

Cuantificación experimental de la interferencia entre redes WiFi causada por el solapamiento de canales

Roberto Carlos Guevara Calume
M.Sc. en Automatización y control industrial
Docente investigador
Corporación Universitaria Remington
rcgcalume@gmail.com



Recibido: 14 de mayo 2013

Aceptado: 22 de julio 2013

Resumen

Este artículo tiene como objetivo cuantificar de forma experimental la degradación de la tasa de transferencia al momento de enviar archivos en una red WiFi. Se estudia el efecto en dos escenarios diferentes: en el primer escenario estudiado se recrea una red WiFi cuando el canal usado por la red está solapado con otra red WiFi, y el segundo escenario estudiado recrea una red WiFi cuando se usa un canal sin solapamiento. Aunque este artículo cuantifica esta degradación exclusivamente para la transferencia de archivos, los resultados pueden ser aplicables al uso cotidiano que se da a las redes WiFi, por ejemplo cuando se intenta usar internet a través de este tipo de red inalámbrica. Se explica la problemática del solapamiento de canales indicando los canales en los cuales los usuarios de WiFi deben configurar las redes para evitar bajas tasas de transferencias, cuando estas son causadas por el solapamiento de canales. Si bien es cierto que en la literatura existente se habla de la interferencia entre redes inalámbricas como un fenómeno esperable, no se trata con igual profundidad el efecto causado por el solapamiento de canales, específicamente en la redes WiFi, ya que los autores no analizan el problema de la interferencia WiFi por solapamiento de canales con casos prácticos para cuantificar esta degradación.

Palabras clave: WiFi, solapamiento de canales, tasa de transferencia.

Experimentally measuring interference between wireless networks by overlapping of channels

Abstract

This paper aims to quantify—in an experimental fashion—throughput degradation when sending files over a WiFi network. Such an effect is studied in two different scenarios. The first scenario under study recreates a WiFi network when the channel the network is using overlaps another WiFi network. The second scenario under study recreates a WiFi network when a channel is used without overlapping. Although this paper quantifies such a degradation only for file transfers, results can be relevant to the use commonly given to WiFi networks. For

example, when trying to browse on the internet through this wireless network. The problem of channel overlapping is explained by indicating in which channels users need to setup networks in order to avoid low transfer rates, when they are caused by overlapping channels. While it is true that in available literature interference between wireless networks is considered an expectable phenomenon. Since authors do not discuss the WiFi interference issue due to overlapping channels by presenting practical cases to measure degradation, the effect caused by overlapping channels is not discussed with the same depth.

Keywords: WiFi, overlapping channels, transfer rate.

1. Introducción

Es muy común el uso de varias redes WiFi en escenarios diversos, tales como residencias, campus universitarios, empresas y sitios públicos. Las redes WiFi localizadas en la misma zona geográfica con cierta cercanía pueden producir interferencias, también es frecuente encontrar problemas de bajas velocidades en la transferencia de archivos, incluso si existen pocos PC conectados a la red WiFi. ¿Por qué ocurre esto?, ¿cómo se puede cuantificar?, ¿cómo puede mejorarse la comunicación? El siguiente estudio puede ser útil para comprender cómo se afecta la tasa de transferencia de archivos en redes WiFi. Sin embargo, en un aspecto más amplio puede aplicarse a procesos industriales que sean monitoreados o controlados usando otras tecnologías, como Zigbee, la cual podría ser interferida por una red de datos WiFi.

El uso de redes inalámbricas WiFi es cada vez más común por su bajo costo, lo cual, sumado a la ventaja de no requerir un cableado especial, le ha permitido gran popularidad y una expansión desmesurada, lo que ha traído consigo el problema de las bajas velocidades a causa del solapamiento de canales.

El solapamiento de los canales consiste en que si dos o más redes WiFi emplean el mismo canal generan recíprocamente lentitud en la comunicación, por ejemplo el acceso a internet. El problema radica en que el sistema WiFi solo ofrece tres canales que no presentan interferencias, así, entonces, una cuarta red WiFi obligadamente tendrá que compartir el mismo canal de comunicación, e incurrir en ese solapamiento de canales.

Este artículo primero mostrará los antecedentes conceptuales que describen el problema, luego se detalla la toma de muestras que permiten cuantificarlo y, por último, se muestran los resultados obtenidos.

2. Marco teórico y trabajos previos

Las redes inalámbricas 802.11, son redes básicamente inseguras y además pueden ser interferidas por una gran cantidad de elementos que funcionan en la frecuencia de 2.4 Ghz, tales como teléfonos inalámbricos, microondas, bluetooth, Zigbee, entre otros (Jin, Seung-keun, Pyung Dong, & Kyoung, 2004). Esta interferencia puede afectar velocidad de transmisión, siendo en muchos casos muy inferior a la velocidad nominal esperada para una red WiFi que es de 54 Mbps.

Esta baja velocidad de transferencia puede ser causada por varios factores: la modulación, el encapsulamiento de los protocolos, la sintonización fina de la tarjeta de red y el router inalámbrico usado, también están los protocolos de encriptación, la distancia al router, o Access point, pero quizá el factor más relevante es el solapamiento de los canales empleados (Kurose & Ross, 2010).

2.1 Comunicación en modo infraestructura

En las redes en modo infraestructura los computadores se comunican a través de un equipo de comunicaciones inalámbricas, típicamente un router inalámbrico o Access point (ByeonGi & Sunghyun, 2008), como se ve en la Figura 1.

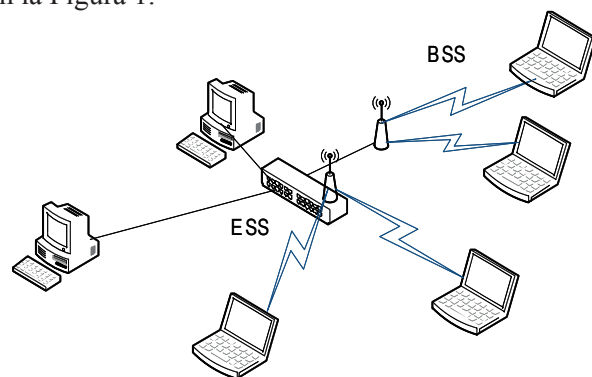


Figura 1. Modo infraestructura con Access point

Fuente: Elaboración Propia (2013)

La configuración formada por el punto de acceso y las estaciones ubicadas dentro del área de cobertura se llama conjunto de servicio básico o BSS. En el modo infraestructura, cada una de las redes WiFi tiene un identificador llamado SSID de 48bits, que corresponde a la MAC del Access point (IEEE, 2014)

Es posible vincular varios puntos de acceso o BSS con una conexión llamada sistema de distribución SD (ByeonGi & Sunghyun, 2008), que conforman un conjunto de servicio extendido o ESS, generalmente a través de un router inalámbrico, cada ESSID se debe ubicar en un canal diferente a otros ESSID para evitar interferencias (Cisco Press, 2006).

2.2 Canales empleados en las redes WiFi

La comunicación de WiFi se establece en la banda de 2.4Ghz, con 14 canales, cada canal ocupa 22 MHz de ancho de banda (Jin et al., 2004).El estándar IEEE 802.11b/g permite solo tres canales no interferentes espaciados 3MHz (Cisco Press, 2006).

Tabla 1. Canales IEEE 802.11b/gWiFi

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

Fuente: Adaptado a partir de IEEE (2014)

En la Figura 2 se observan los canales no interferibles 802.11b/g/n

Canal 1= 2,412 GHz
 Canal 6= 2,437 GHz
 Canal 11= 2,462 GHz

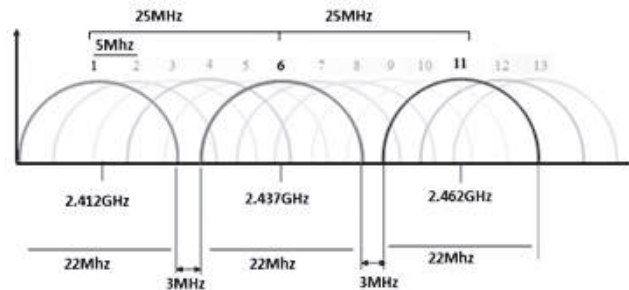


Figura 2. Canales No interferibles y anchos de banda.

Fuente: Adaptado de Cisco Press (2006)

De la Figura 2 se infiere que los canales 2, 3, 4 y 5 interfieren en mayor o menor grado con las comunicaciones del canal 1, así, el canal 6 es interferido por los canales 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 y 10, de igual forma, el canal 11 es interferido por los canales 7, 8, 9, 10, 12, 13 y 14.

3. Materiales y métodos

Para comprender el problema de la interferencia, es necesario poder “ver” el comportamiento de las señales WiFi, la Figura 2 muestra en forma general el solapamiento de los canales en el espectro y ancho de banda asignado en la especificación 802.11, este solapamiento implica interferencias.

Existe software y analizadores de espectro que permiten “ver” el comportamiento y los canales empleados. Para la elaboración de las pruebas se usó un software que realiza la función de analizador de espectro, y que funciona sobre un equipo portátil, entre varias opciones disponibles usó la herramienta inSSIDer, (MetaGeek, 2013). Esta herramienta es un programa open source que trabaja con las API de Windows para el escaneo de redes WiFi, el programa es ofrecido por Meta Geek y realiza un análisis de espectro en la banda de 2,4 GHz en tiempo real (Sosinsky, 2009).

3.1 Software

El software empleado fue inSSIDer. Esta utilidad de uso libre permite “ver” los ESSID de las redes inalámbricas que se encuentren en la zona, así como el canal usado de un modo gráfico, también muestra la intensidad de

la transmisión de las ESS (Una descripción detallada de los requisitos y detalles técnicos).

3.2 Hardware

Las pruebas se realizaron en un computador portátil HP Tx2 2010 con tarjeta Wireless LAN 802.11a/b/g/n y tecnología Bluetooth. Otras especificaciones técnicas de la HP Touch Smart Tx2 son:

- *Procesador AMD Turion™ X2 RM-77 Dual- Core*
- *Memoria de 3072 MB DDR2 a 800 MHz*
- *Disco Duro de 320 GB SATA a 7200 RPM*

El Enrutador WIFI usado fue un NetGear WGT624 con las siguientes características:

- *Internet/WAN: 10/100 Mbps (auto-sensing) Ethernet, RJ-45*
- *LAN:- 4 ports 10/100 Mbps (auto-sensing) Ethernet, RJ-45*
- *Wireless: Network: Speeds: 1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24,36, 48, & 54 Mbps (auto-rate capable) 108 Mbps (Static and Dynamic)*
- *Modulation Type: OFDM with BPSK, QPSK,16QAM, 64QAM, DBPSK, DQPSK, CCK*
- *Frequency Band: 2.4GHz,Standards Capability: 802.11g and 802.11b - Antenna: 2 dBi attached*

3.3 Escenario de pruebas

Para las pruebas se decidió usar un escenario totalmente real de variables no controladas. El escenario de pruebas es típico de muchos sitios residenciales donde existen muchas redes WiFi, cada una con su propio ESSID, que convergen en un mismo sitio geográfico e interfieren entre sí.

Se instaló una red de tipo infraestructura entre el portátil y el router WIFI, como se muestra en Figura 3, se empleó para el ESSID el nombre **RCGCalume**. Se usó un canal interferido y luego otro que no lo estuviera. Luego, para conocer los canales usados por las redes cercanas, se realizó un escaneo con el software inSSIDer.

Al router se conectaron 2 PC: uno inalámbrico y otro al puerto LAN rj45, este último comparte un archivo tipo AVI (película).

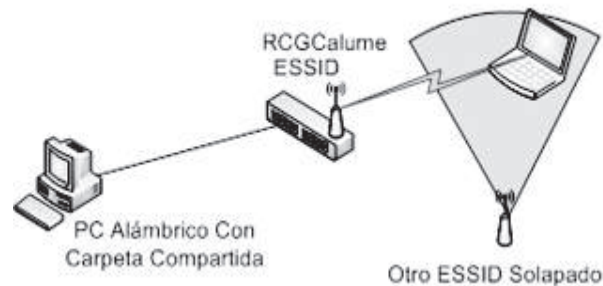


Figura 3. Infraestructura empleada

Fuente: Elaboración propia, 2013

Primero se realiza la transmisión de un archivo de tipo película AVI, se escoge este tipo de archivo por ser de gran tamaño, mayor a 1 GB, y que además tiene un radio de compresión alto que no permite ser comprimido durante la transmisión.

La transmisión se efectuó usando primero un canal libre no interferido y luego otro donde se solapara con otra red, se realizó este envío con estos valores promedio y se contrastó la tasa de transferencia para cada caso.

4. Desarrollo del práctico

La distribución de potencia de señal es una medida en dBm. El dBm es una unidad de medida utilizada, principalmente, en telecomunicación para expresar la potencia absoluta mediante una relación logarítmica. El dBm se define como el nivel de potencia en decibelios con relación a un nivel de referencia de 1 mW (Slattery & Skinner, 2008). El cálculo del valor en dBm en un punto de una potencia **P**, viene dado por la fórmula (1).

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

Debe tenerse en cuenta que si se quieren realizar operaciones más complejas sobre los dBm (por ejemplo, sacar un promedio de los datos), estos se deben transformar a potencia, sacar el promedio y luego transformar el resultado de vuelta a dBm usando la fórmula (2).

$$\text{dBm}_{\text{promedio}} = 10 \times \log \left(\frac{\sum_{i=1}^n P_n}{n\text{mW}} \right) \quad (2)$$

Las fórmulas (1) y (2) deben emplearse para calcular y promediar los resultados obtenidos, lo cual es realizado por y entregado en forma gráfica por el inSSIDer. Un ejemplo se muestra en la Figura 4.

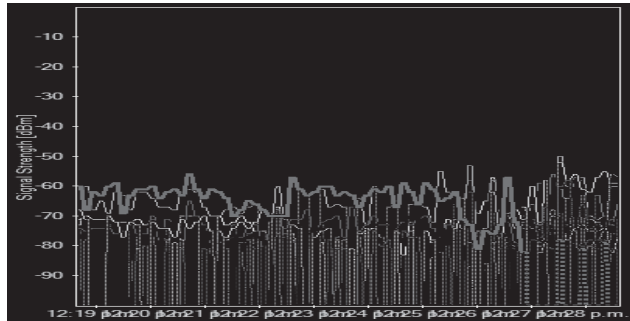


Figura 4. Distribución de típica potencia en tiempo dado en dBm

Fuente: Elaboración propia (2013)

Para hacer las mediciones se llevan a cabo los siguientes pasos:

1. Se hace un escaneo con el software inSSIDer de la situación actual de la distribución de las redes cercanas y los canales que estas usan. La Figura 6 muestra cómo se ve la distribución de canales en el escenario de estudio.

2. Se configura la red RCGCalume “en azul”, para transmisión en el canal 11 (ver Figura 5).

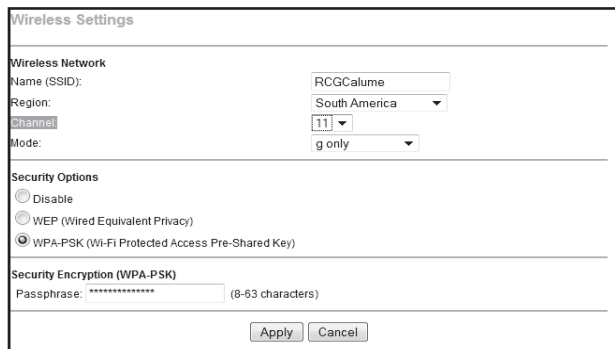


Figura 5. Configuración de la red de control RCGCalume en canal 11

Fuente: Elaboración propia (2013)

3. Se hace un escaneo con el software inSSIDer; la Figura 6 muestra que existen varias redes en el canal 6, este canal es usado por default en los router WiFi (alto solapamiento de redes),

la red RCGCalume en azul está ubicada en el canal 11, y se solapa con la red Veronica que está en gris, ubicada en el canal 10.

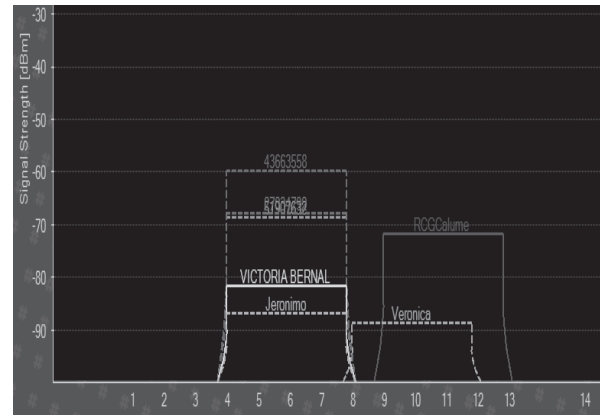


Figura 6. Distribución en los canales de las redes cercanas

Fuente: Elaboración propia (2013)

4. Se realiza la transferencia del archivo en el canal 11 con solapamiento, como se presenta en la Figura 11.

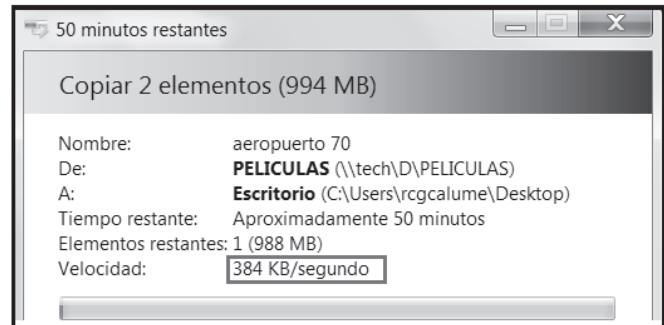


Figura 7. Velocidad promedio en canal 11

Fuente: Elaboración propia (2013)

Luego de varios envíos del mismo archivo se promedia la velocidad de transferencia.

5. En el análisis de la Figura 6 se observa que el canal 1 está libre, se ubica el router en este canal.

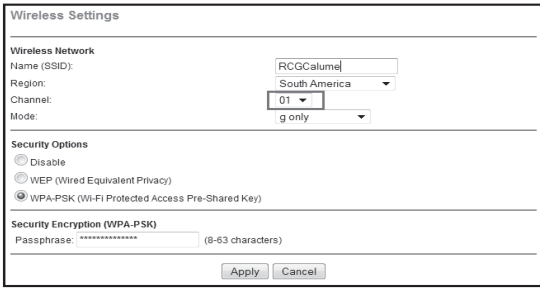


Figura 8. Configuración de la red de control RCGCalume en canal 1
Fuente: Elaboración propia (2013)

6. Nuevamente se hace un escaneo con el software inSSIDer, de la nueva situación de la distribución de las redes cercanas en los canales (ver Figura 9), y se envía nuevamente el mismo archivo, se promedia la velocidad de transferencia (ver Figura 10).

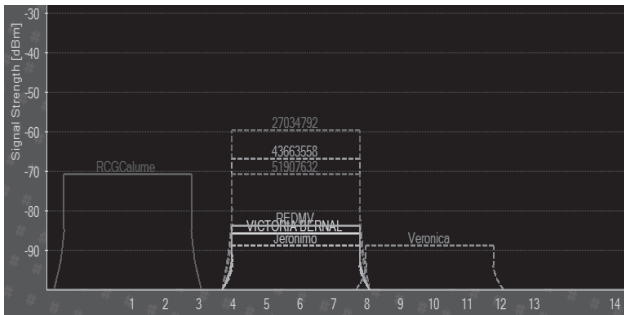


Figura 9. Distribución en los canales de las redes cercanas luego del cambio
Fuente: Elaboración propia (2013)

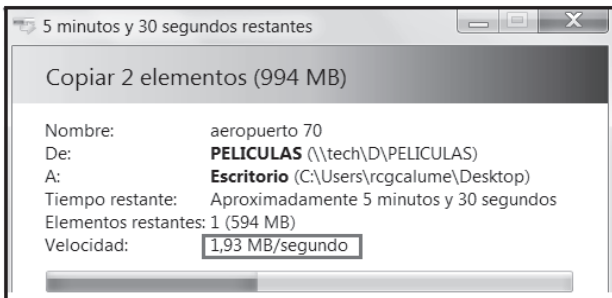


Figura 10. Velocidad promedio en el canal 1
Fuente: Elaboración propia (2013)

5. Conclusiones y trabajos futuros

En la transferencia realizada usando el canal 11 con interferencia de la red con ESSID “VERONICA” (Figura 6), se observa que la velocidad de envío del archivo es de 348 KB/segundo (promedio), dado que la transferencia está dada en Mbps (Megabits por segundo) se realiza el cambio de unidades.

$$348KBps * 8 = 2784Kbps (3)$$

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

La Figura 10 muestra que la velocidad de envío del archivo, cuando no existe interferencia, es de 1,93 MB/segundo, es decir, más de 5 veces la velocidad alcanzada en la prueba anterior (4). Se realizan nuevamente los cambios de unidades:

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

Los resultados obtenidos de los envíos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de transferencia con y sin interferencia entre los canales.

Canal usado	Promedio de envío	Estado
1	2,71875Mbps	Interferido
11	15,44Mbps	No interferido

Fuente: Elaboración propia (2013)

Este trabajo establece que el solapamiento de canales produce como resultado velocidades de transferencia lentas, que afectan incluso la descarga desde internet. En sitios densamente poblados, como la zona del centro de las grandes ciudades, pueden existir cientos de redes WiFi que solapan sus canales, en este tipo de escenarios es inevitable el solapamiento de canales entre las redes WiFi. Existen WiFi que trabajan en la frecuencia de 5Ghz, llamadas WIFI 5, el uso de este tipo de redes WiFi despejaría la banda de 2.4 Ghz usada actualmente.

El uso de software como InSSIDer y otros de libre uso puede ayudar a determinar qué canales estarían eventualmente libres de solapamiento, incluso existen

versiones fáciles de usar para dispositivos android. Estas aplicaciones muestran cuál es el canal que puede ser el más indicado para instalar una nueva red WiFi, y así evitar las bajas tasas de transferencia en las redes WiFi.

Referencias

ByeonGi, L., & Sunghyun, C. (2008). Broadband wireless access and local networks: Mobile Wimax and WIFI. Artech house inc.

Cisco Press (2006). Fundamentos de redes inalámbricas. México: Prentice Hall.

IEEE (2014). Standards [ieee.org](http://standards.ieee.org/). Disponible en: <http://standards.ieee.org/> [Consultado, abril de 2013].

Jin, A., Seung-keun, P., Pyung Dong, P., & Kyoung, C. (2004). Analysis of spectrum channel assignment for IEEE 802.11b Wireless Lan. IEEE, Explorer.

Kurose, J., y Ross, K. (2010). Redes de computadores. España: Pearson addison-wesley.

MetaGeek. (2013, noviembre). MetaGeek. Disponible en: <http://www.metageek.net/products/insider/> [Consultado, noviembre de 2013].

Slattery, K., & Skinner, H. (2008). Platform Interference in Wireless Systems: Models, Measurement, and Mitigation. Indianapolis: Elsevier.

Sosinsky, B. (2009). Networking Bible. Indianapolis: Wiley Publishing Inc.