

Cálculo de un Radio Enlace Terrestre 3G

Cano Schirado

Francisco Gabriel

Legajo 67236

Córdoba, Argentina

frankno@hotmail.com

Durante

Matias Nahuel

Legajo 68276

Córdoba, Argentina

matiasdurante94@gmail.com

Abstract—This article develops the procedure needed to make a link in the 3G band, using the COST 231-Hata propagation model for a mobile communications channel located in the urban area. For this, an installed antenna is chosen in the city of Córdoba, in the neighborhood of Nueva Córdoba and a cell phone located next to it.

Abstract—El presente artículo desarrolla el procedimiento necesario para realizar un enlace en la banda 3G, mediante el modelo de propagación COST 231-Hata para un canal de comunicaciones móvil ubicado en la zona urbana. Para ello se elige una antena instalada en la ciudad de Córdoba, en el barrio de nueva Córdoba y un móvil ubicado próximo a la misma.

I. INTRODUCCIÓN

Los modelos de propagación han puesto su mayor interés en predecir la potencia por medio de una señal recibida a una distancia determinada del transmisor, así como también las variaciones de la potencia de la señal en la cercanía de un punto de interés.

La predicción y el modelado de los canales de radio- comunicación son una de las partes mas complicadas que intervienen en el diseño de sistemas de comunicación, por lo general esta parte se hace de manera estadística, tomando como base mediciones realizadas en una zona específica y para un determinado sistema o parte del espectro.

Los modelos de propagación que predicen la potencia de la señal para cualquier distancia de separación entre el transmisor y el receptor, son conocidos como modelos de propagación “Large-Scale” y son de gran utilidad para el cálculo de áreas de cobertura para sistemas de radio.

II. MODELO OKUMURA-HATA

El modelo de Okumura es uno de los más ampliamente utilizados para predicción de señales en áreas urbanas.

Okumura desarrolló un set de curvas que entregan la atenuación relativa al espacio libre media (que se usa como nivel de referencia) para una zona urbana sobre terreno casi-plano, en base a extensas mediciones, además de basarse en parámetros predefinidos.

Es uno de los modelos más simples y adecuados para las predicciones de atenuación para sistemas celulares y sistemas

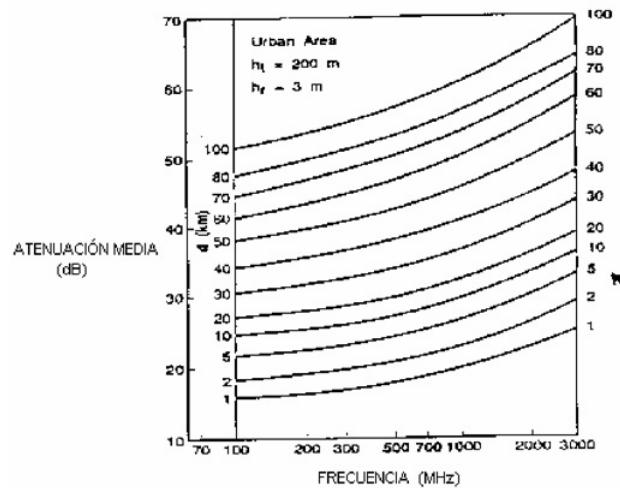


Fig. 1. Tabla usada por Okumura para hacer predicciones.

de radio terrestre en ambientes poblados. En las mediciones de la atenuación a diferencia con la predicción, presentan errores con una desviación estándar entre los 10 dB a 14 dB.

El Modelo Okumura- Hata es una formulación empírica de los datos de las pérdidas de propagación provistos por Okumura, y es válido en el rango de frecuencias de VHF y UHF, de los 150 MHz a los 1500 MHz. Aunque Hata presentó las pérdidas dentro de un área urbana como una fórmula estándar:

$$L_{50}(\text{urbano})(dB) = 69.55 + 26.16 \log f_c - 13.82 \log h_{te} - a(h_{re}) + (44.9 - 6.55 \log h_{te}) \log d \quad (1)$$

Se debe considerar que las definiciones son las mismas que para el modelo de Okumura, incluyendo:

fc :frecuencia portadora [MHz].

hte :altura de antena transmisora en [m] en rango 30 a 200 metros.

hre :altura de antena receptora en [m] en rango 1 a 10 metros.

a(hre):factor de corrección para la altura efectiva de la antena móvil que es función del tipo de área de servicio.

d:distancia entre transmisor y receptor de 1 a 20 [km]

Debido a que la distancia que entre la antena transmisora y el receptor con la que se desea llevar a cabo este práctico es de aproximadamente 120m, es decir menor a 1 km, el modelo Okumura-Hata queda descartado, prosiguiéndose a utilizar una extensión de dicho modelo, denominado COST 231-Hata.

III. MODELO COST 231-HATA

Las condiciones en las que se puede emplear son:

- Frecuencia f_c de 800 a 2000 [Mhz]
- Altura del transmisor (h_b) de 4 a 50 [m]
- Altura del receptor (h_{rm}) de 1 a 3 [m]
- Distancia entre Dispositivos de 0,002 a 5 [km]
- C_m :Factor de corrección que tiene en cuenta el ambiente de propagación.

La ecuación que representa este modelo es la siguiente:

$$L_{(dB)} = 46,3 + 33,9 * \log(f_c) - 13,82 * \log(h_b) - a(h_{rm}) + (44,9 - 6,55 * \log(h_b)) * \log(d) + Cm \quad (2)$$

En la siguiente expresión, se muestra el termino $a(h_{rm})$, el cual, indica las variaciones en las perdidas por propagación cuando el móvil se mueve verticalmente.

$$a(h_{rm}) = h_{rm}(1,1\log(f_c)-0,7)-(1,56*\log(f_c)-0,8) \quad (3)$$

Dado estas ecuaciones, se puede determinar del valor de la Señal recibida en el Receptor de la siguiente forma:

$$S_{Rx} = P_{Tx} + L_c + G_{Tx} + L_{dB} + L_c + G_{Rx} \quad (4)$$

Donde:

S_{Rx} :Señal recibida en el Receptor.

P_{Tx} :Potencia del transmisor.

L_c : Pérdida en el cable

G_{Tx} :Ganancia de la antena(Transmisor).

L_{dB} :Pérdida en el espacio libre.

G_{Rx} :Ganancia de la antena (Receptor).

IV. CÁLCULOS Y MEDICIONES DEL RADIO ENLACE 3G

Como se mencionó con anterioridad, se utilizará un canal de comunicaciones de la red 3G de telefonía de la compañía "Personal Córdoba" para llevar a cabo los cálculos del enlace donde tenemos una antena transmisora-repetidora ubicada en la proximidad de la vivienda de uno de los integrantes del grupo.

A. Antena y Receptor

La antena seleccionada para la realización de los respectivos cálculos se encuentra ubicada en el barrio nueva córdoba y cuyas características y coordenadas son:

Antena panel sectorial 900-1800Mhz 10dBi

Reference: AT200

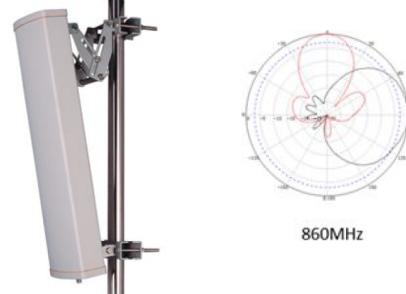


Fig. 2. Antena At2000

Product description:

Frecuencia Mhz: 860-960 / 1710-2000

Ganancia. / VSWR. Max.

860-960Mhz: 10dBi / 1.5:1

1710-2000Mhz: 10dBi / 1.5:1

Polarización: vertical

Rango de apertura: vertical: 35° / horizontal: 90°

Potencia máxima admitida: 100w

Impedancia: 50Ohm

Material del reflector: Aluminio

Dimensiones mm.: 400 x 280 x 120

Conector: N hembra

Tipo de anclaje: A mastil 35-50 de diámetro

Temperatura: -40° / 65°C

Resistencia al viento: 210Km/h

Fig. 3. Datasheet

- Latitud: $31^{\circ}25'37.5''S$
- Longitud: $64^{\circ}11'29.7''O$.

En las Figura 4 se puede observar una imagen satelital de la torre y su ubicación geográfica.



Fig. 4. Imagen satelital 1

A su vez, en la Figura 8 se puede determinar mediante la utilización de la aplicación de "Google Maps" la distancia real entre la antena y el receptor, siendo la misma de 129,51 m.

Entonces se determina que la distancia d que une estos puntos es 0,1295 km. La altura efectiva de la antena transmisora h_b es aproximadamente 30 m y la altura efectiva de la antena del móvil h_{rm} se considera 1.5 m.

En cuanto a la frecuencia, para 3G es necesario que el dispositivo receptor (o nuestro teléfono, en este caso) soporte las dos bandas de frecuencia (UMTS 850 y UMTS 1900), debido a que esto es lo que se encuentra rigiendo vigente tanto en la ciudad de Córdoba como en el resto de Argentina y, de esta forma, nos aseguramos conectividad con cualquier antena del país.



Fig. 5. Imagen satelital 2

B. Cálculo de Atenuación

Parametrós para Cálculo
$f_c = 850\text{Mhz}$
$h_{rm} = 1,5 \text{ m}$
$h_b = 30 \text{ m}$
$d = 0,1295 \text{ km}$
$C_m = 3 \text{ dB}$

El factor de corrección se obtiene mediante la siguiente tabla:

Entorno	Valor [dB]
Para ciudades urbanas densas (edificios altos de más de 7 pisos).	3
Para ciudades urbanas medias (edificios más pequeños con calles pequeñas y medianas).	0
Para ciudades urbanas medias con calles anchas.	-5
Para entornos sub-urbanos con pequeños edificios.	-12
Para entornos mixtos, pueblos y rural.	-20
Para entornos rurales con pocos árboles y casi sin colinas.	-26

Entonces, el parámetro de corrección será:

$$\begin{aligned}
 a(h_{rm}) &= h_{rm}(1,1\log(f_c) - 0,7) - (1,56 * \log(f_c) - 0,8) \\
 a(h_{rm}) &= 1,5(1,1\log(850) - 0,7) - (1,56 * \log(850) - 0,8) \\
 a(h_{rm}) &= 0,553 \text{ dB}
 \end{aligned}
 \quad (5)$$

Las pérdidas en la propagación son:

$$\begin{aligned}
 L_{(dB)} &= 46,3 + 33,9 * \log(f_c) - 13,82 * \log(h_b) - a(h_{rm}) \\
 &\quad + (44,9 - 6,55 * \log(h_b)) * \log(d) + C_m \\
 L_{(dB)} &= 46,3 + 33,9 * \log(850) - 13,82 * \log(30) - 0,553 \\
 &\quad + (44,9 - 6,55 * \log(30)) * \log(0,1295) + 3 \\
 L_{(dB)} &= 46,3 + 99,3 - 20,41 - 0,553 + (35,23) * -0,889 + 3 \\
 L_{(dB)} &= 96,81 \text{ dB}
 \end{aligned}
 \quad (6)$$

Se procede a continuación al cálculo de la Señal recibida en el móvil:

$$\begin{aligned}
 S_{Rx} &= P_{Tx} + L_c + G_{Tx} + L_{dB} + L_c + G_{Rx} \\
 S_{Rx} &= 10 - 1 + 10 - 96,81 - 1 + 1 \\
 S_{Rx} &= 77,81 \text{ dB}
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

Mediante la utilización de la aplicación Network Cell Info Lite se puede corroborar el resultado obtenido mediante el cálculo, el cual tiene un error aproximado de 4 dB.



Fig. 6. Aplicación

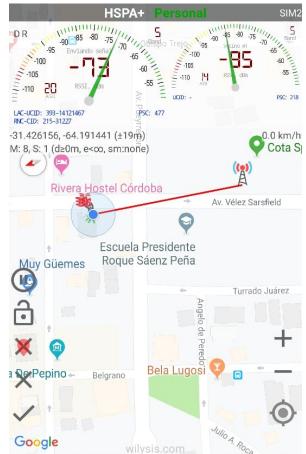


Fig. 7. Enlace Móvil

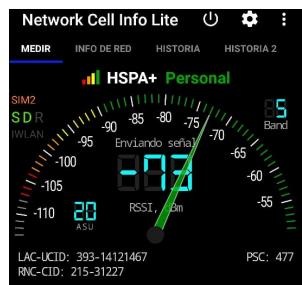


Fig. 8. Potencia Medida

CONCLUSION

El cálculo mediante el método de propagación COST 231-Hata permite obtener, de una forma relativamente simple, un valor de radio-enlace establecido entre un móvil y una antena base que se aproxima al valor real del mismo, dado que la realidad, se deben tener en cuenta un mayor número de variables a la hora del cálculo. Hay que tener en cuenta que al momento de llevarse a cabo dicho método se estimó una antena base con una potencia de transmisión de 10dB, debido a que para lograr obtener el correcto valor de ésta se debía recaer en una investigación de campo mucho más precisa, poniéndose en contacto con la empresa de telefonía móvil correspondiente para que nos pueda brindar la información necesaria. Sin embargo, se puede observar que en la Figura 4, mediante la utilización de un software propicio de móvil, se midió el valor real del radio-enlace el cual se distancia del calculado a un valor de 4,81 dB (un valor aceptable de error).

REFERENCES

- [1] E. Damosso, "Digital Mobile Radio: Towards Future Generation Systems", European Commission, Final Report of the COST 231 Project, Chapter 4, 1998.
- [2] J. Walfisch and H. L. Bertoni, "A theoretical model of UHF propagation in urban environments," in IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 36, no. 12, pp. 1788-1796, Dec 1988. doi: 10.1109/8.14401
- [3] M. Hata, "Empirical formula for propagation loss in land mobile radio services", IEEE Transactions on Vehicular Technology , 29(3), 317-325, 1980.
- [4] Y. Okumura, E. Ohmori, T. Kawano, K. Fukuda, "Field strength and its variability in the VHF and UHF land mobile radio service", Rev. Elec. Commun. Lab., 16(9/10), 825-73. 1968.
- [5] F. Ikegami, T. Takeuchi and S. Yoshida, "Theoretical prediction of mean field strength for urban mobile