

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES

Las comunicaciones en frecuencias bajas se realizan mediante mecanismos básicos de propagación, por las propiedades de la atmósfera, fenómenos meteorológicos, propiedades de las mismas ondas electromagnéticas y de su interacción con obstáculos, mantos acuíferos, materiales y todo aquello que presente cualidades que afectan la propagación de dichas ondas.

La banda de LF es usada básicamente para navegación aeronáutica y marina, permite comunicaciones a grandes distancias, tiene la desventaja de usar antenas de tamaños ineficientes, tiene un ancho de banda muy reducido. Como se menciono anteriormente la propagación de las ondas en esta banda utilizan la ionósfera como guía de onda para facilitar su propagación a largas distancias. También se utilizan en su mayor parte por radio faros o radio balizas (beacon) que sirven para identificar hitos de navegación tanto aérea como marítima.

Las frecuencias comprendidas dentro de la banda de MF fueron consideradas en su tiempo como el rango de más facilidad de uso para las radio comunicaciones, entre otras cosas debido a que tiene una longitud de onda por debajo de 200 m lo cual facilita la experimentación y el uso del radio para los radioaficionados. Entre sus principales usos están la navegación, comunicación marítima, y radiodifusión en AM.

Para la banda de HF la propagación se realiza gracias a la reflexión en la ionósfera, dentro de esta capa de la atmósfera las transmisiones se caracterizan por tener atenuaciones muy pequeñas lo cual permite poder realizar comunicaciones entre estaciones que no tengan línea de vista, una vez alcanzado el horizonte óptico las señales se refractan en la ionósfera y alcanzan nuevamente la superficie a distancias considerables. La distancia de salto depende de la frecuencia y de propiedades de la ionósfera, que inclusive durante la noche posee características muy favorables. Entre los principales usos de esta banda tenemos la radioafición, la radiodifusión internacional, comunicaciones militares, comunicación alarga distancia par aeronaves y embarcaciones.

La porción del espectro comprendida por las bandas antes mencionadas LF, MF y HF, se caracteriza por tener una propagación basada únicamente en las propiedades de algunas capas de la atmósfera y a cuestiones meteorológicas todas ellas son posibles de explicar, desde el punto de vista

físico y atmosférico, por lo que no se utilizan modelos matemáticos de propagación.

En las frecuencias en el rango de VHF, UHF y EHF, la propagación de las ondas se realiza de manera mucho más compleja, para este rango de frecuencias se considera el caso de no línea de vista y de línea de vista, por lo que se utilizan modelos de propagación y ecuaciones que caracterizan el canal de comunicación para poder así hacer predicciones lo mas cercanas a la realidad. También para estos casos se consideran los ambientes abiertos y cerrados, que también tienen modelos de propagación que predicen el comportamiento de las ondas en estos ambientes.

La razón por la que se utilizan modelos de propagación en este rango del espectro es por su aplicación, ya que estas frecuencias son usadas de manera comercial en las ciudades donde la propagación de las ondas se ve afectada por una infinidad de elementos y obstáculos que afectan en gran medida a las ondas a lo largo de su trayecto desde el emisor al receptor, esto ha motivado a que una gran cantidad de científicos propongan modelos matemáticos que predicen el comportamiento de las ondas a través del canal de comunicación de acuerdo al medioambiente de estudio (urbano, suburbano, rural).

Los modelos de propagación se pueden clasificar en base al tipo de ambiente ya sea para ambientes abiertos o cerrados, así mismo también incluso dentro de una misma banda pueden usarse dos modelos de

propagación diferentes, esto se debe a la aplicación que se le dé al rango de frecuencias.

Para la banda de VHF las ondas se propagan del mismo modo que la luz, es decir, en línea recta; por lo que son detenidas por los obstáculos o reflejadas por ellos. En la propagación intervienen una gran cantidad de factores como lo son la dispersión debida a la inversión de la temperatura, el ruido cósmico, también se realiza la comunicación vía dispersión de rastro de trayectoria de meteorito, mediante la propagación por onda de superficie y refracción troposférica. Entre los principales usos de este rango de frecuencias tenemos las comunicaciones móviles, televisión, radiodifusión en FM, control de tráfico aéreo, radio navegación, radiocomunicaciones de dos vías. Los principales modelos de propagación que se consideran para este rango de frecuencias son el Modelo de Longley-Rice, Modelo de Durkin, Modelo Cost 231, Okumura-Hata y el Walfisch-Ikegami.

En UHF la comunicación puede ser por vía directa o por componentes de las ondas reflejadas de tierra y de las ondas de espacio. Una de las aplicaciones de este rango de frecuencias es en comunicaciones vía satélite, siendo necesario para estas comunicaciones tener línea de vista, también se usan para televisión, teléfonos celulares, radares, enlaces de microondas y en la actualidad con gran auge los sistemas de comunicaciones personales.

Los modelos de propagación toman como base los mecanismos de propagación mencionados anteriormente y también consideran el tipo de

ambiente a analizar, para el caso de la telefonía celular en la banda de UHF se consideran modelos de propagación para ambientes urbanos como por ejemplo el Modelo de Longley-Rice, Modelo de Durkin, Modelo Cost 231, Okumura-Hata y el Walfisch-Ikegami, cabe aquí hacer la observación que dentro de este mismo rango de frecuencia pueden utilizarse dos modelos de propagación diferentes de acuerdo a la aplicación, los modelos que se acaban de mencionar se utilizan para la aplicación en telefonía celular o para comunicaciones personales, ahora que si se consideras las frecuencias mas altas dentro de este rango encontramos las comunicaciones satelitales en donde como se explico la comunicación es por línea de vista y se utiliza el modelo del espacio libre o modelo de Friis.

Es importante resaltar la importancia del estudio de la propagación de la radio frecuencia en el rango de frecuencias de UHF debido a sus aplicaciones, como lo son las comunicaciones personales y la telefonía celular que como es bien sabido tiene un gran auge actualmente y esta creciendo de manera muy rápida.

En la banda de EHF también conocida como ondas milimétricas, la propagación en línea de vista es la que predomina y es posible también la interferencia por las ondas reflejadas de tierra pero por lo general se considera insignificante este tipo de interferencia, debido a que la rugosidad de la tierra es ahora mucho mejor en comparación con la longitud de onda que la envuelve. Los efectos más importantes que debemos de tomar en cuenta son la dispersión por precipitaciones ya sea de lluvia como de nieve y a ciertas frecuencias la absorción de la niebla, vapor de agua y otros gases

atmosféricos. Los modelos de propagación que se utilizan en este rango de frecuencias son el Modelo de Longley-Rice y el Modelo de Durkin

Algunas de las aplicaciones de las ondas milimétricas son sistemas de comunicación seguros, comunicación entre satélites, para radares, se utiliza en comunicaciones de redes locales, para el futuro se prevé se utilizarán para comunicación móvil microcelular. En la actualidad no existe mercado para estas aplicaciones por lo que los componentes y los sistemas son muy costosos.

El estudio teórico sobre la propagación de RF se complementa con el software desarrollado en este proyecto, el cual tiene como fin último el predecir la propagación de las ondas de RF en base a cuatro principales modelos estudiados en este proyecto.

Se realizaron pruebas al software de simulación de las pérdidas por trayectoria (mostradas en el Apéndice 1) en base a cuatro modelos de propagación los cuales son: El modelo del Espacio Libre o modelo de Friis, el Modelo de Okumura-Hata para ambiente urbano, el Modelo de Dos Rayos y el Modelo de Walfisch-Ikegami, estas pruebas se llevaron a cabo con valores dentro del mismo rango y para una frecuencia de operación de 800 MHz, obteniéndose como resultado que el modelo de Dos Rayos presenta menores pérdidas en la trayectoria seguido del modelo de Friis y el modelo de Okumura-Hata y por último con la mayor cantidad de pérdidas se encuentra el modelo de Walfisch-Ikegami.

Los resultados anteriores indican que el modelo de Friis así como el de Dos Rayos no son tan precisos y no consideran todos los factores de pérdidas que deben tomarse en cuenta en un ambiente urbano que es el caso de mayor interés, por otro lado el modelo de Okumura-Hata y el de Walfisch-Ikegami consideran una gran cantidad de factores de atenuación propios de este tipo de ambientes y además son más adecuados para este rango de frecuencias, por lo que los resultados que nos arrojan son de mayor confiabilidad y lo mas cercano posibles a la realidad de la propagación en un ambiente urbano no ideal, es decir, con una gran cantidad de pérdidas.

En el apéndice 1 se muestran las pruebas comparativas correspondientes al software de simulación, así como el menú que forma la ventana principal.

Después de revisar este proyecto de investigación el lector entenderá como se realiza la comunicación electrónica a través de las diferentes bandas de interés, qué influye en ellas, porqué y cómo es posible comunicarnos a grandes distancias y sobre todo cómo hacer para predecir cómo se comportará una señal en su trayectoria al receptor.