



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
CONCEPCIÓN, CHILE.

Informe N°4

Simulación de eventos discretos

Profesor: Mario Medina

Alumno: Aldo Mellado Opazo

24 de septiembre de 2018

Programación Orientada al Objeto
Ingeniería Civil en Telecomunicaciones

Informe N°1

Estudio de Cobertura

Profesor: María José Parra

Alumno: Aldo Mellado Opazo

5 de noviembre de 2018

LTE

Ingeniería Civil en Telecomunicaciones

- 1. Usando los conocimientos adquiridos en las clases de LTE se debería poder obtener el throughput por PRB en uplink en borde de celda y el SNR a emplear.**

Para calcular el número de PRB necesarios, tal que se alcance el requerimiento de throughput en el uplink (UL) que, para efectos del problema se tiene que es de 2.5 Mbps, se debe hacer uso de la tabla que se adjunta en el documento. Este entrega datos sobre el SNR que corresponde para una codificación QPSK 1/3.

Según la tabla, se nos dice que corresponde a 2.4, como señala la imagen.

Dicho esto, debe considerarse además que la estructura de la trama en UL posee un símbolo menos que la de downlink (DL), puesto que uno de ellos es usado en la demodulación de la reference signal.

Con todo esto se tiene que 1 PRB estará compuesto por 6 símbolos (sym), 12 subcarriers (sc) y 2 subtramas [st]. Sin embargo, el cálculo no se remite sólo a esto pues deben considerarse la eficiencia espectral y el paso de

ms a *s*. Dicho esto, el cálculo queda como sigue:

$$\begin{aligned} 1 \text{ PRB} &= 6 [\text{sym}] \cdot 12 [\text{sc}] \cdot 2 [\text{st}] \cdot 1,5 \left[\frac{\text{bit/s}}{\text{Hz}} \right] \cdot \frac{1}{0,001} \\ &= 216,000 \text{ bps} \end{aligned}$$

Luego, como nos dicen que del throughput total, el efectivo es corresponde al 70 %, se tiene que de los 216 Kbps, los que se envían realmente son 151.2 Kbps.

Con esto, el cálculo del número de PRBs que se requieren para poder tener un throughput de 2.5 Mbps responde al siguiente cálculo simple:

$$\begin{aligned} X &= \frac{2,5 \cdot 10^6}{151,2 \cdot 10^3} \\ &= 16,534 \text{ PRBs} \end{aligned}$$

Posterior a esto, se nos dice que debemos obtener el link budget a fin de obtener las máximas pérdidas, las cuales se considerarán dentro del modelo Okumura Hata para tener la distancia a la que se produce la mayor pérdida permitida, ya que es con este parámetro que se estima el radio de la celda y por tanto, el número de celdas que se requieren para cubrir toda el área del terreno.

Link budget

Letra		UL (valor)
Transmisión		
a	Potencia Transmitida (dBm)	23
b	Potencia transmitida en canales de tráfico (dBm)	0
c	Pérdidas en transmisión (dB)	0
d	Pérdidas por cuerpo del usuario (dB)	0
e	Ganancia de antena en transmisión (dBi)	0
f	PIRE (Potencia Isotrópica Radiada Equivalente) (dBm)	23
Recepción		
g	Densidad de Ruido térmico (dBm/Hz)	-174
h	Figura de ruido (dB)	5
i	Potencia de ruido (dB)	-117.2
j	SINR mínima requerida	-1
k	Sensibilidad del receptor (dBm)	-118.2
l	Margen log-normal (dB)	7
m	Margen de interferencia (dB)	0.5
n	Pérdidas por cuerpo del usuario (dB)	-
o	Ganancia por diversidad (dB)	2
p	Ganancia de antena en Recepción(dBi)	15
q	Pérdidas por penetración en interiores (dB)	13.2
r	Señal necesaria en Rx	-80.2
s	Máximo Path Loss permitido (dB)	-57.25

Con estos datos, podemos proceder con el modelo Okumura Hata de la siguiente manera:

- Potencia transmitida por el móvil = 23 dBm
 - Figura de ruido del receptor = 5 dB
 - Ganancia de antena de estación = 15 dBi
 - Pérdidas en recepción en estación = 2 dB
- Modelo de OKUMURA HATA
- Altura del móvil = 1,5 m
 - Altura media de edificio = 25 m
 - Pérdidas indoor por banda

Dado que se trabajará con la banda de 800 MHz, se consideraron pérdidas interiores de 13.2 dB

Entonces, reemplazando los valores previos en el modelo se tiene que:

$$L = 69,55 + 26,16 \cdot \log(f) - 13,82 \cdot h_t - a(h_m) + (44,9 - 6,55 \cdot \log(h_t)) \cdot \log(d)$$

Se tiene que $a(h_m)$, corresponde a un factor de corrección y depende de la altura del móvil y del tipo de ciudad. Para el caso de la zona entregada en el problema se corresponde a un área metropolitana de manera que se calcula como sigue:

$$a(h_m) = 3,2 \cdot (\log(11,75 \cdot h_m))^2 - 4,97$$

Con esto y los datos previamente entregados se obtiene que lo que debemos obtener desde el modelo, no son las pérdidas, ya que sabemos las máximas pérdidas permitidas y que son aquellas que se obtienen en el borde de celda. Lo que realmente debe calcularse es la distancia y para ello se debe despejar como sigue:

$$\begin{aligned} L &= 69,55 + 26,16 \cdot \log(f) - 13,82 \cdot h_t - a(h_m) + (44,9 - 6,55 \cdot \log(h_t)) \cdot \log(d) \\ &= 69,55 + 26,16 \cdot \log(800) - 13,82 \cdot 25 - a(1,5) + (44,9 - 6,55 \cdot \log(25)) \cdot \log(d) \end{aligned}$$