

ANÁLISIS Y DISEÑO DE COMUNICACIÓN PUNTO PARA ENLACE DE DATOS

Manuel Torres Vásquez

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Centla

mtorresv@itscentla.edu.mx

Daniel Alejandro Pérez Uc

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Centla

Daniel_perezuc@cenidet.edu.mx

Resumen

En el presente documento, se realizó un análisis de un sistema ISP (Proveedor de Servicios de Internet), para el cual se determinaron el tipo de antenas que se utilizaron para el enlace multipunto al igual que las pérdidas en el espacio exterior, la zona Fresnel, y los perfiles de elevación, para este proyecto se realizó un análisis de las necesidades del sistema con el estudio realizado se determina cual es el tipo de antena, la altura de las torres tanto para recepción como transmisión, los cálculos son respaldados por el software Radio Mobile, el cual nos permitió corroborar los datos y así tomar las decisiones pertinentes.

Palabra(s) Clave: Perfil diurno, radiación máxima, radiación solar.

Abstract

In the present document, an analysis was performed about a system ISP (Internet Service Provider), for which we determined the kind of antennas that were used for the multipoint link as well as losses in outer space, the fresnel zone and the elevation profiles for this project was performed with an analysis of the system's needs, with the study made it we determinated which is the type of antenna. The height of the towers so much for reception and transmission the

calculations are supported by software "Radio mobile" which allowed us corroborate dates and so, make the most relevant decisions.

Keywords: *day profile, radiation maximum, solar radiation.*

1. Introducción

El siguiente trabajo presenta el análisis de los enlaces de los diferentes puntos al igual que el radio de transmisión de 5 km para un Enlace Punto a Punto para realizar transmisiones inalámbricas. Este proyecto es parte de los resultados del proyecto financiado por el Tecnológico Nacional de México en su convocatoria de "Apoyo a la Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico de los Programas Educativos de los Institutos Tecnológicos Descentralizados". Para este trabajo se utilizaron los softwares Radio Mobile y Google Earth.

El objetivo del proyecto es el análisis de las redes de comunicación en las bandas de frecuencia en las que trabajan las tecnologías WiFi y WiMAX. Particularmente la observación de las pérdidas de inserción que se producen en los enlaces transmisión recepción debidas a obstáculos en interiores y exteriores.

Las pérdidas por inserción representan la reducción que sufre la señal en dB, cuando entre emisor y receptor, se inserta un material. Estas pueden ser paredes, ventanas, puertas, personas o cualquier objeto que se pueda encontrar en el interior de un edificio o en un recinto cerrado. En el exterior podemos encontrar también algunos de estos tipos de obstáculos, así como también la vegetación y árboles, unos de los más importantes factores para tener en cuenta en un radioenlace exterior.

Por otra parte, una red inalámbrica es aquella que permite conectar diversos nodos sin utilizar conexiones físicas como pueden ser los cables, en vez de ello, la comunicación se establece mediante ondas electromagnéticas. Así mismo la transmisión y la recepción de los datos en la comunicación requieren de dispositivos que actuarán como puertos. Algunas de las ventajas que ofrecen las redes inalámbricas, son:

- Comodidad: se tiene acceso a los recursos de red desde cualquier posición dentro del área de cobertura de la red inalámbrica.

- **Movilidad:** debido a la ausencia de cables, el usuario dispone de una gran libertad a la hora de elegir una zona de trabajo o conexión a la red.
- **Productividad:** el acceso inalámbrico a internet, las aplicaciones y los recursos ofrecidos ayudan al usuario a realizar su trabajo con mayor eficacia, así como puede en una empresa fomentar la colaboración en grupo.
- **Instalación sencilla:** Al no ser necesario el cableado, la instalación puede ser rápida y barata.
- **Capacidad de ampliación:** Se puede ampliar fácilmente la capacidad de las redes inalámbricas aumentando el equipo ya existente, mientras que una red por cable requiere cableado adicional y por tanto una necesidad mayor de espacio de instalación para el sistema.
- **Menor costo:** Las redes inalámbricas eliminan los costos por cableado, su dimensionado resulta ser más económico que el de las redes por cable.

Antenas inalámbricas

Las bandas UHF (ondas radio) y SHF (microondas) han sido las utilizadas a lo largo del proyecto, ya que caracterizan las tecnologías WiFi y WiMAX y son el rango de frecuencia donde trabajaron las antenas: 915 MHz, 2,4 GHz, y 5.5 GHz (Davis, 1995). Consideraciones para la orientación y altura en la instalación de antenas inalámbricas para garantizar la señal:

- **Alcance Visual:** máxima distancia que pueden estar separados dos puntos antes que sean obstruidos por la curvatura terrestre.
- **Línea de vista:** se refiere a un camino limpio sin obstáculo, se puedan observar cada una.
- **Zona de fresnel:** radio de se debe dejar despejado alrededor de la línea de vista en un enlace de telecomunicaciones para reducir la reflexión de la onda.

El principio de Huygens

El principio de Huygens es un método de análisis aplicado a los problemas de la propagación de donde en el límite de campo lejano. Establece que cada punto de un frente de onda que avanza es, de hecho, el centro de una nueva perturbación y

la fuente de un nuevo tren de ondas; y que esa onda avanzando en conjunto puede ser definido como la suma de todas las ondas secundarias surgidas por el medio ya atravesado.

Este principio va a ayudarnos a comprender los mecanismos de propagación, tanto la difracción como las zonas Fresnel, la necesidad de línea visual, y el hecho de que algunas veces las ondas voltean las esquinas, más allá de la línea visual (Boyle, 1995).

Propagación y pérdidas en el espacio libre

Cuando una onda se propaga en el espacio o en el aire, se esparce sobre una superficie cada vez mayor a medida que se aleja del transmisor. La potencia que se puede apreciar en el receptor disminuye con el cuadrado de la distancia al transmisor. A esto se le denomina “pérdida en el espacio libre *FSL*” y su cálculo viene dado tal como se muestra en la ecuación 1.

$$FSL(dB) = 20 \log_{10}(D) + 20 \log_{10}(f) + 92.44 \quad (1)$$

Donde:

- *D* (km): Distancia para enlaces de corto alcance.
- *f* (GHz): Frecuencia de operación.

Para frecuencias de 2.4 GHz, se presenta ecuación 2.

$$FSL(dB) = 100 + 20 \log_{10}(D) \quad (2)$$

Zona fresnel

A medida que avanzan los haces de onda por un determinado medio, estos comienzan a ensanchar. A su vez las ondas microondas usadas en las redes inalámbricas tienen una longitud de onda de unos pocos centímetros y, por consiguiente, sus haces son más anchos y necesitan más espacio, es decir una línea visual (LOS) con una determinada anchura. Por lo que surge la necesidad de caracterizar un cierto espacio para que la onda no se vea afectada y pierda las características desde el inicio de su propagación, de ahí del concepto de las zonas

de fresnel. La zona de fresnel consiste en el volumen de espacio entre el emisor de una onda electromagnética y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180° .

La fase mínima se produce para el rayo que une en línea recta emisor y receptor.

- Considerando el valor de fase como cero, la primera zona de fresnel abarca hasta que la fase llegue a 180° , adoptando la forma de un elipsoide de revolución.
- La segunda zona abarca hasta un desfase de 360° , y es un segundo elipsoide que contiene al primero.
- Para las zonas superiores el análisis es similar.

Sabemos por el principio de Huygens que cada punto de un frente de onda, comienzan a surgir nuevas ondas circulares y estas pueden interferir unas con otras. La teoría de la zona de fresnel examina a la línea desde la transmisión hasta la recepción, como se muestra en la figura 1, y luego al espacio alrededor de esa línea que contribuye a lo que está llegando a la antena receptora.

Específicamente, si la zona 1 de fresnel fuera bloqueada por un obstáculo, ya sea un árbol o un edificio, la señal será atenuada. Entonces, cuando planeamos enlaces inalámbricos, debemos asegurarnos de que esta zona 1 de fresnel va a estar libre de obstáculos, es decir, que se considere meramente propagación por espacio libre. En la práctica en redes inalámbricas nos conformamos con que al menos el 70% de la "Primera Zona de Fresnel" este libre (Flikenger, 2005).

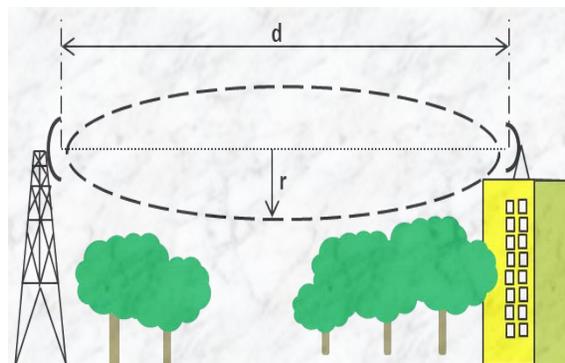


Figura 1 Cálculo de zona fresnel.

Para calcular la zona fresnel y objeto situado en medio del emisor y receptor, se tiene que el radio de la zona fresnel r (m) se determina con ecuación 3.

$$r = 17.32 \sqrt{(D/4f)} \tag{3}$$

2. Métodos

Comenzamos calculando “la primera zona fresnel” de la ecuación 3, para tres diferentes frecuencias que son las más comunes en las antenas, las distancias son de 1 a 10 km, para ver la variación en la zona fresnel y tomar una decisión de que frecuencia será la apropiada, para la selección de nuestras antenas de tipo sectorial más adelante en el documento haremos cálculos de la zona fresnel con la frecuencia que seleccionamos y los puntos que marcamos para los diferentes enlaces (Kulmann F, 1997), (Prasad, 1997) . En la figura 2 podemos observar los resultados para las tres frecuencias (915 MHz, 2.4 GHz y 5.8 GHz) que se calcularon.

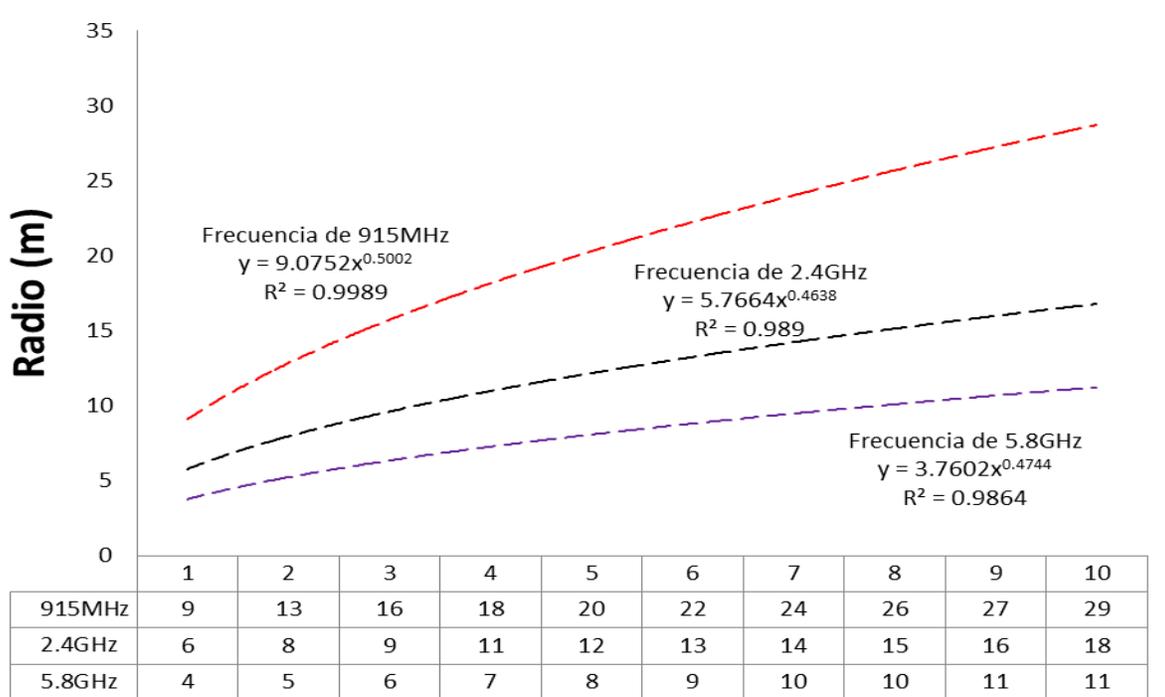


Figura 2 Tendencia de radios de zona fresnel.

Pérdidas en el espacio libre

Las pérdidas en el espacio exterior son de vital importancia para esta investigación, por ello con diferentes frecuencias se determinaron (ecuación 1) y se observó cómo varían (tabla 1).

Tabla 1 Pérdidas en el exterior.

Distancia km	Frecuencia (GHz)		
	915	2.46	5.8
	Decibeles (dB)		
1	91	100	106
2	97	106	112
3	101	109	118
4	103	112	124
5	105	114	130
6	107	115	136
7	108	117	142
8	109	118	148
9	110	119	154
10	111	120	160

3. Resultados

Selección de equipo y su justificación

Se determinó que el tipo de antena más conveniente era el de tipo sectorial, ya que cubre ángulos de 90° y 120°, para la cobertura. Utilizando antenas sectoriales, si llegaran a fallar, solo se perdería la conexión para un sector, pero no de todos los clientes, y este tipo de antena es más recomendable para enlaces a mayor distancia poseen una mejor ganancia y poder de transmisión. Dando los siguientes puntos señalados en la tabla 2 como referencia para cobertura.

Tabla 2 Distancias del enlace punto a multipunto del ITSCe.

Puntos de interés	Distancia (km)
Siglo XXI	0.307
Sanatorio naval	0.842
INFONAVIT	0.842
Grijalva 2 colonia	1.90
Naval	2.29
Arenal	1.50
Centro Frontera	1.44

Para la decisión de la antena hubo que considerar su ganancia en dBi y el tipo de frecuencia más acorde. Recordando que las antenas de 5.8 GHz son más costosas que las 2.4 GHz y con un presupuesto limitado, fue apropiado utilizar la frecuencia 2.4 GHz la cual nos permitió transmitir en un radio de 5 km de una forma óptima.

Cálculos para la primera zona Fresnel

El cálculo se realizó tomando en cuenta la frecuencia que utilizamos que es de 2.4 GHz. Se realizó el análisis para los 10 puntos que tomamos en consideración, para los cuales nos arrojó los siguientes datos reflejados en tabla 3.

Tabla 3 Zona fresnel a 2.4 GHz.

Puntos de interés	Distancia (km)	r (m)	
		100%	70%
Siglo XXI	0.307	3.090	2.16
Sanatorio naval	0.842	5.120	3.58
INFONAVIT	0.842	5.120	3.58
Grijalva 2 colonia	1.90	7.700	5.39
Naval	2.29	8.405	5.91
Arenal	1.50	6.840	4.78
Centro Frontera	1.44	6.700	4.69

Posteriormente se calcularon las pérdidas en el espacio exterior para una antena de 2.4 GHz, ecuación 3 (tabla 4). En La tabla 4 vemos de forma más ordenada las pérdidas en el espacio exterior con condiciones óptimas las cuales no incluyen la lluvia entre otros factores que pudiesen interferir en una buena trasmisión.

Tabla 4 Parámetros calculados para una frecuencia 2.4 GHz.

Puntos de interés	Distancia (km)	FSL (dB)
Siglo XXI	0.307	-89.7
Sanatorio naval	0.842	-98.5
INFONAVIT	0.842	-98.5
Grijalva 2 colonia	1.90	-105.5
Naval	2.29	-107.1
Arenal	1.50	-103.5
Centro Frontera	1.44	-103.1

Margen del umbral de recepción

Con los datos proporcionados hasta a hora se logró realizar los presupuestos de enlaces, los cuales incluyen potencia en las antenas, sus ganancias, la sensibilidad en el receptor, pérdidas en el espacio exterior para así sacar el margen del umbral de recepción, ecuación 4 y tabla 5.

$$dBm = 10 \log_{10} mW \quad (4)$$

Donde mW son milivatio, unidad de medida de potencia.

Tabla 5 Ejemplo de margen del umbral de recepción.

Datos	Elementos.	dBm
Siglo XIX Distancia: 0.307 km	Salidas de trasmisor.	28.0
	Cables y Conectores.	-3 .0
	Antena Tx	14.5
	FSL	-89.7
	Antena Rx	8.7
	Cables y Conectores	-3.0
	Nivel esperado	-44.5
	Sensibilidad del receptor	-83.0
	Total (margen)	38.5

Es de vital importancia que para una buena transmisión el margen sea siempre mayor a 10 de lo contrario tendremos pérdidas de información o los equipos no se conectaran entre sí.

4. Discusión

En el trabajo se pudieron determinar de forma analítica los factores que afectan la transmisión y del mismo modo se pudieron corroborar con el software Radio Mobile y Google Earth, los cuales nos dieron una visión amplia de los sistemas a utilizar, llegado así a poder determinar los equipos idóneos para el tipo de transmisión reduciendo significativamente tanto los precios en los equipos como también las pérdidas de las antenas. Los estudios en el terreno nos arrojaron parámetros de mucha importancia para la investigación, tales como el utilizar 2 antenas de tipos sectorial de 120° las cuales cubren perfectamente los enlaces ya que el estudio de campo arrojó que en la parte trasera de la universidad no se

encuentra ningún poblado al cual ofrecer los servicios de internet, abaratando así los costos en los equipos.

Uno más de los factores a los cuáles se le dio solución con la investigación es determinar las variaciones en el terreno como pudimos corroborar en el trabajo vemos claramente que la ciudad no posee demasiadas variaciones en el terreno lo que facilita las transmisiones.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] Baran, N. (1992). Redes inalámbricas. PC/tips byte, 94-98.
- [2] Bastes, R. (1994). Comunicaciones en redes inalámbricas. México: McGraw-Hill.
- [3] Blanco, M. V. (2012). UDOSpace. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad de Oriente. http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/3178/1/TESIS_MB.pdf.
- [4] Boyle, P. (1995). Sin conexión. Revista PC/Magazine, 86-97.
- [5] Davis, P. y. (1995). Redes de Área local Inalámbricas. Mexico: McGraw-Hill.
- [6] Flikenger, R. (2005). Redes Inalámbricas. Ed tercera: BookSprint.
- [7] Kulmann F, C. A. (1997). Información y telecomunicaciones. México: Fondo de la Cultura.
- [8] Prasad, R. (1997). Reseña de las comunicaciones personales inalámbricas. Communication Magazine, 104-108.