AGRADECIMIENTOS

Gracias a todo el equipo de la editorial **Ra-Ma (http://www.ra-ma.es)** por el trabajo realizado en el libro y por la oportunidad que me ha brindado para hacer realidad este manual.

Por último, me gustaría agradecer al lector la confianza depositada y espero que los conocimientos adquiridos le sirvan para su desarrollo profesional e intelectual y le abran sus puertas a nuevos aprendizajes.

1 Caracterización de redes

Objetivos del capítulo

- ✓ Introducir los conceptos básicos de redes de comunicaciones.
- ✓ Describir los principios de funcionamiento de las redes locales.
- ✓ Identificar los distintos tipos de redes y sus topologías.
- ✓ Describir los elementos de la red local y su función.
- ✓ Conocer los diferentes organismos de normalización relacionados con las redes de comunicaciones.
- ✓ Identificar los factores que impulsan la continua expansión y evolución de las redes de datos.
- ✓ Describir el concepto de protocolo de comunicación.

El concepto de *información* del que se habla hoy en día y al que se le ha concedido tanta importancia, resulta a primera vista un tanto complejo de definir. Podemos decir que información es todo aquello que a través de nuestros sentidos penetra en nuestro sistema nervioso y produce un aumento en nuestros conocimientos. Así pues, la información expresa el saber en sentido amplio.

El funcionamiento de todas las comunidades animales y humanas es posible gracias a la *comunicación*. Ésta consiste en un acto por el cual un individuo establece un contacto con otros que le permite intercambiar información. Para que esa comunicación sea posible, la información deberá representarse mediante unos *símbolos* que todos los individuos involucrados en esa comunicación deben conocer para poder interpretarlos correctamente. Para nosotros, los humanos, este intercambio de información se realiza a través de la voz o de palabras escritas (lenguaje).

El concepto de información que se ha repasado en los párrafos anteriores resulta de gran importancia para la *informática*. Ésta es la ciencia que estudia el tratamiento automático de la información, es decir, los instrumentos y métodos que permiten automatizar determinadas tareas repetitivas y así liberar al ser humano de esas pesadas labores.

Por su parte, un *sistema informático* es aquél que realiza algún tipo de tratamiento de la información. Puede ser tan sencillo como calcular la suma de dos números, o tan complejo como obtener las fechas y horas de los eclipses totales de Sol que se producirán en los próximos años. El esquema más sencillo del concepto de sistema de información se expone en la figura 1.1.

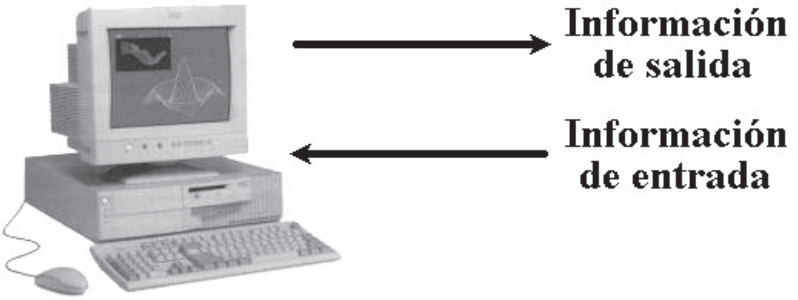

Figura 1.1. *Modelo de sistema informático simplificado. Representa la función básica que realiza el mismo visto desde el exterior.*

Si aumentamos el nivel de detalle, podremos observar que, además de información de entrada o de salida, dentro del sistema de información pueden existir datos de carácter fijo que no varían durante el proceso de elaboración de la información, además de datos de carácter temporal que se utilizan para obtener resultados intermedios y que se eliminan una vez que se han obtenido los resultados y datos de tipo variable que pueden modificar el estado actual del sistema. El ejemplo más sencillo lo encontramos en una calculadora, donde la información fija la constituyen las tablas de logaritmos o trigonométricas; los resultados intermedios se almacenan temporalmente en una memoria interna para realizar operaciones más complejas.

El sistema informático necesita conocer cómo debe procesar la información. Esta característica la obtiene a través de un **programa** que tiene almacenado y que contiene todas las instrucciones para la elaboración de los datos. En una calculadora, por ejemplo, el programa indica qué operación numérica debe realizarse (suma, resta, etc.) y puede seleccionarse por el usuario.

Según la *Unión Internacional de Telecomunicaciones*, se define formalmente **telecomunicación** como toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier tipo que se transmiten por hilos, medios ópticos, radioeléctricos u otros sistemas electromagnéticos.

Por su parte, una **red de transmisión de datos** es una estructura formada por determinados medios *físicos* (dispositivos reales) y *lógicos* (programas de transmisión y control) desarrollada para satisfacer las necesidades de comunicación de una determinada zona geográfica. Se trata, pues, de un soporte que permite la conexión de diversos equipos informáticos (o cualquier otro dispositivo electrónico) con el objetivo de suministrarles la posibilidad de que intercambien informaciones.

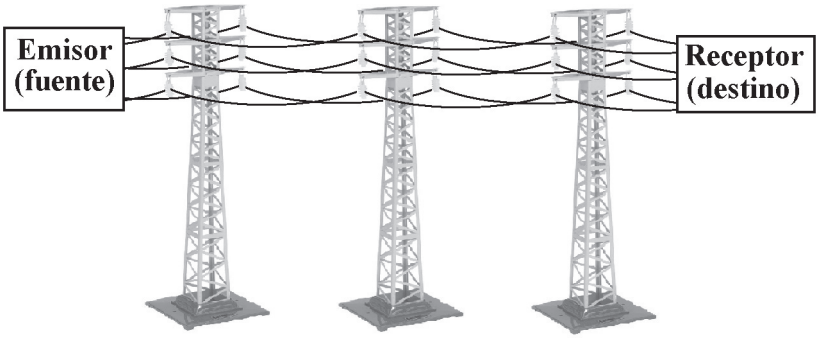

Figura 1.2. *Red de transmisión de datos. Esquema simplificado.*

La señal recibida por el receptor es la suma de la señal enviada por el emisor más una componente de ruido que se suma durante su circulación a través de la red. Por lo tanto, habrá que introducir mecanismos de detección y corrección de errores. En la mayoría de los casos, todos los errores producidos no pueden ser corregidos, pero sí la mayoría de ellos. El límite se sitúa teniendo en cuenta el máximo aceptable por el usuario y el coste de la instalación de la red.

Señal recibida = Señal enviada + Ruido

Hay que tener en cuenta que una red de transmisión de datos no está formada única y exclusivamente por el medio de transmisión. El problema fundamental consiste en organizar toda la estructura cuando existe una gran cantidad de usuarios; en el caso del sistema telefónico es evidente que todos los abonados deben estar conectados, pero resulta absurdo conectar a todos con todos (por la gran cantidad de cableado que esto supone). En estas condiciones, es necesario un mecanismo que establezca comunicaciones entre usuarios, incluso a través de un mismo cable.

Por lo tanto, los elementos de una red de comunicación son los siguientes:

- **Sistema de transmisión**: es la estructura básica que soporta el transporte de las señales por la red.

- **Sistema de conmutación**: mecanismo que permite el encaminamiento de la información hacia su destino. Normalmente va a existir un medio limitado para la comunicación, por lo que éste deberá ser compartido por varios emisores y receptores. El ejemplo más simple de este sistema lo constituye un operador de telefonía (centralita) que se encarga de conectar a dos usuarios que desean comunicarse (véase la figura 1.3).

- **Sistema de señalización**: para que la comunicación sea posible, es necesario que exista un sistema de inteligencia distribuido por la red que sincronice todos los recursos que se encuentran en ella. Este control se lleva a cabo enviando señales a los distintos elementos que intervienen en la comunicación. Estos dispositivos de señalización se encargan, por ejemplo, de indicar a un usuario que está recibiendo una llamada (cuando suena un timbre) que se encuentra ocupado, etc.

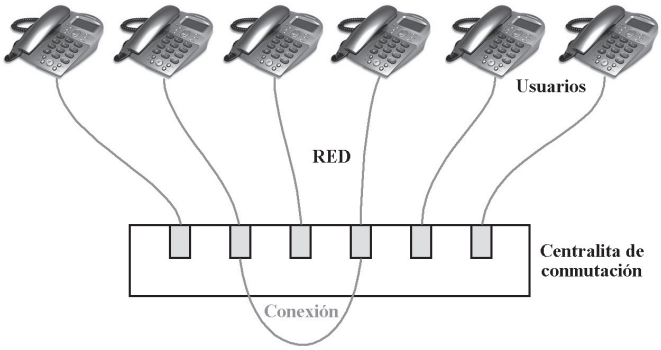

Figura 1.3. *Diagrama básico de conmutación. El operador humano u otro dispositivo automático es el encargado de establecer la comunicación entre los abonados.*

Una **red de computadoras** es un conjunto de ordenadores que poseen dos características diferenciadoras:

- ✓ Se encuentran *interconectadas* mediante algún medio de transmisión (es decir, pueden intercambiar información).
- ✓ Son *autónomas*, es decir, tienen cierta potencia de cálculo (pueden realizar procesado de datos) y no son controladas por otras computadoras centrales. Muchos grandes ordenadores centrales son utilizados por los usuarios a través de un monitor y un teclado, un sistema que no se considera una red de comunicación ya que solamente existe un ordenador que realiza los cálculos.

1.1 SISTEMAS DE NUMERACIÓN

Un sistema de numeración es aquél que emplea un conjunto de símbolos además de unas determinadas reglas que permiten representar cantidades numéricas. Se utiliza una representación única en la que cada símbolo o conjunto de símbolos representa exclusivamente una cantidad, y a la inversa.

A lo largo de la historia de la humanidad, se han desarrollado muchos sistemas de numeración diferentes, definidos por una serie de reglas más o menos complejas. Muchos de estos sistemas se han basado en el uso del número

10 y sus múltiplos, sobre todo porque los humanos contamos con 10 dedos en las manos. Sin embargo, a la hora de manejar cantidades más grandes o de realizar cálculos matemáticos, muchos sistemas de numeración han resultado ser poco efectivos, impidiendo el avance científico de los pueblos que los han utilizado.

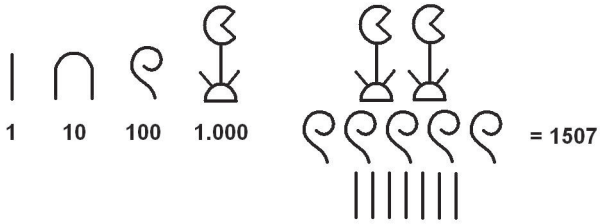

Figura 1.4. *Sistema de numeración egipcio. Este sistema es de tipo aditivo, en el que cada símbolo representa una cantidad que se suma con el resto para formar el total. En este sistema, la posición que ocupa cada símbolo no es relevante; en los jeroglíficos los símbolos se colocaban en diferentes posiciones, siguiendo más bien patrones estéticos.*

Los sistemas de numeración pueden ser **aditivos**, en los que se suman los símbolos que representan cada cantidad y donde no es relevante el orden en el que aparezcan (como el sistema egipcio). También pueden ser **híbridos**, donde se multiplican los símbolos antes de sumarlos (como el sistema chino). Muchos sistemas están basados en los múltiplos de 10 (los sistemas de numeración de *base 10*), aunque otros sistemas utilizan varias bases (por ejemplo, el babilónico, que usa las bases *10* y *60*).

Los sistemas de numeración más utilizados actualmente son los **posicionales**, gracias a que con ellos se simplifica la realización de operaciones matemáticas. Un sistema posicional posee las siguientes características:

- ✓ Se emplea un número finito de símbolos, dígitos o cifras, lo que determina la **base** del sistema.
- ✓ Cada cantidad viene expresada por una secuencia finita de símbolos del sistema.
- ✓ La cantidad total expresada se obtiene sumando el valor de cada uno de los símbolos.
- ✓ El valor de cada símbolo depende de sí mismo y de la posición que ocupa dentro de la secuencia de símbolos. Normalmente tendrá más valor cuanto más a la izquierda se sitúe.

Un número real N de p dígitos enteros y q fraccionarios, expresado en la base b, adopta el siguiente **desarrollo polinomial**:

$$(N)_b = a_{p-1}\cdot b^{p-1}+a_{p-2}\cdot b^{p-2}+\ldots+a_1\cdot b^1+a_0\cdot b^0+a_{-1}\cdot b^{-1}+\ldots+a_{-q}\cdot b^{-q}$$

Donde b es la base del sistema de numeración y todos los a_i (cifras o dígitos) pertenecen al alfabeto del sistema o, lo que es lo mismo, $0 \leq a_i < b$.

El número N, cuya expresión matemática es el polinomio precedente, se suele representar abreviadamente como la sucesión de sus coeficientes, indicando, además, la base del sistema:

$$(N)_b = (a_{p-1}a_{p-2}\ldots a_1a_0.a_{-1}a_{-2}\ldots a_{-q})_b$$

Como se habrá observado, la posición de cada una de las cifras o dígitos se establece a partir del punto decimal (o coma decimal) del sistema, siendo los dígitos situados a la izquierda cantidades enteras, mientras que los situados a la derecha representan cantidades decimales.

EJEMPLO 1.1

Comparemos la base 10 con la base 4. En la base 10, se usan los dígitos {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9} y en la base 4, {0,1,2,3}. El número 230103 en la base 4 será:

$$(230103)_4 = 2\cdot4^5+3\cdot4^4+0\cdot4^3+1\cdot4^2+0\cdot4^1+3\cdot4^0 = (2835)_{10}$$

Para expresar la misma cantidad, en la base 10 se han utilizado cuatro cifras y en la base 4 han hecho falta seis.

De todo lo anterior se desprende que, cuanto mayor sea la base del sistema, mayor será el número de símbolos del alfabeto y menor será el número de cifras necesarias para representar una cantidad. El mayor número que se puede representar de una base b con m dígitos es $\mathbf{b^m-1}$.

1.1.1 SISTEMA DECIMAL

El sistema de numeración más empleado por la mayoría de las civilizaciones y que es actualmente utilizado en todo el mundo es el llamado *sistema decimal hindú-arábigo*, tomado de los hindúes por los árabes durante el siglo VIII. Los

hindúes tenían diez símbolos: *0*, *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, *6*, *7*, *8* y *9*, con lo que la base del sistema es $b = 10$. Además, este sistema sigue el principio de posición, por el que el valor del dígito 5 (cantidad que representa) en la posición 3 es $5 \cdot 10^3$.

EJEMPLO 1.2

Supongamos que queremos obtener el valor del número 463 que está en la base 10. En este caso deberemos obtener el desarrollo polinomial del número:

$4 \cdot 10^2 = 4 \cdot 100 = 400$
$6 \cdot 10^1 = 6 \cdot 10 = 60$
$3 \cdot 10^0 = 3 \cdot 1 = 3$

Y la suma resulta $(463)_{10}$, que es la representación en base diez del número.

1.1.2 SISTEMA BINARIO

El **sistema binario** o sistema de numeración en base 2 fue introducido por Leibniz en el siglo XVII. También se le llama *binario natural* y es el que utilizan las máquinas electrónicas digitales ya que éstas sólo pueden representar dos estados diferentes. Al contar únicamente con dos símbolos, las reglas para realizar las operaciones aritméticas no pueden ser más simples (sólo habrá dos tablas para la suma, la resta, etc., mientras que en el sistema decimal hay diez tablas para cada operación). La ventaja anterior compensa la necesidad de utilizar un mayor número de cifras para representar una misma cantidad (véase el ejemplo 1.3), que en los sistemas cuya base es mayor. Como anécdota, se ha de indicar que el sistema binario es utilizado en la actualidad por algunas tribus primitivas de Asia y América del Sur.

En el sistema binario el alfabeto está formado por los símbolos {*0*,*1*} y la base es $b = 2$. Un método directo para obtener el valor de la cantidad expresada por un número de base 2 a base 10 consiste en utilizar el desarrollo polinomial. La tabla 1.2 muestra los 16 primeros números decimales y sus correspondientes binarios.

Tabla 1.1. Los 16 primeros números en binario

Decimal	Binario	Decimal	Binario
0	0	8	1000
1	1	9	1001
2	10	10	1010
3	11	11	1011
4	100	12	1100
5	101	13	1101
6	110	14	1110
7	111	15	1111

EJEMPLO 1.3

El número 101100101 en base 2 representa:

$(101100101)_2 = 1\cdot2^8+0\cdot2^7+1\cdot2^6+1\cdot2^5+0\cdot2^4+0\cdot2^3+1\cdot2^2+0\cdot2^1+1\cdot2^0$
$(101100101)_2 = (357)_{10}$

Aunque al principio pueda resultar un poco extraña la formación sucesiva de los números binarios, se usa el mismo procedimiento que con los números en decimal. Para contar, empezamos por el 0, seguido del 1; ya no tenemos más dígitos y, por lo tanto, empezamos a formar números de dos cifras: 10 y 11; ahora tenemos que pasar a tres cifras: 100, 101, 110 y 111. Este proceso se repite indefinidamente, tomando cada vez un nuevo dígito para ampliar la longitud del número.

A cada una de las cifras de un número binario (0 ó 1) se le llama **dígito binario**. Muchas personas confunden *dígito binario* con *bit*, pero, en algunos tipos de transmisiones, estos dos términos no son equivalentes.

Con n dígitos binarios se pueden representar todos los números enteros positivos comprendidos en el rango $\mathbf{[0\ ,\ 2^n-1]}$.

1.1.3 CONVERSIONES ENTRE DECIMAL Y BINARIO

Para pasar un número representado en el sistema binario al decimal, basta con realizar su desarrollo polinomial:

$$(a_8\ a_7\ a_6\ a_5\ a_4\ a_3\ a_2\ a_1\ a_0)_2 =$$

$$a_8 \cdot 2^8 + a_7 \cdot 2^7 + a_6 \cdot 2^6 + a_5 \cdot 2^5 + a_4 \cdot 2^4 + a_3 \cdot 2^3 + a_2 \cdot 2^2 + a_1 \cdot 2^1 + a_0 \cdot 2^0$$

Por su parte, para pasar un número de decimal a binario, se trata la parte entera y la parte decimal por separado. Tomando la parte entera del número decimal, se realizan divisiones enteras sucesivas por 2 hasta que el cociente obtenido sea 0, y se toman los restos de las divisiones en orden inverso (empezando por el último resto, que es siempre 1 y los demás solamente pueden ser 0 ó 1).

EJEMPLO 1.4

Convertir $(101.1)_2$ a base 10. Tenemos:

$(101.1)^2 = 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} = 4+0+1+0.5 = (5.5)_{10}$

EJEMPLO 1.5

Convertir (357)10 a binario. Los restos de las divisiones aparecen debajo de ellas, y cada una se encadena con la siguiente:

357/2 =	178/2 =	89/2 =	44/2 =	22/2 =	11/2 =	5/2 =	2/2 =	1/2 = 0
10	1	0	0	1	1	0	1	

Por lo tanto, se obtiene: $(357)_{10} = (101100101)_2$

Por otro lado, para convertir la parte fraccionaria de un número decimal a binario, se realizan multiplicaciones sucesivas y se va eliminando la parte entera obtenida, que es la que se toma para formar el número en binario (siempre será 0 ó 1). El proceso finaliza cuando se obtenga como resultado 0 o se consigan suficientes dígitos binarios (hasta conseguir una aproximación adecuada). Hay que tener en cuenta que un número en base 10 formado por

un número *finito* de dígitos decimales puede convertirse en un número con *infinitos* dígitos decimales en binario, como muestran los ejemplos 1.6 y 1.7.

EJEMPLO 1.6

Convertir (0.40625)10 a binario.

		Parte entera
0.40625	· 2	0
0.8125	· 2	1
0.625	· 2	1
0.25	· 2	0
0.5	· 2	1
0		

Por lo tanto, $(0.40625)_{10} = (0.01101)_2$

EJEMPLO 1.7

Convertir (0.5311)10 a binario.

		Parte entera	
0.5311	· 2	1	
0.0622	· 2	0	
0.1244	· 2	0	
0.2488	· 2	0	
0.4976	· 2	0	
0.9952	· 2	1	....

Por lo tanto, (0.5311)10 = (0.10000111)2

1.1.4 SISTEMA HEXADECIMAL

Uno de los problemas fundamentales a los que se enfrentaron los pioneros de la informática era fundamentalmente la comodidad a la hora de trabajar con un ordenador. Puesto que éste emplea únicamente ceros y unos para representar la información, los operadores humanos no estaban acostumbrados a trabajar de ese modo. Por ejemplo, imaginemos que deseamos que un ordenador realice la suma de dos números enteros. Debemos decirle, por un lado, que deseamos realizar la operación suma (codificada convenientemente en binario), además de los dos números que queremos sumar (también codificados en binario). Tal instrucción, en un ordenador con procesador MIPS, está codificada como un número binario de 32 dígitos de la siguiente forma:

```
add $2,$4,$2    00000000100011100001100000100001
```

Por muy inteligente que sea el operador y muy exigente que sea su jefe, no se le puede pedir que aprenda de memoria toda la codificación en binario de las instrucciones y datos con que trabaja internamente un ordenador. Además, también debe realizar pesadas operaciones de cambio de base (según se ha visto en el apartado anterior) para realizar la conversión decimal-binario de los números.

Para evitar tener que realizar constantemente esas operaciones de conversión, se pensó en utilizar un sistema de numeración que cumpliera dos condiciones fundamentales:

- ✓ La base del sistema sea suficientemente cercana al decimal como para permitir que los humanos tengamos más facilidad de adaptación y facilidad de uso.
- ✓ La conversión con el binario sea lo más sencilla posible (y se pueda hacer incluso de cabeza).

Hay varios sistemas de numeración que cumplen esas dos condiciones. Sin embargo, el que más se ha utilizado y se sigue utilizando es el **sistema de numeración hexadecimal**.

En este sistema, la base es $b = 16$, es decir, existen *16 símbolos diferentes* para representar los números. A primera vista esto puede sonar un poco extraño, fundamentalmente porque en principio no disponemos de 16 dígitos diferentes para representar las cifras de los números (recordemos que en decimal hay 10 símbolos). Para representar los símbolos que faltan, se utilizan las primeras letras de nuestro alfabeto escritas en mayúsculas. Por lo tanto, el sistema hexadecimal representa los números utilizando los símbolos {*0*,*1*,*2*,*3*,*4*,*5*,*6*,*7*,*8*,*9*,*A*,*B*,*C*,*D*,*E*,*F*}.

Pero, ¿cómo se cuenta en hexadecimal? Pues exactamente igual que en cualquier sistema de numeración. Primero empezamos por los números de una cifra: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E y F. Como ya no quedan más dígitos, empezamos con dos cifras: 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 20, 21,..., hasta que llegamos al número FF para seguir de la misma forma con tres cifras. La tabla 1.2 resume los 32 primeros números en hexadecimal, con sus equivalentes en decimal y binario. Todos los ceros que aparecen a la izquierda de los números se pueden quitar; sólo se utilizan para aumentar la comprensión de todos estos conceptos.

Si se observa detenidamente la tabla 1.2, o si se extiende la misma para representar más números en hexadecimal, se comprueba que existe bastante relación entre el binario y el hexadecimal. De hecho, cada cifra en hexadecimal se representa utilizando cuatro cifras en binario que son siempre las mismas (tomando como referencia las 16 primeras cifras de la parte izquierda de la tabla). Viéndolo de esta forma, la conversión resulta inmediata.

La clave del sistema de numeración hexadecimal reside en que su base es potencia de dos: $2^4=16$. De este modo, la conversión entre los dos sistemas es inmediata y cada cifra en hexadecimal representa las mismas cuatro cifras de binario, independientemente de la posición que ocupen. Siempre se toma como referencia el punto decimal para realizar la conversión y, si faltan cifras para tomarlas de cuatro en cuatro, se pueden añadir ceros.

Tabla 1.2. Los 32 primeros números en hexadecimal

Decimal	Hexadecimal	Binario	Decimal	Hexadecimal	Binario
0	0	0000	16	10	00010000
1	1	0001	17	11	00010001
2	2	0010	18	12	00010010
3	3	0011	19	13	00010011
4	4	0100	20	14	00010100
5	5	0101	21	15	00010101
6	6	0110	22	16	00010110
7	7	0111	23	17	00010111
8	8	1000	24	18	00011000
9	9	1001	25	19	00011001
10	A	1010	26	1A	00011010
11	B	1011	27	1B	00011011
12	C	1100	28	1C	00011100
13	D	1101	29	1D	00011101
14	E	1110	30	1E	00011110
15	F	1111	31	1F	00011111

EJEMPLO 1.8

Supongamos que queremos pasar $(1A36D)_{16}$ a binario. Sabemos que las cifras individuales se representan de la siguiente forma:

$$(1)_{16} = (0001)_2$$
$$(A)_{16} = (1010)_2$$
$$(3)_{16} = (0011)_2$$
$$(6)_{16} = (0110)_2$$
$$(D)_{16} = (1101)_2$$

Por lo tanto, sólo queda colocar en orden esas cifras para construir el número en binario:

$$(1A36D)_{16} = (00011010001101101101)_2$$

EJEMPLO 1.9

Convertir $(5F6C.AB8)_{16}$ a binario. Podemos tratar cada dígito por separado:

$$(5)_{16} = (0101)_2$$
$$(F)_{16} = (1111)_2$$
$$(6)_{16} = (0110)_2$$
$$(C)_{16} = (1100)_2$$
$$(A)_{16} = (1010)_2$$
$$(B)_{16} = (1011)_2$$
$$(8)_{16} = (1000)_2$$

Por lo tanto, después de haber eliminado los ceros a la izquierda en la parte entera y los ceros a la derecha en la parte decimal, tenemos que:

$$(5F6C.AB8)_{16} = (101111101101100.101010111)_2$$

EJEMPLO 1.10

Convertir $(10010111010001.111011)_2$ a hexadecimal. Tomamos los dígitos de la parte entera desde el punto decimal en grupos de cuatro. Podemos añadir ceros a la izquierda para que todos los grupos tengan cuatro cifras:

0010 , 0101 , 1101 , 0001
2 , 5 , D , 1

Para la parte decimal se sigue el mismo proceso, comenzando desde el punto decimal:

1110 , 1100
E , C

Por lo tanto, al final nos queda:

$(10010111010001.111011)_2 = (25D1.EC)_{16}$

El sistema de numeración hexadecimal es muy utilizado hoy en día, aunque muchos programas informáticos, compiladores y demás utilidades lo han ido sustituyendo por el sistema de numeración decimal. Sin embargo, todavía se emplea en determinados aspectos de la informática en general donde resulta más sencilla su aplicación que el decimal o el binario, y en redes no es la excepción.

1.2 INTRODUCCIÓN A LA COMUNICACIÓN DE DATOS

Para que dos ordenadores puedan intercambiar información, es necesario que existan unos dispositivos que la transporten desde el equipo origen al destino. En este apartado se realizará una introducción a los dispositivos y mecanismos de comunicación en redes informáticas que, posteriormente, se ampliará a lo largo de los capítulos de este libro.

1.2.1 CONCEPTOS BÁSICOS

Desde los primeros tiempos de la informática, en un ordenador se han distinguido dos partes fundamentales: el *hardware* y el *software*. Aunque estas dos palabras se usan ampliamente, quizás sea preferible utilizar sus equivalentes en castellano: **dispositivos** y **programas**. Si realizamos la comparación con el ser humano, estos conceptos podrían corresponder al *cuerpo* y al *alma* de la persona.

Todos los *dispositivos* de un ordenador son "elementos físicos", es decir, todo aquello que resulta visible y tangible en el mundo real. Ejemplos de dispositivos físicos son el teclado, la pantalla, etc.

Por su parte, los programas de un ordenador definen su comportamiento: constan de información (datos) y ciertas operaciones definidas que les indican la forma de manipular esos datos. Estos programas no existen en la realidad, aunque están almacenados en la memoria del ordenador como ceros y unos (en realidad, como tensiones eléctricas). Aunque no son tangibles, su importancia radica en el hecho de que los programas *controlan* a todos los dispositivos del ordenador. Existe un dicho que resume este hecho: "*El mejor ordenador del mundo sólo sirve para matar marcianos si no tiene el programa adecuado*".

Si deseamos permitir la comunicación entre varios ordenadores, necesitamos conectarlos a una red de transmisión de datos, como se muestra en la figura 1.5. Esta red está formada por tres partes fundamentales:

- **Terminales**: son los equipos que se comunican, como ordenadores, teléfonos, etc. Éstos determinan la naturaleza de la información que va a tener que manejar la red (voz, datos, etc.).
- **Dispositivos de red**: se corresponde con el conjunto de elementos físicos que hacen posible la comunicación entre el terminal emisor y el receptor. Estos dispositivos son:
  - **Canal de comunicación**: es el medio por el que circula la información.
  - **Elementos de interconexión**: son los encargados de interconectar todos los terminales de la red y también trabajan para seleccionar el mejor camino por el que circulará la información (en caso de que exista más de un camino).

- **Adaptadores de red**: son los encargados de convertir el formato de información de los terminales (normalmente en forma de señales eléctricas) en el formato utilizado por la red de comunicación (señales eléctricas, ondas de radio, etc.).

■ **Programas de red**: son todos los programas que permiten controlar el funcionamiento de la red, para hacerla más fiable. Las primeras redes de computadores se diseñaron pensando en los dispositivos y dejando en un segundo plano los programas; hoy en día el *software* de redes es un elemento muy importante y está altamente estructurado.

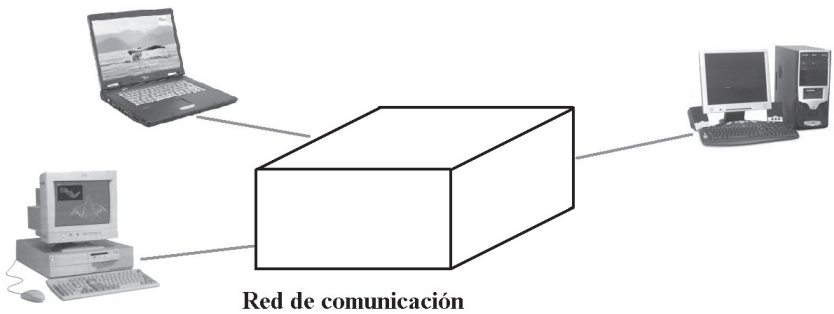

Figura 1.5. *Red de comunicación de datos. Diagrama simplificado.*

1.2.2 SERVICIOS Y PROTOCOLOS

Los **servicios** de comunicaciones proporcionados por una red de transmisión de datos siguen unos **protocolos** bien establecidos y estandarizados. Si a una red en particular se le desea añadir una funcionalidad concreta, se deberá comprobar si ya posee el *protocolo* adecuado o hay que añadírselo. Un *protocolo* de red define unas normas a seguir a la hora de transmitir la información, normas que pueden ser: velocidad de transmisión, tipo de información, formato de los mensajes, etc.

Por ejemplo, podemos hacer la analogía con el sistema telefónico. En este caso, los servicios proporcionados pueden ser transmisión de voz, transmisión de datos, llamada en espera, llamada a tres, etc. Así mismo, el protocolo para establecer una comunicación debe seguir estrictamente los siguientes pasos:

1. Descolgar el teléfono.
2. Comprobar si hay línea. Si no hay, colgar y volver al paso 1.
3. Marcar el número del otro usuario.
4. Esperar tono.
5. Si el tono es "comunicando", colgar y volver al paso 1.
6. Si da más de 6 tonos y no contesta, ir al paso 8.
7. Hablar cuando el otro usuario conteste.
8. Colgar.

Si no se siguen las reglas del protocolo estrictamente, la comunicación no se realizará en condiciones. Resulta absurdo que el usuario comience a hablar antes de tiempo porque la otra persona no oiría la conversación; así mismo, si cuelga de forma precipitada, también se perderá una parte de la conversación.

Este ejemplo de protocolo resulta a primera vista muy simple y todos nosotros estamos acostumbrados a seguirlo. En comunicaciones de datos, los protocolos empleados son más complejos porque deben ser capaces de corregir errores; en el caso de una comunicación normal, si el usuario no entiende, sólo tiene que decir *¿cómo dices?* o *¿puedes repetir?* Sin embargo, para ambos casos, la idea de base es la misma. En muchas ocasiones no está clara la división entre protocolo y red, ya que existen redes de transmisión que utilizan sus propios protocolos.

Una red está orientada a la transmisión de la información entre determinadas zonas geográficas. Esta idea tan general se convierte en la práctica en muchos kilómetros de cableado conectados a centralitas y otros dispositivos, todo ello destinado a ofrecer un conjunto de *servicios* al usuario. Estos servicios dependen fundamentalmente del tipo de información que se va a transmitir, lo que, a su vez, repercute en dos características muy importantes: protocolo utilizado y velocidad de transmisión requerida. Los servicios básicos que puede proporcionar una red de comunicación son los siguientes:

- **Transmisión de voz**: éste es el servicio básico que han ofrecido las redes de comunicación desde sus inicios. Aunque este libro se centra en las redes de ordenadores, muchas de ellas permiten la transmisión de voz.

- **Transmisión de datos**: la información que se transmite posee unas características muy heterogéneas, como bloques de reducido tamaño (mensajes de correo electrónico), datos esporádicos (comandos para ejecutarse de forma remota en otro equipo, conexión con un servidor *Web*, etc.), bloques de datos de gran tamaño (archivos transferidos), vídeo digital (con una gran cantidad de imágenes por segundo), etc.

La tendencia actual conduce hacia la integración total de todos estos servicios en una sola red de comunicación. El obstáculo principal que dificulta esta evolución se encuentra en que todas las redes disponen de una capacidad de transmisión limitada.

- **Establecimiento de la llamada**: el servicio de establecimiento de llamada es fundamental en la mayoría de las redes, no así en determinados servicios específicos, como el envío y recepción de mensajes SMS.

- **Tarificación**: todas las redes públicas, a excepción de las privadas, disponen de este servicio que permite conocer el grado de utilización de los servicios de comunicación por parte del usuario. La facturación se puede llevar a cabo por tiempo de conexión, por cantidad de información transmitida, etc.

Todas las redes de comunicación existentes están limitadas por una velocidad máxima o cantidad de información enviada por segundo (bits por segundo o *bps*).

1.2.3 CLASIFICACIÓN DE LAS REDES LOCALES

Existen multitud de redes, cada una de ellas con unas características específicas que las hacen diferentes del resto. Podemos clasificar a las redes en diferentes tipos, atendiendo a distintos criterios. La clasificación que se expone a continuación está ordenada según los criterios más importantes.

1.2.3.1 Titularidad de la red

Esta clasificación atiende a la propiedad de la red, por lo que se puede hacer una división en dos tipos de redes: *redes privadas dedicadas* y *redes compartidas*.

- **Redes dedicadas**: una red dedicada es aquélla en la que sus líneas de comunicación son diseñadas e instaladas por el usuario o administrador, o bien, alquiladas a las compañías de comunicaciones que ofrecen este tipo de servicios (en el caso de que sea necesario comunicar zonas geográficas alejadas), y siempre para su uso exclusivo. Ejemplo de este

tipo de red puede ser la red local de un aula de informática de instituto o facultad.

- **Redes compartidas**: las redes compartidas son aquéllas en las que las líneas de comunicación soportan información de diferentes usuarios. Se trata en todos los casos de redes de servicio público ofertadas por las compañías de telecomunicaciones bajo cuotas de alquiler en función de la utilización realizada o bajo tarifas por tiempo limitado. Pertenecen a este grupo las redes telefónicas conmutadas y las redes especiales para transmisión de datos. Ejemplos de este tipo de redes son: la red de telefonía fija, la red de telefonía móvil, RDSI, Iberpac, las redes de fibra óptica, etc.

1.2.3.2 Topología

Esta clasificación tiene en cuenta la arquitectura de la red, es decir, la forma en la que se interconectan los diferentes nodos o usuarios de ella:

- **Malla**: es una interconexión total de todos los nodos, con la ventaja de que, si una ruta falla, se puede seleccionar otra alternativa. Este tipo de red es más costoso de construir, ya que hace falta más cable.

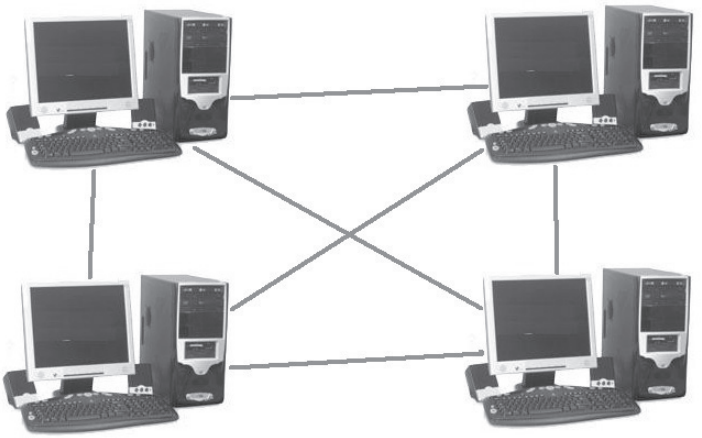

Figura 1.6. *Red con topología en malla.*

- **Estrella**: los equipos se conectarán a un nodo central con funciones de distribución, conmutación y control. Si el nodo central falla, quedará inutilizada toda la red; si es un nodo de los extremos, sólo éste quedará aislado. Normalmente, el nodo central no funciona como estación, sino que más bien suele tratarse de dispositivos específicos.

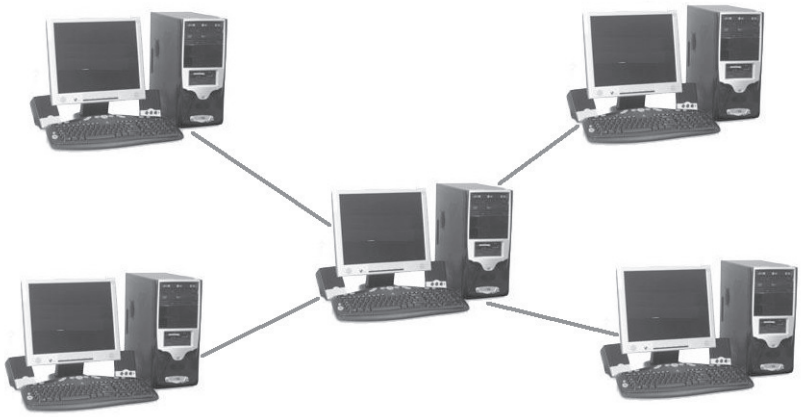

Figura 1.7. *Red con topología en estrella.*

- **Bus**: utiliza un único cable para conectar los equipos. Esta configuración es la que requiere menos cableado, pero tiene el inconveniente de que, si falla algún enlace, todos los nodos quedan aislados (debido a que este cable se rompe y queda abierto).

Figura 1.8. *Red con topología en bus.*

- **Árbol**: es una forma de conectar nodos como una estructura jerarquizada. Esta topología es la menos utilizada, y se prefiere la topología irregular, ya que el fallo de un nodo o un enlace deja a conjuntos de nodos incomunica-dos entre sí. Sin embargo, se utiliza ampliamente en redes de telefonía, donde los enlaces intermedios son centralitas locales y regionales.

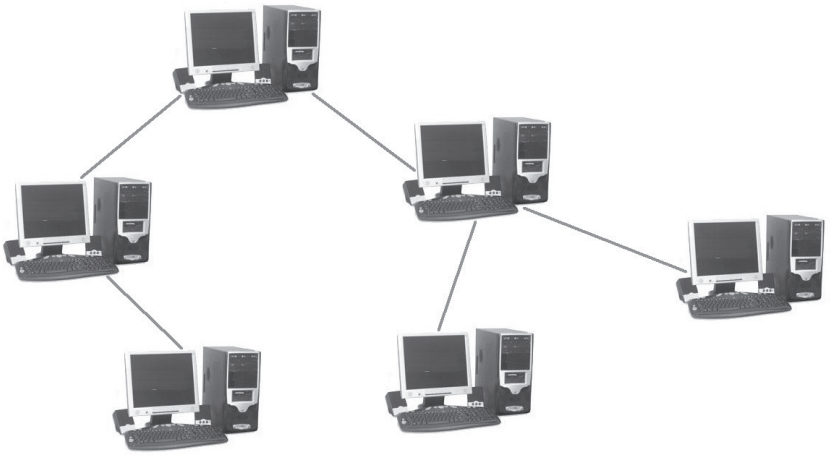

Figura 1.9. *Red con topología en árbol.*

- **Anillo**: todos los nodos están conectados a una única vía con sus dos extremos unidos. Al igual que ocurre con la topología en *bus*, si falla algún enlace, la red deja de funcionar completamente.

Figura 1.10. *Red con topología en anillo.*

- **Intersección de anillo**: varios anillos conectados por nodos comunes. El inconveniente de esta topología es que, si fallan los nodos comunes de los anillos, toda la red dejará de funcionar.

Figura 1.11. *Red con topología en intersección de anillo.*

- **Irregular**: cada nodo debe estar conectado, como mínimo, por un enlace, pero no existen más restricciones. Esta topología es la más utilizada en redes que ocupan zonas geográficas amplias. Esta topología permite la búsqueda de rutas alternativas cuando falla alguno de los enlaces.

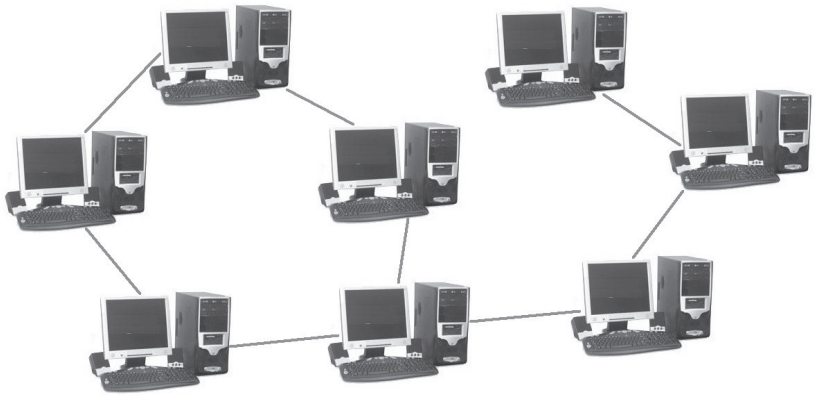

Figura 1.12. *Red con topología irregular.*

La topología de una red de comunicación tiene que ver con la manera en la que están conectados los equipos, lo que también determina la forma en la que la información es enviada por ella. Por ejemplo, en una topología en bus o anillo, la información se envía a todos los equipos, mientras que en otras topologías la información se puede enviar solamente al destinatario, quizá atravesando

equipos intermedios. En una topología en estrella, por ejemplo, el equipo que funciona en el centro de la estrella debe saber dónde están conectados el resto de ordenadores, porque debe decidir por dónde enviar la información para que llegue al destinatario correcto. Sin embargo, para simplificar los mecanismos de comunicación, ese equipo simplemente puede enviar los mensajes que le llegan a todos los equipos, por lo que la topología de la red sigue siendo en estrella, aunque el envío de los mensajes se realiza como si fuera un bus. En el capítulo 4 se explica cómo determinados tipos de dispositivos de interconexión de redes pueden hacer que la comunicación se realice de una forma distinta a como está definida la topología de la red.

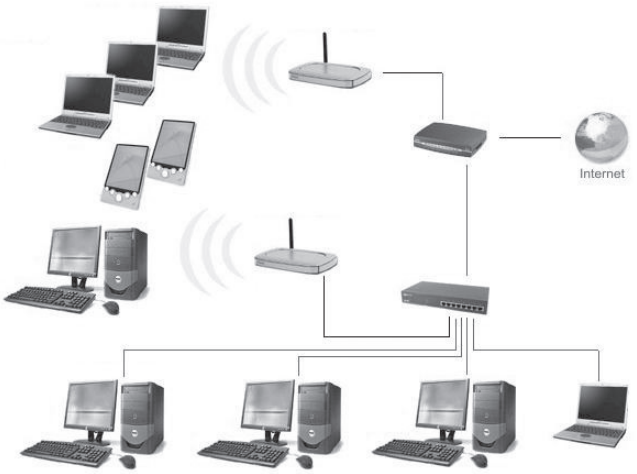

Figura 1.13. *Ejemplo de topología de red real. Las redes reales pueden llegar a tener topologías bastante complejas ya que mezclan estructuras de diferentes tipos, añadiendo además la complejidad que suponen las redes inalámbricas que no usan cables.*

1.2.3.3 Transferencia de la información

Esta clasificación tiene en cuenta la técnica empleada para transferir la información desde el origen al destino. Por lo tanto, también depende de la topología de la red y, si se ha separado de la clasificación anterior, ha sido porque existen diferentes topologías que comparten el mismo método de transmisión.

- **Redes conmutadas** (**punto a punto**): en este tipo de redes, un equipo origen (emisor) selecciona un equipo con el que quiere conectarse (receptor) y la red es la encargada de habilitar una vía de conexión entre los dos equipos. Normalmente pueden seleccionarse varios caminos

candidatos para esta vía de comunicación que puede o no dedicarse exclusivamente a la misma. Existen tres métodos para la transmisión de la información y la habilitación de la conexión:

- **Conmutación de circuitos**: en este tipo de comunicación, se establece un camino único dedicado. La ruta que sigue la información se establece durante todo el proceso de comunicación, aunque existan algunos tramos de esa ruta que se compartan con otras rutas diferentes. Una vez finalizada la comunicación, es necesario liberar la conexión. Por su parte, la información se envía íntegra desde el origen al destino, y viceversa, mediante una línea de transmisión bidireccional. En general, se seguirán los siguientes pasos: 1.º Establecimiento de la conexión, 2.º Transferencia de la información y 3.º Liberación de la conexión. Este método es el empleado en una llamada telefónica normal.

- **Conmutación de paquetes**: en este caso, el mensaje a enviar se divide en fragmentos, cada uno de los cuales es enviado a la red y circula por ésta hasta que llega a su destino. Cada fragmento, denominado *paquete*, contiene parte de la información a transmitir, información de control, además de los números o direcciones que identifican al origen y al destino.

- **Conmutación de mensajes**: la información que envía el emisor se aloja en un único mensaje con la dirección de destino y se envía al siguiente nodo. Éste almacena la información hasta que hay un camino libre, dando lugar, a su vez, al envío al siguiente nodo, hasta que finalmente el mensaje llega a su destino.

■ **Redes de difusión** (**multipunto**): en este caso, un equipo o nodo envía la información a todos los nodos y es el destinatario el encargado de seleccionar y captar esa información. Esta forma de transmisión de la información está condicionada por la topología de la red, ya que ésta se caracteriza por disponer de un único camino o vía de comunicación que debe ser compartido por todos los nodos o equipos. Esto quiere decir que la red debe tener una topología en *bus* o anillo, o debe estar basada en enlaces por ondas de radio. Aunque a primera vista este tipo de redes pueda resultar poco eficiente o arcaico, en la práctica es muy utilizado en redes de tamaño reducido, sobre todo porque no requiere del uso de complicados dispositivos de conmutación para seleccionar las rutas, teniendo en cuenta que en una red de difusión solamente existe una ruta posible.

Recuérdese que en una transmisión de radio todas las estaciones pueden escuchar en mensaje emitido y, por lo tanto, el aire es un medio de transmisión compartido.

1.2.3.4 Localización geográfica

La localización geográfica de la red es un factor a tener en cuenta a la hora de diseñarla y montarla. No es lo mismo montar una red para un aula de informática que interconectar las oficinas de dos sucursales que la misma empresa tiene instaladas en diferentes países. Sin embargo, esta clasificación muchas veces resulta confusa o arbitraria, ya que se basa en criterios vagamente definidos:

- **Subred o segmento de red**: un segmento de red está formado por un conjunto de estaciones que comparten el mismo medio de transmisión (normalmente están conectadas con el mismo cable). Gracias a esta característica, es posible montar un segmento de red sin necesidad de utilizar dispositivos conmutadores y reduciendo así el coste de la instalación. El segmento está limitado en espacio al departamento de una empresa, un aula de informática, etc. Se considera al segmento como la red de comunicación más pequeña, y todas las redes de mayor tamaño están constituidas por la unión de varios segmentos de red.

- **Red de área local** (*Local Area Network* o **LAN**): una LAN es un término vago que se refiere a uno o varios segmentos de red conectados mediante dispositivos especiales. Normalmente se le da este calificativo a las redes cuya extensión no sobrepasa el mismo edificio donde está instalada (o la misma habitación).

- **Red de campus**: una red de campus se extiende entre varios edificios dentro de un mismo polígono industrial, que se conectan generalmente a un tendido de cable principal. Normalmente, la empresa es propietaria del terreno por el que se extiende el cable y tiene libertad para poner cuantos cables sean necesarios sin tener que solicitar permisos especiales.

- **Red de área metropolitana** (*Metropolitan Area Network* o **MAN**): generalmente, una MAN está confinada dentro de una misma ciudad y se haya sujeta a regulaciones locales. Puede constar de varios recursos

públicos o privados, como el sistema de telefonía local, sistemas de microondas locales o cables enterrados de fibra óptica. Una empresa local construye y mantiene la red, y la pone a disposición del público. Puede conectar sus redes a la MAN y utilizarla para transferir información entre redes de otras ubicaciones de la empresa dentro del área metropolitana.

- **Red de área extensa** (*Wide Area Network* o **WAN**) y **redes globales**: las WAN y redes globales abarcan varias ciudades, regiones o países. Los enlaces WAN son ofrecidos generalmente por empresas de telecomunicaciones públicas o privadas que utilizan enlaces de microondas, fibra óptica o vía satélite. Actualmente, el método empleado para conectar una WAN utiliza líneas telefónicas estándar o líneas telefónicas modificadas para ofrecer un servicio más rápido.

1.2.4 NORMALIZACIÓN Y ORGANISMOS

Las primeras redes de computadoras que se construyeron, tanto comerciales como militares, utilizaban sus propios protocolos. Existen compañías (como IBM) que utilizaban normas de comunicación diferentes para sus propios productos. Esta situación llevó a que las empresas mantuvieran redes de diferentes fabricantes. Cuando necesitaron comunicar esas redes, surgieron los problemas: los sistemas de transmisión no eran compatibles y, o bien había que deshacerse de todo lo instalado y montar redes nuevas, o bien había que desarrollar equipos adaptadores de redes, una alternativa de coste muy elevado.

A partir de entonces, se comprobó que era necesario definir un conjunto común de normas, que permitiera coordinar a todos los fabricantes. Estas normas posibilitan la comunicación entre diferentes equipos y permiten que éstos tengan un menor coste y una mayor aceptación. Las normas se dividen en dos categorías:

- **Estándares *de facto***: viene de la palabra que en latín significa *de hecho* y a este grupo pertenecen los estándares que simplemente aparecieron y se impusieron en el mercado por su extensa utilización. El ordenador personal (PC) de IBM y sus sucesores son normas *de facto* porque la mayoría de los fabricantes copiaron los equipos de IBM con mucha exactitud. El sistema operativo UNIX también se ha convertido en un estándar al ser copiado por otros fabricantes: SCO, Minix, Linux, etc.

- **Estándares *de jure***: viene del latín que significa *por ley* y se trata de estándares formales y legales acordados por algún organismo de estandarización autorizado. Estos organismos son de dos tipos: los creados por tratados entre varios países y las organizaciones voluntarias.

Existen varias organizaciones internacionales dedicadas a tareas de normalización y estandarización. Entre ellas, destacaremos:

- **ITU** (*International Telecom Union* o *Unión Internacional de Telecomunicaciones*). Organización de las Naciones Unidas con sede en Ginebra y constituida por las autoridades de Correos, Telégrafos y Teléfonos (PTT) de los países miembros. Se encarga de realizar recomendaciones técnicas sobre teléfono, telégrafo e interfaces de comunicación de datos que, a menudo, se reconocen como estándares. Trabaja en colaboración con ISO, que en la actualidad es miembro del ITU. Tiene tres sectores principales: sector de radiocomunicaciones (ITU-R), sector de desarrollo (ITU-D) y sector de telecomunicaciones (ITU-T).

- **ISO** (*International Standards Organization* u *Organización Internacional de Normalización*). Organización de carácter voluntario que agrupa a 89 países. Sus miembros han desarrollado estándares para las naciones participantes. Uno de sus comités se ocupa de los sistemas de información, que ha desarrollado el modelo de referencia OSI y protocolos para varios niveles de ese modelo. ISO también ha desarrollado otros estándares en otros campos, como el ISO 216 (para medidas de papel, como A4), ISO 9000 (sistemas de gestión de calidad), ISO 3166 (códigos de países), etc.

- **ANSI** (*American National Standards Institute* o *Instituto Americano de Normas Nacionales*). Asociación con fines no lucrativos, formada por fabricantes, usuarios, compañías que ofrecen servicios públicos de comunicaciones y otras organizaciones interesadas en temas de comunicación. Es el representante estadounidense de ISO, que adopta con frecuencia los estándares ANSI como normas internacionales.

- **IEEE** (*Institute of Electrical and Electronics Engineers* o *Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos*). Es la mayor organización internacional sin ánimo de lucro formada por profesionales de las nuevas tecnologías. Además de publicar revistas y preparar conferencias, esta organización se encarga de elaborar estándares en las áreas de ingeniería eléctrica y computación (como es el estándar IEEE 802 para redes de área local o el estándar POSIX para sistemas operativos).

- **IETF** (*Internet Engineering Task Force* o *Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet*). Es una organización creada en Estados Unidos en 1986 cuyo objetivo principal consiste en desarrollar los estándares que funcionan en Internet. Está formada por técnicos y especialistas que publican las recomendaciones de los protocolos de Internet, haciendo que los fabricantes tengan que adaptarse a ellas para evitar problemas de compatibilidad y funcionamiento entre sistemas. Los documentos que publica el IETF se denominan **RFC** (*Request For Comments* o *Petición de Comentarios*) y son la base para el desarrollo de todas las tecnologías que funcionan en Internet. Estos documentos, publicados desde 1969, llegan a ser más de 5000 en la actualidad. Ejemplos de estos documentos son el RFC 2616 (HTTP), RFC 959 (FTP), RFC 854 (TELNET), etc.

- **ISC** (*Internet Systems Consortium* o *Consorcio de Sistemas de Internet*). Es una organización sin ánimo de lucro fundada en 1994 que desarrolla y da soporte a determinados programas que funcionan en Internet y que se utilizan como referencia, como BIND, DHCP, NTP, etc. En los capítulos 5 y 11 de este libro se explica el funcionamiento de algunos de estos protocolos. Todo el *software* que se desarrolla por el ISC se distribuye bajo licencia ISC, una licencia parecida a la utilizada por el MIT para distribuir OpenBSD.

- **ICANN** (*Internet Corporation for Assigned Names and Numbers o Corporación de Internet para la Asignación de Nombres y Números*). Organización sin ánimo de lucro creada en 1998 para asumir las tareas de la anterior **IANA** (*Internet Assigned Numbers Authority* o *Agencia de Asignación de Números de Internet*). Su función principal consiste en mantener un registro central de números asociados con los protocolos de Internet, además de los nombres de dominios y direcciones de esta red.

- **W3C** (*World Wide Web Consortium* o *Consorcio de la World Wide Web*). Es un organismo que apareció en 1994 y que está presidido por Tim Berners-Lee. Su objetivo es producir estándares para todas las tecnologías que engloba la *World Wide Web* (WWW o *tela de araña mundial*). Actualmente, el W3C está integrado por más de 400 miembros y unos 60 investigadores, y dispone de oficinas regionales en multitud de países. El W3C publica una serie de documentos oficiales, denominados **Recomendaciones del Consorcio**, que contienen los nuevos estándares y son publicados y distribuidos de forma libre para que los fabricantes y desarrolladores se puedan adaptar a ellos. Algunas de las recomendaciones más importantes son HTML, CSS, DOM, XML, etc., que utilizan para el diseño de páginas *web* y navegadores en Internet.

- **Open Group**. Tiene como objetivo ofrecer estándares abiertos y neutrales para la industria informática. Sus miembros incluyen empresas, organismos e instituciones gubernamentales, como HP, IBM, el Departamento de Defensa de Estados Unidos, etc. Uno de los estándares más conocidos es la **Single Unix Specification**, que certifica los productos de tipo Unix.

RESUMEN DEL CAPÍTULO

Los sistemas de numeración pueden ser **aditivos** (donde se suma el valor de cada símbolo para obtener el resultado total), **híbridos** (donde determinados símbolos indican el número de veces que hay que sumar unas cantidades) o **posicionales** (donde el valor de cada dígito depende de la posición que ocupe).

El sistema de numeración decimal está basado en la base 10, lo que significa que la posición que ocupa un dígito tiene un valor real de una potencia de 10. Otros sistemas de numeración muy utilizados en sistemas informáticos son el binario (con base 2 y los símbolos “0” y “1”) y el hexadecimal (con base 16 y los símbolos “0”, “1”, “2”, “3”, “4”, “5”, “6”, “7”, “8”, “9”, “A”, “B”, “C”, “D”, “E” y “F”).

Para convertir de binario a decimal hay que multiplicar cada dígito por su potencia de 2, según la posición que ocupe en el número. Para realizar la conversión a la inversa, hay que realizar sucesivas divisiones del número entre 2 (para la parte entera) y tomando los restos que se generen, o sucesivas multiplicaciones (para la parte decimal) y tomando la parte entera que se genere. La conversión entre binario y hexadecimal es mucho más rápida debido a que la base 16 es una potencia de la base 2.

Desde el punto de vista de la Informática, una **red de comunicación** es un sistema que permite la comunicación entre los ordenadores que se encuentran conectados a ella. La red está formada por los siguientes elementos: los terminales (ordenadores), el medio de transmisión, los elementos de interconexión, los adaptadores de comunicación y los

protocolos que funcionan en ellos. Para que una red de comunicación funcione correctamente es necesaria la intervención de tres subsistemas básicos: el sistema de transmisión, el sistema de conmutación y el sistema de señalización.

Una red de comunicación ofrece una serie de **servicios**, es decir, pone a disposición de los usuarios un conjunto de funciones que pueden utilizar. Así mismo, esos servicios se basan en una serie de *protocolos*, que son las normas que se deben seguir para que las comunicaciones se realicen correctamente.

Todas las redes de comunicación se clasifican atendiendo a diferentes criterios: titularidad de la red (redes dedicadas frente a redes compartidas), topología (malla, estrella, bus, árbol, anillo, intersección de anillo e irregular), transferencia de la información (redes conmutadas frente a redes de difusión) y localización geográfica (redes locales, redes de área metropolitana y redes de área extensa).

Los servicios de comunicación que demandan los usuarios y que puede ofrecer una red son muy variados. Esto hace que existan diferentes tecnologías de redes que ofrecen determinados tipos de servicios, aunque la tendencia a lo largo de los años es conseguir redes que sean capaces de integrar todos los servicios demandados por los usuarios.

Los protocolos de comunicaciones están normalizados en mayor o menor medida en estándares *de facto*, que son aquéllos impuestos por su uso y popularidad y los estándares *de jure*, que son aquéllos que han sido impuestos por algún organismo nacional o internacional de normalización.

Algunas de las organizaciones más importantes en el ámbito internacional desde el punto de vista del desarrollo de normas y estándares para los sistemas y redes de comunicaciones son ITU (*Unión Internacional de Telecomunicaciones*), ISO (*Organización Internacional de Normalización*), ANSI (*Instituto Americano de Normas Nacionales*), IEEE (*Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos*), IETF (*Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet*), ISC (*Consorcio de Sistemas de Internet*), ICANN (*Corporación de Internet para la Asignación de Nombres y Números*), W3C (*Consorcio de la World Wide Web*) y Open Group.

EJERCICIOS PROPUESTOS

- **1.** Explica las diferencias y relaciones que existen entre los conceptos de protocolo y servicio.

- **2.** Imagina que deseas enviar un mensaje de texto SMS desde tu teléfono móvil a un amigo. Enumera los pasos que debes seguir para conseguir esto, es decir, el protocolo de comunicación utilizado en este caso. Pon otro ejemplo de protocolo de comunicación que utilices en tu vida cotidiana.

- **3.** Enumera las ventajas e inconvenientes que existen entre los tres métodos básicos para transferencia de la información: conmutación de circuitos, conmutación de mensajes y conmutación de paquetes.

- **4.** Para las redes de transmisión de datos que utilizas en tu vida diaria, enumera los servicios de comunicación que ofrecen. Indica también otros servicios no ofrecidos que consideres puedan resultar prácticos o beneficiosos para las personas.

- **5.** Para transferir un archivo completo entre dos ordenadores, existen dos métodos si se emplea un servicio fiable:
  - ✓ Dividir el archivo en fragmentos y enviar confirmaciones de cada uno de ellos.
  - ✓ Enviar el archivo completo y recibir una sola confirmación.

  Comenta las ventajas e inconvenientes de estos dos enfoques.

- **6.** En una red de difusión ocurre lo mismo que cuando se habla a través de una radio o *walkie-talkie*: solamente puede hablar una persona cada vez. Explica qué protocolos se pueden utilizar para que los ordenadores que forman parte de una red de difusión transmitan en orden y sin interrumpirse.

- **7.** De los tres métodos usados para enviar información (conmutación de circuitos, paquetes y mensajes) indica cuál de ellos es más rápido, es decir, tarda menos en enviar la misma información. Supondremos que hay dos equipos intermedios entre el origen y el destino y que el equipo que recibe la información debe enviar a su vez mensajes confirmando que los datos que le han llegado son correctos. Representa de forma esquemática algunos ejemplos de comunicaciones y compáralos para obtener el más rápido.

- **8.** Completa la tabla 1.3 para calcular las equivalencias entre números de distintas bases.

Tabla 1.3. Ejercicio de conversión entre bases

Decimal	Binario	Hexadecimal
117		
	1011101011	
		A21C8
635.271		
	1101011.110111	
		AC81.FE4

9. Expresa los siguientes números en binario natural a decimal:

10010110101111011.110111
10000000000
100101011.00011
111.0110111101

10. Expresa los siguientes números en decimal a binario natural:

6734
63474.21
1754.00023
456.0033
0.673687
85.12

11. Expresa en decimal los siguientes números en hexadecimal:

A1B23C.FF
D21395F.CC3B
F34D.12
8634.23

12. Pasa a hexadecimal los siguientes números en decimal:

123.45
68745.00056
275954.478
9.06568504

TEST DE CONOCIMIENTOS

1 El sistema de conmutación de una red:

a) Controla la comunicación entre el origen y el destino.
b) Establece la ruta que va a seguir la información por la red.
c) Realiza el transporte de la información hasta el destino.
d) Ninguna de las anteriores.

2 Un protocolo de comunicación es:

a) Los pasos a seguir en una comunicación.
b) La función que realiza la red.
c) Las normas internacionales.
d) Ninguna de las anteriores.

3 Una red con topología en malla:
- **a)** Es siempre una red dedicada.
- **b)** Es siempre una red de difusión.
- **c)** Es más eficiente que una red con topología en bus.
- **d)** Es más eficiente que una red con topología irregular.

4 En el método de conmutación de circuitos:
- **a)** Toda la información de cualquier comunicación viaja siempre por el mismo camino.
- **b)** Puede haber riesgos de pérdida de todo el mensaje en caso de fallo de la red.
- **c)** Se decide sobre la marcha la ruta que va a seguir la información.
- **d)** Ninguna de las anteriores.

5 El método de transmisión que permite una mayor eficiencia en una red de comunicación es:
- **a)** Conmutación de circuitos.
- **b)** Conmutación de paquetes.
- **c)** Conmutación de mensajes.
- **d)** Difusión.

6 En una red de comunicación:
- **a)** Deben existir protocolos para controlar los errores.
- **b)** No es necesario establecer mecanismos de control de errores porque éstos nunca se producirán.
- **c)** Sólo hay que controlar los errores que se producen en una red de difusión.
- **d)** Ninguna es cierta.

7 Un estándar *de facto*:
- **a)** Es propiedad de una empresa.
- **b)** Ha sido creado por un organismo de normalización.
- **c)** Es una norma que todos los fabricantes deben utilizar obligatoriamente.
- **d)** Ninguna es cierta.

8 La organización W3C se dedica a:
- **a)** Definir estándares de redes de comunicaciones.
- **b)** Crear las páginas de la World Wide Web.
- **c)** Definir protocolos de la World Wide Web.
- **d)** b y c son ciertas.

9 La organización ICANN se dedica a:
- **a)** Definir los protocolos de Internet.
- **b)** Definir los protocolos de asignación de números y nombres en Internet.
- **c)** Publicar los documentos RFC.
- **d)** Ninguna es cierta.

10 Un sistema de numeración posicional:
- **a)** No da importancia al lugar que ocupa cada dígito.
- **b)** Establece un valor distinto a un mismo dígito, si ocupa un lugar diferente.
- **c)** Está basado en la base 10.
- **d)** Ninguna es cierta.