

Corroboración del modelo de propagación “indoor” Log-Normal Shadowing Path Loss Model y caracterización de los edificios de Eléctrica/Electrónica y de Aulas.

Yepez, Laura ., Gragirena, Manuel.

LauraYepez@gamil.com, manuelgragirena1@gmail.com

UNEXPO Antonio Jose de Sucre. Vice-Rectorado Puerto Ordaz

Resumen— En este trabajo de investigación se presenta el estudio del modelo de propagación “indoor: Log-Normal Shadowing Path Loss Model”. Se describen los mecanismos básicos de propagación, los factores que influyen en la propagación inalámbrica, los modelos de propagación “indoor” más comunes, así como el algoritmo empleado para la obtención de las curvas comparativas de los valores de potencia calculada respecto a los valores de potencia obtenidos en las mediciones de campo. La principal aplicación de este modelo es la predicción de cobertura en redes inalámbricas, permitiendo el diseño de redes inalámbricas partiendo del ambiente donde se pretende implantar. Se emplea como áreas de pruebas el Edificio de Eléctrica/Electrónica y el Edificio de Aulas de la UNEXPO Vice-Rectorado Puerto Ordaz. Como resultado, se calcula los factores n y X_σ los cuales caracterizan los edificios en estudio.

Palabras clave— Modelos de propagación “indoor”, Redes inalámbricas, Atenuación, Pérdidas.

I. INTRODUCCIÓN

La propagación en entornos interiores es un fenómeno muy complejo ya que hay bloqueos por paredes, suelos, techos, etc. y hay multitrayectos con dispersión, reflexión y difracción[1].

La problemática de la predicción de cobertura en interiores ha sido objeto de un intenso estudio e investigación durante los últimos años. La propagación en interiores no está influenciada por el perfil del terreno como la propagación en ambientes abiertos, pero si por la estructura del edificio, especialmente si hay varios tipos de materiales de construcción en el mismo. La señal transmitida alcanza al receptor por más de una trayectoria o ruta, a través de reflexión, refracción y

difracción de las ondas de radio a causa de objetos como paredes, ventanas y puertas dentro del edificio[2]-[3].

En la actualidad existen varias herramientas Software diseñadas para simulaciones de propagación electromagnética, tanto en ambientes abiertos como cerrados que permiten estimar intensidad de campo, potencia, pérdidas de trayecto, y desvanecimiento rápido.

En este trabajo se busca la demostración experimental del modelo de propagación *Log-Normal Shadowing Path Loss Model*, el cual fue demostrado por García[4] caracterizando dos edificios de estructuras muy distintas: el edificio de Ingeniería Eléctrica/Electrónica, fabricado con techo de metal y paredes de bloque de concreto; y el edificio de Estudios Generales, fabricado con concreto armado y bloque de arcilla.

II.MODELOS DE PROPAGACIÓN

Definición: Un modelo de propagación es una ecuación normalmente dada en dB (decibeles) que trata de calcular y describir las pérdidas de una señal en un determinado ambiente de propagación. En la actualidad existen varias herramientas Software diseñadas para simulaciones para estimar la propagación de redes inalámbricas tanto en ambientes abiertos como cerrados. Permiten estimar intensidad de campo, potencia, pérdidas de trayecto, y desvanecimiento rápido.

Algunos modelos: García[5] plantea un modelo de cobertura en redes inalámbricas basado en radiosidad por refinamiento progresivo, teniendo en cuenta los obstáculos que encuentran las señales

y las características de los materiales de los que están compuestos. Castellanos [1] realizaron un análisis de propagación electromagnética en espacios cerrados usando MATLAB para cálculo y simulación. Generando tres modelos de propagación indoor basados en trayecto directo, permitiendo al usuario obtener una primera aproximación de los rangos de cobertura y niveles de potencia en un área específica, con lo cual se ahorran costos y tiempo en tediosas campañas de medición. Treviño[8] implementó un software didáctico para simular las pérdidas por trayectoria para las bandas de frecuencias VHF y UHF con base en cuatro modelos de propagación (modelo de Friis, Okumara-Hata, modelo de dos rayos y el modelo de Walfisch-Ikegami)

Aplicabilidad: El modelado y predicción de la forma en que las ondas electromagnéticas se propagan constituye un campo de gran interés para el diseño de las redes de comunicaciones inalámbricas. Las predicciones para un diseño son datos tomados de la realidad que se mezclan con datos estadísticos y en algunos casos teóricos, para obtener una descripción de la forma en que las ondas se propagan. Durante varios años se ha buscado el modelo que describa correctamente la propagación de ondas, pero al pasar de los años, diversos modelos se han propuesto y se ha llegado a diseñar modelos específicos, con frecuencias específicas y aplicaciones específicas. La utilidad específica de los modelos, está en predecir la potencia de la señal que se transmite y que se recibe a determinada distancia, aunque también se toman en cuenta las variaciones de la potencia en el punto receptor. La principal aplicación de este modelo de propagación es la predicción de cobertura en redes inalámbricas, permitiendo así, el diseño de redes inalámbricas partiendo del modelo físico del entorno en donde se pretende implantar, sin necesidad incluso de que haya sido construido dicho entorno.

Modelo y condiciones del estudio: En este trabajo, se permitirá trabajar con hojas de cálculo para el predicción de niveles de potencia y rangos de cobertura de sistemas inalámbricos en ambientes cerrados y su demostración experimental a partir de

un número significativo de mediciones y su tratamiento estadístico

LOG-NORMAL SHADOWING PATH LOSS MODEL

Es un modelo empírico se basado en una referencia de las pérdidas a una distancia preestablecida, y aplicable en entornos cerrados mediante factores de corrección. Se expresa en una ecuación en función de la distancia entre transmisor y receptor como:

$$PL(d) = PL(d_0) + 10n \log\left(\frac{d}{d_0}\right) + X_\sigma$$

Donde:

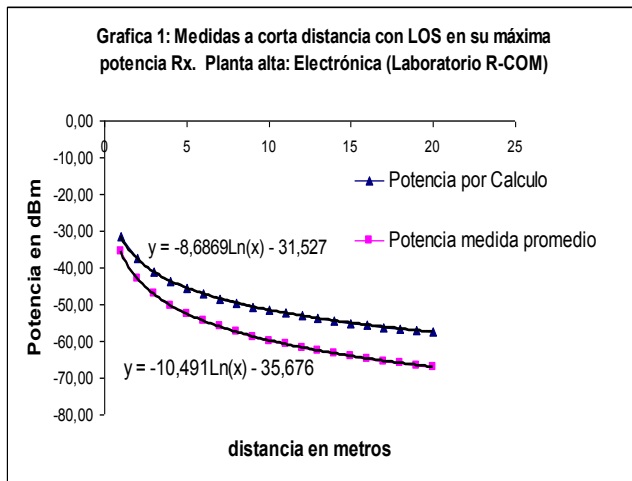
n es la variable de pérdida de trayecto debido a las múltiples trayectorias; c es la pérdida a una distancia cercana de referencia d_0 y se calcula utilizando el modelo de propagación en espacios abiertos, formula de Friis, ó realizando medidas de campo; X_σ es una variable aleatoria expresada en dB y validada experimentalmente y estadísticamente. El modelo es simple, pero absorbe los efectos aleatorios de las sombras y multitrayectorias que se producen para los distintos lugares de medición con la misma distancia entre el Tx-Rx, pero con diferentes obstrucciones en el camino de propagación comparando con un valor de referencia.

III.RESULTADOS

Medidas de campo: Para la calibración del modelo de propagación “indoor” Log-Normal Shadowing Path-Loss Model, se realizaron las medidas de campo en los edificios de Eléctrica/Electrónica y en el edificio de Estudios Generales, considerando tres niveles de medición que son: Nivel 1: Medidas a corta distancia con con línea de vista, LOS; Nivel 2: Medidas a larga distancia con NLOS (cuando hay un obstáculo tipo pared entre el Tx y el Rx), y Nivel 3: Medidas NLOS, entre pisos, es decir con el piso o el techo como obstáculo.

Los resultados obtenidos en una de las campañas de mediciones arrojaron más de 28 tablas de datos cada una de las cuales fue contrastada con el cálculo del modelo sin corrección, obteniéndose

para cada caso un grafico como el que se muestran en el grafico 1:



Gráfica 1: Medidas a corta distancia con LOS en su máxima potencia Rx. Planta alta: Electrónica (Laboratorio R-COM)

Las mediciones para cada caso fueron supuestas para obstrucciones del mismo tipo, de tal manera que al tabular los resultados de la medición se obtiene un promedio que luego es graficado junto a los valores calculados para la ecuación sin corrección, es decir para $n=1$ y $X_{\sigma}=0$. Las representaciones gráficas de cada nivel y para cada uno de los entornos permiten determinar los factores de corrección que caracterizan a dicho edificio.

Tabla I: valores de corrección para cada edificio

		\bar{n}	\bar{X}_{σ} (dB)
Edificio ELECTRICA/EL ECTRONICA	NIVEL 1y2: En un mismo piso	1,307	-15,064
	NIVEL 3: Entre 2 pisos	0,204	-54,898
Edificio ESTUDIOS GENERALES	NIVEL 1y2: En un mismo piso	0,693	-27,641
	NIVEL 3: Entre 2 pisos	0,587	-42,333
	NIVEL 3: Entre 3 pisos	0,104	-87,806

Para obtener los parámetros n y X_{σ} se iguala la ecuación sin corrección con la ecuación de la línea

de tendencia obtenida en la grafica, regresión logarítmica, obteniendo para cada nivel los factores de corrección. En la tabla 1 se muestran los valores de corrección para cada edificio

IV.CONCLUSIONES

El modelo de propagación seleccionado para la realización de este trabajo de investigación, engloba los factores que influyen en la propagación en dos términos. Es un modelo de propagación preciso y simple si se selecciona un valor adecuado para la variable de pérdida de trayecto (n), y el número de obstáculos no es elevado.

Los valores obtenidos de los coeficientes de corrección n y X_{σ} , son característicos del tipo de edificación, es decir, si se realiza un estudio estadístico amplio y fiel, se podrían tabular estos coeficientes para ser usados en cualquier edificación similar. De hecho, los resultados obtenidos son validables para ambientes internos de edificaciones típicas de nuestro país, vale decir estructuras de concreto armado y paredes de bloque.

El modelo de propagación utilizado en este trabajo de investigación tiene valor académico, para el estudio de fenómenos de radio propagación y antenas, permitiendo a los estudiantes afianzar los conceptos teóricos mediante el análisis de las simulaciones, estimar los efectos de la variación de parámetros como la potencia de transmisión, la frecuencia de operación, los materiales, la ganancia de las antenas, en la propagación de las señales al interior de edificaciones.

V.REFERENCIAS

- [1] Castellanos, E., Talero J., Rugeles, J., & Ortega H. (2005). Análisis de propagación electromagnética en espacios cerrados: herramienta software en MATLAB para predicción y simulación. Revista Colombiana de Tecnología Avanzada. 6, 130-137. Recuperado en octubre 11, 2007. Disponible en: http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/hermesoft/portallG/home_18/recursos/01_general/documentos/16052008/rev_tec_avan_art21_vol2_num6.pdf
- [2] Feick, Rodolfo, Grote, W., & Hristov, H. (2000). Criterios y procedimientos para mediciones de propagación electromagnética en ambientes confinados. IX Congreso internacional de Telecomunicaciones Senacitel 2000, Valdivia, Chile. Recuperado en noviembre 2007. Disponible en:

<http://profesores.elo.utfsm.cl/~walter/varios/MedProp.PDF>
F

- [3] Galvis Q., A., Gómez S., & Hincapié R., R. (2006). Modelos de canal inalámbricos y su aplicación al diseño de redes WIMAX Universidad ICESI. 13-33. Recuperado en mayo 2007. Disponible en: http://dspace.icesi.edu.co/dspace/bitstream/item/1006/1/modelos_canal_inalmabrico_wimax.PDF
- [4] García F., N. (2006). Modelo de cobertura en redes inalámbricas basado en radiosidad por refinamiento progresivo. Tesis doctoral. Universidad de Oviedo. Recuperado en noviembre 10, 2007. Disponible en: <http://www.di.uniovi.es/~cueva/investigacion/tesis/Nestor.pdf>
- [5] López, S., Osorio B, J. D., & Navarro C., A. (2004). Herramienta gráfica de modelado de redes inalámbricas basada en modelos de propagación de señales en interiores. Universidad ICESI. 95-105. Recuperado en mayo 2007: http://dspace.icesi.edu.co/dspace/bitstream/item/405/1/slopez-josorio-anavarro_senales.pdf
- [6] Sánchez V., Raúl. (2005). ILS (Indoor Location Systems) Sistemas de Localización en Interiores. Revista, 148, 57-59. Recuperado en agosto 08, 2007. Disponible en: <http://www.coit.es/publicaciones/bit/bit148/57-59.pdf>
- [7] Santos J., D. (2006). Herramienta de optimización de redes de comunicaciones inalámbricas en interiores. Proyecto de fin de carrera, Universidad Politécnica de Catalunya. Recuperado en agosto 2007. Disponible en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3767/1/54627-1.pdf>
- [8] Treviño Cortés, J. T. (2003). Propagación de RF en las bandas: LF, MF, HF, VHF, UHF y VHF. Tesis Licenciatura. Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, Universidad de las Américas Puebla. Recuperado en diciembre 15, 2008. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/trevino_c_jt/indice.html