

Capítulo 3

Planeación del Simulador

3.1.- Graficación de las zonas de Fresnel.

Como se mencionó en el resumen de esta tesis, el objetivo final de este proyecto es poder simular el enlace microondas con respecto a sus zonas de Fresnel, para esto, es de suma importancia entender el marco teórico mencionado en los capítulos 1 y 2.

Con la comprensión de la geometría que tiene las zonas de Fresnel se pretende tomar en cuenta el número de zonas de Fresnel necesarias de acuerdo a la calidad del enlace que se necesite.

3.1.1.- Frecuencia y distancia entre las antenas para graficación de las zonas de Fresnel.

Debido a que la longitud de onda de la señal toma un papel primordial para definir las zonas de Fresnel es muy importante que el usuario proporcione la frecuencia en la que se va a trabajar para poder calcular las zonas.

A mayor frecuencia se tiene una menor longitud de onda, por lo que cabe señalar que las zonas de Fresnel van a estar separadas por $\lambda/2$ entonces las separaciones son directamente proporcionales a la longitud de onda e inversamente proporcionales a la frecuencia a la que se trabaje. Como a mayor frecuencia las separaciones son menores, así también los radios r_n de las zonas de Fresnel lo serán.

Esto nos provocará que las zonas de Fresnel se encuentren separadas por una menor distancia una de la otra haciendo el enlace con una mayor directividad y menor difracción.

Las zonas de Fresnel son calculadas básicamente con 2 parámetros que son la frecuencia de la portadora a utilizar y la distancia entre las antenas. Teniendo esto, se puede hacer una definición física de las zonas de Fresnel en metros como se muestra en la figura 3.1.

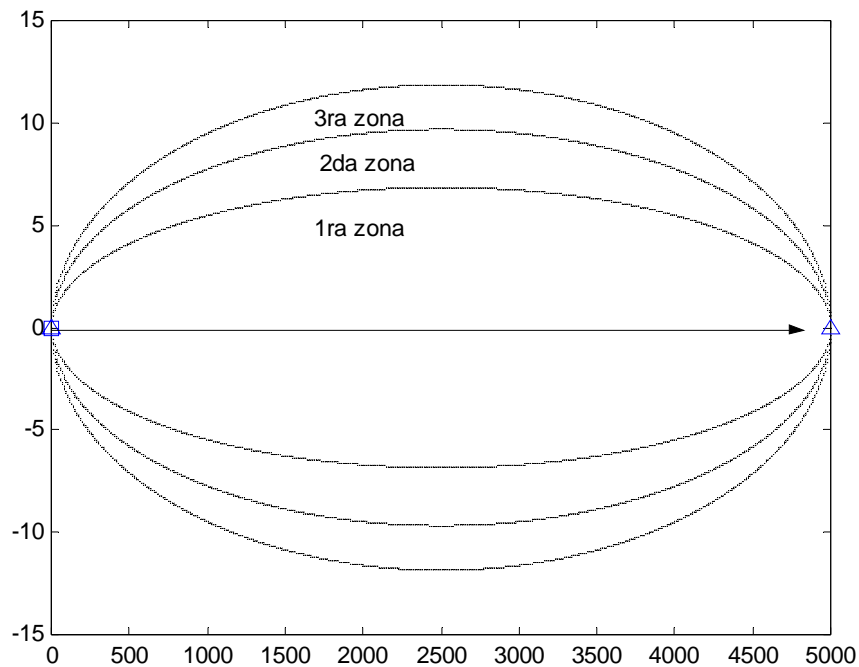


Figura 3.1 Graficación de las zonas de Fresnel en donde la distancia es de 5 Km. y la portadora de 1 GHz.

Teniendo la ecuación $r_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$ se puede observar que en la figura 3.1, la graficación de las zonas depende básicamente de la distancia entre las antenas donde se liberan los valores de d_1 y d_2 para cada punto a lo largo del enlace y de la frecuencia de operación donde obtenemos λ y así obtenemos el radio de las diferentes zonas de Fresnel r_n para cada punto a lo largo del enlace. Cabe destacar que n corresponde al número de zona de Fresnel que se está graficando y no a las especificaciones del enlace mismo.

En el caso de la figura 3.1 la frecuencia de operación fue de 1 GHz y una distancia entre las antenas transmisora y receptora de 5000 metros

Como se puede observar en la ecuación de r_n . El radio de la zona es directamente proporcional a λ y por lo tanto es inversamente proporcional a la frecuencia de la portadora lo que significa que las elipsoides van a tener un radio menor como se muestra en la figura 3.2.

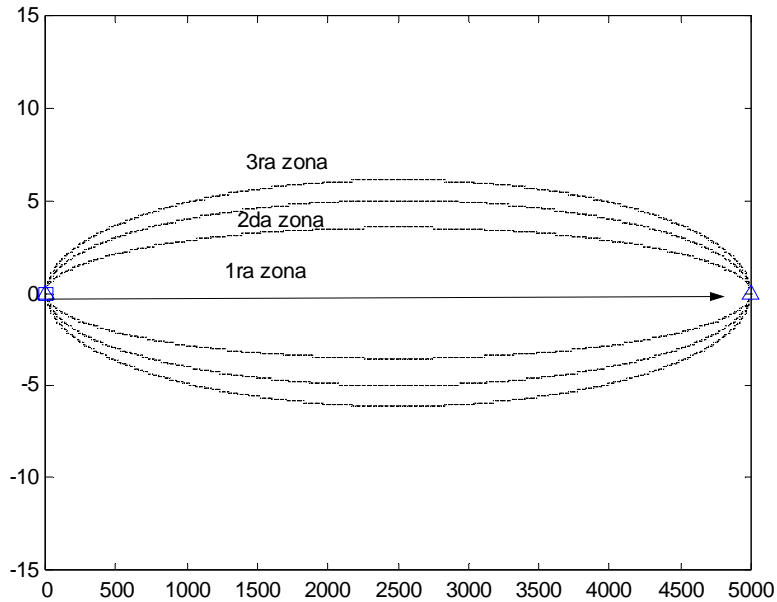


Figura 3.2 Graficación de las zonas de Fresnel en donde la distancia es de 5 Km y la portadora de 6 GHz.

En este enlace la frecuencia de operación es de 6 GHz y la distancia entre las antenas es de 5000 metros y se puede observar que el radio de los elipsoides se reduce considerablemente a medida que se aumenta la frecuencia.

3.1.2.- Cálculo de las zonas de Fresnel para su graficación real.

En la realidad, en los enlaces, las alturas de las antenas receptora y transmisora están a distintas alturas, estas alturas afectan directamente a la graficación de las zonas de

Fresnel. Así que, si se quiere tener un enlace con el transmisor y el receptor a distintas alturas se requiere proporcionarlas para su graficación.

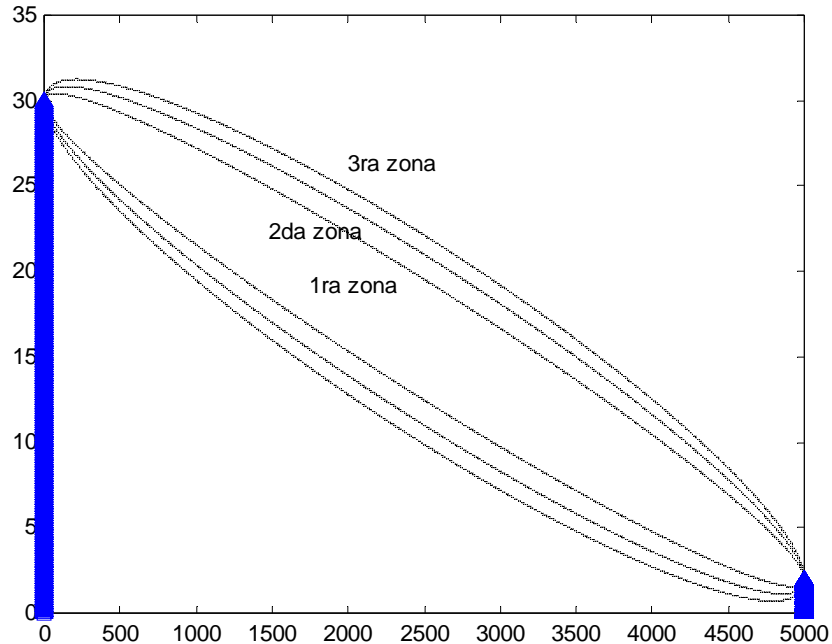


Figura 3.3 Graficación real de las zonas de Fresnel a distintas alturas del Tx y Rx,

En el enlace de la figura 3.3 además de proporcionar la frecuencia y la distancia del enlace, también se dan las alturas de las antenas y así las zonas de Fresnel se montan en la línea de vista de las antenas. En este caso se tiene una antena transmisora con 30 metros de altura y una antena receptora de 2 metros de altura. La frecuencia de operación es de 6 GHz y la distancia del enlace es de 5000 metros tal como mostrado en la figura 3.2 pero con distintas alturas del transmisor y receptor.

3.1.2.1.- Graficación real de las zonas de Fresnel con obstáculo.

En este proyecto, la graficación de las zonas de Fresnel es muy importante y para lograr una mayor utilización del simulador, se puede graficar un obstáculo para visualizar

las zonas que el obstáculo esta obstruyendo de acuerdo a la altura del mismo, de esta forma se puede vislumbrar la calidad del enlace. Por esto tenemos que la graficación de las zonas de Fresnel con obstáculos es muy importante.

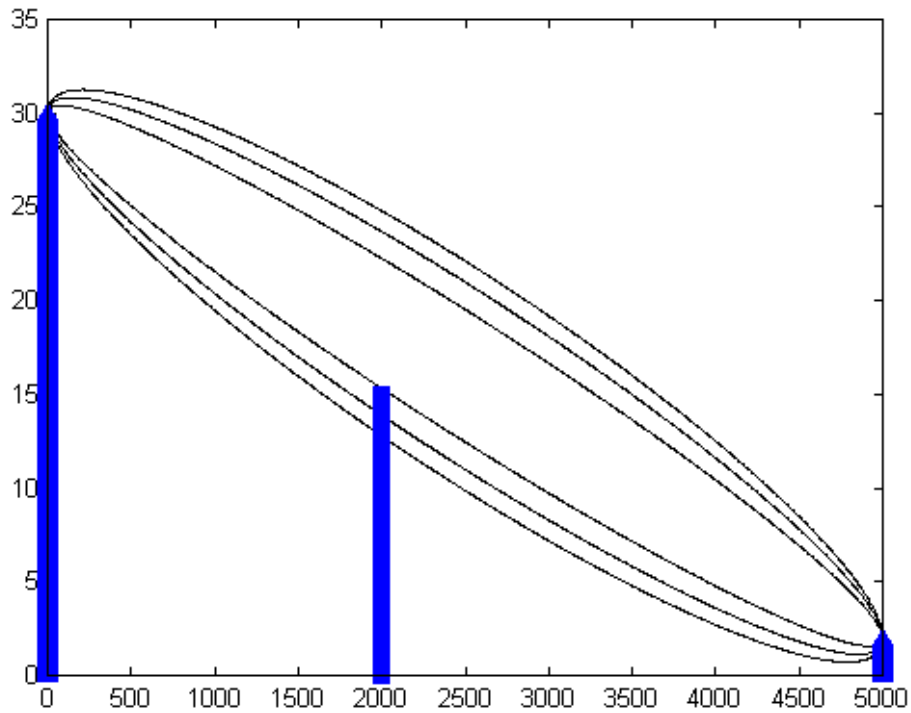


Figura 3.4 Zonas de Fresnel con obstáculo cuando se obstruye la primera zona,

En la figura 3.4 se puede ver fácilmente que el obstáculo graficado en el enlace está obstruyendo la primera zona de Fresnel. Para poder librar completamente esta zona se tendría que subir la antena transmisora o receptora unos cuantos metros y volver a graficar

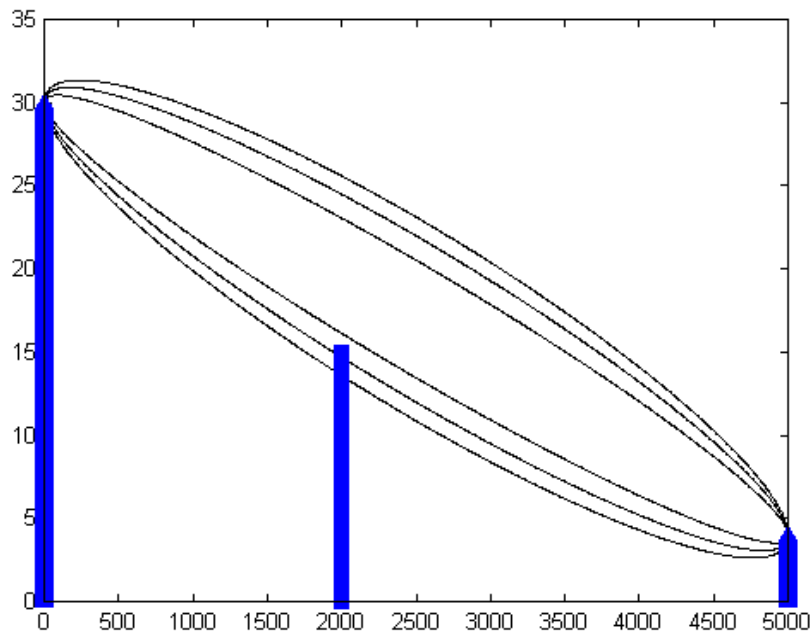


Figura 3.5 Zonas de Fresnel con obstáculo sin obstruir la primera zona.

En la figura 3.5 podemos observar que con tan solo subir la antena receptora en 2 metros libramos la principal zona de Fresnel exitosamente. Así que ésta podría ser una sugerencia satisfactoria para mejorar la calidad del enlace.

3.2.- Cálculo de potencia en el enlace.

A manera de realizar una simulación más completa, es imperativo calcular la potencia de recepción del enlace para poder ser comparada con los resultados deseados.

3.2.1.- Cálculo de potencia en enlaces libres.

Cuando existe línea de vista y una gran parte de la primera zona de Fresnel sin obstrucción, se puede calcular la potencia con el modelo de propagación en el espacio libre explicado en el capítulo 1.

Para esto se tiene que proporcionar la potencia a la cual va a transmitir la antena transmisora, así como también las ganancias de las dos antenas y por medio de la fórmula

$P_r(d) = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2 L}$ se puede predecir la potencia de recepción como función de la distancia entre las antenas.

3.2.2.- Cálculo de la potencia en enlaces obstruidos

Cuando el enlace obstruye el sistema, el cálculo de la potencia también se ve afectada por el obstáculo pero aún se puede calcular la potencia calculando las pérdidas que el obstáculo adhiere al sistema de comunicaciones y para esto se requiere el Modelo de difracción Knife-edge el cual se encuentra definido por

$\frac{E_d}{E_o} = F(v) = \frac{(1+j)}{2} \int_v^{\infty} \exp\left(-\frac{j\pi t^2}{2}\right) dt$ que se encuentra bajo el coeficiente de difracción v

dado por $v = h \sqrt{\frac{2(d_1 + d_2)}{\lambda d_1 d_2}}$ que define las formulas 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10.

Definiendo la perdida en dB's que el obstáculo aporta al sistema.