



"CONGRESO INTERNACIONAL DE
INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016"

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

Título

Validación de tecnología inalámbrica para
entornos inteligentes

Autores:

Ing. Arturo Flores Medrano

Ing. Reinier Arbelo Hernández

M. en C. Ramses Miramontes Meza

Institución:

RASOFT S.A. DE C.V.

Contacto:

arturo.flores@rasoft.mx



"CONGRESO INTERNACIONAL DE
INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016"

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

RESUMEN

Las transmisiones inalámbricas son una forma de llevar información de un punto a otro sin la necesidad de una estructura física. Para que estas transmisiones sean lo más simples posibles, se deben hacer estimados de la red y la propagación de las señales. En este documento, se emplea el RSS para crear estos mapas de propagación, estos mapas ayudan a hacer una planificación correcta de una futura red en un determinado entorno para aplicaciones domóticas y de salud.

ABSTRACT

Wireless transmissions are the way to bring information from one point to another without physical structure. To validate these transmissions, it is necessary to make an evaluation of the network and the signal propagation. In this document, the RSS is used to create these maps of propagation, these results help to make a correct planning of a network in an environment for health and home automation applications.

PALABRAS CLAVE

Telecomunicaciones, 802.11, propagación de señal.

INTRODUCCIÓN

Las transmisiones inalámbricas son una forma de llevar información de un punto a otro sin la necesidad de una estructura física En este documento, se emplea el RSS



"CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016"

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

para crear estos mapas de propagación, al igual que en [1], podemos ver como estos mapas ayudan a hacer una planificación correcta de una futura red en un determinado entorno. Al igual que en [2] el presente estudio se realiza en un edificio y se intenta predecir la mejor forma de colocar dispositivos en la zona para tener una mejor cobertura de acuerdo a valores estimados en cálculos, estos cálculos se procede a ser contrastados con pruebas físicas realizadas en el entorno. Estos resultados arrojaran una distribución para la colocación de los dispositivos centrales de nuestra red de transmisión.

Una vez existan estos mapas, es posible pensar en aplicaciones como lo es la localización de un objetivo como se muestra en [3] [4], los cuales plantean un sistema de localización y un sistema de navegación basado en la potencia de la señal y los mapas o modelos basados en este parámetro. Existen muchas alternativas para poder crear estos mapas. Otra forma de crear estos mapas, es mediante simulación. Esto ayuda a crear los mapas previamente antes de desplegar las pruebas, como en [5], agregando parámetros para estos análisis como la cantidad de errores por transmisión, con esto se muestra como se crean estos mapas siguiendo simples modelos de propagación.

Una de las ventajas de crear mapas de propagación, es la conexión con diferentes tecnologías, esto lleva a un resultado de tomar las mejores bondades de cada una de las tecnologías dentro de una red y poder hacer un análisis de las zonas en donde podrían ser explotadas de la mejor manera posible. En [6] se puede ver como los datos están siendo enviados entre distintas estructuras, cada una de estas teniendo en cuenta las bondades de la tecnología empleada.

METODOLOGÍA



“CONGRESO INTERNACIONAL DE
INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

Para el experimento se emplearan radios WiFly, las cuales tienen como características:

- 2402 ~ 2480MHz
- 802.11 b/g
- 1 – 14 canales
- 1 – 11Mbps para 802.11b
- 6 – 54Mbps para 802.11g
- Sensitividad de -85dBm

Determinando la Potencia de Recepción (P_r) aplicando la fórmula:

$$P_r = P_t - L_p + G_t + G_r - L_t - L_r$$

Ecuación 1

Donde:

- P_t = Potencia de transmisión = 12 dbm.
- L_p = Pérdidas en espacio libre en antenas isotrópicas =?
- G_t = Ganancia de la antena de transmisión = 2dbi.
- G_r = Ganancia de la antena de recepción = 2dbi.
- L_t = Pérdidas por conector de la antena de transmisión = 0.25 dbi.
- L_r = Pérdidas por conector de la antena de recepción = 0.25 dbi.

Cálculo para pérdidas basado en modelos para interiores.

$$L_p = L_{fs} + L_c + \sum K_{wi} \cdot L_{wi} + n \left(\frac{n+2}{n+1} - b \right) \cdot L_f$$

Ecuación 2



"CONGRESO INTERNACIONAL DE
INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016"

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

Donde:

- L_{fs} : Pérdidas en espacio libre entre el transmisor y el receptor.
- L_c : Constante de pérdidas en interiores
- K_{wi} : Número de paredes penetradas de tipo i.
- n : Número de pisos penetrados.
- L_{wi} : Pérdidas por tipo de pared i.
- L_f : Pérdidas entre pisos adyacentes.
- b : Parámetro empírico

Partiendo de la **ecuación 2** general para interiores y aplicando desarrollos realizados por [7] [8] se puede simplificar a la siguiente expresión.

$$L_p = 37 + 30 \log_{10} R + 18.3 \cdot n^{\left(\frac{n+2}{n+1} - 0.46\right)}.$$

Ecuación 3

Donde:

- R : distancia en metros entre el transmisor y el receptor.
- n : Número de pisos penetrados.

Partiendo de que las mediciones se realizaron atravesando como máximo un piso la **ecuación 3** queda reducida a la siguiente ecuación.

$$L_p = 55.3 + 30 \log_{10} R.$$

Ecuación 4

Realizando los cálculos para interiores pero en mediciones donde existieron paredes de por medio, se hace uso de la formula general para determinar las pérdidas en interiores:



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

$$L_p = L_{fs} + L_c + \sum K_{wi} \cdot L_{wi} + n \left(\frac{n+2}{n+1} - b \right) \cdot L_f.$$

Ecuación 5

Donde:

- L_{fs} : Pérdidas en espacio libre entre el transmisor y el receptor.
- L_c : Constante de pérdidas en interiores
- K_{wi} : Número de paredes penetradas de tipo i.
- n : Número de pisos penetrados.
- L_{wi} : Pérdidas por tipo de pared i.
- L_f : Pérdidas entre pisos adyacentes.
- b : Parámetro empírico.

En este caso la señal tuvo que penetrar paredes de interiores de concreto y ladrillos, para el cual son asignado un valor de pérdida de 6.9 **dB**, y en caso de que quedase cristal de por medio, el coeficiente de pérdida fue de 3.4 **dB**, datos obtenidos de la siguiente **tabla 1** donde se muestra las diferentes tipos de pérdidas que puede tener la señal considerando el tipo de estructura que presenta el escenario.

Tabla 1 Promedio ponderado para las categorías de pérdida

Categoría de pérdida	Descripción	Factor (dB)
L_f	Estructuras de suelo típico (es decir, oficinas) - Azulejos olla huecos - concreto reforzado - Espesor Tipo de <30 cm	18.3
L_{w1}	Paredes internas de luz - cartón de yeso o cristal - Paredes con un gran número de agujeros (por ejemplo, ventanas)	3.4
L_{w2}	Las paredes internas	6.9



"CONGRESO INTERNACIONAL DE
INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016"

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

	- Hormigón, ladrillo - Número mínimo de agujeros	
--	---	--

Las pruebas a realizar fueron controladas, cada una de estas pruebas se plantea en el escenario propuesto, por lo tanto, sin importar la cantidad de puntos de transmisión o recepción no varía, ya que los paquetes estimados fueron configurados para funcionar de la misma manera para todos los dispositivos en la red.

RESULTADOS

Una vez que el análisis es previamente creado, se procede a hacer las pruebas necesarias para lograr la comprobación de los cálculos realizados previamente. El escenario fue propuesto en zonas para cubrir el mayor rango posible con el menor número de dispositivos centrales de comunicación. Por lo tanto se proponen dos lugares donde se tuvo el mayor acceso sin limitaciones para la transmisión de datos.

El escenario propuesto fue en una casa de dos pisos, en la cual se colocan 2 dispositivos principales, los cuales estarán escuchando las transmisiones de los diversos nodos en la red. Cabe mencionar, que estas simulaciones fueron parte de entornos controlados, donde la información es solicitada y no generada bajo demanda.



"CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016"

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635








Ilustración 1



Ilustración 2

La **ilustración 1** se muestra el escenario con dispositivos desplegados, mientras que la **ilustración 2** se muestra la cobertura de los dispositivos centrales.

Tabla 2

	Nodo central segunda planta
	Nodo central primera planta
	Nodo visible en primera planta
	Nodo visible para segunda planta
	Nodo visible para ambas plantas

Los resultados que se obtienen de la inundación de datos en la red de los distintos puntos es la siguiente:



"CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016"

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

Tabla 3

Mediciones	Distancia entre Tx y Rx	Potencia recepción (dbm)	Sensibilidad del Receptor (dbm)	Porcentaje de pérdida de datos (%)
1	5	-82,43	-61	0,34
2	11	-85,77	-69	2,36
3	11	-85,77	-69	0,00
4	10	-81,55	-55	0,00
5	9	-87,53	-60	0,00
6	9	-87,53	-60	0,00
7	5	-82,43	-51	0,00
8	8	-86,51	-56	0,00
9	8	-86,51	-56	0,00
10	10	-95,35	-70	0,00
11	12	-103,83	-82	24,09
12	16	-92,53	-61	0,00
13	22	-109,09	-73	20,02
14	20	-101,37	-70	0,00
15	11	-96,17	-64	0,00
16	11	-96,17	-64	0,00

Realizando los cálculos de los datos de L_p y se pudo obtener la potencia de recepción (P_r) para cada una de las mediciones realizadas, se muestran a continuación.

Tabla 4

Mediciones	Distancia entre Tx y Rx	Potencia recepción (dbm)	Sensibilidad del Receptor (dbm)	Porcentaje de pérdida de datos (%)
1	16	-75,92	-66	0



"CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016"

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

2	32	-100,46	-76	13,87
3	16	-91,42	-81	51,76
4	8	-82,39	-65	0

CONCLUSIONES

El presente trabajo nos mostró las capacidades de la comunicación a través del estandar 802.11 para ser utilizada en espacios abiertos y cerrados.

La infraestructura del lugar (muros de concreto, barras de aceso, etc.) no tiene un gran impacto para la propagación de la señal, por lo cual se concluye que esta tecnología puede ser utilizada para diversas aplicaciones como la domotica, salud, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Irina Stefan, Harald Burchardt, and Harald Haas, "Area Spectral Efficiency Performance Comparison between VLC and RF Femtocell Networks."
- [2] B. R. Jadhavar T. R. Sontakke, "2.4 GHz Propagation Prediction Models for Indoor Wireless Communications Within Building," *Int. J. Soft Comput. Eng. IJSCE* ISSN 2278-3075, no. Volume-2, Jul. 2012.
- [3] Daniel Denkovski, Marko Angjelicinovski, Vladimir Atanasovski, and Liljana Gavrilovska, "Practical assessment of RSS-based localization in indoor environments."
- [4] Kittipong Kasantikult, XIU Chundi, YANG Dongkai, and YANG Meng, "An Enhanced Technique for Indoor Navigation System Based on WIFI-RSSI."
- [5] M. Al-Bado, C. Sengul, and R. Merz, "What details are needed for wireless simulations? - A study of a site-specific indoor wireless model," in *INFOCOM, 2012 Proceedings IEEE*, 2012, pp. 289–297.
- [6] Eko Nugroho, Alvin Sahroni, and Firdaus, "ZigBee and Wifi Network Interface on Wireless Sensor Networks."
- [7] M.M. Ramses, E. D. Laura Victoria, and A. S. Raúl, "Mobile Remote Control for Home Automation."
- [8] Laura Victoria Escamilla Del Río, "Ad hoc communications for wireless robots in indoors environments."