Redes y comunicaciones

Jeroni Vivó i Plans

PID_00153115

UOC
Universitat Oberta de Catalunya
www.uoc.edu

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño general y la cubierta, puede ser copiada, reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma, ni por ningún medio, sea éste eléctrico, químico, mecánico, óptico, grabación, fotocopia, o cualquier otro, sin la previa autorización escrita de los titulares del copyright.

Índice

Objetivos 5

1. Sistema de telecomunicación 7
1.1. Comunicación y sistema de telecomunicación 8
1.1.1. Elementos de la comunicación 9
1.1.2. Elementos en un sistema de telecomunicación 10
1.2. La señal en un sistema de telecomunicación 11
1.2.1. Tipos de señal 11
1.3. El ruido en un sistema de telecomunicación 13
1.3.1. Fuentes de ruido 13
1.4. Procesamiento de la señal 14
1.4.1. Digitalización de la señal 15
1.4.2. Codificación 21
1.4.3. Modulación 22
1.4.4. Demodulación 25
1.4.5. Cifrado y encriptación 25
1.4.6. Compresión 26
1.5. Relación señal-ruido 29
1.5.1. Relación señal-ruido en un sistema de telecomunicación analógico 29
1.5.2. Relación señal-ruido en un sistema de telecomunicación digital 29
1.5.3. Resistencia al ruido 30
1.6. Transmisión de una señal de radio AM/FM 33

2. Red de telecomunicación o informática 35
2.1. Red de telecomunicación o informática. Concepto 35
2.1.1. Elementos de una red informática 36
2.2. El modelo OSI 37
2.2.1. Encapsulación 38
2.3. Tipología de una red 40
2.4. Topología de redes 41
2.4.1. Cableado en estrella 42
2.4.2. Cableado en anillo 43
2.4.3. Cableado en bus 44
2.4.4. Otras topologías 44
2.4.5. Topología física y topología lógica 46
2.4.6. Cableado estructurado 47
2.5. Protocolos de acceso a la red 48
2.5.1. CSMA/CD (*carrier sense multiple access/collision detection*) 49

2.5.2. Anillo de testigo (*token ring*) 50
2.5.3. Bus de testigo (*token bus*) 50
2.6. Redes sin hilos o WIFI 51
2.7. Valores añadidos de la Red en el hogar doméstico 55

3. Internet e intranet..... 59
3.1. Internet 59
3.1.1. ¿Qué es Internet? 60
3.1.2. Los orígenes de Internet 60
3.1.3. Protocolo TCP/IP 61
3.1.4. Aplicaciones y servicios 64
3.1.5. Aplicaciones web 65
3.1.6. Servicios web 69
3.2. Intranet y extranet 70
3.2.1. Intranet 70
3.2.2. Extranet 71

4. Dimensionado de redes..... 72
4.1. Dimensionado 72
4.1.1. Ancho de banda 73
4.2. Servicios comerciales de transporte de datos 76

Ejercicios de autoevaluación..... 79

Solucionario..... 84

Bibliografía..... 88

Objetivos

Los **objetivos generales** que el estudiante puede alcanzar son los siguientes:

1. Conocer el esquema general de un sistema de telecomunicación.
2. Conocer el concepto de red, sus tipologías y funcionamiento, y sus implicaciones prácticas.
3. Conocer los fundamentos técnicos de la red Internet y de las aplicaciones web.
4. Identificar los rasgos fundamentales de un sistema de telecomunicación o una red, ante situaciones prácticas de contratación de servicios o adquisición de productos relacionados.

Estos objetivos generales se desglosan en los **objetivos específicos** siguientes:

1. Entender el concepto de sistema de telecomunicación y sus elementos.
2. Entender el proceso de digitalización y su conveniencia.
3. Entender la amenaza que representa el ruido para la telecomunicación y la necesidad del procesamiento de señal.
4. Ejemplarizar el funcionamiento de un sistema de telecomunicación.
5. Definir red de telecomunicación o informática.
6. Entender al modelo OSI de capas de funcionamiento de una red.
7. Clasificar las redes según extensión, topología física.
8. Entender los protocolos de funcionamiento de la red.
9. Introducir las redes sin hilos.
10. Definir la red Internet y conocer sus orígenes.
11. Conocer el protocolo de comunicación en Internet: TCP/IP.

12. Identificar servicios construidos sobre la red Internet y los respectivos protocolos.

13. Definir una aplicación web y describir su arquitectura básica.

14. Definir un servicio web y describir su arquitectura básica.

15. Definir intranet y extranet.

16. Entender la importancia del ancho de banda para el dimensionado adecuado de un sistema de telecomunicación.

17. Conocer a grandes rasgos los servicios comerciales de transportes de datos.

1. Sistema de telecomunicación

Aunque las telecomunicaciones son una ciencia mucho más antigua que la informática, desde su aparición las dos han ido de la mano. Todo sistema de telecomunicaciones posee un componente muy importante de software y a la vez todo ordenador necesita comunicarse con otros ordenadores para poder extraer todo su potencial.

Desde el punto de vista de la gestión de información, nos interesa conocer descriptivamente cómo funciona un sistema de telecomunicación para poder actuar con solvencia como responsable de un proyecto ante la necesidad de comunicar fuentes de información.

Si estas fuentes no están en soporte informático, se deben digitalizar, por lo que también es necesario conocer el proceso de la digitalización.

A lo largo de la unidad se realiza un recorrido por los elementos que integran una comunicación y se extrapola a un sistema de telecomunicación.

Se explica la diferencia entre un sistema analógico y uno digital y se evalúa cuál de los dos es mejor y por qué. Para hacerlo se parte de un sistema analógico y se ve cómo se puede convertir en digital, se explica cada paso del proceso hasta llegar a una señal puramente digital. El objetivo no es conocer al detalle el proceso de digitalización de una señal, sino entender la filosofía, el concepto de sistema digital y ver que las diferencias entre un sistema digital y uno analógico los hace incompatibles.

Se detallará un proceso de digitalización para entender bien qué hay tras la palabra *digital*. Es importante extraer el concepto, ya que aquí se detalla la digitalización de una señal pero el concepto es igual para una imagen, un documento de texto, etc.

Para evaluar la calidad de los dos sistemas, digital y analógico, se habla de ruido. El ruido delata las virtudes y los defectos de cada uno de los sistemas y podremos sacar nuestras propias conclusiones.

Finalmente, y a modo de resumen, aparece un ejemplo de un sistema de telecomunicación conocido por todos, la radio.

1.1. Comunicación y sistema de telecomunicación

Uno de los rasgos distintivos de la raza humana es su especial habilidad para comunicarse. A lo largo de la historia, esta habilidad se ha ido desarrollando para dar como fruto una rica variedad de formas de comunicación: la escritura, la comunicación gestual, la comunicación verbal con todas las diferentes lenguas y dialectos, etc.

Por muchos y variados motivos, el hombre tiene la necesidad de introducir elementos nuevos en la comunicación en situaciones en las que los interlocutores no se encuentran cara a cara, que sería la forma natural de la comunicación. Para poder seguir disfrutando de los beneficios de la comunicación sin necesidad de tener una interacción directa entre los diferentes interlocutores y superar, así, la no coincidencia en el espacio y/o tiempo de los interlocutores, aparecen los primeros sistemas de telecomunicación.

Los sistemas de telecomunicación son una evolución de lo que entendemos propiamente como comunicación. Veamos cómo definen comunicación algunos de los organismos más distinguidos.

La Real Academia de la Lengua Española define *comunicación* en una de sus múltiples acepciones como:

> "Transmisión de señales mediante un código común al emisor y al receptor".

El *Diccionari general de la llengua catalana* de Pompeu Fabra nos dice que por *comunicación* se entiende:

> "Proceso de interacción que se produce entre un emisor y un receptor, seres o sistema, que consiste en el paso de información del primero al segundo mediante un código que se transmite por medio de un canal".

La *Encyclopedia Britannica* nos da como definición de comunicación (*communication*):

> "The exchange of meanings between individuals through a common system of symbols" ('intercambio de significados entre individuos por medio de un sistema de símbolos conocido por ambos')".

Las mismas fuentes nos definen *telecomunicación* como:

> "Sistema de comunicación telegráfica, telefónica o radiotelegráfica y demás análogos".

> "Transmisión, emisión o recepción de informaciones de cualquier naturaleza por sistemas electromagnéticos".

> "Science and practice of transmitting information by electromagnetic means. A wide variety of information can be transferred through a telecommunications system, including voice and music, still-frame... ('ciencia y práctica de la transmisión de información por medios electromagnéticos. Una gran variedad de informaciones se pueden transferir por medio de los sistemas de telecomunicación, entre ellas la voz, la música, etc.)".

Tal como podemos comprobar, todos coinciden, con más o menos matices, en definir la telecomunicación en su manera más básica como transmisión de información o comunicación a distancia y matizan el medio. Hay quienes dicen *medios electromagnéticos*, otros especifican *telefonía*, *telegrafía*, etc.

Los primeros sistemas de comunicación a distancia los encontramos con los mensajeros, las famosas señales de humo de los indios, etc. ¿Podemos considerar estos sistemas como los primeros sistemas de telecomunicación? Por lo que hemos visto en las definiciones, no. La *Encyclopedia Britannica* nos deja claro que se deben utilizar métodos electromagnéticos para transmitir la información para poder considerar que estamos ante un sistema de telecomunicación, y la RAE directamente afirma que deben ser sistemas telegráficos, telefónicos, de radio o similares. Con esta restricción del abanico de posibilidades debemos avanzar mucho en la línea del tiempo para poder encontrar los primeros sistemas de telecomunicaciones. El telégrafo, las primeras emisiones de radio, los primeros teléfonos, etc. utilizan ya los principios del electromagnetismo desarrollados por Maxwell para transmitir la información.

James Clerk Maxwell

James Clerk Maxwell (1831-1879) consiguió expresar las leyes descubiertas por Coulomb, Faraday y Ampère en un conjunto de ecuaciones (ecuaciones de Maxwell) que relacionan matemáticamente las distribuciones de carga y de corriente con las fuerzas eléctricas y magnéticas que generan. Cualquier problema electromagnético se puede resolver utilizando las ecuaciones de Maxwell.

En la actualidad no nos sería nada difícil encontrar sistemas de telecomunicación a nuestro alrededor, probablemente el lector tiene en estos momentos bien cerca de él un teléfono móvil, un teléfono fijo, un ordenador conectado en red con otros ordenadores, con acceso a Internet, quizá una línea ADSL, y seguro que no muy lejos también, un televisor, una radio e, incluso, en el techo del edificio quizá haya una antena parabólica capaz de recoger eficazmente señales de algún satélite geoestacionario. Quizá incluso tiene un coche equipado con navegador, que conecta con el sistema GPS[1] para dar la posición o seguir una ruta concreta. Es evidente que los sistemas de telecomunicación se han convertido en compañeros cotidianos de todos nosotros y que incluso a muchos les resultaría difícil mantener su actividad profesional e incluso de ocio sin éstos.

Satélite geoestacionario

El satélite geoestacionario es un satélite con órbita geoestacionaria. La órbita geoestacionaria está a 36.000 km de la Tierra y tiene la virtud de que el satélite se mueve a la misma velocidad angular de rotación de la Tierra, de manera que desde la superficie de ésta parece que no se mueva de sitio.

(1)GPS: *global position system*; sistema formado por 24 satélites de órbita baja que nos dan con precisión la posición del receptor sobre la superficie terrestre.

Independientemente de la simplicidad o de la complejidad que tengan los sistemas de telecomunicación, para que la comunicación les sea posible a todos, podemos identificar unas partes comunes e independientes de la tecnología del sistema. Es decir, en todo sistema de telecomunicación podemos distinguir las partes esenciales de toda comunicación: emisor, medio, mensaje, código, receptor.

1.1.1. Elementos de la comunicación

Toda comunicación, sea de la naturaleza que sea, para que tenga éxito, debe incluir un emisor, un medio de transmisión, un mensaje para transmitir, un código conocido por los interlocutores y un receptor. El mensaje tiene que responder a un código conocido tanto por el transmisor como por el receptor.

- **Emisor**: es el que proporciona la información.

- **Medio**: es el vehículo por el cual viaja la información.

- **Mensaje**: es el total de la información que proporciona el emisor.

- **Código**: es el conjunto de reglas y normas que deben conocer tanto el emisor, como el receptor con el fin de poder tratar el mensaje.

- **Receptor**: es el que recibe la información.

1.1.2. Elementos en un sistema de telecomunicación

Todo sistema de telecomunicación, sea cual sea la tecnología utilizada, tiene como objetivo comunicar al emisor y al receptor; por lo tanto, debe contar con los mismos elementos que una comunicación (un emisor, un medio de transmisión, un mensaje para transmitir, un código conocido por los interlocutores y un receptor).

En el caso de un sistema de telecomunicación se introduce la particularidad de que la información se emitirá, viajará y se recibirá mediante sistemas electromagnéticos.

Es decir, ahora se pueden definir las partes añadiendo este matiz:

- **Emisor**: es el que proporciona la información modelada para ser transmitida en forma de impulsos electromagnéticos.

- **Medio**: es el vehículo por el cual viaja la información electromagnética.

- **Mensaje**: es el total de la información que proporciona el emisor. Dentro del sistema de telecomunicación el mensaje irá disfrazado de lo que llamaremos *señal*.

- **Código**: es el conjunto de reglas y normas que deben conocer tanto el emisor como el receptor con el fin de poder tratar el mensaje.

- **Receptor**: es el que recibe la información en forma de impulsos electromagnéticos.

La obsesión de todo sistema de telecomunicación es conservar, mimar, y tener el máximo de cuidado de la señal que viaja por el medio para que no se degrade y, de este modo, poder hacer llegar al receptor toda la información. La calidad de todo sistema de telecomunicación depende de la capacidad que tenga el receptor de reproducir la señal que le llega fielmente, de la forma en la que se ha emitido.

1.2. La señal en un sistema de telecomunicación

Como ya hemos apuntado en el apartado anterior, todos los elementos del sistema tienen como objetivo común mantener la información veraz. La información viaja, es el pasajero de la señal, el objetivo común es hacer llegar al receptor una señal idéntica a la que se ha emitido al emisor. La señal sólo llegará idéntica en casos ideales, en los casos reales siempre habrá alguna variación respecto a la señal emitida. El sistema puede permitir que la señal cambie formalmente, pero es necesario que el viajero de la señal, el mensaje, sea igual o al menos mantenga su significado idéntico a como se ha emitido.

En función de la tecnología del sistema de telecomunicación, la señal se presentará en forma de ondas de radio, luz, señales eléctricas, etc. El factor común de todos es que físicamente tienen una base electromagnética.

Para el curso, no nos interesan las bases electromagnéticas de la señal ni tampoco queremos realizar un modelo matemático que explique el comportamiento y las propiedades, en cambio sí que conviene saber qué tipos de señal se pueden tener.

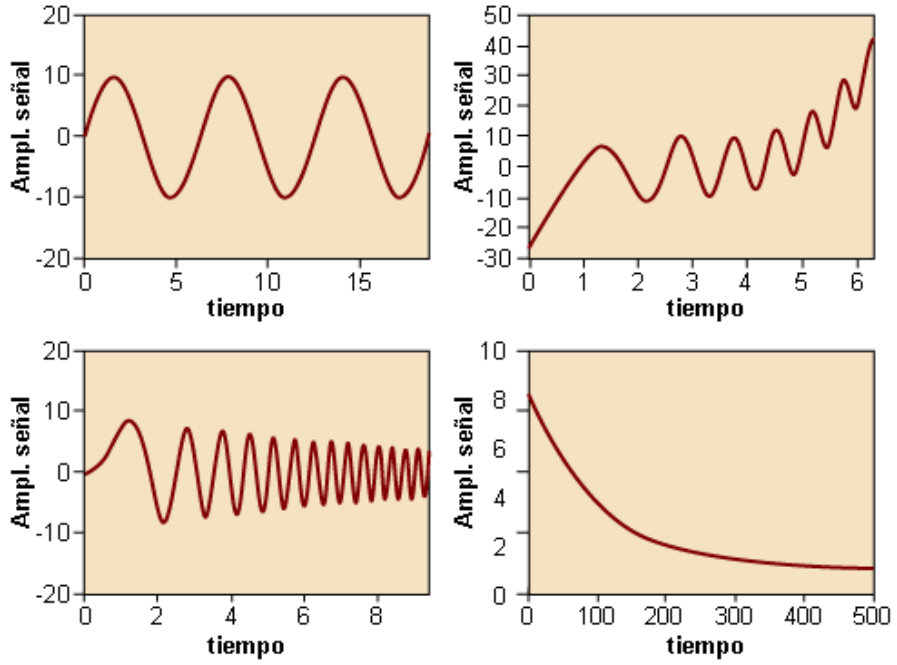
1.2.1. Tipos de señal

Se puede tipificar la señal basándose en muchos criterios, pero a nosotros sólo nos interesa tener clara la diferencia entre una señal analógica y una señal digital. Esta diferencia condiciona todo el sistema, ya que los sistemas analógicos son absolutamente incompatibles con los sistemas digitales y viceversa.

Señal analógica

Por definición, una señal analógica es toda señal continua en el tiempo.

Para poder ver más claro el concepto que la pura definición, nos será muy útil representar señales gráficamente en unos ejes cartesianos donde el eje de ordenadas sea la intensidad de la señal y el eje de abscisas sea el tiempo.



Ejemplos de señales analógicas.

Como podemos ver en los gráficos anteriores, todas las señales son continuas a lo largo del tiempo, no hay ninguna interrupción de la señal.

Nota

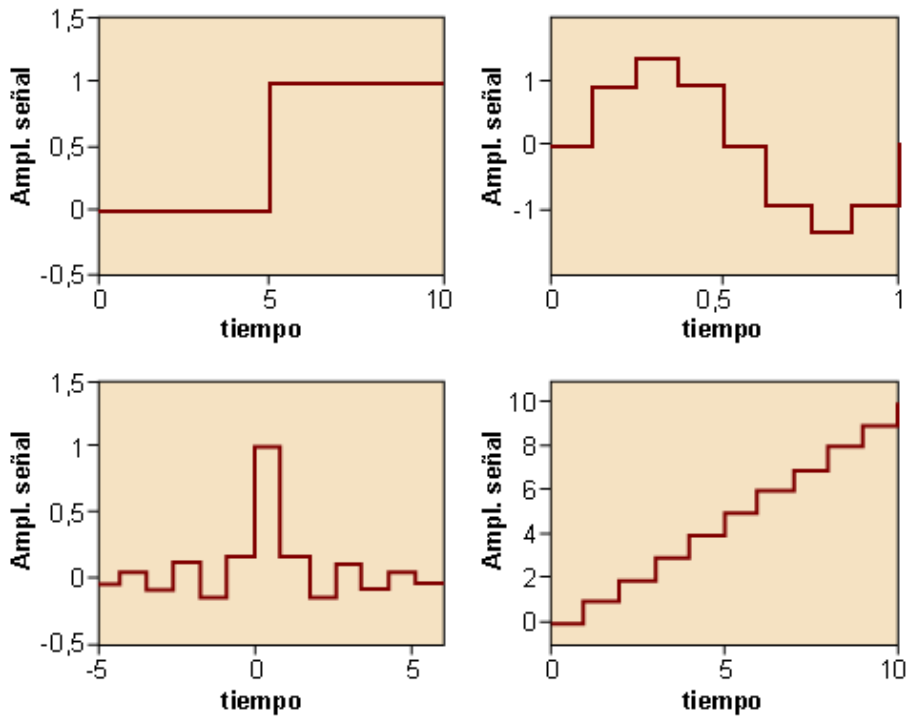
En la naturaleza todas las señales son analógicas.

Señal digital

En contraposición a la señal analógica, la señal digital se define como aquella señal que es discreta en el tiempo.

Una señal digital no puede tener continuidad en el tiempo, de manera que una señal nunca podrá ser analógica y digital a la vez.

Igual que en el caso de la señal analógica, su representación gráfica nos ayudará a entender el concepto.



Ejemplos de señales digitales.

Como se puede ver en los gráficos anteriores, las señales de ejemplo no son continuas en el tiempo, van dando saltos. Este cambio repentino de un valor a otro es el que no puede hacer nunca una señal analógica.

En la naturaleza no hay señales digitales, todo son señales analógicas. Aunque mediante generadores de señales podemos conseguir peldaños muy similares a los de las gráficas, el salto nunca tendrá una pendiente vertical como en las gráficas.

Función no derivable

Matemáticamente se dice que la función no es derivable en los puntos donde se producen las discontinuidades, los saltos.

1.3. El ruido en un sistema de telecomunicación

Dentro de un sistema de telecomunicación entendemos como ruido toda aquella señal indeseada que perturba la señal que contiene la información, independientemente de su naturaleza.

1.3.1. Fuentes de ruido

El origen de las fuentes de ruidos puede ser muy variado y no nos preocupa porque a menudo no podemos hacer nada sobre la fuente, lo que nos preocupa son sus efectos sobre la señal de información y es necesario que el sistema se proteja contra estos efectos.

Hay ruido de origen **natural**, de origen **humano** y de origen **cósmico**. Para el sistema, el origen no es importante porque los efectos siempre son los mismos, degradar la señal. Son fuentes de ruido:

- **La temperatura**: un cable, únicamente por tener una temperatura determinada, hace que su estructura atómica radie pequeñas cantidades de energía que se pueden superponer a la señal de información. Cuanto más alta sea la temperatura, más radiación existe y más nocivos resultan los efectos.

- **Cualquier otra emisión deradiofrecuencia**: se pueden superponer a la emisión de la señal de información. Que los efectos sean o no nocivos dependerá de si las dos señales comparten alguna frecuencia (si los espectros se encabalgan).

- **El sol**: una antena orientada al sol provoca que aparte de la señal de información reciba una gran radiación de otras señales que evitan que sea capaz de discriminar correctamente la señal de información. Igual que le sucede al ojo humano, que se deslumbra al mirar el sol y no ve bien (desde el punto de vista que nos ocupa, se puede decir que el ojo humano es una antena excelente que tiene por ancho de banda las frecuencias que hay en el espectro visible de la luz).

- **Campos magnéticos**, tanto de origen natural como los causados por la actividad humana, tales como las líneas de alta tensión, motores eléctricos, etc., también pueden afectar a la señal de información.

La calidad del sistema, si tomamos como referencia el ruido, nos la proporciona la relación señal-ruido. Se estudiará la relación señal-ruido después del apartado de procesamiento de la señal, ya que así se tendrá un criterio mejor para determinar si una señal digital es más o menos resistente al ruido.

1.4. Procesamiento de la señal

Vemos que la señal es una entidad débil y atacada constantemente por el ruido, por lo tanto, es necesario que dotemos al sistema de formas para recuperar la salud, ya que de ello depende que la información llegue al receptor fiel como se la ha dado el emisor.

En un sistema se pueden instalar muchos elementos que ayuden a rehacer la señal si se ha degradado, pero esto siempre queda a criterio de quien diseñe y gestione el sistema. El primer paso, y el más importante, es proporcionar al sistema de telecomunicación una señal fuerte, capaz de luchar por sí misma contra todas las circunstancias que se encuentre en el camino. Por este motivo no sirve cualquier señal.

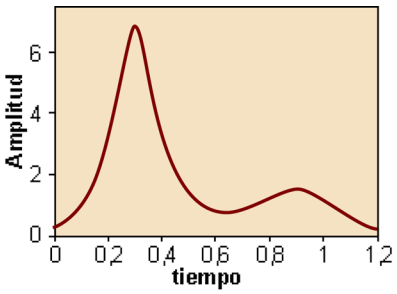
Hay señales que por naturaleza están mejor dotadas para ser usadas en un sistema de telecomunicaciones, son más resistentes al ruido. Es obligatorio que la señal que contiene la información tome una de estas formas sin que la información que viaja dentro de la señal se altere.

Será bueno manipular, transformar y adaptar el mensaje con la información hasta que tome la forma óptima para ser transmitida. Todas estas manipulaciones de la señal se conocen como *procesamiento de la señal*.

1.4.1. Digitalización de la señal

Como se puede comprobar a lo largo de esta unidad, por su propia naturaleza, una señal digital es más resistente al ruido que una señal analógica; por lo tanto, se recomienda utilizar sistemas de transmisión digital con el fin de contar con las máximas garantías de recibir correctamente la señal. Por otra parte, también debemos recordar que en la naturaleza todas las señales son analógicas y, en consecuencia, se debe hacer un primer procesamiento de la señal para convertirla en digital.

Para ilustrar el paso de analógica a digital (digitalización) partiremos de la señal siguiente, que a partir de ahora denominaremos *DEMO*:



Señal analógica. En el resto del capítulo nos referiremos a esta señal como DEMO (demostración).

Si la diferencia entre una señal digital y una analógica es su continuidad en el tiempo, para pasar de analógica a digital lo primero que se debe hacer es romper su continuidad en el tiempo. Este proceso se denomina *muestreo*.

Muestreo

Se trata de tomar muestras de la señal analógica. Estas muestras se deben tomar equidistantes unas de otras, es decir, hemos de tomar las muestras de la amplitud de la señal en intervalos de tiempos iguales. El tiempo entre muestras se denomina *período de muestreo* (T_m) o frecuencia de muestreo ($f_m = 1 / T_m$).

No se puede elegir un período de muestreo al azar, si lo hiciéramos correríamos el peligro de tomar pocas muestras (submuestreo) y no poder reproducir fielmente la señal en el receptor por falta de información. También nos podría ocurrir que tomáramos más muestras de la cuenta (sobremuestreo). En este ca-

so no habría problemas de fidelidad en la señal pero estaríamos transmitiendo más información de la necesaria y el sistema perdería eficiencia (ocuparíamos un ancho de banda innecesario).

¿Cómo se puede elegir un período de muestreo correcto? Sólo debemos respetar la ley de Nyquist. Esta ley nos advierte que:

> "La frecuencia de muestreo debe ser, como mínimo, dos veces el ancho de banda[2] de la señal, $F_m >= 2$ W".
>
> **Para saber más**
>
> Para disponer de más información sobre el ancho de banda, podéis consultar el apartado "Ancho de banda" de la unidad "Dimensionado de redes".

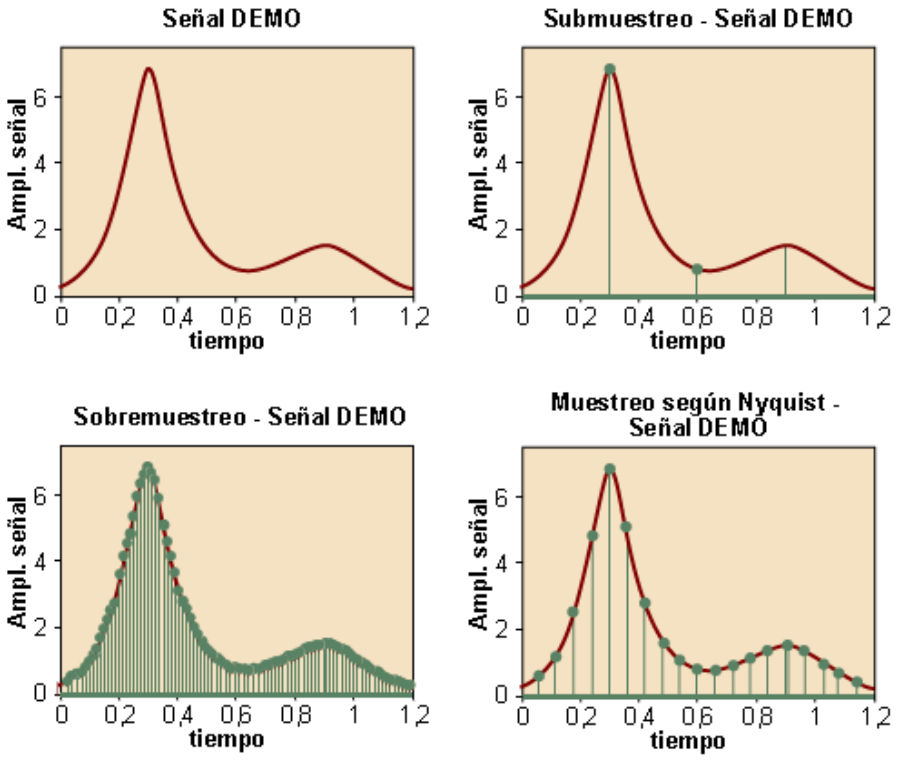
Ley de Nyquist

La desarrolló el físico e ingeniero eléctrico y de comunicaciones Harry Nyquist. Nació en Suecia el 7 de febrero de 1889 y murió en Texas el 4 de abril de 1976.

(2)Rango de frecuencias que ocupa la señal.

Esto nos dice que debemos tomar muestras con una frecuencia mínima dos veces superior a la frecuencia máxima de la señal.

Para asentar los conceptos anteriores nos pueden ayudar los gráficos siguientes, donde se ve el proceso de muestreo de una señal analógica presentada anteriormente (señal DEMO).



Muestreo de la señal DEMO.

En los gráficos anteriores se pueden ver tres casos de muestreo de la función DEMO.

Para saber cuál es el muestreo ideal, nos es necesario saber el ancho de banda o frecuencia máxima de la señal. Averiguar el ancho de banda de la señal requiere un análisis espectral con fuerte contenido matemático que está fuera de los objetivos del curso. De todas modos, supondremos que el ancho de banda de la señal es de 16,5 Hz.

Valor de ancho de banda supuesto

No es real para poder dibujar las muestras en los gráficos con claridad.

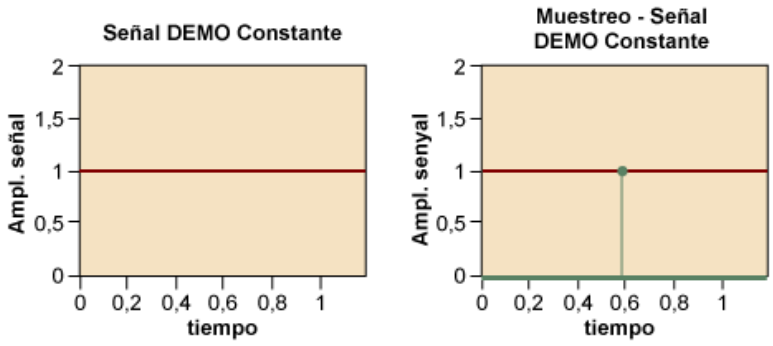
En la gráfica superior derecha tenemos un claro submuestreo. Independientemente de saber o no el ancho de banda, ya se puede intuir que con sólo estas cinco muestras nos será imposible reproducir fielmente la señal DEMO. El muestreo recoge cinco muestras, es decir, tomamos muestras cada 1,2/4 = 0,3 s, T_m = 0,3 s, f_m = 1/0,3 = 3,33 Hz ($f_m < f_{nyquist}$).

En la gráfica inferior izquierda tenemos un claro sobremuestreo. Independientemente de saber o no el ancho de banda, podemos intuir que estamos recogiendo un número exagerado de muestras, más de los estrictamente imprescindibles. El muestreo recoge 201 muestras, es decir, tomamos muestras cada 1,2/200 = 0,006 s, T_m = 0,005 s, f_m = 1/0,006 = 166,67 Hz ($f_m >> f_{nyquist}$).

En la gráfica inferior derecha tenemos el muestreo correcto según Nyquist. Sabiendo que el ancho de banda de la señal es de 16,5 Hz, debemos tomar muestras en un período no superior a 1/16,5 = 0,061 s. El muestreo se ha realizado con un período de 0,06 s, de modo que en el intervalo de tiempo de la gráfica se han recogido 21 muestras. Se toman muestras cada 1,2/20 = 0,06 s, T_m = 0,06 s, f_m = 1/0,06 = 16,67 Hz ($f_m > f_{nyquist}$).

Señal y frecuencia

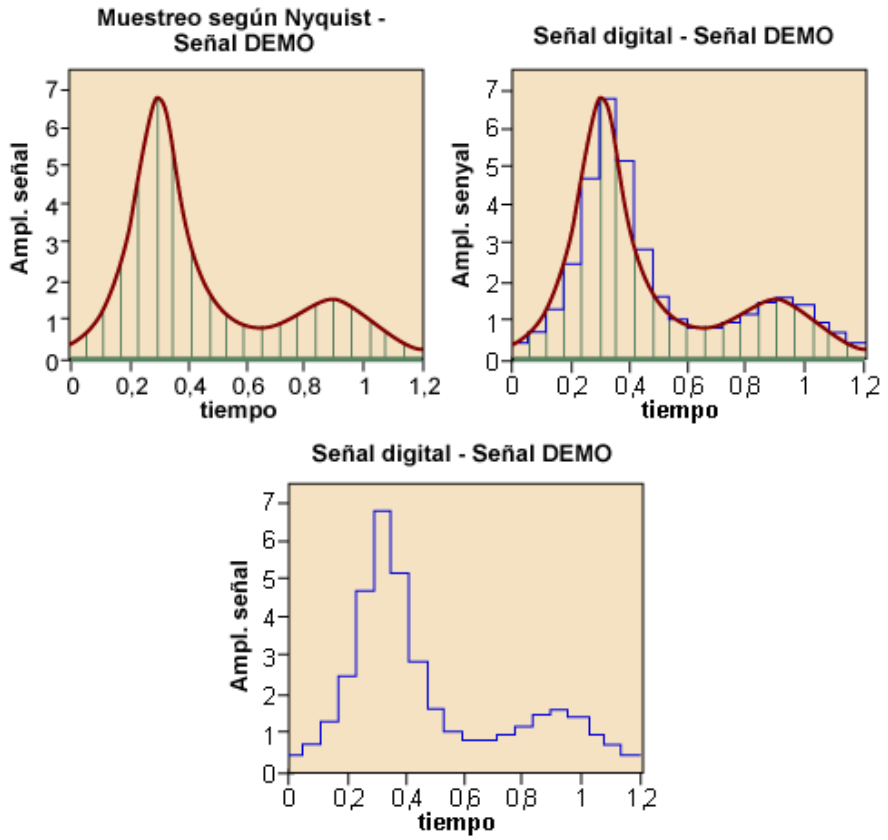
Como se puede intuir, cuanta menos variación tenga una señal, menos frecuencia máxima tiene y menos muestras es necesario tomar por unidad de tiempo. Llevando esto al límite, tenemos que una señal constante tiene frecuencia cero, de manera que tomando una sola muestra ya cumplimos el criterio de Nyquist.



Con la única muestra tomada en la gráfica de la derecha podemos reproducir exactamente la señal de la gráfica de la izquierda, ya que al contar con la amplitud constante sólo debemos saber, precisamente, el valor de la amplitud.

Cuantificación

Una vez realizado el muestreo, ya podemos crear la señal digital, aunque es una señal digital demasiado compleja para ser manipulada. La complejidad recae en el hecho de que si bien las muestras nos dan una señal discreta en el tiempo, el valor de cada muestra puede tomar un número infinito de valores. Nos gustaría acotar este número a unos pocos valores.



Señal digital obtenida de las muestras de la señal DEMO.

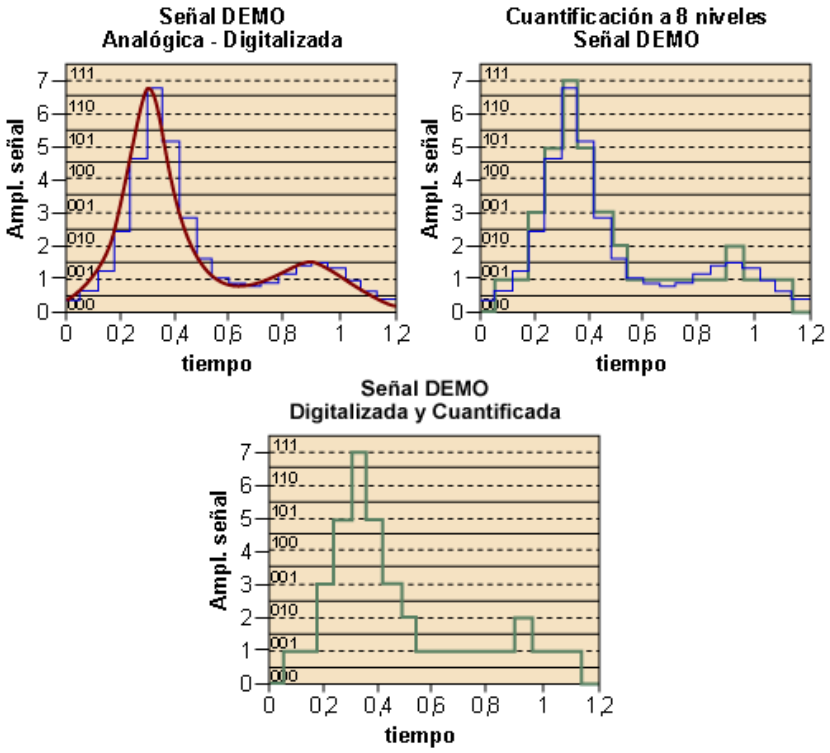
En la gráfica superior derecha vemos cómo a partir de las muestras creamos la señal digital. Veamos más claramente la señal digital en la gráfica inferior.

El objetivo es limitar la amplitud de cada peldaño de la señal digital, de manera que tome un número finito y conocido de valores. Para hacerlo habrá que decidir cuántos y qué valores permitimos que tome la señal. Una vez que sabemos estos valores, nos definimos unos umbrales de decisión con el fin de restringir cada muestra al valor permitido que más se le acerque.

Para nuestro ejemplo, permitiremos ocho valores: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7, de manera que los peldaños que estén por debajo de la amplitud 0,5, los consideraremos 0, a los peldaños con una amplitud entre 0,6 y 1,5 se les asigna el

valor 1, entre 1,6 y 2,5 se asigna valor 2, y así sucesivamente hasta transformar nuestra señal digital en otra señal digital pero ahora con su amplitud restringida a un número acotado de valores.

En los gráficos siguientes se ve el proceso de la cuantificación con detalle.



Cuantificación de las muestras obtenidas de la señal DEMO.

En la gráfica superior izquierda podemos ver la señal analógica y la señal digital fruto del muestreo. En la gráfica se han marcado con líneas discontinuas horizontales los únicos valores que queremos que tome la señal digital. Con líneas continuas se han marcado los umbrales de decisión para determinar si una muestra (peldaño de la señal digital) pertenece a un valor permitido u otro.

En la gráfica superior derecha está la clave para entender la cuantificación. Vemos la señal digital anterior (color azul) y la señal digital nueva (color verde), la que resulta de transformar la altura de cada peldaño a su correspondiente valor permitido.

Finalmente, en el gráfico inferior tenemos la señal digital cuantificada que ha resultado.

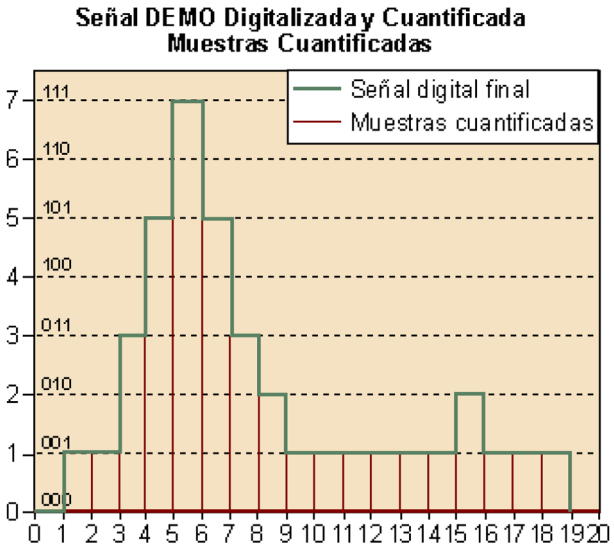
Desde el principio, lo que buscamos es transmitir la información de la señal DEMO en forma de unos y ceros. La respuesta final a esta intención la encontramos en los niveles de cuantificación. Tenemos 8 niveles de cuantificación

y en binario para representar el ocho necesitamos tres bits ($2^n = 8$, n = 3). Por ello, a la izquierda de cada gráfica, sobre cada una de las líneas discontinuas que marcan los niveles permitidos está escrito el valor del nivel en binario.

Tabla de conversación decimal-binario

Sist. decimal	Sist. binario
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

Por lo tanto, podemos escribir la señal como en el tren de bits siguiente:



Senyal DEMO digital.

Es decir, transmitir la señal DEMO equivale a transmitir el tren de bits siguiente que nos marca la segunda fila de la tabla anterior.

Tabla. Relación decimal-binaria de los niveles cuantificados

Muestra núm.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Valor en bits	000	001	001	011	101	111	101	011	010	001	001	001	001	001	001	010	001	001	001	000	000

Cuando cuantificamos, inevitablemente perdemos información (ya que cambiamos la altura de las muestras obtenidas de la señal original). ¡Esta pérdida será irrecuperable! El receptor nunca podrá saber cuál era la señal analógica

generada en el emisor con un 100% de precisión. Evidentemente, cuantos más niveles de cuantificación tengamos, menos severa será la pérdida de fidelidad. El precio que se debe pagar siempre es el ancho de banda, se han de transmitir más bits por segundo, más información.

La pérdida de esta fidelidad no debe alarmar, ya que, si bien el mensaje formalmente no es fiel al 100%, su significado sí que puede ser perfectamente inteligible. La telefonía es un ejemplo en este sentido; todos hemos comprobado que la voz de las personas cambia si la escuchamos vía telefónica, y eso no es ningún problema para que los interlocutores puedan entender sus mensajes.

1.4.2. Codificación

Una vez realizado el muestreo y la cuantificación, obtenemos una colección de bits (unos y ceros). Con el fin de hacer más eficiente la transmisión y enviar más información al mismo tiempo, se puede romper la colección y hacer grupos de 2, 3, 4 o n bits. De este modo se puede codificar cada grupo y enviar un único símbolo que represente al grupo.

Si hacemos grupos de 2 bits, tendremos 4 símbolos posibles: 00, 01, 10, 11. Si el grupo es de 3 bits, contamos con 8 símbolos posibles: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111. De manera general, para un grupo con n bits tenemos 2^n símbolos.

Obviamente, el receptor ha de ser capaz de distinguir entre 2^n símbolos con el fin de realizar el paso inverso correctamente.

Volviendo al ejemplo de la señal DEMO, supongamos que nuestro sistema digital es capaz de discriminar no sólo entre dos valores (unos y ceros), sino que es capaz de diferenciar 8 valores (A, B, C, D, E, F, G, H).

Si hacemos la asociación de los ocho valores con los ocho niveles con los que se ha cuantificado:

Tabla de conversión de bits a baudios (símbolos)

Valores binarios de la cuantificación	Símbolos para transmitir
000	A
001	B
010	C
011	D
100	E
101	F
110	G

Valores binarios de la cuantificación	Símbolos para transmitir
111	H

En este caso, el tren de símbolos que se debe transmitir sería:

Relación decimal-binario-baudis (símbolos) de los niveles cuantificados

Muestra núm.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Valor en bits	000	001	001	011	101	111	101	011	010	001	001	001	001	001	001	010	001	001	001	000	000
Símbolo transmitido	A	B	B	D	F	H	F	D	G	B	B	B	B	B	B	C	B	B	B	A	A

ABBDFHFDGBBBBBBCBBBAA

Como se puede ver, al codificar se envían menos datos pero el mismo mensaje. Por lo tanto, se gana en eficiencia del sistema. El precio que se paga es que los emisores y receptores son más complejos, más caros y la señal se hace menos resistente al ruido cuantos más niveles sean capaces de discriminar.

En general, cuanto mayor sea el número de símbolos, es más probable que el ruido acumulado en la señal consiga cambiar un símbolo por otro.

Cuando se emiten símbolos, se habla de baudios y, a menudo, la velocidad de transmisión se da con baudios por segundo (equivale a símbolos por segundo). Si cada baudio tiene tres bits, la velocidad en bits (bps) será tres veces la velocidad en baudios. Actualmente, ya casi ha desaparecido el uso del término baudios, ya que la dependencia que tiene con la codificación hace que no dé una idea real de la velocidad de la transmisión. La única unidad de magnitud que nos da la velocidad real de transmisión son los bits por segundo (bps).

1.4.3. Modulación

Modular la señal es uno de los pasos más importantes en la lucha contra el ruido; de la calidad de la modulación depende, en buena medida, la eficacia final del sistema.

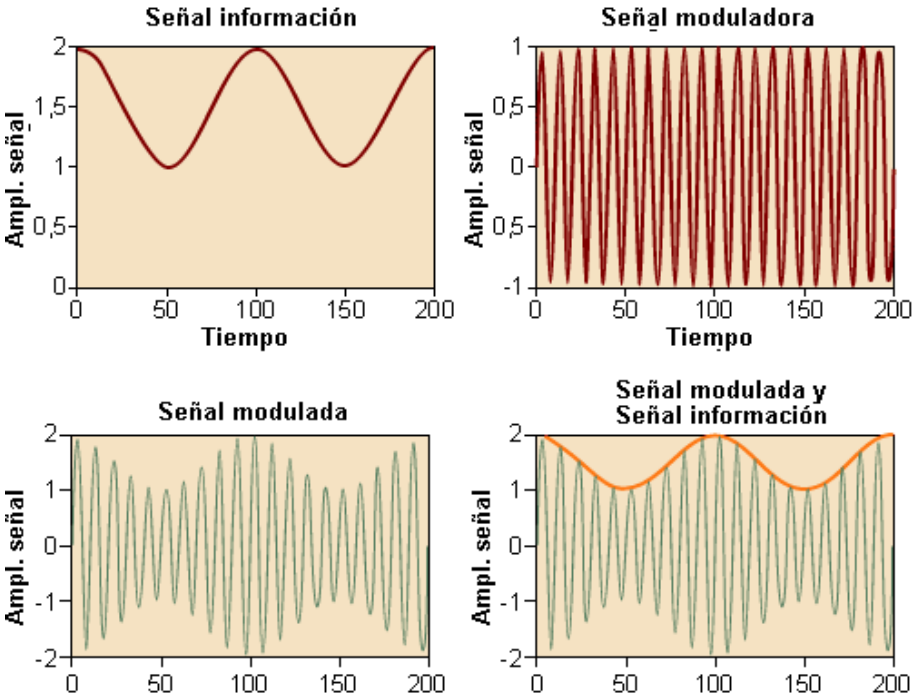
Hay señales que, por naturaleza, son muy resistentes a interferencias y ruidos. Hace falta aprovechar esta característica y usar estas señales para la transmisión. La modulación consiste en poner la señal a mano, la información dentro de una de estas señales capaces de viajar con un grado de degradación mínimo.

Modulación analógica

Empezaremos explicando el concepto de modulación por una señal analógica porque es mucho más intuitivo que el caso digital. Como ya se ha apuntado en la introducción, la filosofía de la modulación es la de poner la señal de información dentro de otra señal, que sabemos que es la óptima para ser transmitida, por su resistencia a las interferencias, por su poca atenuación, etc.

En toda modulación tenemos dos señales: la señal moduladora, a veces también denominada portadora, y la señal para modular o la señal con la información para transmitir. Una vez hecha la modulación, obtenemos la señal modulada, que es una señal formalmente con la apariencia y las propiedades de la señal moduladora pero que, dentro de ella, contiene la señal de información. De manera que, al modular la señal de información, ésta viaja como pasajero de un vehículo denominado señal modulada y que ha aparecido gracias a la señal moduladora.

En los ejemplos de los gráficos siguientes encontramos la modulación de una señal analógica:



Proceso de modulación de amplitud o modulación AM.

En la gráfica superior izquierda tenemos la señal que queremos transmitir, la que contiene la información.

En la gráfica superior derecha aparece una señal portadora. Sus propiedades hacen que sea una señal mejor para transmitir.

En la gráfica inferior izquierda encontramos el resultado de la modulación. Se han multiplicado las dos señales de las figuras superiores y ha resultado una señal modulada, contiene la frecuencia de la señal portadora y dentro viaja la señal que contenía la información que se debía transmitir. La señal de información se encuentra en el envoltorio de la señal modulada, como se puede ver en el gráfico inferior derecho.

Modulaciones

Se ha visto un ejemplo de modulación de amplitud (AM). La información viaja en la amplitud de la señal portadora. Cada sistema tiene sus propias modulaciones; FM (frecuencia modulada), donde la información modula la frecuencia, modulaciones de lado vestigial, que utilizan los sistemas de televisión, etc.

Los sistemas digitales tienen sus propias modulaciones, pero en general son mucho más complejas que la modulación AM vista en los gráficos.

Modulación digital

Recordamos que, por las señales digitales, lo que tenemos que transmitir son símbolos. En el caso más básico, un símbolo equivale a un bit, es decir, un 1 o un 0, la señal tendría la forma de un tren de pulsos cuadrados.

La señal moduladora o portadora será la misma que en el ejemplo analógico, ya que sabemos que es una señal óptima para la transmisión.

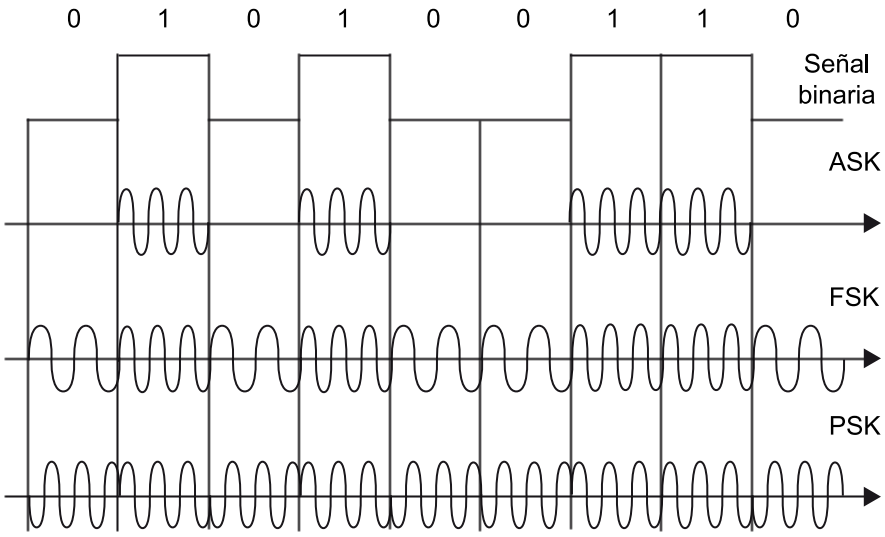
A diferencia del caso analógico, no multiplicaremos las dos señales, sino que usaremos la señal moduladora para indicar si hay que transmitir un 1 o un cero.

Hay, básicamente, tres posibilidades:

- Modular la amplitud - ASK (*amplitude shift keying*): en este caso, los 0 se transmiten como ausencia de señal, y los 1 como presencia de señal.

- Modular la frecuencia - FSK (*frequency shift keying*): en este caso, los 0 y los 1 se simbolizan con la misma señal, pero con una frecuencia ligeramente diferente.

- Modular la fase - PSK (*phase shift keying*): en este caso, los 0 y los 1 se simbolizan con la misma señal, pero en contrafase.



Proceso de modulación digital.

Para el caso de una codificación de la señal con M símbolos, se pueden extrapolar los criterios, lo que daría lugar a las modulaciones M-ASK, M-FSK, M-PSK.

1.4.4. Demodulación

Es el proceso inverso a la modulación. Se trata de rescatar la señal de información del interior de la señal modulada.

Para el caso particular de una modulación AM, el demodulador debe ser un sistema capaz de captar el envoltorio de la señal modulada, que coincide con la señal de información.

Como hemos visto en la gráfica inferior izquierda "Proceso de modulación de amplitud o modulación AM" del apartado anterior, el envoltorio contiene la información útil.

1.4.5. Cifrado y encriptación

Cifrar o encriptar un mensaje nos garantiza la confidencialidad de los datos que se deben transmitir. Suelen ser elementos que siguen algoritmos muy complejos para que el mensaje se pueda descifrar únicamente por el destinatario que posea la clave. Sin embargo, se puede demostrar matemáticamente que el cifrado perfecto no existe; todos se pueden descifrar sin necesidad de conocer la clave *a priori*, a pesar de que a menudo el tiempo que se debe invertir y la potencia de cálculo necesaria para hacerlo son tan grandes que hacen que el proceso sea inviable.

Uno de los métodos más utilizados a la hora de cifrar mensajes consiste en asignar a cada usuario una clave pública y una clave privada con la característica de que la clave particular es la única que puede descifrar los mensajes ci-

frados por su clave pública. Todos conocen la clave pública de cualquier usuario pero sólo el propio usuario conoce su clave privada. El modo de operar es el siguiente:

El usuario A desea enviar un mensaje cifrado al usuario B. Para hacerlo, el usuario A deberá conseguir la clave pública de B. Como es pública, no tendrá ningún problema para conseguirla, cifrará el mensaje utilizando la clave pública de B y lo enviará al usuario B. La única clave que puede descifrar un mensaje cifrado con la clave pública de B es la clave privada de B. Cuando le llegue el mensaje, el usuario B lo podrá descifrar, ya que él es el único que conoce la clave privada de B.

1.4.6. Compresión

En los sistemas de información a menudo los recursos son limitados. Pueden estar limitados por diferentes factores:

- **Espacio**: el espacio físico donde se almacena la información nunca es infinito y dispone de una capacidad limitada.

- **Económicos**: los recursos para almacenar la información no son gratuitos.

- **Técnicos**: los recursos para transmitir la información, básicamente el ancho de banda, es un bien escaso y muy caro. Se debe disponer del hardware que soporte suficiente ancho de banda para transmitir cómodamente la información.

Se pueden aligerar notablemente estas limitaciones comprimiendo la información.

Una compresión nunca es gratuita, a veces se paga con una reducción de la eficiencia y de la calidad del sistema y otras veces se paga sólo con la reducción de la eficiencia del sistema.

Los algoritmos de compresión de información son muchos y muy conocidos, entre los más populares y conocidos se encuentran los archivos ZIP, ARJ, RAR, etc.

Las imágenes, el audio y el vídeo son formatos que ocupan una cantidad enorme de recursos; por este motivo son los archivos más susceptibles de ser comprimidos. Entre las compresiones más conocidas tenemos el algoritmo JPEG para imágenes, MPEG para vídeo y MP3 para audio.

Comprimir con o sin pérdida de calidad

Cada algoritmo de compresión funciona de una manera particular, diferente y a menudo muy astuta.

El ejemplo no quiere constituir un caso real, sólo pretende ilustrar cómo se puede comprimir con o sin pérdida de calidad.

- **Con pérdida de calidad**

Tenemos almacenada en un fichero la imagen siguiente formada por estos 9 píxeles:

En el fichero sin comprimir se encuentra la información contenida de color (V1 = verde1, V2 = verde2, etc.) de cada uno de los píxeles de manera secuencial del primero al último:

Píxel 1	Píxel 2	Píxel 3	Píxel 4	Píxel 5	Píxel 6	Píxel 7	Píxel 8	Píxel 9
V1	V2	V3	B1	B2	B3	R1	R2	R3

El contenido del fichero sería éste:

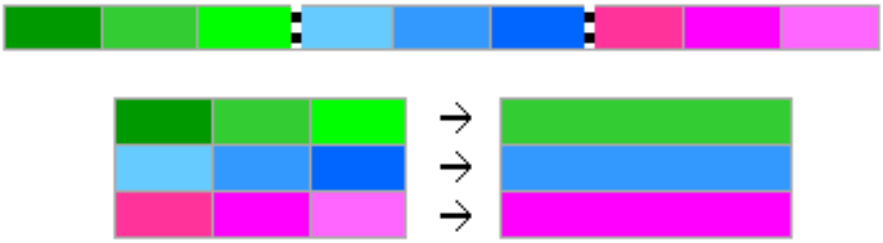
V1V2V3B1B2B3R1R2R3

En el ejemplo, para realizar la compresión se usará la aproximación por patrones o plantillas. El algoritmo haría un estudio de la imagen y extraería un número finito de patrones o imágenes más pequeñas, dividiría la imagen en partes pequeñas y a cada parte le asignaría el patrón que más se le pareciera.

Para nuestro caso suponemos la tabla de patrones:

Tabla de patrones		
Patrón 1		V
Patrón 2		B
Patrón 3		R

El algoritmo dividirá la imagen en partes, por ejemplo de tres píxeles, y asignará a cada parte el patrón que más se le parezca:



Finalmente, el fichero quedaría como:

VRB (compresión del 66%)

Que nos vendría a decir que los tres primeros píxeles se han aproximado al patrón V, los tres siguientes al patrón B, y los tres últimos al patrón R.

Eso se traduce en la imagen:

Evidentemente, en la imagen comprimida hay una reducción en la calidad.

Uno de los formatos más utilizados de compresión de imágenes con pérdida de calidad es el JPEG (*joint photographic expert group*). Cuando comprimimos en JPEG, se puede ajustar el grado de calidad: a más calidad, menos compresión.

- **Sin pérdida de calidad**

Supongamos la imagen siguiente.

La única manera de comprimir sin perder calidad es evitar transmitir la redundancia de la imagen. Afortunadamente, las imágenes suelen ser muy redundantes.

En el fichero sin comprimir transmitiremos el color de cada píxel.

Píxel 1	Píxel 2	Píxel 3	Píxel 4	Píxel 5	Píxel 6	Píxel 7	Píxel 8	Píxel 9
V	V	V	B	B	B	R	R	R

Quedaría un fichero como éste:

VVVBBBRRR

Si evitamos transmitir la redundancia, podemos reducirlo a:

3V3B3R (compresión del 66%)

Es decir, en vez de guardar el color de cada píxel se pueden guardar todos los píxeles consecutivos que son del mismo color seguidos del valor de este color (3V = tres píxeles de color V). Para nuestro caso, los tres primeros de color verde, los tres siguientes de color azul y los tres últimos de color rosa.

La imagen que sale del fichero 3V3B3R es idéntica a la imagen sin comprimir:

Uno de los formatos más utilizados de compresión de imágenes sin pérdida de calidad es el TIF o TIFF (*tagged image file format*).

El factor de compresión

El factor de compresión no es fijo, siempre depende de cada imagen. Si una imagen tiene un píxel de cada color y los colores cambian aleatoriamente sin seguir ningún patrón, nunca se podrá llevar a cabo una compresión sin pérdida de calidad.

1.5. Relación señal-ruido

Hasta ahora se ha visto que la información viaja a través del sistema de telecomunicaciones mediante la señal, que ataca indiscriminadamente el ruido, lo que afecta a la calidad final del sistema.

1.5.1. Relación señal-ruido en un sistema de telecomunicación analógico

La calidad del sistema vendrá dada por el éxito que tenga la señal a la hora de proteger la información frente a los intentos para degradarla que vendrán de parte del ruido. El juez de esta lucha es la relación señal-ruido, y de su valor depende la calidad del sistema.

En otras palabras, la calidad del sistema se mide del siguiente modo: en el receptor se mide la potencia con la que llega la señal de información y también se mide la potencia del ruido que llega. Se hace el cociente entre estas dos potencias y de aquí se extrae el parámetro denominado *relación señal-ruido* (SNR, *signal noise ratio*), que nos da una idea de la calidad del sistema. Este valor se expresa normalmente en decibelios (dB). Cuanto mayor sea el SNR, mejor calidad tendrá el sistema.

1.5.2. Relación señal-ruido en un sistema de telecomunicación digital

Lo que se ha señalado en el apartado anterior como filosofía se aplica a todo sistema de telecomunicación, pero por su propia naturaleza no tiene sentido obtener la relación señal-ruido de un sistema digital.

El equivalente a la relación señal-ruido en un sistema digital es lo que se denomina *probabilidad de error*. La probabilidad de error nos mide la fiabilidad que tiene el receptor de decidir qué símbolo le ha llegado (una vez leído el próximo apartado se entenderá correctamente qué quiere decir "decidir qué símbolo le ha llegado").

1.5.3. Resistencia al ruido

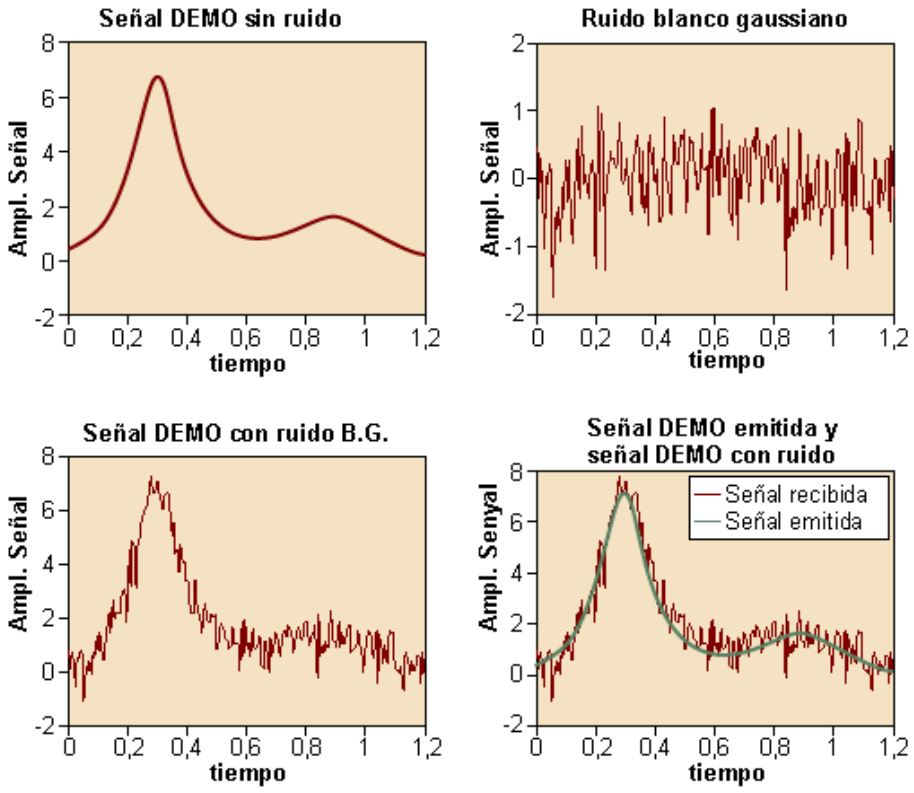
Unas gráficas pueden ayudar a decidir cuál de los dos sistemas, digital o analógico, se comporta mejor ante el ruido.

Sistema analógico

En el conjunto de gráficas inferior se representa la señal DEMO y una función que modela el ruido blanco gausiano. El ruido blanco gausiano es una forma de modelar ruido que se adapta al ruido que capta cualquier antena por el hecho de estar al aire libre.

Televisión sin antena

Si encendemos el TV sin enchufar la antena o bien sin sintonizar ningún canal, veremos una imagen gris muy granulada: el ruido blanco gausiano que capta la entrada de la antena.



Señal DEMO y ruido blanco gausiano.

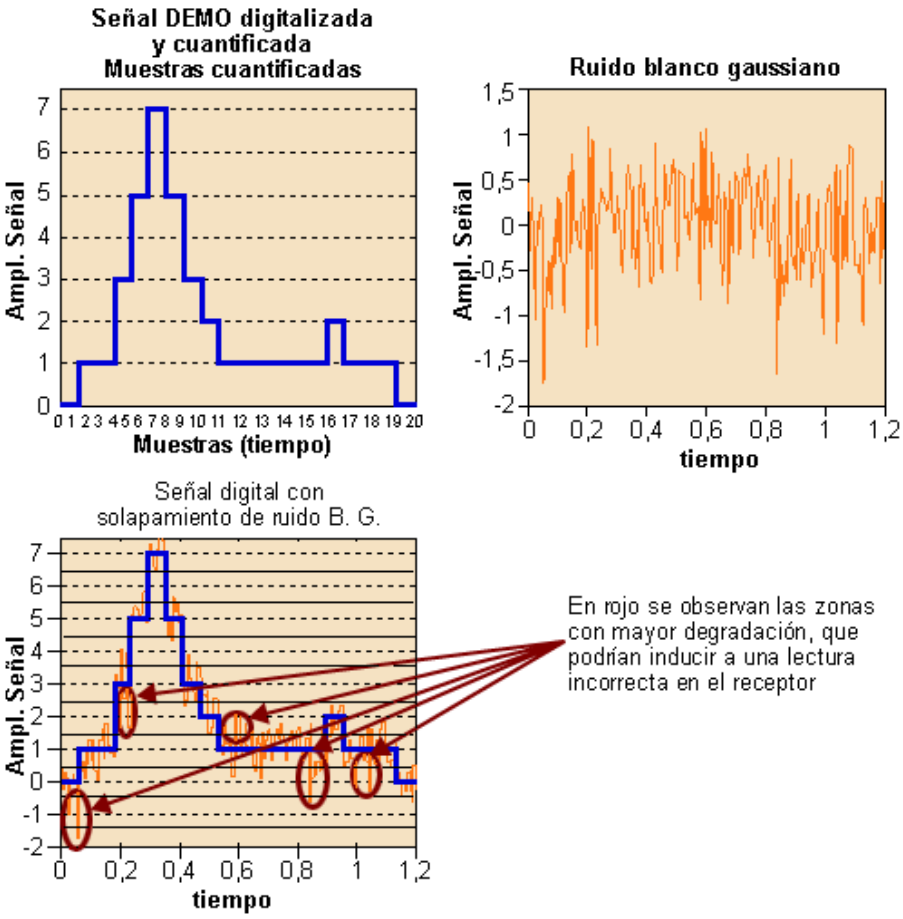
En la gráfica inferior izquierda tenemos la señal que llega al receptor, la señal DEMO y todo el ruido que se le superpone. En la gráfica inferior derecha vemos claramente la diferencia entre la señal en el emisor (señal en azul) y la señal en el receptor (señal en rojo).

Como podemos ver en algunas partes, el ruido ha hecho mucho daño, pero en esencia la señal es muy reconocible y el envoltorio continúa siendo muy similar a la señal DEMO.

Por medios complejos de procesamiento de la señal se puede mejorar y limpiar notablemente el ruido de la señal al receptor. No obstante, no hay manera de limpiar el 100% de la señal recibida.

Sistema digital

En el conjunto de gráficas inferiores se representa la señal DEMO, versión digital. También encontramos la función que modela el ruido blanco gausiano, la misma que se ha presentado para el caso analógico.



Señal DEMO digital y ruido blanco gausiano.

Aparentemente, los efectos son tan desastrosos o más que en el caso analógico. Los efectos son muy perjudiciales porque se ha dibujado un ruido con una potencia muy elevada con el fin de poder ver clara la señal y el ruido.

En realidad, esta señal es más resistente al ruido. El receptor sólo equivocará la lectura cuando el ruido disponga de suficiente amplitud para hacer sobrepasar el umbral, superior o inferior, del nivel que se había transmitido.

Durante todo el estudio se ha supuesto un sistema con 8 niveles de amplitud (0, 1, 2 ... 7). Habíamos visto que los umbrales de decisión estaban situados a (0,5, 1,5, 2,5 ... 7,5) y entre cada nivel tenemos un margen de amplitud igual a 1, 0,5 por arriba y 0,5 por debajo, lo que supone que sólo habrá una mala lectura del receptor si el ruido tiene una amplitud mayor de 0,5 o más pequeña de –0,5. El ruido restante es invisible para nuestro sistema, no se da cuenta de él. Mientras el nivel de ruido no sea más alto de 0,5 o más bajo de –0,5, la señal que nos llega es idéntica a la emitida.

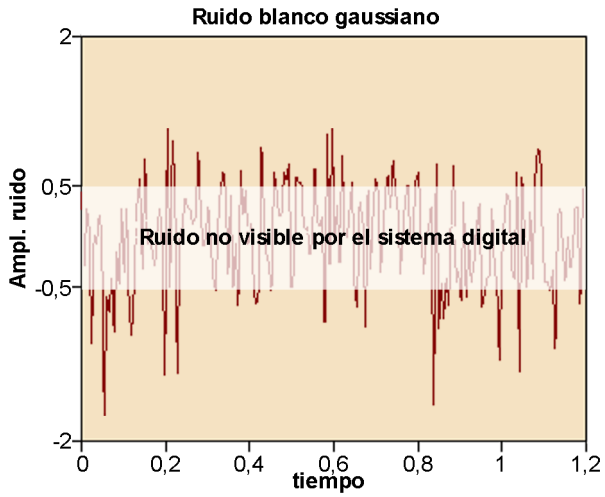
Es fácil ver que, cuanto más niveles, más sensible es al ruido. Cuantos más niveles haya, más se parece a la señal analógica.

Conclusiones; digital frente a analógico

Cuando el ruido ataca un sistema analógico lo degrada, pero éste, aunque degradado, mantiene la información, y, a medida que el ruido se va haciendo más intenso, la información se aleja poco a poco de su forma original.

Cuando el ruido ataca un sistema digital, este sistema digital se mantiene inmune, no ocurre nada hasta que el ruido es tan grande que provoca lecturas erróneas en el receptor.

En el gráfico siguiente se diferencian dos zonas. La zona central del ruido (–0,5 +0,5), donde el sistema digital presenta un rendimiento claramente superior, ya que no le afecta el ruido. Fuera de esta zona, el sistema analógico presenta la información degradada pero para algunos casos suficientemente inteligible; el sistema digital en esta zona hace lecturas falsas de la información.



Ruido blanco gausiano

¿Cuál es mejor? Depende del caso. En el sistema analógico, la información se degrada progresivamente, mientras que en el digital la información del receptor es correcta o es falsa, no hay término medio.

La televisión analógica frente a la televisión digital

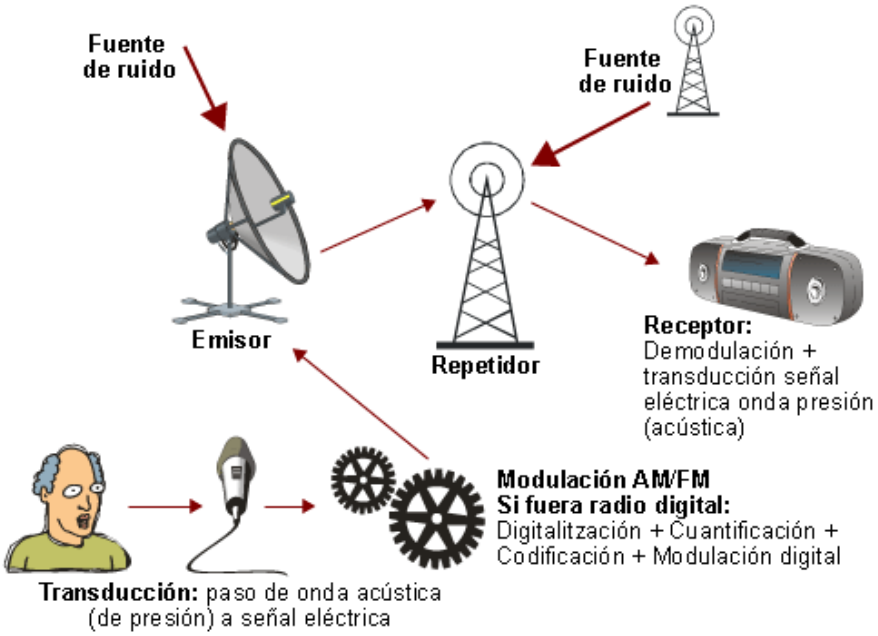
Para ver claramente la comparación utilizamos un sistema conocido: la televisión (TV).

En un receptor de TV analógica, cuando hace mal tiempo o la cobertura de TV es deficiente, los canales se ven con mucha nieve, granulados, con rayas, etc. En general, aunque moleste a la vista se ve la imagen. El ruido degrada y hace que no se vea nítida, pero el espectador puede entender lo que está viendo.

En los sistemas de TV digitales, ya sea vía satélite o vía TDT (televisión digital terrestre), la señal llega al descodificador en forma digital. Cuando por algún motivo, como la meteorología, la señal ha acumulado bastante ruido, vemos que en la pantalla del televisor aparecen cuadritos negros mientras en el resto de la pantalla se ve la imagen perfectamente nítida. Los cuadritos negros corresponden a bits perdidos, zonas donde el ruido ha eliminado la señal y el receptor no puede decidir qué le ha llegado. Ésta es la ventaja y a la vez el inconveniente del sistema digital, se ve perfecto... hasta que no se ve.

1.6. Transmisión de una señal de radio AM/FM

En el gráfico siguiente se pueden ver a alto nivel todos los puntos desarrollados en la unidad para un sistema real de telecomunicación.



Sistema de telecomunicaciones. Emisión de radio AM/FM o digital.

En el gráfico anterior se puede ver cómo la onda acústica emitida por el locutor de radio es recogida por el micro y se pasa a una señal eléctrica (transducción). La señal eléctrica se procesa para convertirla en una señal de radio AM/FM o de radio digital. Se emite en el aire y a partir de aquí la señal viajará por el espacio mientras encuentre repetidores. En este trayecto se irá "infectando" de ruido. Si algún receptor sintoniza la frecuencia en la que se ha modelado la señal, este receptor captará la señal con el ruido que contiene además de otras señales que pueda captar la antena del receptor, que pasarán a ser ruido si el receptor no los filtra suficientemente bien. Finalmente, el receptor procesará la señal captada para extraer la información. Con la información extraída se

efectuará la transducción inversa, la onda eléctrica excitará las membranas del altavoz, que provocará ondas de presión (acústicas) que reproducirán el sonido emitido por el locutor.

2. Red de telecomunicación o informática

Con la proliferación de la informática en las empresas pronto surge la necesidad de conectar los diferentes ordenadores de una sala, de un departamento, de todo el edificio, e incluso de todas sus sedes que la empresa pueda tener tanto dentro como fuera del territorio nacional.

Esta necesidad da lugar a las redes informáticas que hoy día son un elemento imprescindible para cualquier negocio. Las redes informáticas no sólo unen ordenadores, sino que son un elemento esencial para la compartición de recursos, gracias a la red se pueden compartir impresoras, bases de datos, enviar faxes y correos electrónicos desde la estación de trabajo, conectar fotocopiadoras, ordenadores portátiles o trabajar desde algún lugar remoto como si estuviéramos en la oficina. La red estrella desde el punto de vista de la información interna de una organización es la red LAN.

La unidad empieza por definir los diferentes elementos de una red y se da un vistazo al modelo OSI, modelo de referencia para cualquier profesional del ámbito y que hay que conocer al menos descriptivamente para convertirnos en interlocutores competentes a la hora de tratar con proveedores de redes informáticas.

Se presentan las diferentes topologías y los métodos de acceso a la red y, finalmente, se presentan las redes WIFI o sin hilos, que desde hace tiempo han invadido tanto los entornos corporativos como los domésticos.

2.1. Red de telecomunicación o informática. Concepto

Como red de telecomunicación se entiende un concepto muy amplio que agrupa una gran cantidad de redes, si bien todas tienen como factor común el objetivo de distribuir una determinada señal a diferentes redes que pueden tener características muy distintas.

Son redes de telecomunicación: la red de distribución de la señal de televisión, la red de distribución de la señal telefónica, la red de distribución de la señal GPS, la red de distribución de la señal de telefonía móvil, la red de señales de radio FM, la red de señales de radio de bomberos, de policía, de entidades privadas como compañías de transporte, taxis, etc. Es obvio que todas ellas tienen sus características propias y particulares.

A nosotros nos interesa un determinado tipo de redes, muy extendido actualmente, las redes formadas por ordenadores o redes informáticas. En esta unidad estudiaremos algunas de sus características principales.

2.1.1. Elementos de una red informática

La red informática es el soporte físico de un determinado tipo de sistema de telecomunicación y, como tal, incluye los elementos ya vistos de una comunicación, pero también incluye otros que la ayudan para que la red funcione correctamente, es decir, que sea capaz de enviar mensajes de un ordenador a otro o de un ordenador hacia un grupo de ordenadores.

- **Transmisor**. Se denomina *transmisor* el ordenador que emite el mensaje.

- **Medio de transmisión**. Típicamente, el medio de transmisión de una red es el cable, pero también se puede construir una red sin hilos, muy utilizadas en entornos en los que las distancias son cortas, como oficinas, comercios o casas particulares. Al final de la unidad se comentan más detalladamente las redes sin hilos. Los cables más utilizados son:
  - par trenzado,
  - coaxial,
  - fibra óptica.

- **Repetidores**. Estos elementos reciben una señal, generalmente muy débil, y la reenvían con más potencia, de manera que la señal llega al siguiente repetidor o al destinatario final. Tiene el inconveniente de que si la señal llega degradada con ruido o interferencias, también los amplifica y reenvía.

- **Regeneradores**. Actúan como un repetidor, pero son elementos más sofisticados; no se limitan a repetir la señal que les llega, sino que la interpretan, la regeneran y la emiten, de manera que la señal de salida tiene toda la potencia de un repetidor pero, además, es una señal sin degradar, limpia de interferencias y de ruido.

- **Direccionadores (*routers*, *switches*)** Pueden hacer funciones de regeneración pero su función principal es direccionar los mensajes que le llegan, dirigiéndolos hacia un lado u otro según su destinatario. Se utilizan habitualmente para unir redes o subredes.

Subred

Sección de una red. Podéis ver el cableado estructurado en "Dimensionado".

- **Receptores**. Se denomina *receptor* a cada uno de los destinatarios a quien va dirigido el mensaje.

2.2. El modelo OSI

Toda red ha de realizar una serie de tareas para que pueda funcionar como red correctamente. El modelo OSI enumera estas tareas y las clasifica en siete niveles o capas.

El modelo OSI[3] es la referencia de todo estudio de redes. Se divide en siete capas o niveles que representan la división teórica de tareas que se recomienda efectuar para el estudio o diseño de cualquier red.

(3)OSI: *open system interconnection*

Cada capa tiene una función específica y las capas se apilan de manera que cada una depende de la inmediatamente inferior para que funcione correctamente.

Modelo OSI

No todas las redes han de cumplir exactamente con este modelo, de hecho, normalmente no lo hacen. De todas maneras, se recomienda tenerlo en cuenta como referencia, ya que su conocimiento facilita la comprensión de cualquier red y facilita poder hacer comparativas entre diferentes sistemas.

Las siete capas son las siguientes:

7	APLICACIÓN
6	PRESENTACIÓN
5	SESIÓN
4	TRANSPORTE
3	RED
2	ENLACE
1	FÍSICA

Capas del modelo de referencia OSI.

Las tareas de cada capa son las siguientes:

1) Física: define las reglas para transmitir el flujo de bits por el medio físico.

2) Enlace: organiza los bits en grupos lógicos denominados *tramas*, proporciona información para el control del flujo y para el control de errores.

3) Red: proporciona la posibilidad de direccionar la información agrupada en paquetes.

4) Transporte: garantiza que los datos llegan correctos del emisor al destinatario. Independientemente del medio de físico sobre el que viajan los datos.

5) Sesión: gestiona la conexión y el mantenimiento del enlace.

6) Presentación: a menudo forma parte del sistema operativo y se encarga de dar forma a los datos.

7) Aplicación: son los servicios destinados al usuario que se montan sobre la base de una red; por ejemplo, el servicio de correo electrónico.

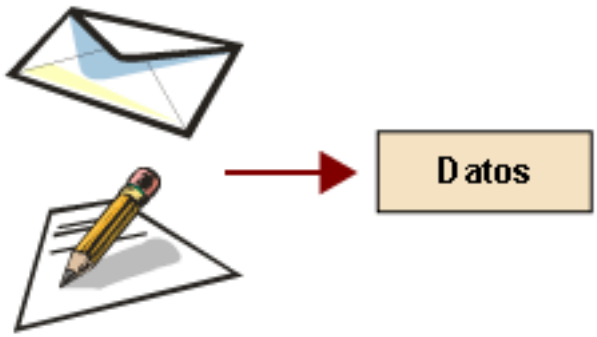
En las definiciones de las capas se ha hablado de tramas y paquetes, en el apartado de encapsulación se explica qué significan.

2.2.1. Encapsulación

Cuando un ordenador envía datos a otro por medio de la red, éstos no viajan solos, sino que lo hacen junto a mucha más información útil para verificar errores, dirección de destino, control de flujo, etc. Toda esta información se añade de una manera ordenada por medio de un procedimiento denominado *encapsulación*.

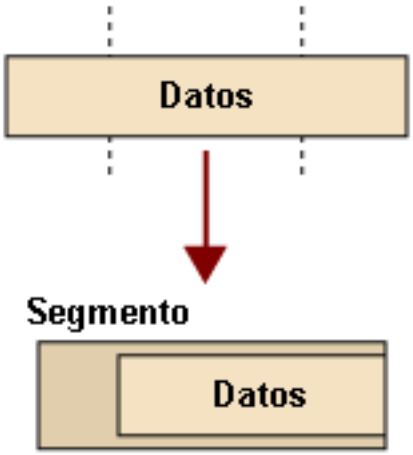
Cuando los datos se envían de un ordenador a otro, viajan mediante las capas del modelo OSI; las tres capas superiores (aplicación, presentación y sesión) preparan los datos para ser transmitidos y crean un formato común para la transmisión. Una vez tenemos el formato común, la encapsulación envuelve los datos con la información necesaria según los protocolos antes de que se una al tráfico de la red. Es decir, a medida que los datos van pasando por las capas del modelo OSI reciben cabeceras, información final y más tipos de información que, al fin, garantiza que los datos lleguen a su destino físico y que, una vez allí suban, desde la capa física hasta la capa de aplicación, hasta presentarse en pantalla, almacenados en una base de datos, etc.

En la capa de presentación se crean los datos; cuando un usuario escribe un correo para enviar por correo electrónico o quiere enviar un documento de texto, sus caracteres alfanuméricos se pasan a datos binarios que se pueden transmitir por la red.



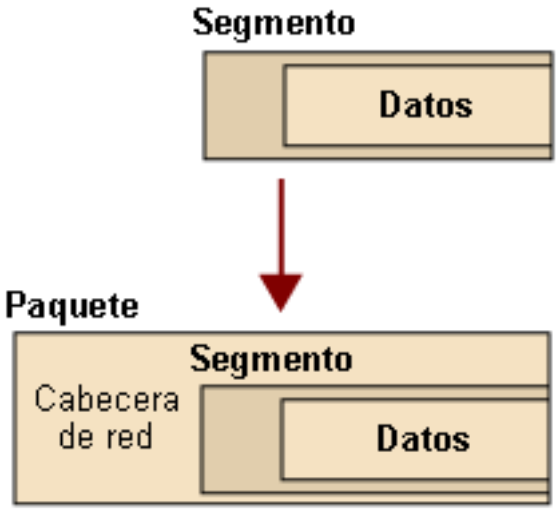
En la capa de presentación se transforma la información alfanumérica a datos binarios.

En la capa de transporte se dividen los datos en unidades más pequeñas que se pueden gestionar mejor, se dividen en segmentos de datos. A cada segmento se le da un número para que en el destino se puedan reordenar y se pueda recuperar el total de los datos en el orden correcto.



La capa de transporte divide el tren de datos binarios en segmentos.

En la capa de red se encapsula el segmento creando un paquete o datagrama. En el segmento se añade información como las direcciones lógicas de la máquina destinataria. Estas direcciones ayudan a los direccionadores a elegir la ruta que ha de seguir el paquete.

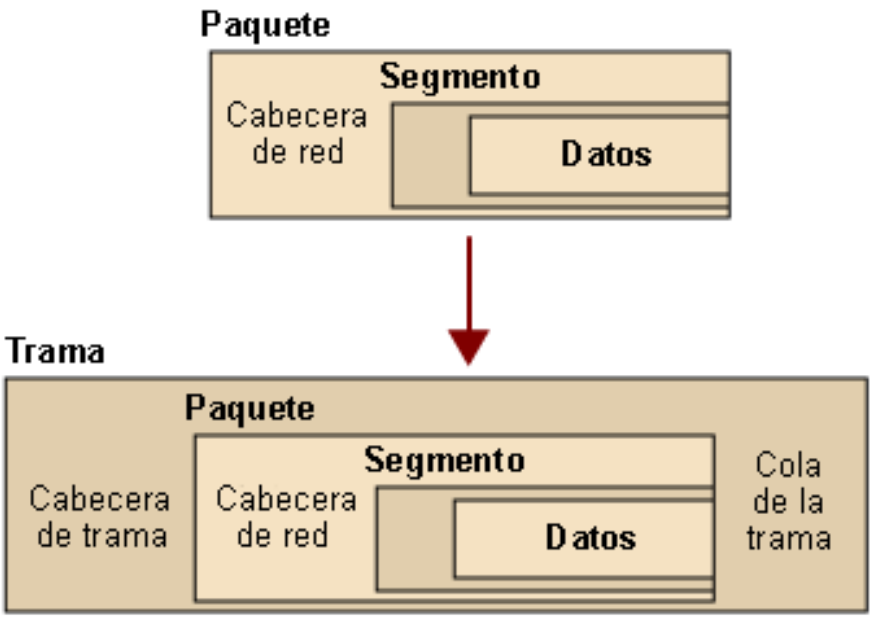


En la capa de red se encajan los segmentos en paquetes de datos.

En la capa de enlace continúa la encapsulación del paquete con la creación de una trama, a la cabecera de la trama se le añade la dirección MAC del origen y el destino. La capa de enlace transmite los datos en forma de bits para los medios de la capa física.

Dirección MAC

Número único e irrepetible que llevan todas las tarjetas de red.



Finalmente, en la capa de enlace se encajan los paquetes dentro de las tramas que viajarán por la red.

Finalmente, el tren de bits originado se transmite en la red por medios físicos (cableado, ondas, etc.).

Las tres capas inferiores del modelo OSI son las capas principales del transporte de datos por medio de una red interna o inherente.

2.3. Tipología de una red

Una de las maneras como podemos clasificar las redes es en función de su extensión.

De esta manera tenemos tres tipos básicos de redes: **WAN**, **MAN** y **LAN**.

WAN (*waste area network*, 'red de área extendida')	Son redes que dan servicio a grandes extensiones de territorio. Es una WAN la red de transporte de la señal telefónica o la red Internet.
MAN (*metropolitan area network*, 'red de área metropolitana')	Las redes MAN dan servicio a extensiones moderadamente grandes de territorio, típicamente son redes urbanas. Se considera una red MAN el cableado de un campus universitario, el de un polígono industrial o la red formada por las comunicaciones entre los distintos edificios de una entidad, siempre que estén dentro de un mismo ámbito urbano.
LAN (*local area network*, 'red de área local')	Las redes LAN dan servicio a pequeñas extensiones de terreno. Denominamos red LAN al cableado que ocupa una oficina, la planta de un edificio, un edificio entero, una escuela, el conjunto edificio de oficinas más almacén que tienen muchas empresas, etc.

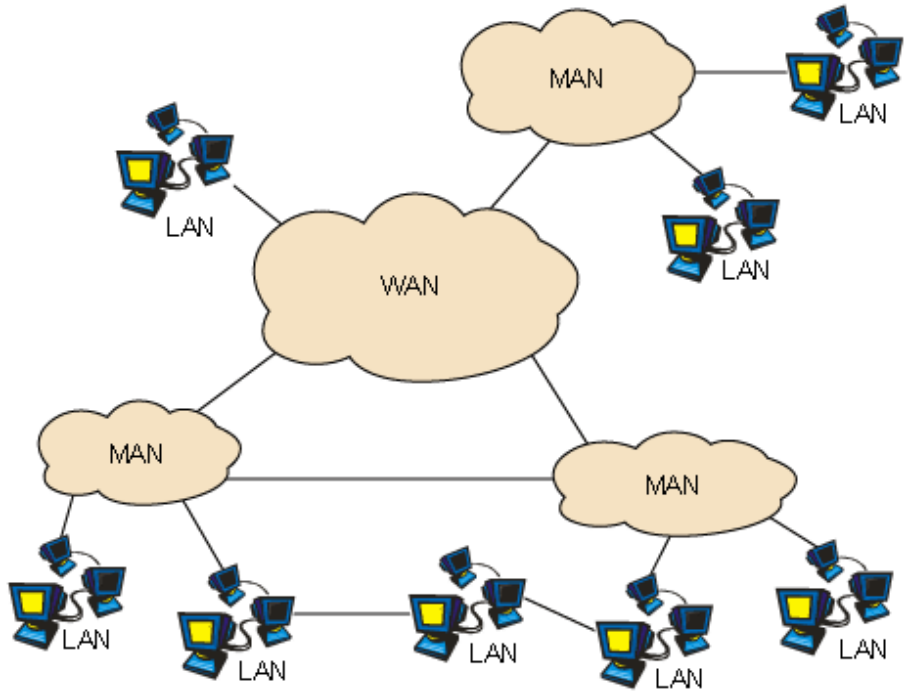
Para los objetivos del curso, de los tres tipos de redes, las que más nos interesan son las redes LAN, ya que son aquéllas con las que habitualmente se trabaja en el ámbito de usuario; las WAN y las MAN son redes que tienen su dominio en

el transporte de información a grandes distancias, que suele ser más del interés de las grandes operadoras de telecomunicaciones. Las redes que encontramos en oficinas, fábricas, almacenes, etc. forman siempre una LAN. Empresas, bibliotecas, archivos, centros médicos o ayuntamientos pueden tener una MAN/WAN que ponga en contacto las diferentes LAN que tienen en cada edificio.

Combinar los diferentes tipos de redes no es incompatible; al contrario, a menudo es recomendable o imprescindible.

Ejemplo de bibliotecas de universidad

Pongamos, por ejemplo, el conjunto de bibliotecas de una universidad; los terminales de los PC de la biblioteca de cada facultad estarán unidos en red mediante la LAN del edificio donde se encuentre, pero obviamente una de las ventajas que nos aporta la informática es compartir la información y sería imperdonable que las diferentes bibliotecas no compartieran información interna útil para su trabajo. La unión de la información de las diferentes bibliotecas formaría una MAN. Para acabar de tener un sistema completo, la universidad podría tener convenios con otras universidades de otras ciudades del país o del extranjero para compartir los datos de sus redes de bibliotecas, estos datos estarían unidos mediante una red WAN.



Modelo de posibles interrelaciones entre LAN, MAN y WAN.

En la figura anterior se puede ver que los tres tipos de redes se pueden unir entre ellas y que cualquier combinación es posible.

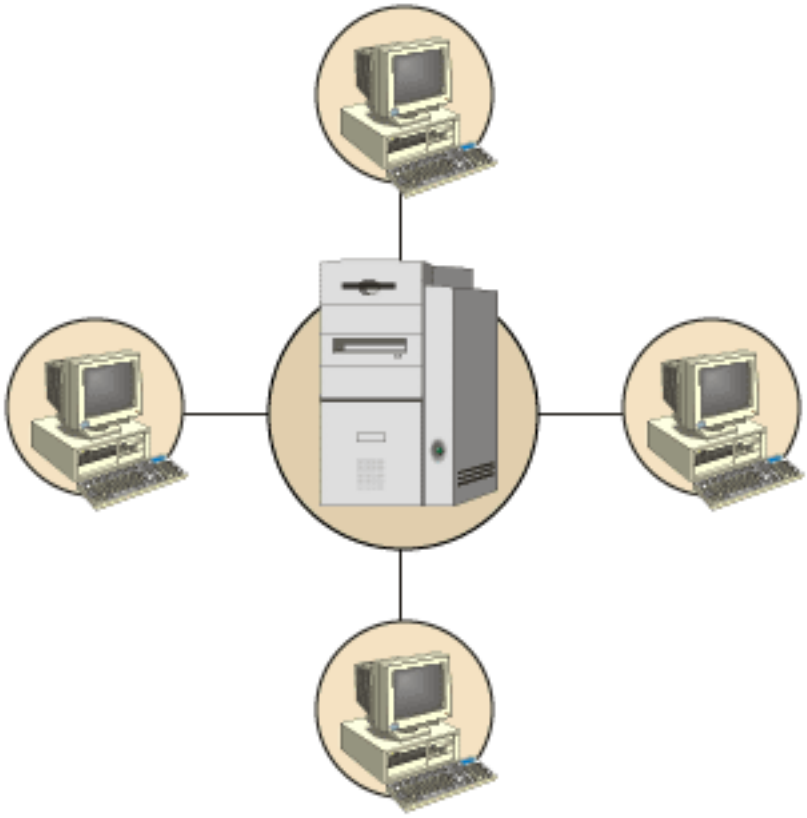
2.4. Topología de redes

Hay varias maneras de unir los componentes (ordenadores, impresoras, faxes, discos duros de red, etc.) que forman la red. Se pueden clasificar diferentes tipos de red según la topología del cableado de ésta. Para las redes LAN hay tres tipologías básicas.

2.4.1. Cableado en estrella

La conexión física del cableado se caracteriza por estar todas las estaciones de trabajo están unidas físicamente con una estación central, que es la encargada de gestionar las comunicaciones de la red.

Modelo de topología en estrella

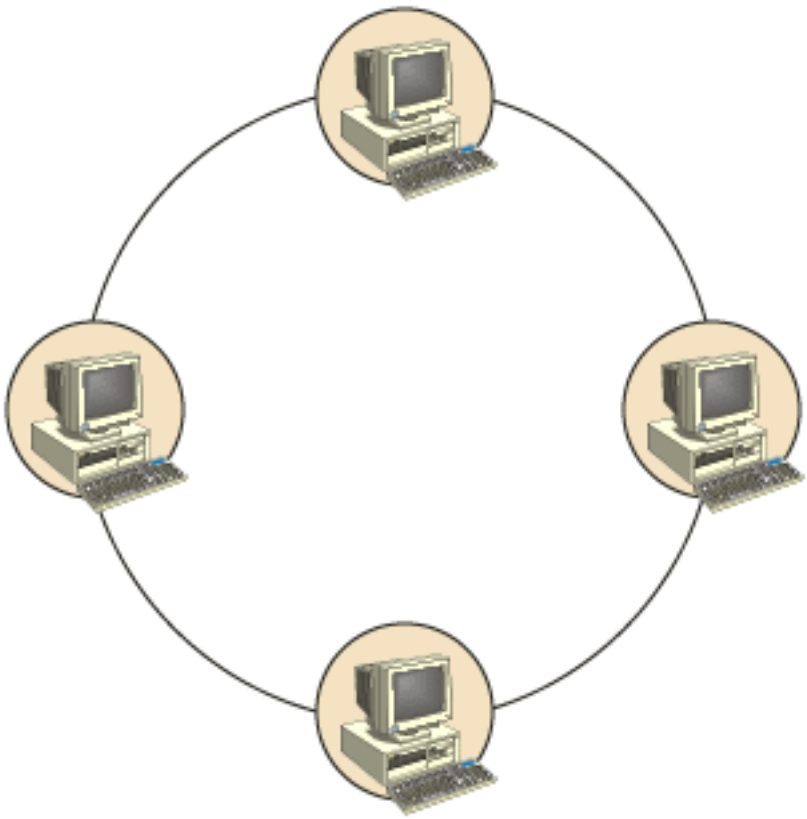


Ventajas	Inconvenientes
• Cada estación de trabajo puede utilizar una velocidad de comunicación diferente. La estación central será la encargada de gestionar el flujo de la información adecuadamente cuando se transmite entre estaciones que funcionan a diferentes velocidades. • Se detecta el origen de las averías fácilmente y el hecho de que una estación de trabajo deje de funcionar no afecta al funcionamiento de la red desde el punto de vista de las otras estaciones, a excepción de que la estación de trabajo que deje de funcionar sea la central.	• Si deja de funcionar el nodo central de la red, la red deja de funcionar, dicho en argot informático, cae la red. • Elevado tráfico en el nodo central de la red. • Todas las comunicaciones han de pasar por el nodo central de la red, lo que hace aparecer la posibilidad de que se produzca un cuello de botella si la máquina central no es lo bastante potente para atender todas las transmisiones a la velocidad adecuada; en este caso, la red se lentifica. Cuanto mayor sea el número de estaciones de trabajo en la red, mayor es el riesgo de sufrir este cuello de botella.

2.4.2. Cableado en anillo

Topológicamente, el cableado en anillo une todas las estaciones de trabajo formando un anillo, de manera que cada estación está unida a la que la precede y a la que le sucede, y así sucesivamente hasta completar un círculo lógico.

Modelo de topología en anillo

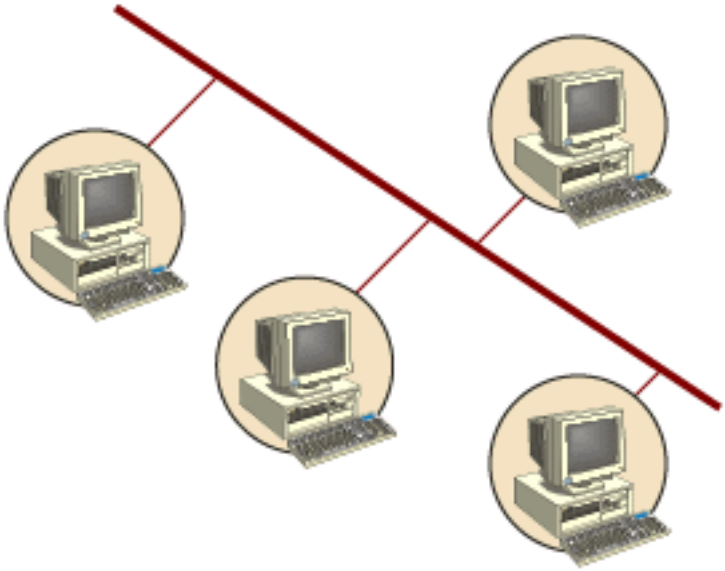


Ventajas	Inconvenientes
• La más destacada es que ofrece una tasa de errores muy baja, ya que las estaciones no retransmiten la información tal como les llega, sino que la leen, la interpretan y, en caso de no ser ellas las destinatarias, la regeneran antes de retransmitirla de nuevo a la red.	• Es una red frágil, si se desconecta una de las estaciones de trabajo, la red deja de funcionar, ya que se ha abierto el anillo y al hacerlo es como si hubiéramos cortado el medio sobre el cual circula la información. • Cuando hay un gran número de estaciones de trabajo puede ser una red lenta por su propia idiosincrasia, ya que los mensajes no van nunca por el camino más corto, sino que siguen un orden estricto por medio de las estaciones que forman el anillo. En cada estación se ha de leer la información que llega, consultar si es la estación destinataria o si no lo es, regenerar el mensaje y enviarlo a la estación siguiente de la red.

2.4.3. Cableado en bus

Para el caso de redes en forma de bus, el cableado se dispone de manera que hay un tronco central, un cable común, al cual se "pinchan" todas las estaciones de trabajo.

Modelo de topología en bus



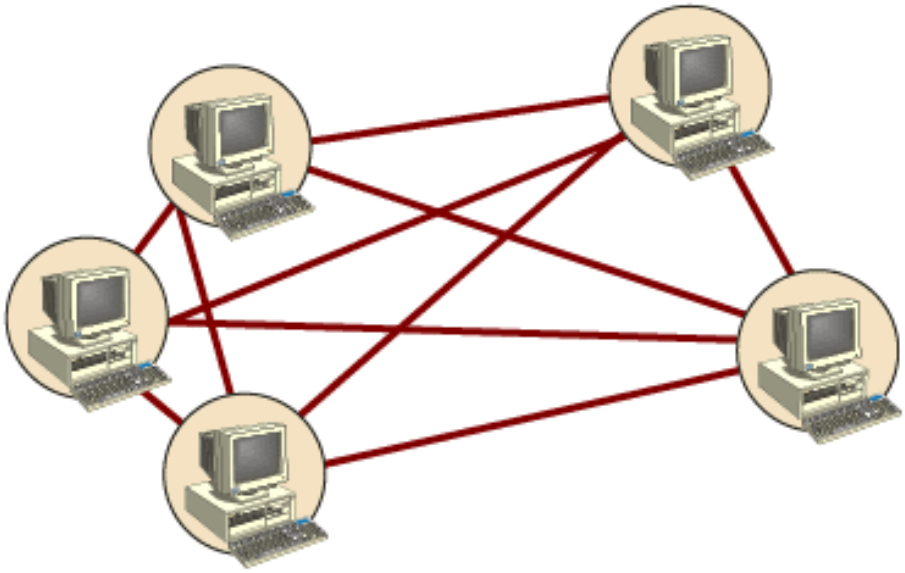
Ventajas	Inconvenientes
• Instalación muy simple y, en consecuencia, con un coste bajo. • Facilidad de adaptación de la topología a cualquier distribución espacial de las estaciones de trabajo en el edificio. • Es una arquitectura flexible en el dimensionado, es fácilmente ampliable y reducible.	• Un corte o mal funcionamiento del tronco central dejaría la red fuera de uso. • El bus debe estar bien dimensionado y tener suficiente capacidad para soportar toda la carga de trabajo que le exigirán todas las estaciones de trabajo. Si no es así, el mismo tronco central puede actuar de cuello de botella y lentificar la red.

2.4.4. Otras topologías

Se han presentado las tres topologías básicas de red, pero no son las únicas posibles.

Red mallada

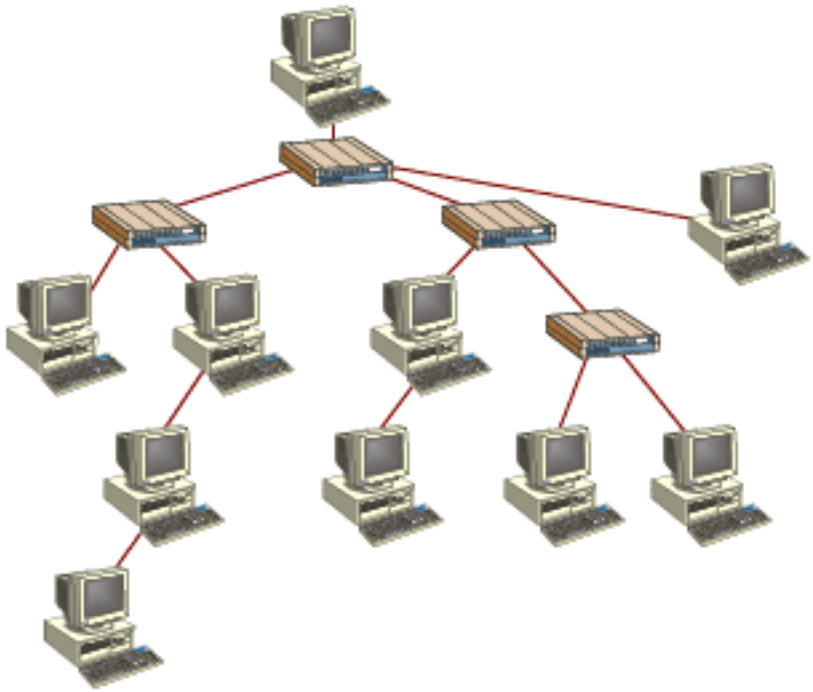
Es una topología más propia de redes WAN, se denomina *mallada* porque todas las estaciones se pueden comunicar unas con otras por diferentes rutas. Son redes muy robustas ya que, si deja de funcionar uno de los enlaces, siempre hay un camino alternativo para hacer llegar la información.



Modelo de topología en estrella.

Red jerárquica

En una red jerárquica, partiendo de un equipo central los elementos de la red se van ramificando. En el gráfico no todos los nodos de la red son estaciones de trabajo, de hecho, en una estructura como ésta a menudo en los nodos hay elementos de red como concentradores (*hubs*) que unen los diferentes elementos de la red mediante electrónica interna.

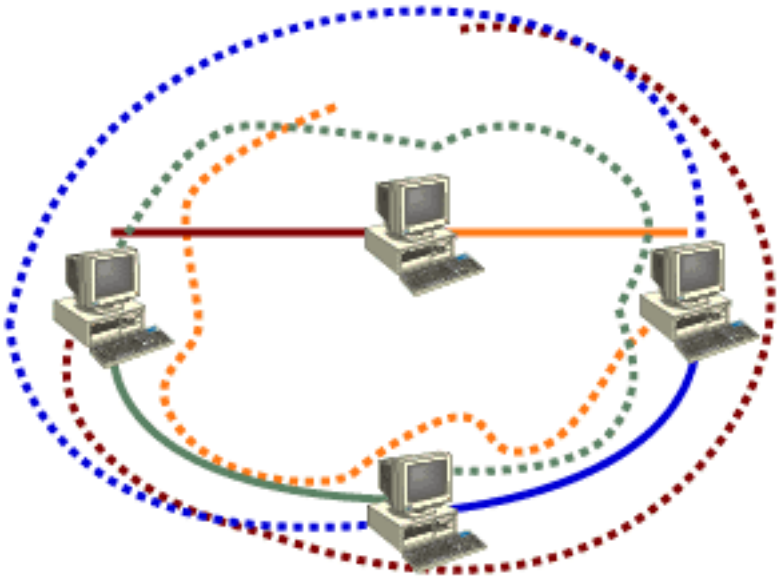


Modelo de topología en árbol (topología jerárquica).

Anillo mallado

En este caso hay un anillo doble, es decir, tenemos una redundancia, ya que aparte del anillo principal (líneas continuas), tenemos un segundo anillo (líneas discontinuas). Esta topología, a pesar de que redundante, es interesante

para un tipo de red como las MAN. Hay que observar que si accidentalmente alguien, como por ejemplo una excavadora de obras, corta el tubo por donde pasan los cables entre dos de los nodos de la red, no pasa nada si continúa estando el anillo intacto.



Modelo de topología en anillo mallado.

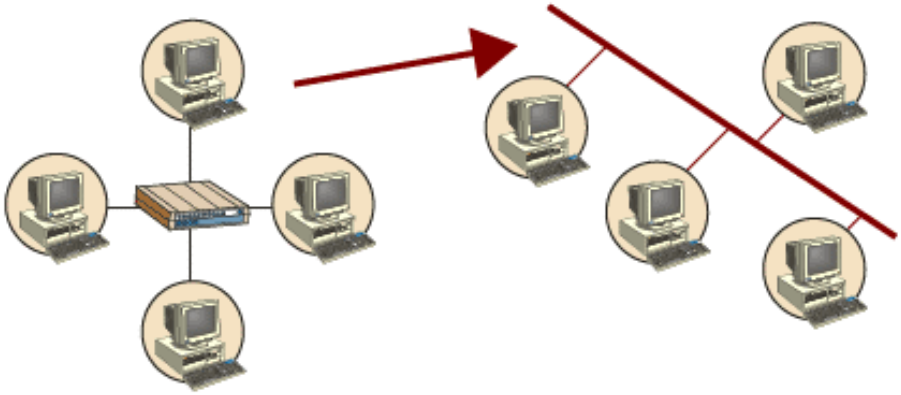
2.4.5. Topología física y topología lógica

Hay que saber distinguir entre la estructura física de la red, cómo se unen los elementos, y su estructura lógica, cómo se comportan.

Teniendo en cuenta este matiz, se puede implementar un cableado en estrella y que después se comporte como un cableado en bus o en anillo. Igualmente, puede hacer un cableado en forma de árbol y que después se comporte como un bus.

Diferenciar la topología física de la lógica no se hace para complicar más la situación, al contrario, se hace para facilitar el cableado. A menudo es más cómodo y fácil poner un concentrador y conectar las estaciones de trabajo de una sala.

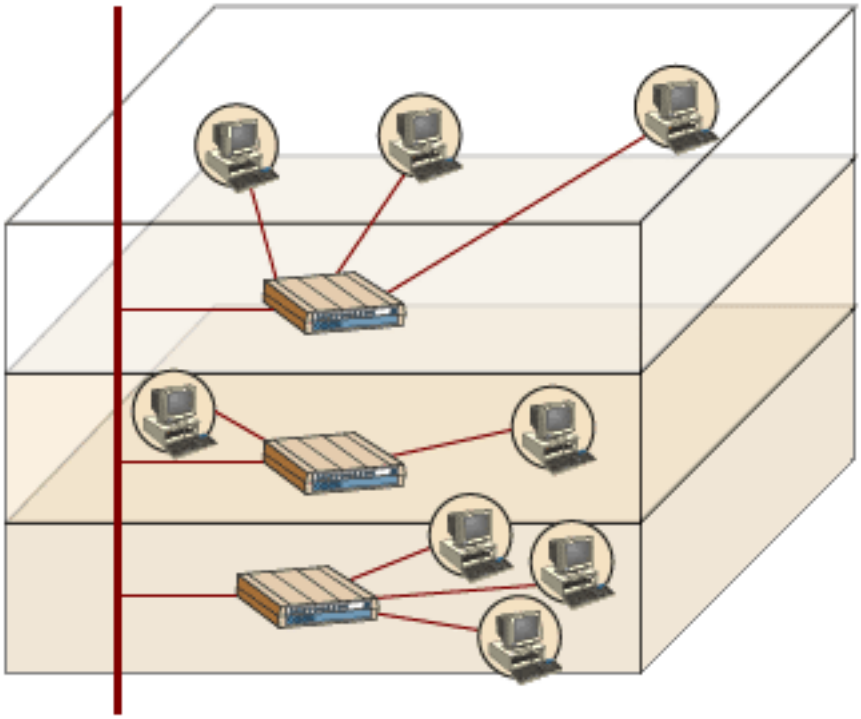
En la figura siguiente se puede ver que un cableado físico en estrella, en el que el nodo central es un concentrador (*hub*), es perfectamente convertible en un cableado lógico en bus. Gracias a las características del concentrador, está haciendo de tronco central del bus.



Topología física en estrella, topología lógica en bus.

Se pueden combinar las diferentes situaciones que se han visto.

En la figura siguiente se ve cómo se puede solucionar el cableado para una entidad que ocupa tres plantas de un edificio. Una posibilidad es poner un bus que recurra la vertical de los tres edificios, conectado al bus en cada piso puede haber un *hub* y conectado al *hub* todas las estaciones de trabajo, impresoras, etc. Tenemos que en cada planta hay una topología física en estrella, si lo miramos desde el punto de vista del tronco vertical, es una topología en bus. Todo el conjunto tendrá sentido si lo hacemos funcionar como una topología lógica en forma de bus.



Topología lógica de bus. Topología física, combinada con bus y estrella.

2.4.6. Cableado estructurado

Hasta ahora hemos visto que tipológicamente había unos modelos básicos, pero la topología física real de una red se puede llegar a complicar mucho más allá de estos modelos básicos. Si la red es muy grande, o las necesidades de

la empresa, institución, etc. lo requieren, es bueno dividir la red en secciones y unirlas mediante direccionadores. De esta manera, la red queda seccionada en pequeñas redes unidas entre ellas por los direccionadores. Esta solución se puede adaptar según varios criterios:

- **Eficiencia**: si la red es muy grande, y en función del protocolo que pongamos, probablemente será más rápida si está seccionada.

- **Técnicos**: si el número de estaciones es muy elevado, nos podríamos quedar sin bastantes direcciones IP en función del tipo de red que tengamos (recordemos que hay casos en los que el identificador de estación de trabajo era un único byte, es decir, como mucho 256 estaciones de trabajo). Al seccionarla, en la dirección IP cada subred tendría un identificador de red diferente, de manera que aunque repitiéramos un identificador del nodo, la dirección IP ya sería diferente (**192.168.1**.1, **192.168.2**.1).

- **Seguridad**: para mantener aislada una parte de la información de la red respecto del resto. Seccionando esta parte de la red, es más fácil mantener el control mediante el direccionador que lo une al resto.

- **De organización y de mantenimiento**: tener la red seccionada ayuda a tenerla organizada, a detectar averías y a llevar a cabo su mantenimiento.

2.5. Protocolos de acceso a la red

Las redes tienen por objetivo el intercambio de información entre los elementos que la componen (estaciones de trabajo, impresoras, discos duros compartidos, etc.).

Este intercambio no se puede realizar de una manera anárquica, es necesario que el acceso a la red esté regulado.

Si todos los integrantes introducen información a la red en el momento en el que les apetece, se producirían colisiones de la información, en otras palabras, los mensajes se superpondrían unos a otros y se producirían interferencias, como sucede en un debate entre un grupo de personas cuando no hay orden: si todas hablan a la vez, es difícil que se entiendan. Para evitar este caos, un debate requiere un moderador que gestione los turnos de palabra y que los haga respetar. En las redes, esta figura del moderador la asume el protocolo de acceso a la red.

Hay muchos protocolos de acceso a red pero explicaremos los más utilizados en redes LAN según su topología.

2.5.1. CSMA/CD (*carrier sense multiple access/collision detection*)

El protocolo CSMA/CD (acceso múltiple por observación de la portadora con detección de colisión) se implementa en topologías de bus, típicamente la velocidad del bus es de 10 Mbit/seg o de 100 Mbit/seg. El cableado se suele realizar con hilo coaxial, aunque para redes reducidas también se puede hacer con hilos de par trenzado.

Cualquiera de las estaciones de la red, antes de emitir un mensaje, debe respetar los pasos indicados por el protocolo:

1) Antes de enviar algo a la red es necesario que mire si ya hay alguien que la utiliza, algo que denominamos *escuchar la red*. Si no oímos nada (únicamente la señal portadora), entonces podemos acceder a transmitir información; en caso contrario, hemos de esperar a que acabe la transmisión en la red.

2) El mensaje llegará a todas las estaciones de trabajo por medio del bus que conforma la red, cada una consultará la cabecera (en la mayoría de los protocolos, dentro de la cabecera es donde se encuentra la información de los destinatarios) del mensaje y, si está entre los destinatarios, se copiará el mensaje.

3) Si durante el proceso de envío del mensaje aparece otra estación de trabajo que desea enviar alguna información, deberá proceder como hemos explicado. Durante la fase de escucha, al ver que la red está en uso, esperará un tiempo prudencial (normalmente es un tiempo aleatorio, del orden de fracciones de segundo) y volverá a realizar la escucha, y así sucesivamente hasta que la escucha dé como única señal la señal portadora, momento en el que la red está libre y procederá a emitir el mensaje.

4) Si en los primeros instantes del inicio de la transmisión de un mensaje otra estación también quiere transmitir su información, puede suceder que no detecte que el bus está ocupado porque el mensaje todavía no le ha llegado (éste es un caso posible, aunque muy improbable, dado que los mensajes viajan por el bus a grandes velocidades y el tiempo que pasa entre que se emite el mensaje y que llega a las estaciones es mínimo). Suponiendo que no se detecte que el bus está ocupado cuando esta segunda estación transmita, se producirá una colisión entre los mensajes, las dos estaciones de trabajo detectarán la colisión e interrumpirán las emisiones respectivas. Esperarán un tiempo aleatorio y volverán a empezar el proceso de emisión siguiendo de nuevo todos los pasos del protocolo. Las estaciones involucradas en una colisión pueden ser más de dos, pero, en cualquier caso, el procedimiento que se ha de seguir es el que hemos descrito.

2.5.2. Anillo de testigo (*token ring*)

El protocolo *token ring* ('anillo con paso de testigo') se implementa en topologías de anillo. Típicamente, la velocidad de la red oscila entre los 4 Mbit/seg y los 16 Mbit/seg. El cableado del anillo suele ser hilo coaxial, aunque también es habitual encontrar anillos con hilo de pares trenzados.

El acceso a la red se gestiona de una manera tan curiosa como eficaz, aunque la eficiencia en el uso de la red es discutible. La clave es saber que hay un pequeño mensaje denominado *anillo* (*token*) o *testigo* que no para de dar vueltas al anillo.

Las diferentes estaciones de trabajo retransmiten la marca siguiendo un estricto orden, de manera que el testigo recorre el anillo indefinidamente. Poseer el testigo da derecho a hacer uso de la red, a transmitir información.

El comportamiento general de este protocolo de acceso se puede describir de esta manera:

1) Cuando una estación recibe el anillo puede ser que tenga algo que transmitir o no. En caso de que no tenga nada que transmitir, transmitirá el anillo hacia la estación del anillo siguiente. En caso de tener algún mensaje para transmitir, retirará el testigo del anillo y transmitirá el mensaje.

2) Una vez transmitido, el mensaje viajará por cada una de las estaciones hasta que vuelva a la estación que lo ha enviado. Las estaciones leen el destinatario del mensaje y, en caso de que sean ellas, lo copian; en cualquier caso, lo vuelven a enviar hacia la estación de trabajo siguiente.

3) Finalmente, el mensaje transmitido llega a la estación emisora y ésta lo saca de la red. Como el anillo continúa en su poder, si tiene otros mensajes que enviar repetirá el proceso. En caso contrario, enviará el anillo a la estación del anillo siguiente para que pueda, si lo requiere, tomar el anillo y empezar la transmisión de mensajes.

2.5.3. Bus de testigo (*token bus*)

El protocolo *token bus* ('bus con paso de testigo') se implementa en topologías de bus. Igual que en el caso de redes CSMA/CD, el cable puede ser tanto coaxial como par trenzado.

El acceso a la red se gestiona mediante el paso de testigo, al igual que en el caso del protocolo anillo de testigo. Como se puede ver, es una mezcla de los dos casos anteriores, tenemos una topología en bus y un protocolo basado en un paso de testigo. La pregunta parece evidente: ¿cómo se puede implementar un paso de testigo si no tenemos una topología en anillo? ¿A quién le pasará el testigo la última estación de bus?

La respuesta a las preguntas anteriores es la creación de un anillo lógico sobre el bus, es decir, las estaciones de trabajo están numeradas, de manera que cada estación debe transmitir el testigo a la estación con el número superior y la de número mayor lo transmite a la de número menor. De esta manera, conseguimos un anillo lógico sobre un cableado en bus. A partir de aquí, la operativa se explica en el anillo de testigo.

El anillo de testigo se suele implementar en entornos ofimáticos, donde la creación física de un anillo no suele presentar muchos problemas. El bus de testigo se utiliza en entornos industriales, ya que es más fácil y en general más económico hacer un cableado en forma de bus.

El bus de testigo tiene la robustez del anillo de testigo y, además, se aprovecha de la facilidad de conectar y desconectar estaciones de trabajo que nos ofrecen los cableados en bus.

2.6. Redes sin hilos o WIFI

Una red WIFI o sin hilos actúa de manera idéntica a una red con un cableado con hilo coaxial, par trenzado, fibra, etc.

Si bien funcionalmente es idéntica, varía el hardware del "cableado". El medio de transmisión es el aire y, para depositar la información en el aire mediante ondas electromagnéticas, serán necesarias antenas transmisoras y receptoras para volver a capturarlas.

La velocidad actual de los sistemas WIFI actuales puede llegar a los 100 Mbps. En la actualidad la velocidad más extendida en sistemas WIFI es de 54 Mbps. Para aquellos elementos que cumplen la normativa 802.11g. 54 Mbps es una velocidad suficiente para que una red LAN funcione sin problemas. Los elementos de hardware que cumplen la norma 802.11n son los que nos permiten llegar a velocidades superiores a los 100 Mbps; no hay bastante con tener alguna antena que cumpla esta norma para coger estas velocidades, ya que la velocidad de una red siempre es la velocidad de su elemento más lento.

Es posible que aparezca la necesidad de poner antenas repetidoras por las causas siguientes:

- **La distancia**: cuando la distancia entre ordenadores es muy grande. Sabemos que la distancia es grande o no leyendo las especificaciones del punto de acceso, ya que cada punto de acceso emite una potencia determinada.

- **Obstáculos**: si hay obstáculos que atenúen mucho la señal, como pueden ser paredes gruesas o de hormigón.

Actualmente, en cualquier tienda especializada se dispone de una amplia gama de elementos para crear y aportar valor añadido a una red WIFI.

- Tarjetas de red.

Tarjeta WIFI para *slot* PCI (para ordenador de sobremesa)

- Tarjetas de red PCMIA.

Tarjeta WIFI para *slot* PCMIA (para ordenador portátil)

- Puntos de acceso (*access point*).

Puntos de acceso WIFI

- Antenas/repetidores (*air points*).

Antenas WIFI

- Direccionadores (*routers, access point*).

Direccionador con soporte para WIFI

Si queremos unir dos ordenadores mediante un enlace WIFI, tenemos suficiente con equipar los ordenadores con tarjetas de red WIFI.

Si queremos unir más de dos ordenadores, nos hará falta un punto concentrador (*hub*) o direccionador preparado para red WIFI.

A menudo las redes son mixtas, de manera que en la misma LAN hay ordenadores unidos por un cableado clásico y otros mediante WIFI.

Pongamos un ejemplo habitual: una vivienda en la que se dispone de un acceso ADSL, un ordenador de sobremesa (ordenador 1) en una habitación con el acceso ADSL, una impresora, un segundo ordenador (ordenador 2) en otra habitación y un ordenador portátil. Para no tener que romper la estética de las paredes con cables, ni tener que hacer regatas en las paredes, una solución es unir los tres ordenadores y la impresora mediante una red WIFI. El objetivo es conseguir que los ordenadores puedan compartir datos y que los tres aprovechen el acceso ADSL de Internet.

¿Qué nos hará falta?

- Direccionador ADSL con WIFI: se conectará a la roseta telefónica por donde entra la señal ADSL y la tarjeta de red.

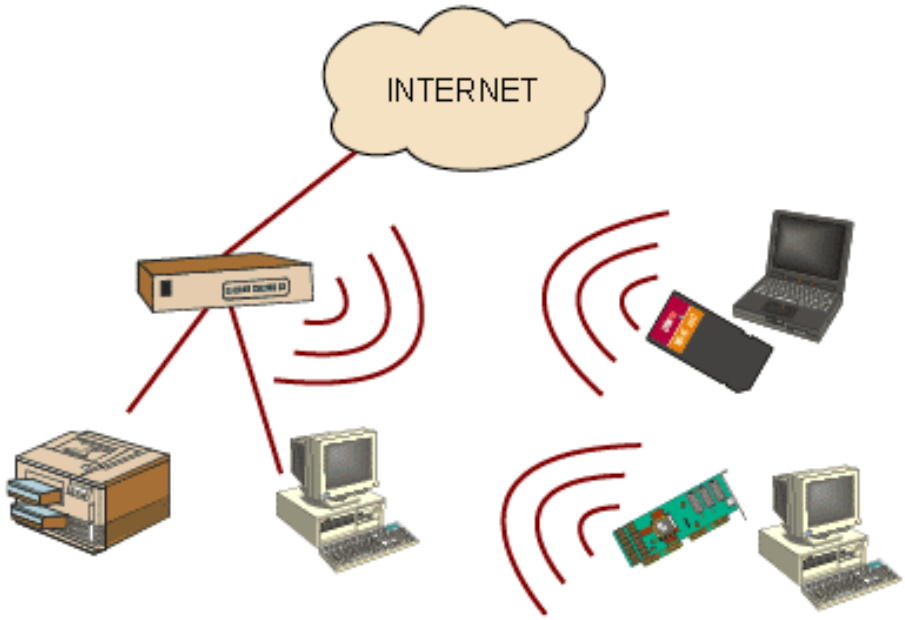
- Tarjeta de red: se instalará en el ordenador 1 de sobremesa de la habitación donde está la roseta telefónica con ADSL.

- Tarjeta de red WIFI: se deberá poner en el ordenador 2 de sobremesa.

- Tarjeta de red PCMIA: se pone en la ranura PCMIA del portátil. Este elemento es probablemente innecesario, pues la mayoría de ordenadores portátiles actuales disponen de serie de antena WIFI.

- Cable: del ordenador 1 al direccionador WIFI y de la impresora al direccionador WIFI. En caso de que la impresora no se pueda conectar en red,

siempre se podría conectar al ordenador 1 y mediante la configuración adecuada desde el sistema operativo, los otros ordenadores la verían como si fuera una impresora en red. Otra opción es conectar la impresora a un dispositivo servidor de impresión WIFI y, de esta manera, convertimos la impresora en una impresora en red accesible para todos los ordenadores.



Modelo WIFI para una vivienda con dos ordenadores de sobremesa, un portátil e impresora.

En la figura anterior vemos la topología de la red. Tanto el ordenador 1 como la impresora también podrían estar conectados al direccionador por la red WIFI, con lo que se evitaría poner ni siquiera un metro de cable, el ordenador mediante una tarjeta WIFI como la que se dispone en el ordenador 2 y la impresora mediante un punto de acceso.

2.7. Valores añadidos de la Red en el hogar doméstico

La evolución de los aparatos electrónicos dedicados al hogar ha hecho que éstos estén cada vez más preparados para conectarse a las redes domésticas. Así, no es difícil encontrar televisores con entradas por red DLNA, aparatos NAS para tener discos duros conectados a la Red, cadenas de alta fidelidad con opciones de *streaming* de manera que, desde cualquiera de estos aparatos, se puede acceder a la información de la Red y reproducir en la televisión vídeo, imagen y sonido en los aparatos que tengan opciones de *streaming*.

Algunos de los elementos que se pueden encontrar con más facilidad, para conectar a la WIFI y dar un valor añadido, son:

- **Adaptador para disco duro en red**. Permiten conectar discos duros e integrarlos en la Red, de modo que su contenido se pueda compartir.

Adaptador para disco duro en red.

- **Servidor de impresión WIFI**. Convierten cualquier impresora en una impresora accesible para todos los dispositivos de la Red.

Servidor de impresión WIFI.

- **Webcam WIFI**. Este dispositivo permite ver imágenes del lugar en el que esté ubicado, desde cualquier ordenador conectado a Internet. Obviamente, hay protocolos de seguridad que hacen que se pueda restringir el acceso a las imágenes. Son también utilizados como cámaras de seguridad.

Webcam WIFI.

- **Disco duro en red NAS**. Este dispositivo permite compartir ficheros con mucha facilidad; es ideal para gestionar las copias de seguridad y da unas posibilidades enormes de expansión de la capacidad de almacenaje de datos en la Red.

Disco duro en red NAS.

- **Teléfono IP por red WIFI**. La telefonía IP permite usar la infraestructura de la Red para comunicar vía voz, telefónicamente, con cualquier otro teléfono IP.

Teléfono IP por red WIFI.

- **TV con conexión LDNA**. La conexión LDNA nos permite reproducir por la televisión los contenidos almacenados en los dispositivos de la Red, bien sean los discos duros de los ordenadores, los discos duros de la Red o bien dispositivos USB, tarjetas Compact Flash, tarjetas SD, etc.

TV con conexión LDNA.

- **Consola con conexión WIFI**. Las consolas de videojuegos como la Wii permiten la navegación por Internet, compartir datos de los juegos e incluso jugar en línea (en tiempo real) con personas de todo el mundo.

Consola con conexión WIFI.

3. Internet e intranet

Todos los estudiantes de la UOC conocen Internet y su potencial. Ahora nos interesa ver Internet como una red, desde el punto de vista del responsable de gestión de información. Internet es, aparte de una fuente de información inacabable, una herramienta de comunicación entre fuentes de datos situadas, quizá, a miles de kilómetros unas de otras.

Por este motivo, la unidad empieza preguntando qué es Internet como red y encontraremos la respuesta a lo largo de la unidad. Para responder a la pregunta hay que bajar a la simple descripción para ver cómo se fundamenta Internet técnicamente. Igual que en las otras unidades, estas incursiones a bajo nivel, de carácter técnico, sólo pretenden fundamentar bien los conocimientos descriptivos y conceptuales, que son el objetivo real que se busca.

Se explican los protocolos que dan soporte a la red Internet y permiten que crezca sin problemas día tras día, se explican los servicios que hay construidos sobre este soporte y cuáles son los protocolos de cada uno y, finalmente, se hace una referencia a las aplicaciones web, que apuntan que serán el futuro en la ingeniería del software, ya que cada vez son más, funcionan mejor y, por consiguiente, están más extendidos.

3.1. Internet

Internet ya no es el futuro, sino el presente. Incluso a mucha gente le sería difícil desarrollar su tarea profesional sin usar esta herramienta, o mejor dicho, sin usar los servicios que la red Internet ofrece.

Internet está presente en nuestras vidas; cuando se usa el correo electrónico, cuando se estudia en la UOC, cuando se busca información, cuando se consultan cuentas bancarias desde la página web de la entidad correspondiente, cuando se usa para el ocio, etc. Hasta han aparecido nuevas patologías, como la adicción a Internet o a alguno de los servicios que ofrece. Aunque usar Internet sea una tarea cotidiana y, para algunos, imprescindible, no ha sido siempre así; las generaciones actuales no pueden percibir el mundo sin Internet, MSN, Facebook, el correo electrónico, los juegos en línea, etc.; todo esto forma parte cotidiana de su vida, pero cuando estos jóvenes y adolescentes nacieron probablemente sus padres no se habían conectado nunca a Internet. Ellos han crecido con la Red, y, en paralelo, la sociedad ha cambiado los hábitos de ocio, laborales e incluso de relación personal por influencia de la Red. Podemos decir, pues, que Internet ha tenido una evolución y popularización extraordinarias.

3.1.1. ¿Qué es Internet?

Esta pregunta tiene una respuesta difícil. Si alguien busca la respuesta, es probable que tropiece a menudo con definiciones del estilo "Internet es la red de redes". De hecho, ésta es la respuesta correcta. Aun siendo correcta, la respuesta deja indiferentes a la mayoría de las personas que buscaban una explicación de Internet. A lo largo de la unidad se intentará revelar qué hay detrás de esta frase.

Para empezar, podemos matizar la definición de Internet como red de redes diciendo que Internet es una red de extensión mundial formada por millones de ordenadores conectados unos con otros mediante equipos de comunicación (direccionadores, pasarelas o *gateways*, conmutadores o *switches*, proveedores de Internet, etc.). Todos con el denominador común del protocolo TCP/IP[4].

(4)TCP/IP: *transmission control protocol/Internet protocol*, explicados en el apartado "TCP/IP".

La existencia de este protocolo común hace que cualquier usuario de una de las redes que forman parte de Internet se pueda comunicar con un ordenador remoto que pertenece a otra de las redes que forman parte de Internet, de manera que si lo miramos desde una perspectiva de más alto nivel, los dos ordenadores forman parte de una única red, Internet.

3.1.2. Los orígenes de Internet

En los años sesenta, el Departamento de Defensa de Estados Unidos crea la Agencia de Investigación para Proyectos Adelantados (ARPA), dedicada a la investigación y con el objetivo de implementar la más alta tecnología a proyectos de carácter militar. Una de las obras de ARPA es crear la red ARPANET para resolver las comunicaciones del ejército.

En 1969, ARPA junto con la compañía Rand Corporation desarrollan una red sin nodos centrales: la información se divide en paquetes numerados que contenían la dirección del ordenador destino; en el destino, el ordenador receptor los ordenaba según la numeración y si faltaba alguno solicitaba la retransmisión. Todo esto lo gestionaba un protocolo denominado NCP (*network control protocol*).

En 1974, los científicos de ARPA, junto con expertos de la Universidad de Stanford, crean las actuales bases de Internet, modifican el protocolo NCP para dar a luz el protocolo TCP/IP.

En 1982 se adopta el protocolo TCP/IP como el estándar de comunicación para redes conectadas a ARPANET, que ya ha dejado de ser una red militar para pasar a tener finalidades civiles, sobre todo científicas.

ARPANET ha evolucionado mucho desde sus orígenes, pero la filosofía continúa siendo la de una red sin nodos, fácilmente escalable, donde todos los ordenadores se puedan conectar de una manera fácil. Cuando decimos que Internet es una red sin nodos queremos decir que su filosofía parte de que no hay jerarquías: todos los ordenadores conectados tienen el mismo nivel e importancia, todos se pueden conectar el uno con el otro. Desde la primera aplicación militar, ha tenido mejoras técnicas como el TCP/IP y su uso ya es con finalidades plenamente civiles. A partir de ahora, se habla de Internet y no de ARPANET, aunque no podemos dar una fecha concreta del cambio.

Nodo

En general, un nodo es el punto de unión entre varias redes. En Internet, un nodo es un *host* (servidor) con un solo nombre de dominio y dirección.

La gran revolución de Internet se produce cuando sobre el protocolo TCP/IP se construyen servicios como el correo electrónico o el World Wide Web (WWW) que aparece a principios de los años ochenta.

Poco a poco, servicios tradicionales como la radio, la banca, la Administración pública, la Universidad o la propia telefonía se van integrando en mayor o menor medida en la red de redes; todo hace que Internet crezca exponencialmente día a día.

A partir de estos momentos, Internet empieza a tener problemas; víctima de su éxito, la Red supera todas las previsiones de uso y su crecimiento es imparable hasta llegar a nuestros días, donde en el denominado primer mundo, todo el mundo tiene acceso a ella.

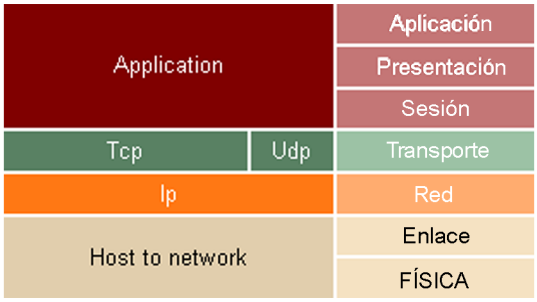
3.1.3. Protocolo TCP/IP

Aunque el objetivo del curso es la comprensión conceptual y no la profundización en la parte técnica, parece imprescindible detallar mínimamente qué se entiende por protocolo TCP/IP, ya que, como se ha dicho, Internet y sus servicios se construyen sobre esta base. Haciendo un símil, si Internet fuera un edificio, el protocolo TCP/IP sería los cimientos, y los servicios como el correo electrónico, WWW, FTP, etc., estarían en las plantas superiores del edificio.

El TCP/IP nos permite enlazar ordenadores que utilizan sistemas operativos diferentes. Esta característica es de gran importancia, ya que ordenadores con sistemas operativos diferentes en principio son dos mundos aislados. Con el TCP/IP no nos preocupa si accedemos a un ordenador que funciona con Linux, Unix o si es un Macintosh (Apple).

TCP/IP no es un único protocolo, está formado por el TCP (*transfer control protocol*) y el IP (*Internet protocol*). Al mismo tiempo, estos dos protocolos forman un conjunto estratificado en varias capas que dan lugar a lo que se denomina STACK de protocolos TCP/IP.

TCP/IP sólo posee cuatro niveles, con estos cuatro niveles cubre todas las capas de la recomendación OSI. En el gráfico siguiente, vemos los cuatro niveles de TCP/IP y las equivalencias con los niveles de la recomendación OSI.



Equivalencia de las capas del modelo OSI con las cuales se utiliza el protocolo TCP/IP.

IP (*Internet protocol* o protocolo de Internet)

Todo elemento conectado a una red TCP/IP debe tener una dirección IP que lo defina unívocamente.

Una dirección IP es un grupo de 4 bytes (32 bits); normalmente se expresan las direcciones IP en forma decimal separando cada byte mediante un punto, por ejemplo (192.168.1.2).

La dirección IP no es un número aleatorio. No es el objetivo del curso saber la reglamentación de las direcciones IP, pero sí que hay que saber que la dirección IP contiene mucha información, ya que identifica la red a la cual pertenece el elemento y la dirección de este elemento en la red. En función del tipo de red, se identifica por el primero, primero y segundo, o primero, segundo y tercer byte. En consecuencia, la dirección del elemento en la red identifica el cuarto, tercero y cuarto o bien los últimos tres bytes.

Cuando un ordenador pasa a ser un nodo de acceso a la misma red Internet, debe tener una dirección IP que le tiene que haber dado la Internet Assigned Number Authority (IANA), que es la entidad única a escala mundial encargada de asignar direcciones IP.

Una vez se posee una NetID (una dirección de red única), se puede conectar un direccionador, conmutador, etc. al ordenador y crear una LAN donde todos los ordenadores tengan acceso a Internet mediante la IP única que da salida a Internet (*gateway*).

Pasarela (*gateway*)

La pasarela es el elemento de la red que da salida a Internet.

Dentro de una LAN, es el administrador de la LAN quien decide cómo repartir las direcciones IP, siempre respetando la normativa.

No puede haber dos dispositivos dentro de una misma red con la misma IP. Elementos como *bridge* o *routers* son imprescindibles que conozcan las IP de las diferentes redes que enlazan. Una estación de trabajo puede tener la IP de su red LAN y, además, un módem que lo conecte directamente a Internet con la

IP que le haya asignado su proveedor. Es el caso habitual de los accesos ADSL domésticos; visto desde la LAN, el módem tendrá una IP dentro del rango de la red doméstica 192.168.X.Y; el módem tendrá, además, una IP pública, que es la que le da el proveedor de Internet. Esta IP pública puede ser dinámica o fija; si es dinámica, el proveedor le asigna en el momento que el *router* se pone en marcha, si es fija se le asigna en el momento de formalizar el contrato y se mantiene siempre igual.

IP es un protocolo de tercera capa OSI, identifica los elementos en la red pero se desentiende de cómo transportar la información. Es necesario que alguien se haga cargo de esta parte, ya que no sirve de nada saber perfectamente dónde hemos de enviar nuestro mensaje si no hay nadie que se encargue de hacer el trayecto hacia el destinatario. De ello se encarga el TCP.

TCP (*transmission control protocol*)

TCP es un protocolo de nivel 4 (transporte) que se encarga de garantizar que los mensajes llegan a su destinatario y que, además, llegan correctamente, es decir, sin errores.

La mayoría de los protocolos de transmisión tienen mecanismos para detectar que la información que llega sea fiel a la que ha emitido el emisor. Todos los mecanismos castigan la eficiencia del sistema, ya que hay que emitir información inútil desde el punto de vista del mensaje que se va a transmitir, pero que es imprescindible si se quiere realizar el control de errores. Si detecta que ha habido algún error, hace repetir el envío.

Control de errores

El control de errores puede llegar a ser muy complejo y fiable. Explicaremos uno de los controles de errores más básicos y usados, el bit de paridad.

Supongamos que el mensaje para transmitir es la siguiente cadena de 10 bits 1000110110; en la cadena, se añadiría el bit número 11, que hará las funciones de bit de paridad, y valdrá:

- 0 si el número de unos, dentro de los diez primeros bits, fuera par.
- 1 si el número de unos, dentro de los diez primeros bits, fuera impar.

Para el caso de transmitir 1000110110, el bit de paridad valdría 1 y se transmitiría 10001101101.

Para el caso de transmitir 1010110110, el bit de paridad valdría 0 y se transmitiría 10101101100.

Este es un control de errores muy poco robusto, ya que no detecta si hay un número par de errores. Como se puede ver en el ejemplo, poner un bit de paridad castiga la eficiencia del sistema; de los 11 bits transmitidos, sólo 10 llevan información; hemos perdido el 9,09% de la capacidad del canal.

El TCP utiliza metodologías de control de error más sofisticadas.

El TCP va unido indivisiblemente al concepto de puerto; un puerto es la unidad lógica que define el extremo de una comunicación. El TCP está orientado a la conexión, siempre va de un puerto origen a un puerto destinatario.

UDP (*user datagram protocol*)

UDP son siglas que podemos encontrar con facilidad en los textos que hablen de redes de comunicaciones en Internet. Es otro protocolo de nivel 4, encargado de la transmisión. Técnicamente, es mucho más simple que el TCP. Se apoya en IP y usa direcciones IP para transportar la información. Como el TCP, se encarga de garantizar que la información que llegue al destinatario sea fiable. UDP no es un protocolo orientado a la conexión y permite que el mensaje llegue a diferentes usuarios.

3.1.4. Aplicaciones y servicios

Hasta ahora hemos visto los orígenes, la filosofía y los fundamentos de Internet. Pero para que la Red sea realmente útil, es necesario que sobre este protocolo TCP/IP se construya alguna cosa que nos permita hacer algo de utilidad. Esta cosa son los servicios o aplicaciones en Internet, de muchas de las cuales somos usuarios habituales: correo electrónico, FTP, World Wide Web, Telnet, IRC, etc. Los servicios ocupan las capas de sesión, presentación y aplicación del modelo OSI. Cada servicio utiliza su propio protocolo que utilizará el TCP/IP para transmitir datos por la red. Algunos servicios son:

- **World Wide Web**: son las populares páginas web. Si se busca bien, podemos encontrar casi cualquier tipo de información en ellas. El servicio se comunica con el protocolo TCP/IP mediante el protocolo que utiliza el HTTP (*hipertext transfer protocol*). Hay una variedad del HTTP, el HTTPS (*hipertext transfer protocol security*), que la utilizan las páginas con información confidencial con el fin de ocultar datos a posibles escuchas malévolas.

- **Transmisión de archivos**: se utiliza para descargar archivos desde ordenadores remotos. El protocolo que se utiliza con esta finalidad es el FTP (*file transfer protocol*). También se pueden bajar archivos mediante el HTTP, pero es mucho más lento. En muchas páginas web, a la hora de descargar el archivo nos deja elegir si lo queremos hacer por HTTP o bien por FTP. La elección lógica es hacerlo por FTP, pero a menudo en las LAN el ordenador que da conexión a Internet (el *gateway*) tiene el protocolo FTP en capas para las estaciones de trabajo de la LAN. Éste es un criterio que adoptan muchos administradores de red por motivos de seguridad.

- **Correo electrónico**: los conocidos y sobradamente utilizados servicios de correo electrónico (*e-mail*), mediante éstos son capaces de recibir correo. El protocolo utilizado es el SMTP (*simple mail transfer protocol*). ¿Qué sucede cuando enviamos un correo desde una aplicación web, como el campus de la UOC, que también utiliza SMTP o bien que va sobre HTTP, que es el protocolo propio de la aplicación web? La aplicación web sólo es una capa de maquillaje, una capa de presentación; esta capa esconde un servidor de correo que usará SMTP.

Hay otros servicios como el Telnet que nos permite acceder a ordenadores remotos y trabajar como si fueran nuestra propia máquina. Otro es el servicio de chat que funciona sobre el protocolo IRC y nos permite hablar en línea con gente de todo el mundo.

3.1.5. Aplicaciones web

El popular World Wide Web no sólo sirve para colgar páginas informativas sobre cualquier tema, con un diseño llamativo y atractivo.

Los ingenieros de software han descubierto en los navegadores el cliente perfecto; tiene un coste cero, la aplicación no necesita instalación en la estación de trabajo, tiene un mantenimiento casi nulo y para actualizar las versiones de la aplicación es suficiente con enviar un correo electrónico con la nueva URL[5]. Éstos son algunos de los motivos por los que la nueva tendencia en la ingeniería del software apunta a las aplicaciones web.

Navegadores

Programas para visualizar HTML, que es el lenguaje con el que se realizan las páginas web.

(5)URL: *uniform resource locators*. Es lo que se conoce como una dirección web. http://www.nombre.apellido

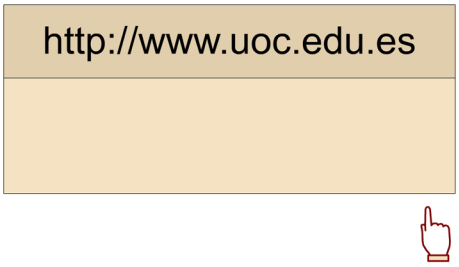
¿Qué es una aplicación web? Para entenderlo mejor, primero hay que tener claro qué es una aplicación cliente-servidor.

Todos conocemos el concepto clásico de aplicación, Excel, Word, Photoshop, Autocad, etc. Todo son aplicaciones. En ámbitos corporativos, donde muchos usuarios acceden a una misma aplicación, es donde tiene sentido utilizar aplicaciones cliente-servidor.

Una aplicación cliente-servidor consta de dos partes. Una parte denominada *servidora*, donde reside realmente la aplicación y los datos que manipulan todos los usuarios que tienen acceso a ella. Y otra parte denominada *cliente*, que únicamente sirve de presentación de la aplicación a la estación de trabajo y nos da la herramienta para interactuar con la aplicación. En el cliente se pueden hacer cálculos y procesar datos, eso depende del diseño que haya hecho el equipo de ingenieros responsables del desarrollo de la aplicación. Es decir, el procesamiento de los datos se divide entre la parte servidora y la parte cliente, pero a menudo el peso importante del procesamiento de los datos se hace en la parte servidora. Los datos, en el 99% de los casos, quedan guardados en el servidor o en servidores de bases de datos.

Una vez clara la idea de cliente-servidor podemos intuir que el World Wide Web nos da al cliente universal perfecto. Si los ingenieros de software son capaces de crear una aplicación que resida en un servidor de aplicaciones conectada a un servidor web, y desarrollar páginas web capaces de interactuar con esta aplicación servidora, habrán conseguido una aplicación web. Cualquier persona con un ordenador y una conexión a Internet podrá acceder a nuestra aplicación simplemente tecleando la URL adecuada en la barra de direcciones del navegador.

Esquema de una URL:



Hay dos grandes grupos de dominios, los territoriales y los genéricos, y dentro de los territoriales, patrocinados y no patrocinados:

- **Genéricos**: nos indican la temática o actividad de la web que hospedan. El más extendido es el .com o .co para actividades comerciales.

- **Territoriales**: tienen dos letras e identifican el país donde se hospeda la página. Ejemplos (.se, .uk, .it, .tk, .nl, etc.):
  - **Patrocinados**: tienen el apoyo económico de entidades patrocinadoras. Ejemplos de dominios genéricos patrocinados son: .cat, .eu, .aero, .jobs, .travel, etc.

  - **No patrocinados**: son no patrocinados los dominios: .name. info, .edu, .gov, .int.

Los dominios no patrocinados son gestionados por organismos internacionales como el ICANN, mientras que los patrocinados son gestionados también por el ICANN, pero con intervención de los organismos patrocinadores.

Algunos de los dominios más usados son:

Edu	Educación
Org	Organización no gubernamental
Gov	Organización, departamento, pertenecen a un gobierno oficial
Com/co	Indica actividad comercial, a pesar de que es el nombre genérico de toda página web
Biz	Indica actividad comercial (*bussiness*)
Neto	Proveedores de servicios de redes
Info	No tiene una orientación clara, se pueden encontrar .info para dar a conocer ideas, información personal, de empresas, etc.
Name	Está dedicado a usuarios particulares; no se admiten empresas ni organizaciones
Int	Para organizaciones con tratados internacionales u organizaciones no gubernamentales con estatus de observadores de la ONU

Mil	Exclusivo para el Departamento de Defensa de Estados Unidos

¡El navegador estará haciendo de cliente y, además, será cliente de cualquier aplicación! Sólo hay que cambiar la URL. No habrá que gastar ni un céntimo en licencias de cliente. No hay que instalar la aplicación al ordenador cliente, si sale una versión nueva se actualiza en el servidor web. O bien la nueva versión se pone en otra parte del servidor y se le da una nueva URL, de esta manera nos podemos conectar a las dos versiones, en función del URL que se teclee en el navegador.

La complejidad y el diseño de una aplicación web, aunque su capa gráfica sean páginas HTML, no tiene nada que ver con una típica página web, que no hace nada más que presentar información sin ningún tipo de dinamismo interactivo ni lógica de negocio detrás. En una aplicación web, detrás de la capa gráfica mostrada al cliente puede haber un complejo entramado de lógica de negocio.

Lógica de negocio

Se denomina *lógica de negocio* a todo el código que implementa los procesos de la aplicación. La lógica de negocio es la responsable que la aplicación haga lo que debe hacer.

Partes de una aplicación web

Depende del diseño del equipo de ingenieros de software, pero normalmente se aconseja dividir el diseño en presentación, datos y lógica de negocio. Es el llamado *modelo de tres capas*.

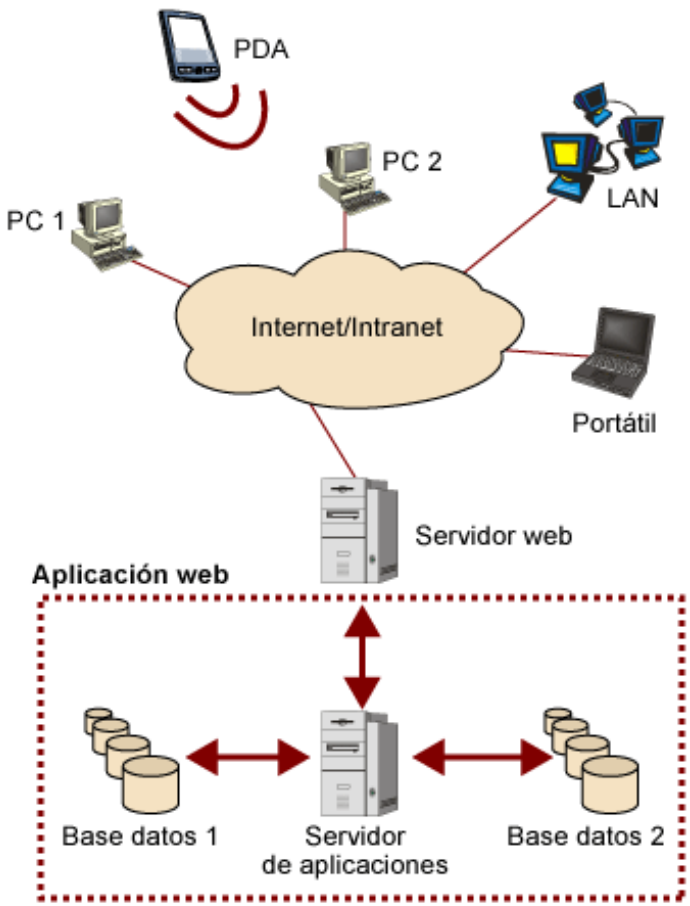
- **Capa de presentación**: son las páginas HTML a las cuales accede el cliente. Son un conjunto de páginas HTML (*hipertext markup language*), páginas JSP (*Java server pages*, una JSP es una página HTML con código Java hospedado), páginas ASP (*active server page*, una página ASP es una página HTML con Visual Basic hospedado o con ficheros con código C# asociados donde reside toda o parte de la lógica de negocio de la página), Scripts en JavaScript o Visual Basic (estas secuencias, aunque residen en el servidor, suelen ser la lógica de negocio que se ejecuta en el cliente).

- **Lógica de negocio**: sería el motor de la aplicación, lo que hace que funcione, que haga lo que se espera. Dentro de la lógica de negocio de las aplicaciones web hoy día, existen dos grandes tendencias: utilizar tecnología .NET (de Microsoft, para desarrollar en .NET es necesario pagar licencias) o bien utilizar tecnología J2EE (Java 2 Enterprise Edition de Sun microsystems; desarrollar con J2EE es gratis). Los lenguajes naturales para la lógica de negocio de las aplicaciones web son, para el caso de .NET, VisualBasic.NET o bien C#, y para el caso de J2EE, Java (Java estaría relacionada con las páginas JSP, y los otros dos con las páginas ASP o ASPX). Para el caso de aplicaciones realizadas con tecnología JAVA es habitual que parte de la lógica de negocio resida en *servlets* (un *servlet* es un fichero de código JAVA con código HTML hospedado, el caso recíproco de las JSP) y otros objetos más complejos como los JavaBeans, EJB (Enterprise Java Beans), etc.

- **Datos**: toda aplicación web seria tendrá detrás una base de datos y la lógica de negocios de la aplicación asociada, *triggers*, archivos SQL (*structured query language*), etc.

Al margen podemos ver el esquema de una aplicación web.

Modelo de la arquitectura de una aplicación web



Servidor web y bases de datos

Las estaciones de trabajo, los ordenadores portátiles y otros elementos como PDA pueden acceder a la aplicación web por medio de Internet o de la intranet. El acceso a la aplicación se realiza por el servidor web al cual se conectan los servidores de aplicaciones. Al mismo tiempo, el servidor de aplicaciones accede a las bases de datos a las que tenga acceso la aplicación web.

En el servidor de aplicaciones es donde reside realmente la aplicación web, es donde está la lógica de negocio: código C#, código Java, Servlets, JavaBeans, etc.

En el servidor web se encuentran las páginas que se enviarán al cliente para visualizar la interfaz de usuario. Páginas JSP, ASP, ASPx, ficheros JavaScript, etc.

En las bases de datos puede haber algún tipo de lógica de negocio si la base de datos es bastante potente para soportarla. Este tipo de ficheros de lógica de negocio se denominan *funciones* o *procedimientos almacenados* y contienen lógica de negocio de pura manipulación de datos.

Resumiendo, una aplicación web nos da las ventajas y los inconvenientes siguientes:

Ventajas	Inconvenientes
• No necesita instalación al cliente. • Familiaridad entre el usuario y el entorno. Se ejecuta en un navegador Internet al que el usuario ya está acostumbrado. • La potencia del lenguaje JAVA, VisualBasic.NET o C#. • Facilidad para atender clientes de diferente naturaleza, ordenadores, PDA, etc. • La facilidad en la reutilización de código, hay mucho código fuente abierto (sobre todo en J2EE) y otros recursos como HTML, JavaScript, etc. • Facilidad en la gestión de la concurrencia de usuarios.	• La bajada de páginas web agudiza la lentitud de las aplicaciones. • Arquitectura muy compleja. • Dependencia del navegador y de sus versiones.

3.1.6. Servicios web

Últimamente empieza a surgir con fuerza, impulsado por Microsoft, la idea de servicios web.

> Un servicio web es una aplicación web con un diseño y una arquitectura particulares que permiten que cualquier usuario acceda a él y lo pueda utilizar como si fuera una parte de su aplicación web. Los servicios web pueden ser gratuitos o de pago.

La idea general es no reinventar la rueda, no reprogramar aquello que alguien ya ha programado anteriormente y que se ha comprobado que funciona correctamente. Es decir, el servicio web es un nuevo concepto de reutilización de código.

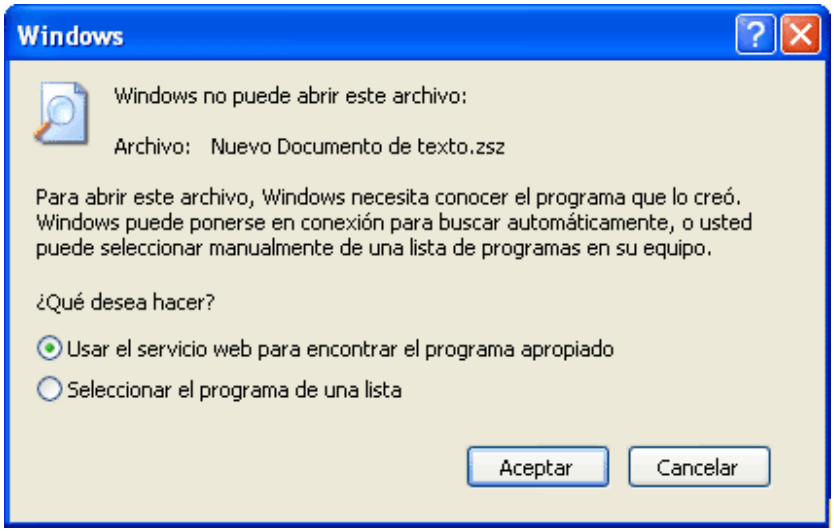
El componente reside en un servidor web y cualquier aplicación se puede comunicar con él para utilizarlo. Sólo hay que conocer las reglas de la comunicación con el servicio, qué debemos enviarle, con qué formato y qué nos devolverá el servicio.

Windows XP

Un ejemplo de servicio web lo tenemos en el mismo Windows XP. Si se tiene un fichero con un nombre de extensión desconocido y hacemos doble clic sobre el fichero, Windows

XP nos envía a un servicio web que nos muestra los programas que son compatibles con aquel tipo de fichero, nos dice dónde los podemos descargar, comprar, etc.

Como ejemplo de funcionamiento se puede crear un fichero de texto nuevo con el bloc de notas (inicio/ejecutar/notepad). Escribimos cualquier cosa, se graba y a continuación se cambia la extensión de un fichero de .txt a .zsz. Se hace doble clic en el fichero y Windows XP nos pregunta si queremos intentar encontrar, mediante un servicio web, un programa apropiado para abrir el fichero.



Windows XP nos pregunta si queremos acceder al servicio para encontrar una aplicación contable con el fichero de tipo ZSZweb.

Si aceptamos, se accede al servicio web y se obtiene como respuesta "*file unknown* (fichero desconocido)", ya que la extensión .zsz es inventada y no hay ninguna aplicación que la utilice.

3.2. Intranet y extranet

Ambas comparten la arquitectura con Internet y la única diferencia importante entre ambos conceptos es con respecto a la restricción del acceso.

3.2.1. Intranet

Una intranet es una red con una estructura basada en una filosofía arquitectónica como la de Internet, con la particularidad de que el acceso está restringido a un grupo específico de usuarios. En cambio, en Internet, todo el mundo es bienvenido.

La finalidad de la restricción del acceso a la intranet es la de garantizar la máxima seguridad posible para el intercambio de datos dentro de una institución u organización corporativa. Esta privacidad se consigue mediante elementos propios de las redes como los *firewalls* o cortafuegos.

Hemos dicho que denominábamos *pasarela* (*gateway*) al nodo, al elemento físico (hardware), que unía nuestra red con el mundo exterior. Desde el punto de vista del software, esta unión la realiza un tipo de software que denominamos *firewall* o cortafuegos. Cualquier mensaje que entre o salga de la LAN deberá superar la supervisión del cortafuegos. Los cortafuegos pueden restringir

las comunicaciones en función de su origen, de su naturaleza (pueden cortar un tipo de servicios determinado: FTP, IRC, etc.). También pueden albergar potentes antivirus para evitar infecciones masivas dentro de la LAN.

3.2.2. Extranet

Una extranet es una red privada con una estructura basada en Internet, generalmente corporativa, a la cual se permite la entrada, con identificación previa, de algunas personas ajenas al grupo propietario de la extranet. Normalmente, acceden a ella clientes, proveedores, socios, etc.

La única distinción entre intranet y extranet es que en la intranet el uso es exclusivo para los usuarios que la componen. En cambio, en una extranet se permite el acceso de usuarios externos, sea porque tienen visibilidad de la intranet entera o sólo de una parte.

Empresa de logística

Pongamos como ejemplo de esto una empresa de logística que gestione el envío de paquetes de sus clientes. Tiene una red corporativa a la cual deja entrar a sus clientes para poder contratar sus servicios y realizar el seguimiento de los paquetes que están en ruta y poder saber en todo momento dónde se encuentran o si ya se han entregado. También, y a efectos comerciales, dispone de una página web donde da información de sus servicios.

Ante esta situación, vemos que existe la necesidad de distinguir entre tres zonas en la red corporativa: una privada a la cual sólo tendrán acceso los usuarios que forman parte de la propia intranet para entrar/actualizar datos de envío, asignar rutas, etc., una segunda a la que se accederá con la identificación previa de los clientes para que puedan consultar el estado de sus pedidos, facturas, etc. y una tercera parte libre, sin restricciones, donde todo el mundo puede entrar y ver los servicios que la empresa ofrece.

- **Zona privada**: estaría formada por las estaciones de trabajo de la empresa, las impresoras de red, los servidores de aplicaciones, etc.
- **Zona de clientes**: sería una aplicación web que residiría en algún servidor de aplicaciones conectado a algún servidor web.
- **Zona pública o desmilitarizada**: serían un conjunto de páginas HTML que podrían residir en un servidor web.

4. Dimensionado de redes

Llegados a este punto del módulo, ya tenéis amplios conocimientos de redes. La unidad está dedicada a detallar aquellos puntos más conflictivos a la hora de hacer el diseño de una red; aunque este diseño debe recaer en personal técnico especializado, es necesario que el profesional de los sistemas de información o documentación domine el argot o conozca conceptualmente qué tiene en las manos, qué implica un buen diseño de red y con qué dificultades y limitaciones se puede encontrar.

A lo largo de la unidad se habla de manera extensa del concepto de ancho de banda porque en definitiva es el que en buena medida es el responsable de la satisfacción de los usuarios de la red. Finalmente, se dan algunas URL donde se puede encontrar información para la contratación de líneas o servicios de acceso a Internet.

4.1. Dimensionado

Para que la red sea un medio útil con el que trabajar, es necesario que el diseño sea acertado en todos los parámetros.

A la hora de diseñar una red, hay una gran cantidad de parámetros y conceptos que hay que tener en cuenta y que repercutirán en su buen funcionamiento.

Se ha de dejar el diseño en manos de técnicos especializados, a los que es fundamental dar toda la información de las necesidades de la entidad que utilizará la red, todas sus particularidades, software que se utiliza, número de usuarios, etc. Sólo de esta manera se podrá afinar al máximo en el diseño.

En el diseño hay que tener en cuenta el número de terminales que accederán a la red, qué aplicaciones accederán, a qué servicios externos accederemos, hacer cálculos aproximados del número de usuarios concurrentes que pueden utilizar la red, etc. Con todos estos datos, la persona o el grupo responsable decidirá la topología, el hardware y el software más adecuado para que funcione la red.

Como ya se ha apuntado, hay un parámetro clave en el dimensionado: el ancho de banda.

4.1.1. Ancho de banda

El ancho de banda es un parámetro clave para cualquier sistema de telecomunicación, ya que nos dice la capacidad de transmitir información que tiene un sistema.

Un ancho de banda insuficiente provocará lentitud y mucha insatisfacción a los usuarios, por más que las aplicaciones sean excelentes. Un ancho de banda excesivo supone un gasto injustificado, a golpes de cantidades muy elevadas.

Para tener una idea conceptual de qué significa ancho de banda, a continuación se explica para un sistema analógico y después se extrapolará a un sistema digital.

Sistemas analógicos

En los sistemas analógicos el ancho de banda se mide en hercios (Hz), ya que el ancho de los canales de transmisión ocupan más o menos hercios dependiendo de su naturaleza espectral.

Una señal ocupa un determinado rango de frecuencias; la distancia que hay entre la frecuencia más alta y la más baja es lo que se denomina *ancho de banda de la señal*. Para poder transmitirla correctamente, es necesario que el sistema soporte un ancho de banda igual o superior a la de la señal.

Analizador de espectros. En la pantalla, podemos ver el espectro de una señal.

La voz humana tiene un rango espectral que va desde los 30 hasta los 4.000 Hz, aproximadamente, y por ello un canal telefónico tiene un ancho de banda que va de los 300 a los 3.400 Hz, es decir, tiene un ancho de banda de 3.400 – 300 = 3.100 Hz o 3,1 kHz. Como se puede ver, para un canal de telefonía se pierden algunas frecuencias altas (3.400 a 4.000 Hz) y algunas bajas (30 a 300 Hz); esto provoca que la voz por teléfono no suene exactamente igual que cuando la recibimos por el aire, pero bastante clara para entender el mensaje.

Ejemplo de ancho de banda

Otro ejemplo de ancho de banda lo encontramos en los equipos de alta fidelidad: se considera alta fidelidad si el equipo es capaz de responder sin distorsión a frecuencias de 20 Hz a 20.000 Hz (20 kHz). Se puede comprobar en las especificaciones de los equipos de alta fidelidad (HI-FI, *high fidelity*) que tanto el amplificador, como los altavoces deben soportar este rango de frecuencias.

Sistemas digitales

Son los que realmente nos interesan, ya que por las redes viajan unos y ceros (bits). Aunque físicamente viajan ondas analógicas, en la naturaleza no existen las ondas digitales, la modulación de estas ondas transportan bits (modulación digital[6]).

(6)Durante todo este apartado se ha evitado entrar en el detalle de las modulaciones digitales, ya que, para entenderlas, hace falta una base matemática fuerte. El concepto, sin embargo, es el mismo que en la modulación AM, ya vista.

Por lo tanto, ya no tiene sentido hablar de la capacidad de los sistemas digitales como la capacidad de albergar hercios en su interior, sino que ahora lo que queremos saber es cuántos bits es capaz de transmitir. El ancho de banda digital se mide en bits por segundo (bps).

Cálculo del ancho de banda

Disponer del ancho de bando necesario para que todos los usuarios de la red estén satisfechos es imposible. El ancho de banda es un bien caro y escaso, y por mucho que se ajusten los cálculos habrá usuarios que lo encontrarán insuficiente.

Es necesario realizar un cálculo razonable y, sobre todo, evitar los cuellos de botella que se puedan producir por culpa de la infraestructura del hardware. Una vez se tenga un diseño y la implantación de la red sea razonable, no se podrá evitar que en un momento concreto, inconscientemente, un número importante de los usuarios de la Red tengan la necesidad irrefrenable de bajar de Internet el último CD de su cantante preferido, adquirir la última versión de algún software, etc. Y estas situaciones, evidentemente, moderan la Red.

Hay métodos para controlar la cantidad de información que circula por la Red: se puede restringir el acceso a Internet, se puede limitar el acceso al servicio FTP para evitar bajadas de ficheros muy grandes que ocupan mucho ancho de banda, también se pueden limitar las dimensiones de los ficheros adjuntados al correo electrónico, etc. Pero aunque se "controle" el volumen de información y que los usuarios hagan un buen uso de la Red, siempre existe la posibilidad de que en un momento determinado se sature su capacidad y el rendimiento caiga.

Sabiendo que el sistema perfecto no se puede conseguir, hay que procurar que las limitaciones sean mínimas, se pueda utilizar la red sin que nadie desespere y que cuando esto suceda no sea culpa de un mal diseño.

Algunos de los elementos que hay que tener en cuenta para no provocar un cuello de botella son:

- **Medio**: el cable, sea fibra, coaxial o par trenzado, debe soportar velocidades de transmisión suficientes para el sistema. Los tramos de cable no han de ser nunca más largos de lo que las especificaciones del mismo cable recomiendan. Si se trata de un tramo WIFI, es necesario que el hardware de transmisión sea compatible con las normas de transmisión según la velocidad que se busque, por ejemplo, para 54 Mbps, es necesario que soporte la norma 802.11g.

- **Tarjetas de red**: en cada PC o portátil habrá tarjetas de acceso a la red y es necesario que éstas soporten velocidades de transmisión adecuadas.

- **Líneas, ancho de banda contratado**: si hay acceso a Internet o se tienen que unir diferentes sedes mediante la contratación de líneas punto a punto o dedicadas, hay que contratar un ancho de banda de transmisión suficiente y con bastantes garantías de servicio.

- **Hardware de red (*routers*, conmutadores, concentradores)**: todos los elementos de la Red tienen que soportar el mínimo de velocidad que se haya establecido por el equipo de diseño. Estos elementos son especialmente susceptibles de formar un cuello de botella, ya que reciben transmisiones de puntos diferentes de la Red y los tienen que redireccionar hacia su destino. Hace falta que la capacidad de tráfico de salida de estos elementos sea proporcional al máximo tráfico posible en sus entradas.

- **Software (cortafuegos, servidores web, servidores de aplicaciones, servidores de bases de datos, etc.)**: el software debe estar de acuerdo con el uso que se le da.
  - Los servidores de aplicaciones se han de configurar correctamente y ser capaces de atender de manera concurrente un mínimo del 10% del total de usuarios que tienen acceso a la aplicación.

  - Los servidores web, como en el caso anterior, deben ser capaces de atender de modo concurrente un número suficiente de usuarios.

  - El cortafuegos ha de estar configurado correctamente, de manera que dé seguridad a la red, pero que no castigue en exceso su eficiencia.

  - Servidores de bases de datos: cualquier gestor de bases de datos no puede atender a un gran número de usuarios concurrentes y gestionar simultáneamente bases de datos complejas y con gran capacidad. Hay que elegir muy bien las bases de datos que se tienen que utilizar y, sobre todo, el equipo de ingenieros de software responsable de las aplicaciones que acceden tienen que programar el acceso a los datos de manera eficiente. La presencia de un DBA (*data base administrator*) también ayudará a tener un buen mantenimiento de la base de datos, tenerla ordenada y que los accesos a ella sean más fluidos.

- **Hardware**: los servidores de aplicaciones, web y bases de datos han de estar en máquinas con bastante potencia de cálculo, bastante memoria, etc.

El conjunto de estos factores, junto con el buen funcionamiento del sistema operativo de red y una topología acertada, garantizarán que la red sea eficiente, eficaz, escalable y mantenible.

Aunque se haga un proyecto para diseñar la red con todas las garantías y, teniendo en cuenta todo lo que se ha dicho anteriormente, todavía existe un último parámetro que los limita todos, de hecho, siempre es el más restrictivo: el presupuesto. Desde el punto de vista técnico, no se tiene muy en cuenta, pero

a la hora de hacer cualquier implementación es el concepto clave. Respetar los puntos anteriores resulta caro, muy caro. Sólo se puede conseguir si, además de un buen equipo de diseño, hay bastante presupuesto, algo que nunca suele pasar; por ello, desgraciadamente el principal limitador en la calidad de la red será el presupuesto del que se disponga para implementarla y mantenerla. El sistema perfecto, sin cuellos de botella y bastante ancho de banda para todo el mundo, el sistema con riesgo cero tiene un coste infinito. Por lo tanto, habrá que llegar a una solución de compromiso entre la calidad de servicio y lo que se está dispuesto a pagar.

4.2. Servicios comerciales de transporte de datos

Algunas veces no es suficiente cablear un edificio, una sala o una casa. En otras, es necesario que la red contenga edificios situados en diferentes ciudades o edificios de una misma ciudad muy distantes.

En estos casos, se puede pedir permiso de obra pública, excavar y cablear el suelo o bien contratar líneas en empresas de telecomunicaciones. Es evidente que la segunda solución es la única factible.

Las empresas de telecomunicaciones ofrecen una gama de soluciones variada, desde soluciones estándar para casos poco conflictivos hasta carísimas soluciones particularizadas.

Si el caso lo requiere, se pueden unir diferentes edificios contratando diferentes tipos de servicios:

- **Líneas punto a punto dedicadas**: una línea con origen y destino en los dos edificios que se van a unir y de uso exclusivo para quienes la contrate.

- **Radioenlaces punto a punto**: la misma filosofía que la línea punto a punto, pero en lugar de cable se utilizan antenas para unir los edificios.

- **Ancho de banda**: se contrata un determinado ancho de banda entre dos destinos, sin tener la exclusividad de la línea. La compañía proveedora garantiza el ancho de banda mínimo, de manera que, normalmente, si la línea no va al máximo de su capacidad, se puede transmitir más del caudal contratado. Si se transmite más cantidad de información de la contratada, no se garantiza que llegue, ya que en el momento en el que la línea necesite el caudal "sobrante", retirará la información que viaja "gratis" y dejará sólo el caudal contratado.

- Si la red es pequeña y hay pocos usuarios, puede ser que haya suficiente con la contratación de una **línea ADSL**.

Servicios hay muchos y, como las condiciones, varían en poco tiempo. La única manera de saber qué se ofrece hoy día es pedir información a las operadoras de servicios de telecomunicación.

Operadoras de servicios de telecomunicación

- Telefónica de España S. A.
- Abertis.
- Ono.
- British Telecom.

Cuando se quiera acceso a Internet, también habrá que recurrir a empresas proveedoras, denominadas ISP (*Internet service provider*).

Contratar líneas

A la hora de contratar el acceso a Internet, dependerá básicamente del número de usuarios que tendrán acceso a la Red. Si son pocos, con una línea ADSL habrá suficiente; si el número es grande, habrá que contratar líneas con más ancho de banda, ya que se comparte. Si se contratan 20 Mb y hay cien usuarios, suponiendo que exista una concurrencia del 10% (concurrencia **muy** baja tratándose de Internet), nos quedan como mucho 2 Mb, aproximadamente. La mitad del mínimo ofertado por las compañías de servicios de telecomunicaciones como ADSL doméstica. Claramente insuficiente para uso profesional.

Los servicios que ofrecen los ISP son muchos, variados y cambian constantemente, tanto en prestaciones como en precios. Como en los servicios de telecomunicaciones, la única manera de saber el estado del arte es pidiendo información.

Proveedores de servicios de Internet

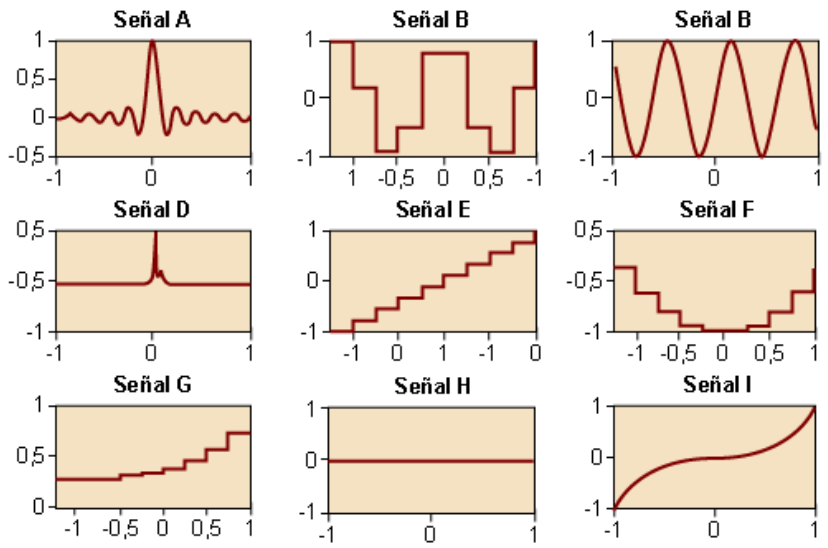
- Telefónica de España S. A.
- Ono.
- France Telecom.
- Jazztel.
- Ya.
- British Telecom.

Ejercicios de autoevaluación

1. Señales digitales/analógicas

De las señales del siguiente gráfico, ¿cuáles son analógicas y cuáles digitales?

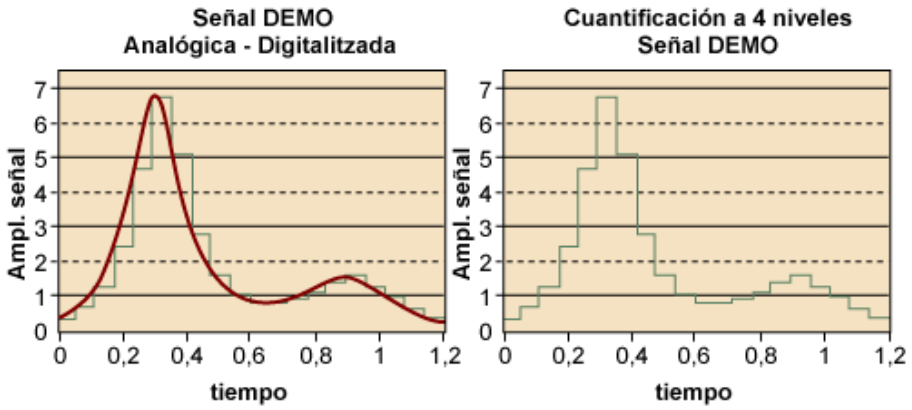
De las señales analógicas, hay una de la que en el proceso de muestreo sólo habría que tomar una única muestra, ¿cuál es? ¿Por qué?



2. Cuantificación, codificación, ruido

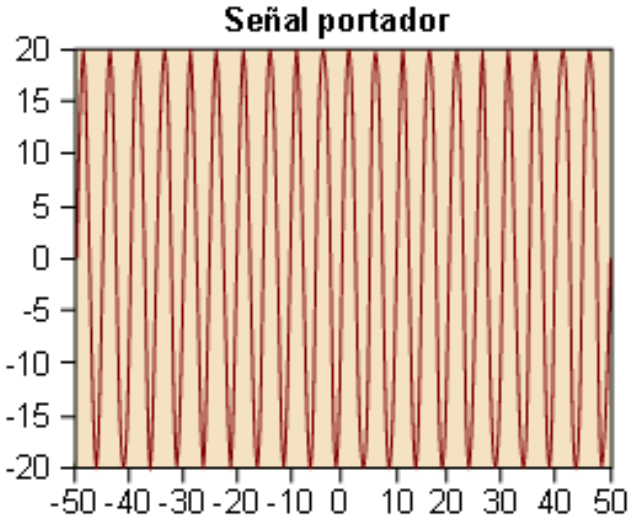
En el gráfico inferior está la señal DEMO ya muestreada según el criterio de Nyquist.

a) Cuantificad a cuatro niveles la señal digitalizada resultada del muestreo (tomad como referencia la gráfica de la derecha).
b) Escribid el tren de bits resultante de la señal digitalizada y cuantificada.
c) ¿Al cuantificar a cuatro niveles, la señal resultante es más o menos fiel a la señal DEMO original que la señal cuantificada a ocho niveles vista en los apuntes de la asignatura?
d) ¿Al cuantificar a cuatro niveles, la señal resultante es más o menos resistente al ruido que la señal cuantificada a ocho niveles que hemos visto en los apuntes de la asignatura?
e) ¿Hasta qué nivel de ruido la señal que se ha obtenido se mantiene inmune?

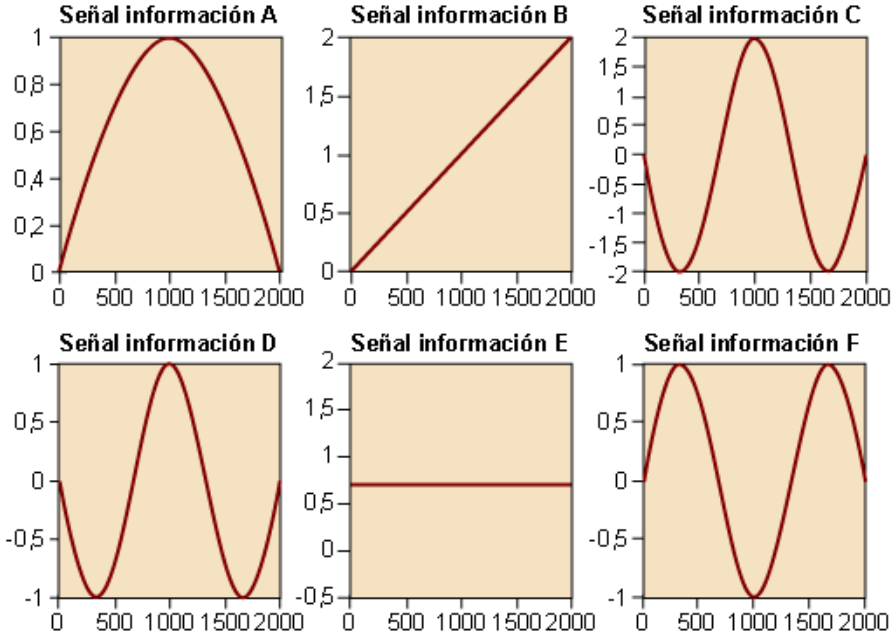


3. Modulación

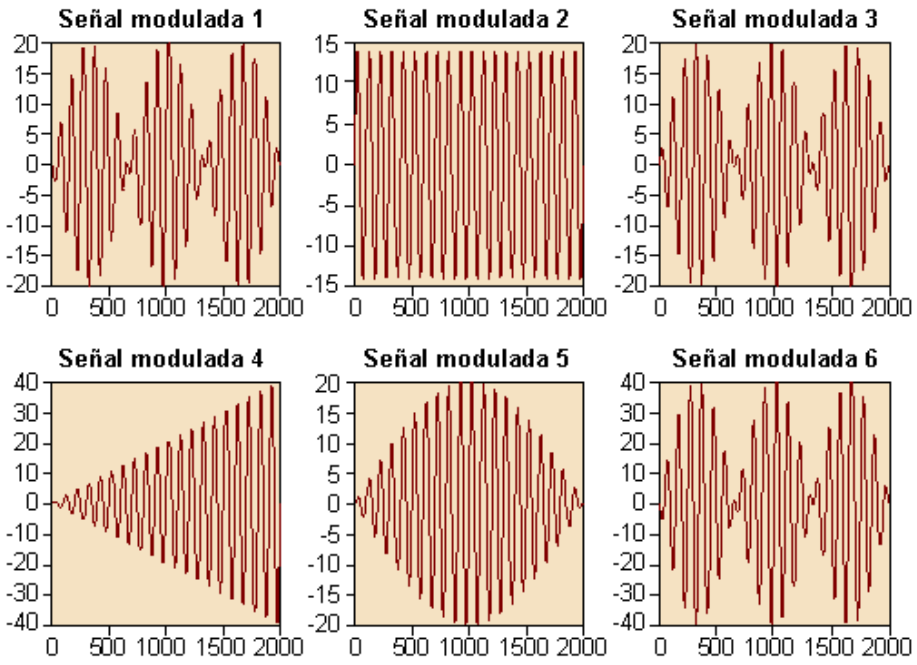
Se dispone de la señal portadora siguiente:



y de las señales de información siguientes:



Cada una de las señales A, B, C, D, E y F modularán la señal portadora para dar lugar a las señales moduladas 1, 2, 3, 4, 5 y 6.



a) ¿A qué señal de información corresponde cada señal modulada?
b) ¿Qué tipo de modulación se ha utilizado?

4. Tipos de red

Las redes se pueden clasificar de muchas maneras diferentes; en el módulo se ha aprendido a clasificarlas tipológicamente en función de la extensión. A continuación se presenta una serie de situaciones, ¿a qué tipo de red corresponde cada una?

1. Se quiere diseñar una red para la comunicación de las diferentes facultades de una universidad. Todas las facultades están en un mismo campus universitario.
2. Vista la necesidad de compartir información y recursos (proyectos, documentación, programas de CAD, trazadores o *plotters*, impresoras de gran formato, etc.) entre los diferentes miembros de un estudio de arquitectos, se decide implementar una red para comunicar todos sus puestos de trabajo.
3. Una entidad bancaria decide completar su vieja red X.25 con una red con tecnología TCP/IP para dotar de correo electrónico a todos sus empleados; la red también se utilizará para acceder a la intranet de la empresa. La entidad bancaria tiene una gran capilaridad de oficinas distribuidas por todo el territorio nacional.
4. Se decide implementar un cableado en forma de bus para un edificio de cuatro plantas que ha de dar servicio al personal administrativo de un ayuntamiento.
5. Una empresa de fabricación de semielaborados para la industria del plástico decide actualizar su red informática. La empresa tiene un edificio de oficinas situado a pocos metros de la fábrica. Es necesario que el cableado una tanto oficinas, como algunos puestos de trabajo de la fábrica para poder llevar un control en línea de almacenamientos y la gestión de las materias primas que aportan los proveedores.

5. Colisiones y eficiencia de una red

Una red ethernet tiene un protocolo de acceso basado en CSMA/CD.

1. ¿Es posible que haya colisiones en un protocolo de acceso CSMA/CD? ¿Por qué?
2. ¿Cuál de estas situaciones haría bajar la eficiencia de la red y por qué?
   a) Pocos usuarios que utilizan poco la red pero transmiten gran cantidad de información cada vez.
   b) Muchos usuarios que transmiten mensajes breves pero que acceden a la red con mucha frecuencia.
   c) La presencia de impresoras conectadas a la red.
   d) Un software cortafuegos en la pasarela.

6. Diseño de red doméstica

Con la ayuda de una hipoteca y los ahorros de toda una vida, el señor y la señora X acaban de comprar una bonita casa con jardín y piscina donde han decidido trasladarse con toda la familia.

La casa tiene cinco habitaciones, comedor, cocina, tres lavabos, estudio, garaje, bodega, dos terrazas, jardín, piscina, etc. hay tomas para la conexión telefónica en todas las habitaciones, cocina, comedor y estudio.

Tanto el señor, como la señora X y dos de sus tres hijos necesitan acceso a Internet. Cada hijo tiene un ordenador en su habitación, el señor y la señora X compartirán un ordenador situado en una de las habitaciones que habilitarán como despacho. Igualmente, tienen una impresora multifunción con conexión en red que estará en el despacho. Los negocios del señor X no lo dejan vivir sin conectarse permanentemente a la información financiera que extrae de Internet, por ello quiere poder conectarse en Internet desde el portátil cuando está en el jardín, en la piscina, sentado en el sofá del comedor mirando el televisor o cuando sube al estudio para aislarse y escuchar música.

Ni el señor ni la señora X quieren hacer agujeros en las paredes, ni están dispuestos a romper la estética de la pared clavando clavos para sujetar cables.

1. ¿Qué tipo de red necesitan?
2. ¿Qué elementos de hardware han de comprar para poder satisfacer todas sus pretensiones?
3. ¿Cuál es el lugar ideal para colocar pasarelas?
4. Sabiendo que la planta baja tiene 110 m^2, la primera planta 90 m^2, el estudio 35 m^2, y el total de la parcela 520 m^2, ¿habrá que poner alguna antena repetidora?
5. El hijo pequeño se aficiona rápidamente a los juegos de consola y el comedor de su casa le queda pequeño, se quiere abrir al mundo y demostrarle su habilidad. ¿Qué habría que añadir para poder conectar la consola a Internet?

7. Relación de conceptos internet-intranet-extranet

Relacionad los conceptos siguientes, las relaciones no son 1 a 1, a cada concepto de la columna izquierda pueden corresponder 1 o más conceptos en la columna de la derecha:

	SMTP
	FTP
Internet	IP
World Wide Web	POP
Correo electrónico	TCP/IP
TCP/IP	TCP
Chat	IRC
Transferencia de ficheros	HTTP
	HTTPS
	UDP

8. Aplicaciones web

La World Wide Web, aparte de ser una fuente inagotable de información, tiende cada vez más a ser una herramienta para agilizar procesos, solicitudes, etc. que hasta la aparición de las aplicaciones web casi no existían.

Buscad, enumerad y describid muy brevemente al menos cinco aplicaciones web que estén en funcionamiento ahora mismo en la World Wide Web, en la intranet de vuestra empresa o en cualquier otra organización.

9. Ancho de banda

1. Buscad el ancho de banda del contrato con vuestro proveedor de Internet.

2. Buscad una página en Internet que os compruebe vuestro ancho de banda real y comparad los resultados con el ancho de bando contratado.

¿Coincide el valor real que nos ha dado el test con el teóricamente contratado? ¿Por qué?

Solucionario

Ejercicios de autoevaluación

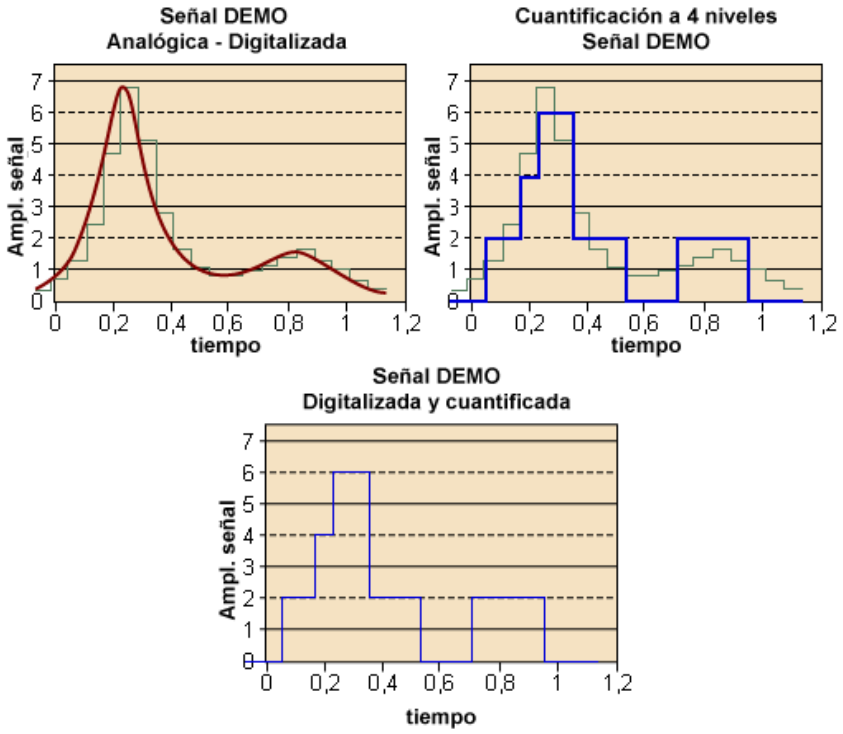
1.

Señal	Digital/analógico
Señal A	Analógico
Señal B	Digital
Señal C	Analógico
Señal D	Analógico
Señal E	Digital
Señal F	Digital
Señal G	Digital
Señal H	Analógico
Señal I	Analógico

La señal H es analógica y se podría muestrear tomando una única muestra, ya que es constante, tiene frecuencia 0 y, por lo tanto, con una única muestra ya se cumple el criterio de Nyquist. La muestra nos da la amplitud de la señal constante, que es el único dato que nos hace falta para reproducirlo exactamente.

2.

a) En la gráfica superior derecha podemos ver el proceso de cuantificación a cuatro niveles, en la gráfica de abajo el resultado final.



b) 000001011011110101010000000101010100000 0

c) Menos fiel. Cuantos menos niveles de cuantificación haya, más alejada estará la señal digital de la señal analógica.

d) Más resistente al ruido. Al haber menos niveles de cuantificación, hay más distancia entre los niveles y es necesario más ruido para hacer que la señal pase de un nivel a otro.

e) La señal será inmune a cualquier ruido que no tenga amplitudes superiores a 1 o inferiores a –1.

3.

a)

Señal modulada	Señal de información
Señal 1	Señal D
Señal 2	Señal E
Señal 3	Señal F
Señal 4	Señal B
Señal 5	Señal A
Señal 6	Señal C

b)

Las modulaciones son de amplitud: AM.

4.

1. MAN.
2. LAN.
3. WAN.
4. LAN.
5. LAN.

5.

1. Sí. A causa del tiempo que tarda el mensaje en llegar a los nodos de la red desde que sale del emisor, si uno de los nodos quiere transmitir, se puede dar el caso de que en el momento de la escucha al nodo no le haya llegado el mensaje y considere el bus como libre.

2.a Hace bajar la eficiencia de la red, ya que la situación genera un aumento del tráfico en la red, al mismo tiempo que aumenta la probabilidad de colisiones.

2. b Hace bajar la eficiencia de la red, ya que la situación genera un aumento del tráfico en la red, al mismo tiempo que aumenta la probabilidad de colisiones.

2.c No afecta al tráfico, por lo tanto, no aumenta la probabilidad de colisiones y la eficiencia no se ve afectada.

2.d No afecta al tráfico, por lo tanto, no aumenta la probabilidad de colisiones y la eficiencia no se ve afectada.

6.

1. Una red sin hilos o WIFI.

2. La solución no es única. Basándonos en la ilustración 20, una posible solución sería:

- Un direccionador con características WIFI.
- Tarjeta de red.
- 2 tarjetas de red WIFI.
- Una tarjeta de red WIFI PCMIA.
- Cable para unir el direccionador y la impresora.
- Cable para unir el direccionador y el ordenador de la habitación donde está el direccionador.

3. El direccionador hará funciones de pasarela. La red WIFI es delicada y el punto crítico es la atenuación por la distancia, por lo tanto, será positivo poner el direccionador en la habitación más céntrica de la casa, con el fin de minimizar las distancias en los otros ordenadores.

4. Depende de la potencia de emisión del direccionador y de las tarjetas que se compren, en las especificaciones de los productos podemos encontrar información. En las webs de los fabricantes acostumbra a haber este tipo de datos.

5. Sólo habrá que conectar un punto de acceso a la red WIFI en la consola.

7.

Internet	TCP/IP
World Wide Web	HTTP HTTPS
Correo electrónico	SMTP PULPO
TCP/IP	IP TCP UDP
Chat	IRC
Transferencia de ficheros	FTP

Reflexión

NOTA: Para que todo funcione, hay que contratar acceso a Internet, por ejemplo, una línea ADSL. También habrá que configurar la red, dar IP a cada ordenador, etc.

8.

1. El campus de la UOC.
2. La posibilidad de reservar habitaciones de hotel, alquilar coches, etc.
3. Los servicios de gestión de las cuentas en línea que ofrecen la mayoría de bancos y cajas de ahorros.
4. La posibilidad de comprar billetes de avión que ofrecen muchas páginas web.
5. Las aplicaciones web que hay en la intranet de muchas empresas para el control y gestión de las vacaciones, horas trabajadas, etc.

9.

1. La solución depende de cada caso.
2. La prueba del test depende de cada caso. Se puede hacer el test desde numerosas páginas de Internet, a alguna de éstas podemos acceder desde el enlace siguiente: <http://www.adsl4ever.com/test.>

La velocidad contratada es siempre la velocidad máxima a la que podemos operar, la velocidad real siempre es inferior. Eso pasa porque aparte de la información también se transmiten los bits del protocolo TCP/IP (que puede llegar a ocupar un 20% de la anchura de banda contratada) y otra información para garantizar la comunicación con éxito. En general, los tests sólo miden la cantidad de información útil transmitida. En la reducción de la capacidad real también pueden influir otros aspectos más aleatorios como la congestión de las líneas, su calidad, interferencias, etc.

Bibliografía

Tanenbaum, Andrew S. (2003). *Redes de computadoras* (4.ª ed.). México [etc.]: Pearson Educación cop.