

Maestría en Ingeniería Eléctrica especialización Telecomunicaciones

Comunicaciones Digitales

**Tarea #1**

***Luis Emilio Tonix Gleason***

***Fernando Alberto Madera Torres***

*16/03/2022*

***Dr. Ramon Michel Parra***

Tabla de contenido

[Ejercicio 1 y 2 3](#_Toc98347900)

[Ruido Aditivo Gaussiano 3](#_Toc98347901)

[LECTURA DE AUDIO DE VOZ 5](#_Toc98347902)

[SNR 5](#_Toc98347903)

[SIR 7](#_Toc98347904)

[Ejercicio 3 9](#_Toc98347905)

[**Modelo de Espacio Libre** 9](#_Toc98347906)

[**Modelo de Tierra Plana** 9](#_Toc98347907)

[Ejercicio 4 10](#_Toc98347908)

[Ejercicio 5 11](#_Toc98347909)

[**FM** 11](#_Toc98347910)

[**AM** 11](#_Toc98347911)

[**LTE** 11](#_Toc98347912)

[**Television** 12](#_Toc98347913)

[Ejercicio 6 12](#_Toc98347914)

[Ejercicio 7 13](#_Toc98347915)

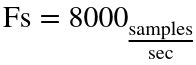
[Ejercicio 8 14](#_Toc98347916)

[**Cálculo de Distancia para un Sistema LTE en modelo Tierra Plana** 14](#_Toc98347917)

[**Cálculo de Distancia para un Sistema FM en modelo Tierra Plana** 14](#_Toc98347918)

[**Cálculo de Distancia para un Sistema AM en modelo Tierra Plana** 15](#_Toc98347919)

# Ejercicio 1 y 2

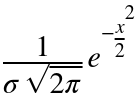


SAMPLES\_SECOND = 8000;

## Ruido Aditivo Gaussiano

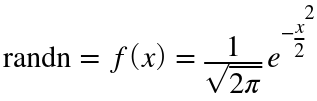
En cualquier corriente eléctrica hay un flujo de electrones a través de un conductor. Sin embargo, la conducción es caótica y los electrones cambian de un átomo otro de forma caótica generando variaciones en la medición de las señales. Dado que estos cambios son en pequeños instantes de tiempo se dice que son de energía finita.

El teorema del **límite central** menciona que la suma de múltiples distribuciones de energía finita se asemeja a una distribución gaussiana.

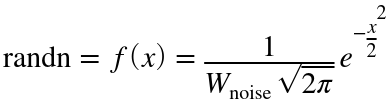


Entre más variaciones existan en esta distribución quiere decir que hay más energía, por lo tanto, la potencia promedio de la señal está dada por





Y se le agrega la componente 



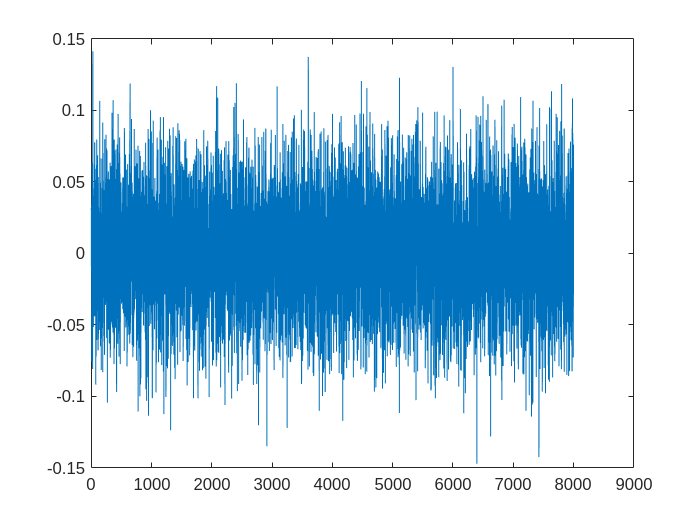
A este ruido se conoce como **AWGN**

sigma = .0014; %watts

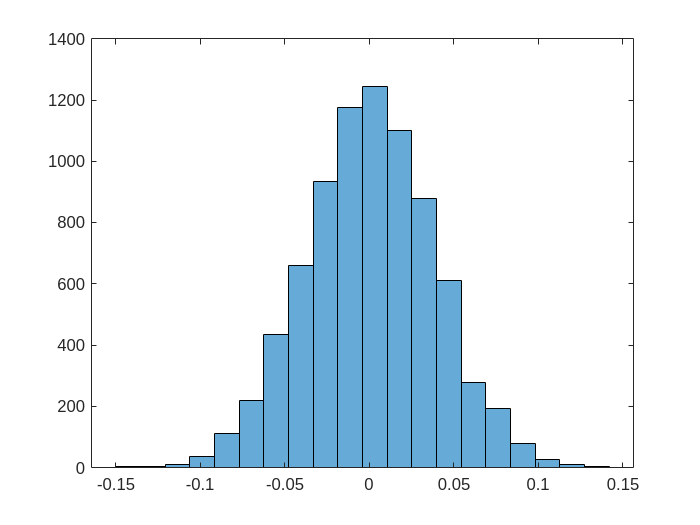
gausian\_noise = sqrt(sigma)\*randn(1,SAMPLES\_SECOND+1);

gausian\_noise = gausian\_noise'; % make compatible with sound colum vector to row vector

plot(gausian\_noise)



histogram(gausian\_noise,20); % distribucion gaussiana del ruido



La potencia del ruido es muy cercana a la varianza. En teoria son iguales.

pow\_noise = gausian\_noise'\*gausian\_noise / length(gausian\_noise)

pow\_noise = 0.0014

sigma

sigma = 0.0014

## LECTURA DE AUDIO DE VOZ

* 8,000 muestras por segundo
* monoaural
* PCM 8 Bits por muestras

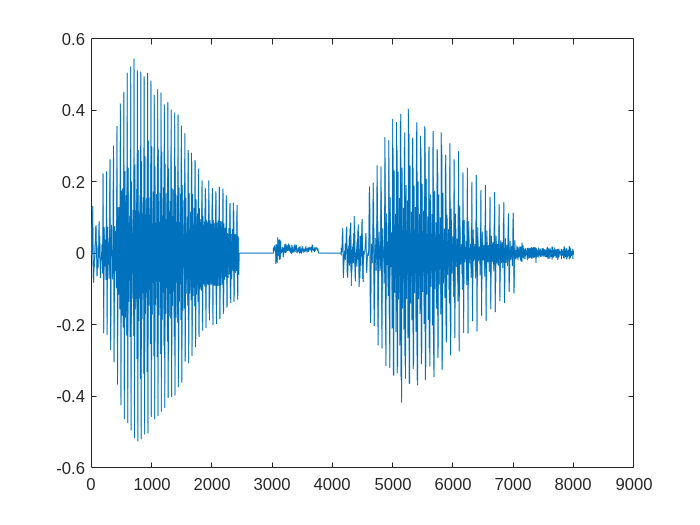
[y, Fs] = audioread("Audios/grape-juice.wav");

El siguiente código se coló para garantizar el sample rate en caso de que este en otro.

s\_down\_resample = resample(y, SAMPLES\_SECOND, Fs);

m\_t = s\_down\_resample(1:(SAMPLES\_SECOND+1)); %cut one second final message signal

plot(m\_t);



## SNR

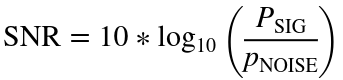
El SNR es la relación de potencia entre la señal de interés y el ruido.

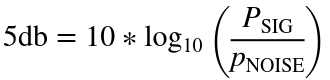
Para que la Voz sea Inteligible, la SNR debe de estar entre 5db a 10db. Dicho esto, procedamos a tomar la potencia de la señal.

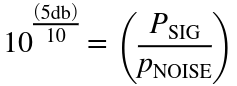
pow\_voice = m\_t'\*m\_t / length(m\_t)

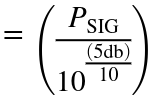
pow\_voice = 0.0100

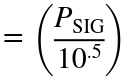
Ajustaremos el ruido al mínimo inteligible con 5db.

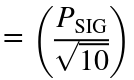












Ajustamos la señal de ruido.

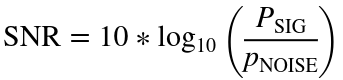
%recreadno ruido

sigma = pow\_voice/sqrt(10); %watts

gausian\_noise = sqrt(sigma)\*randn(1,SAMPLES\_SECOND+1);

gausian\_noise = gausian\_noise';

Calculamos el SNR



snr\_signal = pow\_voice / sigma;

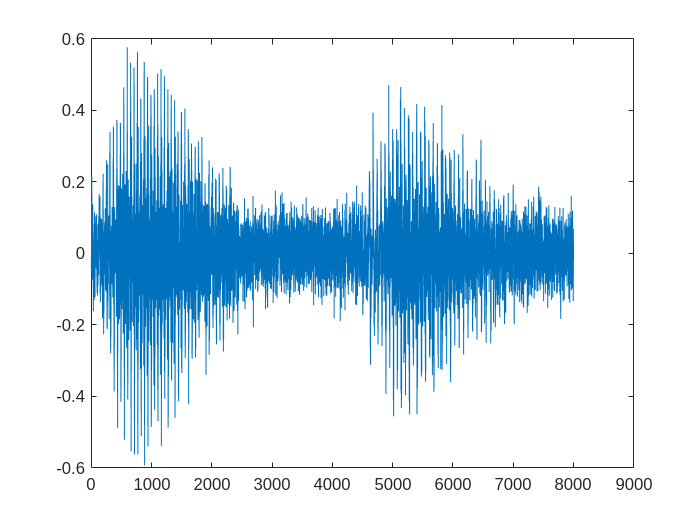
db\_signal\_snr = 10\*log10(snr\_signal)

db\_signal\_snr = 5

Reproducimos la señal de audio con su mínimo inteligible

noisesound = gausian\_noise + m\_t;

plot(noisesound)



%sound(noisesound,SAMPLES\_SECOND);

## SIR

La señal interferencia suele ser más estricta ya que la potencia puede estar especialmente en las frecuencias de intereses una medida comparativa entre la potencia de señal y la potencia de las interferencias o del ruido, son útiles solo si el BER es una función monotónica, SIR puede llegar a tener valores menores de 1db, lo que hace que predominen las interferencias.

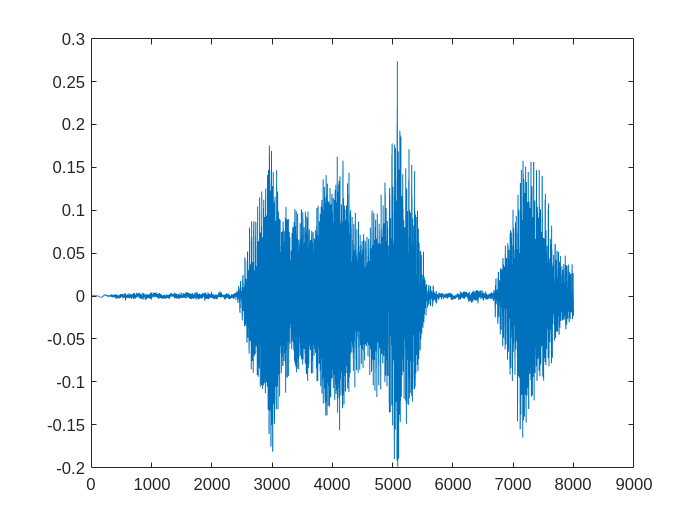
[y, Fs] = audioread("Audios/seriously.wav");

y= y(:,1); % Read one chann

s\_down\_resample = resample(y, SAMPLES\_SECOND, Fs);

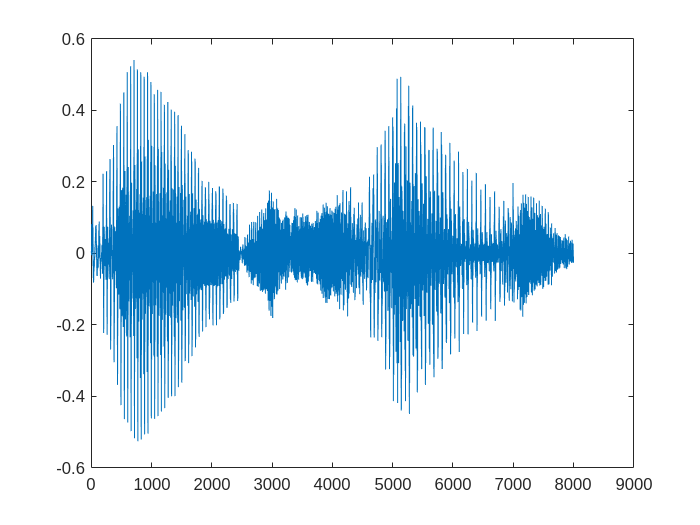
interf = s\_down\_resample(1:(SAMPLES\_SECOND+1)); %cut one second final message signal

plot(interf);

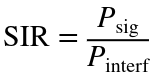


sum\_signals = interf + m\_t;

plot(sum\_signals);



sound(sum\_signals,SAMPLES\_SECOND);



pow\_interference = interf'\*interf / length(interf)

pow\_interference = 0.0016

pow\_voice

pow\_voice = 0.0100

rsi\_signal = pow\_voice /pow\_interference;

db\_signal\_rsi = 10\*log10(rsi\_signal)

db\_signal\_rsi = 7.8240

# Ejercicio 3

**Modelo de Espacio Libre**

**Modelo de Tierra Plana**

Semejanzas

* Se puede calcular la Potencia del Transmisor (PT), receptor (PR), Ganancia de la Transmisora (GT) y Ganancia de la Receptora (PR), y la distancia (r) sigue siendo un factor importante en ambas.
* En ambos modelos es necesario siempre calcular la máxima y mínima potencia que puede tener la señal para garantizar el canal.

Diferencias

* En tierra plana existe β lo cual puede ocasionar que exista una perdida adicional al canal de comunicación, en modelo de espacio libre es ideal.
* En espacio libre solamente se considera la longitud de onda transmitida, mientras que en tierra plana se esta utilizando la altura del Transmisor (hT), y Altura receptor (hR) elevados a la segunda potencia.
* En el modelo de tierra plana, cuando la distancia (r), es mucho mayor que la altura de la antena transmisora y receptora (hT, hR), el Angulo Δϕ es menor y la longitud de onda (λ) se cancela en la ecuación, haciéndolo independiente de la frecuencia.
* Mientras más rápido baje la potencia de la señal en un rango de 12dB para cada doble de distancia.

# Ejercicio 4

Como calcular la perdida de propagación en un enlace para modelos de Lee.

Estos modelos es necesario comentar que necesita operar en una banda UHF para poder ser lo mas cercano posible al cálculo y los parámetros aproximados de la zona que se requiere hacer la transmisión.

**Modelo área – área**

Los parámetros que influyen en la aplicación este modelo, son el medio ambiente , ya que determina si es un espacio libre, espacio abierto, área urbana, etc.

Se pueden calcular estos enlaces de comunicación con los siguientes requisitos

Altura real de la antena Tx, Altura de referencia de Tx, Altura real de la estación base, Potencia del Tx, Ganancia real de la antena Tx

* Existen perdidas medias de transmisión a 1km,
* Pendiente de la curva de perdidas
* Factor de Ajuste para compensar el uso de diferentes valores del sistema

**Modelo Punto a Punto**

Este modelo se caracteriza con el parámetro Altura efectiva Tx (), la que se usa para corregir la ecuación de área-área. Se describe este modelo para los terrenos Montañosos sin obstrucción.

# Ejercicio 5

Investigue las frecuencias de operación y potencias de transmisión de AM, FM, Televisión abierta y uno de los estándares celulares de uso en México.

**FM**

88 – 108 MHZ

105.9 MHz. 60,000 watts

100.3 MHz. 225,000 watts

<https://www.mpm.com.mx/?r=radio/view&id=E90F52B5-9105-2254-73AA-708981FE03A5>

<https://enmedios.com/radio/radio_jlFM.htm>

**AM**

Radio metrópoli. 1150 Khz , 50,000 kW

Promo medios radio. 880 Khz , 10,000 kW

Radio Fórmula,1220 Khz, 250 kW

<https://enmedios.com/radio/radio_jl.htm>

**LTE**

ALTAN Redes 700 Mhz

A typical 2G, 3G, or 4G antenna has got a transmission power of 20W (43 dBm).

<https://es.wikipedia.org/wiki/Bandas_de_frecuencias_LTE>

<https://www.grandmetric.com/2019/03/26/5g-health-issues-explained/>

**Television**

3 kilowatts (VHF) and 150 kilowatts (UHF)

174Mhz – 216Mhz

<https://otadtv.com/frequency/index.html>

<https://www.fcc.gov/consumers/guides/low-power-television-lptv-service>

# Ejercicio 6

Investigue la potencia de recepción mínima de algún aparato recepto comercial para AM, FM y sistema celular, cite las fuentes.

S/N cociente:

FM: ≥45dB,

AM: ≥35dB

<https://joinet.com/product/kf-am08-radio-am-kf-am08/?utm_source=Google%20Shopping&utm_campaign=Joinet%20Shop&utm_medium=cpc&utm_term=5406&gclid=CjwKCAiAg6yRBhBNEiwAeVyL0FgtYS9pMQrLavPpPl3X7EbZ_Z_l1py0YPU_4dCm8XCr4h4qQHIUPRoCBJgQAvD_BwE>

LTE -75 dBm to -85 dBm

<https://wiki.teltonika-networks.com/view/Mobile_Signal_Strength_Recommendations>

# Ejercicio 7

Investigue cuál es la ganancia de las antenas transmisoras y receptoras comúnmente encontradas en los sistemas de radio AM, FM y celular, y detalle un ejemplo de las antenas consideradas, considerando modelos, patrones de radiación y ganancias.

 Para el caso de AM y FM es muy similar

AM

FM

Transmisor

40-50 dB for very large dish antenna

2.15 dBi Antena dipolo

Receptor

-10 dB

<https://antenna-theory.com/basics/gain.php>

Celular

Transmisor

0dBd up to 12.2dBd

<https://www.criterioncellular.com/tutorials/allaboutgain.html>

Recepción

4.6 to 7.9 dB

<https://www.globalspec.com/industrial-directory/am_antenna>

# Ejercicio 8

Cual podría ser el radio de Cobertura que se esperaría tener de los siguientes sistemas AM, FM, Celular.

Si se desea establecer una SRS de al menos 20dB, Suponer Valores de los Parámetros, Seleccionar el modelo de propagación más adecuado. Justificar el uso del modelo.

**Cálculo de Distancia para un Sistema LTE en modelo Tierra Plana**

Parámetros establecidos para el cálculo de la distancia en Guadalajara para una red LTE

pot\_tx = 43;

gain\_tx = 12;

pot\_rx = 20; % Potencia con SNR 20db

gain\_rx = 7.9;

h\_tx = 15;

h\_rx = 2;

se esta utilizando la formula dada para el modelo de tierra plana y lo que necesitamos conocer es la distancia por lo que despejamos r, el parámetro β es un factor de atenuación extra que no vamos a considerar de momento.

Forma

Descripción generada automáticamente con confianza media

Forma

Descripción generada automáticamente con confianza media

Forma

Descripción generada automáticamente con confianza media

r = abs(((pot\_tx \* gain\_tx \* gain\_rx) / pot\_rx )^(1/4) \* sqrt(h\_tx\*h\_rx));

r =

20.6953 % metros

La distancia a la que podemos transmitir en un sistema LTE es de 20.6953 metros en el modelo de tierra plana ideal.

**Cálculo de Distancia para un Sistema FM en modelo Tierra Plana**

%pot\_tx = 83.52; %Potencia Antena Transmisora en 225Kw

pot\_tx = 77.78; % a 60Kw

gain\_tx = 40; %Ganancia Antena Transmisora

pot\_rx = 20; %Potencia Antena Receptora

gain\_rx = -10; %Ganancia Antena Receptora

h\_tx = 30; %Altura Antena Transmisora

h\_rx = 3; %Altura Antena Receptora

r = abs(((pot\_tx \* gain\_tx \* gain\_rx) / pot\_rx ).^(1/4) .\* sqrt(h\_tx\*h\_rx))

r =

60.6494 % metros a 225Kw

59.5793 % metros a 60kw

**Cálculo de Distancia para un Sistema AM en modelo Tierra Plana**

%pot\_tx = 76.98; %Potencia Antena Transmisora a 50,000Kw

%pot\_tx = 83.97; % a 250Kw

pot\_tx = 70; % a 10,000Kw

gain\_tx = 40; %Ganancia Antena Transmisora

pot\_rx = 35; %Potencia Antena Receptora

gain\_rx = -10; %Ganancia Antena Receptora

h\_tx = 30; %Altura Antena Transmisora

h\_rx = 3; %Altura Antena Receptora

r = abs(((pot\_tx \* gain\_tx \* gain\_rx) / pot\_rx ).^(1/4) .\* sqrt(h\_tx\*h\_rx))

r =

50.4538 % metros a 10kw

51.6671 % metros a 50Kw

52.8020 % metros a 250Kw