

Apéndice A

Simulaciones de enlace

En este apéndice se muestran algunas de las simulaciones realizadas con Radio Mobile, en donde se muestran las características de los parámetros de entrada y salida.

A.1. Patrón de radiación

A continuación se muestran los patrones de radiación utilizados para la antena transmisora (satélite) y para la antena receptora (estación terrena).

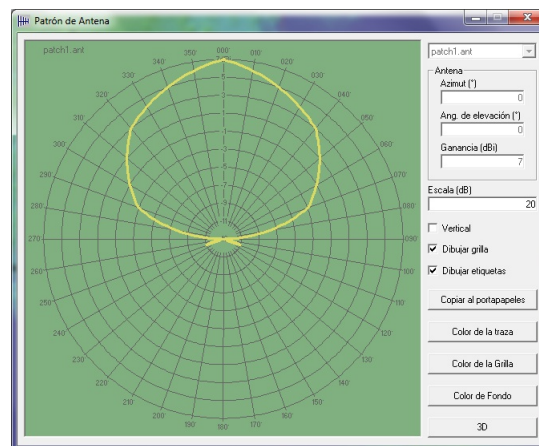


Figura A.1: Patrón de radiación de la antena del satélite (antena de parche).

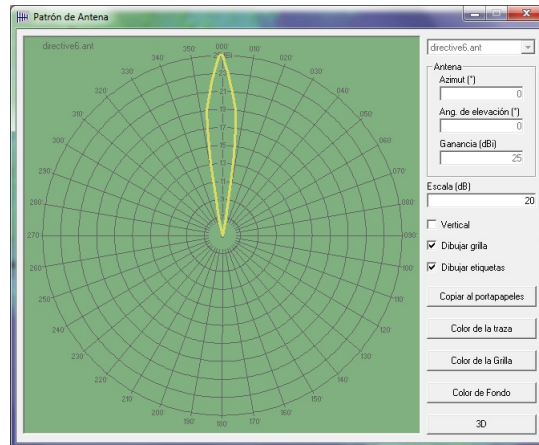


Figura A.2: Patrón de radiación de la antena de la estación terrena (antena de reflector parabólico).

A.2. Simulaciones

Las Figuras A.3, A.4 y A.5 muestran el ejemplo de una simulación, en especial, la simulación para 380 [Km].

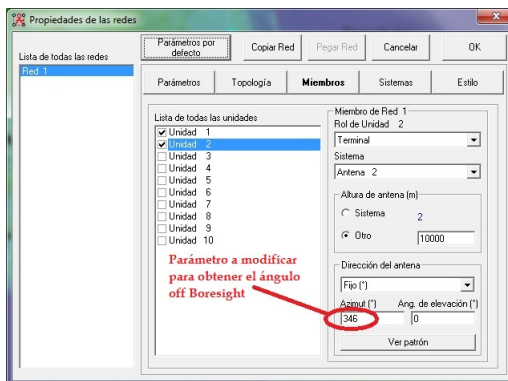


Figura A.3: Variable independiente para las gráficas (ángulo off Boresight).

Es importante mencionar que la escala mínima de manipulación para el azimut es 1° . Por lo que, al sumar 1° se hace referencia de un movimiento de la antena hacia el lado derecho, y al restar 1° se hace referencia de un movimiento de la antena hacia el lado izquierdo. Se realizaron 20 medidas de

cada lado manteniendo el ángulo de elevación constante, por cada medición se realizó una simulación.

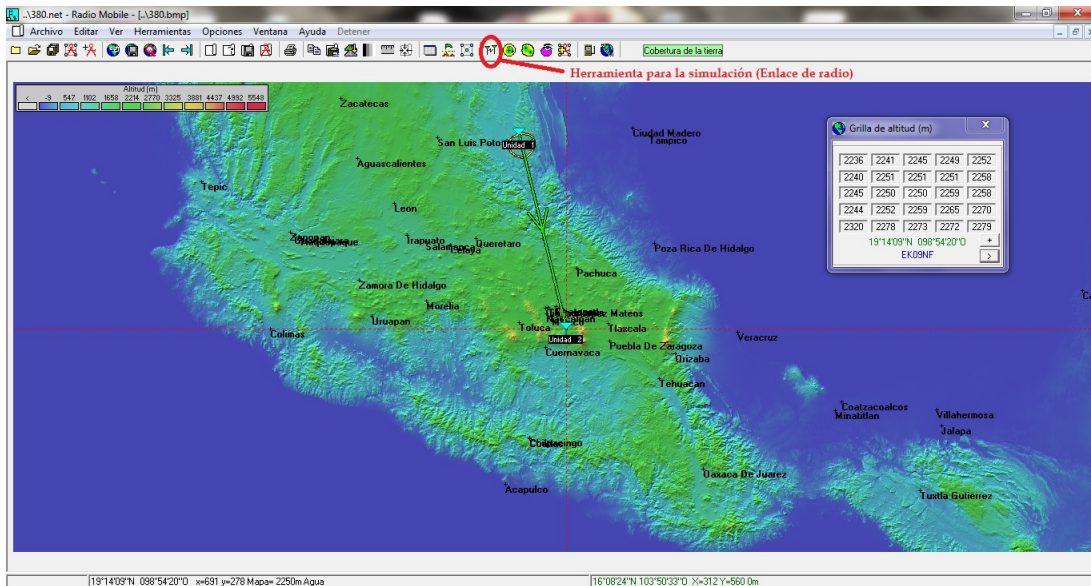


Figura A.4: Red configurada para el enlace de 380 [Km].

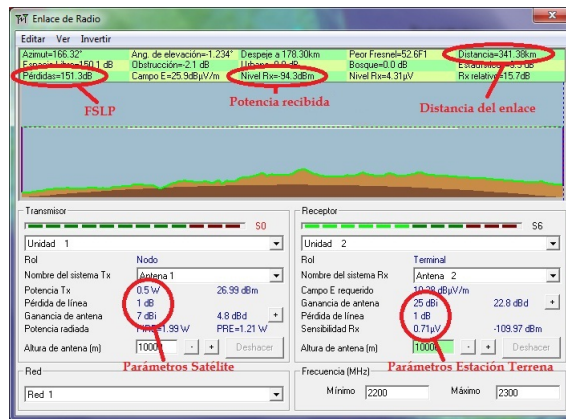


Figura A.5: Simulación en Enlace de radio para una distancia de 380 [Km].

La potencia de recepción es dada en [dBm], para pasarla a [dB] solo hay que restar 30. Por cada modificación del ángulo en la antena de la estación receptora, se obtiene un resultado que es base para el cálculo del enlace.

De manera análoga, la Tabla A.2 muestra los resultados obtenidos en Radio Mobile para las diferentes distancias.

Ángulo off Boresight	Señal recibida [dB] a 400 [Km]	Señal recibida [dB] a 500 [Km]	Señal recibida [dB] a 600 [Km]	Señal recibida [dB] a 700 [Km]	Señal recibida [dB] a 800 [Km]
-20	-152.5	-154.8	-155.9	-157.4	-159
-19	-151.5	-153.8	-154.9	-156.4	-158
-18	-150.5	-152.8	-153.9	-155.4	-157
-17	-149.5	-151.8	-152.9	-154.4	-156
-16	-148.5	-150.8	-151.9	-153.4	-155
-15	-147.5	-149.8	-150.9	-152.4	-154.1
-14	-146.5	-148.8	-149.9	-151.4	-153.1
-13	-145.5	-147.8	-148.9	-150.4	-152.1
-12	-144.2	-146.8	-147.3	-148.7	-150.9
-11	-142.2	-144.8	-145.3	-146.7	-148.9
-10	-140.2	-142.8	-143.3	-144.7	-146.9
-9	-137.9	-140.8	-140.7	-142	-144.7
-8	-134.9	-137.8	-137.7	-139	-141.7
-7	-132.2	-134.8	-135.3	-136.7	-138.9
-6	-130.5	-132.8	-133.9	-135.4	-137.1
-5	-129.6	-131.8	-132.9	-134.4	-136.1
-4	-128.6	-130.8	-131.9	-133.4	-135.1
-3	-127.6	-129.8	-130.9	-132.4	-134.1
-2	-126.6	-128.8	-129.9	-131.4	-133.1
-1	-125.6	-127.8	-128.9	-130.4	-132.1
0	-124.8	-126.8	-128.5	-130.1	-131.3
1	-125	-126.8	-129.1	-130.8	-131.5
2	-126	-127.8	-130.1	-131.8	-132.5
3	-127	-128.8	-131.1	-132.8	-133.5
4	-128	-129.8	-132.1	-133.8	-134.5
5	-129	-130.8	-133.1	-134.8	-135.5
6	-130	-131.8	-134.1	-135.8	-136.5
7	-131.2	-132.8	-135.7	-137.5	-137.5
continúa...					

Ángulo off Boresight	Señal recibida [dB] a 400 [Km]	Señal recibida [dB] a 500 [Km]	Señal recibida [dB] a 600 [Km]	Señal recibida [dB] a 700 [Km]	Señal recibida [dB] a 800 [Km]
8	-133.6	-134.8	-138.9	-140.9	-139.7
9	-137.6	-138.8	-142.9	-144.9	-143.7
10	-141.2	-142.8	-145.7	-147.5	-147.5
11	-143.2	-144.8	-147.7	-149.5	-149.5
12	-145	-146.8	-149.1	-150.8	-151.4
13	-146	-147.8	-150.1	-151.8	-152.4
14	-147	-148.8	-151.1	-152.8	-153.4
15	-148	-149.8	-152.1	-153.7	-154.4
16	-149	-150.8	-153.1	-154.7	-155.4
17	-150	-151.8	-154.1	-155.7	-156.4
18	-151	-152.8	-155.1	-156.7	-157.4
19	-152	-153.8	-156.1	-157.7	-158.4
20	-153	-154.8	-157.1	-158.7	-159.4

Tabla A.2: Resultados de simulación para diferentes distancias.

NOTA: Es importante mencionar que las simulaciones fueron realizadas con un ángulo de elevación igual a 0° , es decir, en línea de vista sobre la horizontal. Las pérdidas por ángulo de elevación son agregadas en los cálculos.

Apéndice B

Ejemplo del cálculo de enlace

En este apéndice se muestra, en la Tabla B.2, los cálculos realizados para complementar las simulaciones del ejemplo a 380 [Km]. Se muestra el ejemplo a una tasa de 1 [Mbps], un ángulo de elevación de 5° @ 2.25 [GHz].

Ángulo off Boresight	Señal recibida [dB]	$\left(\frac{C}{N_0}\right)_{des}$ [dB]	$\left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{des}$ [dB]	$x = \sqrt{\frac{2E_b}{N_0}}$	BER=Q(x)
-20	-151.9	51.566	-8.4339	0.535569	0.296128
-19	-150.9	56.566	-7.4339	0.600918	0.273947
-18	-149.9	53.566	-6.4339	0.674241	0.250078
-17	-148.9	54.566	-5.4339	0.756511	0.224671
-16	-147.9	55.566	-4.4339	0.84882	0.197990
-15	-146.9	52.566	-3.4339	0.952392	0.170449
-14	-145.9	57.566	-2.4339	1.068601	0.142624
-13	-144.9	58.566	-1.4339	1.198990	0.115265
-12	-143.5	59.966	-0.0339	1.408691	0.07946
-11	-141.5	61.966	1.9660	1.773437	0.038078
-10	-139.5	63.966	3.9660	2.232624	0.012786
-9	-137.1	66.366	6.3660	2.943172	0.001624
-8	-134.1	69.366	9.3660	4.157342	1.609E-05
-7	-131.5	71.966	11.9660	5.608100	1.02E-08
-6	-129.9	73.566	13.5660	6.742419	7.788E-12
-5	-128.9	74.566	14.5660	7.565119	1.937E-14
continúa...					

Ángulo off Boresight	Señal recibida [dB]	$\left(\frac{C}{N_0}\right)_{des}$ [dB]	$\left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{des}$ [dB]	$x = \sqrt{\frac{2E_b}{N_0}}$	BER=Q(x)
-4	-127.9	75.566	15.5660	8.488203	1.049E-17
-3	-126.9	76.566	16.5660	9.523920	8.338E-22
-2	-125.9	77.566	17.5660	10.68601	5.917E-27
-1	-124.9	78.566	18.5660	11.98990	2.00E-33
0	-124.3	79.166	19.1660	12.84741	4.446E-38
1	-124.7	78.766	18.7660	12.26918	6.628E-35
2	-125.7	77.766	17.7660	10.93492	3.923E-28
3	-126.7	76.766	16.7660	9.745761	9.616E-23
4	-127.7	75.766	15.7660	8.685919	1.878E-18
5	-128.7	74.766	14.7660	7.741333	4.918E-15
6	-129.7	73.766	13.7660	6.89947	2.609E-12
7	-131.1	72.366	12.3660	5.872401	2.147E-09
8	-133.9	69.566	9.5660	4.25417	1.049E-05
9	-137.9	65.566	5.5660	2.684205	0.003635
10	-141.1	62.366	2.3660	1.857016	0.031654
11	-143.1	60.366	0.3660	1.47508	0.070095
12	-144.7	58.766	-1.2339	1.226918	0.109926
13	-145.7	57.766	-2.2339	1.093492	0.137088
14	-146.7	56.766	-3.2339	0.974576	0.164885
15	-147.7	55.766	-4.2339	0.868591	0.192535
16	-148.7	54.766	-5.2339	0.774133	0.219425
17	-149.7	53.766	-6.2339	0.689947	0.245113
18	-150.7	52.766	-7.2339	0.614915	0.269305
19	-151.7	51.766	-8.2339	0.548044	0.291830
20	-152.7	50.766	-9.2339	0.488445	0.312617

Tabla B.2: Cálculos para el enlace a 380 [Km].

NOTA: Es importante mencionar que la obtención y relación de cada valor, fueron descritos en el capítulo 1 y en el capítulo 5. Así mismo, se recomienda tener en cuenta los parámetros con los cuales se simuló el enlace (capítulo 6).

De manera análoga, para los demás cálculos, al modificar la distancia y/o el ángulo de elevación entonces las pérdidas introducidas al enlace cambian, por lo que también se modifica la relación:

$$\left(\frac{C}{N_0}\right)_{des} [dB]$$

Al modificar la tasa de transmisión entonces la cantidad de bits cambian, por lo que también se modifica la relación:

$$\left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{des} [dB]$$

