



EFFECTOS DEL OLEAJE EN LA ATENUACIÓN DE RADIOFRECUENCIA

(The wave effect on the radiofrequency attenuation)

Pedro V. González R.

Doctor en Ciencias de la Educación. Magister en Telemática.
Universidad Dr. Rafael Belloso Chac n- Universidad del Zulia.
pedrovqr@gmail.com – pedro_vqr@yahoo.com

Eduardo Mago Rodríguez

Magister en Telemática.
Universidad Dr. Rafael Belloso Chac n.
Eduardo_mago@hotmail.com

RESUMEN

Se plante  como propósito fundamental de este proyecto de investigación, determinar los efectos del oleaje en la atenuación de radiofrecuencia, con el fin de conocer como se comporta la transmisión del enlace ante la perturbación en este tipo de ambientes. La investigación es de tipo explicativa y experimental. Esta investigación se basó en un diseño experimental, en donde se observó el comportamiento del nivel de la señal de radiofrecuencia recibida en un enlace de comunicaciones en la banda de frecuencias de 2.4 Ghz, variando el nivel del oleaje a distintas velocidades de oscilación en un simulador de olas, tomando como referencia cuatro escalas de velocidades, se realizó un diseño de bloques al azar, con un total de 50 muestras, para posteriormente realizar un análisis estadístico que comprende el análisis descriptivo, comparación de medias, y análisis de varianza ANOVA. Se estimó el mejor modelo de predicción de la atenuación en función de la potencia de transmisión a los fines de predecir el nivel de atenuación sobre enlaces de radiofrecuencia en la banda de 2.4 Ghz y de ésta forma corroborar el análisis planteado. Los resultados obtenidos cumplen con los objetivos propuestos previamente, permitiendo determinar la atenuación de la señal de radiofrecuencia ante el movimiento ondulatorio de las olas producido por los cambios de velocidad, rugosidad y curvaturas del oleaje, quedando establecida entre 1 dbm a 2 dbm de perdidas en la señal recibida en un enlace de comunicaciones, de esta manera se logra un aporte y contribución a las investigaciones en Venezuela.

Palabras clave: enlace de radiofrecuencia, atenuación.

ABSTRACT

As a primary purpose of this research project is determine the effects of wave attenuation in the radiofrequency in order to know how the transmission link behaves with the disturbance in such environments. The research is catalogue as an experimental and explanatory one. This research was based on an experimental design, where they observed the behavior of the level of the RF signal received at a



communications link in the frequency of 2.4 GHz, varying the level of the waves at different speeds of oscillation in a simulator wave, based on four port speeds, a randomized block design, with a total of 50 samples, then perform a statistical analysis including descriptive analysis, through comparison, and analysis of variance ANOVA. It was considered the best model for prediction of attenuation in terms of transmission power in order to predict the level of attenuation of radio links in the 2.4 GHz band and this way corroborate the analysis obtained. The results are according to the pre-establish objectives, allowing to determine the attenuation of the RF signal to the wave movement of the waves produced by changes in speed, roughness and curvature of the wave, being between 1 dbm to 2 dbm lost in the signal received on communications links, so there is a support and contribution to research in Venezuela.

Key words: radiofrequency link, attenuation

INTRODUCCIÓN

El mundo actual está ligado de múltiples formas a procesos que implican de las personas una creciente necesidad de establecer comunicación instantánea entre ellas, sin importar lo distante que puedan estar, gracias al desarrollo de las tecnologías de información y comunicaciones que brindan un sin número de opciones que facilitan cada vez más esta comunicación.

Así mismo, América Latina no ha escapado a estos avances tecnológicos y se observa que países como Venezuela y Colombia han entrado a hacer uso de estas tecnologías en materia de comunicaciones, es así que se aprecia el establecimiento de diversas compañías dedicadas a prestar tales servicios en una sana competencia por cautivar cada vez más clientes a su haber, ofreciendo servicios de alta calidad.

Uno de los métodos de transmisión de información que se están aplicando en los últimos años es la tecnología de enlaces de radiofrecuencia a 2.4 GHz. Esta tecnología permite, la transmisión de información mediante ondas electromagnéticas que pueden ser transmitidas a gran velocidad permitiendo un ancho de banda de transmisión bastante amplio; sobre todo en sistemas de transferencia a grandes distancias, para ello es necesario que exista línea de vista y que no existan obstáculos entre el transmisor y el receptor.

Dentro de estos tenemos que los efectos atmosféricos de una u otra forma afectan a dichos enlaces produciendo desvanecimiento y cambios de dirección en las ondas electromagnéticas.

El proceso de transmisión de señales por medio de ondas electromagnéticas se ve afectado en mayor o menor grado por factores inherentes al medio en que se propagan (aire) entre ellos la atenuación, es decir la pérdida de potencia de una señal que se transmite por un medio no guiado a causa de perturbaciones



generadas por la temperatura, lluvia, nieve y otros elementos ambientales como el oleaje en algunos casos.

En base a lo anteriormente señalado surge el propósito de la siguiente investigación, determinar mediante un modelo estadístico los efectos producidos por el oleaje en la atenuación de radiofrecuencia en la banda de 2.4 Gigahertz (Ghz).

Las ondas de radiofrecuencia deben tener un camino recto y definido, cualquier obstrucción, inclusive una lluvia fuerte, granizo o nieve puede degradar o eliminar completamente la señal. Un factor importante de degradación en sistemas que operan a frecuencias milimétricas, lo constituye la obstrucción por efectos ambientales como lo puede ser donde existen oleajes abundantes en las inmediaciones del radio enlace.

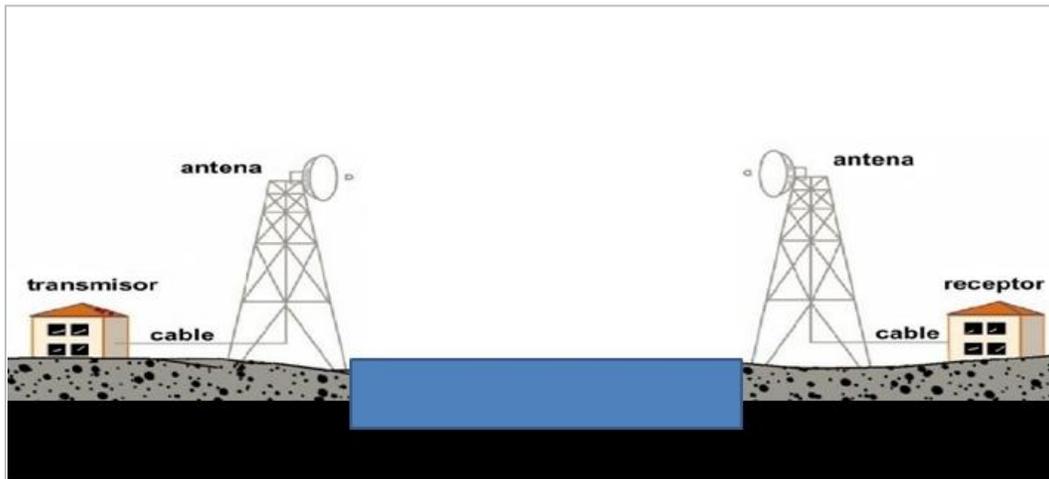
En la medida en que las ecuaciones de Maxwell predicen la atenuación de la intensidad de las señales que se propagan cuando éstas pasan de un medio a otro, y en tanto estas atenuaciones pueden llegar a ocasionar importantes problemas en las telecomunicaciones Carlson, A (2006), se hace necesario determinar el efecto que puede causar los ambientes con oleajes sobre la propagación de señales, produciendo pérdidas por atenuación en la radiofrecuencia.

En esta situación, el campo electromagnético presente en la antena receptora puede modelarse como la suma de la onda proveniente directamente del transmisor (onda directa) Couch, L (1998), y multitud de pequeñas ondas dispersadas por las olas superficiales en el ambiente ocasionando desfasaje de las mismas y produciendo de esta manera errores en la transmisión de la información.

En cuanto a las características de la reflexión de las ondas en los ambientes con oleajes, los cálculos actuales para la propagación en las ondas electromagnéticas o de radiofrecuencia, solo se han considerado las superficies planas y no se ha planteado en la actualidad el estudio sobre otros modelos con diferentes características de superficie especial las características variables del oleaje.

De tal forma que este estudio da bases a través de un experimento sobre los efectos del oleaje en la atenuación de ondas electromagnéticas de un enlace en la banda de frecuencias de 2.4 Ghz para saber en que medida este fenómeno natural puede influenciar sobre las transmisiones de las telecomunicaciones en estos tipos de ambiente.

[Video 1](#)



Fuente: González y Mago (2009)

El presente implica un aporte de suma importancia y de gran valor agregado para la mejora de los enlaces de telecomunicaciones, específicamente en la banda de frecuencias de 2.4 Ghz, posibilitando un desempeño más eficaz de la transmisión, evitando la pérdida de señal y de información, además de la comunicación entre los usuarios. Así mismo, es un paso más en el estudio de las señales electromagnéticas.

De la misma manera, la investigación formará parte a nuevos estudios a realizarse en la telemática. El producto de este trabajo representa un aumento de los servicios de telecomunicaciones prestados actualmente y un mejor provecho de las redes instaladas existentes; aportando también recomendaciones, ventajas y desventajas que esto implicaría, al establecer el estudio de los efectos del oleaje en la atenuación de radio frecuencia.

Como objetivo general se plantea: Determinar los efectos del oleaje en la atenuación de radiofrecuencia. Y como objetivos específico : 1.Diseñar un montaje experimental para la simulación de olas y los efectos en la atenuación de la radiofrecuencia, 2.Establecer los efectos de los diferentes niveles de oleaje en la atenuación por reflexión de un enlace de radiofrecuencia, 3.Determinar las atenuaciones presentes producido por el oleaje en un enlace de radiofrecuencia , 4.Establecer el nivel de atenuación producido por el oleaje a la radiofrecuencia en un enlace de transmisión de telecomunicaciones operando a frecuencias de 2.4 GHz.

Desde el punto de vista teórico esta investigación busca conocer los factores que pueden alterar la propagación e intensidad de las ondas electromagnéticas, basándose en la aplicación de leyes, teorías y conceptos básicos de telecomunicaciones, como modulación, propagación de ondas, velocidad de transmisión, ancho de banda entre otros; buscando asegurar la transmisión de información ordenada entre dos o más sistemas de comunicación.



Por su parte, desde el punto de vista metodológico, la investigación tiene gran importancia debido a que la misma busca determinar el efecto ocasionado por los diferentes niveles de oleaje en la atenuación de señales de radiofrecuencia, ayudando a obtener las muestras necesarias para establecer estos niveles. Asimismo, el presente estudio se justifica, ya que se establecerán bases para la realización de estudios posteriores y también suministra información que pueda ser utilizada por todos aquellos especialistas en el área de telemática.

De seguidas, se puede enunciar que la finalidad práctica de la investigación, es que por medio de los objetivos se lograr  establecer el nivel de atenuación producido por el oleaje a la radiofrecuencia en un enlace de transmisión de telecomunicaciones operando en la banda de frecuencias de 2.4 Ghz.

METODOLOGÍA APLICADA

La metodología para el desarrollo de la presente investigación se esbozó considerando aspectos relevantes mediante los cuales sería posible alcanzar el objetivo principal de la misma, el cual es determinar el efecto del oleaje en la atenuación de radiofrecuencia sobre los enlace de 2.4 Ghz. El diseño surge basado en el concepto de que para el momento de la investigación no se han realizado otros estudios que se ajusten a las necesidades y requerimientos del tema en estudio, quedando conformado por cuatro fases, las cuales son:

Fase I: Diseño del experimento; esta fase se llevó a cabo para el tratamiento y desarrollo de las herramientas y mecanismos necesarios a fin de cumplir con el diseño del experimento mediante las siguientes etapas:

a) diseño de un simulador de olas; esta etapa consiste en el montaje de un recipiente rectangular, de polietileno (plástico), con escalas de profundidad medidas en centímetros para determinar la altura de la ola en el envase.

b) establecer el montaje de un enlace de radiofrecuencia de 2.4 Ghz, basado en la conexión de dos equipos transmisores a escala de laboratorio y adaptado a la propagación de señales en la banda mencionada, proporcionando la conexión necesaria para realizar las mediciones de atenuación de señales de radiofrecuencia sobre un ambiente con oleajes simulados.

Fase II: Ejecución experimental; en esta fase se procederá a realizar las mediciones de niveles de potencia, niveles de atenuación y tasa de transmisión mediante un medidor de potencia de radiofrecuencia (RF) con muestra digital, marca Hp, modelo 1445; es un instrumento capaz de medir la potencia de salida en un transmisor de radiofrecuencia, un analizador de tasa de error (BER) marca HP, modelo 4075, para medir el error de la tasa de transmisión en el enlace de radiofrecuencia establecido para la investigación.

Fase III: Análisis de los datos; una vez llevada a cabo la fase experimental y recopilando los datos obtenidos se procederá a ordenar los mismos en tablas para



su posterior análisis utilizando para ello métodos estadístico para diseños experimentales. En la misma se tendrá especial cuidado con la precisión de medición de los datos mediante el análisis de varianza (ANOVA), de tal manera de obtener el menor error en las mediciones, con la finalidad de determinar los efectos del oleaje en la atenuación de radiofrecuencia.

Fase IV: Evaluación de hipótesis; según Hernández, Fernández y Baptista (2006, pag.138), las hipótesis estadísticas son exclusivas del enfoque cuantitativo o si se tiene un componente considerable de éste y representan la transformación de las hipótesis de investigación, nulas y alternativas en símbolos estadísticos. Se pueden formular solo cuando los datos del estudio (que se van a recolectar y analizar para probar o rechazar las hipótesis) son cuantitativos (números, porcentajes, promedios). Es decir, el investigador traduce su hipótesis de investigación y su hipótesis nula (y cuando se formulan hipótesis alternativas, también éstas) en términos estadísticos. En este orden de ideas, se procederá a evaluar la hipótesis planteada en la investigación. **Hipótesis alterna (H_a).** La atenuación de radiofrecuencia es una variable dependiente del nivel de oleaje en las transmisiones de señales, por tanto existe una correlación significativa. **Hipótesis nula (H_o).** La atenuación de radiofrecuencia no depende del nivel del oleaje para las transmisiones, y por tanto no hay asociación entre sí y no es significativa ni hay correlación.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Después de haber realizado un análisis de los resultados provistos por la fase experimental, se obtiene que los enlaces de radiofrecuencia frente a perturbaciones en ambientes con oleajes, disminuyen su capacidad de transmisión en función de las variaciones de atenuación de la señal de radiofrecuencia producidas por los cambios bruscos en los niveles de rugosidad de las olas.

Otro aspecto importante para la presente investigación, consistió en el diseño del simulador de olas y el montaje de un enlace de radiofrecuencia en laboratorio que permitió evaluar diferentes niveles de señal de RF para determinar la ecuación de predicción y estimar la tasa de atenuación en función del nivel recibido con características similares de perturbación.

En tal sentido, en la tabla 1 se muestra el análisis descriptivo de los datos, donde se puede observar que la media de los valores de la señal de referencia es igual a -70 dbm, mientras que para los diferentes tipos de olas el valor de la media está entre -66,52 dbm y -69,6 dbm respectivamente lo que refleja una diferencia poco significativa en cuanto al valor de la media muestral; sin embargo existe una diferencia en cuanto a las varianzas a medida que la ola comienza a aumentar y cambiar de velocidad.

Tabla 1 análisis descriptivo.

muestra	N	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. típ.	Varianza
rssí	50	-70	-70	-3500	-70	0	0
calmada	50	-70	-69	-3480	-69,6	0,494871659	0,244897959
baja	50	-71	-68	-3455	-69,1	0,735402153	0,540816327
moderada	50	-70	-68	-3449	-68,98	0,473372615	0,224081633
alta	50	-69	27	-3326	-66,52	13,50470817	182,3771429
N válido (según lista)	50						

Fuente: González y Mago (2009)

En el mismo orden de ideas, se realizó el análisis de comparación de las medias para determinar si existe alguna diferencia entre las mismas y se observó que si existen diferencias, dando como resultado una desviación típica significativa para cada muestra independiente, tal como lo demuestra la tabla 2, donde se puede observar la diferencia entre las medias y de las desviaciones típicas de cada uno de estos valores para un total de muestras iguales a 50. Los valores correspondientes a las medias son para las olas calmadas con valor igual a -69,6 dbm; para la ola baja igual a -69,1 dbm; para olas moderadas con valor igual a -68,98 dbm y las olas altas igual a -66,52 dbm respectivamente.

Estos valores de las olas se establecieron de acuerdo a una escala de velocidades para modificar la periodicidad de las mismas y obteniendo de esta forma los resultados mostrados para el análisis estadístico del experimento.

Tabla 2 Comparación de Medias.

rssí		calmada	baja	moderada	alta
-70	Media	-69,6	-69,1	-68,98	-66,52
	N	50	50	50	50
	Desv. típ.	0,49487166	0,735402153	0,473372615	13,50470817
Total	Media	-69,6	-69,1	-68,98	-66,52
	N	50	50	50	50
	Desv. típ.	0,49487166	0,735402153	0,473372615	13,50470817

Fuente: González y Mago (2009)

Así mismo, una vez realizado el análisis descriptivo de los datos y obtenidas las comparaciones entre las medias, se ejecutó el análisis de las varianzas mediante el método de ANOVA; el mismo consiste en examinar dos o más conjuntos de mediciones, especialmente sus varianzas para determinar si existen diferencias estadísticamente representativas entre los conjuntos de datos. Asimismo, durante el desarrollo del análisis de varianza se examinaron los diferentes grupos de oleaje, en el orden indicado en tablas anexas.

En la tabla 3 se puede apreciar que existe una diferencia entre los factores de ANOVA para los diferente tipos de oleaje con una desviación típica total de 0,495, igualmente se observó un error típico total de 0,070 para todas las muestras,



reforzando el análisis experimental donde se evidenció que existen diferencias significantes para cada grupo de olas.

Tabla 3 ANOVA

Tipos de Olas		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
moderada	Inter-grupos	0,001	1	0,001	0,004	0,952
	Intra-grupos	10,979	48	0,229		
	Total	10,980	49			
baja	Inter-grupos	1,688	1	1,688	3,264	0,077
	Intra-grupos	24,813	48	0,517		
	Total	26,500	49			
alta	Inter-grupos	8,168	1	8,168	0,044	0,835
	Intra-grupos	8928,313	48	186,007		
	Total	8936,480	49			
calmada	Inter-grupos	0,333	1	0,333	1,371	0,247
	Intra-grupos	11,667	48	0,243		
	Total	12	49			

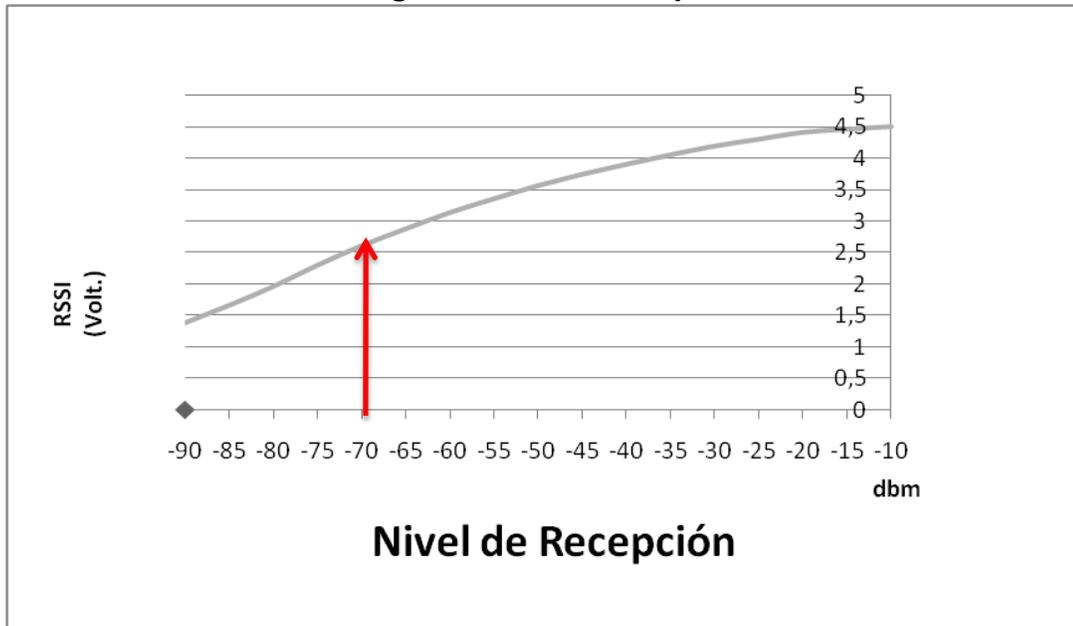
Fuente: González y Mago (2009)

Por otra parte, de acuerdo con los datos obtenidos en la fase de análisis de los resultados y en concordancia con la información reflejada en las bases teóricas de la investigación, se puede determinar que alternativas como aumento de la potencia de salida y el margen de conexión pueden mejorar el rendimiento ante condiciones de ambientes semejantes, a fin de evitar las variaciones de nivel en la señal de recepción de los sistemas de radiofrecuencia bajo ambientes con oleajes.

La característica principal del margen de conexión, es la de mantener un valor (medido en decibeles relativos a mili-watios (dbm), por encima del deseado para lograr una transmisión libre de errores, es decir, sin atenuación, para que en el momento que se produzcan perturbaciones que puedan atenuar la señal ésta pueda soportar dicha perdida sin dejar de mantenerse activo.

De acuerdo a lo planteado por Stallings (2003, p.97) un parámetro importante en cualquier sistema de transmisión es la energía de la señal transmitida. Al propagarse la señal en el medio, habrá una pérdida, o atenuación de energía de la señal; la misma decae por lo general logar ticamente por lo tanto, las perdidas se pueden expresar cómodamente en decibelios, ya que es una unidad logar tica. En la figura 1 se muestra los valores de la señal de recepción en dbm establecidos en el enlace de transmisión en 2.4 GHZ para determinar los efectos del oleaje en la atenuación de radiofrecuencia.

Figura 1 Nivel de recepción

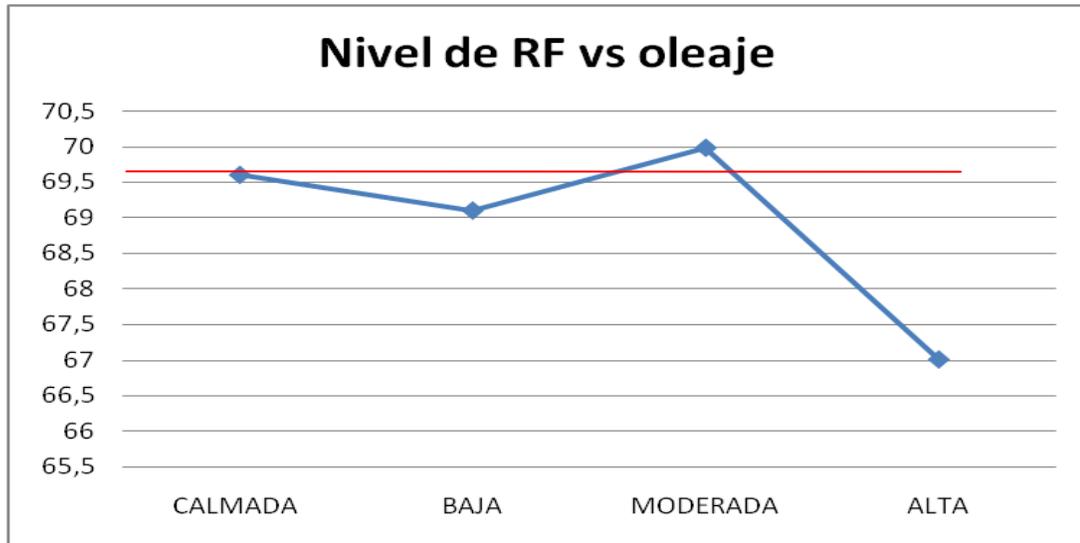


Fuente: González y Mago (2009)

En el mismo orden de ideas, se presenta a continuación la figura 2, en la misma se muestran los valores de la variación de niveles de las señales y atenuación causada por los efectos de las variaciones de velocidad, amplitud y rugosidad de las olas para los diferentes tipos de oleaje tomados como muestras en el experimento establecido, para corroborar con que grado de desviación esta la atenuación de la señal de recepción en comparación con el valor de señal de referencia; en ella se puede apreciar que para las olas calmadas el valor del nivel de señal no se aleja mucho del valor de señal de referencia, para las olas moderadas existe una atenuación de 1 db; mientras que a medida que se varía el período de las olas para moderadas el valor de atenuación cambia por encima de la referencia 1 db y para las olas altas la variación de atenuación se aleja cada vez más del nivel de referencia.

Bajo estas condiciones de variación de la señal de radiofrecuencia donde existen valores por encima y por debajo de la señal de referencia se hace mención a lo planteado por Tomasi (2003, p.367), con la propagación en espacio libre, puede existir una diferencia de fase simplemente porque la polarización electromagnética de dos ondas difieren, dependiendo de los ángulos de fase de los dos vectores; puede ocurrir una suma o resta de la señal.

Figura 2



Fuente: Gonz  lez y Mago (2009)

No obstante, para la presente investigaci  n es vital importante destacar los resultados obtenidos en investigaciones similares, tal es el caso de Mart  nez (2008), la cual realiz   una investigaci  n sobre los efectos del nivel del oleaje y la velocidad del viento en la atenuaci  n. En la misma manifiesta que cuando las microondas viajan sobre cuerpos de agua existe la posible atenuaci  n en la se  al debido a una reflexi  n.

Se indica as   mismo, la investigaci  n realizada por Orozco (2006), basada en un modelo matem  tico para evaluar el efecto de los fen  menos atmosf  ricos en enlaces de Radios Microondas de 2.4 Ghz; donde determin   que la velocidad del viento es la que m  s afecta a los enlaces de radio ya que este lleva consigo peque  as part  culas que sirven de obst  culos a las ondas electromagn  ticas produciendo atenuaci  n y desvi   de algunos de sus componentes; mientras que la humedad es la que menos la afecta.

Finalmente, se pudo constatar en la fase experimental que al simular un ambiente con oleaje en medio de un enlace de radiofrecuencia se produce un efectos perturbador en las se  ales de transmisi  n y por tanto aten  a la se  al aumentando la tasa de bit de error en dicho enlace, increment  ndose aun mas sobre tasas de bit superiores.

Posterior a la fase experimental, se determin   la atenuaci  n existente de acuerdo a los datos obtenidos quedando establecida entre 1 a 2 decibeles, en funci  n de los errores de transmisi  n en las 50 muestras practicadas sobre el simulador de olas, pudiendo constatar que existe diferencia altamente significativa entre los enlaces de radiofrecuencia bajo la presencia de ambientes.



CONCLUSIONES

Una vez desarrollada la investigación para determinar el efecto del oleaje en la atenuación de radiofrecuencia en la banda de frecuencias de ondas de 2.4 GHz, y de haber analizado los resultados obtenidos del mismo, se plantean conclusiones que corresponden directamente a los objetivos de la presente investigación.

Para el desarrollo de este estudio se dise n  un sistema de investigación dividida en 4 fases, una vez recopilados los datos en el experimento, que consistió en la simulación de olas en un ambiente controlado y un montaje de enlace de radiofrecuencia en la banda de 2.4 Ghz; se realizaron transmisiones para tomar muestras cada 30 segundos de forma constante, se recopilaron 50 muestras para un diseño de 4 tipos de olas en diferentes velocidades y realizar análisis estadísticos al azar y efectuarle la prueba de ANOVA.

Con respecto al primer objetivo específico, se dise n  un simulador de olas a escalas de laboratorio y con diferentes velocidades de periodicidad causando los efectos de atenuación producidas por los fenómenos de reflexión de las ondas de radiofrecuencia en un enlace, cuando las mismas inciden en ambientes con oleajes. Igualmente se estableció un enlace de radiofrecuencia en la banda de 2.4 Ghz donde se realizó el experimento.

En relación al segundo objetivo, se establecieron los diferentes niveles del oleaje en la atenuación por reflexión de un enlace de radiofrecuencia donde se concluye que existen niveles de oleajes dependientes de la periodicidad, amplitud y movimiento de las olas que inciden en la atenuación de la señal de recepción en los enlaces, produciendo retardo en la información por efectos de desfasaje de las ondas; quedando en evidencia que si aumenta el nivel de las olas mayor será en nivel de atenuación producido por el fenómeno de reflexión.

Así mismo atendiendo al tercer objetivo, se determinó que el fenómeno de reflexión producido por el oleaje es un agente perturbador que introduce atenuación en las señales de radio en banda de frecuencias de 2.4 Ghz produciendo gran cantidad de errores en la transmisión de la información, quedando evidenciado que para compensar esta atenuación es necesario el ajuste de la potencia de transmisión en los enlaces bajo este tipo de ambientes.

Por último, del cuarto objetivo se establece que la atenuación producida por el oleaje a la radiofrecuencia en un enlace de transmisión de telecomunicaciones en bandas de 2.4 Ghz está determinado por la influencia de la rugosidad de las olas en un margen de 1 a 3 decibeles dependiendo de la amplitud, periodicidad y movimiento del oleaje.

Con la culminación de esta investigación se pudo comprobar que el efecto del oleaje en la atenuación de radiofrecuencia en los enlaces en bandas de 2.4 Ghz es producido por el cambio de nivel en las olas las mismas cambian de amplitud, período y movimiento. Comprobando se la **Hipótesis alterna (H_a)**. "La atenuación



de radiofrecuencia es una variable dependiente del nivel de oleaje en las transmisiones de señales, por tanto existe una correlación significativa”.

RECOMENDACIONES

Después de haber desarrollado, analizado y concluida la investigación se procede a desglosar diversas recomendaciones que pueden contribuir al mejoramiento de esta investigación por parte de futuros investigadores.

Para el área tecnológica, específicamente a las empresas de telecomunicaciones, dirigidas a servicios de telefonía móvil, es necesario obtener eficaces modelos de sistemas de transmisión relacionados con factores atmosféricos, de igual modo, el recolectar los datos por un período de tiempo prolongado (superiores a un año), y de contar con instrumentos efectivos de medición para evitar los datos atípicos y tener una mayor precisión en la toma de las muestras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carlson, A (2006), **Sistemas de Comunicación**. Editorial Mc Graw Hill.
- Couch, L (1998) **Sistemas de Comunicación Digitales Analógicos**. Editorial Pearson.
- Hernández, Fernández y Baptista (2006) **Metodología de la Investigación**. Editorial Mc Graw Hill.
- Martínez, A (2008) **Efectos del nivel del oleaje y la velocidad del viento en la atenuación**, Universidad Rafael Belloso Chac n (URBE).
- Orozco, J (2006) **Modelo matemático para evaluar el efecto de los fenómenos atmosféricos en enlaces de radio microonda de 2.4 GHz**, Universidad Rafael Belloso Chac n (URBE).
- Stallings, W (2003) **Comunicaciones y Redes de Computadores**. Editorial Prentice Hall.
- Tomasi, W (2003) **Sistemas de Comunicaciones Electrónicas**. Editorial Prentice Hall.