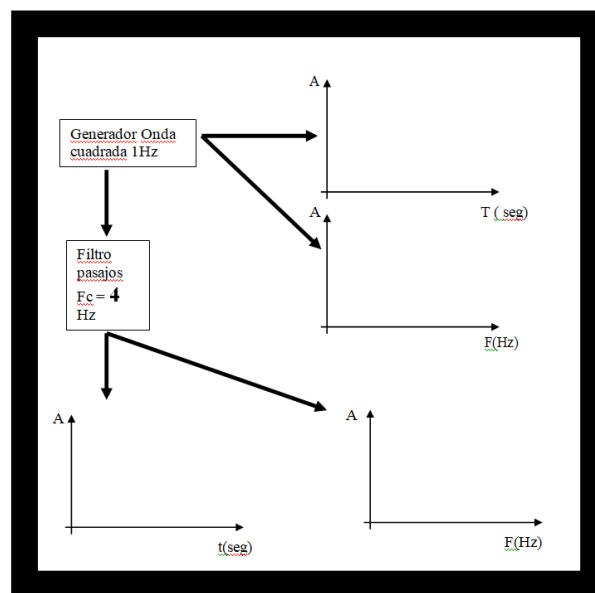
Del filtro solo conecte la

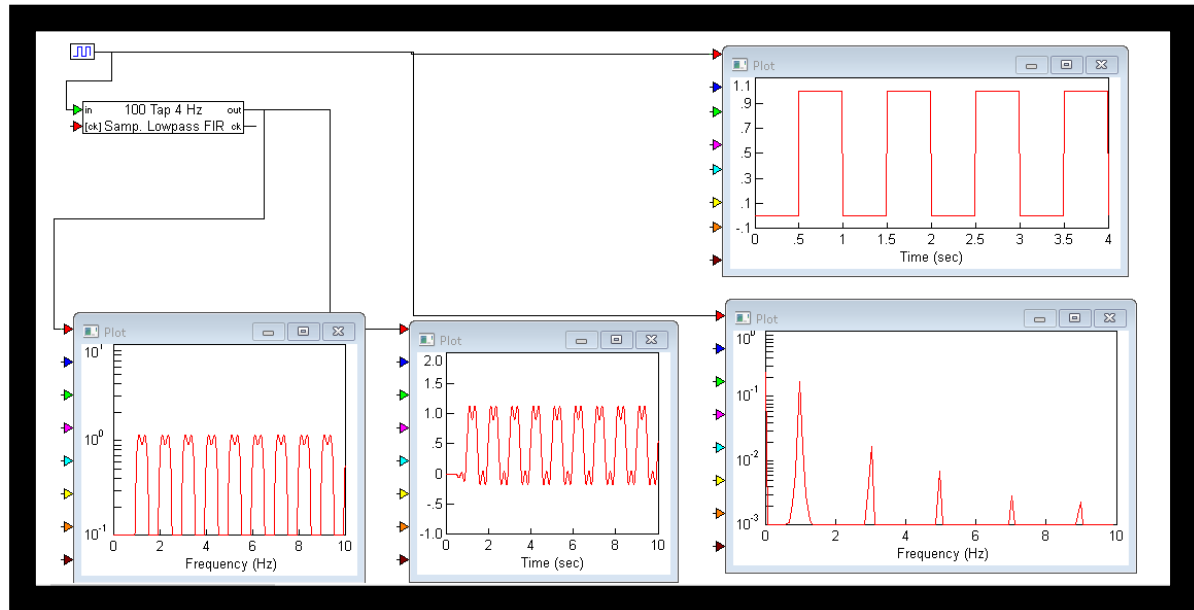
Importante: Tenga cuidado al configurar los límites de los ejes en los diagramas de forma tal de obtener formas entendibles.

- Inicie la simulación con F5 y complete la pantalla, dibujando sobre la siguiente figura:

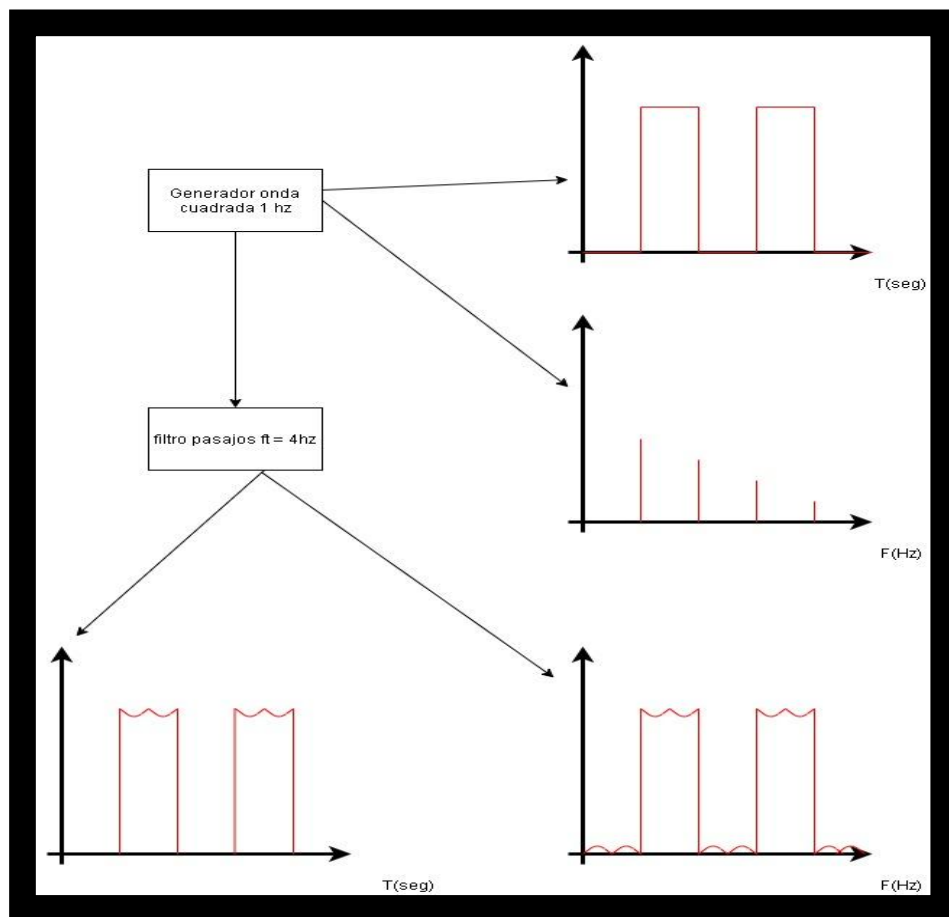
De lo que obtenga de este dibujo deberá luego sacar conclusiones. Por tanto:

- Sea muy prolijo
- Dibuje lo que vea lo más exactamente posible
- Elija escalas que le permitan entender lo que está ocurriendo Intente prever lo que se graficará y compruebe luego el resultado



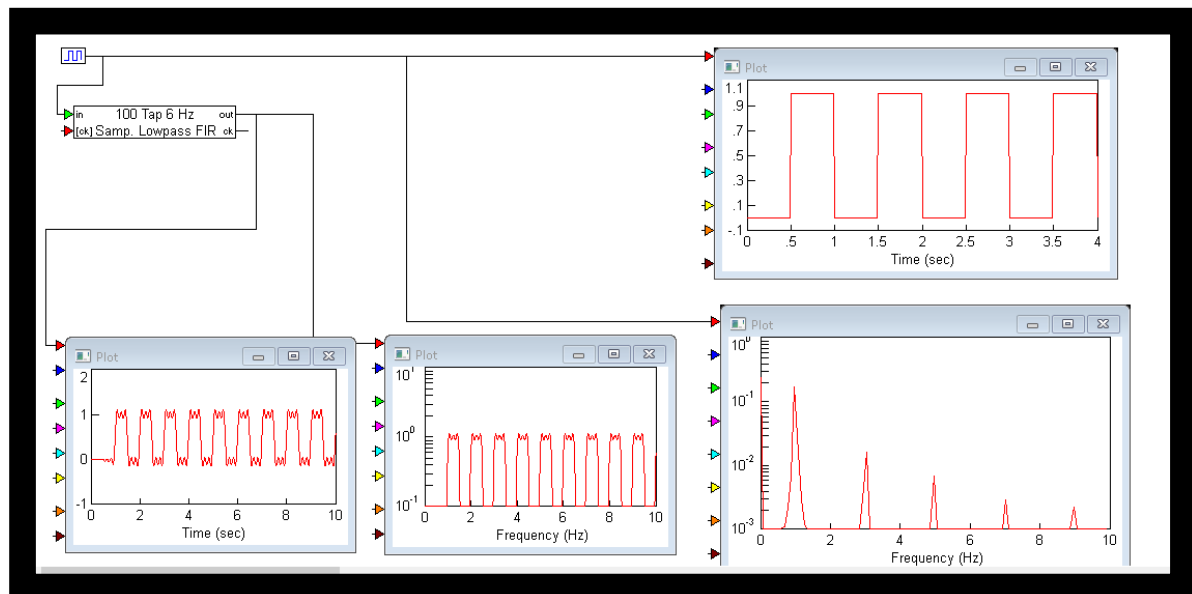
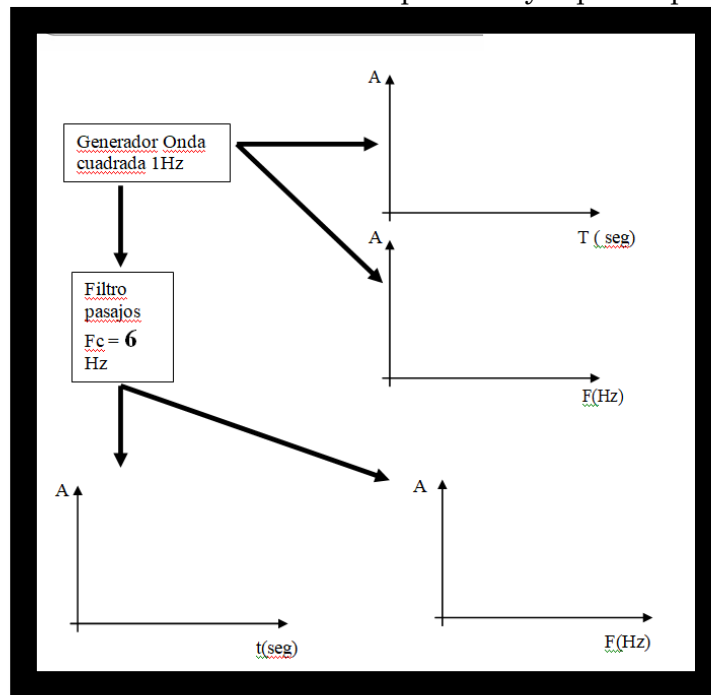


Así sería con el filtro de 4 Hz

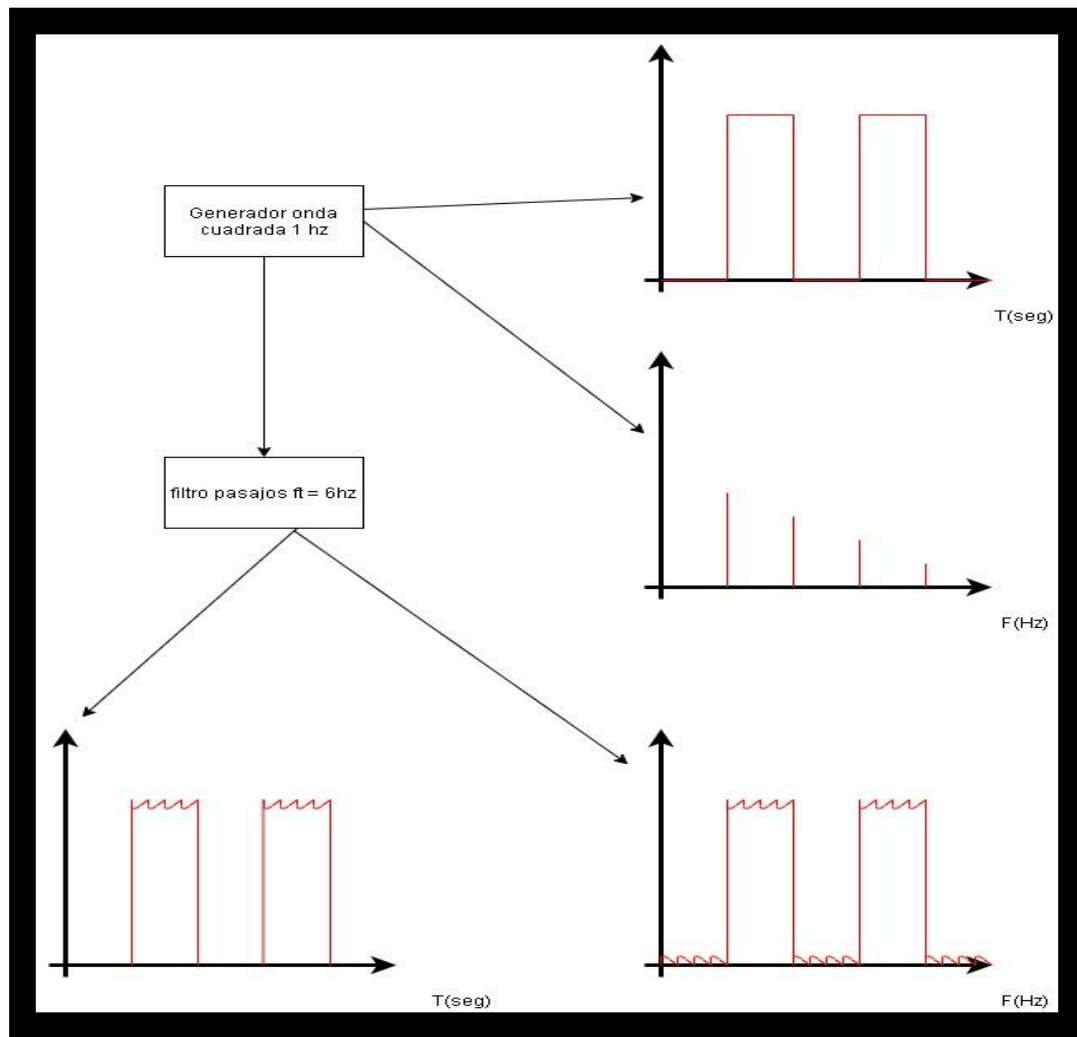


Este es el dibujo echo a mano con el filtro de 4 Hz

Cambie la frecuencia de corte del filtro por 6 Hz y repita el punto anterior.



Y este sería con el filtro en 6 Hz



Y este es el dibujo echo a mano con el filtro de 6 Hz

- a) Compare los gráficos de forma de onda para filtrado en 4 y en 6 Hz. ¿Que observa? ¿ Porque ocurre?

En los gráficos de onda lo que principalmente se puede observar es que la de 4 Hz tiene menos ondulación que el de 6 Hz. Eso se da así ya que al ir aumentando los Hz hacia infinito hace que tenga más ondulaciones acercándose a ser casi una línea.

- b) Compare los gráficos de espectro para filtrado en 4 y en 6 Hz. ¿Que observa? ¿Porque ocurre?

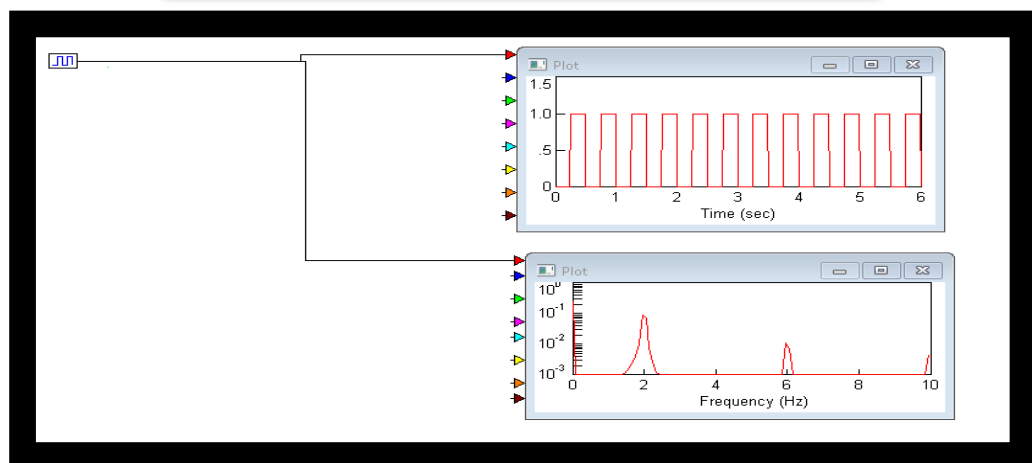
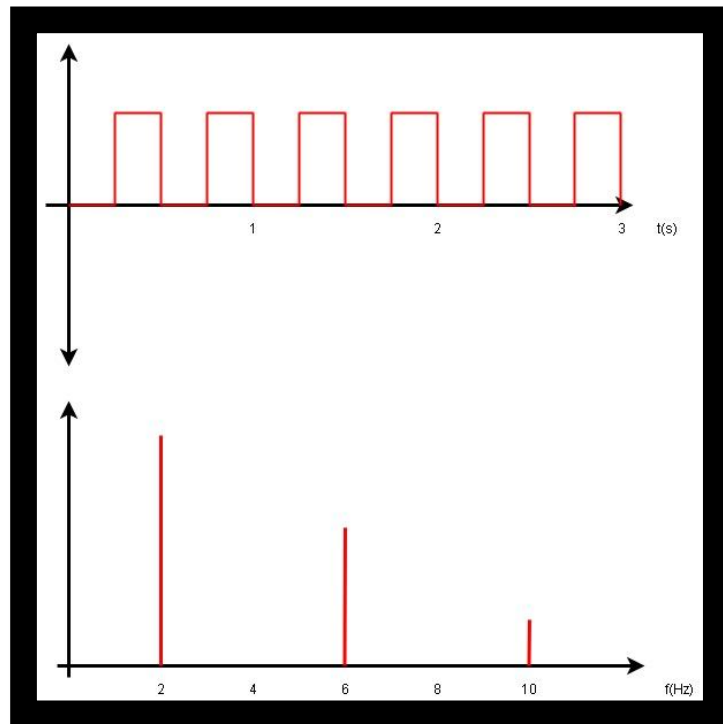
En los gráficos de espectros al igual que en el punto anterior podemos notar que de la variación de los 4 Hz a los 6 Hz se aumenta la cantidad de onda.

10) Ejercitación y Problemas

- a) Dibuje una onda cuadrada de 2 Hz, Tanto en función del tiempo como de la frecuencia. Indique escalas en los ejes.

NOTA: Sea muy prolijo en los dibujos

- a) Arme lo mismo con el VisSim e imprima y pegue los gráficos obtenidos.



- c) Al comparar los gráficos no veo que haya demasiadas diferencias ya que los que hice a mano y los que arrojó el VisSim a mi entender son lo mismo.

11)

Muestreo

Antes de hacer este punto se recomienda ver el video

Según el Teorema de muestreo de Nyquist toda señal limitada en banda se puede recuperar completamente muestreándola al doble de

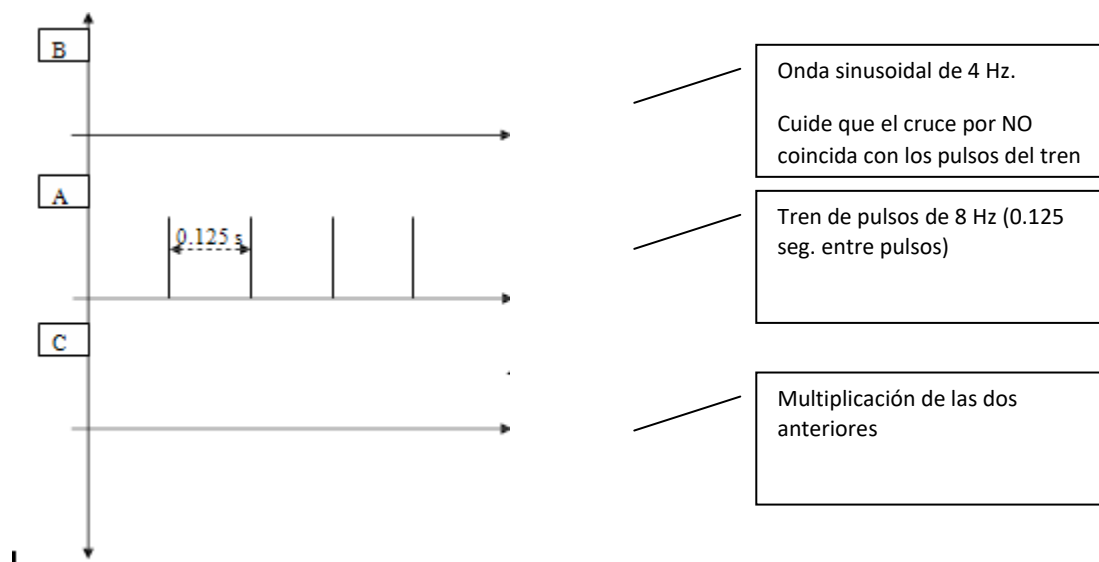
su máxima frecuencia. Por ejemplo: una señal de 4Hz se deberá muestrear al menos a 8Hz para poder recuperarla.

Expliquemos mediante gráficos:

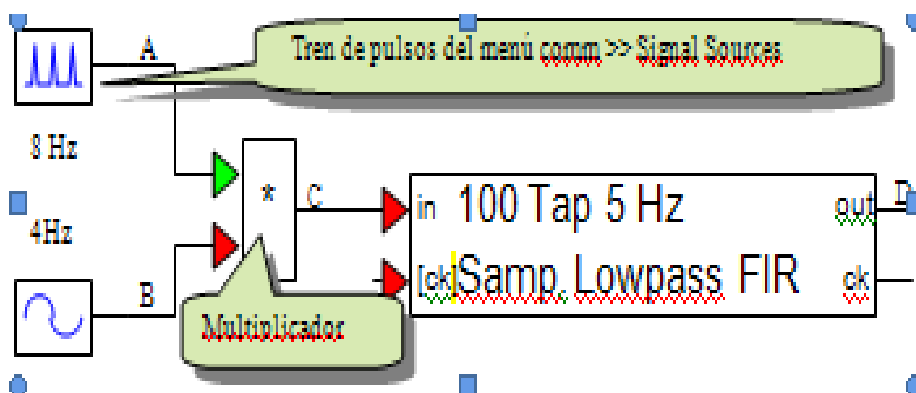
En los ejes A se tiene un tren de pulsos de amplitud 1 con un periodo de 0,125 seg es decir 8 pulsos por segundo (8Hz)

En los ejes B se pide dibujar una onda seno que pueda según Nyquist ser muestreada por el tren de pulsos anterior, esto es de al menos 4 Hz. MUY IMPRTANTE: cuidar que el cruce por cero no sea coincidente con el tren de pulsos.

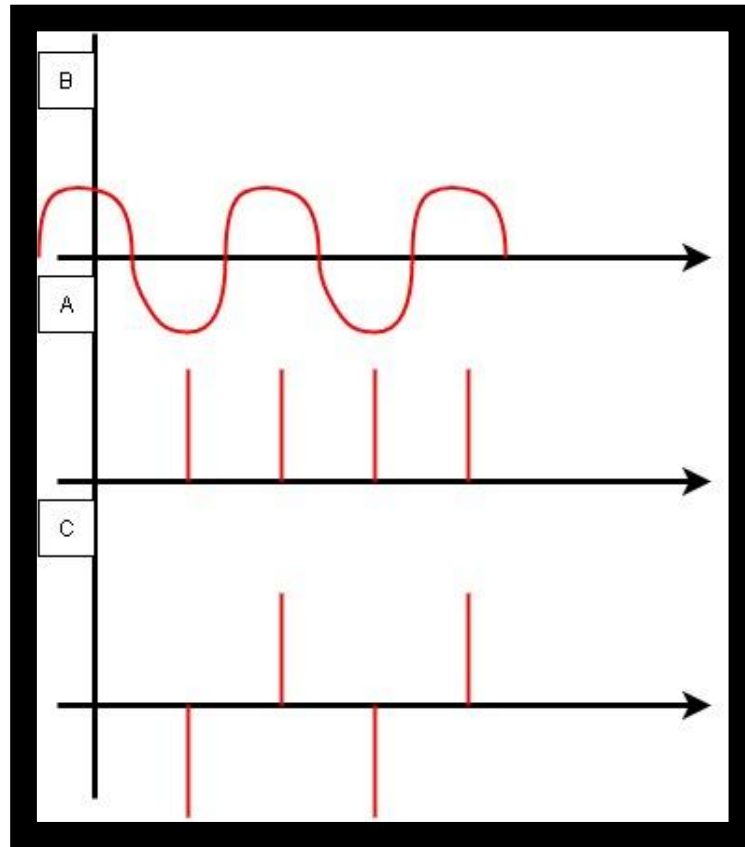
En los ejes C: Se pide dibujar el producto $A \times B$. Note que solo habrá salida durante el tren de pulsos, por ello se debe cuidar que el cruce por cero de la onda seno no coincida con los pulsos, de lo contrario no se tendrá salida nunca.



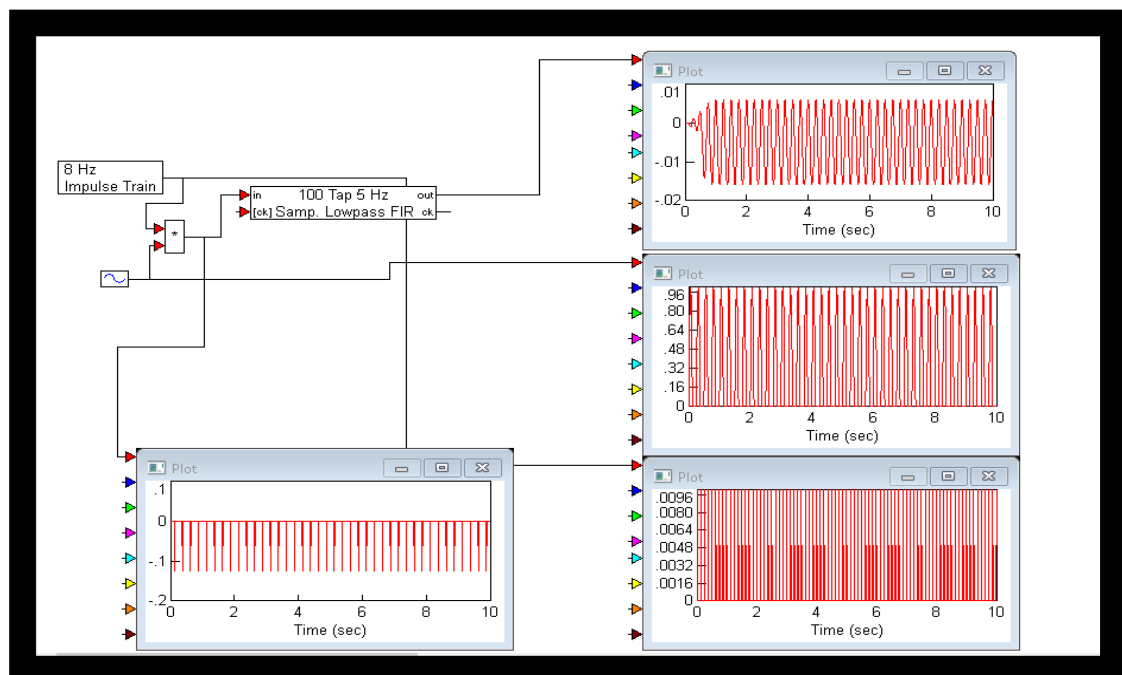
En el Simulador VisSim arme el esquema indicado, agregue los graficadores para ver los puntos de interés A, B y C. F5 para correr la simulación.



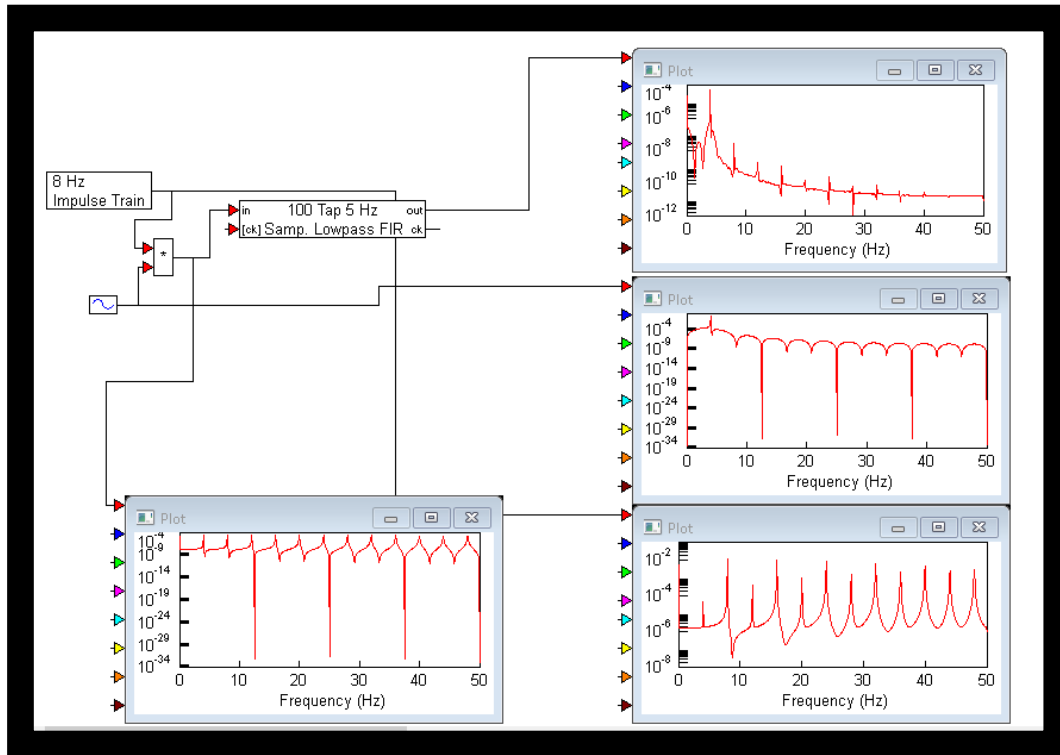
Este es el grafico hecho a mano



Este es el tiempo echo en el VisSim



Esta es la frecuencia echa en el VisSim



12)

- a) Con el applet Fourier presente una señal de ruido (mediante el botón NOISE). ¿Qué característica de amplitud y fase observa?

No se observan ninguna relación en particular, las amplitudes son aleatorias y las fases también. Estos son el tiempo y la frecuencia en el VisSim.

