



INSTITUTO FEDERAL
Rio Grande do Sul

Técnico em Informática

Fundamentos da Computação

Aritmética Binária

Prof. Ms. Gabriel Marchesan
gabriel.marchesan@rolante.ifrs.edu.br



Introdução

Nas áreas da Eletrônica Digital e Microprocessadores, o estudo das **operações aritméticas no sistema binário** é muito importante, pois estas serão utilizadas em circuitos aritméticos.



Aritmética binária

- Soma
- Subtração
- Multiplicação
- Divisão



Aritmética binária: soma

- $0 + 0 = 0$
- $0 + 1 = 1$
- $1 + 0 = 1$
- $1 + 1 = 0$ (e “vai 1” para o dígito a esquerda)

Convém observar que no sistema decimal $1 + 1 = 2$ e no sistema binário representamos o número 2_{10} por 10_2 . Pela operação realizada, notamos a regra de transporte para a próxima coluna: $1 + 1 = 0$ e transporta 1 “vai um”. A operação de transporte também é denominada **carry**, termo derivado do inglês.



Aritmética binária: soma

- Exemplo: $101 + 011 = 1000$
- Em decimal: $5 + 3 = 8$

$$\begin{array}{r} 1 1 \\ \downarrow \downarrow \downarrow \\ 1 1 1 \\ + 0 1 1 \\ \hline 1 0 0 \end{array}$$

Aritmética binária: soma

- Exemplo: $11001 + 1111 = 101000$
- Em decimal: $25 + 15 = 40$

$$\begin{array}{r} 1 1 1 1 \\ \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \\ 1 1 0 0 1 \\ + 1 1 1 1 \\ \hline 1 0 1 0 0 0 \end{array}$$

Aritmética binária: soma

- Exemplo: $11011 + 1001 =$
- Em decimal: $27 + 9 = 36$

$$\begin{array}{r} 11011 \\ + 1001 \\ \hline \end{array}$$

Aritmética binária: soma

- $1001 + 1001 =$
- $1101 + 10 =$
- $1111 + 111 =$
- $100101 + 1111 =$
- $000110 + 101 =$
- $1110101 + 1110101 =$
- $110101101 + 110101 =$
- $1111101110 + 11111000 =$
- $1111111 + 1111111 =$



Aritmética binária: subtração

- $0 - 0 = 0$
- $1 - 0 = 1$
- $1 - 1 = 0$
- $0 - 1 = 1$ (e “pede emprestado 1” do dígito a esquerda)

Observamos que para o caso $0 - 1$, o resultado será igual a 1, porém haverá um transporte para a coluna seguinte que deve ser acumulado no subtraendo e, obviamente, subtraído do minuendo.



Aritmética binária: subtração

- Exemplo: $101 - 011 = 010$
- Em decimal: $5 - 3 = 2$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \swarrow \searrow \\ 101 \\ - 011 \\ \hline 010 \end{array}$$

Aritmética binária: subtração

- Exemplo: $11001 - 1111 = 1010$
- Em decimal: $25 - 15 = 10$

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{cccccc}
 & 1 & & 1 & & 1 \\
 & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\
 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & \\
 - & & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 \hline
 & & 1 & 0 & 1 & 0
 \end{array}
 \end{array}$$

Aritmética binária: subtração

- Exemplo: $11011 - 1001 =$
- Em decimal: $27 - 9 = 18$

$$\begin{array}{r} 11011 \\ - 1001 \\ \hline \end{array}$$



Aritmética binária: subtração

- $1001 - 1001 =$
- $1101 - 10 =$
- $1111 - 111 =$
- $100101 - 1111 =$
- $000110 - 101 =$
- $11110101 - 1100101 =$
- $110101101 - 110101 =$
- $1111101110 - 11111000 =$
- $1111011 - 1011111 =$



Aritmética binária: multiplicação

Procede-se como em uma multiplicação no sistema decimal. Assim sendo, temos:

$$0 \times 0 = 0$$

$$0 \times 1 = 0$$

$$1 \times 0 = 0$$

$$1 \times 1 = 1$$

Para exemplificar, vamos efetuar a operação $11010_2 \times 10_2$:

$$\begin{array}{r} 11010 \\ \times 10 \\ \hline 00000 \\ 11010+ \\ \hline 110100 \end{array}$$

$$\therefore 11010_2 \times 10_2 = 110100_2$$

Aritmética binária: multiplicação

Outros Exemplos - Efetue as multiplicações no sistema binário:

a) $1100_2 \times 011_2$:

$$\begin{array}{r} 1100 \\ \times 11 \\ \hline 1100 \\ 1100+ \\ \hline 100100 \end{array}$$

$$\therefore 1100_2 \times 011_2 = 100100$$

b) $11010_2 \times 101_2$:

$$\begin{array}{r} 11010 \\ \times 101 \\ \hline 11010 \\ 00000+ \\ 11010+ \\ \hline 10000010 \end{array}$$

$$\therefore 11010_2 \times 101_2 = 10000010$$

Aritmética binária: multiplicação

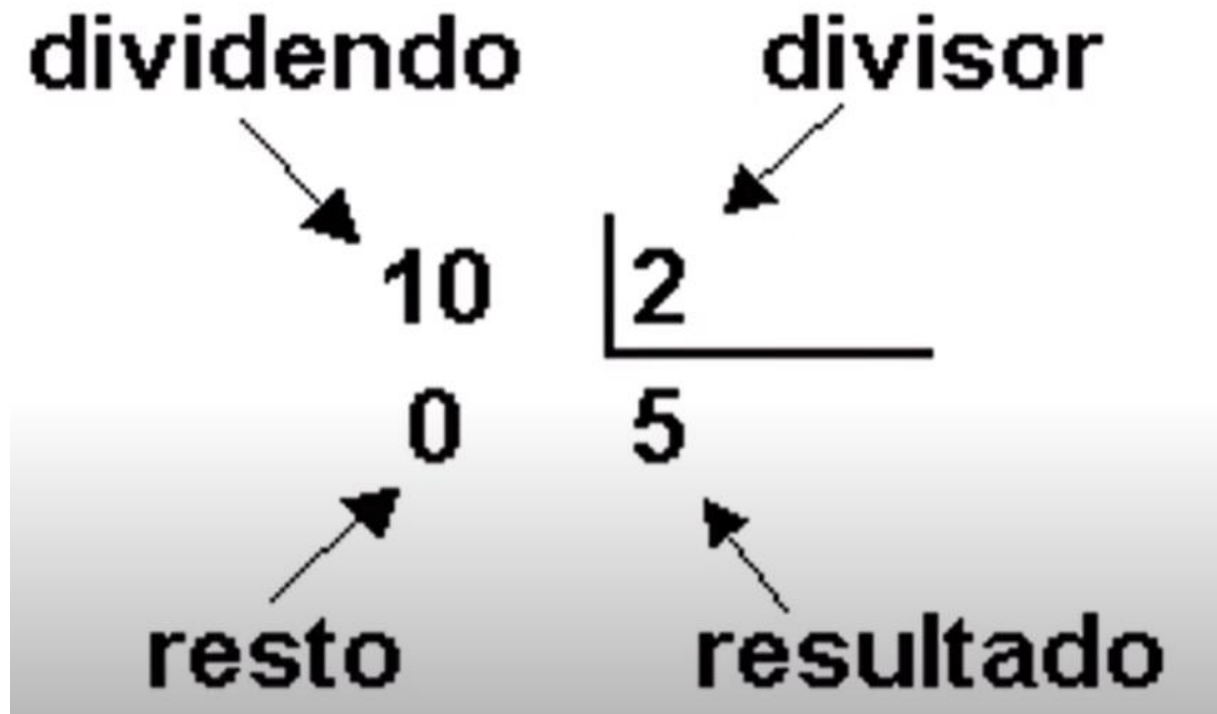
Outros Exemplos - Efetue as multiplicações no sistema binário:

$$\begin{array}{r} \text{c) } 100101_2 \times 1001_2: \\ \begin{array}{r} 100101 \\ \times 1001 \\ \hline 100101 \\ 000000 \\ 000000 \\ 100101 \quad + \\ \hline 101001101 \end{array} \end{array}$$

$$\therefore 100101_2 \times 1001_2 = 101001101_2$$

Aritmética binária: divisão

4 Elementos básicos de uma operação de divisão.



Aritmética binária: divisão

5 Passos para se realizar uma divisão:

- 1º) Montar a operação utilizando o método da chave
- 2º) “Pegar” do dividendo um número maior que o divisor.
- 3º) Obter o resultado da divisão parcial, anotar o Quociente e o Resto.
- 4º) “Descer” o próximo algarismo que compunha inicialmente o dividendo para formar um novo Dividendo com o Resto.
- 5º) Realizar os passos anteriores até que não se tenha mais números a “descer”.



Aritmética binária: divisão

Exemplo:

$$10101 \div 111$$

$$10101 \overline{) 111}$$

- PASSO 1
- POSICIONAR OS ELEMENTOS



Aritmética binária: divisão

Exemplo:

$$10101 \div 111$$

$$1010\u00b1 \overline{) 111}$$

- PASSO 2
- SELECIONAR DIVIDENDO MAIOR QUE O DIVISOR



Aritmética binária: divisão

Exemplo:

$$10101 \div 111$$

$$\begin{array}{r} 10101 \div 111 \\ 1010\overset{\textcolor{red}{\curvearrowright}}{1} \left| \begin{array}{r} 111 \\ \hline 1 \end{array} \right. \end{array}$$

- PASSO 3
- OBTER QUOCIENTE E RESTO
- PASSO 3
- QUOCIENTE OU É IGUAL A 1 OU IGUAL A 0!



Aritmética binária: divisão

Exemplo:

$$10101 \div 111$$

$$\begin{array}{r} 10101 \div 111 \\ 1010\overset{,}{1} \overline{) 111} \\ \underline{111} \quad 1 \end{array}$$

- PASSO 3
- OBTER O RESTO

$$\begin{array}{l} 0 - 0 = 0 \\ 0 - 1 = 1 \text{ (PEDE UM)} \\ 1 - 0 = 1 \\ 1 - 1 = 0 \end{array}$$

Aritmética binária: divisão

Exemplo:

$$10101 \div 111$$

$$\begin{array}{r} 10101 \div 111 \\ 10101 \overline{) 111} \\ - 111 \quad 1 \end{array}$$

• PASSO 3

• SUBTRAIR O DIVISOR DO
DIVIDENDO

$0 - 0 = 0$
$0 - 1 = 1$ (PEDE UM)
$1 - 0 = 1$
$1 - 1 = 0$

Aritmética binária: divisão

Exemplo:

$$10101 \div 111$$

$$\begin{array}{r} 10101 \div 111 \\ \hline 10101 \quad | \quad 111 \\ \begin{array}{r} \textcolor{red}{-1} \quad \textcolor{red}{-1} \quad \textcolor{red}{-1} \\ \textcolor{red}{1} \quad \textcolor{red}{0} \end{array} \\ - 111 \\ \hline 0011 \\ \quad 1 \end{array}$$



Aritmética binária: divisão

Exemplo:

$$10101 \div 111$$

$$\begin{array}{r} 10101 \div 111 \\ \underline{10101} \\ 0011 \end{array}$$

Diagram illustrating the binary division process. The dividend is 10101 and the divisor is 111. The quotient is 1. The remainder is 0011. The diagram shows the subtraction of 111 from 10101, resulting in 0011. A red arrow points down from the 111 in the subtraction to the 111 in the dividend, indicating the next step in the division process.

- PASSO 4
- FORMAR O NOVO DIVIDENDO
- PASSO 4
- DESCER O PRÓXIMO NÚMERO DO DIVIDENDO ORIGINAL

Aritmética binária: divisão

Exemplo:

$$10101 \div 111$$

$$10101 \div 111$$

$$\begin{array}{r} 10101 \overline{) 111} \\ - 111 \downarrow \\ \hline 00111 \\ - 111 \\ \hline 000 \end{array}$$

• PASSO 5

• REPETIR PASSOS ANTERIORES (OBTER O QUOCIENTE E O RESTO)

0	-	0	=	0
0	-	1	=	1 (PEDE UM)
1	-	0	=	1
1	-	1	=	0



Aritmética binária: divisão

Exemplo:

$$10101 \div 111$$

$$10101_2 \div 111_2 = 11_2$$

$$\text{Resto} = 0$$

$$21_{10} \div 7_{10} = 3_{10}$$



Referências

IDOETA, I. V., CAPUANO, F. G. Elementos de Eletrônica Digital. Ed. Érica, 40ª Ed, 2010.

