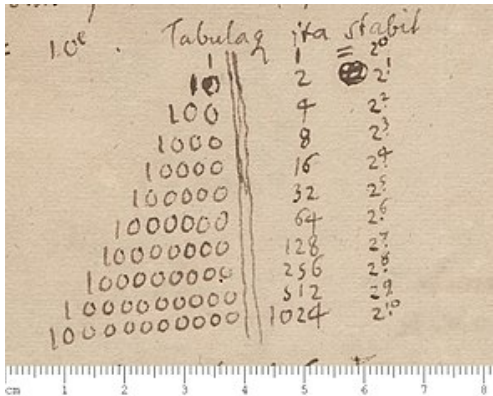


Sistema binario

El **sistema binario**, llamado también **sistema diádico**¹ en ciencias de la computación, es un sistema de numeración en el que los números se representan utilizando solamente dos cifras: cero y uno (0 y 1). Es uno de los sistemas que se utilizan en las computadoras, debido a que estas trabajan internamente con dos niveles de voltaje, por lo cual su sistema de numeración natural es el sistema binario.²



Manuscrito de Gottfried Leibniz representando la numeración binaria.

Índice

Historia del sistema binario

Aplicaciones

Representación

Conversión entre binario y decimal

Decimal a binario

Decimal (con decimales) a binario

Binario a decimal

Binario a decimal (con parte fraccionaria binaria)

Operaciones con números binarios

Adición de números binarios

Sustracción de números binarios

Producto de números binarios

División de números binarios

Conversión entre sistema binario y octal

Sistema binario a octal

Octal a binario

Conversión entre binario y hexadecimal

Binario a hexadecimal

Hexadecimal a binario

Tabla de conversión entre decimal, binario, hexadecimal, octal, BCD, Exceso 3 y Gray o Reflejado

Factorización

Véase también

Referencias

Enlaces externos

Historia del sistema binario

El antiguo matemático hindú Pingala presentó la primera descripción que se conoce de un sistema de numeración binario en el siglo tercero antes de nuestra era, lo cual coincidió con su descubrimiento del concepto del número cero.

Una serie completa de 8 trigramas y 64 hexagramas (análogos a 3 bits) y números binarios de 6 bits eran conocidos en la antigua China en el texto clásico del I Ching. Series similares de combinaciones binarias también han sido utilizadas en sistemas de adivinación tradicionales africanos, como el Ifá, así como en la geomancia medieval occidental.

Un arreglo binario ordenado de los hexagramas del I Ching, representando la secuencia decimal de 0 a 63, y un método para generar el mismo fue desarrollado por el erudito y filósofo Chino Shao Yong en el siglo XI.

En 1605 Francis Bacon habló de un sistema por el cual las letras del alfabeto podrían reducirse a secuencias de dígitos binarios, las cuales podrían ser codificadas como variaciones apenas visibles en la fuente de cualquier texto arbitrario.

En 1670 Juan Caramuel publica su libro *Mathesis Biceps*; en las páginas XLV a XLVIII se da una descripción del sistema binario.

El sistema binario moderno fue documentado en su totalidad por Leibniz, en el siglo XVII, en su artículo "*Explication de l'Arithmétique Binaire*". En él se mencionan los símbolos binarios usados por matemáticos chinos. Leibniz utilizó el 0 y el 1, al igual que el sistema de numeración binario actual.

En 1854, el matemático británico George Boole publicó un artículo que marcó un antes y un después, detallando un sistema de lógica que terminaría denominándose Álgebra de Boole. Dicho sistema desempeñaría un papel fundamental en el desarrollo del sistema binario actual, particularmente en el desarrollo de circuitos electrónicos.

Aplicaciones

En 1937, Claude Shannon realizó su tesis doctoral en el MIT, en la cual implementaba el Álgebra de Boole y aritmética binaria utilizando relés y conmutadores por primera vez en la historia. Titulada *Un Análisis Simbólico de Circuitos Conmutadores y Relés*, la tesis de Shannon básicamente fundó el diseño práctico de circuitos digitales.

En noviembre de 1937, George Stibitz, trabajando por aquel entonces en los Laboratorios Bell, construyó una computadora basada en relés —a la cual apodó "Modelo K" (porque la construyó en una cocina, en inglés "kitchen")— que utilizaba la suma binaria para realizar los cálculos. Los Laboratorios Bell autorizaron un completo programa de investigación a finales de 1938, con Stibitz al mando.

El 8 de enero de 1940 terminaron el diseño de una "Calculadora de Números Complejos", la cual era capaz de realizar cálculos con números complejos. En una demostración en la conferencia de la Sociedad Estadounidense de Matemática, el 11 de septiembre de 1940, Stibitz logró enviar comandos de manera remota a la Calculadora de Números Complejos a través de la línea telefónica mediante un teletipo. Fue la primera máquina computadora utilizada de manera remota a través de la línea de teléfono. Algunos participantes de la conferencia que presenciaron la demostración fueron John von Neumann, John Mauchly y Norbert Wiener, quien escribió acerca de dicho suceso en sus diferentes tipos de memorias en la cual alcanzó diferentes logros.

Véase también: Código binario

Representación

En el sistema binario solo se necesitan dos cifras.

En informática, un número binario puede ser representado por cualquier secuencia de bits (dígitos binarios), que suelen representar cualquier mecanismo capaz de usar dos estados mutuamente excluyentes. Las siguientes secuencias de símbolos podrían ser interpretadas como el mismo valor numérico binario:

1 0 1 0 0 1 1 0 1 1
| - | - - | | - | |
x o x o o x x o x x
y n y n n y y n y y

El valor numérico representado en cada caso depende del valor asignado a cada símbolo. En una computadora, los valores numéricos pueden representar dos voltajes diferentes; también pueden indicar polaridades magnéticas sobre un disco magnético. Un "positivo", "sí", o "sobre el estado" no es necesariamente el equivalente al valor numérico de uno; esto depende de la nomenclatura usada.

De acuerdo con la representación más habitual, que es usando números arábigos, los números binarios comúnmente son escritos usando los símbolos 0 y 1. Los números binarios se escriben a menudo con subíndices, prefijos o sufijos para indicar su base. Las notaciones siguientes son equivalentes:

- 100101 binario (declaración explícita de formato)
- 100101b (un sufijo que indica formato binario)
- 100101B (un sufijo que indica formato binario)
- bin 100101 (un prefijo que indica formato binario)
- 100101₂ (un subíndice que indica base 2 (binaria) notación)
- %100101 (un prefijo que indica formato binario)
- Ob100101 (un prefijo que indica formato binario, común en lenguajes de programación)

Conversión entre binario y decimal

Decimal a binario

Se divide el número del sistema decimal entre **2**, cuyo resultado entero se vuelve a dividir entre 2, y así sucesivamente hasta que el dividendo sea menor que el divisor, 2. Es decir, cuando el número a dividir sea 1 finaliza la división.

A continuación se ordena desde el último cociente hasta el primer resto, simplemente se colocan en orden inverso a como aparecen en la división. Este será

TABLE 86 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE	
NOMBRES.	
1000	1000
1001	1001
1010	1010
1011	1011
1100	1100
1101	1101
1110	1110
1111	1111
1200	1200
1201	1201
1210	1210
1211	1211
1300	1300
1301	1301
1310	1310
1311	1311
1400	1400
1401	1401
1410	1410
1411	1411
1500	1500
1501	1501
1510	1510
1511	1511
1600	1600
1601	1601
1610	1610
1611	1611
1700	1700
1701	1701
1710	1710
1711	1711
1800	1800
1801	1801
1810	1810
1811	1811
1900	1900
1901	1901
1910	1910
1911	1911
2000	2000
2001	2001
2010	2010
2011	2011
2100	2100
2101	2101
2110	2110
2111	2111
2200	2200
2201	2201
2210	2210
2211	2211
2300	2300
2301	2301
2310	2310
2311	2311
2400	2400
2401	2401
2410	2410
2411	2411
2500	2500
2501	2501
2510	2510
2511	2511
2600	2600
2601	2601
2610	2610
2611	2611
2700	2700
2701	2701
2710	2710
2711	2711
2800	2800
2801	2801
2810	2810
2811	2811
2900	2900
2901	2901
2910	2910
2911	2911
3000	3000
3001	3001
3010	3010
3011	3011
3100	3100
3101	3101
3110	3110
3111	3111
3200	3200
3201	3201
3210	3210
3211	3211
3300	3300
3301	3301
3310	3310
3311	3311
3400	3400
3401	3401
3410	3410
3411	3411
3500	3500
3501	3501
3510	3510
3511	3511
3600	3600
3601	3601
3610	3610
3611	3611
3700	3700
3701	3701
3710	3710
3711	3711
3800	3800
3801	3801
3810	3810
3811	3811
3900	3900
3901	3901
3910	3910
3911	3911
4000	4000
4001	4001
4010	4010
4011	4011
4100	4100
4101	4101
4110	4110
4111	4111
4200	4200
4201	4201
4210	4210
4211	4211
4300	4300
4301	4301
4310	4310
4311	4311
4400	4400
4401	4401
4410	4410
4411	4411
4500	4500
4501	4501
4510	4510
4511	4511
4600	4600
4601	4601
4610	4610
4611	4611
4700	4700
4701	4701
4710	4710
4711	4711
4800	4800
4801	4801
4810	4810
4811	4811
4900	4900
4901	4901
4910	4910
4911	4911
5000	5000
5001	5001
5010	5010
5011	5011
5100	5100
5101	5101
5110	5110
5111	5111
5200	5200
5201	5201
5210	5210
5211	5211
5300	5300
5301	5301
5310	5310
5311	5311
5400	5400
5401	5401
5410	5410
5411	5411
5500	5500
5501	5501
5510	5510
5511	5511
5600	5600
5601	5601
5610	5610
5611	5611
5700	5700
5701	5701
5710	5710
5711	5711
5800	5800
5801	5801
5810	5810
5811	5811
5900	5900
5901	5901
5910	5910
5911	5911
6000	6000
6001	6001
6010	6010
6011	6011
6100	6100
6101	6101
6110	6110
6111	6111
6200	6200
6201	6201
6210	6210
6211	6211
6300	6300
6301	6301
6310	6310
6311	6311
6400	6400
6401	6401
6410	6410
6411	6411
6500	6500
6501	6501
6510	6510
6511	6511
6600	6600
6601	6601
6610	6610
6611	6611
6700	6700
6701	6701
6710	6710
6711	6711
6800	6800
6801	6801
6810	6810
6811	6811
6900	6900
6901	6901
6910	6910
6911	6911
7000	7000
7001	7001
7010	7010
7011	7011
7100	7100
7101	7101
7110	7110
7111	7111
7200	7200
7201	7201
7210	7210
7211	7211
7300	7300
7301	7301
7310	7310
7311	7311
7400	7400
7401	7401
7410	7410
7411	7411
7500	7500
7501	7501
7510	7510
7511	7511
7600	7600
7601	7601
7610	7610
7611	7611
7700	7700
7701	7701
7710	7710
7711	7711
7800	7800
7801	7801
7810	7810
7811	7811
7900	7900
7901	7901
7910	7910
7911	7911
8000	8000
8001	8001
8010	8010
8011	8011
8100	8100
8101	8101
8110	8110
8111	8111
8200	8200
8201	8201
8210	8210
8211	8211
8300	8300
8301	8301
8310	8310
8311	8311
8400	8400
8401	8401
8410	8410
8411	8411
8500	8500
8501	8501
8510	8510
8511	8511
8600	8600
8601	8601
8610	8610
8611	8611
8700	8700
8701	8701
8710	8710
8711	8711
8800	8800
8801	8801
8810	8810
8811	8811
8900	8900
8901	8901
8910	8910
8911	8911
9000	9000
9001	9001
9010	9010
9011	9011
9100	9100
9101	9101
9110	9110
9111	9111
9200	9200
9201	9201
9210	9210
9211	9211
9300	9300
9301	9301
9310	9310
9311	9311
9400	9400
9401	9401
9410	9410
9411	9411
9500	9500
9501	9501
9510	9510
9511	9511
9600	9600
9601	9601
9610	9610
9611	9611
9700	9700
9701	9701
9710	9710
9711	9711
9800	9800
9801	9801
9810	9810
9811	9811
9900	9900
9901	9901
9910	9910
9911	9911
1000	1000
1001	1001
1010	1010
1011	1011
1100	1100
1101	1101
1110	1110
1111	1111

Página del artículo *Explication de l'Arithmétique Binaire* de Leibniz.

el número binario que buscamos.

Ejemplo

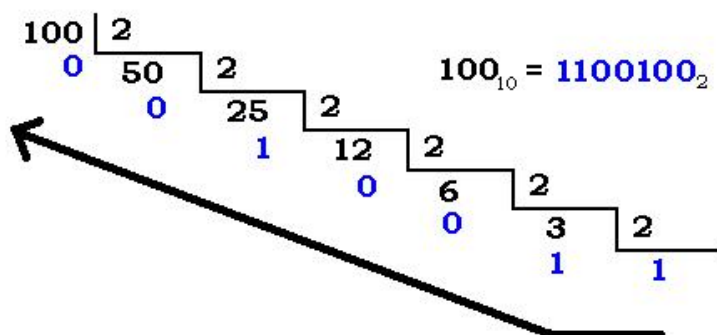
Transformar el número decimal 131 en binario. El método es muy simple:

```
131 dividido entre 2 da 65.5 y el residuo es igual a 1
65 dividido entre 2 da 32.5 y el residuo es igual a 1
32 dividido entre 2 da 16 y el residuo es igual a 0
16 dividido entre 2 da 8 y el residuo es igual a 0
8 dividido entre 2 da 4 y el residuo es igual a 0
4 dividido entre 2 da 2 y el residuo es igual a 0
2 dividido entre 2 da 1 y el residuo es igual a 0
el último cociente es 1
```

-> Ordenamos los residuos, del último al primero: 10000011 En sistema binario, 131 se escribe 10000011.

Ejemplo

Transformar el número decimal 100 en binario.



Otra forma de conversión consiste en un método parecido a la factorización en números primos. Es relativamente fácil dividir cualquier número entre 2. Este método consiste también en divisiones sucesivas. Dependiendo de si el número es par o impar, colocaremos un cero o un uno en la columna de la derecha. Si es impar, le restaremos uno y seguiremos dividiendo entre dos, hasta que ya no sea posible y se coloca el número 1. Después solo nos queda tomar el último resultado de la columna izquierda y todos los de la columna de la derecha y ordenar los dígitos de abajo a arriba.

Ejemplo

```
100|0
50|0
25|1 --> 1, 25-1=24 y seguimos dividiendo entre 2
12|0
6|0
3|1
1|1 --> (100)_{10} = (1100100)_2
```

Ejemplo³

Para convertir al sistema binario el número decimal 77 haremos una serie de divisiones que arrojarán los siguientes resultados:

```
77 / 2 = 38 Residuo ==> 1
38 / 2 = 19 Residuo ==> 0
19 / 2 = 9 Residuo ==> 1
9 / 2 = 4 Residuo ==> 1
4 / 2 = 2 Residuo ==> 0
2 / 2 = 1 Residuo ==> 0
Último cociente ==> 1
```

Ahora tomando el último cociente y los residuos en orden inverso, el resultado es: 1001101(binario)

Existe un último método denominado de distribución. Consiste en distribuir los unos necesarios entre las potencias sucesivas de 2 de modo que su suma resulte ser el número decimal a convertir. Sea por ejemplo el número 151, para el que se necesitarán las 8 primeras potencias de 2, ya que la siguiente, $2^8=256$, es superior al número a convertir. Se comienza poniendo un 1 en 128, por lo que aún faltarán 23, $151-128 = 23$, para llegar al 151. Este valor se conseguirá distribuyendo unos entre las potencias cuya suma dé el resultado buscado y poniendo ceros en el resto. En el ejemplo resultan ser las potencias 4, 2, 1 y 0, esto es, 16, 4, 2 y 1, respectivamente.

Ejemplo

```

20= 1|1
21= 2|1
22= 4|1
23= 8|0
24= 16|1
25= 32|0
26= 64|0
27= 128|1

```

$$128 + 16 + 4 + 2 + 1 = (151)_{10} = (10010111)_2$$

Decimal (con decimales) a binario

Para transformar un número del sistema decimal al sistema binario:

1. Se transforma la parte entera a binario. (Si la parte entera es 0 en binario será 0, si la parte entera es 1 en binario será 1, si la parte entera es 5 en binario será 101 y así sucesivamente).
2. Se sigue con la parte fraccionaria, multiplicando cada número por 2. Si el resultado obtenido es mayor o igual a 1 se anota como un uno (1) binario. Si es menor que 1 se anota como un 0 binario. (Por ejemplo, al multiplicar 0.6 por 2 obtenemos como resultado 1.2 lo cual indica que nuestro resultado es un uno (1) en binario, solo se toma la parte decimal del resultado).
3. Después de realizar cada multiplicación, se colocan los números obtenidos en el orden de su obtención.
4. Algunos números se transforman en dígitos periódicos, por ejemplo: el 0.1.

Ejemplo

```

0,3125 (decimal)  => 0,0101 (binario).
Proceso:
0,3125 * 2 = 0,625 => 0
0,625  * 2 = 1,25  => 1
0,25   * 2 = 0,5   => 0
0,5     * 2 = 1     => 1
En orden: 0101    -> 0,0101 (binario)

```

Ejemplo

```

0,1 (decimal) => 0,0 0011 0011 ... (binario).
Proceso:
0,1 * 2 = 0,2 ==> 0
0,2 * 2 = 0,4 ==> 0
0,4 * 2 = 0,8 ==> 0
0,8 * 2 = 1,6 ==> 1
0,6 * 2 = 1,2 ==> 1
0,2 * 2 = 0,4 ==> 0 <--se repiten las cuatro cifras, periódicamente
0,4 * 2 = 0,8 ==> 0 <-
0,8 * 2 = 1,6 ==> 1 <-
0,6 * 2 = 1,2 ==> 1 <- ...
En orden: 0 0011 0011 ... => 0,0 0011 0011 ... (binario periódico)

```

Ejemplo⁴

```

Convertir 0.2 (decimal) a binario.
Proceso:
0.2 * 2 = 0.4 ==> 0
0.4 * 2 = 0.8 ==> 0
0.8 * 2 = 1.6 ==> 1
0.6 * 2 = 1.2 ==> 1
0.2 * 2 = 0.4 ==> 0

como se repiten los valores indefinidamente, el resultado es:

En orden: 0.001100110011...(decimal)

```

Ejemplo

```

5.5 = 5,5
5,5 (decimal)  => 101,1 (binario).
Proceso:
5 => 101
0,5 * 2 = 1 => 1
En orden: 1 (un solo dígito fraccionario) -> 101,1 (binario)

```

Ejemplo

```

6,83 (decimal)  => 110,110101000111 (binario).
Proceso:

```

```

6 => 110
0,83 * 2 = 1,66 => 1
0,66 * 2 = 1,32 => 1
0,32 * 2 = 0,64 => 0
0,64 * 2 = 1,28 => 1
0,28 * 2 = 0,56 => 0
0,56 * 2 = 1,12 => 1
0,12 * 2 = 0,24 => 0
0,24 * 2 = 0,48 => 0
0,48 * 2 = 0,96 => 0
0,96 * 2 = 1,92 => 1
0,92 * 2 = 1,84 => 1
0,84 * 2 = 1,68 => 1
En orden: 110101000111 (binario)
Parte entera: 110 (binario)
Encadenando parte entera y fraccionaria: 110,110101000111 (binario)

```

Binario a decimal

Para realizar la conversión de binario a decimal, realice lo siguiente:

1. Comience por el lado derecho del número en binario. Multiplique cada dígito por 2 elevado a la potencia consecutiva (comenzando por la potencia 0.2^0).
2. Después de realizar cada una de las multiplicaciones, súmelas todas y el número resultante será el equivalente al sistema decimal.

Ejemplos:

- (Los números ubicados en la parte superior del número binario indican la potencia a la que hay que elevar el número 2)

$$\begin{array}{ccccccc} 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 2 \end{array} = 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1 = 53$$

$$\begin{array}{ccccccc} 7 & 6 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 2 \end{array} = 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 128 + 0 + 0 + 16 + 0 + 4 + 2 + 1 = 151$$

$$\begin{array}{ccccccc} 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 2 \end{array} = 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 32 + 16 + 0 + 4 + 2 + 1 = 55$$

También se puede optar por utilizar los valores que presenta cada posición del número binario a ser transformado, comenzando de derecha a izquierda, y sumando los valores de las posiciones que tienen un 1.

Ejemplo

El número binario 1010010 corresponde en decimal al 82. Se puede representar de la siguiente manera:

$$\begin{array}{ccccccc} 64 & 32 & 16 & 8 & 4 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 2 \end{array}$$

entonces se suman los números 64, 16 y 2:

$$\begin{array}{ccccccc} 64 & 32 & 16 & 8 & 4 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 2 \end{array} = 64 + 16 + 2 = 82$$

Para cambiar de binario con decimales a decimal se hace exactamente igual, salvo que la posición cero (en la que el dos es elevado a la cero) es la que está a la izquierda de la coma y se cuenta hacia la derecha a partir de -1:

$$\begin{array}{ccccccc} 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & -1 & -2 & -3 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & , & 1 & 0 & 1 & 2 \end{array} = 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} =$$

$$= 32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1 + \frac{1}{2^1} + \frac{0}{2^2} + \frac{1}{2^3} = 32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1 + 0,5 + 0 + 0,125 = 53,625$$

Binario a decimal (con parte fraccionaria binaria)

1. Inicie por el lado izquierdo (la primera cifra a la derecha de la coma), cada número deberá ser multiplicado por 2 elevado a la potencia consecutiva a la inversa (comenzando por la potencia -1, 2^{-1}).
2. Después de realizar cada una de las multiplicaciones, sume todas y el número resultante será el equivalente al sistema decimal.

Ejemplos

- 0,101001 (binario) = 0,640625(decimal). Proceso:

```

1 * 2 elevado a -1 = 0,5
0 * 2 elevado a -2 = 0
1 * 2 elevado a -3 = 0,125
0 * 2 elevado a -4 = 0
0 * 2 elevado a -5 = 0

```

```
1 * 2 elevado a -6 = 0,015625
La suma es: 0,640625
```

- 0,110111 (binario) = 0,859375(decimal). Proceso:

```
1 * 2 elevado a -1 = 0,5
1 * 2 elevado a -2 = 0,25
0 * 2 elevado a -3 = 0
1 * 2 elevado a -4 = 0,0625
1 * 2 elevado a -5 = 0,03125
1 * 2 elevado a -6 = 0,015625
La suma es: 0,859375
```

Operaciones con números binarios

Adición de números binarios

La tabla de sumar para números binarios es la siguiente:

+	0	1
0	0	1
1	1	10

Las posibles combinaciones al sumar dos bits son:

- $0 + 0 = 0$
- $0 + 1 = 1$
- $1 + 0 = 1$
- $1 + 1 = 10$

Note que al sumar $1 + 1$ es 10_2 , es decir, llevamos 1 a la siguiente posición de la izquierda (acarreo). Esto es equivalente en el sistema decimal a sumar $9 + 1$, que da 10: cero en la posición que estamos sumando y un 1 de acarreo a la siguiente posición.

Ejemplo

```
      1
10011000
+ 00010101
-----
10101101
```

Se puede convertir la operación binaria en una operación decimal, resolver la decimal, y después transformar el resultado en un (número) binario. Operamos como en el sistema decimal: comenzamos a sumar desde la derecha, en nuestro ejemplo, $1 + 1 = 10$, entonces escribimos 0 en la fila del resultado y *llevamos* 1 (este "1" se llama *acarreo* o *arrastre*). A continuación se suma el acarreo a la siguiente columna: $1 + 0 + 0 = 1$, y seguimos hasta terminar todas las columnas (exactamente como en decimal).³

Sustracción de números binarios

El algoritmo de la resta en sistema binario es el mismo que en el sistema decimal. Pero conviene repasar la operación de restar en decimal para comprender la operación binaria, que es más sencilla. Los términos que intervienen en la resta se llaman minuendo, sustraendo y diferencia.

Las restas básicas $0 - 0$, $1 - 0$ y $1 - 1$ son evidentes:

- $0 - 0 = 0$
- $1 - 0 = 1$
- $1 - 1 = 0$
- $0 - 1 = 1$ (se transforma en $10 - 1 = 1$) (en sistema decimal equivale a $2 - 1 = 1$)

La resta $0 - 1$ se resuelve igual que en el sistema decimal, tomando una unidad prestada de la posición siguiente: $0 - 1 = 1$ y *me llevo* 1 (este valor se resta al resultado que obtenga, entre el minuendo y el sustraendo de la siguiente columna), lo que equivale a decir en el sistema decimal, $2 - 1 = 1$.

Ejemplos

```
10001
-01010
-----
00111
```

```
11011001
-10101011
-----
00101110
```

En sistema decimal sería: $17 - 10 = 7$ y $217 - 171 = 46$.

Para simplificar las restas y reducir la posibilidad de cometer errores hay varios métodos:

- Dividir los números largos en grupos. En el siguiente ejemplo, vemos cómo se divide una resta larga en tres restas cortas:

$$\begin{array}{r} 100110011101 \\ -010101110010 \\ \hline 010000101011 \end{array} = \begin{array}{r} 1001 \\ -0101 \\ \hline 0100 \end{array} \begin{array}{r} 1001 \\ -0111 \\ \hline 0010 \end{array} \begin{array}{r} 1101 \\ -0010 \\ \hline 1011 \end{array}$$

- Utilizando el complemento a dos (C2). La resta de dos números binarios puede obtenerse sumando al minuendo el «complemento a dos» del sustraendo.

Ejemplo

La siguiente resta, $91 - 46 = 45$, en binario es:

$$\begin{array}{r} 1011011 \\ -0101110 \text{ el C2 de } 0101110 \text{ es } 1010010 \\ \hline 0101101 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 1011011 \\ +1010010 \\ \hline 10101101 \end{array}$$

En el resultado nos sobra un bit, que se desborda por la izquierda. Pero, como el número resultante no puede ser más largo que el minuendo, el bit sobrante se desprecia.

Un último ejemplo: vamos a restar $219 - 23 = 196$, directamente y utilizando el complemento a dos:

$$\begin{array}{r} 11011011 \\ -00010111 \text{ el C2 de } 00010111 \text{ es } 11101001 \\ \hline 11000100 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 11011011 \\ +11101001 \\ \hline 111000100 \end{array}$$

Y, despreciando el bit que se desborda por la izquierda, llegamos al resultado correcto: 11000100 en binario, 196 en decimal.

- Utilizando el complemento a uno. La resta de dos números binarios puede obtenerse sumando al minuendo el complemento a uno del sustraendo y a su vez sumarle el bit que se desborda.

Producto de números binarios

La tabla de multiplicar para números binarios es la siguiente:

.	0	1
0	0	0
1	0	1

El algoritmo del producto en binario es igual que en números decimales; aunque se lleva a cabo con más sencillez, ya que el 0 multiplicado por cualquier número da 0, y el 1 es el elemento neutro del producto.

Por ejemplo, multipliquemos 10110 por 1001:

$$\begin{array}{r} 10110 \\ \times 1001 \\ \hline 10110 \\ 00000 \\ 00000 \\ 10110 \\ \hline 11000110 \end{array}$$

En sistemas electrónicos, donde suelen usarse números mayores, se utiliza el método llamado algoritmo de Booth.

$$\begin{array}{r} 11101111 \\ \times 111011 \\ \hline 11101111 \\ 11101111 \\ 00000000 \\ 11101111 \\ 11101111 \\ \hline 11101111 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11101111 \\ \hline 11011100010101 \end{array}$$

División de números binarios

La división en binario es similar a la decimal; la única diferencia es que a la hora de hacer las restas, dentro de la división, estas deben ser realizadas en binario.

Ejemplo

Dividir 100010010 (274) entre 1101 (13):

$$\begin{array}{r} 100010010 / 1101 = 010101 \\ -0000 \\ \hline 10001 \\ -1101 \\ \hline 01000 \\ -0000 \\ \hline 10000 \\ -1101 \\ \hline 00111 \\ -0000 \\ \hline 01110 \\ -1101 \\ \hline 00001 \end{array}$$

Conversión entre sistema binario y octal

Sistema binario a octal

Debido a que el sistema octal tiene como base 8, que es la tercera potencia de 2, y que dos es la base del sistema binario, es posible establecer un método directo para convertir de la base dos a la base ocho, sin tener que convertir de binario a decimal y luego de decimal a octal. Este método se describe a continuación:

Para realizar la conversión de binario a octal, realice lo siguiente:

1) Agrupe la cantidad binaria en grupos de 3 en 3 iniciando por el lado derecho. Si al terminar de agrupar no completa 3 dígitos, entonces agregue ceros a la izquierda.

2) Posteriormente vea el valor que corresponde de acuerdo a la tabla:

Número en binario	000	001	010	011	100	101	110	111
Número en octal	0	1	2	3	4	5	6	7

3) La cantidad correspondiente en octal se agrupa de izquierda a derecha.

Ejemplos

- 110111 (binario) = 67 (octal). Proceso:

$$\begin{array}{l} 111 = 7 \\ 110 = 6 \\ \text{Agrupe de izquierda a derecha: } 67 \end{array}$$

- 11001111 (binario) = 317 (octal). Proceso:

$$\begin{array}{l} 111 = 7 \\ 001 = 1 \\ 11 \text{ entonces agregue un cero, con lo que se obtiene } 011 = 3 \\ \text{Agrupe de izquierda a derecha: } 317 \end{array}$$

- 1000011 (binario) = 103 (octal). Proceso:


```
011 = 3
000 = 0
1 entonces agregue 001 = 1
Agrupe de izquierda a derecha: 103
```

Si el número binario tiene parte decimal, se agrupa de tres en tres desde el punto decimal hacia la derecha siguiendo los mismos criterios establecidos anteriormente para números enteros. Por ejemplo:

0.01101 (binario) = 0.32 (octal) Proceso: 011 = 3 01 entonces agregue 010 = 2 Agrupe de izquierda a derecha: 32 Agregue la parte entera: 0.32

Octal a binario

Cada dígito octal se convierte en su binario equivalente de 3 bits y se juntan en el mismo orden.

Ejemplo

- 247 (octal) = 010100111 (binario). El 2 en binario es 10, pero en binario de 3 bits es Oc(2) = B(010); el Oc(4) = B(100) y el Oc(7) = (111), luego el número en binario será 010100111.

Conversión entre binario y hexadecimal

Binario a hexadecimal

Para realizar la conversión de binario a hexadecimal, realice lo siguiente:

1) Agrupe la cantidad binaria en grupos de 4 en 4 iniciando por el lado derecho. Si al terminar de agrupar no completa 4 dígitos, entonces agregue ceros a la izquierda.

2) Posteriormente vea el valor que corresponde de acuerdo a la tabla:

Número en binario	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
Número en hexadecimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

3) La cantidad correspondiente en hexadecimal se agrupa de derecha a izquierda.

Ejemplos

- 110111010 (binario) = 1BA (hexadecimal). Proceso:

```
1010 = A
1011 = B
1 entonces agregue 0001 = 1
Agrupe de derecha a izquierda: 1BA
```

- 11011110101 (binario) = 6F5 (hexadecimal). Proceso:

```
0101 = 5
1111 = F
110 entonces agregue 0110 = 6
Agrupe de derecha a izquierda: 6F5
```

Hexadecimal a binario

Note que para pasar de Hexadecimal a binario, se reemplaza el número Hexadecimal por el equivalente de 4 bits, de forma similar a como se hace de octal a binario.

Tabla de conversión entre decimal, binario, hexadecimal, octal, BCD, Exceso 3 y Gray o Reflejado

Decimal	Binario	Hexadecimal	Octal	BCD	Exceso 3	Gray o Reflejado
0	0000	0	0	0000	0011	0000
1	0001	1	1	0001	0100	0001
2	0010	2	2	0010	0101	0011
3	0011	3	3	0011	0110	0010
4	0100	4	4	0100	0111	0110
5	0101	5	5	0101	1000	0111
6	0110	6	6	0110	1001	0101
7	0111	7	7	0111	1010	0100
8	1000	8	10	1000	1011	1100
9	1001	9	11	1001	1100	1101
10	1010	A	12	0001 0000		1111
11	1011	B	13	0001 0001		1110
12	1100	C	14	0001 0010		1010
13	1101	D	15	0001 0011		1011
14	1110	E	16	0001 0100		1001
15	1111	F	17	0001 0101		1000

Factorización

- Tabla de conversión entre binario, factor binario, hexadecimal, octal y decimal

Binario	Factor binario	Hexadecimal	Octal	Decimal
0000 0010	2 ¹	2	2	2
0000 0100	2 ²	4	4	4
0000 1000	2 ³	8	10	8
0001 0000	2 ⁴	10	20	16
0010 0000	2 ⁵	20	40	32
0100 0000	2 ⁶	40	100	64
1000 0000	2 ⁷	80	200	128

Véase también

- [Sistema octal](#)
- [Sistema duodecimal](#)
- [Sistema hexadecimal](#)
- [Bit](#)
- [Nibble](#)
- [Byte](#)
- [Operador a nivel de bits](#)
- [Aritmética de saturación](#)

Referencias

1. Thomas: *Cálculo infinitesimal y geometría analítica*, Aguilar, Madrid. Véase también Drae
2. Se usa el BCD, hexadecimal, etc; "Matemática digital" ISBN 958-600-821-5
3. ING. EVA VIVEROS ZENTENO. «Matemáticas Discretas» (<https://sites.google.com/site/matematicasdiscretasevz/home>). Consultado el 14 de marzo de 2016.
4. Nieves, Antonio (1999). *Métodos Numéricos*. Continental, S.A de C.V.

Enlaces externos

- [Convertidor a número binario, hexagesimal y decimal \(http://calc.50x.eu/\)](http://calc.50x.eu/)

Obtenido de «https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Sistema_binario&oldid=118680144»

Esta página se editó por última vez el 29 ago 2019 a las 14:29.

El texto está disponible bajo la [Licencia Creative Commons Atribución Compartir Igual 3.0](#); pueden aplicarse cláusulas adicionales. Al usar este sitio, usted acepta nuestros [términos de uso](#) y nuestra [política de privacidad](#).

Wikipedia® es una marca registrada de la [Fundación Wikimedia, Inc.](#), una organización sin ánimo de lucro.