

Aritmética Binaria

Alberto Ruiz Cristina

Suma Binaria

- Se hace igual que en decimal
- **Acarreo:** unidad de orden superior que ha de añadirse cuando la suma de dos cifras supera la base.
- Ejemplo:
 - $5 + 8 = 3$ con *acarreo*
 - Sumamos una unidad de orden superior (decena)
 - Resultado: $3 + 10 = 13$

Suma Binaria

- La tabla de la suma binaria nos dice:

$$0 + 0 = \mathbf{0}$$

$$0 + 1 = \mathbf{1}$$

$$1 + 0 = \mathbf{1}$$

$$1 + 1 = \mathbf{0 \text{ con acarreo}}$$

Suma Binaria

- Ejemplo:

$$\begin{array}{r} \\ \\ + \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \\ \\ + \\ \hline \end{array}$$

Resta

- La resta se hace igual que en decimal:
 - cuando restamos al minuendo un sustraendo mayor que el minuendo, tomamos prestada una unidad de orden superior.
 - De ahí que el equivalente al acarreo en la suma se le llame **préstamo** en la resta.
 - Eso sí, en binario **no** pueden restarse números negativos.

Resta Decimal

$$\begin{array}{r} 5615\mathbf{8} \\ - 4937\mathbf{1} \\ \hline \mathbf{7} \end{array}$$

- Calculamos $8-1=7$

Resta Decimal

$$\begin{array}{r} 561\mathbf{5}8 \\ - 493\mathbf{7}1 \\ \hline \mathbf{8}7 \end{array}$$

- El minuendo es menor que el sustraendo: tomamos prestada una unidad de orden superior y hacemos $15 - 7 = 8$

Resta Decimal

$$\begin{array}{r} 56158 \\ - 49471 \\ \hline 87 \end{array}$$

- El préstamo anterior hace que haya que restar 1 en la unidad superior, es decir, sumamos 1 al sustraendo para restar 4 en vez de 3.

Resta Decimal

$$\begin{array}{r} 56\mathbf{1}58 \\ - 49\mathbf{4}71 \\ \hline \mathbf{7}87 \end{array}$$

- El minuendo es menor que el sustraendo, así que tomamos otro préstamo y hacemos $11-4=7$

Resta Decimal

$$\begin{array}{r} 56158 \\ - 49371 \\ \hline 787 \end{array}$$

- De nuevo hay préstamo: sumamos una unidad al sustraendo, que pasa a valer 10

Resta Decimal

$$\begin{array}{r} 5\mathbf{6}158 \\ - 4\mathbf{10}371 \\ \hline \mathbf{6}787 \end{array}$$

- El minuendo es menor que el sustraendo, así que tomamos otro préstamo y hacemos $16 - 10 = 6$

Resta Decimal

$$\begin{array}{r} 56158 \\ - 49371 \\ \hline 6787 \end{array}$$

- El préstamo anterior hace que el sustraendo se incremente de 4 á 5

Resta Decimal

$$\begin{array}{r} 56158 \\ - 49371 \\ \hline 6787 \end{array}$$

- El resultado es 0 y hemos terminado

Resta Binaria

- La tabla de la resta binaria nos dice:

$$0 - 0 = 0$$

$$1 - 1 = 0$$

$$1 - 0 = 1$$

$$0 - 1 = 1 \text{ y quitamos una unidad de orden superior}$$

Resta Binaria

- Si el minuendo es menor que el sustraendo, al igual que en decimal tendremos que pedir prestada una unidad de orden superior
- $0 - 1$ en binario será $10 - 1 = 1$
- en decimal: $2 - 1 = 1$
- Para compensar, quitaremos un 1 del orden superior, lo que suele hacerse sumando una unidad al sustraendo

Resta Binaria

Cuando hay préstamo tendremos los siguientes casos:

- $0 - (0+1) = 0 - 1 \rightarrow$ El minuendo es menor que el sustraendo: necesito pedir préstamo al orden superior, quedando $10 - 1 = 1$ (en decimal: $2 - 1 = 1$).
- $1 - (0+1) = 1 - 1 \rightarrow$ Resultado 0, sin necesidad de préstamo.
- $0 - (1+1) = 0 - 10 \rightarrow$ El minuendo es menor que el sustraendo: pido préstamo y queda $10 - 10 = 0$ (en decimal $2-2=0$)
- $1 - (1+1) = 1 - 10 \rightarrow$ El minuendo es mayor que el sustraendo: pido préstamo y queda $11 - 10 = 1$ (en decimal $3 - 2 = 1$).

Resta Binaria

- Ejemplos:

$$\begin{array}{r} 10001 \\ -01010 \\ \hline \end{array}$$

¿¿???

$$\begin{array}{r} 11011001 \\ -10101011 \\ \hline \end{array}$$

¿¿¿¿????

$$\begin{array}{r} 10000 \\ -00001 \\ \hline \end{array}$$

¿¿¿??

Resta Binaria

- Ejemplos:

$$\begin{array}{r} 10001 \\ -01010 \\ \hline 00111 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11011001 \\ -10101011 \\ \hline 00101110 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10000 \\ -00001 \\ \hline 01111 \end{array}$$

Multiplicación binaria

- Se realiza fácilmente haciendo operaciones de suma y desplazamiento

$$\begin{array}{r} 1011 \\ * 101 \\ \hline 1011 \\ 0000 \\ + 1011 \\ \hline 110111 \end{array}$$

Sólo hay dos posibilidades:

- Se suma el multiplicando y se desplaza
- Sólo se desplaza


División binaria

- También es muy fácil porque el cociente será 0 ó 1:
 - Si el dividendo es mayor que el divisor:
 - El cociente será 1
 - Si el dividendo es menor que el divisor:
 - El cociente será 0 y tomamos otro dígito del dividendo

División binaria

- Ejemplo:

1 1 0 1 1

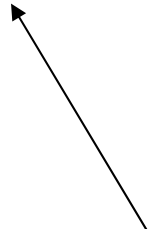


1 0 1

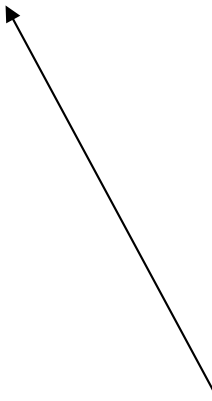
1



Comenzamos cogiendo los dígitos necesarios para que el dividendo sea mayor que el divisor



Como 110 es mayor que 101, el cociente es 1



División binaria

- Ejemplo:

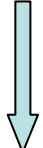
$$\begin{array}{r} 11011 \\ - 101 \\ \hline 001\mathbf{1} \end{array}$$

Restamos el divisor y bajamos un nuevo dígito

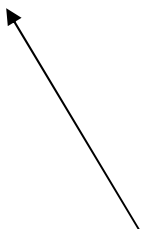
División binaria

- Ejemplo:

$$\begin{array}{r} 11011 \\ - 101 \\ \hline 00111 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 101 \\ \hline 10 \end{array}$$

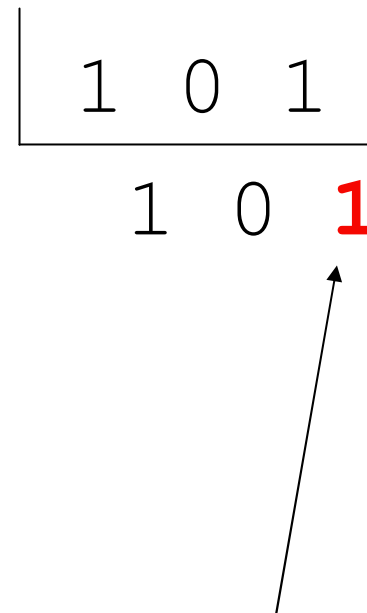


11 es menor que 101, por tanto ponemos un 0 en el cociente y bajamos un nuevo dígito

División binaria

- Ejemplo:

$$\begin{array}{r} 11011 \\ - 101 \\ \hline 00111 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 101 \\ \hline 101 \end{array}$$


111 es mayor que 101, por tanto ponemos un 1 en el cociente

División binaria

- Ejemplo:

1 1 0 1 1
- 1 0 1

0 0 1 1 1
- 1 0 1

0 1 0

1 0 1

1 0 1

Resto

Cociente

Restamos el divisor pero ya no hay más dígitos así que hemos terminado

División binaria

- Ejemplos:

$$\begin{array}{r} 101010 \quad | \quad 110 \\ \hline \quad \quad \quad ??? \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10110101000101 \quad | \quad 1011 \\ \hline \quad \quad \quad ??? \end{array}$$

División binaria

- Ejemplos:

$$\begin{array}{r} 101010 \quad | \quad 110 \\ \hline 111 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10110101000101 \quad | \quad 1011 \\ \hline 10000011101 \end{array}$$

En resumen...

- El sistema binario tiene mucho coste de representación (los números ocupan mucho espacio) pero a cambio las operaciones son muy sencillas
- Puedes usar la calculadora de Windows para comprobaciones:

