

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
PROGRAMA DE ELECTRÓNICA
LABORATORIO 1 – PROGRAMACIÓN DE SISTEMAS DE TIEMPO REAL

1. IDENTIFICACIÓN

FACULTAD E3T	PROGRAMA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA	COMUNICACIONES II
UNIDAD TEMÁTICA	GNU RADIO
TEMA	PROGRAMACIÓN DE SISTEMAS DE TIEMPO REAL
DOCENTE	JOHAN LEANDRO TÉLLEZ GARZÓN
ALUMNOS	Julián Romero - Ronald Páez
FECHA	1/3/24

2. DESCRIPCIÓN Y OBJETIVOS

Mediante esta guía de enseñanza se hace un acercamiento inicial a la programación de bloques en GNU radio mediante Python y se analizan los procesos que deben ser realizados para tratar un flujo de información en formato stream.

- Practicar la programación de sistemas de tiempo real y los promedios de tiempo

3. REVISIÓN PRELIMINAR

Conozca el [Manual de Manuales](#) para que aprenda a encontrar las ayudas disponibles en temas de SDR en la UIS. Familiarícese con las variables usadas en los flujogramas. [El libro de la asignatura](#) contiene además cosas como:

- En el capítulo 6, del [libro Vol I](#), se tiene una descripción de las variables y siglas que se usan en los flujogramas para cualquier práctica de la asignatura.
- Enlaces a flujogramas usados en el libro. Debajo de cada gráfica con flujogramas hay una nota que dice: "Flujograma usado". Esos flujogramas usados en el libro están en la página del libro: <https://sites.google.com/saber.uis.edu.co/comdig/sw> o directamente en github: https://github.com/hortegab/comdig_su_software_libro3.8.git

1. Realización de tutoriales prácticos de la página oficial de GNU radio haciendo énfasis en la programación del bloque denominado Python block y en el tratamiento de estructuras de datos tipo stream:

<https://wiki.gnuradio.org/index.php?title=Tutorials>

Defina que es una variable tipo stream, cuáles son sus ventajas y desventajas e identifique las características esenciales del bloque Python block. Este punto es opcional.

2. Investigue e identifique las operaciones que deben ser realizadas para encontrar la media cuadrática, el valor RMS, la potencia promedio y la desviación estándar de una señal. Use el libro de la E3T.

4. ACTIVIDADES Y PROCEDIMIENTOS

3. Genere tres señales diferentes (seno, ruido, vector repetitivo) y visualícelas en el dominio del tiempo. Utilice los parámetros que crea convenientes.
4. Cree un bloque con programación Python, usando un Python Block que permita entregar al mismo tiempo varios promedios de tiempo como: la media, la media cuadrática, el valor RMS, la potencia promedio, la desviación estándar. Los siguientes son requerimientos:
El bloque tiene una entrada y 5 salidas, una para cada parámetro: la media, la media cuadrática, el valor RMS, la potencia promedio, la desviación estándar
Todo el código se implementa dentro de un solo Python Block
Ten en cuenta que si hay 5 salidas, la variable `output_items`, puede verse como:

```
y0=output_items[0]  
y1=output_items[1]  
y2=output_items[2]  
y3=output_items[3]  
y4=output_items[4]
```
5. Demuestra el funcionamiento del bloque, mediante un flujograma que calcule los diferentes parámetros para las tres señales implementadas en el punto 3. Analizar los parámetros de la señal y visualizarlos en tiempo real.
6. Los valores obtenidos son los esperados?.
7. Conectar el USRP, la antena y el cable Ethernet al computador con la finalidad de adquirir una señal en la banda de operación de la antena, seleccione un canal o frecuencia de su elección y realice mediciones de la potencia normalizada, valor RMS y desviación estándar con el bloque implementado en Python considerando tres valores distintos de frecuencia de muestreo. Analizar los resultados obtenidos.
8. Elija un valor fijo de frecuencia de muestreo que permita escuchar la señal de referencia en su totalidad y cambie los valores del amplificador de RX (LNA) del USRP en cuatro valores distintos, documente los resultados obtenidos en términos de potencia normalizada, valor RMS y desviación estándar. Analizar los resultados obtenidos.

5. RECURSOS E INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Los recursos e informaciones relacionadas al desarrollo de este laboratorio son los siguientes:

- Computador con mínimo 4 GB de RAM, 2GB de espacio en disco y processador Core i3 o superior.
- Documentación oficial del GNU RADIO.
- Libro E3T

6. EVIDENCIA, RESULTADOS Y CONCLUSIONES DEL LABORATORIO

2. Ecuaciones para obtener algunos parámetros de una señal:

- Media de una señal $x(t)$:

$$X_m = \langle x(t) \rangle$$

- Media cuadrática de una señal $x(t)$:

$$X_c = \langle x^2(t) \rangle$$

- Valor RMS de una señal $x(t)$:

$$X_{RMS} = \sqrt{\langle |x(t)|^2 \rangle}$$

- Potencia promedio de una señal $x(t)$:

$$P = X_{RMS}^2 = \langle |x(t)|^2 \rangle$$

- Desviación estándar:

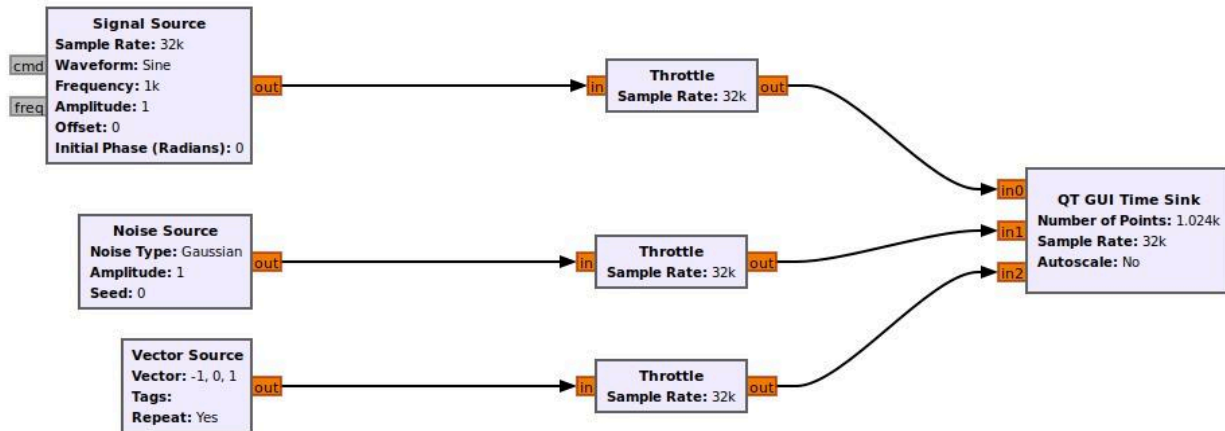
$$\sigma_x = \sqrt{\langle [x(t) - X_m]^2 \rangle}$$

3.

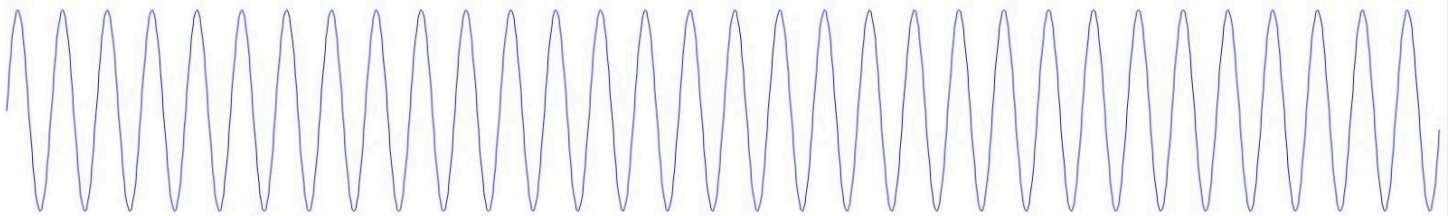
Diagrama de bloques utilizado para la generación y visualización de las señales

Options
Title: Not titled yet
Output Language: Python
Generate Options: QT GUI

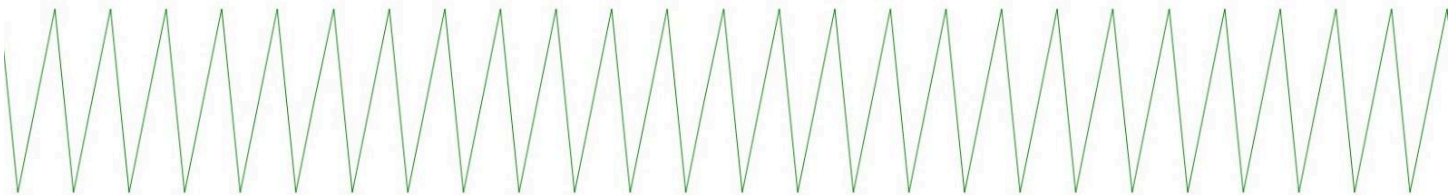
Variable
ID: samp_rate
Value: 32k



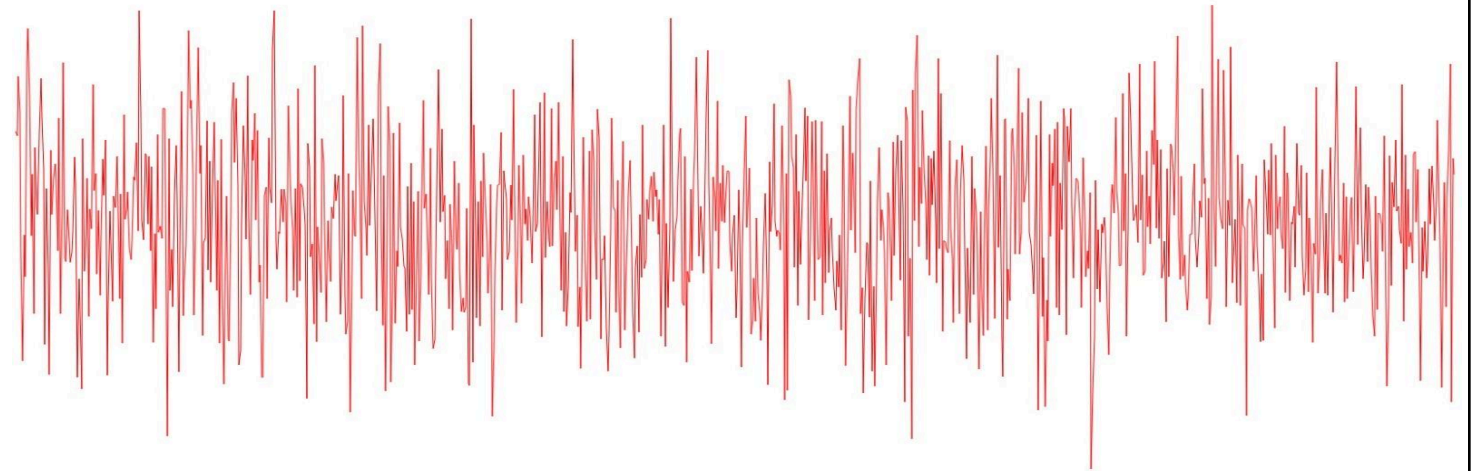
Señal seno



Señal vector repetitivo



Señal ruido



4. Python Block: En este punto se creó un bloque de código de python, en este se describieron las ecuaciones mostradas anteriormente en este informe, las mismas permiten obtener (por medio de un flujograma) los datos de cualquier función que se le entregue como entrada al bloque python.

Se realizaron 3 montajes, uno por cada señal de entrada.

```

1 import numpy as np
2 from gnuradio import gr
3
4 class blk (gr. sync_block ):
5
6     def __init__ ( self ) : # only default arguments here
7         gr. sync_block . __init__ (
8             self ,
9             name = " Promedios_de_tiempos ", # will show up in GRC
10            in_sig =[ np. float32 ],
11            out_sig =[ np. float32 ,np. float32 ,np. float32 ,np. float32 ,np. float32 ]
12        )
13        self . acum_anterior = 0
14        self . Ntotales = 0
15        self . acum_anterior1 = 0
16        self . acum_anterior2 = 0
17
18    def work (self , input_items , output_items ):
19        x = input_items [0] # Senial de entrada .
20        y0 = output_items [0] # Promedio de la senial
21        y1 = output_items [1] # Media de la senial
22        y2 = output_items [2] # RMS de la senial
23        y3 = output_items [3] # Potencia promedio de la senial
24        y4 = output_items [4] # Desviacion estandar de la senial
25
26        # Calculo del promedio
27        N = len (x)
28        self . Ntotales = self . Ntotales + N
29        acumulado = self . acum_anterior + np. cumsum (x)
30        self . acum_anterior = acumulado [N -1]
31        y0 [:] = acumulado / self . Ntotales
32
33        # Calculo de la media cuadratica
34        x2=np. multiply (x,x)
35        acumulado1 = self . acum_anterior1 + np. cumsum (x2)
36        self . acum_anterior1 = acumulado1 [N -1]
37        y1 [:] = acumulado1 / self . Ntotales
38
39        # Calculo de la RMS
40        y2 [:] = np. sqrt (y1)
41
42        # Calculo de la potencia promedio
43        y3 [:] = np. multiply (y2 ,y2)
44
45        # Calculo de la desviacion estandar
46        x3 = np. multiply (x-y0 ,x-y0)
47        acumulado2 = self . acum_anterior2 + np. cumsum (x3)
48        self . acum_anterior2 = acumulado2 [N -1]
49        y4 [:] = np. sqrt ( acumulado2 / self . Ntotales )
50
51        return len (x)
52

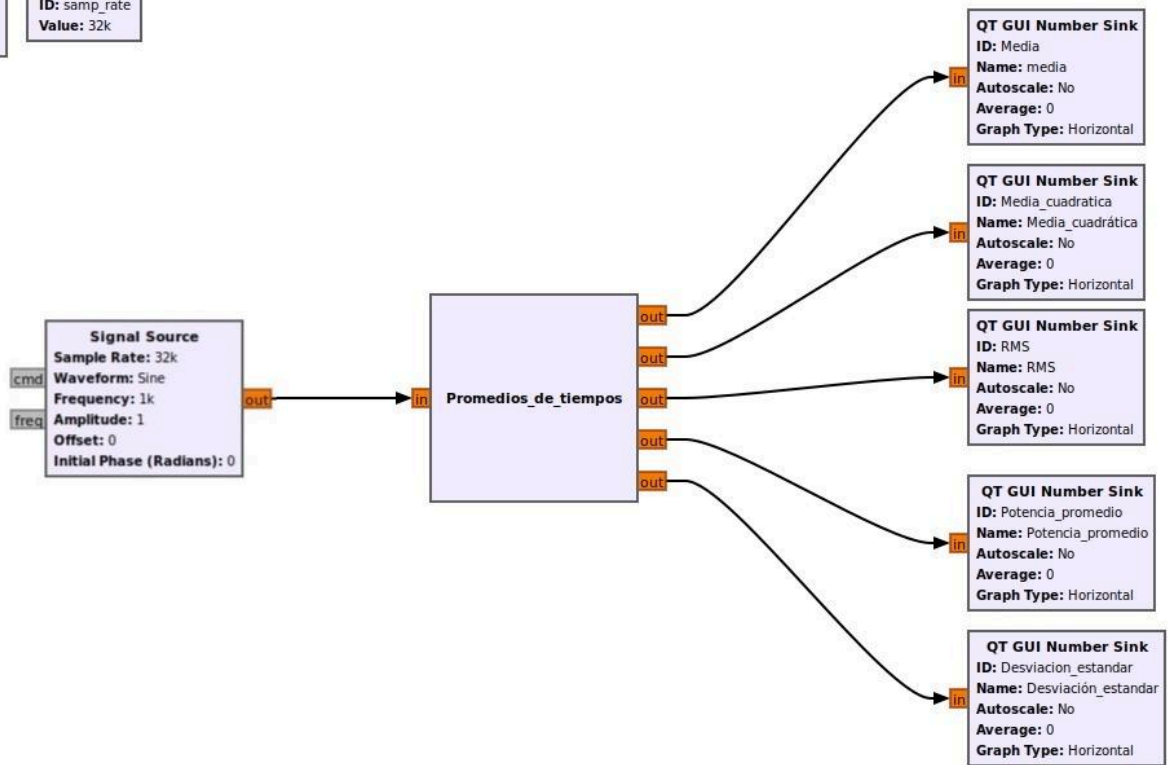
```

5.

Seno

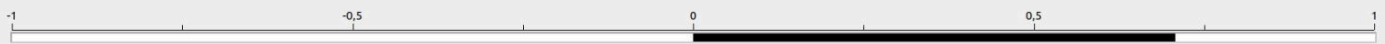
Options
Title: Not titled yet
Output Language: Python
Generate Options: QT GUI

Variable
ID: samp_rate
Value: 32k



RMS

Data 0 0.707259



Potencia_promedio

Data 0 0.500215



Media_cuadrática

Data 0 0.500215



media

Data 0 0.000000

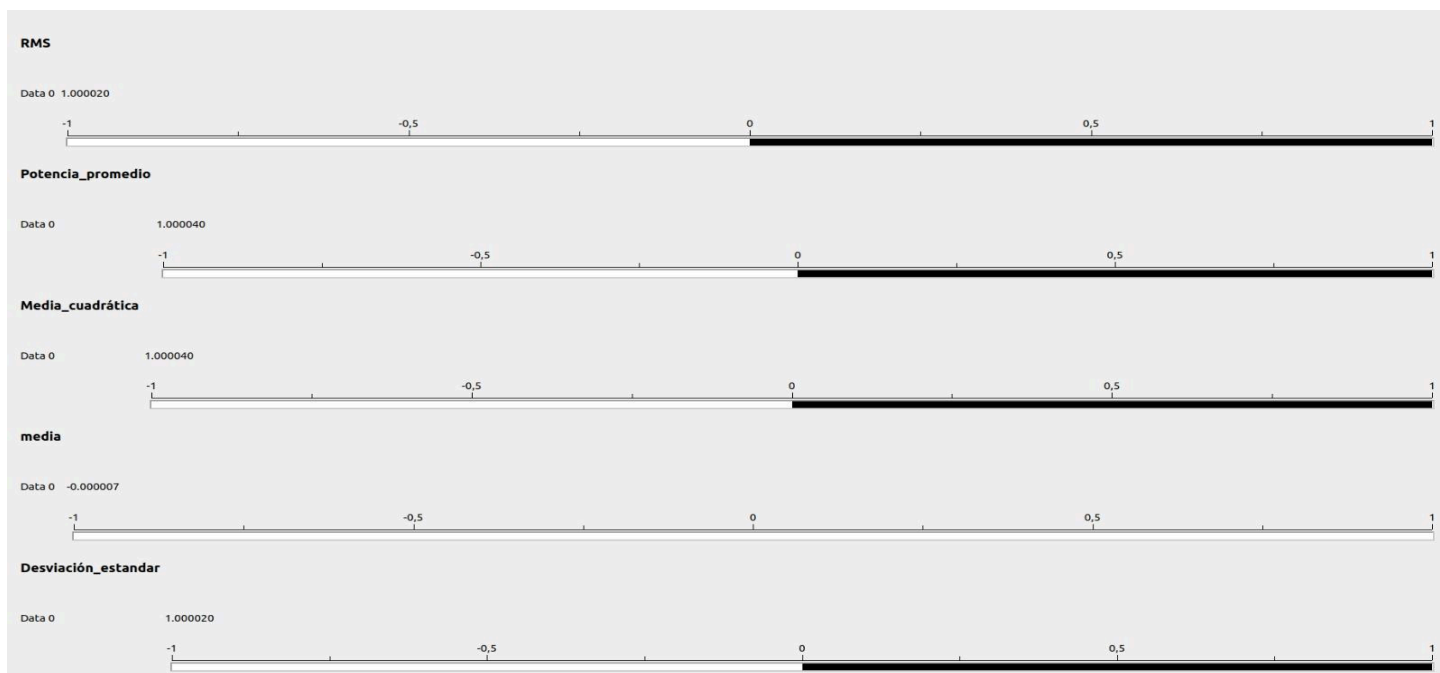
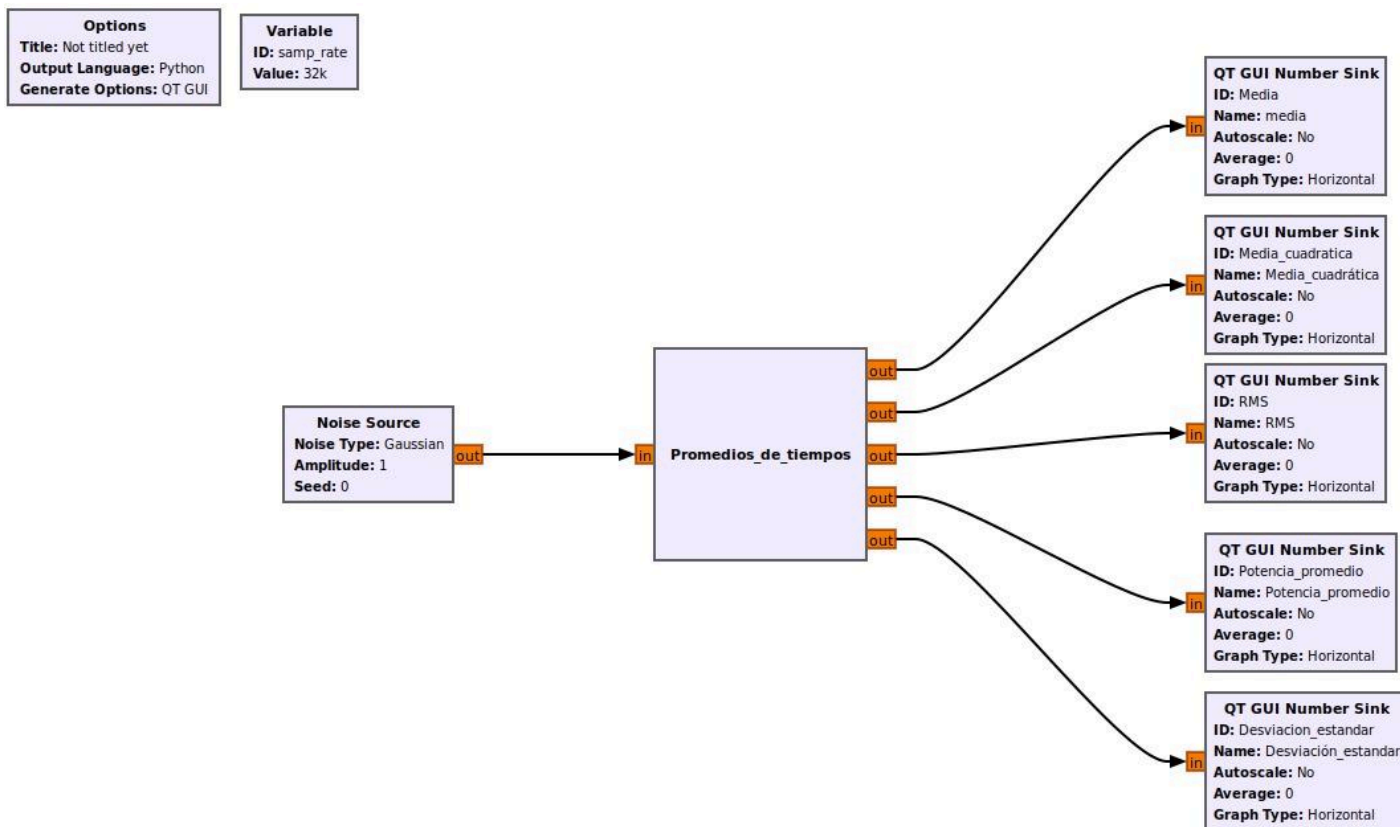


Desviación_estandar

Data 0 0.707259



Ruido



Vector repetitivo

Options
Title: Not titled yet
Output Language: Python
Generate Options: QT GUI

Variable
ID: samp_rate
Value: 32k

Vector Source
Vector: -1, 0, 1
Tags:
Repeat: Yes



QT GUI Number Sink
ID: Media
Name: media
Autoscale: No
Average: 0
Graph Type: Horizontal

QT GUI Number Sink
ID: Media_cuadratica
Name: Media_cuadrática
Autoscale: No
Average: 0
Graph Type: Horizontal

QT GUI Number Sink
ID: RMS
Name: RMS
Autoscale: No
Average: 0
Graph Type: Horizontal

QT GUI Number Sink
ID: Potencia_promedio
Name: Potencia_promedio
Autoscale: No
Average: 0
Graph Type: Horizontal

QT GUI Number Sink
ID: Desviacion_estandar
Name: Desviación_estandar
Autoscale: No
Average: 0
Graph Type: Horizontal

RMS

Data 0 0.816525



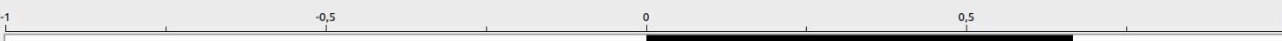
Potencia_promedio

Data 0 0.666704



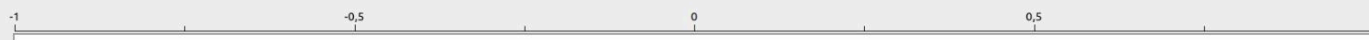
Media_cuadrática

Data 0 0.666704



media

Data 0 -0.000000



Desviación_estandar

Data 0 0.816520



6. Análisis esperados:

Para este laboratorio se trabajaron con señales reales, por lo que se espera que los valores obtenidos de la media cuadrática y la potencia promedio sean iguales en todos los casos.

De manera similar, se puede apreciar que todas las señales analizadas varían de manera uniforme, por lo que se puede intuir cualitativamente que el valor medio de estas es 0, de aquí también se puede intuir que la desviación estándar y el valor RMS tendrán el mismo valor.

- Señal seno: Como ya se sabe, el valor RMS de una señal senoidal pura es su amplitud dividida entre raíz de 2, y a partir de este valor se pueden definir las otras variables.

Para todas las señales se usó amplitud unitaria, por lo que el valor RMS (y la desviación estándar) tendrá un valor de 0.7.

La media cuadrática y la potencia promedio tendrán un valor de el valor RMS al cuadrado, esto es 0.49.

Estos datos son aproximadamente los obtenidos en la práctica, por lo que se puede evidenciar que la teoría es correcta.

- Ruido: Esta señal está definida por una curva gaussiana, esta tiene un valor promedio de 0, y una desviación estándar del tamaño de amplitud definido. Como ya se sabe esta es unitaria, de aquí se puede intuir que el valor RMS será 1, y así mismo, los demás valores que están dados por el cuadrado de este valor será de igual forma 1.
- Vector repetitivo: Esta señal se define como una variación uniforme de valores discretos (-1 0 1), por lo que se obtiene algo similar a una señal triangular. Esta señal también puede apreciarse como una suma de armónicos senoidales, por lo que se sabrá que su valor RMS será la sumatoria de los RMS de cada componente. Aproximando (por la forma de la señal) los valores a los de una senoidal, se sabrá que sus valores RMS y media cuadrática serán parecidos a los de la señal senoidal.

Teniendo en cuenta esta aproximación se sabrá que la diferencia entre los datos de estas dos señales será que los que describen la señal definida por vectores serán ligeramente mayores por la suma de sus componentes armónicos.

Al final, queda evidente que todos estos datos anticipados son precisos; lo que se observa en la teoría coincide con lo que se experimenta en la práctica utilizando GNU Radio.

7. REJILLA DE EVALUACION

Método de calificación por lista de cotejo

N°	Criterios	EXCELENTE (5)	BUENO (4)	REGULAR (3)	
1	Los Procedimientos son completos y permiten cumplir el objetivo general y los objetivos específicos. Caso se solicite responder preguntas al final, estas son respondidas de forma adecuada y coherente.				
2	Los Resultados cumplen los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"> • Coherencia con los objetivos • Tienen Comentarios de análisis pertinentes • Están en su totalidad (tiempo, frecuencia u otros solicitados) 				
3	Calidad del informe: <ul style="list-style-type: none"> • Es organizado de inicio a fin • Etiqueta imágenes y las cita en el texto • Tiene ortografía • La escrita es clara y concisa • No repite informaciones 				
4	Tiene al menos una conclusión que sea resultado directo de la ejecución del laboratorio				
Total					