

# “MODELOS DE PROPAGACIÓN”

Informe N°3

Laboratorio de Comunicaciones Inalámbricas

1<sup>st</sup> Melanny Dávila

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

2<sup>nd</sup> Jonathan Álvarez

Ingeniería en Telecomunicaciones  
Facultad de Eléctrica y Electrónica  
Quito, Ecuador  
jonathan.alvarez@epn.edu.ec

**Abstract**—En el siguiente documento se presenta un informe detallado acerca de los modelos de propagación tratados en la sesión de laboratorio, es decir, modelo free-space, log-normal y Hata. Todo esto mediante el uso del software de simulación MatLab.

**Index Terms**—Modelo, frecuencia de trabajo, distancia, pérdidas.

## I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de comunicaciones inalámbricas tienen varios desafíos para alcanzar comunicaciones confiables y de alta velocidad. Su medio de transmisión es el aire cuyas características cambian con el tiempo. El modelo Path Loss describe la atenuación de la señal entre el transmisor y el receptor como una función de la distancia y otros parámetros que causan la disipación de la potencia emitida por el transmisor además de otros parámetros del canal de propagación. El ensombreamiento es causado por la obstrucción entre el transmisor y el receptor que atenúa la señal de potencia debido a la absorción, reflexión, dispersión y difracción.

## II. OBJETIVOS

- Familiarizar al estudiante con los modelos de propagación.
- Calcular en MATLAB las pérdidas por trayectoria en un canal inalámbrico haciendo uso de tres modelos de propagación.

## III. CUESTIONARIO

A. *Presentar los resultados obtenidos en la práctica desarrollada. Comente los resultados.*

Se puede apreciar para el modelo Free space donde la señal recibida con línea de vista en donde no existen obstáculos la potencia recibida será inversamente proporcional a la distancia, y según la gráfica mientras mayor sea la distancia aumentará las pérdidas.

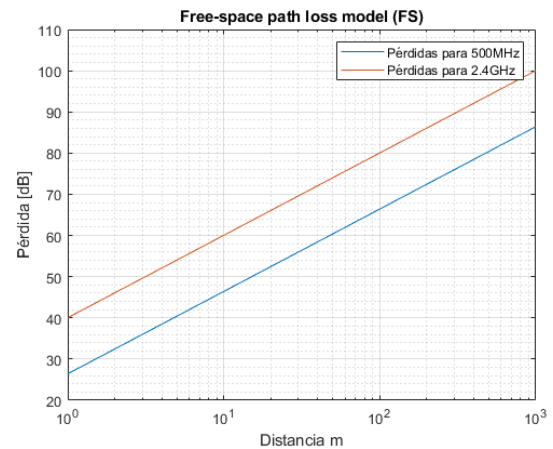


Fig. 1. Modelo Free-space

El modelo log distance es una generalización del modelo anterior y se modifica la pérdida de trayecto con exponente de pérdida de trayecto  $n$ . Para mayor valor de  $n$  las pérdidas son mayores y especialmente habrá una distancia para las cuales las pérdidas en una frecuencia menor superarán las pérdidas en una frecuencia mayor para distancias grandes.

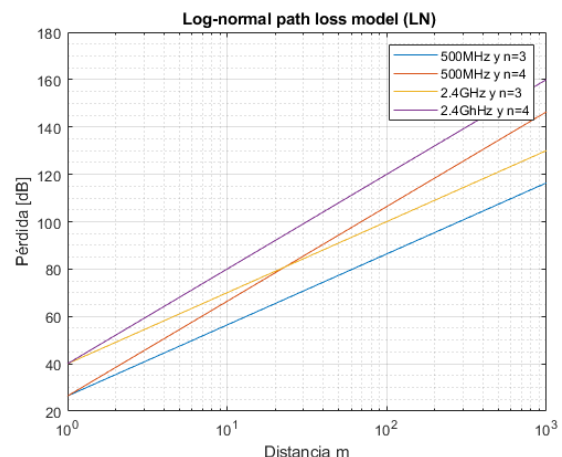


Fig. 2. Modelo Log-normal

Para el modelo Hata tiene factores que dependerán de frecuencias de transmisión así como la altura de la distancia y separación entre el transmisor y el receptor, para los ejercicios se tuvo estos valores como constantes y el cambio realizado fue para el tipo del área. Se pudo observar mejores resultado para el área abierta, esto se debe a que se tendrá menores interferencias y dispersión.

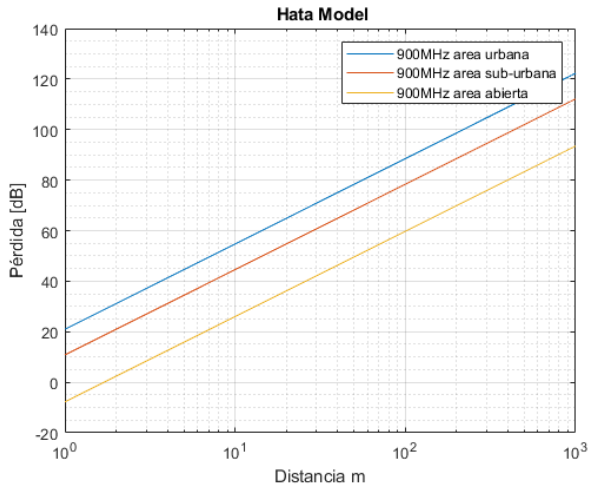


Fig. 3. Modelo Hata area urbana, sub urbana y abierta

Finalmente se utilizó cobertura grande en diferentes frecuencias, y el resultado fue similar al primer modelo, en el cual la principal característica es que las pérdidas aumentarán si la frecuencia aumenta.

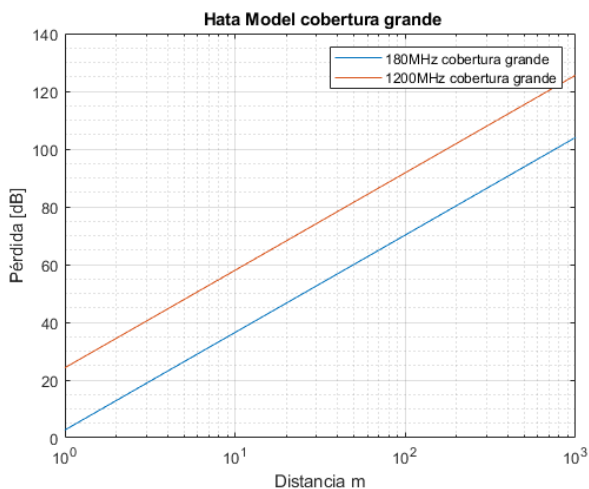


Fig. 4. Modelo Hata con cobertura grande area grande

B. Desarrolle un script para graficar la pérdida de trayectoria del modelo Free-space. La gráfica tendrá en el eje x la frecuencia entre 1 y 2000 MHz en pasos de 1. Además, la gráfica se debe realizar para una distancia de 100 metros. La gráfica debe incluir título, etiquetas de ejes, leyendas y tener activada la grilla.

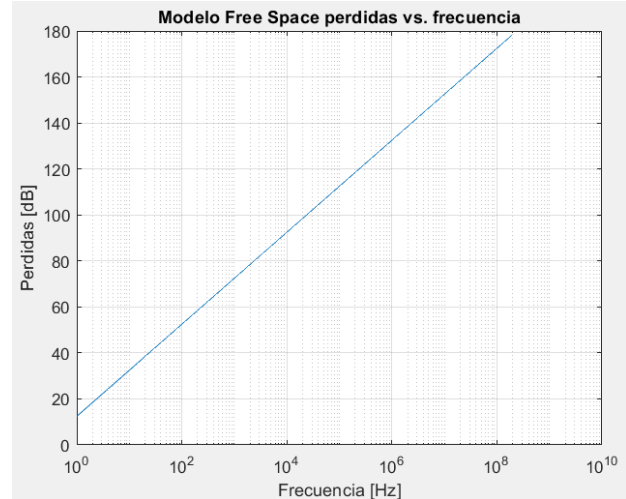


Fig. 5. Modelo Hata con cobertura grande area grande

```
clc
clear all
close all
%Creacion de un vector conformado por ceros
loss = zeros(1,200e6);
%Creacion del vector de frecuencia
frecuencia = 1:200e6;
%Lazo for para calcular las perdidas en el rango de frecuencia
for f=1:200e6
    auxiliar = fs(100, f);
    %Registro de las perdidas en el vector de ceros
    loss(f) = auxiliar;
end
%Grafica
semilogx(frecuencia, loss)
%Titulo
title('Modelo Free Space perdidas vs. frecuencia')
%Nombre de los ejes
xlabel('Frecuencia [Hz]'), ylabel('Perdidas [dB]')
%Grilla activada
grid on
```

Fig. 6. Modelo Hata con cobertura grande area grande

C. Comente los resultados del literal 6.2.

Para el ejemplo en el cual la distancia se mantiene constante y la frecuencia varía en el eje X se puede observar un comportamiento similar a cuando se mantenía la frecuencia constante y la distancia varía. A medida que la frecuencia aumenta, también aumentarán las pérdidas producidas. Se puede apreciar que el eje de la frecuencia se encuentra en tipo logaritmo lo cual permite apreciar de mejor manera la forma en la cual la frecuencia influye en la pérdida.

D. Desarrolle un script para graficar en una misma figura la pérdida de trayectoria del modelo Free-space y la pérdida del modelo log-normal. La gráfica tendrá en el eje x la distancia entre 1 y 1000 metros en pasos de 1. Además, el eje x debe ser de tipo logarítmico. Para ambos modelos se considera la frecuencia de 900MHz. Para el modelo log-normal,  $d_0 = 1$  metro y  $n = 4$ . La gráfica debe incluir título, etiquetas de ejes, leyendas y tener activada la grilla.

A continuación, se presenta el segmento de código que permite la obtención de la gráfica solicitada en el enunciado, la misma que se presenta en la figura 8.

El script de MatLab mostrado en la figura 7 hace uso de las funciones creadas previamente en el trabajo preparatorio.

```
clc
clear all
close all
f=900; %frecuencia de trabajo
d=1:1e3; %vector distancia
P_LS=fs(d,f); %perdidas free space
P_LN=ln(d,f,4,1); %perdidas log-normal
figure
semilogx(d,P_LS,d,P_LN); %grafica realizada
%nombres de los ejes
xlabel('Distancia [m]'), ylabel('Perdidas [dB]')
%leyendas de las graficas
legend('Modelo Free-Space', 'Modelo Log-Normal')
%titulo
title('Modelos de propagación en 900[MHz]')
%grilla activada
grid on
```

Fig. 7. Código implementado

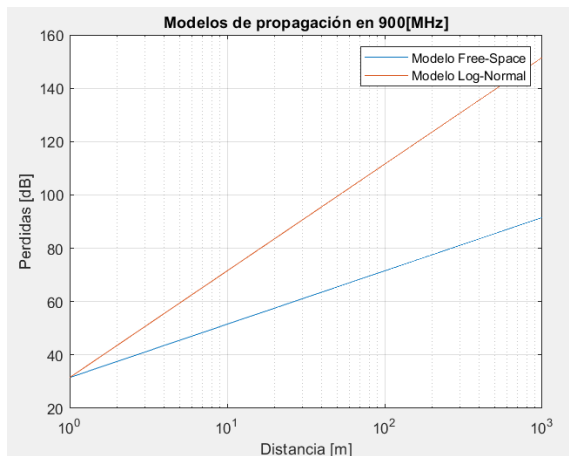


Fig. 8. Gráfica modelos Free-Space y Log-Normal

#### E. Comente los resultados del literal 6.4.

En la figura 8, se presenta una clara comparación entre ambos modelos de propagación. Es así como el modelo Free-Space tiene menos pérdidas conforme la distancia aumenta, esto se debe a que este modelo considera que existe línea de visión entre transmisor y receptor sin obstáculos presentes.

Además, otra consideración es que la antena de transmisión y la superficie de la tierra se encuentra muy separadas; lo que hace que este modelo no sea apto para aplicar en entornos realistas. Ahora, el modelo Log-Normal tiene pérdidas más altas conforme aumenta la distancia en comparación del modelo Free-Space; se debe a que analiza diferentes entornos de propagación: interior, exterior, obstrucciones de edificios o fábricas, área urbana, entre otros. Por lo cual es importante utilizar este modelo en el caso de que se desee realizar un estudio más específico.

#### F. Conclusiones:

- El uso del modelo HATA permite que los cálculos realizados sean mucho más realistas en comparación de los otros modelos, dado que considera aspectos como: zona urbana, rural o abierta, área de cobertura, ambiente interior o exterior.
- Como se evidenció, en un ambiente urbano existen más pérdidas debido a los obstáculos presentes en el trayecto de la comunicación; en comparación a un ambiente rural o área abierta.
- El uso de un eje de tipo logarítmico nos permite apreciar de mejor manera los resultados entre los distintos modelos de propagación. Debido a que las gráficas parecen ser lineales en logarítmico permite el enfoque claro en el fenómeno de estudio.
- Existe una relación inversa entre la potencia recibida y la distancia entre el transmisor y el receptor, Es decir la potencia recibida será menor a mayor distancia entre transmisor y receptor. El mismo comportamiento se puede observar con la frecuencia, a medida que esta aumenta la potencia recibida será menor para una misma distancia.

#### G. Recomendaciones:

- En base a las condiciones de estudio es importante realizar una cautelosa selección del modelo con el cual se realizarán los cálculos respectivos.
- Utilizar la escala logarítmica en el eje para no tener que realizar la conversión de los datos ya que puede causar errores si se los vuelve a utilizar.

#### REFERENCES

- [1] V. Mathuranathan, Simulation of Digital Communication Systems Using Matlab, SECOND EDI. Mathuranathan Viswanathan at Amazon, 2016.