

Introducción a las Redes de Datos

Juan Carlos Cuéllar Q.

Dpto. Tecnologías de la Información y Comunicaciones
Universidad Icesi
Cali-Colombia
jcuellar@icesi.edu.co

Álvaro Pachón de la Cruz

Dpto. Tecnologías de la Información y Comunicaciones
Universidad Icesi
Cali-Colombia
alvaro@icesi.edu.co

Resumen— Este artículo presenta los conceptos básicos sobre las redes de datos. Se presenta los componentes de un sistema telemático, para luego presentar el concepto de red y sus diferentes tipos de conexión y topologías.

Palabras clave— LAN; MAN; WAN;

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo actual las redes de datos juegan un papel importante en nuestra vida cotidiana, mediante las redes de datos nos comunicamos, jugamos, compartimos información, aprendemos, realizamos transacciones, etc. Es por esta razón que las redes de datos hacen parte de nuestro diario vivir y se hace necesario conocer los sus principios básicos de funcionamiento y los componentes que la conforman.

Con base en lo anterior el objetivo de este artículo es presentar una serie de conceptos que permitirán entender el funcionamiento de un sistema telemático para intercambiar información hasta llegar a las diferentes topologías de red. La organización del artículo es la siguiente, en la sección II se presenta el problema de las comunicaciones, en la sección III se presentan los componentes de un sistema telemático, en la sección IV se presenta como dividir el problema de las comunicaciones, en la sección V se presenta el concepto de red. En la sección VI se presenta como fue la evolución en las redes de información, en la sección VII se presenta la estructura de una red, en la sección VIII se presenta la clasificación en las redes de datos y en la sección X se presentan las conclusiones.

II. EL PROBLEMA DE LAS COMUNICACIONES

Siempre que se emprende el estudio de alguna disciplina, vale la pena preguntarse ¿Cuál es el problema que ésta intenta resolver?, en particular, ahora que emprendemos el estudio de las comunicaciones, preguntémonos ¿Existe algún problema? ¿Cuáles son sus características? En una primera aproximación podríamos responder que el objetivo fundamental de las comunicaciones es permitir el intercambio de información entre dos interlocutores a los que podríamos llamar A y B.” (Ver Figura 1) [1].

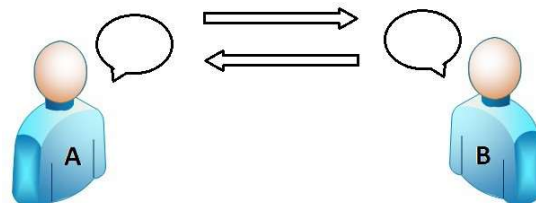


Figura 1. El problema de las comunicaciones.

Sin embargo, esta primera aproximación a la definición del problema resulta demasiado general, en nuestro caso, estamos interesados en estudiar el intercambio de información a través de un conjunto de dispositivos de hardware y de software, a este conjunto los vamos a llamar Sistema Telemático (Ver Figura 2).



Figura 2. Intercambio de información a través de un sistema telemático.

Desde esta perspectiva, las comunicaciones tienen que ver con el estudio y desarrollo de los mecanismos más **eficientes** y **seguros** para permitir el intercambio de información entre A y B.

Desde el punto de vista eficiente, se puede observar que la solución propuesta a un problema debe no solamente funcionar, ser eficaz, sino también, debe operar en las mejores condiciones de tiempo de respuesta, de desempeño, de costos, o de una combinación de los anteriores. Pero además de la eficiencia existe otra característica relevante a todo intercambio de información de un sistema telemático: **La seguridad**.

Esta característica es transversal a todo el sistema telemático y en la actualidad esta “seguridad” se conoce como **ciberseguridad**, ya que, aunque ambos términos se usen de manera intercambiable, no siempre es correcto su uso en ciertos contextos.

La **seguridad** es ampliamente usada para proteger personas, empresas y/o objetos. Con base en esto, un ejemplo de seguridad es el acceso a un cuarto de cableado, donde se debe limitar el acceso a los dispositivos que están dentro del cuarto de cableado,

y ese primer paso, sería colocar una puerta y en determinado caso un detector biométrico para limitar mucho más el acceso.

La **ciberseguridad**, por su parte, se refiere a la protección de recursos digitales que están almacenados o utilizan algún dispositivo para su procesamiento. Y la ciberseguridad se basa en una triada conocida como CIA, por sus siglas en inglés (Confidentiality, Integrity and Availability - Confidencialidad, Integridad y Disponibilidad). Cuando alguno de estos tres pilares falla, empiezan los problemas de ciberseguridad en un sistema informático.

La *confidencialidad* previene la divulgación de la información protegiendo la privacidad y propiedad de la información. También tiene que ver con el acceso no autorizado a la información, es decir, que información que es sensible para la organización solo pueda ser consultada con personal autorizado. Como ejemplo de la confidencialidad se podría mencionar una empresa como Pringles, esta empresa debe limitar el acceso a la “receta” para fabricar sus papas fritas, la receta no se puede hacer pública o que se filtre al público en general.

La *integridad* es la característica mediante la cual la información que se introduce al sistema Telemático debe ser exactamente recuperada en su salida, sin modificaciones y/o adiciones, la información no debe ser alterada. Como ejemplo de esta característica, ¿Qué pasaría si se realiza una transacción de \$100.000 y la cuando la información viaja a través del sistema telemático, se pierde un cero?

La *disponibilidad* hace referencia a que la información se pueda acceder cuando se requiera, y esta característica está altamente relacionada con el tiempo de respuesta de las aplicaciones o el retraso que sufre la información al viajar por la red. Por ejemplo, ¿cuánto tiempo tarda un cajero en entregar el dinero cuando el usuario lo solicita? ¿Qué pasaría si ese tiempo es de minutos?

Dependiendo de la aplicación existen distintos requerimientos sobre estas tres características, no debe ser lo mismo la pérdida de dos bits en una transmisión de video que en una transacción electrónica, no debe ser lo mismo un retraso de 5 minutos en la transacción realizada en un cajero electrónico que el mismo retraso en un mensaje de correo electrónico.

Preguntémonos ahora, ¿Por qué razón el intercambio de información entre dos puntos A y B a través de un sistema Telemático es un problema? La primera dificultad es consecuencia de la dispersión geográfica, el hecho que A y B no se encuentren en el mismo sitio representa el primer escollo, imaginémonos por un momento que nuestros interlocutores se encuentran en dos cuartos contiguos sin posibilidad de observarse el uno al otro y es allí donde empiezan a surgir los interrogantes: ¿Estará el receptor en posibilidad de recibir el mensaje?, ¿Cómo

se enterará el receptor que recibirá un mensaje?, ¿Cómo se enterará el receptor que el transmisor ha iniciado la transmisión de un mensaje?, ¿Cómo se enterará el transmisor que el mensaje ha sido transmitido correctamente?

La segunda dificultad se deriva del hecho que A y B no hablen el mismo “idioma”, cuando hablamos de idioma estamos haciendo referencia a la forma de representar la información, ¿Cómo permitir el intercambio de información entre un par de equipos que utilizan códigos de representación de la información diferentes?, ¿Son tan dramáticas estas diferencias que impiden la transferencia?

La tercera dificultad se deriva del hecho que la información que intercambien A y B sea de naturaleza diversa, ¿Cómo permitir un intercambio de información multimedia (voz, datos y video) a través del sistema Telemático?

Como puede concluirse, el problema de las comunicaciones es complejo y su solución no tiene carácter de trivial. No intentamos aquí dar respuestas a estos interrogantes, más bien, lo que intentamos esbozar es el alcance del estudio que nos proponemos adelantar y las dificultades que debemos superar para resolver el problema de las comunicaciones.

III. SISTEMA TELEMÁTICO

Un sistema telemático puede ser entendido como un sistema que transmite información desde un lugar, en donde se encuentra el generador de la información, a otro, en donde se encuentra el receptor de la información. Al generador de la información lo vamos a llamar el interlocutor origen y al receptor de la información lo vamos a llamar el interlocutor destino. Igualmente, vamos a llamar mensaje a la información que deseamos sea transferida.

En la Figura 3 se realiza una descripción de lo que queremos que ocurra.



Figura 3. ¿Qué es lo que deseamos que ocurra?

Debe existir un camino físico entre el sitio origen y el sitio destino para que la transferencia de información tenga lugar, de forma general vamos a llamarlo Canal de Comunicaciones.

No necesariamente la información que genera el interlocutor origen viaja en el mismo formato en que fue generada a través del canal, un dispositivo, al que llamaremos emisor se encarga de realizar la transformación, el mensaje se propaga a través del canal hasta el destino; en ese lugar, un dispositivo, al que llamaremos receptor se encarga de realizar la transformación a un formato tal que pueda ser entendido por el interlocutor destino.

En la Figura 4 se presenta una descripción de la forma como se realiza la transferencia de información.



Figura 4. ¿Cómo ocurre la transferencia de Información?

El mensaje puede ser transmitido a través del canal de comunicaciones en forma de: señales de Corriente o Voltaje en cuyo caso el medio físico lo constituyen hilos o cables eléctricos, también podría viajar en forma de señales electromagnéticas cuyo medio físico podría ser la atmósfera o la fibra óptica.

El canal de comunicaciones no es un medio ideal ni perfecto, las señales en su tránsito a través del canal pueden sufrir dos tipos alteraciones: atenuación que puede ser entendida como la pérdida de potencia que experimenta la señal con la distancia y el ruido, producto de alguna interferencia externa. En la figura 5 se puede apreciar un sistema telemático con los componentes que se han enunciado en los párrafos anteriores.



Figura 5. Esquema simplificado de un sistema telemático.

En los sistemas de comunicaciones para la transmisión de datos, en el emisor y el receptor suelen distinguirse dos equipos, ver figura 6:

- DTE (*Data terminal equipment*) o en español Equipo Terminal de Datos (ETD): Es el elemento ORIGEN/DESTINO final de la información. A los ETD's también se los denomina estaciones o *hosts*.
- DCE (*Data communications equipment*) o en español Equipo Terminal de la Línea de Datos (ECD): Es el emisor/receptor propiamente dicho, se encarga específicamente de adaptar la señal o mensaje para transmitirlo o recibirlo convenientemente a través del canal. Una tarjeta o interfaz de red es un ejemplo de un ECD.



Figura 6. DTE's y DCE's.

IV. DIVISIÓN DEL PROBLEMA DE LAS COMUNICACIONES

Con base en lo presentado anteriormente, el problema de las comunicaciones se puede reformular en términos de ESPECIFICAR, DISEÑAR y APLICAR la capacidad óptima de

ALMACENAMIENTO, PROCESAMIENTO y DISTRIBUCION de la información entre los puntos A y B.

A partir de esta formulación se puede concluir que el diseño de una solución de comunicaciones no puede ser entendido como una “receta” en la cual se incluyan siempre los mismos componentes en las mismas configuraciones, por el contrario, el diseño de una red debe ser entendido como un proceso en el cual, para obtener la solución del problema, se lo debe identificar, delimitar y definir, a esta fase se la puede denominar como la fase de análisis, a partir de este conocimiento, deben ser establecidas en forma precisa, las características de la solución, las tecnologías que permiten ofrecerlas y los dispositivos que permiten implementarlas, a esta fase se la puede denominar como la fase de diseño.

En ingeniería, cuando se enfrenta un problema complejo y se lo intenta solucionar, generalmente se adopta el esquema de dividirlo en componentes más pequeños aplicando el principio de “divide y vencerás”. Dado que el problema de la comunicación resulta bastante compleja, se adoptará este esquema, subdividiéndolo en dos grandes subproblemas: el problema de la transmisión y el problema de la conmutación.

El problema de la transmisión se encuentra relacionado con la selección de los medios físicos de transmisión y de los “mensajeros” (las señales) que permiten que la información viaje desde la fuente hasta el destino de la forma más eficiente.

El problema de la conmutación se encuentra relacionado con la selección y establecimiento de la(s) mejor(es) trayectoria(s) a través de las cuales viaja la información desde la fuente hasta el destino de la forma más eficiente.

Supongamos ahora que deseamos que A y B intercambien información y propongámonos elaborar un listado de aquellas cosas que necesitamos para hacerla posible. En primer lugar, deben estar claramente identificados quienes son la fuente y el destino de la información, luego, debe adoptarse un código común para la representación de la información de tal forma que ésta resulte inteligible tanto para la fuente como para el destino. Es necesario también contar con un medio físico de transmisión a través del cual la transferencia tenga lugar, para hacerlo, se debe contar con mensajeros (señales) que sean capaces de llevar la información a través del medio. Igualmente, resulta necesario contar con “algo” que sea capaz de montar/desmontar la información en el mensajero y mientras la transferencia está teniendo lugar es necesario contar con depósitos de información que temporalmente almacenen la información que se está transmitiendo o recibiendo.

V. ¿QUÉ ES UNA RED?

Hemos venido hablando de redes de comunicación, sin embargo, hasta el momento no hemos presentado formalmente el concepto.

- Concepto:

Una red es un sistema de comunicaciones que permite el intercambio de información entre un grupo de dispositivos autónomos geográficamente dispersos sobre una base de tiempos parcial o total.

En esta definición vale la pena resaltar dos aspectos, primero, el requerimiento para que los dispositivos que hacen parte de una red sean dispositivos autónomos, este requerimiento supone que haya inteligencia, esto es, capacidad de procesamiento, en ambos extremos del enlace de comunicaciones. Por ejemplo, la relación de comunicaciones que se establece entre host Unix y un conjunto de terminales brutas conectadas a él no cumple con la definición de red porque las terminales brutas no tienen capacidad autónoma de procesamiento de información. El segundo aspecto que vale la pena destacar es que la relación de comunicaciones que se establece entre estos dispositivos autónomos no necesariamente debe permanecer activa todo el tiempo.

Desde el punto de vista de sus componentes, una red puede ser entendida como un conjunto de recursos físicos (hardware) y de recursos lógicos (software) que hacen posible la transferencia de información.

Entre los recursos físicos se encuentran:

Los nodos, que pueden ser a su vez, nodos de procesamiento de información, típicamente computadores que pueden asumir el rol de clientes o de servidores, o nodos de conmutación, también denominados dispositivos de interconectividad que tienen un conjunto de puertos a través de los cuales reciben y envían la información de acuerdo con su política operativa (este aspecto lo estudiaremos posteriormente con todo detalle en el texto) Los enlaces de comunicación que proporcionan el medio físico o canal de comunicaciones a través del cual la transferencia tiene lugar.

Entre los recursos lógicos se encuentran:

El software básico de comunicaciones que debe estar presente en todas las estaciones de la red, de la misma manera que el sistema operativo permite efectuar la administración de los recursos locales de la máquina, resulta necesario contar con un componente software que permita tener acceso a los recursos compartidos en una red (el canal de comunicaciones por ejemplo y que permita que las estaciones puedan coordinar y cooperar para ejecutar alguna tarea computacional distribuida.

El software de control y administración de la red se encuentra alojado en una estación de la red, a través de él resulta posible efectuar la administración de los recursos de una red, esta gestión comprende la gestión a la configuración, al desempeño y a de las fallas en los diferentes componentes de hardware y de software en una red.

VI. CLASIFICACIÓN DE LAS REDES POR DISTANCIA GEOGRÁFICA DE SUS NODOS

La primera clasificación del tipo de red puede ser por la distancia geográfica entre sus nodos. Esta clasificación es muy importante porque nos permite identificar posteriormente interfaces en los dispositivos de red, dependiendo a que tipo de red se van a conectar.

La distancia geográfica entre los nodos que componen la red puede ser empleado como criterio para clasificarlas. De acuerdo con este criterio las redes pueden ser clasificadas como:

1) *Redes de Area corporal – Body Area Network (BAN):* Como su nombre lo indica son redes que se utilizan en el cuerpo por lo tanto sus distancias son menores a 2 mts.

2) *Redes de Area Personal – Personal Area Networks (PAN):* Hace referencia a las redes que interconectan sensores o dispositivos dentro del ambiente de un usuario individual en un rango de 10 mts.

3) *Redes de Área Local- Local Area Networks (LANs):* Cuando la distancia geográfica entre los nodos o dispositivos de red varía entre 1 mts y 10 Kilómetros aproximadamente, esto confina a los nodos dentro un ámbito de un campus.

4) *Redes de Área Metropolitana- Metropolitan Area Networks (MANs):* Cuando la distancia geográfica entre los nodos varía entre los 10 y los 50 kilómetros aproximadamente, esto confina a los nodos dentro del ámbito de una ciudad.

5) *Redes de Area Extendida-Wide Area Networks (WANs):* Cuando la distancia geográfica entre los nodos se encuentra por encima de los 50 Kilómetros.

Se quiere enfatizar el hecho que estas distancias son establecidas de forma arbitraria, sin embargo, permiten efectuar y obtener comparaciones significativas respecto de la naturaleza de los enlaces.

En una red de área local: (a) Los enlaces suelen ser de propiedad de la organización a la que pertenecen los usuarios, (b) Emplean líneas de muy alta velocidad que pueden estar del orden de 100 Mbps, 1000 Mbps o incluso 10 Gbps. (c) Son de una relativa “buena calidad” en el sentido que tienen unas tasas de errores muy bajas, del orden de 10^{-9} , es decir, 1 bit en error por cada 10^9 transmitidos.

En una red de área extendida: (a) Los enlaces suelen ser de propiedad de un proveedor de servicios de transmisión de datos (conocido como un “carrier”). Es decir, la empresa NO es propietaria de estos enlaces y debe pagar por su utilización. (b) Los enlaces suelen ser de relativa baja capacidad (comparados con los enlaces LAN), éstos pueden estar en el orden de Megs hasta 1Gbps o más, pero es claro que entre más ancho de banda más costoso sería. (c) Los enlaces son de una calidad inferior comparados con los enlaces LAN, tienen tasas de error que podrían estar en el orden de 10^{-6} , es decir, 1 bit con error por cada 10^6 transmitidos.

VII. CLASIFICACIÓN DE LAS REDES DE DATOS

Otro tipo de clasificación de las redes de datos se por los siguientes aspectos: (1) Tipo de Conexión y (2) Topología Física [2]. Cada uno de estos aspectos se describirá a continuación.

A. Tipo de Conexión

Las redes están conformadas por dispositivos o nodos conectados a través de enlaces. Entendiendo por enlace, el medio físico que permite la comunicación entre los dispositivos. Generalmente los enlaces se representan gráficamente por una línea entre los dispositivos que unen y existen dos configuraciones posibles:

- **Conexión Punto a Punto:** Este tipo de conexión proporciona un enlace dedicado entre los dos dispositivos, por lo tanto, toda la capacidad del enlace está dedicada para conexión entre estos dos dispositivos. En algunos no es necesaria una conexión directa entre los dos dispositivos, puesto que ellos se podrían comunicar utilizando dispositivos intermedios.
- **Conexión Multipunto:** También conocida como conexión de *Broadcast*, En este tipo de conexión un solo canal de comunicaciones es compartido por todas las estaciones. Los mensajes enviados por cualquier máquina son recibidos por todas las otras, el esquema operativo de las redes de *Broadcast* es que cuando “alguien habla, todos escuchan”. Un campo de dirección dentro del paquete especifica quien es el destinatario. Resulta posible también propagar un mensaje a todos los destinos especificando un código especial en el campo de dirección.

B. Topología Física

El concepto de Topología Física hace referencia a la forma de interconexión de los dispositivos y es la representación geométrica de la relación entre los dispositivos y los enlaces que los comunican entre sí. Cada topología está relacionada directamente con el tipo de conexión revisado en el apartado anterior. Por lo tanto, para conexiones punto a punto están las topologías en estrella, malla, anillo y árbol. Y para las conexiones multipunto están la topología en bus y topología en conexiones móviles o inalámbricas. En los siguientes apartados se explicarán las características de cada una de ellas.

C. Topologías basadas en conexiones punto a punto

Las siguientes topologías son basadas en conexiones punto a punto.

1) Topología en estrella

Se encuentra constituida por un nodo central al que se conectan los restantes a través de enlaces punto-a-punto. El nodo central se encuentra involucrado en todas las transmisiones de mensajes, cumple, por lo tanto, la tarea de conmutador. Si el nodo central falla o se congestiona, la red entera se bloquea. En esta configuración el número de posibles nodos en la red depende de la capacidad de expansión que brinde el nodo central. La adición o

eliminación de nodos de la estructura de la red implica un esfuerzo de reconfiguración en el nodo central. Esta topología es la base de los sistemas de cableado estructurado de las redes de datos. En la figura 8, se puede apreciar este tipo de topología.

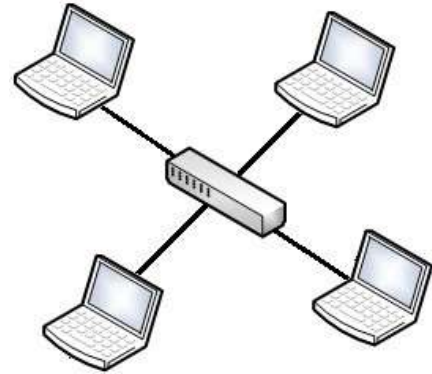


Figura 8. Topología en estrella.

2) Topología en malla

Este tipo de topología se puede apreciar en figura 9 y tiene una relativa inmunidad a los problemas de congestión y a las fallas porque existen múltiples trayectorias posibles entre origen y destino, sin embargo, y por estas mismas razones, su implementación resulta costosa y compleja.

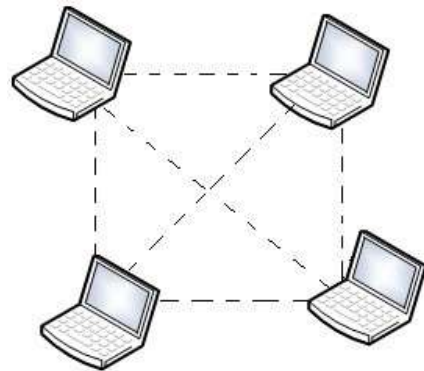


Figura 9. Topología en malla.

3) Topología en anillo

En esta topología todos los nodos se encuentran involucrados en la transmisión de cada mensaje, por lo tanto, no resulta necesario efectuar enrutamiento, dando que cuando “alguien habla, todos escuchan”, en particular, el destino específico. Los mensajes se mueven dentro del anillo en una misma dirección (Ver Figura 10).

Cada nodo recibe el mensaje, lo almacena y lo repite al próximo nodo. Si es el destino, lo acepta, de lo contrario, lo rechaza. Todos los componentes del anillo se encuentran unidos por el mismo canal, si falla un enlace, toda la red se ve interrumpida.

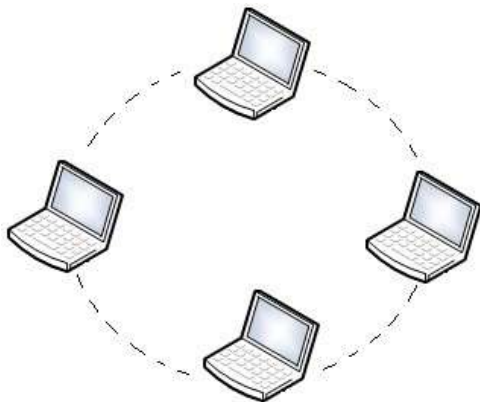


Figura 10. Topología en anillo

4) Topología en árbol

Esta topología se muestra en la Figura 11. En ella, el nodo situado en el nivel más elevado de la jerarquía controla la red.

Esta topología proporciona un punto de concentración de las tareas de control y resolución de errores. Muchos fabricantes incorporan a la topología el carácter de distribuido, es decir, que la falla de un nodo jerárquicamente superior no necesariamente implica que los nodos jerárquicamente inferiores queden impedidos de trabajar y comunicarse parcialmente entre ellos.

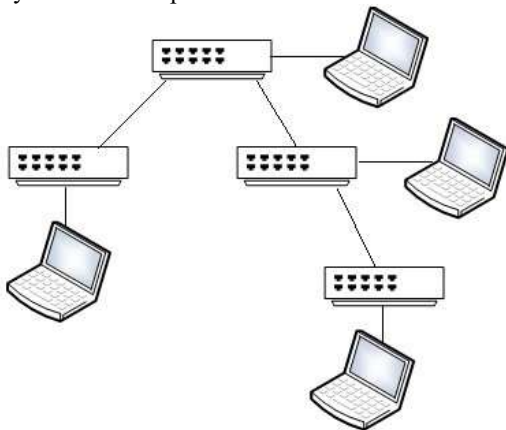


Figura 11. Topología en árbol.

D. Topologías basadas en conexiones multipunto.

Las siguientes topologías son basadas en conexiones multipunto.

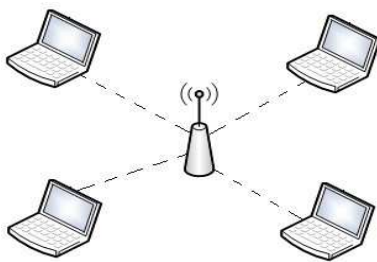


Figura 13. Topología para móviles o inalámbricas.

1) Topología en bus

Este tipo de topología fue frecuentemente adoptada por las redes de área local en los años 90s. En ella, todos los nodos comparten una línea de comunicaciones. Una falla en un nodo no afecta el funcionamiento de la red, pero podría resultar difícil de detectar. La adición o eliminación de nodos no requiere reconfiguración de la red. Los buses tienen una estructura modular. En la figura 12, se puede apreciar este tipo de topología.

Vale la pena resaltar aquí el hecho que la topología en anillo también puede ser considerada como una topología multipunto. A pesar de físicamente estar conectada a través de enlaces punto a punto su comportamiento lógico es similar a una red multipunto, porque cuando una estación habla todas las estaciones la escuchan como consecuencia del paso estación a estación desde el nodo transmisor al nodo receptor.

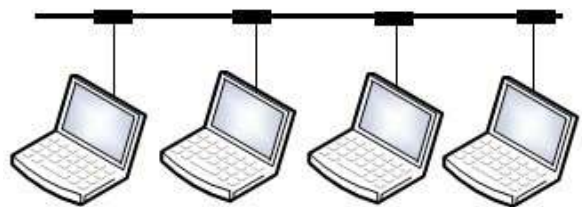


Figura 12. Topología en bus.

2) Topología para móviles o inalámbricas

En la figura 13 se puede apreciar este tipo de topología donde los dispositivos comparten el canal para comunicarse al nodo central. Como se puede apreciar este tipo de topología es similar a la topología en estrella, pero la diferencia es que, en este caso, los dispositivos pueden escuchar la comunicación de los demás dispositivos conectados al nodo central y todos comparten el canal.

VIII. CONCLUSIONES

Siempre que se empieza el estudio de las redes de datos o redes de comunicación se hace necesario introducir conceptos básicos que permitirán al lector tener una fundamentación básica y entender de donde surge el problema de las comunicaciones.

Con esta fundamentación básica ya el lector puede empezar el proceso de analizar conceptos más complejos como es el caso del modelo OSI y posteriormente estudiar con detalle cada nivel del modelo para entender el funcionamiento de una red nivel por nivel.

REFERENCES

- [1] Notas de clase del profesor Alvaro Pachón de la Cruz. Módulo 01: Fundamentación Básica. Universidad Icesi. 2000.
- [2] A. Tanenbaum y D. Wetherall. Redes de Computadoras. Quinta edición Pearson educación. 2012.