

UNIVERSIDAD EAN



Workshop 1

Hecho por:

Leonardo Jiménez Ubaque
Willington Andrés Niño Pérez
Alex Buitrago Basallo

Ingeniería de Sistemas
Redes I

Docente
Alexander García Pérez

Bogotá D.C
27 de febrero de 2023

Índice

Introducción	3
Frequency	4
Spectrum	5
Rate	6
Bandwidth	7
Channel Capacity	8
LAN & WAN	10
E1/T1	16
Bibliografía	18

Introducción

A través de los años es evidente que la humanidad ha tenido que adaptarse a los cambios de tecnologías, dados por la necesidad de evolucionar como especie, para mejorar muchos procesos, sistemas y lo más primordial, la calidad de vida. Gracias al estudio teórico de cómo funcionan los datos, las señales y el cómo se emplean para darle una utilidad, es posible desarrollar unas bases para poder aplicar cada uno de los conceptos que veremos en este documento, desde lo más básico hasta lo más complejo, haciendo uso de los conocimientos previos adquiridos a través de los semestres y el cómo han sido conocimientos de utilidad y que a día de hoy lo aplicaremos al estudio de las *redes* y sus componentes.

Frequency

“Frequency refers to the number of periods in 1s...frequency is the inverse of period”(Forouzan, 2006, p. 60).

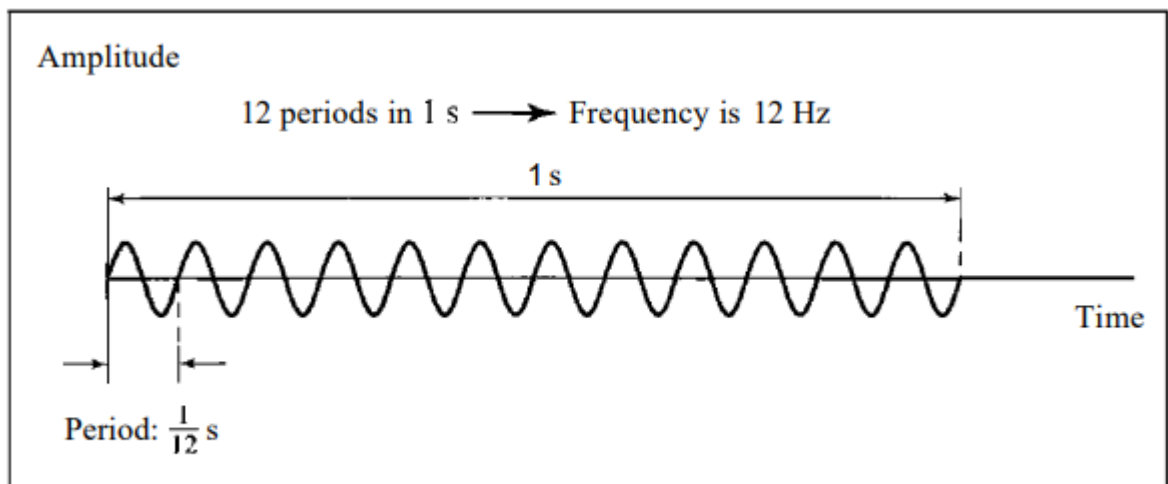
Como se puede ver en la siguiente fórmula

$$f = 1/T$$

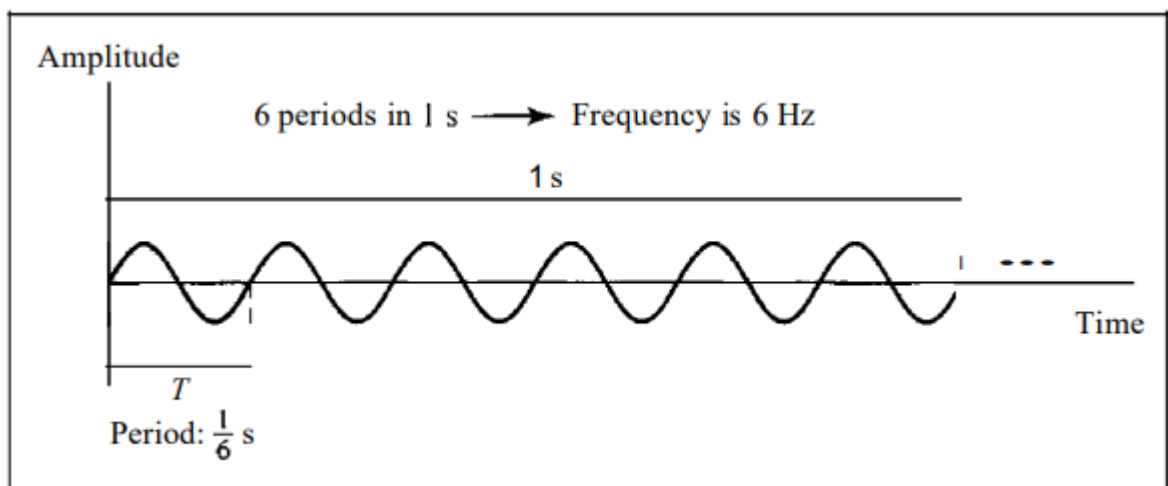
f es frecuencia y T es Periodo

“The frequency is the rate [in cycles per second, or Hertz(Hz)] at which the signal repeats”(Stallings, 2006, p. 68).

Un ejemplo de la aplicación de esto es una gráfica seria la siguiente.



a. A signal with a frequency of 12 Hz



b. A signal with a frequency of 6 Hz

Figura 1. Dos señales con la misma amplitud y fase, pero diferente frecuencia. Tomado de *Data communications and Networking* (p.61), por Behrouz A. Forouzan, 2006

La frecuencia es una medida que se refiere a la cantidad de datos que se transmiten por segundo, cantidad de información que se puede enviar por segundo, tiene relación directa con los periodos dado que la frecuencia busca definir la cantidad de periodos en cierta cantidad de tiempo. Su unidad de medida son los Hertz (Hz) siendo esta una unidad de información fundamental para representar la velocidad de transmisión de información. Una frecuencia alta hace referencia a una velocidad de transmisión de datos más rápida comparada con una frecuencia baja. Dado lo anterior se busca que todas las señales sean transmitidas por medios con una frecuencia alta, más sin embargo la frecuencia de una señal depende de factores externos cómo el medio de transmisión y el tipo de transmisión. En las redes de computadoras, la frecuencia también está relacionada con la elección de la tecnología de transmisión, ya que determina qué tipo de onda (que puede ser una onda electromagnética, una señal de radio, una señal de sonido, entre otras) se utiliza para transportar los datos a través del canal de comunicación. Por ejemplo, en las redes inalámbricas, la elección de la frecuencia adecuada es especialmente importante porque las señales de radio se utilizan para transmitir los datos. La frecuencia elegida afecta la velocidad y la calidad de la transmisión, y puede verse afectada por factores como la interferencia y el ruido, lo que puede afectar la calidad de la transmisión de datos.

Spectrum

“The spectrum of a signal is the range of frequencies that it contains...the absolute bandwidth of a signal is the width of the spectrum”(Forouzan, 2006, p. 72).

Por ejemplo, en una señal periódica de 5 ondas sinusoidales con frecuencias de 100, 300, 500 y 700 Hz. El espectro sólo tendría 5 picos, los cuales son 100, 300, 500 y 700 Hz.

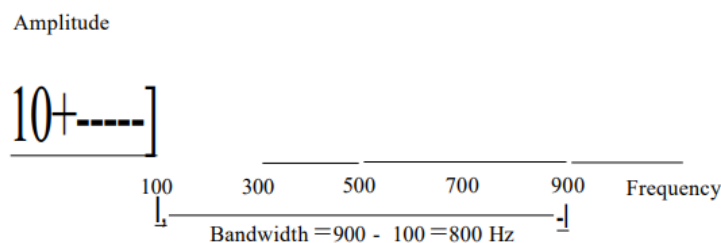


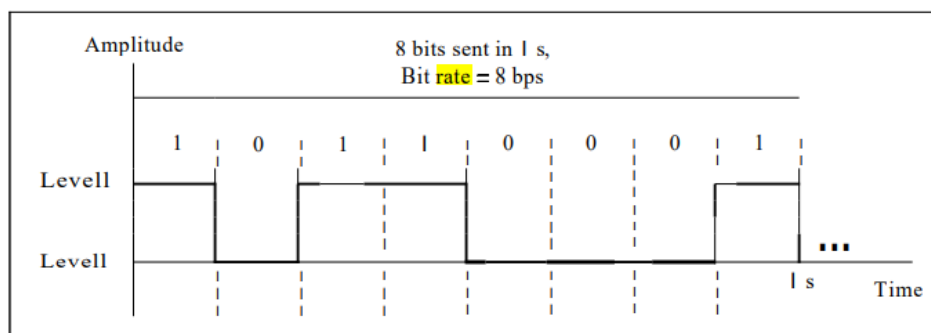
Figura 2. Ancho de banda y espectro. Tomado de *Data Communications and Networking* por (p. 70), por Behrouz A. Forouzan, 2006

Las señales de comunicación tienen diferentes niveles de frecuencia y se utilizan diferentes bandas de frecuencia para diferenciarlas en los canales de comunicación. El espectro se define como el rango de frecuencias utilizado para la transmisión de señales a través de los canales de comunicación. El espectro se divide en diferentes bandas de frecuencia, cada una con un propósito específico. Por ejemplo, la banda de frecuencia de 2,4 GHz se utiliza para Wi-Fi, mientras que la banda de frecuencia de 5 GHz se utiliza para Wi-Fi de alta velocidad. El espectro es importante para evitar la distorsión y la pérdida de información entre las señales. El espectro está compuesto por diferentes rangos de frecuencias utilizados para diversos fines, como la transmisión de señales de radio (AM-FM), señal telefónica, WiFi, televisión, entre otras. Por lo tanto, en las comunicaciones digitales, es esencial considerar el espectro de la señal para utilizar el ancho de banda disponible de manera eficiente y evitar interferencias con otras señales.

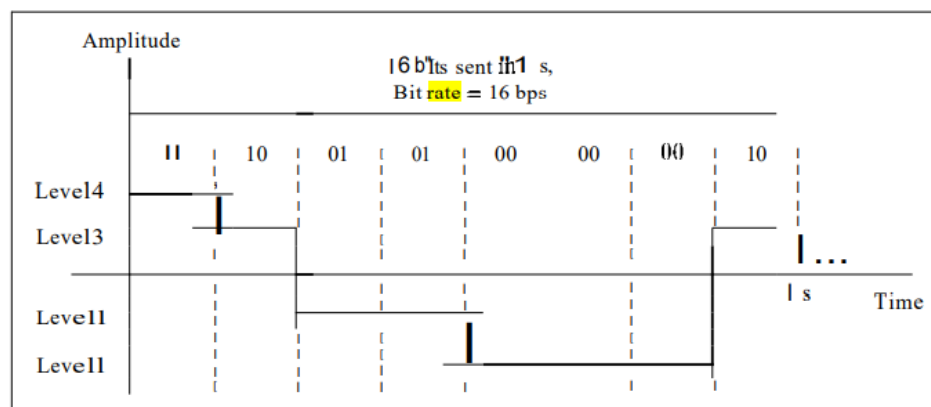
Rate

“The rate is the number of bits sent in 1s, expressed in bits per second(bps)”(Forouzan, 2006, p. 73).

Para entender el concepto de rate se muestra las siguientes gráficas con dos rate diferentes.



a. A digital signal with two levels



b. A digital signal with four levels

Figura 3. Dos señales digitales con diferentes velocidades de transmisión, una con 8bps y otra con 16 bps. Tomado de *Data communications and Networking* (p.72), por Behrouz A.

Forouzan, 2006

Un ejemplo de velocidad de transmisión del libro *Data communications and Networking* es el siguiente:

Behrouz(2006)

Necesitamos descargar documentos de texto a una velocidad de 100 páginas por minuto.

¿Cuál es la velocidad de bits requerida del canal?

Una página en promedio tiene 24 líneas con 80 caracteres cada línea, si suponemos que cada carácter requiere de 8 bits, la bit rate sería de

$$100 * 24 * 80 * 8 = 1536000 \text{ bps} = 1.536 \text{ Mbps. (p.73)}$$

El rate (tasa en español), hace referencia a la velocidad a la que se transmiten datos a través de una conexión de red, y se mide en bits por segundo (bps). Este rate puede verse afectado por diferentes factores, como el bandwidth, la calidad del canal de comunicaciones, el tipo de protocolo, el tipo de cable, el tipo de medio de transmisión, el tipo de modulación o codificación, y otros factores relacionados a la transmisión en una red. Por ejemplo, una conexión de fibra óptica de alta velocidad puede soportar un rate mucho mayor que una conexión DSL. Si hay un rate alto, se puede enviar más información en menos tiempo.

Bandwidth

El ancho de banda o en inglés “Bandwidth” según Forouzan y Sophia Chung Fegan (2007) Podemos entender el ancho de banda como las frecuencias contenidas en una señal, donde el ancho de banda es la diferencia entre la frecuencia máxima y la frecuencia mínima de la señal.

Un ejemplo que puede ilustrar mejor este concepto es el que no presenta la siguiente gráfica:

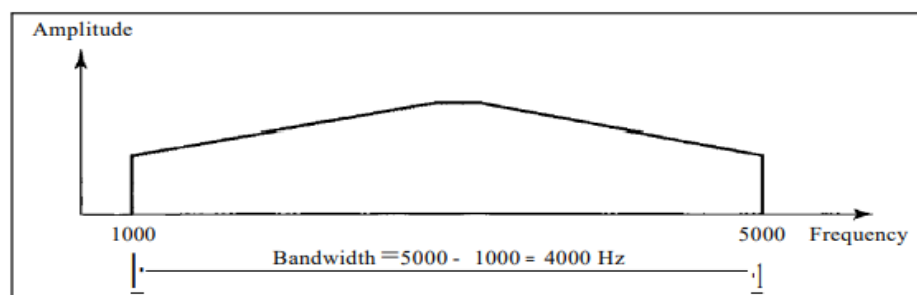
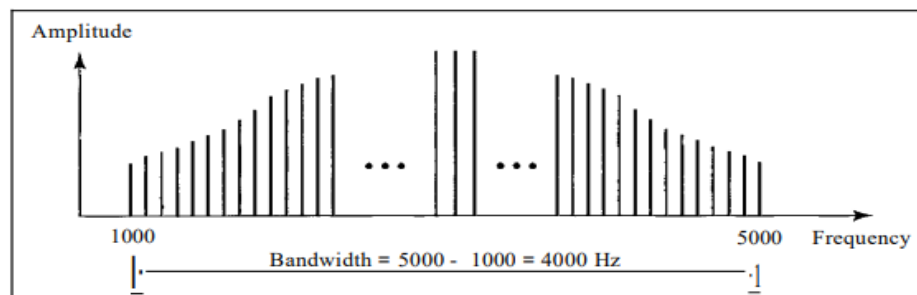


Figura 4. El ancho de banda de señales periódicas y no periódicas. Tomado de *Data communications and Networking* (p.69), por Behrouz A. Forouzan, 2006

Esta imagen nos permite apreciar cómo se pone en práctica el concepto anterior para determinar el ancho de banda de las señales presentadas en la imagen de arriba, esto mediante el cálculo de la diferencia entre la mayor frecuencia y la menor frecuencia, donde en este caso son 5000 Hz y 1000 Hz respectivamente, lo que dio como resultado un ancho de banda para las señales de 4000 Hz.

El ancho de banda se refiere a la cantidad de información que puede ser transmitida a través de un medio en un tiempo determinado. Se puede pensar en él como la cantidad de señales que pueden ser enviadas en un tiempo determinado. Si el ancho de banda es mayor, las señales pueden ser transmitidas más rápidamente, mientras que, si es menor, tomará más tiempo para que toda la información sea transmitida.

Por lo tanto, es importante tener un ancho de banda alto para aprovechar al máximo el medio utilizado para la transmisión de información. En una red de comunicaciones, el ancho de banda se mide en bits por segundo, al igual que la tasa de transferencia, lo que indica la cantidad de bits de información que pueden ser transmitidos por segundo a través del medio. El ancho de banda depende de varios factores, como la calidad del canal de comunicación, el tipo de medio de transmisión utilizado y el tipo de modulación o codificación. Es importante tener en cuenta estos factores para asegurarse de que se esté utilizando el medio de transmisión adecuado para lograr la mayor velocidad y eficiencia posible en la transmisión de información.

Channel Capacity

“The maximum rate at which data can be transmitted over a given communication path, or channel, under given conditions, is referred to as the channel capacity” (Stallings, 2006, p. 91).

Un diagrama para visualizar lo que se sucede con una la señal en un entorno no ideal en el que se encuentra con el ruido.

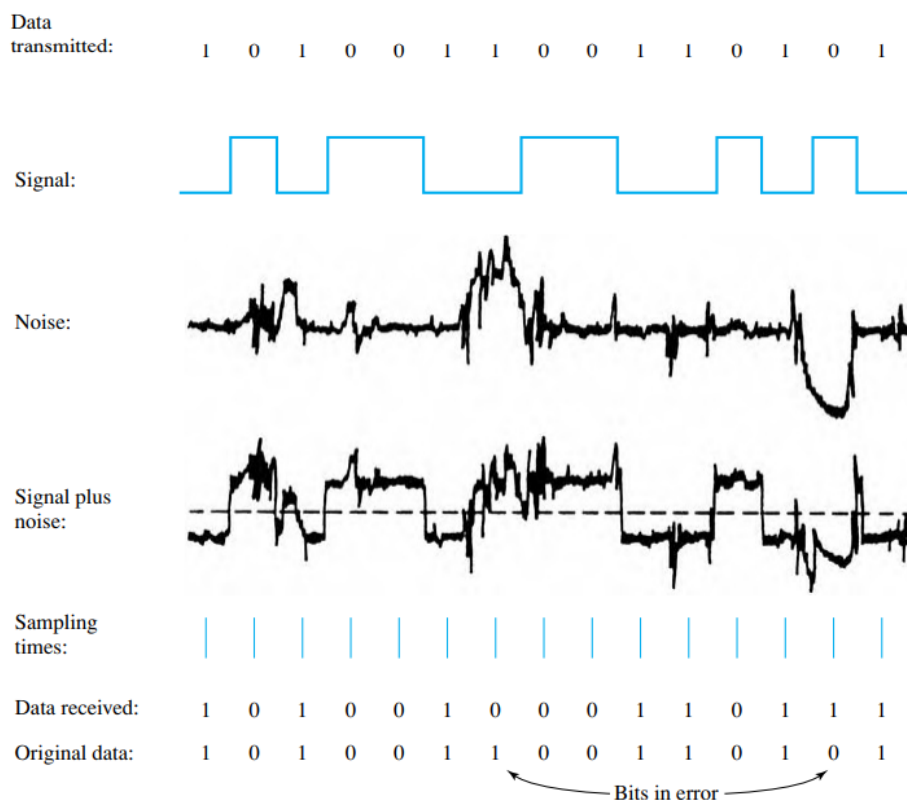


Figura 5. Efecto del ruido en una señal digital. Tomado de *Data and computer communications* por William Stallings, 2006.

Hay dos teoremas que establecen límites para la capacidad de un canal, los cuales son Nyquist Shannon.

Según Nyquist una señal que pasa por un filtro pasa-bajas con un ancho de banda determinado, la señal se puede reconstruir si se toman exactamente 2 muestras por segundo y no hace falta más de dos veces porque los componentes de mayor frecuencia ya se habrán filtrado, suponiendo que la señal consiste en V niveles discretos la ecuación de Nyquist es la siguiente:

$$\text{Tasa de datos máxima} = 2B * \log_2 V \text{ bits/seg}$$

Siendo B el ancho de banda y V el número de niveles de voltaje distintos, esto es para los canales sin ruido, un ejemplo de esto es el siguiente: “un canal sin ruido de 3kHz no puede transmitir señales binarias (de dos niveles) a una velocidad mayor de 6000 bps”(Tanenbaum, 2003, p. 81).

El ruido que hace presencia en los canales se les llama SNR(Relación Señal a Ruido, Signal to noise ratio), para calcular la cantidad de ruido se basa en la relación potencia de la señal y la potencia del ruido, quedando de la forma S/N , un ejemplo de relación S/N de 10 que es igual a 10 dB(decibeles) y 100 es igual a 20dB. Según Shannon la capacidad máxima de un canal ruidoso es de la forma:

$$\text{Número máximo de bits/seg} = B \log_2(1 + S/N)$$

Donde B es el ancho de banda y S/N es la relación señal a ruido, indicando las mejores capacidades que puede tener un canal real.

La capacidad del canal es la cantidad máxima de información que puede ser transmitida a través de un canal de comunicación en un tiempo determinado sin perder información ni calidad de señal, es decir, sin errores de transmisión. Este concepto es fundamental al diseñar un sistema de comunicación y se ve afectado por varios factores, incluyendo el ancho de banda, la relación señal-ruido (SNR), la frecuencia y la modulación o codificación utilizada para transmitir las señales.

El teorema de Nyquist establece que la capacidad máxima de un canal está determinada por el ancho de banda y la cantidad de niveles de señal que se pueden transmitir. Cuanto mayor sea el ancho de banda y la cantidad de niveles de señal, mayor será la capacidad del canal. Matemáticamente, la tasa máxima de transmisión de información de un canal sin ruido y con ancho de banda limitado se define como el doble del ancho de banda multiplicado por el logaritmo en base 2 del número de niveles de señal distintos que se pueden transmitir.

El teorema de Shannon establece que la capacidad máxima del canal está determinada por la relación señal-ruido (SNR) del canal. Cuanto mayor sea la relación señal-ruido, mayor será la capacidad del canal. Esta capacidad máxima se puede alcanzar mediante la modulación o codificación adecuada de la información.

Es importante tener en cuenta que la capacidad del canal no es un límite absoluto debido a que siempre habrá un nivel de ruido e interferencia presente en el canal. Sin embargo, es esencial tener en cuenta el cálculo de la capacidad del canal al diseñar una red de comunicación y sistemas de comunicación confiables.

LAN & WAN

Teniendo entendido los factores básicos y elementales para entender cómo funciona la información y su transmisión (de manera teórica) podemos empezar a hablar sobre redes de comunicación y cómo cada uno de los conceptos anteriormente mencionados se ven reflejados en estas redes.

Las redes de las que más se suele escuchar información es sobre LAN y WAN, pero ¿qué son?

LAN es un acrónimo para referirse a “Local Area Network”, que traducido al español significa “Área de Red Local”, es decir, una red de comunicación que se maneja a baja escala y como su nombre lo indica en un área local, y entendemos por ‘local’ a lugares de las dimensiones de, por ejemplo, un edificio u oficina. En las redes LAN, se suelen conectar las computadoras y los demás dispositivos de red a través de un medio de transmisión compartido como lo puede ser un cable Ethernet o una conexión inalámbrica, además de utilizar

protocolos de comunicación específicos para poder compartir recursos y comunicar los dispositivos de manera efectiva. Su uso es principalmente para compartir recursos como lo son archivos, impresoras y conexiones.

Por otro lado, tenemos la red WAN, y de igual manera es un acrónimo en inglés que significa “Wide Area Network”, que en español podemos interpretarlo como “Red de Área Amplia”, en este tipo de red ampliamos el alcance de la red si lo comparamos con las redes LAN. La red WAN suele ser utilizada para conectar un área geográfica amplia, como un país, más sin embargo puede ser incluso utilizado para crear una red a nivel global. Las WAN suele abarcar un área tan grande gracias a que esta red conecta redes LAN entre sí, para permitir su comunicación. Su fin es conectar dispositivos a través de largas distancias y suelen ser basadas en líneas telefónicas, fibra óptica o satélites para la transmisión de datos a larga distancia. De igual manera que las LAN se utilizan protocolos específicos para compartir recursos y comunicar dispositivos.

LAN y WAN son diferentes redes de comunicación para la transferencia de datos. Sin embargo, estos no son los únicos que existen, es por esto que vamos a abordar más detalladamente a algunas de estas redes.

En primer lugar, encontramos las redes PAN (Personal Area Network) o redes de área personal las cuales “permiten a los dispositivos comunicarse dentro del rango de una persona”. (Tanenbaum & Wetherall, 2012)

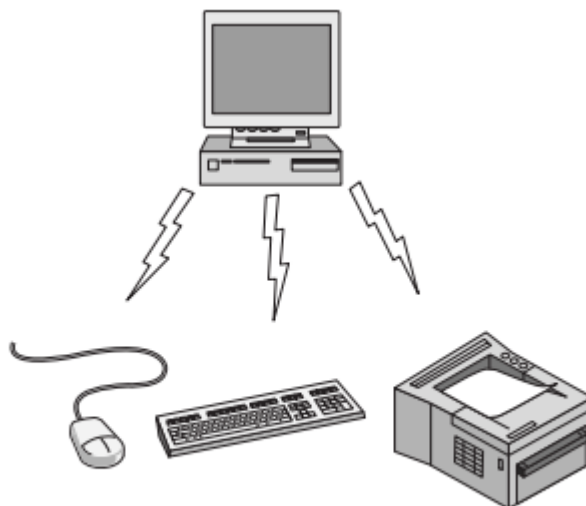


Figura 1-7. Configuración de red PAN con Bluetooth.

Figura 6. Red PAN. Tomado de *Redes de computadoras* (p.16), por Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J, 2012

La imagen presentada arriba nos permite evidenciar el uso de las redes de área personal para la comunicación de dispositivos personales como pueden ser teclados inalámbricos, impresoras, teléfonos y esto mediante bluetooth.

En segundo lugar, retomamos las redes LAN (Local Area Networks) o redes de área local y también a las redes WLAN (Wireless Local Area Network) o redes de área local inalámbricas según Tanenbaum and Wetherall (2012) son de propiedad privada y operan en un edificio, es decir como una casa, oficina o fábrica y son utilizadas para conectar computadoras y compartir recursos e intercambiar información.

Este tipo de red es muy popular por eso encontramos hoy en día principalmente la red WLAN que es inalámbrica y es la que podríamos decir que está reemplazando a las LAN. Sin embargo, no debemos creer que las redes LAN ya no se usan porque estaríamos cometiendo un error ya que estas siguen siendo muy utilizadas en el sector empresarial. De tal modo, que a la hora de la transmisión de datos son muchos mejores ya que “en comparación con las redes inalámbricas, las redes LAN alámbricas son mucho mejores en cuanto al rendimiento, ya que es más fácil enviar señales a través de un cable o fibra que por el aire” (Tanenbaum & Wetherall, 2012).

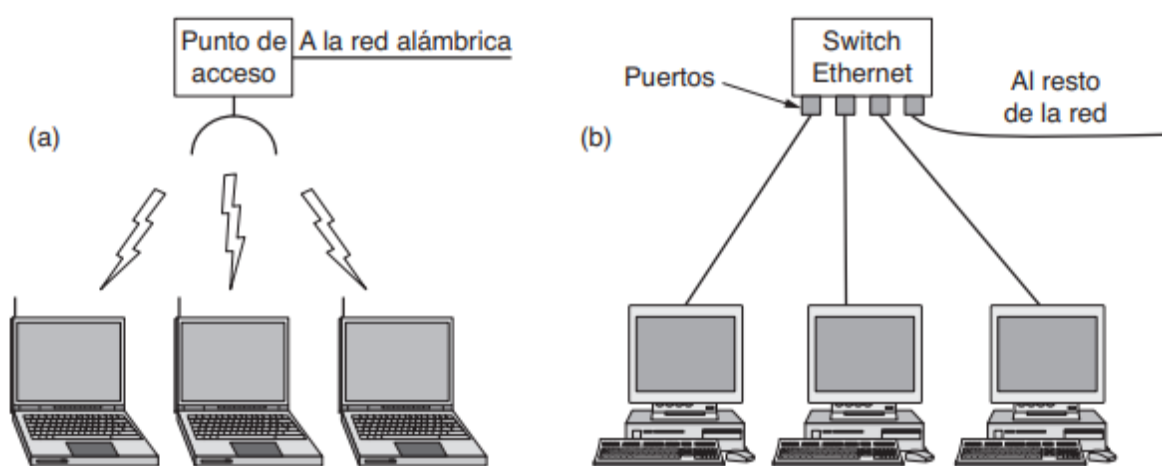


Figura 1-8. Redes inalámbrica y alámbrica. (a) 802.11. (b) Ethernet conmutada.

Figura 7. Redes LAN y WLAN. Tomado de *Redes de computadoras* (p.17), por Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J, 2012

En tercer lugar, están las redes MAN (Metropolitan Area Network) o red de área metropolitana, las cuales son redes que pueden operar en toda una ciudad. “El ejemplo más popular de una MAN es el de las redes de televisión por cable disponibles en muchas

ciudades” (Tanenbaum & Wetherall, 2012). Este ejemplo que nos ofrecen los autores nos da una visión clara de este tipo de red, demostrando desde un ejemplo de la cotidianidad lo que es una red MAN, como es el sistema de televisión de cualquier ciudad. A continuación, encontraremos una ilustración de este ejemplo.

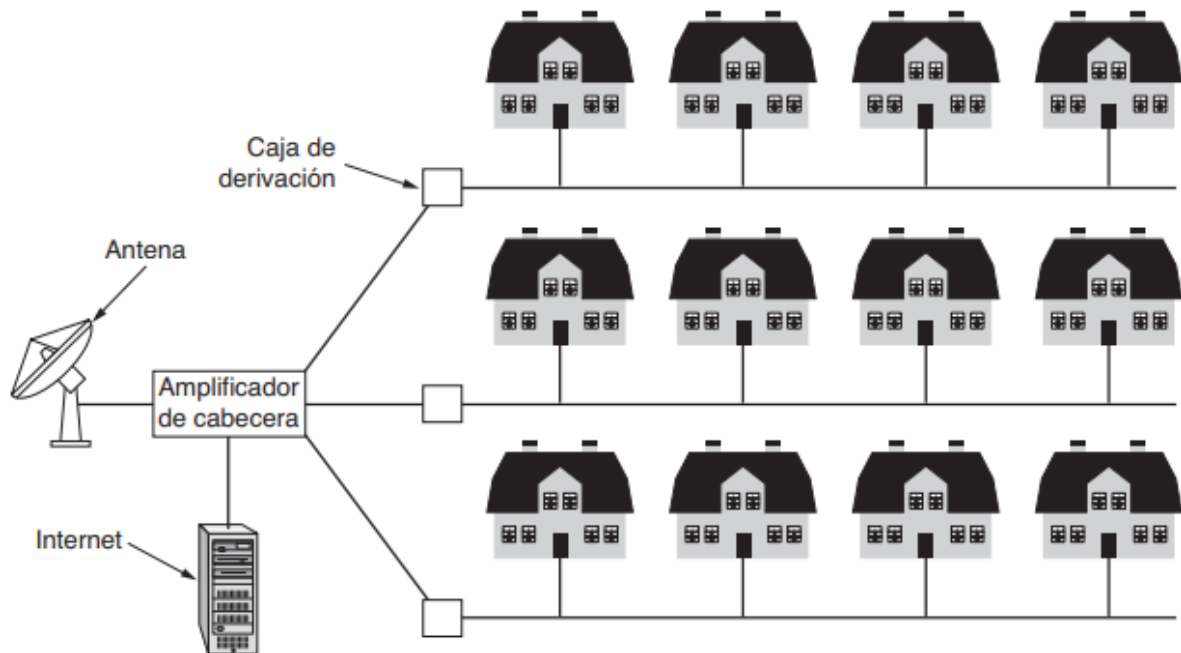


Figura 1-9. Una red de área metropolitana basada en la TV por cable.

Figura 8. Red MAN. Tomado de *Redes de computadoras* (p.21), por Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J, 2012

En cuarto lugar, retomamos las redes WAN (Wide Area Network) o red de área amplia, este tipo de red se caracteriza principalmente porque “abarca una extensa área geográfica, por lo general un país o continente” (Tanenbaum & Wetherall, 2012).

Este tipo de red como lo menciona el autor ocupa una gran extensión geográfica, pero también de acuerdo a Tanenbaum and Wetherall (2012), las redes WAN tienen un parecido a las redes LAN, de tal manera que sería una red LAN pero con un extenso cableado, y componentes que los autores denominan host y subred.

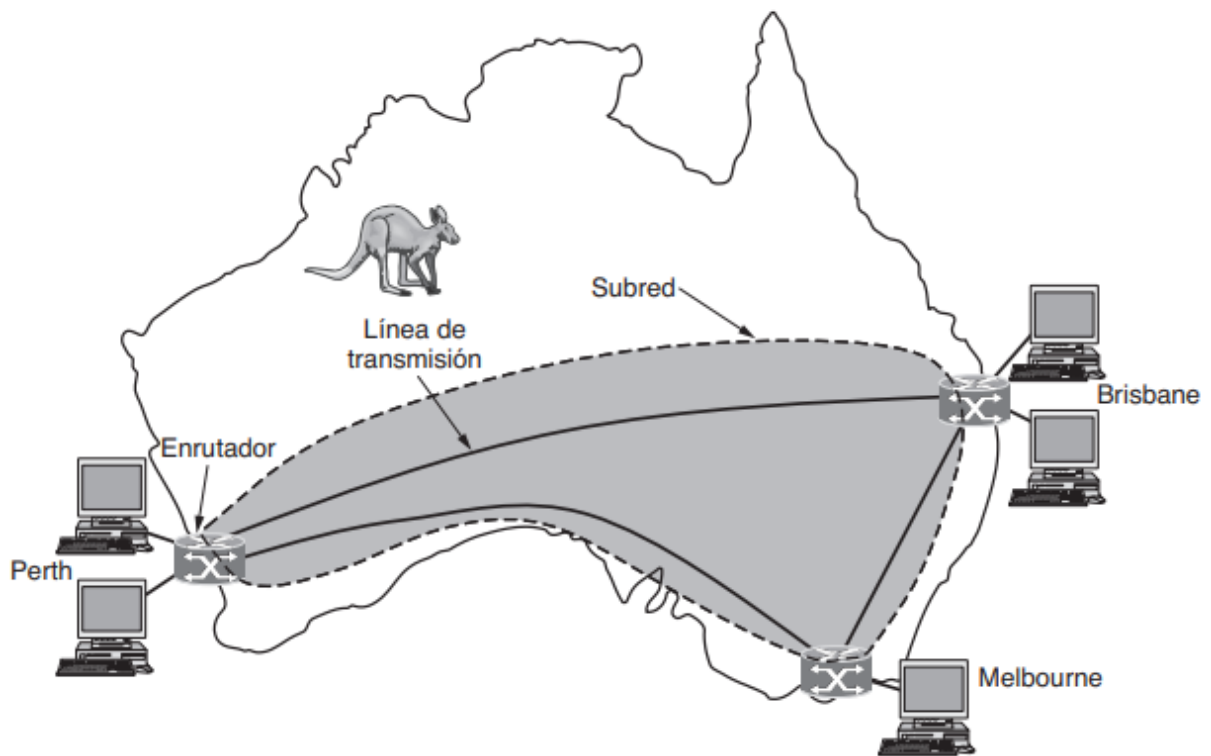


Figura 1-10. Una WAN que conecta tres sucursales en Australia.

Figura 9. Red WAN. Tomado de *Redes de computadoras* (p.21), por Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J, 2012

En quinto lugar, encontramos las redes VPN (Virtual Private Network) o red privada virtual, este tipo de red según Tanenbaum and Wetherall (2012) ofrecen ventajas como la flexibilidad en la reutilización de una conexión a internet. Sin embargo, también tiene la desventaja de carecer de un control total. Se recomienda que para el uso de este tipo de red se tenga un buen servicio de internet contratado.

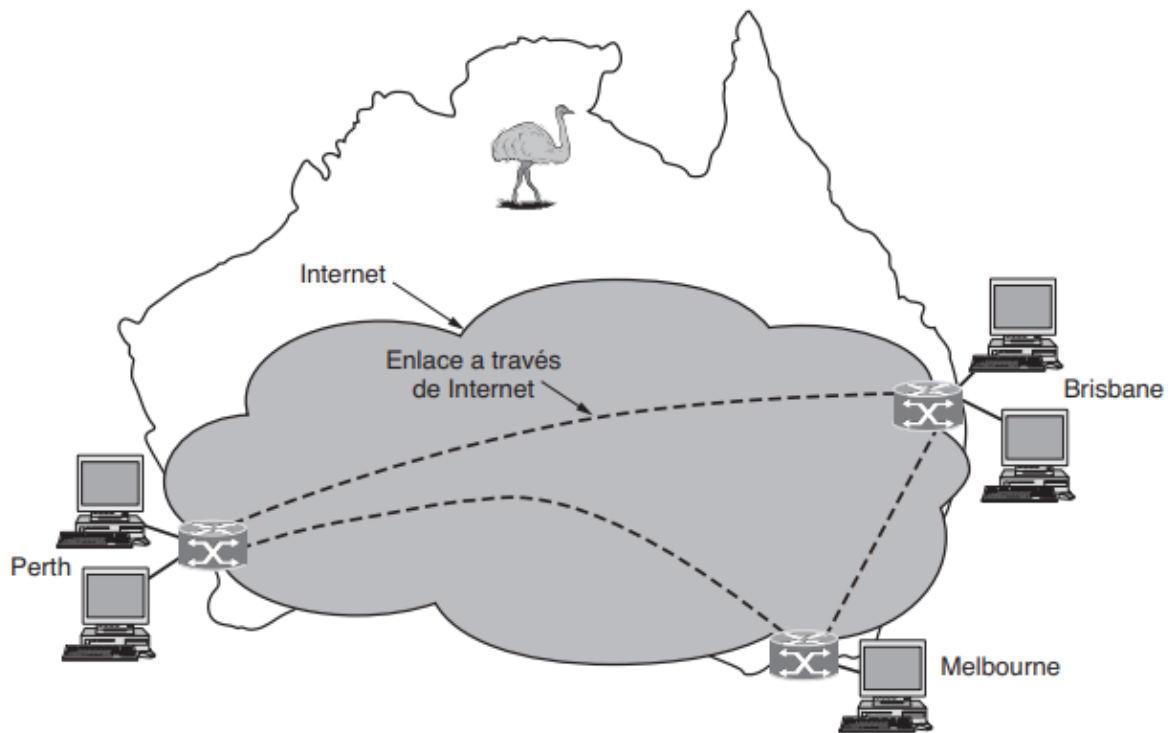


Figura 1-11. Una WAN que utiliza una red privada virtual.

Figura 10. Red WAN que utiliza una red VPN. Tomado de *Redes de computadoras* (p.21), por Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J, 2012

De acuerdo con los diferentes tipos de redes, a continuación, se mostrará un ejemplo del área en la que puede actuar cada uno de estos tipos de redes.

Distancia entre procesadores	Procesadores ubicados en el (la) mismo(a)	Ejemplo
1 m	Metro cuadrado	Red de área personal
10 m	Cuarto	
100 m	Edificio	
1 km	Campus	
10 km	Ciudad	Red de área metropolitana
100 km	País	Red de área amplia
1000 km	Continente	
10000 km	Planeta	Internet

Figura 1-6. Clasificación de los procesadores interconectados con base en la escala.

Figura 11. Rangos de operación de los tipos de redes. Tomado de *Redes de computadoras* (p.16), por Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J, 2012

Otro tipo de red que suele utilizarse con frecuencia es la red CAN que hace referencia a “Campus Area Network” que al español podemos interpretarlo como “Área de red para Campus”, es decir, una red de área empleada para conectar un campus universitario principalmente. Funciona de una manera más específica y a menor escala pero utilizando el método de redes WAN, conectando áreas de red LAN para poder utilizarlas a mayor escala, en este caso para cubrir un área de Campus, universitale, complejo de edificios e incluso una instalación industrial.

Aunque el trabajo esté enfocado a las redes de comunicación entre dispositivos como computadoras, existen redes que están enfocadas al sector empresarial, redes como lo pueden ser las redes SAN, acrónimo de “Storage Area Network” que al español significa “Red de área de almacenamiento”, y como su nombre lo indica explícitamente es una red que busca conectar redes de almacenamiento para proporcionar acceso a datos a través de una conexión entre servidores y dispositivos de almacenamiento. Estos dispositivos de almacenamiento pueden ser discos duros o unidades de cintas que se conectan directamente a la red y comparten la información entre varios servidores. Una de las principales ventajas de las redes SAN son la escalabilidad y accesibilidad de los datos, a la vez que se centraliza la información permitiendo que se gestione la información de manera más sencilla.

E1/T1

Teniendo presente qué son las redes, qué tipos existen y cómo funcionan, debemos definir algo igual de importante para estas, y son los estándares de transmisión de señales digitales (señales de voz y datos) a través de las redes de comunicación. Estos estándares se dividen en dos, por un lado, tenemos el estándar europeo, E1, es una línea digital de telecomunicaciones. Este estándar define la capacidad de transmisión digital de las señales a una velocidad de 2.048 megabits por segundo (Mbps) haciendo uso de un frame de 32 bytes, cada uno de estos con 8 bits de datos y otros 8 bits de información de control. Por otro lado, contamos con un estándar estadounidense, el T1, define la capacidad de transmisión digital de señales a una velocidad de 1.544 Megabits por segundo, con un frame de 24 Bytes, cada uno de estos con 8 bits de datos y 1 bit de información de control.

T1 o Transport 1 y E1 o Europa 1 son dos estándares de transmisión de datos, a continuación, vas a abordar cada uno de estos dos estándares.

Según Tanenbaum y Wetherall (2011), el estándar T1 se refiere a un estándar digital utilizado comúnmente en los Estados Unidos y Japón para transportar señales de voz y datos. El estándar T1 utiliza la tecnología de multiplexación por división de tiempo (TDM) para transmitir múltiples señales simultáneamente, y proporciona una velocidad de datos de 1.544 Mbps y posee 24 canales de voz de 64 Kbps cada uno. Este estándar se utiliza comúnmente en sistemas de telecomunicaciones de larga distancia y es una de las líneas digitales más antiguas y ampliamente utilizadas en América del Norte y Japón.

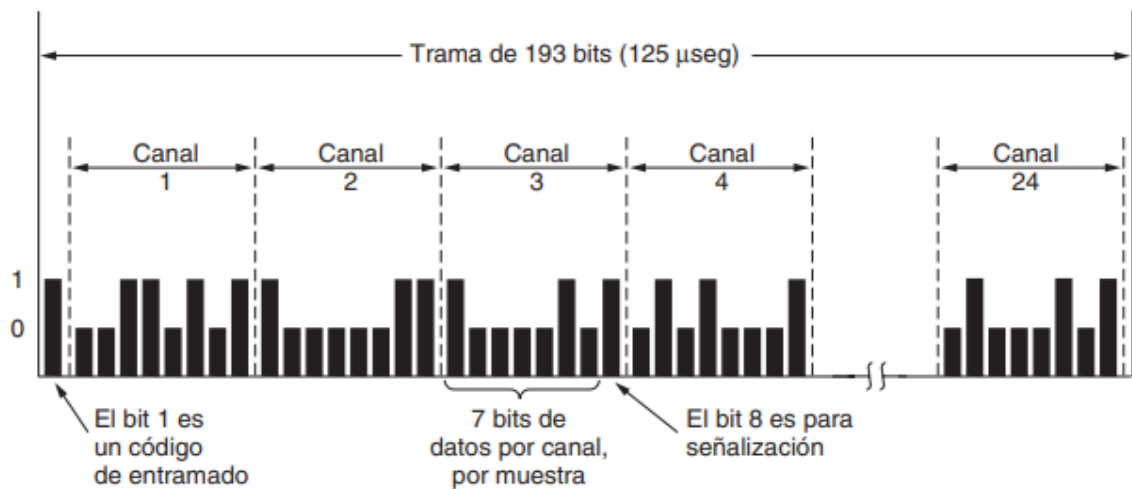


Figura 2-37. La portadora T1 (1.544 Mbps).

Figura 12. Estándar T1. Tomado de *Redes de computadoras* (p.133), por Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J., 2012

Según Tanenbaum y Wetherall (2011), el estándar E1 se refiere a una línea digital utilizada comúnmente en Europa y otras partes del mundo para transportar señales de voz y datos. El estándar puede transmitir múltiples señales simultáneamente, y proporciona una velocidad de datos de 2.048 Mbps. Este utiliza una estructura de trama compuesta por 32 canales de voz de 64 Kbps cada uno. Este estándar se utiliza comúnmente en sistemas de telecomunicaciones de larga distancia y es una de las líneas digitales más antiguas y ampliamente utilizadas en Europa y otros lugares del mundo.

Bibliografía

- Peterson, L. L., & Davie, B. S. (2011). Computer networks: A systems approach (5th ed.). Morgan Kaufmann Publishers.
- Forouzan, B. A., & Sophia Chung Fegan. (2007). *Data communications and networking*. McGraw-Hill Higher Education, C.
- Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2012). *Redes de computadoras*. Pearson Educación.
- Stallings, W. (2007). *Data and computer communications*. Pearson/Prentice Hall.
- Zhou, W., & Jia, W. (2013). High speed networks study guide. Springer.