

UNA PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE LA INTERFERENCIA ENTRE REDES WIFI POR SOLAPAMIENTO DE CANALES

A PROPOSED SOLUTION TO THE PROBLEM OF INTERFERENCE BETWEEN WIRELESS NETWORKS BY OVERLAPPING CHANNELS

Roberto Carlos Guevara C.
Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería
Corporación Universitaria Remington
Medellín, Colombia
roberto.guevara@remington.edu.co

Édgar Serna M.
Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería
Corporación Universitaria Remington
Medellín, Colombia
edgar.serna@remington.edu.co

Fecha de recepción: 13 Abril 2013
Fecha de aprobación: 10 Diciembre 2013

RESUMEN

La amplia utilización de redes WiFi en los diversos escenarios sociales está generando una especie de saturación de canales, que a su vez ocasiona interferencia entre estas redes. Esta situación genera solapamiento de canales, lo que hace que las tasas de transferencia se reduzcan. En este artículo se detalla esta situación, y se estructura y aplica un experimento para encontrarle solución al problema. También se presentan los resultados tabulados y graficados utilizando la herramienta de software libre inSSIDer.

Palabras clave: Interferencia, WiFi, solapamiento de canales, redes.

ABSTRACT

The widespread use of WiFi networks in different social settings is generating a sort of channel saturation, at the same time it causes interference among these networks. This situation generates channels overlap, making the transfer rates are reduced. This article

details this situation, and its structure and applies an experiment to find a solution to the problem. It also presents the results tabulated and graphed using the free inSSIDer software.

Keywords: Interference, WiFi, overlapping channels, networks.

1. INTRODUCCIÓN

En escenarios como residencias, campus universitarios, empresas y sitios públicos es común el uso de redes WiFi, por lo que es posible que al instalar una nueva red en un área determinada su cobertura se expanda a zonas donde existen otras, lo que ocasiona interferencia entre ellas. La cercanía geográfica entre estas redes se traduce en bajas velocidades de transferencia, incluso si existen pocos computadores conectados.

En este artículo se explica la razón de estos inconvenientes y se describe una cuantificación experimental de la tasa de transferencia de archivos en redes WiFi cuando comparten un mismo canal; además, se hacen algunas recomendaciones acerca de cómo mejorar la comunicación y se plantea un procedimiento de planificación y selección de canales de comunicación para evitar esas interferencias.

En un aspecto más amplio los resultados de este trabajo se pueden utilizar en procesos industriales en lo relacionado con el monitoreo o control inalámbrico utilizando tecnologías Zigbee que estén en la misma zona geográfica de las redes WiFi. Tecnologías como Zigbee y WiFi trabajan en la banda de 2.4Ghz, por lo que es latente la posi-

bilidad de interferencia, pero conocer cómo cuantificarla y evitarla hace parte de una investigación más amplia orientada a reconocer la producida por la tecnología WiFi y por las redes industriales Zigbee y otros dispositivos inalámbricos que trabajen en la frecuencia ISM 2.4Ghz, que son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial.

2. ANTECEDENTES CONCEPTUALES

Las redes inalámbricas 802.11 básicamente son inseguras [2] y pueden ser interferidas por una serie de elementos que funcionan en la frecuencia de 2.4Ghz, como teléfonos inalámbricos, microondas, dispositivos bluetooth y dispositivos Zigbee entre otros [1-2]. Esa interferencia puede afectar la velocidad de transmisión nominal esperada para la red, la cual es de 54Mbps [2].

Esta interferencia la pueden causar factores como la modulación, el encapsulamiento de protocolos, la sintonización fina de la tarjeta de red y el router inalámbrico, lo mismo que los protocolos de encriptación utilizados y la distancia al router o al Access Point. Las redes en modo infraestructura se configuran usando un enrutador inalámbrico o Access Point [2] con un esquema como el que se muestra en la Figura 1.

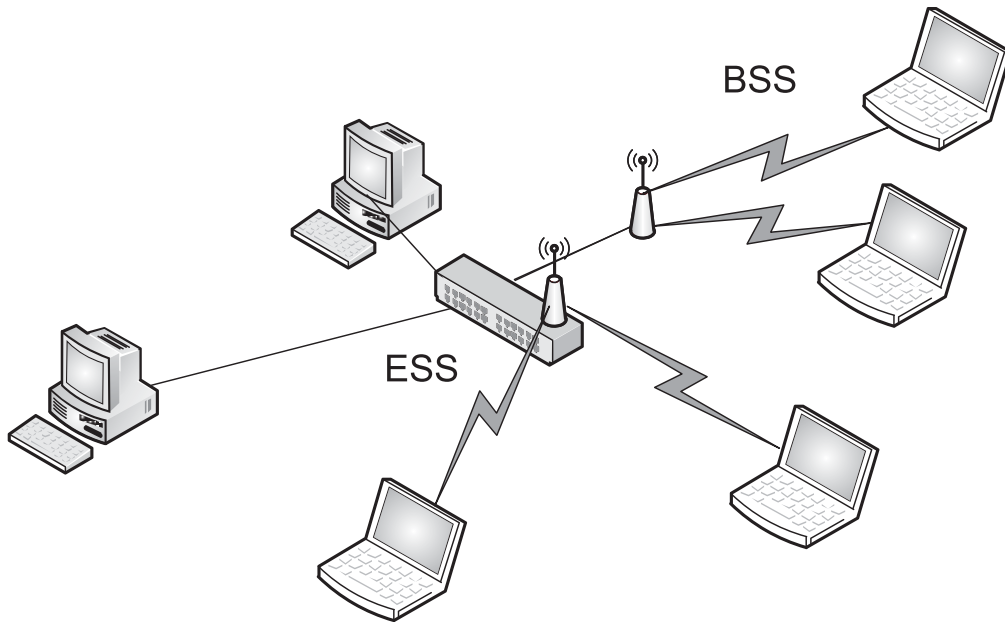


Figura 1. Modo infraestructura con Access Point

La configuración del punto de acceso y las estaciones ubicadas dentro del área de cobertura se llama Conjunto de Servicio Básico (BSS por sus siglas en inglés). En el modo infraestructura cada una de las redes WiFi tiene un identificador llamado BSSID de 48bits, que corresponde a la MAC del Access Point [2]. Se puede vincular varios BSS con una conexión de Sistema de Distribución (SD), conformando de esta manera un Conjunto de Servicio Extendido (ESS por sus siglas en inglés), el cual emplea generalmente un router inalámbrico y cada ESS y BSS debe estar ubicado en canales diferentes para evitar interferencias [2].

2.1 CANALES EMPLEADOS EN LAS REDES WIFI

La comunicación WiFi se establece a través de 14 canales y cada uno ocupa 22MHz de

ancho de banda [2-3], como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Canales IEEE 802.11b/g Wifi

Banda	Frecuencia	Canal
2.4GHz	2412.0 MHz	1
2.4GHz	2417.0 MHz	2
2.4GHz	2422.0 MHz	3
2.4GHz	2427.0 MHz	4
2.4GHz	2432.0 MHz	5
2.4GHz	2437.0 MHz	6
2.4GHz	2442.0 MHz	7
2.4GHz	2447.0 MHz	8
2.4GHz	2452.0 MHz	9
2.4GHz	2457.0 MHz	10
2.4GHz	2462.0 MHz	11
2.4GHz	2467.0 MHz	12
2.4GHz	2472.0 MHz	13
2.4GHz	2484.0 MHz	14

El estándar IEEE 802.11b/g sólo permite tres canales no interferentes espaciados a 3MHz [2-4]. En la Figura 2 se muestra la

disposición de canales y el espaciado entre ellos y se resalta los canales no interferibles.

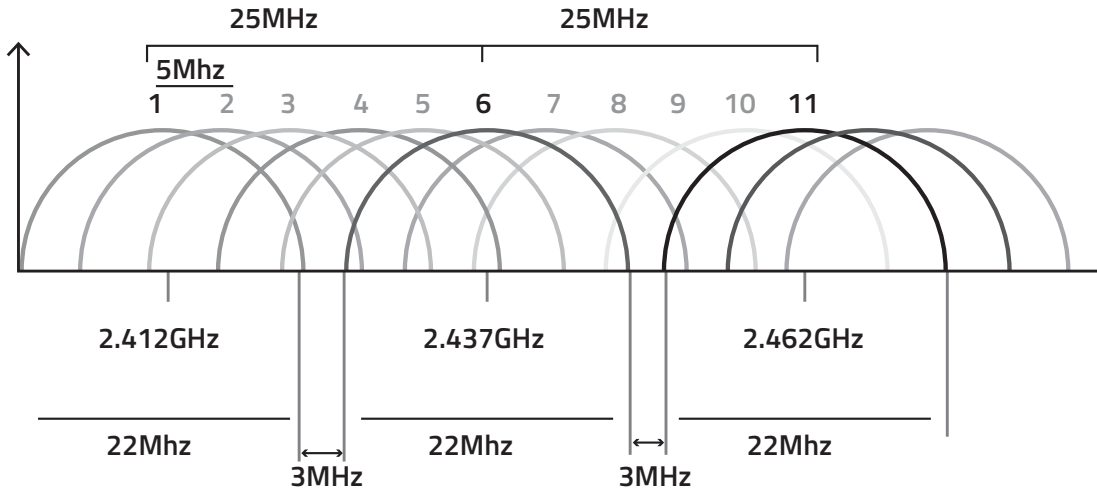


Figura 2. Canales No interferibles y anchos de banda

Utilizando el software InSSIDer [5] para analizar si los canales están solapados o no, se puede observar la asignación usada por los ESS y los BSS existentes y geográficamente cercanos.

3. PROCEDIMIENTO DE ESCOGENCIA DE CANAL

Al instalar una red WiFi se debe asegurar que no existe otro ESS trabajando en el mismo canal, y para lograrlo se utilizan analizadores de espectro, como se detalla en [5]. A continuación se describe un procedimiento para realizar la instalación de una red WiFi libre de interferencias, el cual se ilustra en la Figura 3.

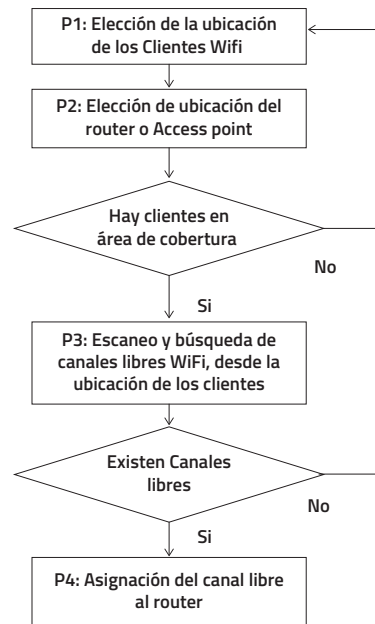


Figura 3. Pasos para instalación de una red WiFi

Sin embargo, es posible que no se pueda acceder en la zona a un canal no interferible, porque pueden existir redes WiFi que estén ocupando los canales 1, 6 y 11. Incluso, pueden existir otras redes que utilicen canales que se solapen parcialmente, en este caso, se debe buscar uno donde el impacto de ese solapamiento sea mínimo.

4. MATERIALES

Para cuantificar experimentalmente la disminución de la tasa de transferencia de archivos en redes WiFi, que comparten un mismo canal, se realizó un montaje con los siguientes elementos:

- **Software.** El software empleado fue inSSIDer [5], un aplicativo de uso libre, el cual permite: Ver los ESSID de las redes inalámbricas que se encuentren en la zona, muestra gráficamente los canales usados, el solapamiento de las señales y la intensidad de transmisión. Además, realiza la función de analizador de espectro utilizando la tarjeta de red inalámbrica.
- **Hardware.** Las pruebas se realizaron en un computador HP TouchSmart TX2 2010, con tarjeta Wireless LAN 802.11a/b/g/n y tecnología Bluetooth. Otras especificaciones técnicas son:
 - Procesador AMD Turion™ X2 RM-77 Dual-Core

- Memoria de 3072MB DDR2 a 800MHz
- Disco Duro de 320GB SATA a 7200RPM

El router usado fue un NetGear WGT624, la Internet/WAN fue de 10/100 Mbps (auto-sensing) Ethernet, RJ-45 y la LAN: fue de 4 ports 10/100 Mbps (auto-sensing) Ethernet, RJ-45.

La Wireless utilizada fue una Network Speeds: 1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24,36, 48, & 54 Mbps (auto-rate capable) 108 Mbps (Static and Dynamic), con Modulation Type OFDM with BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, DBPSK, DQPSK, CCK, una Frequency Band de 2.4GHz, con Standards Capability 802.11g and 802.11b y una Antenna 2 dBi attached.

4.1 ESCENARIO DE PRUEBAS

Para las pruebas se utilizó un escenario real con variables no controladas, el cual es característico en diversos sitios residenciales donde existen varias redes WiFi, cada una con su propio ESSID y que convergen en un misma área geográfica, por lo que se interfieren entre sí.

Luego, se instaló una red de tipo infraestructura entre el computador y el router, y se conectó por cable un PC que comparte el archivo a transferir, tal como se ilustra en la

Figura 4. La red de prueba se bautizó como ESSID *RCGCalume*, y se configuró el router usando el canal 11 interferido y otro no interferido, el canal 1.

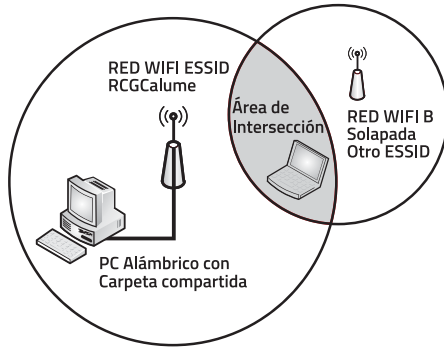


Figura 4. Infraestructura empleada

4.2 ARCHIVO TRANSMITIDO

Se realizó la transmisión de un archivo tipo *avi* debido a su tamaño, además porque tiene un radio de compresión alto que no permite compresión durante la transmisión.

5. TOMA DE MUESTRAS

El valor en dBm en un punto con potencia *P* se calcula por la ecuación (1).

$$dBm = 10 \log \frac{P}{1mW} \quad (1)$$

Si se requiere realizar operaciones más complejas sobre los dBm, por ejemplo sacar un promedio, es necesario tener en cuenta que éstos se deben transformar a potencia, sacar el promedio y luego transformar el resultado nuevamente a dBm, utilizando la ecuación (2).

$$dBm_{promedio} = 10 \times \log \left(\frac{\sum_{i=1}^n P_n}{nmW} \right) \quad (2)$$

inSSIDer [5] utiliza las ecuaciones (1) y (2) para calcular y promediar los resultados obtenidos y los entrega gráficamente, como se muestra en la Figura 5.

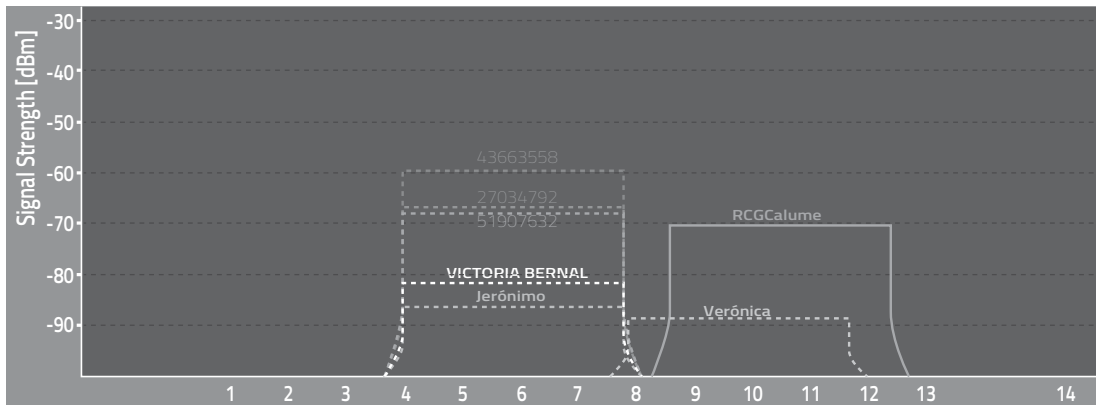


Figura 5. Configuración de la red de control RCGCalume en canal 11

Para todas la transmisiones se aseguró una potencia del 100% en el computador con tarjeta Wifi; el envío del archivo de prueba se realizó 10 veces a través del canal 11, el cual presentaba interferencia con otras redes WiFi; luego se envió otras 10 veces a través del canal 1, libre de interferencias, y finalmente, el promedio se contrastó con la tasa de tranferencia para cada caso. La situación de distribución de las redes cercanas y los canales que usan se escanearon con inSSIDer.

La Figura 5 muestra que la red *RCGCalume* (en azul) está ubicada en el canal 11, y que se sola con la red *Verónica*, está ubicada en el canal 10. En esta situación la tasa de transferencia promedio fue de 384KB/Segundo. Además, se observa que el canal 1 está libre, por lo que se ubica el router en él y se envía nuevamente el mismo archivo; luego se promedia la velocidad de transferencia. Posteriormente, se hace nuevamente un escaneo con el software inSSIDer de la nueva situación de la distribución, el cual se muestra en la Figura 6.

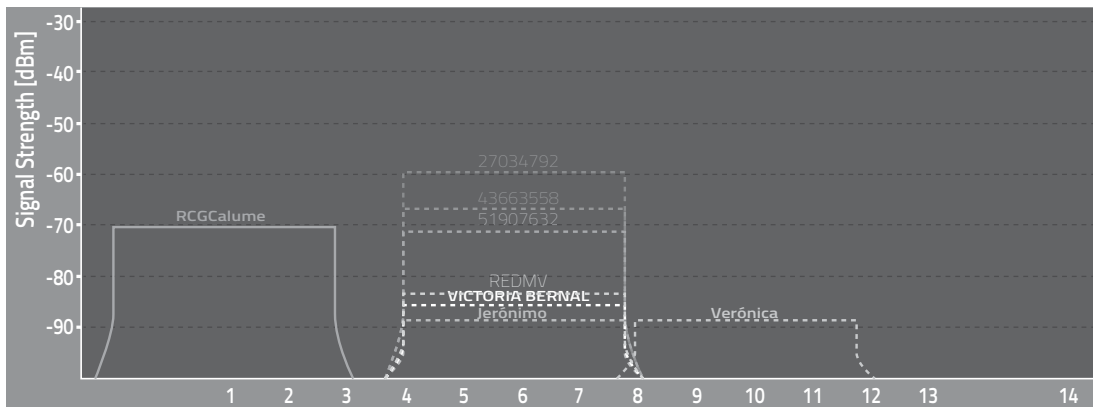


Figura 6. Distribución en los canales de las redes cercanas luego del cambio

La Figura 6 muestra que la red *RCGCalume* ahora está ubicada en el canal 1, donde no se solapa ni es interferida por otras redes; en esta situación la tasa de transferencia promedio de los 10 envíos fue de 1.93M (B// Segundo).

6. RESULTADOS

Aunque se use el método propuesto es posible que no se pueda acceder en la zona a un canal no interferible, debido a que pueden existir redes WiFi que ocupen los canales 1, 6 y 11 no interferibles. En la Tabla

2 se muestra un listado de los canales no interferibles y sus solapamientos con otros canales.

Tabla 2. Canales No interferibles y posibles interferencias

Canal no interferible	Posibles interefencias con
1	2, 3, 4 y 5
6	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 y 10
11	7, 8, 9, 10, 12, 13 y 14

La transferencia del archivo en el canal 11 con interferencia de la red *Verónica* mostró que el promedio de la velocidad de envío es *348KB/segundo*. La unidad de transferencia se da en Mbps y se realiza el cambio de unidades expresado en la ecuación (4).

$$348 \text{ KBps} * 8 = 2784 \text{ Kbps} \quad (3)$$

$$\frac{2784 \text{ Kbps}}{1024} = 2,71875 \text{ Mbps} \quad (4)$$

Al enviar el archivo cuando no existe interferencia, es decir por el canal 1, se observa un incremento, esta vez fue de *1,93 MB/segundo*, es decir más de 5 veces la velocidad alcanzada en la prueba anterior.

$$1,93 \text{ MBps} * 8 = \boxed{15,44 \text{ Mbps}} \quad (5)$$

El consolidado de resultados obtenidos de los envíos se describe en la Tabla 3.

Tabla 3. Tabla de resultados de transferencia con y sin interferencia entre los canales

Canal usado	Promedio de Envío	Estado
1	2,71875 Mbps (4)	Interferido
11	15,44 Mbps (5)	No interferido

En las Figuras 5 y 6 se muestra una gran interferencia producida entre redes que usan simultáneamente en el canal 6, y con base en los resultados de la Tabla 3, si se ubicara una nueva red en este canal, se esperarían bajas tasas de transferencia. Estas tasas en canales que se solapan dependen del tráfico instantáneo, tal como fue posible validar en experimentos en otras pruebas realizadas en laboratorio.

7. CONCLUSIONES

Se realizaron pruebas experimentales que permitieron conocer cómo afecta la interferencia de canales solapados el envío de archivos en redes WiFi, y se propuso un procedimiento para realizar la instalación de una red libre de interferencias. Se demostró experimentalmente que la transmisión de archivos en canales libres de interferencia es superior a la que se realiza en canales solapados.

Como trabajos futuros se propone cuantificar la interferencia de WiFi contra tecnologías como Zigbee, y se propone realizar el mismo estudio entre más sistemas inalámbricos utilizando el mismo canal o canales parcialmente solapados. Otras sugerencias son:

- Cambiar la selección de canal. Los Access Point que trabajan en estrecha proximidad no deben usar los canales que se superponen. Aquí, sí es posible, se debe considerar el clásico AP de panel de emplazamiento, pero es necesario tener en cuenta que en algunos equipos 802.11n, la posición del canal secundario (Por debajo o por encima del primario) es una opción configurable por el usuario, lo que le da un grado de libertad adicional.
- En caso de que su red tenga más de un Access Point, puede que tenga que reducir la capacidad de los transmisores para mantener la interferencia a un nivel aceptable. Esta es una situación en la que mayor capacidad no significa mejor conexión. Por lo general, la capacidad óptima de transmisión de un AP es entre 5 y 10 dBm, lo que asegura una mejor densidad de los APs instalados, minimiza la carga en cada uno de ellos, y reduce al mínimo la interferencia entre los Ap vecinos, que podrían compartir el mismo canal. Eso no quiere decir que un AP poderoso es malo, pero varios APs

poderosos vecinos entre sí, también se interferirán entre sí. Es por eso que se deben bajar sus capacidades.

- Otro asunto es asegurarse que los usuarios no abusen de la red con adaptadores Wi-Fi clientes de gran alcance, porque la interferencia también puede ser provocada por más de uno de estos adaptadores activos en el mismo lugar. No hay necesidad de que el adaptador cliente transmita a 50 mW, cuando el AP está transmitiendo a sólo 5 mW.

REFERENCIAS

- [1] Guevara Calume R. (2011). Caracterización de un proceso automatizado de trabajo cooperativo con robots, para determinar la configuración topológica más confiable con nodos en movimiento en un escenario de alto tráfico e interferencia continua. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico Metropolitano.
- [2] Kurose J.F. y Ross K.W. (2004). Redes de Computadores: Un enfoque descendente basado en internet. Pearson Addison Wesley, 740 p.
- [3] Jin A.P., Seung P., Pyoung D. y Kyoung R. (2002). Analysis of spectrum channel assignment for IEEE 802.11b wireless LAN. 5th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications.

- [4] Byeong G.L. y Sunghyun C. (2008). Broad-band wireless access and local networks: mobile WiMax and WiFi. Artech House. 618 p.
- [5] Metageek. <http://www.metageek.net/products/inssider>. Online: Oct. 2012.