



INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL EN EL RENDIMIENTO DE UN ENLACE DE 2,4 GHZ

(INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE PERFORMANCE OF A 2,4 GHZ LINK)

Recibido: 10/08/2013

Aprobado: 01/12/2014

Melissa Hernández Miquilena

Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacín

melissaehm@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo estuvo orientado a determinar la influencia de la temperatura ambiental sobre el rendimiento de un enlace a 2.4 GHz. El tipo de investigación fue explicativa y de acuerdo a su propósito, el diseño fue experimental. Se utilizó como técnica la observación directa que permitieron el registro y clasificación de los datos obtenidos. Para el experimento se estableció un escenario efectuando comunicación desde un computador al otro vía IEEE 802.11g y sometiénolo a variaciones de temperatura desde 16 hasta 60 °C. Se obtuvieron datos de rendimiento, que evidencian una tendencia a la disminución del rendimiento a partir de los 50 °C sin embargo la correlación no es lo suficientemente alta para establecer un modelo confiable. Se acepta la hipótesis nula, que declara no existe influencia entre las variables rendimiento y temperatura ambiental.

Palabras claves: Temperatura Ambiental, Rendimiento, Intercambio de Datos, Generador de Tráfico.

ABSTRACT

The present work was oriented to determinate the influence of ambient temperature over a 2,4 GHz link. The type of investigation was explicative and in agreement to the purpose the investigation design was experimental. As technician the direct observation was used through technical sheet that allowed the register and classification of the data obtained. For the experiment an scenario was established creating communication between two host with IEEE 802.11g interconnection protocol which was disturbed by ambient temperature variations from 16 to 60°C. Throughput data was gotten, verifying a small decreasing of throughput from 50°C. However, the correlation isn't good enough to establish a trustful model. The nule hypothesis is accepted which declares there's no influence between variables of throughput and ambient temperature.

Keywords: Ambient Temperature, Throughput, Data Exchange, Traffic Generator.



INTRODUCCIÓN

El despliegue que hasta la fecha han tenido las redes inalámbricas respecto a las cableadas, es sumamente beneficioso y atractivo desde diversos puntos de vista. Sin embargo, la vulnerabilidad a la que se somete la comunicación por medios no guiados debido a que poseen el aire como medio de transmisión, debe manejarse adecuadamente para garantizar calidad al usuario junto a un diseño de red eficiente.

En dicha investigación se buscó determinar la influencia de la temperatura ambiental en el rendimiento de un enlace a 2.4 GHz, dado que el factor atmosférico mencionado ha resultado en estudios anteriores ser un factor influyente más, no se ha evaluado a fondo para la frecuencia de 2.4 GHz.

Para alcanzar los objetivos planteados se realizaron revisiones teóricas con la finalidad de conocer los conceptos básicos relacionados a redes inalámbricas junto al factor de temperatura ambiental. También se realizó un montaje experimental en el cual se manipuló la variable independiente, temperatura, y cálculo finalmente el efecto que esta variación ocasiona en el rendimiento del enlace.

El conjunto de pruebas realizadas se examinó con ayuda de un paquete estadístico. Como mecanismo de ayuda, futuros investigadores y analistas podrán garantizar un nivel óptimo de rendimiento en el diseño de redes, previendo gastos innecesarios de instalación al tomar en cuenta el factor de temperatura al cual los enlaces se someterán.

La investigación se ordenó de la siguiente manera: un primer capítulo, donde se planteó y formuló el problema al establecer los objetivos involucrados que conllevaran a la solución del proyecto. También se define la justificación y delimitación de la investigación.

El segundo capítulo se encuentran algunos trabajos relacionados al problema como antecedentes de la investigación; además, se presenta la definición de bases teóricas como información de soporte acerca de las variables dependiente e independiente. El tercer capítulo, necesario para la definición de la metodología, plantea el tipo y diseño de la investigación, al igual que la unidad de análisis y las técnicas de recolección de datos, lo que incluye el tratamiento estadístico al que se someterá los datos obtenidos del experimento.

Por último, el cuarto capítulo plasma los resultados del montaje experimental ya mencionado y la respectiva comparación entre ellos para finalmente dar lugar a una conclusión con ayuda de la curva de rendimiento generada con el paquete estadístico.

TEMPERATURA

La temperatura es la propiedad de los sistemas que determina si están en equilibrio térmico. El concepto de la temperatura se deriva de la idea de medir el calor o el frío relativo y de la observación del suministro de calor a un cuerpo, el cual conlleva a un aumento de su temperatura, mientras no se produzca la fusión o ebullición, dependiendo si el cuerpo se encuentra en estado sólido o líquido respectivamente. En el caso de los cuerpos con temperaturas diferentes, el calor fluye del más caliente al más frío hasta que sus temperaturas son idénticas y se alcance el equilibrio térmico [1].



Por esto, los términos de temperatura y calor, aunque relacionados entre sí, se refieren a conceptos diferentes: la temperatura es una propiedad de un cuerpo y el calor es un flujo de energía entre dos cuerpos a diferentes temperaturas. En contraste con el concepto anterior, Burke et al. [2] en 2004, define la temperatura como la cantidad que relacionamos con las sensaciones de caliente y frío. Sin embargo, la experiencia cotidiana es imprecisa y depende de otros factores además de la cantidad termodinámica llamada temperatura.

MEDICIÓN DE TEMPERATURA

Para medir la temperatura se necesita tanto un sistema práctico de prueba como una forma de asignar valores numéricos al resultado medido. Un termómetro es un dispositivo con una propiedad medible que varía en determinada forma con la temperatura. En un termómetro de mercurio, la propiedad es la longitud de la columna de mercurio. Al variar la temperatura, la longitud cambia en proporción con el cambio de temperatura. Para usar el termómetro lo ponemos en contacto térmico con el sistema que vamos a medir. Una vez establecido el equilibrio térmico, el termómetro y el sistema original tienen la misma temperatura.

En cuanto a la escala de medición del termómetro, se definen temperaturas para determinados sistemas patrón en estados de equilibrio reproducibles con precisión, y los valores definidos se usan para calibrar los termómetros. La escala de temperatura que resulta es independiente del termómetro usado.

Burke explica las dos escalas de temperatura de uso cotidiano llevan los apellidos de Anders Celsius (1704-1744) y Gabriel Fahrenheit (1686-1736). Fahrenheit asignó la temperatura cero al estado de equilibrio más frío que pudo conseguir, que es el punto de congelación de la salmuera saturada, y asignó 96° a la temperatura del cuerpo humano. En esta escala, el punto de congelación del agua pura es 32°F, y el punto de ebullición es de 212°F. Celsius escogió el agua como patrón. En la escala Celsius, el punto de congelación es 0°C y el de ebullición es 100°C. No hay razón física fundamental para utilizar una o la otra, sin embargo por la facilidad de reproducción, Celsius se ha convertido en la escala normal para trabajos científicos.

FACTORES DE PROPAGACIÓN INALÁMBRICA

Son varios los factores a considerar a la hora de diseñar un sistema inalámbrico, alguno de los aspectos a tener en cuenta son: cobertura, rendimiento, interferencia, atenuación y absorción.

Atenuación: la reducción de la intensidad de potencia con la distancia equivale a una pérdida de potencia y se suele llamar atenuación de la onda electromagnética. La reducción de la intensidad de potencia debida a la propagación en el espacio no libre se llama atenuación.

Absorción: las ondas de radio que viajan por la atmósfera terrestre son atenuadas o debilitadas mediante la transferencia de energía a este medio. Entre los diferentes



materiales que pueden absorber las ondas electromagnéticas, se puede mencionar los siguientes: rocas, ladrillos, concreto, arboles, entre otros materiales. Una vez absorbida la energía de onda esta se pierde, y causa atenuación en las intensidades de campo eléctrico, campo magnético, y una reducción en la intensidad de potencia.

RENDIMIENTO

El rendimiento o throughput de una red de datos está dado por el número de bits que pueden ser transmitidos sobre la red en cierto periodo de tiempo. Por lo tanto, las unidades del throughput son bits/s o bytes/s.

En sistemas de comunicaciones donde el canal debe ser compartido por diversos usuarios, Chávez [3] 2007, explica que el throughput es uno de los parámetros más relevantes en la medida de la eficiencia de un sistema. En un entorno WLAN (wireless local área network) con, la eficiencia global del sistema en términos de throughput dependerá de la relación entre los intervalos destinados a la transmisión de datos (slot de datos) y los destinados a tráfico de control (principalmente, períodos de contención y paquete de downlink). Por lo tanto, cuanto mayor sean los paquetes transmitidos en el slot de datos y menor sean los intervalos destinados a tráfico de control, mayor será el throughput.

ANALIZADORES DE PROTOCOLO.

Los analizadores de protocolos o de red, también conocidos vulgarmente como “sniffers”, son herramientas de gran ayuda para los administradores de las redes de computadores, ya que permiten el análisis detallado de muchos factores del comportamiento de las mismas. Estas aplicaciones permiten capturar una copia de los paquetes que circulan por la red para su análisis posterior.

Los más avanzados incluyen una interfaz gráfica capaz de mostrar los campos de los protocolos de comunicación de los distintos niveles, obtener estadísticas de utilización y facilitar considerablemente el posterior análisis de los datos capturados. De este modo se facilita la detección de problemas, así como la depuración del software de red durante su fase de elaboración.

METODOLOGÍA UTILIZADA

La presente investigación es considerada según Tamayo [4] de tipo explicativa ya que su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y las condiciones para ello, es decir, en este trabajo se controlaran los valores de temperatura del ambiente creado para el experimento con el objetivo de analizar finalmente que influencia tiene la variable independiente (temperatura ambiental) sobre el rendimiento (variable dependiente) y así, determinar la hipótesis correcta.

En la investigación se manipulará la temperatura ambiental (variable independiente) para observar su efecto sobre el rendimiento de un enlace de 2.4 GHz (variable



dependiente); por ende, El diseño de la investigación, se considera experimental según Arias en [5].

UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis corresponde a la entidad mayor o representativa de lo que va a ser objeto específico de estudio en una medición y se refiere al qué o quién es objeto de interés en una investigación, (Merino [6], 2007). En el presente caso de estudio la unidad de análisis se trata del enlace de 2.4 GHz con antenas direccionales que será perturbado por los diferentes valores de temperatura a los que será sometido.

PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

FASE I. SELECCIÓN DE RANGOS DE TEMPERATURA AMBIENTAL.

Se llevó a cabo la selección de los valores de temperatura ambiental de acuerdo a los rangos establecidos en [7] quien describe las variaciones de temperatura que se tienen en Venezuela según la zona geográfica, dando pie a la investigación en curso.

Por lo anteriormente expuesto, se tomaran como valores referenciales para el presente estudio, un rango de 16°C a 60°C variando progresivamente hasta llegar al valor mayor, obteniéndose finalmente un conjunto de datos en función de 20 valores diferentes a los cuales se someterá el enlace a 2.4 GHz propuesto en la investigación.

FASE II. DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.

Al llevar a cabo la definición de los requerimientos técnicos de software y hardware necesarios para el experimento, se obtuvo como resultado gracias a ciertos criterios de evaluación que la alternativa más idónea fue el controlador VIT M2421 para instalar el escenario de prueba, donde las características adquisición y costo referencial decidieron la selección final del dispositivo. Se seleccionó el mismo modelo para ambos extremos del enlace para así poder atribuir todo cambio en el experimento a la transmisión de datos y no a algún cambio producido por hardware.

En el caso de las aplicaciones clientes/servidor la herramienta DITG, la cual es una herramienta generadora de tráfico, fue seleccionada debido a la ventaja de su uso gratuito y de la gran robustez con respecto a Ostinato e Iperf. DITG cumple el 100% de los requisitos pautados, de hecho, a pesar de que las demás herramientas son muy parecidas en su forma de operación, se seleccionó ya que es la última generación de aplicaciones relacionadas, sumado al tiempo que ésta posee en el mercado y el gran número de veces que ha sido usada para investigaciones científicas, brindándole esto la confiabilidad necesaria para el resultado del experimento.

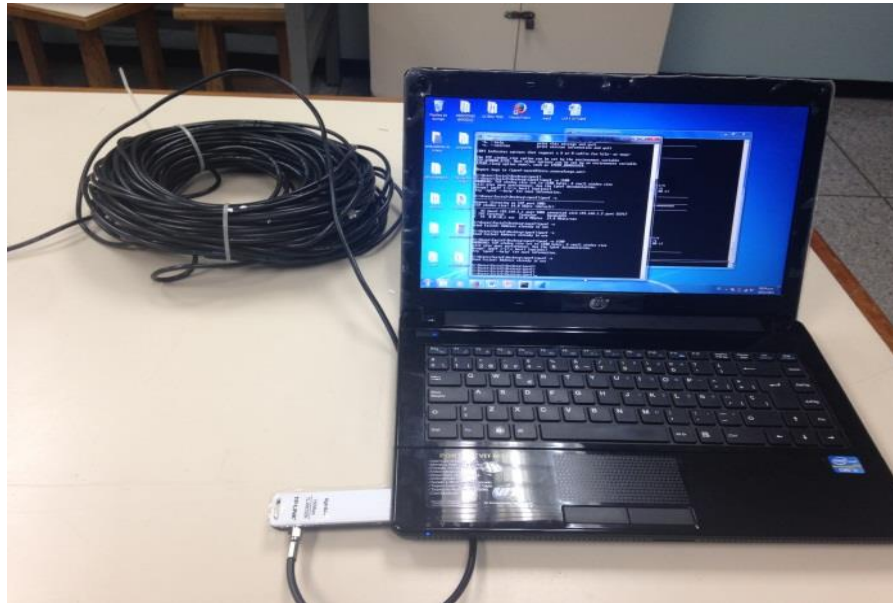
FASE III. DISEÑO Y EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO.

Para ejecutar las pruebas es preciso generar datos y someterlos a diferentes valores de temperatura ambiental de modo tal que cumplan con las necesidades y

especificaciones ya definidas. En cuanto a la parte lógica se configuraron las direcciones privadas en cada computador con un dominio IP de 192.168.1.0. Al emisor se le asignará la dirección IP 192.168.1.1 y al cliente la dirección IP 192.168.1.3. Comprobando esta configuración a través del comando CMD el cual muestra todas las interfaces que se encuentran activas o inactivas, incluyendo la dirección IP, su máscara y la dirección MAC verificándose que todo esté en perfecto funcionamiento.

En segundo lugar, al montar el enlace se reguló la potencia del mismo con la finalidad de disminuir la influencia de perturbaciones, esto con la ayuda de cable coaxial de longitud de 25 metros (ver figura 1) ya que según especificaciones del fabricante este atenúa la señal 0,65 dB por metro para un total de 16,25 dB.

Figura 1. Cable coaxial para atenuación de señal.



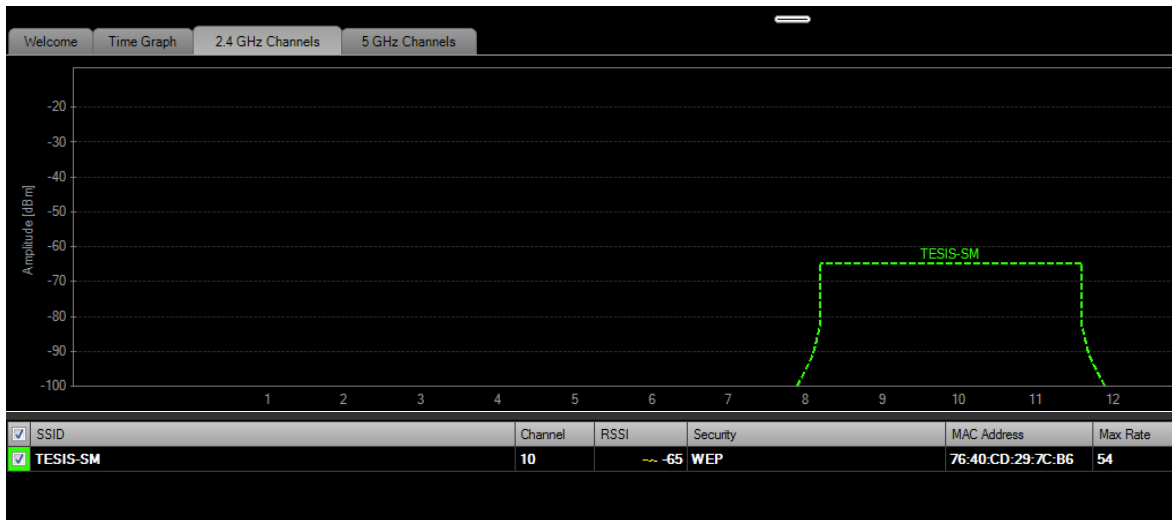
Se calculó la longitud de onda de la señal obteniéndose que:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{2,4 \times 10^9 \text{ s}^{-1}} = 12,5 \text{ cms} \quad (1)$$

Separándose ambas antenas direccionales cinco veces esta longitud para una distancia de 62,5 cms obteniendo un valor de potencia de -65 dB como se observa en la figura 2 y 4, la cual describe los valores mostrados por el software inSSIDer para el enlace montado de manera gráfica y analítica, donde se puede apreciar fácilmente si el valor permanece constante o si varía para poder determinar la estabilidad de éste.

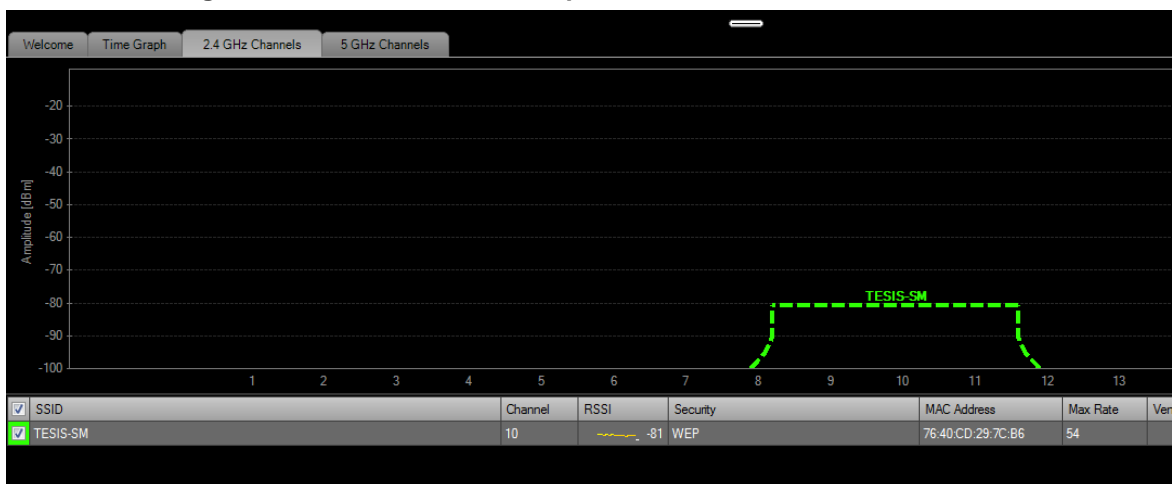
Gracias a esta interfaz fue mucho más fácil realizar las pruebas necesarias para verificar la atenuación del cable y como afectaba junto a la distancia entre antenas el valor de recepción de la señal.

Figura 2. Resultados inSSIDer para distancia de 5λ entre antenas.



Como se observa en la figura 3 la potencia del enlace al separarla tres λ mas para un total de 1 metro, la potencia decayó hasta -81 dBm y el ping que con anticipación se había ejecutado presentó ciertas caídas.

Figura 3. Resultados inSSIDer para distancia de 8λ entre antenas.



Una vez establecidas las IP y conectadas las antenas a los adaptadores de red y a su vez a cada computador, se creó la red y se procedió a conectar los equipos entre ellos para dar la lugar a la transferencia de datos. El montaje del enlace se observa en la figura 4. La armazón de cartón piedra se insertó entre las antenas para mayor control de la variable independiente como ya se explicó con anticipación.

Figura 4. Montaje del experimento



Ahora bien, al tener el montaje listo, verificada la conectividad y el correcto funcionamiento de los equipos, se inicia el proceso de generación de tráfico con ayuda de la herramienta seleccionada DITG, la cual crea volúmenes de datos, que para el caso de esta investigación son datos con protocolo UDP. En la figura 5 se observa con detalle el comando aplicado en el equipo receptor el cual establece el destino a dónde van los datos, la cantidad de información, la cantidad de paquetes, el protocolo y el tiempo entre iteraciones.

Figura 5. Comando para transferencia de paquetes en DITG en equipo emisor.

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\Tesis2\Desktop\DITG>itgsend -m rttm -a 192.168.1.3 -c 12500 -C 20 -T UD
P
```

De igual modo en el destino de los datos, el DITG posee un cliente el cual recibe los datos y donde debe ejecutarse una sentencia para finalmente establecer la comunicación necesaria para las transmisiones como se observa en la figura 6.

Figura 6: Comando para transferencia de paquetes en DITG en equipo receptor.

```
C:\Windows\system32\cmd.exe - itgrecv
C:\Users\Tesis2\Desktop\DITG>itgrecv
ITGRecv version 2.8.1 (r1023)
Compile-time options:
Press Ctrl-C to terminate
```




Seguidamente, la aplicación necesaria para capturar los datos fue Wireshark por lo que ya completados todos los requisitos para el experimento, se generaron un total de 30 pruebas por cada valor de temperatura ambiental contemplado con datos de origen y destino, enviando cada volumen de datos la cantidad de veces establecidas y capturando en los equipos. Una vez finalizada la transmisión de datos, se organizaron para depurar la información necesaria hasta recabar los 12000 datos producto de los 20 paquetes enviado en cada una de las 30 transferencias de datos para los 20 valores de temperatura establecidos.

FASE IV. GENERACIÓN DE CURVAS DE RENDIMIENTO.

Para establecer la influencia de la temperatura ambiental en el rendimiento del enlace, se calculó el rendimiento que tuvieron los paquetes al ser enviado y recibido en cada prueba.

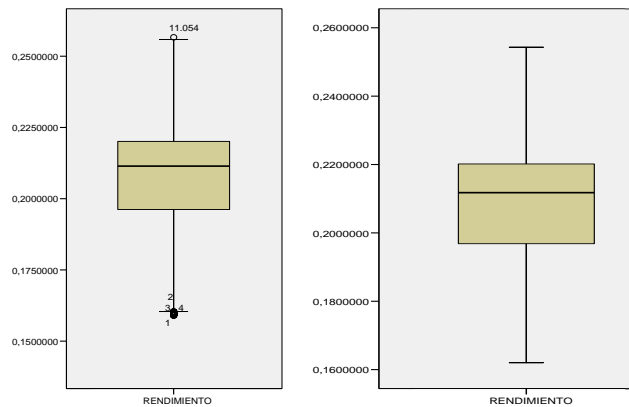
Ahora bien, con toda la data en formato Excel (Ver cuadro 1) se iniciaron las pruebas estadísticas exploratorias para determinar la fiabilidad de los datos obtenidos. En primer lugar se tiene el diagrama de caja y bigote, cuyo fin es representar visualmente que los datos en cuanto a valores mínimos, máximos y extremos que se encuentran dentro o fuera del rango normal de los datos.

Cuadro 1. Cuadro de captura de volumen de tráfico a 25°C.

Nº	ΔT_E	ΔT_R	ΔT_P	Bytes	V_R	R
1	0,000069	0,012732	0,022663	12500	68944,9764	0,001277
2	0,000077	0,003166	0,013089	12500	119375,048	0,002211
3	0,000069	0,003136	0,013067	12500	119576,031	0,002214
4	0,000064	0,002943	0,012879	12500	121321,531	0,002247
5	0,000061	0,003862	0,013801	12500	113216,434	0,002097
6	0,000065	0,003962	0,013897	12500	112434,338	0,002082
7	0,000066	0,004336	0,01427	12500	109495,445	0,002028
8	0,000067	0,007222	0,017155	12500	91081,3174	0,001687
9	0,000065	0,003312	0,013247	12500	117951,234	0,002184
10	0,000068	0,005963	0,015895	12500	98301,3526	0,00182
11	0,000064	0,004697	0,014633	12500	106779,198	0,001977
12	0,000112	0,003587	0,013475	12500	115955,473	0,002147
13	0,00011	0,004107	0,013997	12500	111631,064	0,002067
14	0,000107	0,004229	0,014122	12500	110642,968	0,002049
15	0,000106	0,003958	0,013852	12500	112799,596	0,002089

En la figura 7 se observa una primera representación donde se aprecian valores atípicos, los cuales comprometen los resultados al distorsionar la distribución por lo que fueron omitidos en el análisis, llegando al segundo grafico de caja y bigote.

Figura 7. Diagramas de caja y bigote de los resultados



Una vez obtenido el diagrama de caja y bigote se procede al análisis estadístico propiamente dicho determinándose que existen elementos para considerar normalidad en la distribución. Éstos son:

- (a) La curtosis y asimetría están en el rango de +/- 2.

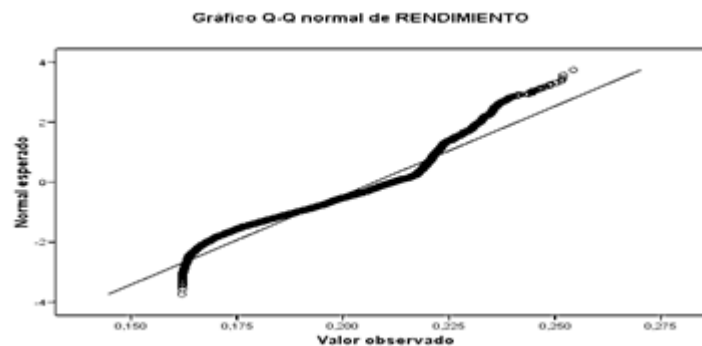
Cuadro 2. Rendimiento y curtosis de la data.

Descriptivos

		Estadístico	Error típ.
RENDIMIENTO	Asimetría	-.743	.023
	Curtosis	-.187	.047

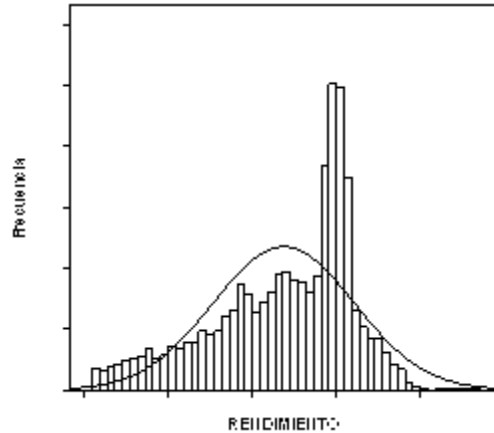
- (b) Los puntos del gráfico Q-Q tienden a una línea recta.

Figura 8. Gráfico Q-Q de los datos obtenidos



(c) En el histograma se observa una curva normal definida.

Figura 9. Histograma de los datos obtenidos.



Como se observa en el cuadro 3, la temperatura no es buena predictora del rendimiento ya que no existe correlación entre ambas variables. En condiciones experimentales para considerar que una variable es predictora de otra la correlación debe ser al menos de 0.7.

Cuadro 3. Correlación de las variables.

Correlaciones

		TEMPERATURA	RENDIMIENTO
TEMPERATURA	Correlación de Pearson	1	-.079**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	10548	10548
RENDIMIENTO	Correlación de Pearson	-.079**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	10548	10548

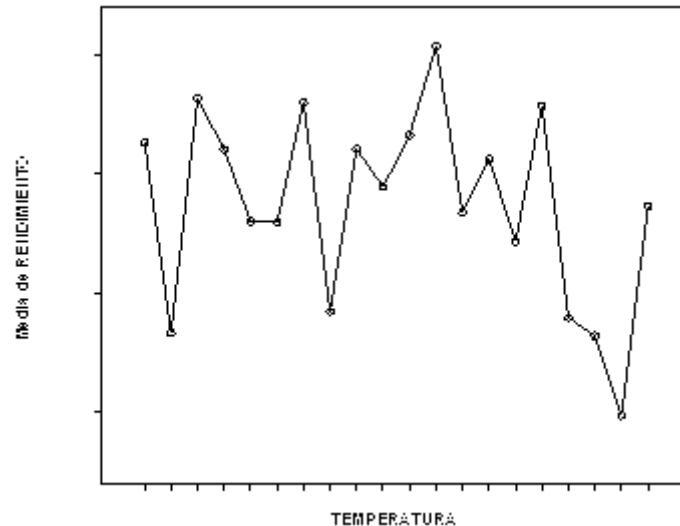
** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Sin embargo para un mayor análisis de los datos, se tabularon las medias de rendimiento para cada valor de temperatura obteniéndose como resultado la figura 10.

De aquí se determinó una ligera tendencia a la disminución del rendimiento a partir de temperaturas de 48°C, más el valor de correlación de Pearson no es suficiente para proceder a la determinación del mejor modelo.

Figura 10. Tabulación y gráfico de medias de rendimiento.

Temperatura	Rendimiento
17	0,211312
18	0,203321
19	0,213146
20	0,211021
22	0,208004
23	0,207964
26	0,212992
30	0,211038
35	0,20944
40	0,211613
42	0,215335
45	0,208372
46	0,210621
47	0,207168
49	0,212848
52	0,203968
55	0,203193
58	0,199864



FASE V. ANÁLISIS DE DATOS Y EVALUACIÓN DE HIPÓTESIS.

Por todos estos argumentos y en base a los análisis realizados, el autor de la presente investigación rechaza la hipótesis alternativa la cual enuncia: la temperatura ambiental influye en el rendimiento de un enlace a 2.4GHz, ya que se demostró que la afectación del rendimiento no es lo suficientemente significativa a medida que los valores de temperatura aumentaban o disminuían, esto a pesar de observarse una ligera tendencia a la disminución del rendimiento para temperaturas mayores a los 50°C como se puede apreciar en la figura 10.

Ahora bien, por lo antes indicado se acepta la hipótesis nula que enuncia: la temperatura ambiental no influye en el rendimiento de un enlace a 2.4GHz lo cual está de acuerdo con lo expuesto por Molinero en [8], quien concluyo en su investigación que la temperatura ambiental no influía en medidas como el jitter, delay y porcentaje de paquetes perdidos, quienes en conjunto describen el rendimiento de una red, ya que los protocolos de capas inferiores al nivel de aplicación del modelo TCP/IP minimizaban la influencia gracias a sus mecanismos de detección y/o corrección de errores.

Sin embargo, Molinero también buscó determinar si la temperatura junto a otros factores meteorológicos influenciaba en el área de cobertura de un Access point llegando a la conclusión de que la temperatura ambiental era uno de los fenómenos más influyentes en los parámetros de control como RTS fallidos, RTS exitosos, ACKs fallidos, ACK exitosos, numero de fallos y números de tramas con FCS erróneos, más los niveles de correlación no alcanzaron valores lo suficientemente determinantes para afectar el rendimiento.



CONCLUSIONES:

Con respecto al primer objetivo específico, se describieron las características de la temperatura ambiental alcanzable para obtener un rango desde 16°C hasta los 60°C, valores para los cuales se llegó a determinar su influencia sobre el rendimiento.

En cuanto al referente al establecimiento del escenario se estableció un montaje conformado por dos laptop conectadas mediante cable coaxial a antenas inalámbricas direccionales con atenuación controlada gracias a la longitud del cable seleccionado con la finalidad aislar así perturbaciones externas poseyendo como variable influyente solo el factor de la temperatura ambiental, en este orden de ideas, también se mantuvo el tamaño del paquete enviado durante las pruebas en 12500 bytes.

A partir de los resultados obtenidos, se da respuesta al tercer y último objetivo generando con ayuda del paquete estadístico SPSS las curvas de rendimiento para llegar finalmente a la conclusión de que la temperatura ambiental no incide en el rendimiento de un enlace a 2,4 GHz dentro del rango estudiado por lo que se acepta la hipótesis nula, sin embargo, se observó una pequeña tendencia a partir de los 50°C fundamentando la principal recomendación del investigador.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Díaz Cesar. (2003). Física, Mecánica, Termodinámica, Electromagnetismo, Ondas. Editorial Mc Graw Hill. Madrid, España.
- [2] Burke, J. y Lea, S. (2004). Física: La naturaleza de las cosas. International Thomson Editores. México.
- [3] Chávez, C. (2007). Influencia de la radiación solar sobre el desempeño de las redes wifi en la banda de los 5 GHz (802.11a). Universidad Dr. Rafael Bellosillo Chacín. Maracaibo, Venezuela.
- [4] Tamayo M. (2004). El Proceso de la Investigación Científica, (cuarta edición). México, Editorial Limusa, S.A.
- [5] Arias, F. (2009). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. Quinta edición. Editorial Episteme, C.A. Caracas, Venezuela.
- [6] Merino, T. (2007). Unidad de análisis. Documento en línea disponible en: <http://escuela.med.puc.cl/recursos/recepidem/introductorios6.htm> Consultado: 15/12/2014.
- [7] Martelo, M. (2003). Influencia de las variables macroclimáticas en el clima de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- [8] Molinero, D. (2011). Análisis de la influencia de varios factores externos sobre la capa de acceso al medio de la red de área local inalámbrica de la UPV.