

“MODELOS DE CANALES INALÁMBRICOS”

Trabajo Preparatorio N°5
Laboratorio de Comunicaciones Inalámbricas

Melanny Cecibel Dávila Pazmiño
Ingeniería en Telecomunicaciones
Facultad de Eléctrica y Electrónica
Quito, Ecuador
melanny.davila@epn.edu.ec

Abstract—En el siguiente preparatorio se trata acerca de tipos de modelos de canales existentes para describir el desvanecimiento presente en un canal inalámbrico, esto se realizará mediante la implementación de simulaciones.

Index Terms—Función, Rayleigh, Rician, modelo, simulación.

I. INTRODUCCIÓN

Un modelo de canal es propio de comunicaciones al aire libre o en espacios abiertos, como la telefonía móvil. Dependiendo de la posición de la antena emisora es decir si tiene o no línea de vista con la antena receptora se usa un modelo u otro. La principal diferencia entre un modelo Rice y Rayleigh es la existencia de un factor de desvanecimiento ‘k’.

II. OBJETIVOS

- Familiarizar al estudiante con los modelos de canales inalámbricos a pequeña escala.
- Generar en MATLAB coeficientes de canal tipo Rayleigh y Rician.
- Diferenciar entre los desvanecimientos selectivo en frecuencia (frequency selective fading) y no selectivo en frecuencia (también conocido como flat fading).

III. CUESTIONARIO

A. Se solicita implementar las siguientes funciones en MATLAB para calcular los coeficientes de canal tipo Rayleigh y Rician.

Función 1: Canal-Rayleigh.- En base a la formulación en (1), esta función deberá devolver los coeficientes de canal tipo Rayleigh (h_{ray}), donde los parámetros de entrada son: Num (número de coeficientes generados) y σ (desviación estándar). La función debe devolver un vector con 1xNum coeficientes.

$$h_{ray} = \sigma(X + jY), \quad (1)$$

dónde (X,Y)son variables aleatorias normalmente distribuidas con media cero y varianza uno, es decir $N(0,1)$. Cabe mencionar que X y Y pueden ser generadas en MATLAB a través del comando randn.

A continuación se presenta el código implementado:

Función 2: Canal-Rician.- En base a la expresión en (2), esta función deberá devolver los coeficientes de canal tipo

```
function [h_ray] = canal_rayleigh(num, sigma)
    X = randn(1, num); %Creacion X
    Y = 1j*randn(1, num); %Creacion Y
    h_ray = sigma*(X+Y);
end
```

Fig. 1. Función Rayleigh

Rician (h_{ric}), donde los parámetros de entrada son: Num (número de coeficientes generados), K (radio de la potencia entre la componente directa y las ondas multitrayecto) y σ (potencia total de la componente directa y los componentes multitrayecto). La función debe devolver un vector con 1xNum coeficientes.

$$h_{ric} = \sqrt{\frac{K}{(K+1)\sigma}} + \frac{\sigma}{\sqrt{k+1}}h_{ray}, \quad (2)$$

Tenga en cuenta que debe hacer uso de la Función 1 para generar h_{ray} con parámetros de entrada Num y $\sigma = \frac{1}{\sqrt{2}}$. Además, la entrada K debe estar en veces (no en dB) para aplicar la ecuación (2).

La función 2 fue implementada de la siguiente manera:

```
function [h_ric] = canal_rician(num, k, omega)
    %La funcion acepta el valor k en veces
    h_ric = (sqrt((k)/((k+1)*omega)))+(omega/(sqrt(k+1)))...
        *canal_rayleigh(num, 1/sqrt(2));
end
```

Fig. 2. Función Rician

B. Consultar los siguientes comandos en MATLAB

comm.RayleighChannel, comm.RicianChannel: En estas dos funciones identificar como colocar: a) sample Rate, b) delay vector, c) average path gains, d) doppler frequency. Además, investigar como mostrar la respuesta impulsiva y la respuesta en frecuencia del canal generado a través de las opciones visualization y SamplesToDisplay.

- **comm.RayleighChannel**: pasa a la señal de datos mediante un modelo de canal Rayleigh, entre las principales propiedades que se pueden fijar son [1]:
 - **Sample Rate**: Frecuencia de muestreo de la señal de datos en Hz, es un escalar positivo. Por defecto tiene el valor de 1.
 - **Delay vector**: Retraso de ruta discreta en segundos, puede ser escalar o un vector su valor por defecto es un valor escalar 0. Cuando se habla de un vector se trata de un canal selectivo en frecuencia.
 - **Average path gains**: Ganancia promedio de las rutas discretas su unidad son los decibelios y de igual manera puede ser un escalar o un vector, su valor por defecto es 0. AveragePathGains debe tener el mismo tamaño que la propiedad PathDelays.
 - **Doppler frequency**: Desplazamiento Doppler máximo para todas las rutas de canal, es un escalar no negativo, por defecto su valor es 0.001 y su unidad es lo Hz.
 - **Visualization**: Visualización del canal, su valor por defecto es off (apagado); esta propiedad permite la visualización de la respuesta al impulso del canal, la respuesta de frecuencia y el espectro Doppler.
 - **Samples to display**: indica el porcentaje de mostrar que se mostrarán, por defecto es el 25%. La visualización de menos muestras mejora (disminuye) la tasa de actualización de la pantalla a expensas de disminuir la precisión de gráfico. Para habilitar esta propiedad, se debe establecer la propiedad “Visualization” en ‘Respuesta de impulso’, ‘Respuesta de frecuencia’ o ‘Respuesta de impulso y frecuencia’ [1].

Para configurar estas propiedades se lo realiza de la siguiente manera: *“comm.RayleighChannel('Propiedad', valor)”*

- **comm.RicianChannel**: de igual manera realiza el filtrado de una señal a través de un canal Rician sobre múltiples rutas, maneja las mismas propiedades descritas anteriormente con los mismos valores por defecto [2]. Este objeto filtra una señal de entrada real o compleja a través del canal multitrayecto para obtener la señal de canal deteriorado [2].

comm.constellationDiagram, histogram

El objeto Comm.ConstellationDiagram System muestra señales de valores reales e imaginarios. Mediante este objeto se puede realizar análisis cualitativos y cuantitativos en señales de portadora única moduladas [3].

Las propiedades que pueden ser definidas en este objeto son:

```
1 constDiagram = comm.ConstellationDiagram('
    ReferenceConstellation', refC, 'XLimits', [-x x], '
    YLimits', [-x x]);
```

Los histogramas son un tipo de gráfico de barras para datos numéricos que agrupan los datos en contenedores.

Después de crear un objeto histogram, se puede hacer uso de diferentes propiedades. Esto es particularmente útil para modificar rápidamente las propiedades de los contenedores o cambiar la visualización [5].

Un ejemplo de uso es:

```
1 datos = randn(200,1);
2 h = histogram(datos)
```

REFERENCES

- [1] “Filter input signal through multipath Rayleigh fading channel - MATLAB - MathWorks América Latina”. <https://la.mathworks.com/help/comm/ref/comm.rayleighchannel-system-object.html> (accedido jun. 28, 2021).
- [2] J. P. Kermoal, L. Schumacher, K. I. Pedersen, P. E. Mogensen, y F. Frederiksen, “A stochastic MIMO radio channel model with experimental validation”, IEEE J. Select. Areas Commun., vol. 20, n.º 6, pp. 1211-1226, ago. 2002, doi: 10.1109/JSAC.2002.801223.
- [3] “Display constellation diagram for input signals - MATLAB”. <https://www.mathworks.com/help/comm/ref/comm.constellationdiagram-system-object.html> (accedido jun. 26, 2021).
- [4] “Impulse Response - MATLAB & Simulink”. <https://www.mathworks.com/help/signal/ug/impulse-response.html> (accedido jun. 26, 2021).
- [5] “Histogram plot - MATLAB”. <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/matlab.graphics.chart.primitive.histogram.html> (accedido jun. 26, 2021).