

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se desglosa y describe, trabajos de investigación anteriores, que sustentan la investigación en desarrollo, haciendo mención a las tecnologías de comunicaciones implementadas en esta investigación, utilizando como bases teóricas para la misma, definición de términos básicos, la definición conceptual, y operacional de las variables, por consiguiente se tiene.

#### **1.- ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.**

Las investigaciones siguientes forman parte de las bases teóricas, las cuales estructuran el diseño de la investigación, y se relacionan con las variables que describen el problema de estudio.

Dowhuszko (2010), en su investigación Doctoral en ciencias de la ingeniería, realizada en la universidad nacional de Cordoba - Argentina, Teoría de la Transmisión de Información sobre Canales MIMO Inalámbricos con Múltiples Usuarios. Describe que los sistemas de comunicación con

Múltiples-Entradas Múltiples-Salidas (MIMO), poseen arreglos de antenas localizados tanto en transmisión como en recepción.

La idea principal detrás de esta técnica es combinar señales muestreadas espacialmente en ambos extremos del enlace de radio, para mejorar la calidad de la comunicación, o aumentar la tasa de datos alcanzable a nivel de sistema. Algunas investigaciones anteriores a esta, demuestran que usando de forma eficiente los grados de libertad que se generan en un canal MIMO con múltiples usuarios, se pueden alcanzar tasas de datos próximas al límite teórico de capacidad del canal, aunque la mayoría de estos estudios suponen condiciones ideales.

En este trabajo de investigación se desarrolla una nueva teoría para el modelado de distintas estrategias de transmisión de información sobre canales MU-MIMO reales.

Esta teoría permite analizar el comportamiento de un canal MU-MIMO en distintas situaciones prácticas, posibilitando de este modo estudiar la degradación que se observa en la tasa de transmisión alcanzable a nivel de sistema en cada caso específico.

En esta investigación se tomaron en consideración dos (2) escenarios principales, en primer lugar los esquemas de diversidad en transmisión a lazo cerrado (CL TD) para canales MIMO con Único Usuario (SU-MIMO) (canales MIMO punto-a-punto), en segundo lugar los esquemas de conformación de Haz Lineal (LBF) y mecanismos de selección de usuarios

para canales MU-MIMO con distintas configuraciones de Información de estado del canal en transmisión (CSIT) parcial.

En base a estos estudios, se determinan cuales son las configuraciones de trabajo más convenientes de aplicar para cada una de las estrategias de comunicación que se analizaron, de acuerdo con lo expuesto se llega a la conclusión, que mediante la aplicación de esquemas de transmisión sencillos se puede aprovechar una buena parte de la capacidad disponible a nivel de sistema en cada uno de los escenarios propuestos.

La investigación antes expuesta provee, de bases teóricas concretas, en relación al cálculo de la capacidad del canal utilizado, así como a la teoría de multi-salto utilizada tanto en conexiones MIMO y ad-hoc, en este trabajo de investigación se desarrolla una nueva teoría para el modelado de distintas estrategias de transmisión de información teoría necesaria para tomar en cuenta a la hora de cuantificar, promediar y medir el rendimiento en las redes inalámbricas.

Por otra parte Naveda (2009), efecto del volumen de tráfico sobre el retardo entre protocolos UDP/IP/IEEE-802.3u y UDP/IP/IEEE-802.11g. Trabajo de Grado Universidad Rafael Beloso Chacin (URBE). Esta investigación evalúa el efecto del volumen de tráfico sobre el retardo producido por el intercambio entre protocolos UDP/IP/IEEE-802.3u y UDP/IP/IEEE-802.11g. Para el experimento realizado se establecieron dos escenarios:

El primero, efectuando comunicación únicamente IEEE-802.3u y el segundo desde IEEE-802.3u hacia IEEE-802.11g. Como resultado se obtuvo retardo puntual y por unidad, evidenciándose una relación proporcional respecto al volumen de tráfico. Así mismo, se generaron tablas y curvas mediante mínimos cuadrados, para aplicaciones prácticas.

Finalmente, se concluyó que existe una relación donde el aumento del volumen de tráfico en el intercambio de protocolos, incrementa el retardo. Dicha investigación aporta la metodología básica para el desarrollo del experimento, además de la elaboración del instrumento para la recolección de los datos, ya que muestra el diseño de las curvas y tablas necesarias, para la medición del tiempo para el protocolo de red IEEE-802.11g.

Al Safadi, (2008), tiene propósito en su investigación evaluar el efecto del volumen de tráfico sobre el retardo producido por el Intercambio de datos entre los protocolos IEEE 802.3ab y 802.11b, realizado en la Universidad Rafael Beloso Chacín; se obtuvieron curvas estandarizadas que describen el comportamiento del tráfico enviado entre las dos tecnologías de acceso, dichas curvas sirven como fuente de documentación guía para futuros diseñadores de redes y como soporte consultivo para diferentes empresas, instituciones educativas e inclusive domésticas.

Esta investigación es de tipo explicativa, experimental y de campo, puesto que el investigador debe observar los hechos más importantes e intervenir en los mismos para manipular la variable independiente.

Igualmente se aplicó el método de análisis numérico de interpolación cúbica a la curva final generada, para precisar más puntos reales internos y suavizar la misma, obteniendo un comportamiento polinómico que la caracteriza, evidenciando de esta manera el efecto del volumen de tráfico sobre el retardo por bit.

Es apropiada para la investigación ya que provee una sistemática fundamentada, esta es fácilmente adaptable a los protocolos utilizados en la presente investigación, es decir, para la capa de transporte, se manejó FTP al igual que en el trabajo de Al Safadi. También existen diferencias entre la utilización de los protocolos IEEE 802.11b y IEEE 802.11g.

En igual forma Agüero (2007), en su tesis doctoral Contribución a la mejora de las prestaciones en redes de acceso inalámbricas no convencionales. Tesis Doctoral Universidad de Cantabria. Esta Tesis afronta, en primer lugar, la evaluación cuantitativa de la mejora que es posible alcanzar al utilizar topologías inalámbricas multi-salto para extender despliegues de red más tradicionales.

Un primer aspecto que es razonable considerar es la ampliación de la cobertura que se consigue; en este caso se ha realizado un análisis que sigue un doble enfoque, analítico y mediante técnicas de simulación, para determinar, la ganancia que se logra.

Se ha partido de dos modelos de red complementarios entre sí, asumiendo en el primero de ellos, una falta total de planificación previa,

mientras que en el segundo, se utiliza una situación óptima de los elementos de conexión a la red.

Con base en los escenarios descritos se comprueba que a pesar de sus características claramente antagónicas, los resultados obtenidos con ambos escenarios son similares entre sí. Además, se concluye que, a pesar de que la ampliación de la cobertura que se alcanza es muy relevante, es posible establecer un límite razonable, para el número máximo de saltos a emplear, ya que la mejora adicional al incrementar la longitud de la ruta deja de ser apreciable a partir del mismo.

Esta Tesis doctoral provee las bases, para la comprensión y evaluación de datos naturales y controlados, provee el comportamiento de las tramas IEEE 802.11 en un ambiente para redes multi-salto (ad-hoc). En el estudio, también se afronta la mejora de las técnicas de encaminamiento que tradicionalmente se emplean sobre las redes multi-salto, basadas en minimizar el número de saltos entre los dos extremos de la comunicación. Por otra parte desde el punto de vista de los materiales necesarios y la justificación del tipo de polímero resina tenemos a Lovera (2006), con su investigación Materiales y Componentes para la Construcción de Viviendas. Una visión desde las empresas y los productos, Estudio del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción. (IDEC).

Esta Investigación muestra los resultados, del análisis sobre las empresas, productos de materiales y componentes constructivos, para la

vivienda de bajo costo en Venezuela, haciendo énfasis en el diagnóstico tanto nacional como sub-regional, se presentan resultados por estados, con carácter de integrar los diferentes niveles de interpretación de los datos, lo cual permite ganar en profundidad además de alcance.

Dicho análisis consta de un estudio del ámbito de los productos de construcción, en base a cinco clasificaciones que parten de los cruces de las variables obtenidas de la base de datos, por lo que la información se clasifica en: a) productos por regiones y estados, b) productos por familias y destino de uso en la vivienda, c) clasificación de productos según la taxonomía establecida, d) formas de producción y calificación de la mano de obra y e) comercialización de los productos según su volumen de ventas, tipos de clientes, las condiciones de venta y su estructura de costos.

Se analizó la información según su clasificación por familias y según su ámbito geográfico: la información por regiones y el total nacional. El presente estudio soporta la justificación de la investigación, ya que contiene los porcentajes reales, de la utilización de plásticos (polímeros-resinas), en la construcción nacional y regional, así como aportara conocimientos para las bases teóricas ampliando el campo donde puede desarrollarse el estudio de esta investigación.

El artículo del IEEE titulado Control de acceso al medio de redes inalámbricas (MAC) y especificaciones de la capa física (PHY) Extensiones en la banda de los 2.4Ghz en la capa física de alta velocidad (2003), brinda

un aporte significativo sobre el estudio y funcionamiento del estándar IEEE 802.11g a nivel de la capa física y de enlace de datos del modelo referencial OSI. Dicho artículo aporta información de carácter técnico-práctico, afianzando la comprensión acerca del funcionamiento de las redes inalámbricas a nivel físico.

## **2.- BASES TEÓRICAS**

Los objetivos descritos, producen varios términos y conocimientos teóricos, que necesitan ser explicados para obtener un fundamento y bases conceptuales, para la investigación.

### **2.1.- POLÍMEROS**

Según Cowie (2008), los Materiales poliméricos están basados en grandes moléculas con enlaces covalentes y formados por la unión de muchas unidades simples (monómero). Sus antecesores se puede considerar que son las macromoléculas presentes en organismos, y se pueden enumerar ejemplos como el caucho, lana, algodón, etc. Los cuatro tipos de biomoléculas/biopolímeros son los ácidos nucleicos, proteínas, lípidos y polisacáridos. Las unidades de construcción de esos polímeros naturales son los nucleótidos, aminoácidos, ácidos grasos y los azúcares.



Los monómeros son las unidades básicas para la formación de materiales plásticos, y según la forma en que se unan pueden dar estructuras lineales o no lineales. El proceso de polimerización es una condensación de monómeros. Por ejemplo, el eteno polimeriza para dar el polieteno (o polietileno) y el proceso se denomina polimerización por adición. Inicialmente, los polímeros eran muy sencillos como el derivado del aldehído fenólico para dar la bakelita. Cuando en la polimerización solo interviene un único monómero se denomina homopolímero y cuando polimeriza una mezcla de dos o más monómeros se denomina copolimerización.

La gran utilidad de los polímeros actuales se debe a que se puede sintetizar el polímero que cumpla una serie de propiedades que se necesiten (dureza, plasticidad, densidad, entre otras). Esto se consigue mediante la elección del monómero pero principalmente controlando, su grado de polimerización, entramado y uniones puente.

## **2.2.- RESINAS**

Se puede considerar como resina las sustancias que sufren un proceso de polimerización o secado dando lugar a productos sólidos siendo en primer lugar líquidas. Según Hull (2003), las resinas sintéticas termoestables se convierten en sólidos duros y frágiles, por uniones químicas cruzadas que llevan a la formación de una red tridimensional fuertemente unida de

cadenas de polímero (polimerización). Las propiedades mecánicas dependen de las unidades moleculares que forman la red y de la extensión y densidad de los enlaces cruzados que posea.

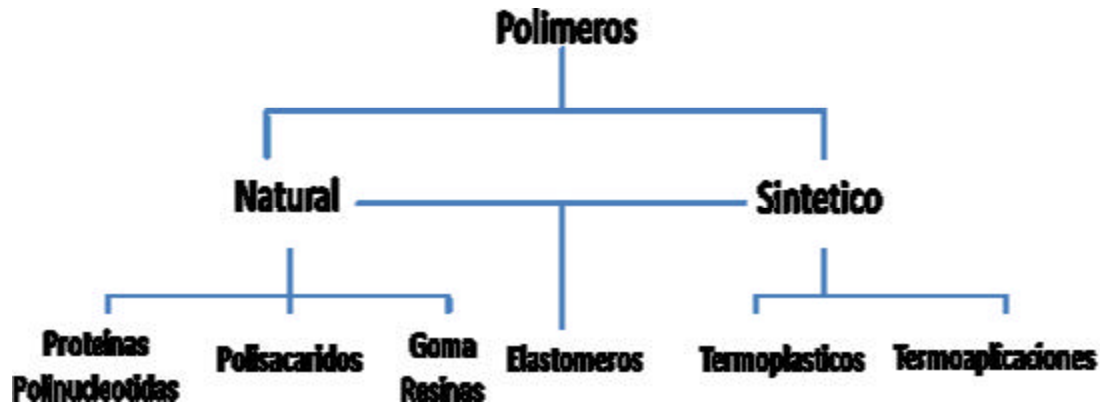


Grafico 1. Clasificación de los polímeros

Fuente: Hull (2003)

Las resinas termoestables al contrario de los polímeros termoplásticos, no se funden al calentarse, y son isotrópicos, sin embargo, pierden sus propiedades rígidas a la temperatura de distorsión térmica que define un límite superior efectivo para su uso en componentes estructurales.

### 2.3.- ESPUMA DE POLIURETANO

Este tipo de polímero es utilizado para estructuras de tipo sándwich, o con un núcleo de baja densidad, conforme con Miravete (2002), las espumas son dispersiones de grandes volúmenes de gas, en pequeños volúmenes líquidos con burbujas que crecen mucho, quedando muy cerca unas de

otras, deformándose y adoptando formas casi poliédricas, con delgadas capas de líquido entre ellas, este solidifica constituyendo las espumas denominadas poliédricas.

Según Segretin (2008), una de las propiedades más importantes del poliestireno expandido es su excelente capacidad de aislamiento térmico, pues de ella depende el espesor necesario de la capa aislante y por lo tanto los costos, por su estabilidad a las bajas temperaturas, de hasta  $-190^{\circ}\text{C}$ , el poliestireno expandido es muy apto para el aislamiento de cañerías conductoras de frío (agua fría, líquidos refrigerantes, gases licuados, etc.), soporta además temperaturas de hasta  $+85^{\circ}\text{C}$ , utilizándose en cañerías de agua caliente o calefacción por agua.

Los productos fabricados con estas espumas, no tienen sustrato nutritivo de animales, hongos ni bacterias, no se pudren y no son solubles en agua ni liberan materiales solubles en medios acuosos, por lo que no contaminan las aguas subterráneas. El poliestireno expandido es un material inerte que no emite ningún tipo de contaminantes Tampoco daña la capa de ozono.

## **2.4.- POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS**

Los polímeros termoplásticos son químicamente resistentes además de eléctricamente aislantes, blandos, baja resistencia mecánica y poca resistencia a la degradación medioambiental. Son utilizados en

contenedores, aislante eléctrico, tubos, artículos para el hogar, botellas, juguetes, cubiertas, láminas para recubrimientos, entre otros.

Según Hull (2003), es por naturaleza, un polímero amorfo cuyas propiedades están en enorme dependencia de la formulación (aditivos), de cada material concreto.

Su resistencia química es buena, aunque es sensible a ciertos disolventes (hidrocarburos aromáticos o clorados, ésteres y cetonas), el cloruro de polivinilo (PVC), es económico y de uso muy general, existen la variedad de rígido (sin aditivos) o plastificado (con aditivos); el primero es utilizado para tuberías también como para canalones, estructura de ventanas y decoración. Ha sido muy popular su uso en los antiguos discos fonográficos *vinilos*.

El plastificado tiene más usos, tapizados de muebles, coches, revestimientos de paredes, revestimientos de cables eléctricos, suelos, mangas de riego, relleno de refrigeradores, componentes electrodomésticos en general, y en la industria de la ropa se utiliza como cuero artificial así como para tejidos en algunos tipos de gabardinas.

La utilización de estos nuevos materiales en la construcción de oficinas, casa y edificios, conduce al desarrollo de estudios relacionados con el problema de la variación del rendimiento en las tecnologías inalámbricas, al encontrarse muchos más obstáculos de este tipo.

## 2.5.- RENDIMIENTO

En lo planteado por Forouzan (2006), El rendimiento se puede medir de muchas formas, incluyendo el tiempo de tránsito y de respuesta. El tiempo de tránsito es la cantidad de tiempo necesario para que un mensaje viaje desde un dispositivo al siguiente. El tiempo de respuesta es el tiempo que transcurre entre una petición y su respuesta.

El rendimiento de una red depende de varios factores, incluyendo el número de usuarios, el tipo de medio de transmisión, la capacidad del hardware conectado y la eficiencia del software. El rendimiento se mide a menudo usando dos métricas: ancho de banda y latencia. A menudo hace falta más ancho de banda y menos latencia.

Sin embargo, ambos criterios son a menudo contradictorios. Si se intenta enviar más datos por la red, se incrementa el ancho de banda, pero también la latencia debido a la congestión de tráfico en la red. En otro orden de ideas, el rendimiento de un canal de comunicación se puede medir a partir del concepto de capacidad de canal en lo desarrollado por Dowhuszko (2010) en su tesis doctoral.

Los análisis de la capacidad del canal realizados por Claude Shannon en 1948 en su investigación llamada *Teoría matemática de la comunicación*, posibilitan al autor antes mencionado a afirmar, que es posible construir códigos correctores de error con tasa R (Cantidad de vectores que posibilitan

la comunicación simultanea), que garanticen una transferencia de información con probabilidades de error tan bajas como se deseen, siempre y cuando se verifique que  $R < C$  siendo  $C$  la capacidad teórica del canal.

Si bien es teóricamente posible comunicarse sin errores a cualquier  $R$  por debajo de  $C$ , el diseño de esquemas de control de error práctico se complica cada vez más a medida que  $R$  se aproxima a  $C$ . Por tanto, determinar la capacidad de un sistema de comunicación es esencial para definir los límites de desempeño del mismo, facilitando de este modo promover nuevas pautas de diseño para alcanzar tasas de transferencia de datos tan próximas a este parámetro como sea posible.

## **2.6.- PROTOCOLO DE CONTROL DE TRANSFERENCIA SOBRE PROTOCOLO DE INTERNET (TCP/IP)**

Es un protocolo orientado a la conexión, fiable y entre dos extremos, diseñado para encajar en una jerarquía en capas de protocolos que soportan aplicaciones sobre múltiples redes. TCP proporciona mecanismos para la comunicación fiable entre pares de procesos en computadoras 'terminales' ancladas en redes de comunicación de computadoras distintas, pero interconectadas.

Según el RFC 793 (1981), este puede acceder a un servicio de transmisión de datagramas simple, aunque en principio poco fiable, de los

protocolos del nivel inferior. En principio, TCP debería ser capaz de operar encima de un amplio espectro de sistemas de comunicaciones que incluye desde conexiones por cables fijos, hasta redes de intercambio de paquetes o redes de circuitos conmutados.

TCP encaja en una arquitectura de protocolos en capas justo por encima del protocolo de internet, protocolo básico que proporciona un medio para TCP, de enviar y recibir segmentos de longitud variable de información envuelta en paquetes de datagramas de internet. El datagrama de internet proporciona un medio para direccionar paquetes TCP, de origen y destino situados en redes diferentes.

- TCP: Protocolo de Control de Transmisión
- IP: Protocolo Internet

Modelo TCP/IP	Protocolos TCP/IP			Modelo OSI
Aplicación	FTP	Telnet	HTTP	Aplicación
Transporte	TCP		UDP	Presentación
Interred	IP			Sesión
Host con la red	Ether-net	Paquetes Radio	Punto a Punto	Transporte
				Red
				Enlace Datos
				Física

Grafico 2. Modelo, Protocolo TCP/IP contra Modelo OSI

Fuente: RFC 791 (1981)

## 2.7.- FORMATO DE LA CABECERA TCP

Los segmentos de TCP se envían como datagramas de internet. La cabecera del protocolo de internet transporta varios campos de información,

entre los que se incluyen las direcciones de los 'terminales' de origen y de destino. Una cabecera de TCP sigue a la cabecera de internet, aportando información específica del protocolo. Esta división permite la existencia de otros protocolos de la capa de 'terminales' distintos de TCP.

Puerto fuente			Puerto destino		
Número secuencia					
Número reconocimiento					
L. cab.	Reservado	Control	Ventana		
Checksum			Puntero urgente		
Opciones TCP (opcional)				Relleno	
Datos					

Grafico 3. Formato del segmento TCP

Nótese que cada marca horizontal representa un bit.

Fuente: RFC 793 (1981)

### **Puerto fuente**

16 bits, el número del puerto de origen.

### **Puerto de destino**

16 bits, el número del puerto de destino.

### **Número de secuencia**

32 bits, el número de secuencia del primer octeto de datos de este segmento (excepto cuando el indicador SYN esté puesto a uno). Si SYN está en uno (1) es el número de secuencia original (IS N: 'initial sequence number')



entonces, el primer octeto de datos es ISN+1.

### **Número de acuse de recibo**

32 bits Si el bit de control ACK está puesto a uno, este campo contiene el valor del siguiente número de secuencia que el emisor del segmento espera recibir. Una vez que una conexión queda establecida, este número se envía siempre.

### **Datos**

4 bits, el número de palabras de 32 bits que ocupa la cabecera de TCP. Este número indica dónde comienzan los datos. La cabecera de TCP (incluso una que lleve opciones) es siempre un número entero de palabras de 32 bits.

### **Reservado**

6 bits, reservado para uso futuro. Debe valer 0

### **Bits de control**

6 bits (de izquierda a derecha):

URG: Hace significativo el campo *Puntero urgente*

ACK: Hace significativo el campo *Número de acuse de recibo*

PSH: Función de *Entregar datos inmediatamente* (push)

RST: Reiniciar (Reset) la conexión

SYN: Sincronizar (Synchronize) los números de secuencia

FIN: Últimos datos del emisor

### **Ventana**

16 bits, el número de octetos de datos, a contar a partir del número

indicado en el campo de Número de acuse de recibo, que el emisor de este segmento está dispuesto a aceptar.

### **Suma de control (checksum)**

16 bits, el campo Suma de control es el complemento a uno de 16 bits de la suma de los complementos a uno de todas las palabras de 16 bits de la cabecera y del texto. Si un segmento contiene un número impar de octetos de cabecera y texto, el último octeto se rellena con ceros a la derecha para formar una palabra de 16 bits con el propósito de calcular la suma de control. En el cálculo de la suma de control, el propio campo suma de control se considera formado por ceros.

La suma de control también incluye una pseudo cabecera de 96 bits prefijada imaginariamente a la cabecera TCP. Esta pseudo cabecera contiene la dirección de origen, la dirección de destino, el protocolo, y la longitud del segmento de TCP.

Esto proporciona una protección ante segmentos mal encaminados. Esta información es transportada por el protocolo de internet y es transferida a través de la interfaz TCP/Red en los argumentos o en los resultados de las llamadas de TCP a IP.

La *longitud TCP* consiste en la suma de la longitud de la cabecera de TCP más la de los datos en octetos (esto no es una cantidad transmitida explícitamente, sino que ha de calcularse), y no incluye los 12 octetos de la pseudo cabecera.

### **Puntero urgente**

16 bits, este campo indica el valor actual del puntero urgente como un desplazamiento positivo desde el número de secuencia de este segmento. El puntero urgente apunta al número de secuencia del octeto al que seguirán los datos urgentes. Este campo es interpretado únicamente si el bit de control URG está establecido a uno.

### **Opciones (TCP)**

Bits variable, los campos de opciones pueden ocupar un cierto espacio al final de la cabecera de TCP, pero siempre de una longitud múltiplo de 8 bits. En el cálculo de la suma de control, se incluyen todas las opciones. Una opción puede empezar en cualquier posición múltiplo de ocho.

Existen dos posibilidades para el formato de una opción:

Caso 1: Un octeto único con el tipo de opción.

Caso 2: Un octeto con el tipo de opción, un octeto con la longitud de la opción, y los octetos con los datos propiamente dichos de la opción.

La longitud de la opción tiene en cuenta tanto el octeto con el tipo de opción como el propio octeto de longitud así como los octetos con los datos de la opción.

Nótese que la lista de opciones puede ser más corta que lo que el campo Posición de los datos podría implicar. El contenido de la cabecera más allá de la opción Fin de la lista de opciones debe ser un relleno de cabecera (es decir, ceros).

## 2.8.- CAPA DE INTERNET

La capa de Internet provee servicios para intercambiar secciones de datos individuales a través de la red entre dispositivos finales identificados. Para realizar este transporte de extremo a extremo según Gast (2002) la capa de Internet utiliza cuatro procesos básicos:

Direccionamiento: primero, la Capa de red debe proveer un mecanismo para direccionar estos dispositivos finales. Si las secciones individuales de datos deben dirigirse a un dispositivo final, este dispositivo debe tener una dirección única. En una red IPv4, cuando se agrega esta dirección a un dispositivo, a este se lo denomina host.

Encapsulamiento: segundo, la capa de Red debe proveer encapsulación. Los dispositivos no deben ser identificados sólo con una dirección; las secciones individuales, las PDU de la capa de Red, deben, además, contener estas direcciones. Durante el proceso de encapsulación, la Capa de Internet recibe la unidad de datos de protocolo (PDU – protocolo data unit) de la Capa superior de Transporte y agrega un encabezado o etiqueta para crear la PDU.

Cuando se refiere la capa de Red, se denomina paquete a esta PDU. Cuando se crea un paquete, el encabezado debe contener, entre otra información, la dirección del host hacia el cual se lo está enviando. A esta dirección se la conoce como dirección de destino. El encabezado de la Capa

3 también contiene la dirección del host de origen. A esta dirección se la llama dirección de origen. Después de que la Capa de red completa el proceso de encapsulación, el paquete es enviado a la capa de enlace de datos que ha de prepararse para el transporte a través de los medios.

Enrutamiento: la capa de red debe proveer los servicios para dirigir estos paquetes a su host destino. Los host de origen y destino no siempre están conectados a la misma red. En realidad, el paquete podría recorrer muchas redes diferentes. A lo largo de la ruta, cada paquete debe ser guiado a través de la red para que llegue a su destino final. Los dispositivos intermediarios que conectan las redes son los routers. La función del router es seleccionar las rutas y dirigir paquetes hacia su destino.

Durante el enrutamiento a través de una red, el paquete puede recorrer muchos dispositivos intermediarios. A cada ruta que toma un paquete para llegar al próximo dispositivo se la llama salto. A medida que el paquete es enviado, su contenido permanece intacto hasta que llega al host destino. Según Gast (2002).

Desencapsulamiento: finalmente, el paquete llega al host destino y es procesado en la Capa 3. El host examina la dirección de destino para verificar que el paquete fue direccionado a ese dispositivo. Si la dirección es correcta, el paquete es desencapsulado por la capa de Red y la PDU de la Capa 4 contenida en el paquete pasa hasta el servicio adecuado en la capa de Transporte.

A diferencia de la capa de Transporte (Capa 4 de OSI), que administra el transporte de datos entre los procesos que se ejecutan en cada host final, los protocolos especifican la estructura y el procesamiento del paquete utilizados para llevar los datos desde un host hasta otro host. Operar ignorando los datos de aplicación llevados en cada paquete permite a la capa de Red llevar paquetes para múltiples tipos de comunicaciones entre hosts múltiples.

## **2.9.- PROTOCOLO INTERNET (IP)**

El protocolo internet proporciona los medios necesarios para la transmisión de bloques de datos llamados datagramas desde el origen al destino, donde origen y destino son hosts identificados por direcciones de longitud fija. El protocolo internet también se encarga, si es necesario, de la fragmentación y el reensamblaje de grandes datagramas para su transmisión a través de redes de trama pequeña. Conforme a lo expuesto en el RFC 791 (1981), está específicamente limitado a proporcionar las funciones necesarias para enviar un paquete de bits (un datagrama internet) desde un origen a un destino a través de un sistema de redes interconectadas.

No existen mecanismos para aumentar la fiabilidad de datos entre los extremos, control de flujo, secuenciamiento u otros servicios que se encuentran normalmente en otros protocolos host -a host. El protocolo Internet interactúa por un lado con los protocolos host a- host de alto nivel y

por otro con el protocolo de la red local. En este contexto una red local puede ser una pequeña red en un edificio o una gran red como ARPANET.

### **2.9.1.- Máxima unidad de Transferencia (MTU)**

Es un término de redes de computadoras que expresa el tamaño en bytes de la unidad de datos más grande que puede enviarse usando un Protocolo de Internet. Para el caso de IP, el máximo valor de la MTU es 65.536 bytes. Sin embargo, ése es un valor máximo teórico, pues, en la práctica, la entidad IP determinará el máximo tamaño de los datagramas IP, en función de la tecnología de red por la que vaya a ser enviado el datagrama. Por defecto, el tamaño de datagrama IP es de 576 bytes.

Sólo pueden enviarse datagramas más grandes, si se tiene conocimiento fehaciente de que la red destinataria del datagrama, puede aceptar ese tamaño. En la práctica, dado que la mayoría de máquinas están conectadas a redes Ethernet o derivados, el tamaño de datagrama que se envía es con frecuencia de 1500 bytes. RFC 1191 (1990).

### **2.9.2.- Formato de la cabecera IP**

Como se muestra en el Gráfico 4, el protocolo IP define muchos campos diferentes en el encabezado del paquete. Estos campos contienen valores

binarios que los servicios IP toman como referencia a medida que envían paquetes a través de la red. Se toman en cuenta los siguientes campos: a) Dirección IP origen, b) Dirección IP destino, c) Tiempo de existencia (TTL), d) Tipo de servicio (ToS), e) Protocolo, y f) Desplazamiento del fragmento.

*Dirección IP origen:* El campo de Dirección IP origen contiene un valor binario de 32 bits que representa la dirección de host de capa de red de origen del paquete.

*Dirección IP destino:* El campo de Dirección IP destino contiene un valor binario de 32 bits que representa la dirección de host de capa de red de destino del paquete.

*Tiempo de vida:* El tiempo de vida (TTL) es un valor binario de 8 bits que indica el tiempo remanente de vida del paquete. El valor TTL disminuye al menos en uno cada vez que el paquete es procesado por un router (es decir, en cada salto). Cuando el valor se vuelve cero, el router descarta o elimina el paquete y es eliminado del flujo de datos de la red. Este mecanismo evita que los paquetes que no pueden llegar a destino sean enviados indefinidamente entre los routers en un routing loop. Si se permitiera que los loops de enrutamiento continúen, la red se congestionaría con paquetes de datos que nunca llegarían a destino. Disminuyendo el valor TTL en cada salto se asegura que eventualmente se vuelva cero.

*Protocolo:* Este valor binario de 8 bits indica el tipo de relleno de carga que el paquete traslada. El campo de protocolo permite a la Capa de red



pasar los datos al protocolo apropiado de la capa superior.

*Tipo de servicio:* El campo de tipo de servicio contiene un valor binario de 8 bits que se usa para determinar la prioridad de cada paquete. Este valor permite aplicar un mecanismo de Calidad del Servicio (QoS) a paquetes de alta prioridad, como aquellos que llevan datos de voz en telefonía. El router que procesa los paquetes puede ser configurado para decidir qué paquete es enviado primero basado en el valor tipo de servicio.

*Desplazamiento de fragmentos:* Como se mencionó antes, un router puede tener que fragmentar un paquete cuando lo envía desde un medio a otro medio que tiene una MTU más pequeña. Cuando se produce una fragmentación, el paquete IPv4 utiliza el campo Desplazamiento de fragmento y el señalizador MF en el encabezado IP para reconstruir el paquete cuando llega al host destino. El campo de desplazamiento del fragmento identifica el orden en el cual ubicar el fragmento del paquete en la reconstrucción.

Vers.	L. cab.	Tipo servicio	Longitud total datagrama	
Identificación			Flags	Offset fragmento
Tiempo vida		Tipo protocolo	Checksum cabecera	
Dirección IP fuente				
Dirección IP destino				
Opciones IP (opcional)				Relleno
Datos				

Gráfico 4. Cabecera y estructura datagrama IP.

Fuente: IEEE Std. 802.11. (1997)

### 2.9.3. DIRECCIÓN IP

Una dirección IP es un número que identifica de manera lógica y jerárquica a una interfaz de un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo IP (Internet Protocol), que corresponde al nivel de red o nivel 3 del modelo de referencia OSI. Dicho número no se ha de confundir con la dirección MAC que es un número hexadecimal fijo que es asignado a la tarjeta o dispositivo de red por el fabricante, mientras que la dirección IP es intercambiable. Estándar IEEE 802.11 (1997).

Los tipos de direcciones de una red IP son:

*Dirección de red:* la dirección en la que se hace referencia a la red.

*Dirección de broadcast:* una dirección especial utilizada para enviar datos a todos los hosts de la red.

*Direcciones host:* las direcciones asignadas a los dispositivos finales de la red.

### 2.9.4. MÁSCARA DE SUBRED

La máscara de subred es un código numérico que forma parte de la dirección IP de los equipos, tiene el mismo formato que la dirección IP, pero afecta sólo a un segmento particular de la red.

Se utiliza para dividir grandes redes en redes menores, facilitando la administración y reduciendo el tráfico inútil, de tal manera que será la misma para ordenadores de una misma subred, básicamente, mediante la máscara de red una computadora podrá saber si debe enviar los datos dentro o fuera de las redes. Estándar IEEE 802.11 (1997).

## **2.10.- PROTOCOLO DE TRANSFERENCIA DE FICHEROS (FTP)**

Según el RFC 959 (1985), es un protocolo orientado al nivel de usuario para transferir ficheros entre ordenadores (incluyendo terminales).

El Protocolo de Transferencia de Ficheros se definió en este momento como un protocolo para transferencia de ficheros entre ordenadores conectados a la red ARPANET, señalando como función principal del FTP la transferencia de ficheros fiable y eficiente entre ordenadores y permitiendo el uso adecuado de las características de almacenamiento remotas.

Los objetivos del FTP son 1) promocionar el uso compartido de ficheros (programas y/o datos), 2) animar al uso indirecto o implícito (a través de programas) de servidores remotos, 3) hacer transparente al usuario las variaciones entre la forma de almacenar ficheros en diferentes ordenadores, 4) transferir datos fiable y eficientemente. El FTP, aunque puede ser utilizado directamente por un usuario en un terminal, está diseñado principalmente para ser usado por programas.

## 2.11.- REDES TCP/IP 802.11g

En lo descrito por El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) en su estándar IEEE 802.11 (1997). Puede considerarse para *Ethernet inalámbrica*, el estándar original IEEE 802.11 lanzado en 1997 especifica CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance, Acceso Múltiple por Detección de Portadora/Limitación de Colisiones) como método de acceso al medio, parecido al utilizado por Ethernet.

Todas las enmiendas del IEEE 802.11 son basadas en el mismo método de acceso. Sin embargo, CSMA/CA es un método de acceso muy ineficaz puesto que sacrifica ancho de banda para asegurar una transmisión confiable de los datos. Esta limitación es inherente a todas las tecnologías basadas en CSMA, incluyendo la CSMA/CD utilizada en Ethernet. Además, IEEE 802.11 especifica tasas de datos de 1 y 2 Mbps, transmitidas vía infrarrojo (IR) o 2.4GHz. Aunque no hay implementaciones basadas sobre IR, todavía permanece como parte del estándar original.

Un puñado de productos comerciales usaron la especificación original del IEEE 802.11, pero pronto fueron reemplazada por productos que implementan IEEE 802.11b cuando la enmienda b fue ratificada en 1999.

El estándar 802.11 para redes LAN inalámbricas incluye una serie de enmiendas. Las enmiendas contemplan principalmente las técnicas de modulación, gama de frecuencia y la calidad del servicio (QoS). Como todos

los estándares 802 del IEEE, el IEEE 802.11 cubre las primeras dos capas del modelo OSI (Open Systems Interconnection), es decir la capa física (L1) y la capa de enlace (L2).

### **2.11.1.- Especificaciones 802.11g**

Los estándares 802.11b y la 802.11g usan la banda de los 2,4 GHz ISM (Industrial, Científica y Médica) definida por la UIT. Los límites exactos de esta banda dependen de las regulaciones de cada país, pero el intervalo más comúnmente aceptado es de 2.400 a 2. 483,5 MHz. Haciendo referencia al estándar IEEE 802.11 (1997),

### **2.11.2.- Operación 802.11g**

En junio de 2003, se ratificó una tercera enmienda al estándar 802.11 con la denominación de IEEE 802.11g y funciona en la misma banda del 802.11b.

802.11g usa la misma técnica de modulación que el 802.11a (OFDM) (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing, modulación por división de frecuencias ortogonales), por lo tanto funciona con una tasa máxima de transferencia de datos de 54 Mbit/s.

Para asegurar la interoperabilidad con el 802.11b, en las tasas de datos

de los 5,5 y los 11 Mbps se revierte a CCK+DSSS (como 802.11b), (Complementary Code Keying + Direct Sequence Spread-Spectrum, código de llaves complementarias + secuencia de espectro abierto), y usa DBPSK/DQPSK + DSSS (Diferencial binary phase-shift keying / Diferencial quadrature phase-shift keying, Diferencial binario de llave de fase cambiante / Diferencial de la llave de fase cambiante cuadrática), para tasas de transferencias de 1 y 2 Mbps, (véase grafico 5).

La interoperabilidad 802.11g con 802.11b es una de las razones principales de su masiva aceptación. Sin embargo, sufre el mismo problema en 802.11b con respecto a interferencia (demasiados puntos de acceso urbanos) puesto que funcionan en la misma banda de frecuencia.

El rango máximo que puede lograrse mediante dispositivos 802.11g es ligeramente mayor que la de aquellos que utilizan 802.11b, pero el rango en las cuales los 54 Mbps se puede alcanzar es mucho más corta que la distancia máxima de un dispositivo 802.11. Sólo cuando los niveles de señal y los niveles de interferencia son bajas puede el rendimiento máximo especificado lograrse.

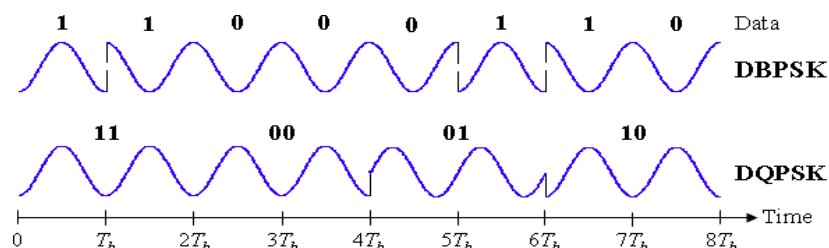


Grafico 5. Diferencial binario de llave de fase cambiante.

Fuente: Escudero (2007)

### 2.11.3.- Capa de transporte.

La Capa Física de cualquier red define la modulación y la señalización características de la transmisión de datos.

IEEE 802.11 define tres posibles opciones para la elección de la capa física:

*Espectro expandido por secuencia directa o DSSS* (Direct Sequence Spread Spectrum). Implica que para cada bit de datos, una secuencia de bits (llamada secuencia pseudoaleatoria, identificada en inglés como PN) debe ser transmitida. Cada bit correspondiente a un 1 es substituido por una secuencia de bits específica y el bit igual a 0 es substituido por su complemento.

*Espectro expandido por salto de frecuencias o FHSS* (Frequency Hopping Spread Spectrum), ambas en la banda de frecuencia 2.4 GHz ISM- y luz infrarroja en banda base o sea sin modular.

En cualquier caso, la definición de tres capas físicas distintas se debe a las sugerencias realizadas por los distintos miembros del comité de normalización, que han manifestado la necesidad de dar a los usuarios la posibilidad de elegir en función de la relación entre costes y complejidad de implementación, por un lado, y prestaciones y fiabilidad, por otra. No obstante, es previsible que, al cabo de un cierto tiempo, alguna de las opciones acabe obteniendo una clara preponderancia en el mercado.

Entretanto, los usuarios se verán obligados a examinar de forma pormenorizada la capa física de cada producto hasta que sea el mercado el que actúe como árbitro final.

#### **2.11.4.- Radio Frecuencia**

Aunque existen dos tipos de tecnologías que emplean las radiofrecuencias, la banda estrecha y la banda ancha, también conocida espectro ensanchado, ésta última es la que más se utiliza.

En mayo de 1985, y tras cuatro años de estudios, el FCC (Federal Communications Commission), la agencia Federal del Gobierno de Estados Unidos encargada de regular y administrar en materia de telecomunicaciones, asignó las bandas IMS (Industrial, Scientific and Medical) 902-928 MHz, 2,400-2,4835 GHz, 5,725-5,850 GHz a las redes inalámbricas basadas en espectro ensanchado.

En el mismo orden de ideas, el IEEE 802.11 incluyó en su especificación las frecuencias en torno a 2,4 GHz que se habían convertido ya en el punto de referencia a nivel mundial, la industria se había volcado en ella y está disponible a nivel mundial.

La tecnología de espectro ensanchado, utiliza todo el ancho de banda disponible, en lugar de utilizar una portadora para concentrar la energía a su alrededor. Tiene muchas características que le hacen sobresalir sobre otras



tecnologías de radiofrecuencias (como la de banda estrecha, que utiliza microondas), ya que, por ejemplo, posee excelentes propiedades en cuanto a inmunidad a interferencias y a sus posibilidades de encriptación. Esta, como muchas otras tecnologías, proviene del sector militar.

#### **2.11.5.- OFDM**

OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing, modulación por división de frecuencias ortogonales), algunas veces llamada modulación multitono discreta (DMT) es una técnica de modulación basada en la idea de la multiplicación de división de frecuencia (FDM). FDM, que se utiliza en radio y TV, se basa en el concepto de enviar múltiples señales simultáneamente pero en diversas frecuencias.

En OFDM, un solo transmisor transmite en muchas (de docenas a millares) frecuencias ortogonales. El término ortogonal se refiere al establecimiento de una relación de fase específica entre las diferentes frecuencias para minimizar la interferencia entre ellas, esto según lo descrito por Escudero (2007).

Una señal OFDM es la suma de un número de subportadoras ortogonales, donde cada subportadora se modula independientemente usando QAM (modulación de fase y amplitud) o PSK (modulación de fase). Esta técnica de modulación es la más común a partir del 2005.

## 2.12.- REDES AD-HOC

Son redes flexibles que pueden ponerse en funcionamiento, en cualquier lugar a cualquier hora, sin algún tipo de infraestructura, pre-configuración o administración, estas redes han sido utilizadas generalmente, para tácticas militares, mejorando las comunicaciones y la supervivencia, en el campo de batalla.

Según RFC 2501 (1999), el objetivo de la creación de redes móviles ad-hoc, es el de ampliar la movilidad, en el ámbito de la autonomía y dominio de redes inalámbricas, en donde un conjunto de los nodos, que pueden ser combinados routers y hosts, forman Infraestructuras de red.

Hay necesidades actuales y futuras, para la creación de tecnología de redes dinámicas ad-hoc. El emergente campo de la computación móvil y nómada, con su actual énfasis en la operación de IP móvil, debería ampliar gradualmente su requerimiento, de tecnologías adaptables a las redes móviles multihop, para gestionar con eficacia, la red de grupos ad-hoc que pueden funcionar de manera autónoma.

Estas redes poseen varias características como los son, la dinámica de topologías, es decir, los nodos son libres de moverse arbitrariamente gracias a sus características inalámbricas, poseen un ancho de banda limitado y su capacidad variable de enlaces. Los enlaces inalámbricos seguirán teniendo capacidad significativamente menor, que sus homólogos alámbricos, aunque,

su rendimiento después de contabilizar los efectos del acceso múltiple, desvanecimiento, ruido e interferencia u otras condiciones, es a menudo mucho menor si la conexión se realiza en un radio máximo para la tasa de transmisión.

### **2.13.- ANALIZADOR DE PROTOCOLOS**

Según Gast (2002), un analizador de protocolos es una herramienta que sirve para desarrollar y depurar protocolos y aplicaciones de red. Permite al ordenador capturar diversas tramas de red para analizarlas, ya sea en tiempo real o después de haberlas capturado.

Por analizar se entiende que el programa puede reconocer que la trama capturada pertenece a un protocolo concreto (TCP, ICMP...) y muestra al usuario la información decodificada. De esta forma, el usuario puede ver todo aquello que en un momento concreto está circulando por la red que se está analizando.

Esto último es muy importante para un programador que esté desarrollando un protocolo, o cualquier programa que transmita y reciba datos en una red, ya que le permite comprobar lo que realmente hace el programa.

Hay diversos tipos de analizadores de protocolos disponibles comercialmente, pero en general, son productos bastante caros. El precio

depende de la capacidad de análisis (el número de protocolos que es capaz de reconocer y decodificar), de la tecnología de red soportadas (Ethernet, ATM, FDDI...), y de si se trata de algún programa (software) o ya es algún tipo de máquina especializado (hardware).

### **2.13.1.- Whireshark**

El analizador de protocolos seleccionado para la presente investigación es el Whireshark Versión 1.2.7, es utilizado para realizar análisis y solucionar problemas en redes de comunicaciones para desarrollo de software y protocolos, como una herramienta didáctica para educación, cuenta con todas las características estándar de un analizador de protocolos.

La funcionalidad que provee es similar a la de tcpdump, pero añade una interfaz gráfica y muchas opciones de organización y filtrado de información. Así, permite ver todo el tráfico que pasa a través de una red (usualmente una red Ethernet, aunque es compatible con algunas otras) estableciendo la configuración en modo promiscuo. También incluye una versión basada en texto llamada tshark. Permite examinar datos de una red viva o de un archivo de captura salvado en disco. Se puede analizar la información capturada, a través de los detalles y sumarios por cada paquete.

Wireshark incluye un completo lenguaje para filtrar lo que queremos ver y la habilidad de mostrar el flujo reconstruido de una sesión de TCP, según

Chappell (2010). Wireshark es software libre, y se ejecuta sobre la mayoría de sistemas operativos Unix y compatibles, incluyendo Linux, Solaris, FreeBSD, NetBSD, OpenBSD, y Mac OS X, así como en Microsoft Windows.

## **2.14.- REGRESION LINEAL. AJUSTE POR MINIMOS CUADRADOS DE CURVAS**

Los mínimos cuadrados son una técnica de análisis numérico encuadrada dentro de la optimización matemática, en la que, dados un conjunto de pares (o ternas, entre otros) según Cerquera (2008), se intenta encontrar la función que mejor se aproxime a los datos, de acuerdo con el criterio de mínimo error cuadrático.

En su forma más simple, intenta minimizar la suma de cuadrados de las diferencias ordenadas (llamadas residuos), entre los puntos generados por la función y los correspondientes en los datos. Específicamente, se llama mínimos cuadrados promedio (LMS), cuando el número de datos medidos es 1 y se usa el método de descenso por gradiente para minimizar el residuo cuadrado. Se puede demostrar que LMS minimiza el residuo cuadrado esperado, con el mínimo de operaciones (por iteración), pero requiere un gran número de iteraciones para converger.

Desde un punto de vista estadístico, un requisito implícito para que funcione el método de mínimos cuadrados es que los errores de cada

medida estén distribuidos de forma aleatoria, el ejemplo más simple de una aproximación por mínimos cuadrados es el ajuste de una línea recta a un conjunto de parejas de datos observadas:  $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), (X_3, Y_3), \dots, (X_n, Y_n)$ . La recta resultante  $y = a + bx + E$ , en donde  $a$  y  $b$  son coeficientes que representan la intersección con el eje de las abscisas y la pendiente,  $E$  es el error o residuo entre las observaciones y el modelo,  $E = y - a + bx$ , y presenta dos características importantes:

Es nula la suma de las desviaciones verticales de los puntos a partir de la recta de ajuste  $\sum (Y - \hat{Y}) = 0$ . Es mínima la suma de los cuadrados de dichas desviaciones. Ninguna otra recta daría una suma menor de las desviaciones elevadas al cuadrado  $\sum (Y - \hat{Y})^2 \geq 0$  (mínima). Se toman distintos criterios para un *mejor* ajuste de las curvas (ver grafico 10). Una de las estrategias que obtiene la *mejor* línea a través de los puntos debe minimizar la suma de los errores residuales, como en:

$$\sum_{i=1}^n E_i = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 x_i)$$

Otro criterio sería minimizar la suma de los valores absolutos de las diferencias, esto es:

$$\sum_{i=1}^n |E_i| = \sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - a_1 x_i]$$

Una tercera estrategia en el ajuste de una línea óptima es el criterio de *mínimas*. En este método, la línea se escoge de tal manera que minimice la

distancia máxima a la que se encuentra un punto de la línea recta. Esta estrategia está mal condicionada para regresión ya que influye de manera indebida sobre un punto externo, aislado, cuyo error es muy grande. Se debe notar que el criterio de mínimas, algunas veces está bien condicionado para ajustar una función simple a una función complicada:

$$S_r = \sum_{i=1}^n E_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2$$

Este criterio tiene muchas ventajas, incluyendo el que ajusta una línea única a un conjunto dado de datos.

### 3.- DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

*Ancho de Banda:* Stallings (2000) es el ancho de banda de la señal transmitida que estará limitado por el transmisor y por la naturaleza del medio de transmisión: se mide en ciclos por segundo o hercios.

*Canal de Comunicación:* Comprende un conjunto de elementos que hacen posible el envío de información de un terminal a otro incluyendo el medio de transmisión de información como los propios terminales.

*Capacidad del Canal:* Stallings (2000) es la velocidad a la que se puede transmitir los datos en un canal o ruta de comunicación.

*Decibelios:* Stallings (2000) Término que se emplea para la señal de potencia de salida. Es la energía de la señal transmitida.

*Estándar:* Según Stallings (2000) se definen como acuerdos universales

que permiten a diferentes productos de diferentes fabricantes operar entre sí.

*Interferencia:* Interferir significa entrar en posición, la interferencia es el acto de inferir: la interferencia de ondas de radio ocurre, cuando dos o más ondas electromagnéticas se combinan de tal forma que el funcionamiento del sistema se degrada. Tomasi (1996).

*Propagación:* En los sistemas de comunicaciones de radio las ondas, pueden viajar de varias formas, dependiendo del tipo de sistema y del ambiente las ondas electromagnéticas viajan en línea recta, excepto cuando la tierra y su atmósfera alteran su trayectoria. Existen tres maneras de propagarse una onda electromagnética: ondas de tierra, ondas espaciales y propagación de onda de cielo Tomasi (1996).

*Red Ad Hoc:* Según Stallings (2000) define a las redes ad hoc como redes de igual a igual sin la presencia de un servidor central, establecidas temporalmente para satisfacer alguna necesidad inmediata de comunicación y compartición de recursos.

*Redes de Área Local (LAN):* Según Black (1989) define a un grupo de ordenadores interconectados entre sí a través de uno o varios caminos o medios de transmisión.

*Redes de Área Local Inalámbricas (WLAN):* Según (2009) una red de área local inalámbrica puede definirse como una red que tiene un alcance local y que tiene como medio de transmisión el aire, con baja tasa de errores y administrada de forma privada.



## **4.- SISTEMA DE VARIABLES**

### **4.1.- VARIABLE INDEPENDIENTE**

Conceptualmente según Frenzel (2003), diversas fuerzas físicas, como la reflexión, transmisión, difracción y dispersión amortiguan las señales. El nivel de energía de la señal decrece muy rápido con la distancia desde la antena emisora, por otra parte el grado de atenuación, es una compleja interacción, entre la frecuencia de la onda y la composición del obstáculo, la superficie, y el diseño. Para las señales, como WiFi, los objetos ordinarios, tales como paredes, ventanas, muebles, automóviles y árboles pueden atenuar de manera significativa una señal.

### **4.2.- VARIABLE DEPENDIENTE**

Se define según Forouzan (2006), el rendimiento de las redes TCP/IP IEEE 802.11b modo ad-hoc, para que una red sea considerada efectiva y eficiente, debe satisfacer un cierto número de criterios, incluyendo el tiempo de tránsito y de respuesta. El rendimiento de una red depende de varios factores, incluyendo el número de usuarios, el tipo de medio de transmisión, la capacidad del hardware conectado y la eficiencia del software. El

rendimiento se mide a menudo usando dos métricas: ancho de banda y latencia. A menudo hace falta más ancho de banda y menos latencia.

## **5.- SISTEMA DE HIPOTESIS**

Una vez constextualizada la problemática, comprendidos los aportes teóricos, efectuadas las consideraciones y análisis referenciales de la investigación, se procede al planteamiento de las hipótesis, estas indican lo que tratamos de probar, son explicaciones tentativas del fenómeno investigado, estas se encuentran en forma de proposiciones. Hernandez, Fernandez y Baptista (2006).

### **5.1.- HIPOTESIS NULA ( $H_0$ )**

El rendimiento de las redes TCP/IP IEEE 802.11g modo ad-hoc, no es afectado por los obstáculos de tipo polímero resina.

### **5.2.- HIPOTESIS ALTERNATIVA**

El rendimiento de las redes TCP/IP IEEE 802.11g modo ad-hoc, es afectado por los obstáculos de tipo polímero resina.