

Sistemas y Aplicaciones
Informáticas

Tema 01. Representación y
Comunicación de la Información.

1. ÁMBITO DE DOCENCIA.	3
2. REPRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.	3
2.1. INFORMACIÓN Y SISTEMAS DE NUMERACIÓN.	3
2.1.1. <i>Información, símbolos y sistemas de representación.</i>	3
2.1.2. <i>Representación de los números. Sistemas de numeración posicionales.</i>	3
2.1.3. <i>Ecuación general de los sistemas de numeración.</i>	3
2.1.4. <i>Sistemas de numeración más utilizados.</i>	3
2.1.5. <i>Conversión entre distintos sistemas de numeración.</i>	4
2.2. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN POR ORDENADOR.	4
2.2.1. <i>Instrucciones y datos. Interacción hombre-ordenador.</i>	4
2.2.2. <i>Bits, bytes y palabras. Códigos binarios. Codificación.</i>	4
2.2.3. <i>Códigos de entrada/salida. ASCII y Unicode.</i>	5
2.2.4. <i>Códigos de representación numérica.</i>	5
2.2.4.1. <i>Conceptos de rango y resolución.</i>	5
2.2.4.2. <i>Representación en coma fija sin signo. Números naturales.</i>	5
2.2.4.3. <i>Representación en coma fija con signo. Números enteros.</i>	6
2.2.4.3.1. <i>Formato en signo-magnitud.</i>	6
2.2.4.3.2. <i>Formato en complemento a la base menos uno.</i>	6
2.2.4.3.3. <i>Formato en complemento a la base.</i>	6
2.2.4.4. <i>Representación en coma flotante. Números reales.</i>	7
2.2.5. <i>Códigos de detección y corrección de errores.</i>	8
2.2.5.1. <i>Distancia Hamming.</i>	8
2.2.5.2. <i>Códigos detectores de errores: Cyclic Redundancy Check (CRC).</i>	8
2.2.5.3. <i>Códigos correctores de errores: código Hamming.</i>	8
3. COMUNICACIÓN DE LA INFORMACIÓN.	9
3.1. <i>NECESIDAD DE COMUNICACIÓN ENTRE ORDENADORES.</i>	9
3.2. <i>ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN.</i>	9
3.2.1. <i>Emisor y receptor.</i>	9
3.2.2. <i>Canal.</i>	9
3.2.3. <i>Transductores, moduladores y codificadores.</i>	9
3.2.4. <i>Otros elementos.</i>	10

1. **Ámbito de docencia.**

- Sistemas informáticos monousuario y multiusuario (ASI 1).
- Sistemas informáticos multiusuario y en red (DAI 1).
- Sistemas operativos en entornos monousuario y multiusuario (ESI 1).

2. **Representación de la información.**

2.1. **Información y sistemas de numeración.**

2.1.1. **Información, símbolos y sistemas de representación.**

- La información es el conjunto de los mensajes perceptibles que producen un incremento del conocimiento o una reacción, es decir, a mayor incertidumbre mayor información.
- Un símbolo es una imagen perceptible de un concepto material o abstracto.
- Un sistema de representación es un conjunto de símbolos combinados mediante reglas que les proporcionan sentido, como los sistemas de representación alfabéticos y numéricos.

2.1.2. **Representación de los números. Sistemas de numeración posicionales.**

- Los sistemas de numeración posicionales representan los números como una cadena de dígitos en la que cada uno de ellos está afectado por un factor que depende de la posición que ocupa.
- La base del sistema de numeración está formada por el conjunto de distintos caracteres que se utilizan para representar un dígito.
- El valor numérico expresado por una combinación de dígitos en una base de numeración dada depende del valor de los dígitos, y del valor de la posición o peso de cada uno según potencias sucesivas de la base respecto de un punto de referencia.

2.1.3. **Ecuación general de los sistemas de numeración.**

- El valor de cualquier número real decimal N con p dígitos enteros y q fraccionarios puede ser expresado en base b , siendo a_i el valor decimal del dígito situado en la posición i mediante la ecuación general de los sistemas de numeración:

$$N = a_{p-1}b^{p-1} + a_{p-2}b^{p-2} + \dots + a_1b^1 + a_0b^0 + a_{-1}b^{-1} + a_{-2}b^{-2} + \dots + a_{-q}b^{-q}$$

- Aplicando esta ecuación se deduce que en un sistema de base b con n dígitos enteros se puede representar un número N cuyo valor estará entre los siguientes límites: $0 \leq N \leq b^n - 1$

2.1.4. **Sistemas de numeración más utilizados.**

- **Sistema decimal.** Es un sistema de numeración posicional de base 10. Es el más utilizado, y está basado en la notación arábica formada por los caracteres del 0 al 9.
- **Sistema binario.** Es un sistema de numeración posicional de base 2, que usa los símbolos 0 y 1. Se utiliza en los sistemas digitales debido a la sencillez de sus reglas aritméticas, y su adaptación al funcionamiento de los componentes de los circuitos. En este entorno la unidad básica de información es el bit, formado por dos estados estables perfectamente diferenciados. Necesita un mayor número de dígitos que otros sistemas para representar la misma cantidad.
- **Sistema octal.** Es un sistema de numeración posicional de base 8, que utiliza los caracteres comprendidos entre 0 y 7. Se suele expresar poniendo el carácter '0' delante de la cifra octal. Permite la conversión de números binarios a una forma más compacta, evitando errores y facilitando la lectura, puesto que cada dígito octal corresponde a tres dígitos binarios.

- **Sistema hexadecimal.** Es un sistema de numeración posicional de base 16, que utiliza los caracteres comprendidos entre 0 y 9 además de las letras mayúsculas entre A y F. Se suele expresar poniendo los caracteres '0x' delante de la cifra hexadecimal. Permite la conversión de números binarios a una forma más compacta, evitando errores y facilitando la lectura, puesto que cada dígito hexadecimal corresponde a cuatro dígitos binarios.

2.1.5. Conversión entre distintos sistemas de numeración.

- Para representar un mismo número en bases distintas es recomendable primero convertir el número de base $b1$ a base decimal, y segundo convertir el número de base decimal a base $b2$.
- Primer paso. Se aplica la ecuación general de los sistemas de numeración.
- Segundo paso. Se trata por separado la parte entera y la parte fraccionaria del número decimal.
 - * Parte entera. Dividiendo la ecuación general de los sistemas de numeración por la base se obtiene lo siguiente

$$N / b = a_{p-1}b^{p-2} + a_{p-2}b^{p-3} + \dots + a_1 + (a_0 / b) = Q_0 + (a_0 / b)$$

Se deduce que el coeficiente de menor peso es el resto de dividir el número decimal entre la base. El siguiente coeficiente se obtendría dividiendo el cociente obtenido entre la base. Para obtener el resto de coeficientes hay que dividir el cociente de las divisiones sucesivas entre la base hasta obtener un cociente menor que la base, siendo ese cociente precisamente el coeficiente de mayor peso. El orden de coeficientes resultante es de menor a mayor peso.

- * Parte fraccionaria. Multiplicando la ecuación general de los sistemas de numeración por la base se obtiene lo siguiente

$$N \cdot b = a_1 + a_2b^{-1} + \dots + a_qb^{-q+1} = a_1 + R_0$$

Se deduce que el coeficiente de mayor peso es la parte entera del resultado de multiplicar el número decimal por la base. El siguiente coeficiente se obtendría multiplicando la parte fraccionaria restante por la base. El proceso se repite hasta que la parte fraccionaria restante sea cero o se obtengan los dígitos decimales deseados.

2.2. Tratamiento de la información por ordenador.

2.2.1. Instrucciones y datos. Interacción hombre-ordenador.

- Los ordenadores son máquinas procesadoras de información, que reciben una serie de datos con los que deben realizar ciertas operaciones indicadas en forma de instrucciones, y entregan un conjunto de resultados acorde a dichas instrucciones.
- La información se entrega y se recibe del ordenador de forma que pueda ser entendida por las personas, es decir, utilizando sistemas alfabéticos y numéricos formados por caracteres alfabéticos (a-z, A-Z), numéricos (0-9) y especiales (ortográficos, matemáticos y de puntuación).

2.2.2. Bits, bytes y palabras. Códigos binarios. Codificación.

- Los ordenadores son máquinas que utilizan dos estados para las variables físicas que representan los caracteres en los soportes de información o en sus circuitos internos.
- Un bit (Binary digIT) es la unidad mínima de información que puede tomar uno de esos dos estados que conceptualmente se pueden representar por ceros y unos. Un byte es una agrupación de ocho bits que representa en su conjunto una determinada información.

- Una palabra está compuesta por un número de bits que pueden ser tratados en su conjunto o simultáneamente en una operación del sistema digital. Según el sistema su longitud puede ser de 8, 16 ó 32 bits, que corresponden a 1, 2 y 4 bytes respectivamente.
- Los códigos binarios se caracterizan por tener un alfabeto código fijo formado por dos símbolos, 0 y 1. Con un código binario de n bits se obtienen 2^n palabras código distintas, y cada una de ellas se asocia a un símbolo del alfabeto fuente. Cada forma de asignar un símbolo fuente a una palabra de código da lugar a un código diferente, existiendo $2^n!$ posibles códigos.
- Al tener que traducir toda la información suministrada al ordenador a ceros y unos es necesario establecer una correspondencia o codificación entre el conjunto de todos los caracteres y el conjunto binario, de manera que a cada carácter le corresponda una serie distinta de bits.

2.2.3. Códigos de entrada/salida. ASCII y Unicode.

- Estas correspondencias entre caracteres y números binarios se denominan códigos de entrada/salida (E/S) y pueden definirse de forma arbitraria. No obstante existen códigos de E/S normalizados que son utilizados por diferentes constructores de ordenadores.
- El código ASCII es el código alfanumérico adoptado internacionalmente para el intercambio de información entre sistemas digitales. Tiene palabras de código de siete bits, pudiendo representar 128 símbolos fuente distintos, que corresponden a 26 letras mayúsculas, 26 letras minúsculas, 10 dígitos decimales, signos de puntuación, caracteres especiales y caracteres de control no imprimibles utilizados para la comunicación y el control de los sistemas digitales. Actualmente se utiliza el código ASCII extendido de ocho bits, que añade 128 palabras de código correspondientes a símbolos gráficos y alfabetos internacionales.
- El código Unicode es un estándar de codificación de caracteres desarrollado por el Consorcio Unicode que representa casi todos los idiomas escritos del mundo. El repertorio de caracteres Unicode tiene múltiples formatos de representación, incluidos UTF-8, UTF-16 y UTF-32. El protocolo UTF-8 ofrece compatibilidad con los caracteres ASCII extendidos.

2.2.4. Códigos de representación numérica.

2.2.4.1. Conceptos de rango y resolución.

- Las operaciones aritméticas con datos numéricos se suelen realizar en una representación más adecuada que la obtenida con el código de E/S. Por ello, en el propio ordenador se efectúa una transformación entre códigos binarios, obteniéndose una representación basada en el sistema de numeración en base dos.
- El rango de representación es el intervalo comprendido entre el menor y el mayor número representable. En un sistema binario de n bits pueden representarse 2^n números diferentes.
- La resolución de representación es la mayor diferencia que existe entre un número representable y su inmediato sucesor. Indica el máximo error que se puede cometer al representar un número.

2.2.4.2. Representación en coma fija sin signo. Números naturales.

- Un número en coma fija sin signo se representa mediante dos partes separadas por una coma que ocupa una posición fija dentro de los dígitos que componen el número. A la izquierda de la coma se encuentra la parte entera del número, y a la derecha está la parte fraccionaria, y cada una de ellas tiene un número de bits fijo. Por tanto la coma permanece siempre en una posición fija.

- Los números naturales se representan de esta manera, mediante el cual la parte entera está formada por palabras de n bits y no hay parte fraccionaria. Por tanto su rango de representación es $[0, 2^n-1]$ y su resolución es la unidad.

2.2.4.3. Representación en coma fija con signo. Números enteros.

- Un número en coma fija con signo se representa igual que en coma fija sin signo, añadiendo un bit de signo en el extremo izquierdo de la parte entera del número. Se adopta el convenio de que el bit de signo toma el valor 0 para números positivos, y el valor 1 para números negativos.
- Los números enteros se representan de esta manera, existiendo tres posibles formatos: signo-magnitud, complemento a la base menos uno y complemento a la base.

2.2.4.3.1. Formato en signo-magnitud.

- En este formato se utilizan n bits, siendo el bit de más peso o más significativo el que indica el signo del número. Los restantes $n-1$ bits expresan la magnitud del número, por tanto con n bits su rango de representación es $[-(2^{n-1}-1), 2^{n-1}-1]$ y su resolución es la unidad.
- Tiene los inconvenientes de que es necesario utilizar circuitos diferentes para realizar las operaciones de suma y de resta, y que el cero está doblemente representado.

2.2.4.3.2. Formato en complemento a la base menos uno.

- Su definición es la siguiente:
 - * Dado un número entero positivo $N > 0$, de n dígitos enteros y representado en base b , se define su complemento a la base menos uno como el número $C_{b-1}(N)$ que cumple
$$N + C_{b-1}(N) = b^n - 1$$
 - * Para $N = 0$ se define su complemento a la base menos uno $C_{b-1}(N) = b^n - 1$, es decir, que el cero tiene distinta representación que la de su complemento a la base menos uno.
 - * El complemento a la base menos uno del complemento a la base menos uno de N es N .
- Se deduce que un número sumado con su complemento a la base menos uno es igual a cero siempre que se sume uno al resultado en caso de producirse acarreo (b^n). Por tanto, se puede representar los números negativos como sus correspondientes positivos complementados a la base menos uno, y las restas pueden convertirse en sumas de números positivos y negativos.
- En el sistema binario el complemento a la base menos uno se denomina complemento a uno, y el convenio de representación de números es el siguiente:
 - * Los números positivos se expresan igual que en el formato en signo-magnitud.
 - * Los números negativos se obtienen calculando el complemento a uno de su valor absoluto. En la práctica es equivalente a expresar el valor absoluto del número en signo-magnitud, y cambiar unos por ceros y viceversa.
- Con n bits su rango de representación es $[-(2^{n-1}-1), 2^{n-1}-1]$ y su resolución es la unidad.
- Tiene la ventaja de que se pueden realizar sumas y restas mediante circuitos de suma, pero presenta el inconveniente de que el cero está doblemente representado.

2.2.4.3.3. Formato en complemento a la base.

- Su definición es la siguiente:
 - * Dado un número entero positivo $N > 0$, de n dígitos enteros y representado en base b , se define su complemento a la base como el número $C_b(N)$ que cumple

$$N + C_b(N) = b^n$$

- * Para $N = 0$ se define su complemento a la base $C_b(N) = 0$, es decir, que el cero tiene la misma representación que la de su complemento a la base.
- * El complemento a la base del complemento a la base de N es N .
- Se deduce que un número sumado con su complemento a la base es igual a cero si se desprecia el acarreo b^n en caso de producirse. Por tanto, se puede representar los números negativos como sus correspondientes positivos complementados a la base, y las restas pueden convertirse en sumas de números positivos y negativos.
- En el sistema binario el complemento a la base se denomina complemento a dos, y el convenio de representación de números es el siguiente:
 - * Los números positivos se expresan igual que en el formato en signo-magnitud.
 - * Los números negativos se obtienen calculando el complemento a dos de su valor absoluto. En la práctica es equivalente a expresar el valor absoluto del número en signo-magnitud, cambiar unos por ceros y viceversa, y sumar uno al resultado.
- Con n bits su rango de representación es $[-2^{n-1}, 2^{n-1}-1]$ y su resolución es la unidad.
- Tiene las ventajas de que se pueden realizar sumas y restas mediante circuitos de suma, y que el cero está representado por una sola cifra.

2.2.4.4. Representación en coma flotante. Números reales.

- El formato de coma fija tiene la ventaja de requerir sistemas digitales simples, pero presenta el inconveniente de permitir un rango de valores muy limitado al representar números reales.
- Los rangos numéricos grandes pueden representarse mediante el formato de coma flotante, equivalente a la notación científica, en el cual un número real N tiene una mantisa M con su signo, un exponente E y una base b según la siguiente expresión: $N = M \cdot b^E$
- El rango de representación depende del número de dígitos del exponente, mientras que la resolución depende del número de dígitos de la mantisa.
- Los números en coma flotante se normalizan para evitar representaciones múltiples del mismo número y para mantener el mayor número de dígitos significativos en la mantisa. La normalización consiste en ajustar el exponente para que la mantisa sea un número mayor o igual a 0,1 y menor que 1,0 sin alterar el valor del número.
- El estándar IEEE 754 es una norma para la representación de números en coma flotante. El formato de 32 bits se compone de lo siguiente:
 - * Signo de la mantisa (1 bit). Cero si es positiva, uno si es negativa.
 - * Exponente con signo implícito (8 bits). Se guarda el valor del exponente más 127, de tal manera que siempre se guarda un entero positivo que simplifica las operaciones. El valor 255 representa un valor infinito o indeterminado.
 - * Mantisa (23 bits). Puesto que después de la coma siempre habrá un uno, este bit no se almacena en memoria, aunque los circuitos deben restaurarlo después.
 - * La base está implícita, su valor es 2 y no se almacena.
 - * El cero se representa mediante una secuencia de 32 ceros.

- El formato de 64 bits se compone de 1 bit de signo, 11 bits para el valor del exponente más 1023, y 52 bits para el valor de la mantisa. Se aplican los mismos criterios para representar el cero y los valores infinito e indeterminado.

2.2.5. Códigos de detección y corrección de errores.

2.2.5.1. Distancia Hamming.

- El número de posiciones de bit en que dos palabras de código difieren, se denomina distancia Hamming. Si dos palabras de código están separadas por una distancia d serán necesarios d errores de un bit para transformar una en la otra.
- Para detectar d errores es preciso que la distancia Hamming sea como mínimo de $d + 1$; de esa manera la palabra de código errónea no coincidirá con ninguna otra palabra de código válida y el receptor puede detectar la anomalía. Para corregir d errores es preciso que la distancia Hamming sea como mínimo $2d + 1$, ya que entonces la palabra de código errónea recibida sigue estando más cerca de la palabra de código original que de cualquier otra.

2.2.5.2. Códigos detectores de errores: Cyclic Redundancy Check (CRC).

- Se basan en añadir n bits de redundancia a los datos cuyo valor se calcula a partir de su contenido. Para ello se utiliza un generador polinómico cuyos bits primero y último sean 1, y que tenga una longitud $n+1$. Los datos deben tener más bits que el generador polinómico utilizado.
- Los bits de redundancia se calculan como el resto de la división módulo 2 de los bits de información desplazados a la izquierda n posiciones entre el polinomio generador:
 - * Se añaden n bits "0" a la derecha de los datos y se divide en módulo 2 el polinomio obtenido entre el polinomio generador, añadiendo el resto al polinomio original.
 - * La división módulo 2 es igual que la división binaria, con dos excepciones: $1 + 1 = 0$ (no hay acarreo); $0 - 1 = 1$ (no hay acarreo).
- Es posible que dos secuencias de bits distintas tengan el mismo CRC. Sin embargo, la elección de un generador polinómico adecuado hace que si se produce esta circunstancia, dichas secuencias estén tan alejadas entre sí en términos de distancia Hamming que tendría que producirse una gran cantidad de errores para que pudieran confundirse.

2.2.5.3. Códigos correctores de errores: código Hamming.

- Estos códigos detectan la presencia de errores e indican los bits en los que se ha producido el error. Se utilizan principalmente en los casos en los que no hay posibilidad de repetir una transmisión de información, por ejemplo en sistemas en tiempo real.
- Uno de los más utilizados es el código Hamming, con el siguiente algoritmo:
 - * A cada palabra de n dígitos se le añaden k dígitos más generados a partir de los n primeros, formando una palabra de código de longitud $n+k$.
 - * Al ser la palabra transmitida de longitud $n+k$ y existir posibilidad de error en cualquiera de los $n+k$ dígitos, mas la posibilidad de ausencia de error, se deben considerar $n+k+1$ casos.
 - * Puesto que con los k dígitos añadidos deben codificarse los $n+k+1$ casos posibles, se tiene que cumplir que $2^k \geq n+k+1$, siendo un código perfecto cuando $n = 2^{k-1}$.
 - * Todos los bits cuya posición es potencia de dos se utilizan como bits de paridad par. Los bits del resto de posiciones son utilizados como bits de datos. Cada bit de paridad se obtiene

calculando la paridad de alguno de los bits de datos. La posición del bit de paridad determina la secuencia de los bits que alternativamente comprueba y salta:

- Posición 1: salta 1, comprueba 1, salta 1, comprueba 1, etc.
- Posición 2: comprueba 1, salta 2, comprueba 2, salta 2, comprueba 2, etc.
- Posición 4: comprueba 3, salta 4, comprueba 4, salta 4, comprueba 4, etc.
- Y así sucesivamente.

3. Comunicación de la información.

3.1. Necesidad de comunicación entre ordenadores.

- Los ordenadores son máquinas que procesan información en forma de instrucciones y datos. Sin embargo no siempre esta información se produce o se almacena donde se procesa. La necesidad de comunicación entre sistemas de información surge para:
 - * Poder compartir información y recursos.
 - * Permitir el intercambio de información entre sistemas separados geográficamente.
 - * Permitir la transferencia de información de una forma rápida y segura.
- La comunicación es el acto mediante el cual un emisor establece un contacto con un receptor a través de un canal para enviarle información. Esto implica la necesidad de representar la información y adaptarla al canal de transmisión según unas normas comunes, y transmitirla a través de los medios adecuados.

3.2. Elementos de un sistema de comunicación.

3.2.1. Emisor y receptor.

- Emisor es el elemento terminal de la comunicación que se encarga de proporcionar la información. Se contrapone al receptor, que es el elemento terminal de la comunicación que recibe la información procedente de un emisor.
- Cada emisor es inseparable de su receptor; no se concibe un concepto sin el otro. Sin embargo, pueden darse casos en los que haya un receptor y múltiples emisores o un emisor y múltiples receptores. También son posibles combinaciones de múltiples emisores a múltiples receptores.

3.2.2. Canal.

- El canal es el elemento que se encarga del transporte de la señal sobre la que viaja la información que pretenden intercambiar emisor y receptor. Cada canal de transmisión es adecuado para algunas señales concretas y no todos sirven para cualquier tipo de señal.
- Un canal viene definido por sus propiedades físicas: naturaleza de la señal que es capaz de transmitir, velocidad de transmisión, capacidad de transmisión (ancho de banda), nivel de ruido que genera, longitud, modo de inserción de emisores y receptores, etc.

3.2.3. Transductores, moduladores y codificadores.

- Un transductor es un dispositivo encargado de transformar la naturaleza de la señal. La señal física que más se utiliza en telemática es la eléctrica. Ello es debido a su facilidad de transporte, gobierno y transformación, así como a su rapidez de propagación.
- Aunque la naturaleza de la señal que se va a transmitir sea apropiada al tipo de canal elegido para producir la transmisión, no siempre es adecuada para conseguir eficacia en la transmisión.

Para adecuar las señales a los canales de transmisión, en el caso de que ambos compartan la misma naturaleza, se utilizan los moduladores y los codificadores:

- * Un MODEM (MODuladores-DEModuladores) se encarga de convertir las señales eléctricas digitales en señales eléctricas analógicas y viceversa.
- * Un CODEC (CODificador-DECodificador) se encarga de codificar adecuadamente las señales eléctricas digitales, acomodándolas al modo requerido por el canal, siempre digital.

3.2.4. Otros elementos.

- Amplificadores: se encargan de restaurar una señal analógica devolviéndole su amplitud original, paliando así la atenuación producida por las pérdidas debidas a la longitud de la línea y, en general, a todos aquellos elementos afectados por la ley de Ohm.
- Repetidores: tienen como misión regenerar las señales digitales. No se trata de una amplificación, sino de la reconstrucción de una nueva señal digital con una forma semejante a la original y, posiblemente, con un nivel eléctrico superior.
- Distribuidores o multiplexores y concentradores: estos dispositivos se encargan de repartir o agrupar las señales eléctricas entre diversos emisores y receptores.
- Conmutadores: son los dispositivos encargados de establecer un canal de comunicación apropiado. Las centralitas de conmutación telefónica son un ejemplo de conmutador, que eligen las rutas adecuadas para conectar un emisor y un receptor.
- Antenas: son dispositivos que permiten que una señal eléctrica se propague por un canal inalámbrico (antena de emisión) y, a la inversa, que una señal electromagnética se recoja en un cable (antena de recepción).