



2022

TECNOLOGÍA DE LAS COMUNICACIONES

TP TRES TEOREMAS

7 (Siete)

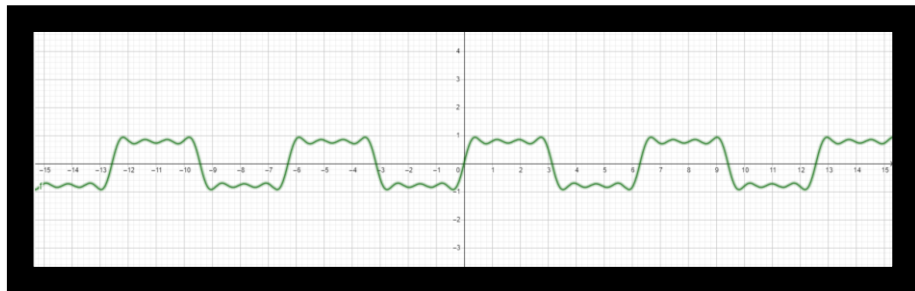
Alumnos : Riviello, Eugenio,
Dell Olio, Mauro
Orsingher, Pamela

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?

Es la unidad de medida de la información, que equivale a la selección entre dos alternativas que tienen el mismo grado de probabilidad.

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.

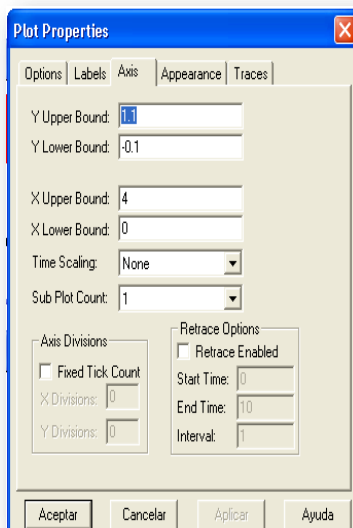
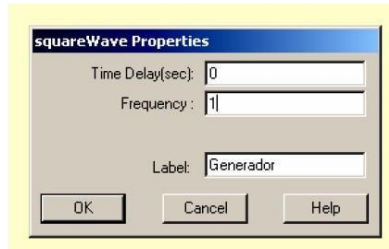
6- Defina Ruido Térmico.

Es la vibración de las moléculas libres dentro de un material conductor. En cada conductor a una temperatura por encima del cero absoluto, los electrones están en movimiento aleatorio. De este modo, al subir la temperatura el movimiento de las moléculas aumenta generando ruido Térmico. Generalmente estos son los electrones dentro de un conductor.

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

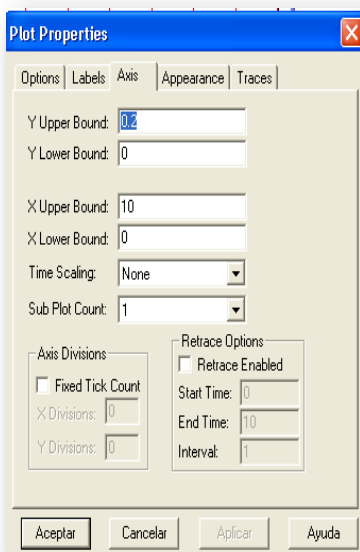


Inserte un graficador block - signal consumer – plot

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



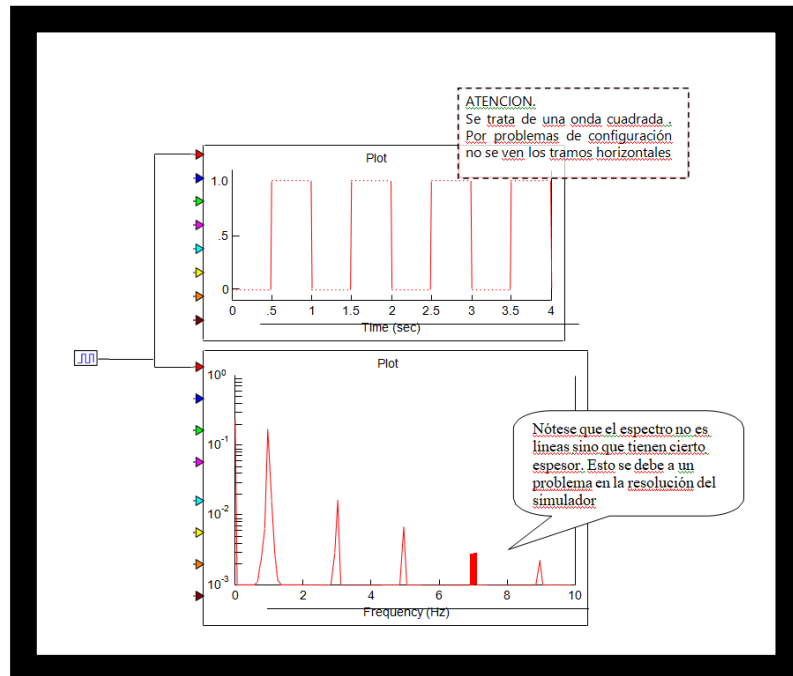
Inserte otro graficador pero esta vez configúrelo como “frequency Domain”

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

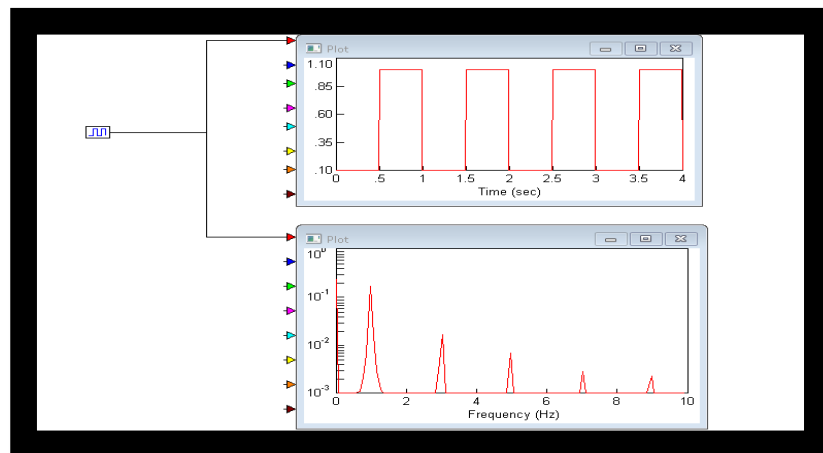
“Y Lower bound”= 0”

“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.

RESPUESTA: $T(\text{periodo}) = 1 \text{ seg}$

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

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

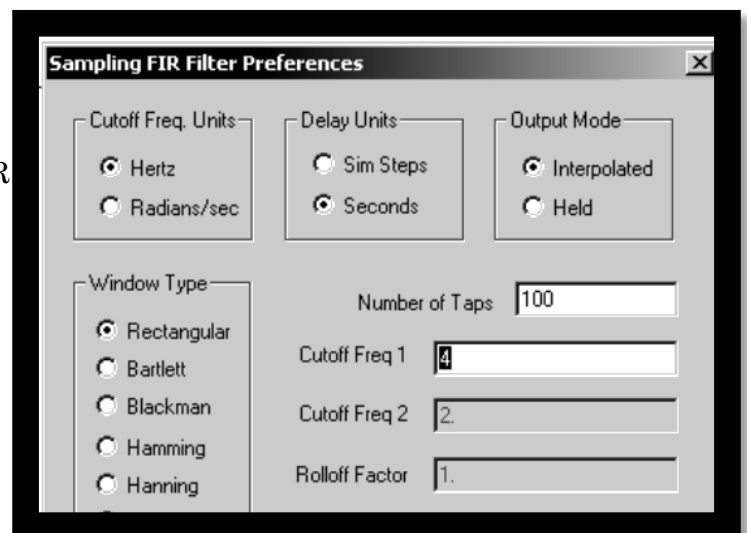
b) Del grafico en función de la frecuencia (espectro) complete la tabla siguiente y compárela con la tabla obtenida (mida la amplitud de las componentes con una regla sobre la pantalla de la PC)

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

Frecuencia	Amplitud
1	6
3	4,5
5	3.2
7	2
9	0,6

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 anterior (uno para función del tiempo y otro en función de la frecuencia) a la salida del filtro, tal como se indica.

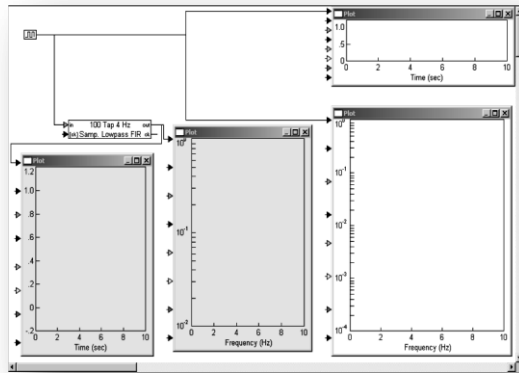


Figura SOLO para orientar en la ubicación de los componentes, no tomar en cuenta las escala.

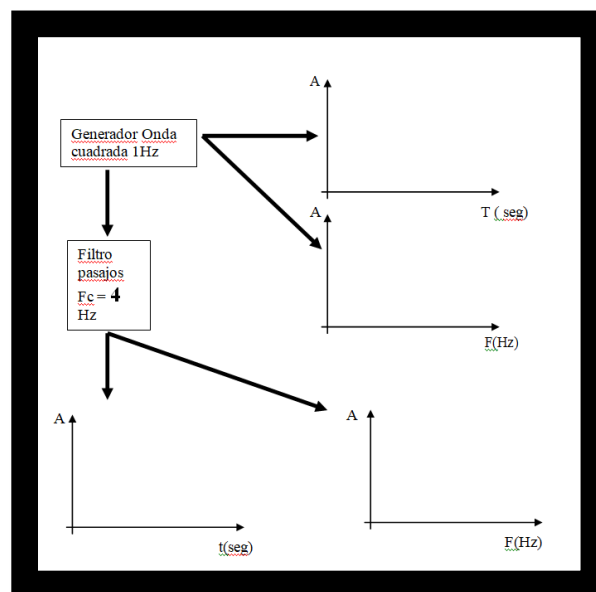
Del filtro solo conecte la

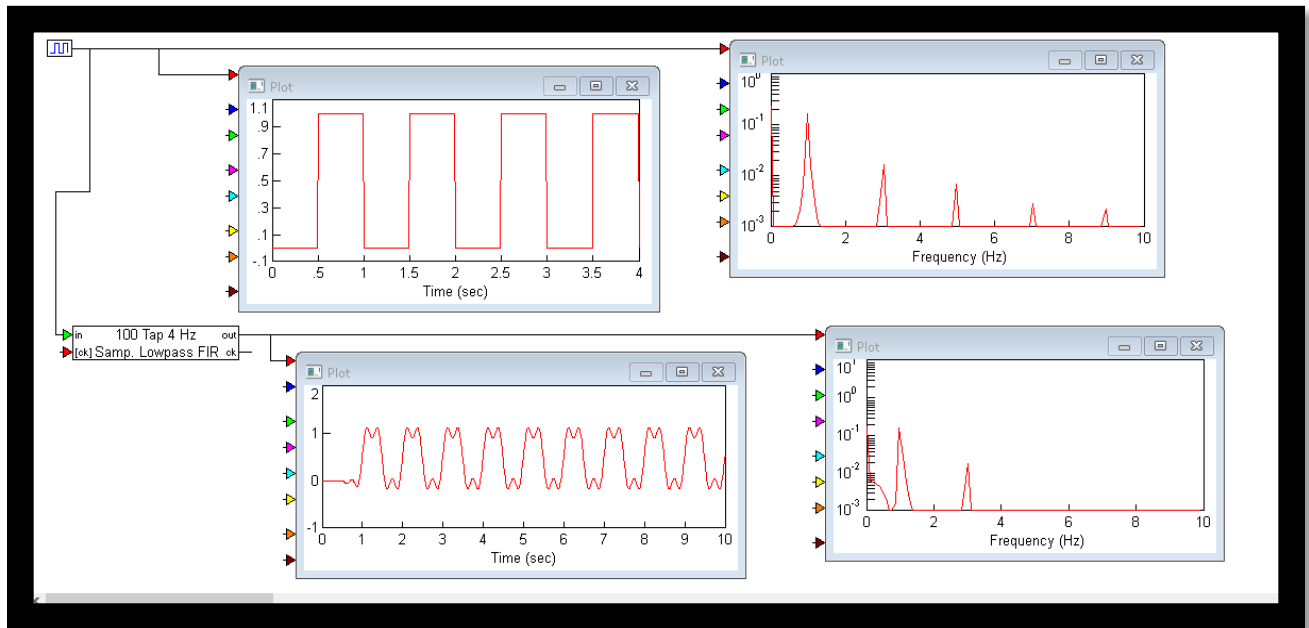
Importante: Tenga cuidado al configurar los límites de los ejes en los diagramas de forma tal de obtener formas entendibles.

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

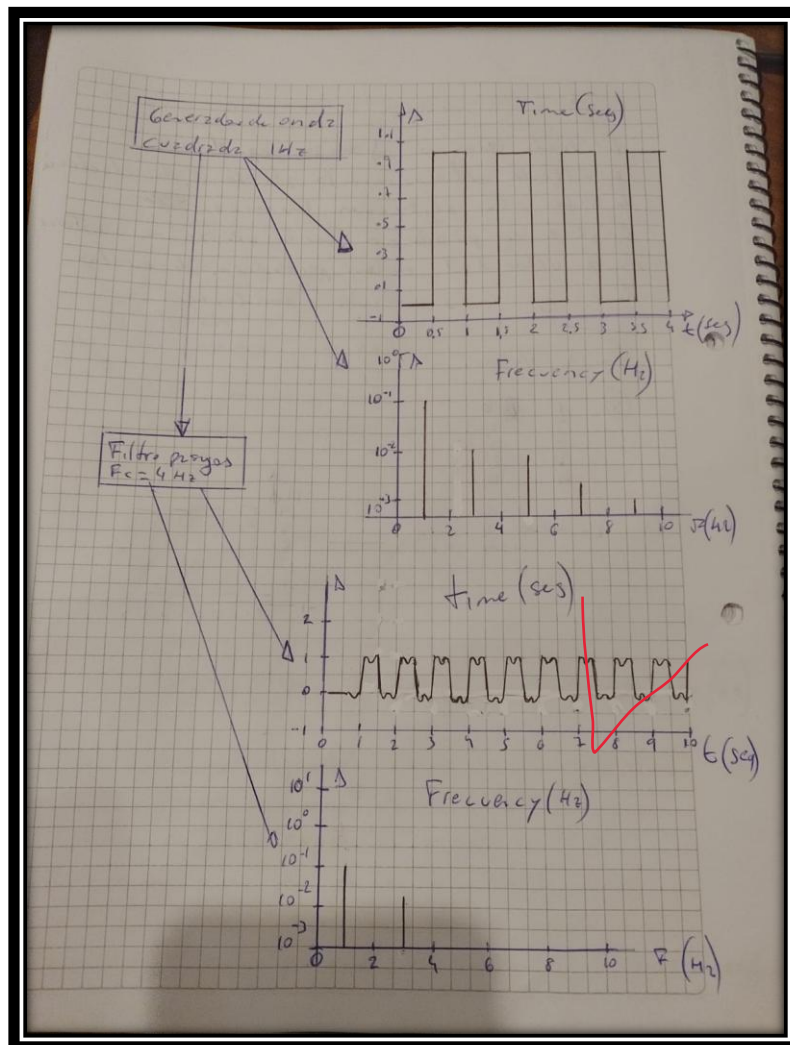
De lo que obtenga de este dibujo deberá luego sacar conclusiones. Por tanto:

- 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



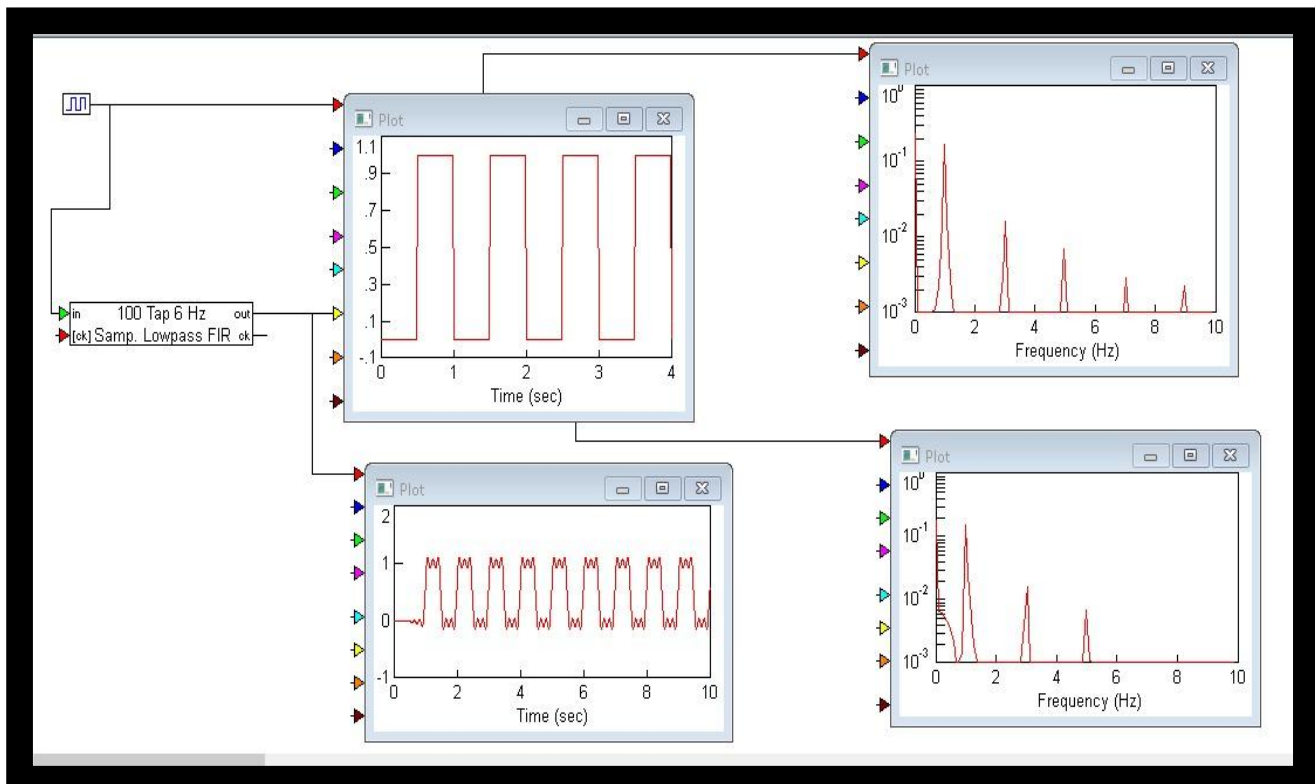
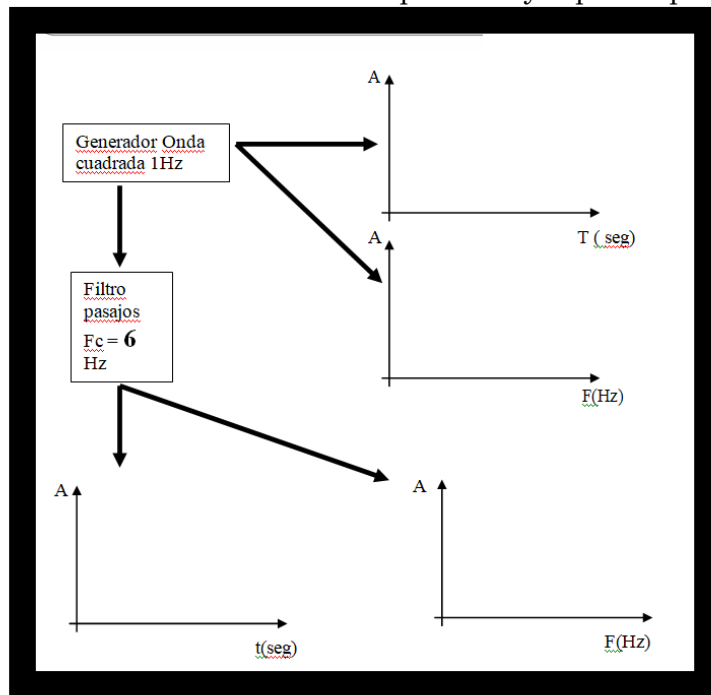


Así sería con el filtro de 4 Hz

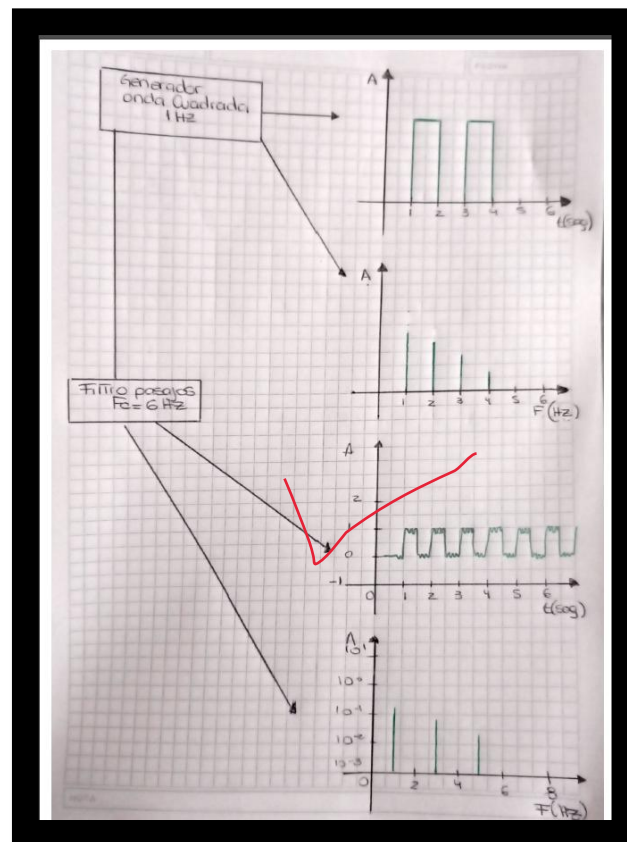


Este es el dibujo hecho a mano con el filtro de 4 Hz

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 hecho 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? ¿ Por qué 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? ¿Por qué ocurre?

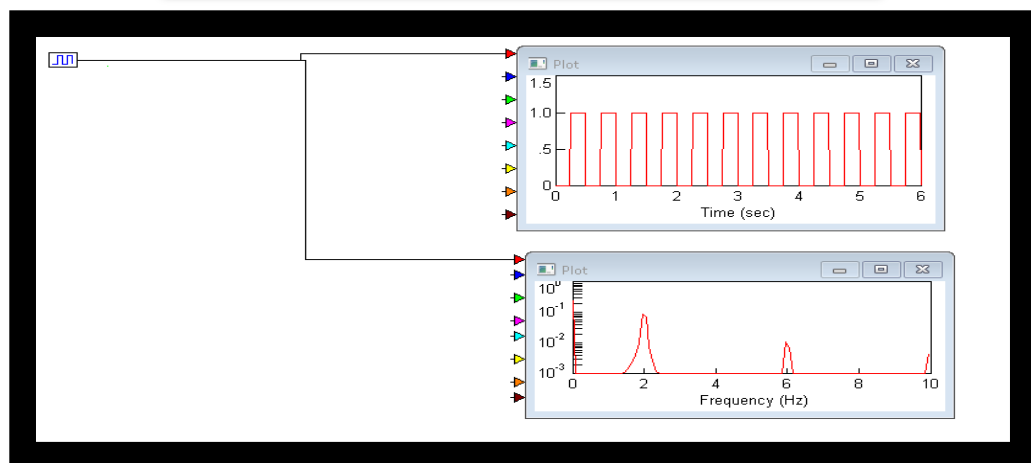
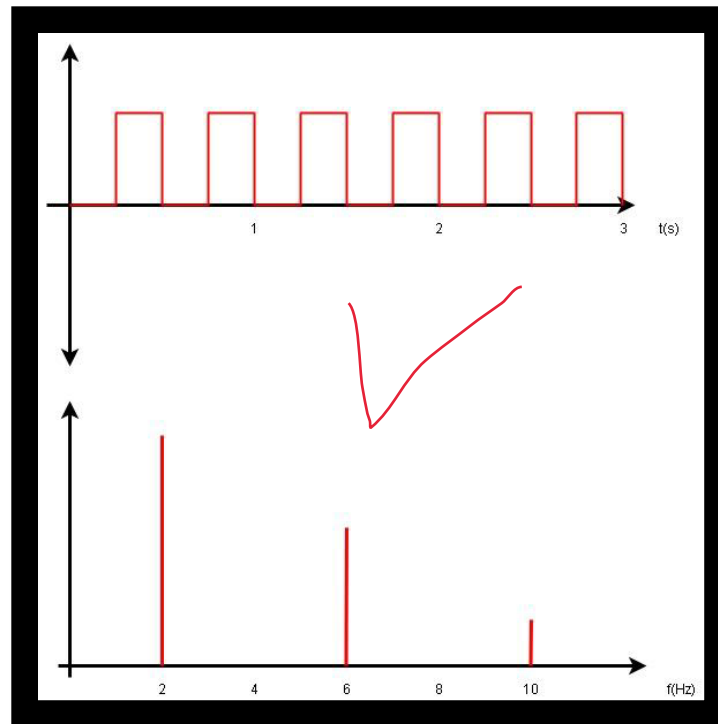
El filtro de 4hz permite pasar las frecuencias de 1 y 3 hz mientras el de 6hz deja pasar los mismos más la frecuencia de 5hz. Los filtros solo admiten dejar pasar las frecuencias por debajo de su valor.

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

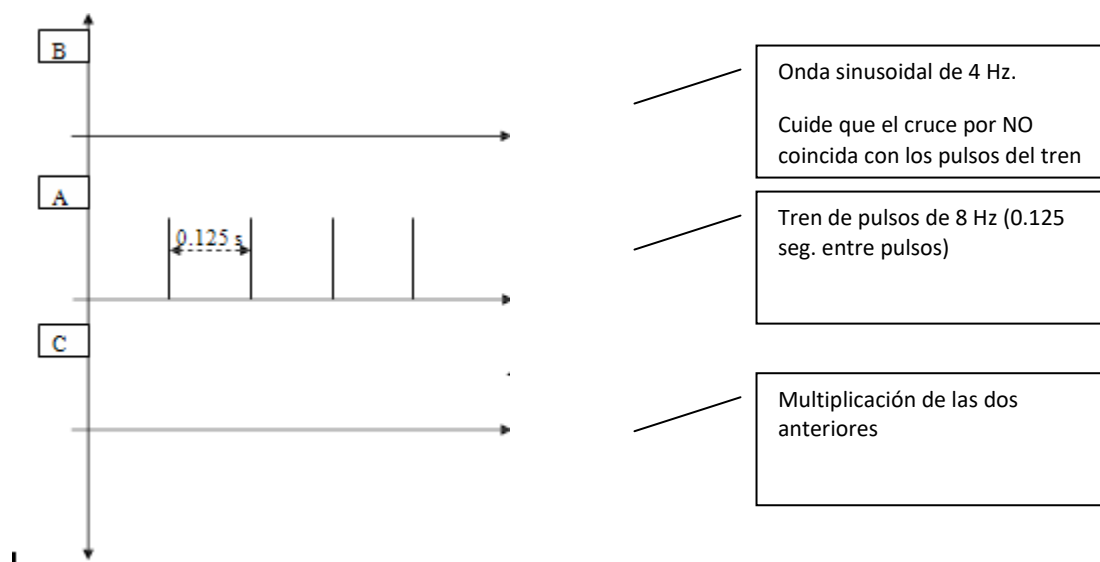
su máxima frecuencia. Por ejemplo: una señal de 4Hz se deberá muestrear al menos a 8Hz para poder recuperarla.

Expliquemos mediante gráficos:

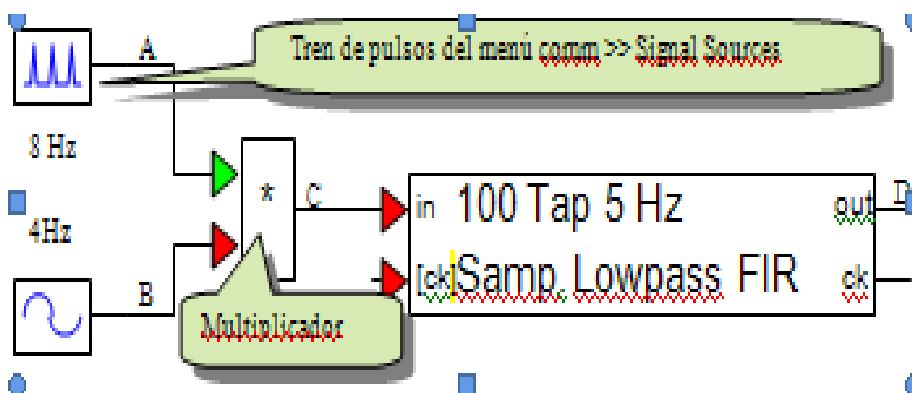
En los ejes A se tiene un tren de pulsos de amplitud 1 con un periodo de 0,125 seg es decir 8 pulsos por segundo (8Hz)

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.

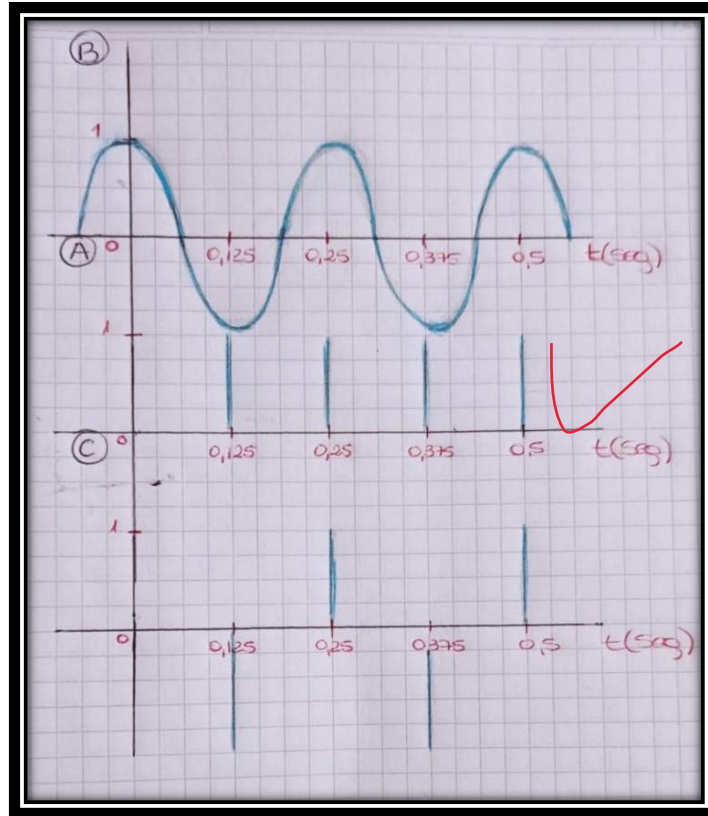
En los ejes C: Se pide dibujar el producto $A \times B$. Note que solo habrá salida durante el tren de pulsos, por ello se debe cuidar que el cruce por cero de la onda seno no coincida con los pulsos, de lo contrario no se tendrá salida nunca.



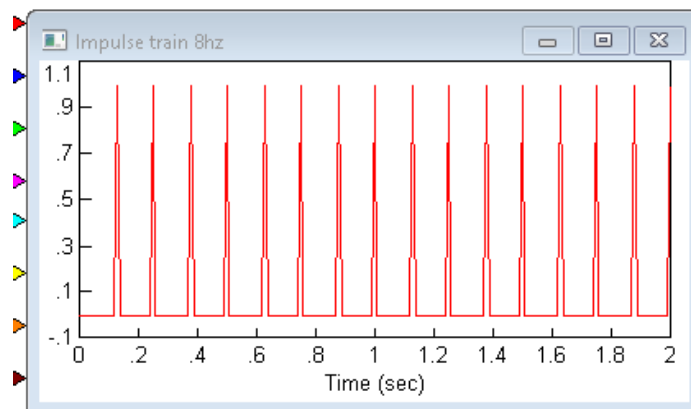
En el Simulador VisSim arme el esquema indicado, agregue los graficadores para ver los puntos de interés A, B y C. F5 para correr la simulación.



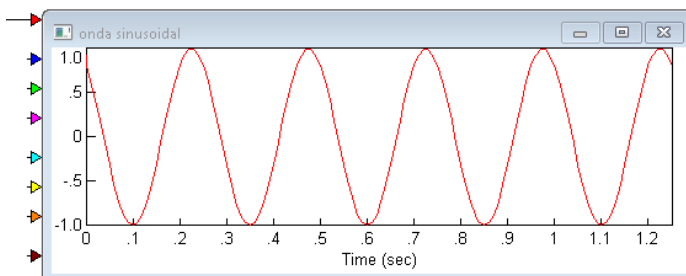
Este es el grafico hecho a mano

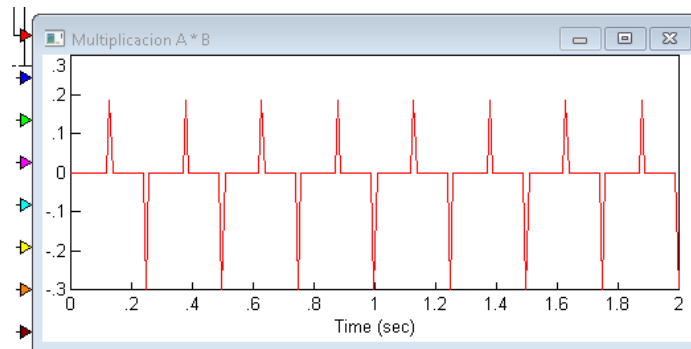


A) Tren de impulsos de 8Hz

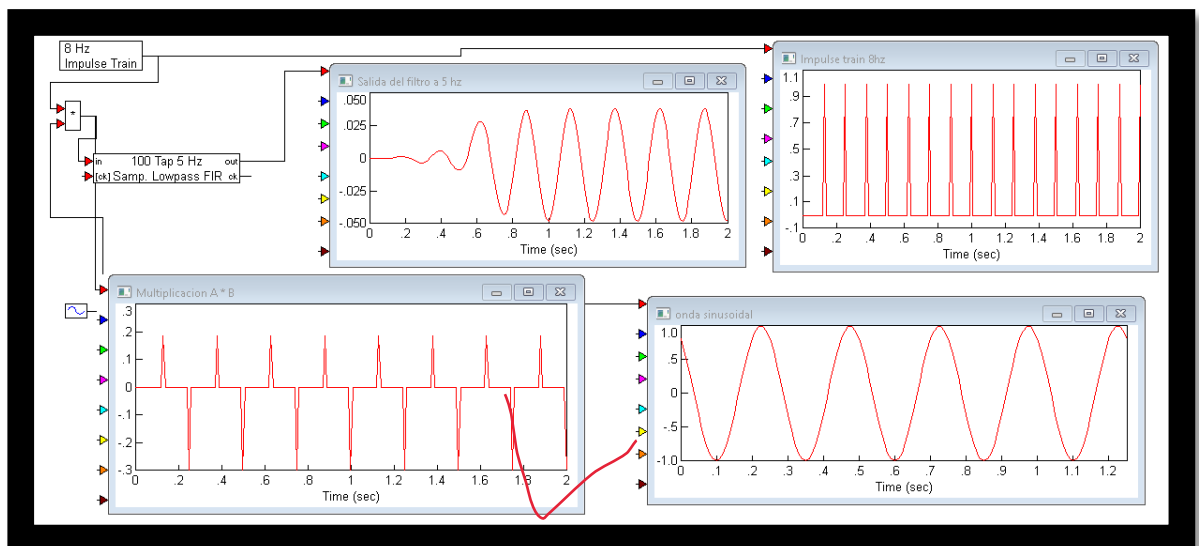


B) Onda Sinusoidal en 4 Hz

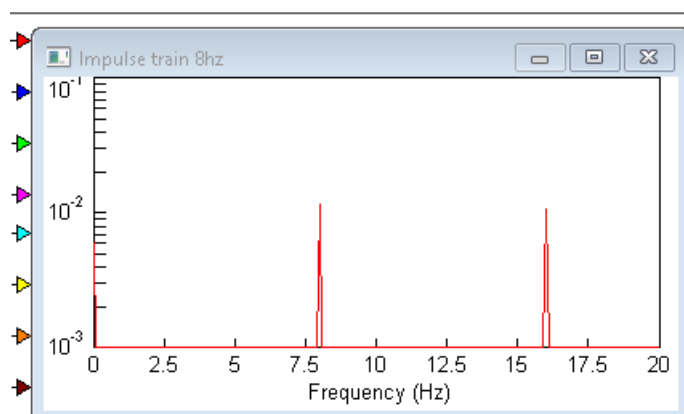


C) Multiplicación $A * B$ 

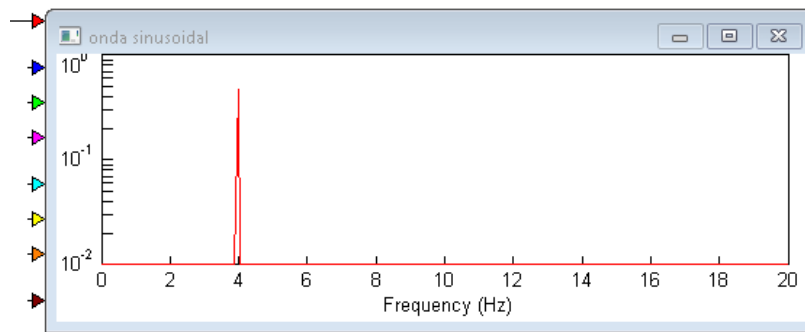
Siendo el esquema completo este incluyendo la salida del filtro del punto D.



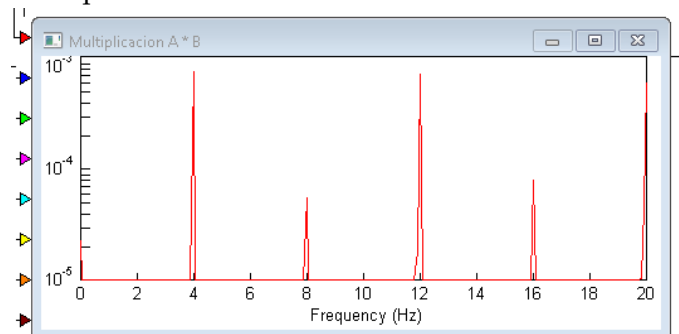
A) Frecuencia de Tren de impulso en 8Hz



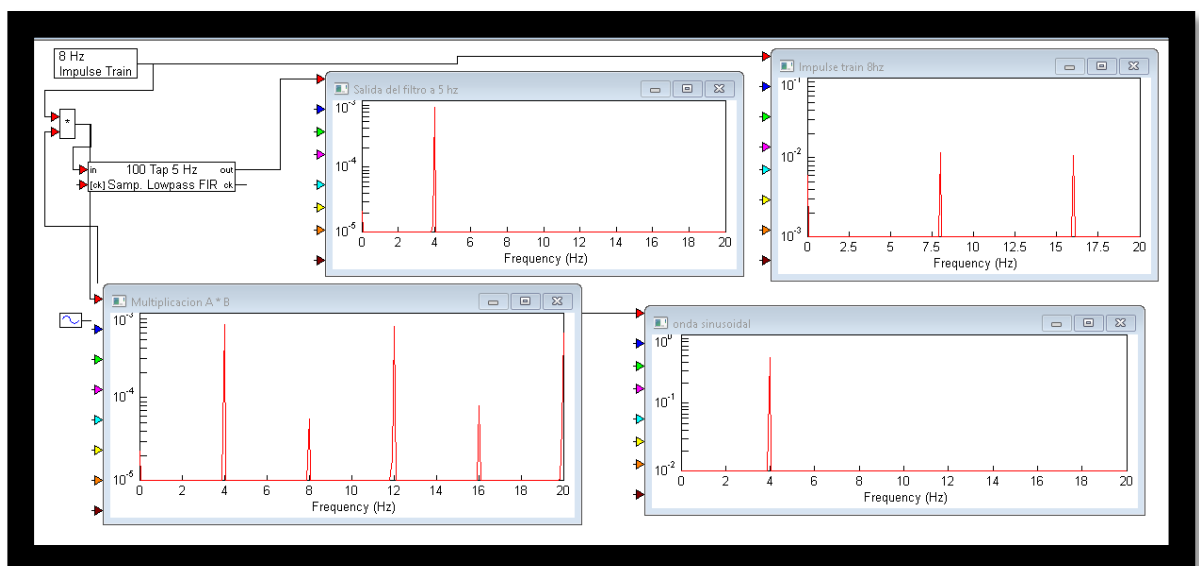
B) Frecuencia de la onda sinusoidal de 4Hz



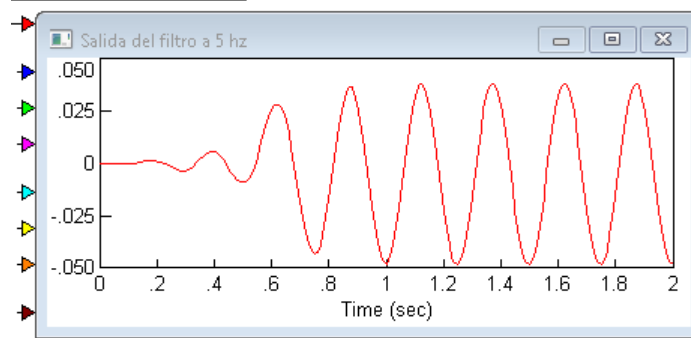
C) Frecuencia de la multiplicación de $A * B$



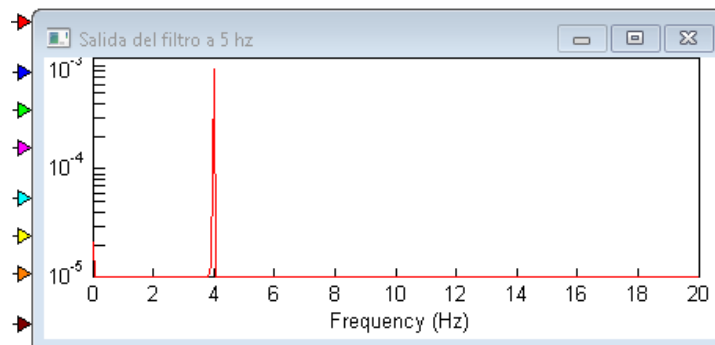
Siendo el esquema completo este incluyendo la salida del filtro del punto E.



D) Salida de la onda del filtro de 5Hz



E) Salida de la frecuencia del filtro de 5Hz



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.

