

# “MODELOS DE PROPAGACIÓN”

Trabajo Preparatorio N°3  
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 abordaran algunos de los modelos de propagación revisados en clase por medio del diferentes simulacione en MatLab para su posterior análisis y comparación entre modelos.

**Index Terms**—MatLab, modelo de propagación, FS, LN, HA.

## I. INTRODUCCIÓN

Con el fin de analizar las pérdidas multitrayecto tiene un canal inalámbrico es importante usar modelos de propagación siempre y cuando se hable de desvanecimiento a gran escala. Un modelo de propagación es un conjunto de expresiones matemáticas, diagramas y algoritmos usados para representar las características de un ambiente dado.

Generalmente los modelos de predicción se pueden clasificar en empíricos o estadísticos, teóricos o determinísticos o una combinación de estos dos, es decir semi-empíricos.

## 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. Se solicita implementar tres funciones en MATLAB para calcular las pérdidas por trayecto (path loss-PL) correspondientes a cada uno de los modelos que se lista a continuación:

Como primer paso, se realizó un menú principal con el fin de que las funciones implementadas sean más amistosas con el usuario.

```
clc, clear all, close all
disp('Seleccione el numero del modelo con el que desea trabajar:')
disp('1. Free space path loss model')
disp('2. Log-normal path loss model')
disp('3. Hata model')
disp('4. Salir\n');
opcion = input('Opcion: ');
while opcion ~= 4
    switch opcion
        case 1
            d = input('Ingrese la distancia en [m]: ');
            f = input('Ingrese la frecuencia en [MHz]: ');
            perdidas = fs(d, f);
            fprintf("Las perdidas por trayecto son: %.2f [dB]\n", perdidas)
        case 2
            d = input('Ingrese la distancia en [m]: ');
            f = input('Ingrese la frecuencia en [MHz]: ');
            d_o = input('Ingrese d_o [m]: ');
            n = input('Ingrese el n: ');
            perdidas = ln(d, f, n, d_o);
            fprintf("Las perdidas por trayecto son: %.2f [dB]\n", perdidas)
        case 3
            d = input('Ingrese la distancia en [m]: ');
```

Fig. 1. Primera parte del menú

```
d = input('Ingrese la distancia en [m]: ');
f = input('Ingrese la frecuencia en [MHz]: ');
h_tx = input('Ingrese la altura del transmisor [m]: ');
h_rx = input('Ingrese la altura del receptor [m]: ');
disp('Seleccione el tamano de la cobertura')
disp('1. Pequeno')
disp('2. Mediano')
disp('3. Grande')
cobertura = input('Ingrese la opcion: ');
disp('Seleccione el area de trabajo')
disp('1. Urbana')
disp('2. Suburbana')
disp('3. Abierta')
area = input('Ingrese la opcion: ');
perdidas = ha(d, f, h_tx, h_rx, cobertura, area);
fprintf("Las perdidas por trayecto son: %.2f [dB]\n", perdidas)
end
disp('Seleccione el numero del modelo con el que desea trabajar:')
disp('1. Free space path loss model')
disp('2. Log-normal path loss model')
disp('3. Hata model')
disp('4. Salir\n');
opcion = input('Opcion: ');
end
```

Fig. 2. Segunda parte del menú

**Función 1: Free-space path loss model (FS).**- Deberá devolver las pérdidas por trayecto en dB. La función debe recibir la distancia en metros y la frecuencia en MHz. Considerar que  $G_t = G_r = 1$ .

Las siguientes líneas de código permiten implementar el modelo Free-space path loss en una función de MatLab, la misma que recibe dos parámetros: distancia y frecuencia.

```
function [loss] = fs(d,f)
    %La funcion considera la frecuencia en
    lambda = 3e8/(f*1e6);
    loss = 20*log10(4*pi*d/lambda);
end
```

Fig. 3. Modelo FS

**Función 2: Log-normal path loss model (LN).**- Deberá devolver las pérdidas por trayecto en dB. La función debe recibir la distancia en metros y la frecuencia en MHz. Recuerde que puede hacer uso de la función 1 para calcular las pérdidas de una determinada distancia  $d_0$ .

En la figura 4, se presenta una función que describe el modelo Log-normal; los parámetros que esta función debe recibir son: distancia, frecuencia,  $n$ ,  $d_0$ .

```
function [loss] = ln(d,f,n, d_o)
    loss = fs(d_o,f) + 10*n*log10(d/d_o);
end
```

Fig. 4. Modelo LN

**Función 3: Hata model (HA).**- Deberá devolver las pérdidas por trayecto en dB dependiendo del área escogida (por ejemplo, urbana, suburbana y abierta) y de la cobertura. La función debe recibir la distancia en metros y la frecuencia en MHz.

Finalmente, para la implementación de este modelo, se realizó una función mucho más extensa en comparación a las anteriores, debido a que se debe analizar el tipo de área y la cobertura en la cual se está trabajando.

```
function [Loss] = ha(d, f, h_tx, h_rx, cobertura, area)
a = 0;
while a == 0
    a = 1;
    if cobertura == 1 || cobertura == 2 %pequeno o mediano
        c_rx = 0.8 + (1.1*log10(f*1e6)-0.7)*h_rx - 1.56*log10(f*1e6);
    elseif cobertura == 3 %grande
        if f >= 150 && f <= 200
            c_rx = 8.29*(log10(1.54*h_rx))^2 - 1.1;
        elseif f >= 200 && f <= 1.5e3
            c_rx = 3.2*(log10(11.75*h_rx))^2 - 4.97;
        else
            disp('Frecuencia incorrecta')
        end
    else
        disp('Opcion incorrecta')
        a = 0;
    end
end
disp(c_rx)
if area == 1 %urbano
    Loss = 69.55 + 26.16*log10(f) - (13.82*log10(h_tx)) - c_rx + (44.9 - (6.55*log10(h_tx))*log10(d));
elseif area == 2 %suburbano
    Loss = ha(d, f, h_tx, h_rx, cobertura, 1) - 2*(log10(f/28))^2 - 54;
elseif area == 3 %abierto
    Loss = ha(d, f, h_tx, h_rx, cobertura, 1) - 4.78*(log10(f))^2 + 18.33*log10(f) - 40.97;
else
    disp('Opcion incorrecta')
    a = 0;
end
end
```

Fig. 5. Modelo HA

B. Probar las funciones del literal A con los siguientes parámetros de entrada:

**Función 1:** distancia = 500 metros, frecuencia = 900 MHz

Resultado obtenido al utilizar la función mostrada en la figura 3:

```
Seleccione el numero del modelo con el que desea trabajar:
1. Free space path loss model
2. Log-normal path loss model
3. Hata model
4. Salir\n
Opcion: 1
Ingrese la distancia en [m]: 500
Ingrese la frecuencia en [MHz]: 900
Las perdidas por trayecto son: 85.51 [dB]
```

Fig. 6. Modelo FS resultado

**Función 2:** distancia = 500 metros, frecuencia = 900 MHz,  $d_0 = 1$  metro,  $n = 3$ .

Por medio de la función 2, figura 4, se obtuvieron los siguientes resultados:

```
Seleccione el numero del modelo con el que desea trabajar:
1. Free space path loss model
2. Log-normal path loss model
3. Hata model
4. Salir\n
Opcion: 1
Ingrese la distancia en [m]: 500
Ingrese la frecuencia en [MHz]: 900
Las perdidas por trayecto son: 85.51 [dB]
```

Fig. 7. Modelo LN resultado

**Función 3:** distancia = 100 metros, frecuencia = 900 MHz,  $h_{TX} = 50$  metros,  $h_{RX} = 2$  metros, cobertura = grande, área= urbana.

En base a la función mostrada en la figura 5, se obtuvieron los siguientes resultados con los parámetros solicitados.

```
Opcion: 3
Ingrese la distancia en [m]: 100
Ingrese la frecuencia en [MHz]: 900
Ingrese la altura del transmisor [m]: 50
Ingrese la altura del receptor [m]: 2
Seleccione el tamaño de la cobertura
1. Pequeño
2. Mediano
3. Grande
Ingrese la opcion: 3
Seleccione el área de trabajo
1. Urbana
2. Suburbana
3. Abierta
Ingrese la opcion: 1
1.0454

Las pérdidas por trayecto son: 189.85 [dB]
```

Fig. 8. Modelo HA resultado

#### REFERENCES

- [1] Hata, M., (1980) 'Empirical formula for propagation loss in land mobile radio services', IEEE Trans. Veh. Technol., vol. 29, pp. 317-325.
- [2] T. Abbas, K. Sjöberg, J. Karedal, y F. Tufvesson, "A Measurement Based Shadow Fading Model for Vehicle-to-Vehicle Network Simulations", International Journal of Antennas and Propagation, vol. 2015, pp. 1-12, 2015, doi: 10.1155/2015/190607.
- [3] Jazmín Ponce-Rojas, Sergio Vidal-Beltrán, Iván Zamudio-Castro, Federico Felipe Durán."Coverage Maps of 3G Cellular Networks using Geographic Information Systems". Research In Computing Science, Advances in Computer Science and Electronic Systems, Vol. 52, 2011, pp. 297-307
- [4] Levent Sevgi, "Simple Propagation Models and Ray Solutions," in Electromagnetic Modeling and Simulation , IEEE, 2014, pp.319-352, doi: 10.1002/9781118716410.ch12.