

CÁLCULO DE RADIOENLACE TERRESTRE MEDIANTE EL MODELO DE PROPAGACIÓN HATA

Schneider, Axel; Torres, Ignacio; Zsilavec, Ariel

Estudiantes de Ingeniería Electrónica, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba (UTN FRC),
Maestro López Esq. Cruz Roja Argentina. CP X5016ZAA. Córdoba, Argentina.

axel.c.sch@gmail.com - nacho.utnfr@gmail.com - arielzsilavec@gmail.com

RESUMEN - En el presente artículo se expone el procedimiento para realizar el cálculo de recepción GSM, para un modelo de propagación COST 231 Hata. Para ello se elige una antena instalada en la ciudad de Córdoba y un móvil ubicado próximo a la misma.

ABSTRACT - In this article, the procedure for calculating GSM reception is presented, for a COST 231 Hata propagation model. For this end is chosen an antenna installed in the city of Córdoba and a cell phone located next to it.

PALABRAS CLAVE: COST 231 Hata, GSM, radioenlace

NOMENCLATURA [2]

MS: Mobile Station

BTS: Base Transceiver Station

h_r : altura media de los edificios (m)

w : anchura de la calle (m)

b : separación media entre edificios (m)

ϕ : ángulo formado por la dirección de propagación y el eje la calle (grados)

h_b : altura de la antena de la estación base (m)

h_m : altura de la antena del dispositivo móvil (m)

$\Delta h_m = h_r - h_m$ (m)

$\Delta h_b = h_b - h_r$ (m)

l : distancia total entre el primer y el último edificio del trayecto (m)

d : distancia entre estación base y dispositivo móvil (km)

f : frecuencia (MHz)

I. INTRODUCCIÓN

Se denomina radioenlace a cualquier interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas. Además si los terminales son fijos, el servicio se lo denomina como tal y si algún terminal es móvil, se lo denomina dentro de los servicios de esas características.

Los radioenlaces, establecen un concepto de comunicación del tipo dúplex, de donde se deben transmitir dos portadoras moduladas: una para la transmisión y otra para la recepción.

Al par de frecuencias asignadas para la transmisión y recepción de las señales se lo denomina radio canal.

Los enlaces se hacen básicamente entre puntos visibles, es decir, puntos altos de la topografía. Cualquiera que sea la magnitud del sistema de microondas, para un correcto funcionamiento es necesario que los recorridos entre enlaces tengan una altura libre adecuada para la propagación en toda época del año, tomando en cuenta las variaciones de las condiciones atmosféricas de la región.

Para poder calcular las alturas libres debe conocerse la topografía del terreno, así como la altura y ubicación de los obstáculos que puedan existir en el trayecto.[1]

II. SELECCIÓN DE COMPONENTES

Para realizar el cálculo de radioenlace se utilizará una antena emisora LTE 4G (actuando como BTS o Base Transceiver Station, por sus siglas en inglés) ubicada en el edificio central de la Universidad Tecnológica Nacional en las coordenadas: 31°26'31.8"S 64°11'34.9"W; y un teléfono receptor (siendo el MS o Mobile Station) ubicado en el edificio Salcedo de la misma universidad, en las coordenadas: 31°26'29.2"S 64°11'35.6"W. La distancia medida entre ambos puntos es de $d = 75,96$ m y tomando como altura de BTS $h_b = 12$ m y de MS $h_m = 1,5$ m, la diferencia entre ambos nos dará como resultado

Este cálculo se realizará partiendo de los datos de la antena emisora y de la receptora, y estimando la altura en que se encuentran las antenas.

En la Figura 1 podemos observar en detalle la ubicación de los componentes antes mencionados mediante la utilización de Google Maps.

III. DATOS DEL EMISOR

Ptx = 30 dBm

Gtx = 11 dBi



Figura 1. Detalle de locación de componentes BTS y MS.

$f_c = 1725 \text{ MHz}$

$\phi = 41^\circ$

$h_b = 12 \text{ m}$

$b = 5,5 \text{ m}$

$d = 0,07596 \text{ km}$

IV. CÁLCULO DE RADIOENLACE

Para un escenario NLOS (Non Line of Sight) la pérdida se calcula teniendo en cuenta la pérdida de propagación en espacio libre (L_0), la pérdida por reflexión en los tejados (L_{rts}) y la pérdida por difracción multipantalla (L_{msd}), siempre y cuando L_{rts} y L_{msd} sean mayores a cero.

$$L_b = L_0 + L_{rts} + L_{msd} \quad (1)$$

$$L_0 = 32,4 + 20 \log(d) + 20 \log(f) \quad (2)$$

$$L_0 = 74,75 \text{ dB} \quad (3)$$

El término L_{rts} tiene en cuenta la anchura de la calle. Está basada en los principios de difracción tejado-calle.

$$L_{rts} = -8,2 - 10 \log(w) + 10 \log(f) + 20 \log(\Delta h_m) + L_{ori} \quad (4)$$

$$\Delta h_m = h_r - h_m = 9 \text{ m} - 1,5 \text{ m} = 7,5 \text{ m} \quad (5)$$

El término L_{ori} es un factor de corrección que cuantifica las pérdidas debido a la orientación de la calle.

para $35^\circ \leq \phi < 55^\circ$:

$$L_{ori} = 2,5 + 0,0075 (\phi - 35) = 2,545 \text{ dB} \quad (6)$$

$$L_{rts} = -8,2 - 10 \log(14) + 10 \log(1725) + 20 \log(7,5) + 2,54 \quad (7)$$

$$L_{rts} = 32,75 \text{ dB} \quad (8)$$

La pérdida por difracción multipantalla, L_{msd} , es función de la frecuencia, la distancia entre el dispositivo móvil y la estación base, además de la altura de ésta y la de los edificios.

$$L_{msd} = L_{bsh} + k_a + k_d \log(d) + k_f \log(f) - 9 \log(b) \quad (9)$$

$$\Delta h_b = h_b - h_r = 12 \text{ m} - 9 \text{ m} = 3 \text{ m} \quad (10)$$

Teniendo en cuenta que la altura de la estación base es mayor que la de los edificios, utilizamos las siguientes ecuaciones.

$$L_{bsh} = -18 \log(1 + \Delta h_b) = -10,84 \text{ dB} \quad (11)$$

$$k_a = 54 \quad k_d = 18 \quad (12)$$

$$k_f = -4 + 0,7 \left(\frac{f}{925} - 1 \right) = -3,41 \quad (13)$$

L_{bsh} es un término que depende de la altura de la estación base. K_f y K_d ajustan el valor de L_{msd} con respecto a la frecuencia y la distancia.

$$L_{msd} = -10,84 + 54 + 18 \log(0,07596) - 3,41 \log(1725) - 9 \log(5,5) \quad (14)$$

$$L_{msd} = 5,31 \text{ dB} \quad (15)$$

Finalmente, la pérdida total es:

$$L_b = 74,75 + 32,75 + 5,31 = 112,81 \text{ dB} \quad (16)$$

Conociendo los datos de potencia del emisor (P_{tx}), ganancia del emisor y receptor (G_{tx} y G_{rx}) y pérdidas en los conectores (L_c), podemos calcular el nivel de señal que llegará al móvil.

$$S_{rx} = P_{tx} + G_{tx} + L_b \quad (17)$$

$$S_{rx} = 30 + 11 - 112,81 \quad (18)$$

$$S_{rx} = -71,81 \text{ dBm} \quad (19)$$

V. CONCLUSIONES

Se ha probado un modelo de propagación que con cálculos simples nos permite estimar si será posible llevar a cabo el radioenlace. En la Figura 2 se observa la medición realizada con la aplicación en el mismo dispositivo móvil denominada CellMapper, la cual nos indica que la señal recibida es de -73 dBm, contrastado con el valor calculado (-71,81 dBm) obtenemos un error de 1,6%. Por otro lado, en la Figura 3 observamos el detalle de la antena y su posición mediante la utilización de OpenCellID [3] y podemos comprobar que coinciden los datos de la celda observados en el dispositivo móvil anteriormente.

eNB 2524 Cell 2 - LTE	-108 dBm
MCC: 722 MNC: 310 TAC: 51143	
LTE Reference Signal Received Power	-108 dBm
LTE Reference Signal Received Quality	-14 dB
LTE Receive Signal Strength	-73 dBm
Band Name	AWS-1
RX Frequency	2125 MHz
Band Number	4
TX Frequency	1725 MHz
LTE Cell Identity	646146
(EA/UA/A)RFCN	2100
LTE Signal to Noise Ratio	8 dB
LTE Physical Cell Identity	58
LTE Timing Advance	234 m

Figura 2. Medición con CellMapper.

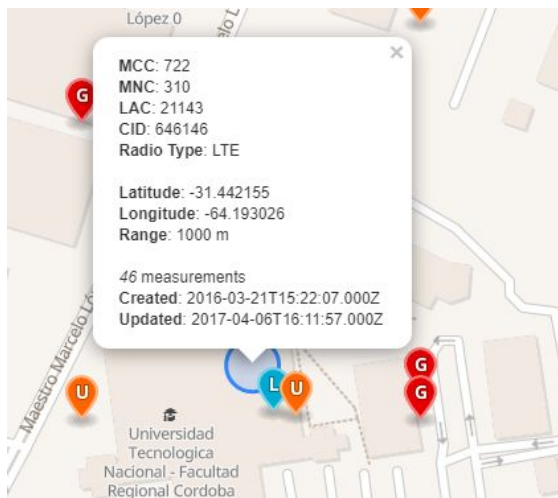


Figura 3. Detalle mediante OpenCellID.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- [1] <http://www.radiocomunicaciones.net/radio/radio-enlace-que-es-un-radioenlace/>
- [2] https://www.xirio-online.com/help/es/cost_231.htm
- [3] <https://opencellid.org/#zoom=18&lat=-31.441928&lon=-64.192617>