
Introdução à Ciência da Computação: armazenamento de dados

Parte 4 – Números Inteiros

Prof. Danilo Medeiros Eler
danilo.eler@unesp.br

Conteúdo

- Representação e Armazenamento de Dados
 - Texto
 - Imagem
 - Número

Armazenamento de Números

- Um número é modificado para o sistema binário antes de ser armazenado na memória do computador
- Existem duas questões no armazenamento de números
 - Como armazenar o ponto decimal
 - Como armazenar o sinal do número

Armazenamento de Números

- Armazenamento do ponto decimal
 - Ponto fixo
 - Números inteiros
 - Número sem uma parte fracionária
 - Ponto flutuante
 - Números reais
 - Números com uma parte fracionária

Armazenando Números Inteiros

- Números Inteiros não possuem uma parte fracionária
 - Ex.: 134 e 125
- Já os números reais possuem a parte fracionária
 - Ex.: 134,23 e 0,125

Armazenando Números Inteiros

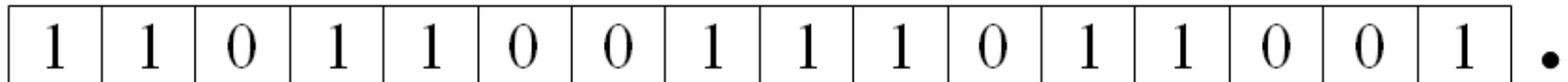
- Nos inteiros, podemos considerar que a posição do ponto decimal é fixa
 - Está à direita do bit menos significativo
- Por isso é chamada de **representação com ponto fixo**
 - Ex.: 134 e 125
 - 134,0 e 125,0
 - Como o valor à direita da casa decimal seria zero, não precisamos representar no computador, pois não terá valor

Armazenando Números Inteiros

- O ponto decimal é assumido, mas não é armazenado

bit mais
significativo

bit menos
significativo



Memória

↑
Ponto Decimal
(posição assumida)

Números Inteiros sem Sinal

- Podemos armazenar número inteiros com e sem sinal
- Um **número inteiro sem sinal** nunca pode ser negativo
 - Pode assumir o valor 0 ou valores positivos

Números Inteiros sem Sinal

- O intervalo de um número inteiro sem sinal é do 0 ao infinito positivo
- A maioria dos computadores define uma constante
 - **máximo número inteiro sem sinal**, que tem o valor de $(2^n - 1)$
 - n é o número de bits alocado

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplo do maior inteiro representável de acordo com o número de bits

Quantidade de Bits	Maior Inteiro Representável
1 bit	$2^1 - 1 = 1$
8 bits (1 byte)	$2^8 - 1 = 255$
16 bits (2 bytes)	$2^{16} - 1 = 65535$
32 bits (4 bytes)	$2^{32} - 1 = 4.294.967.295$
64 bits (8 bytes)	$2^{64} - 1 = 18.446.744.073.709.551.615$

Números Inteiros sem Sinal

- Podemos armazenar um número inteiro sem sinal utilizando as seguintes etapas
 - Transforme o número inteiro para binário
 - Se o número de bits for menor do que n
 - 0s são adicionados à esquerda do número binário

Números Inteiros sem Sinal

- Podemos armazenar um número inteiro sem sinal utilizando as seguintes etapas
 - Transforme o número inteiro para binário
 - Se o número de bits for igual a n
 - Armazene o número

Números Inteiros sem Sinal

- Podemos armazenar um número inteiro sem sinal utilizando as seguintes etapas
 - Transforme o número inteiro para binário
 - Se o número de bits for maior do que n
 - O número inteiro não pode ser armazenado

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplos:
 - Armazene 7 em uma localização de memória de 8 bits

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplos:
 - Armazene 7 em uma localização de memória de 8 bits
 - Transforme o número inteiro em binário

$$(111)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplos:
 - Armazene 7 em uma localização de memória de 8 bits
 - Transforme o número inteiro em binário
 - Acrescente cinco 0s para obter um total de 8 bits

$$(00000111)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplos:
 - Armazene 7 em uma localização de memória de 8 bits
 - Transforme o número inteiro em binário
 - Acrescente cinco 0s para obter um total de 8 bits
 - Armazene o número na memória

$(00000111)_2$

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplos:
 - Armazene 258 em uma localização de memória de 16 bits

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplos:
 - Armazene 258 em uma localização de memória de 16 bits
 - Transforme o número inteiro em binário

$$(100000010)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplos:
 - Armazene 258 em uma localização de memória de 16 bits
 - Transforme o número inteiro em binário
 - Acrescente sete 0s para obter um total de 16 bits

$(0000000100000010)_2$

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplos:
 - Armazene 258 em uma localização de memória de 16 bits
 - Transforme o número inteiro em binário
 - Acrescente sete 0s para obter um total de 16 bits
 - Armazene o número na memória

$(0000000100000010)_2$

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplos:
 - Armazene 255 em uma localização de memória de 8 bits

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplos:
 - Armazene 255 em uma localização de memória de 8 bits
 - Transforme o número inteiro em binário

$$(11111111)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplos:
 - Armazene 255 em uma localização de memória de 8 bits
 - Transforme o número inteiro em binário
 - O número já ocupa os 8 bits

$$(11111111)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplos:
 - Armazene 255 em uma localização de memória de 8 bits
 - Transforme o número inteiro em binário
 - O número já ocupa os 8 bits
 - Armazene o número na memória

$$(11111111)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

- Para recuperar um número da memória o padrão binário é convertido para decimal
- Exemplo:
 - Número na memória
 - $(00101011)_2$
 - Número convertido para decimal
 - ???

Números Inteiros sem Sinal

- Para recuperar um número da memória o padrão binário é convertido para decimal
- Exemplo:
 - Número na memória
 - $(00101011)_2$
 - Número convertido para decimal
 - 43

Números Inteiros sem Sinal

- O intervalo de números inteiros que pode ser representado é limitado
 - Devido a limitações de tamanho, isto é, o número alocado de bits
- Em uma posição de memória com n bits
 - Podemos representar números entre 0 e $(2^n - 1)$
 - Exemplo: 4 bits
 - 0 e $(2^4 - 1) =$ número entre 0 e 15

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplo do maior inteiro representável de acordo com o número de bits

Quantidade de Bits	Maior Inteiro Representável
1 bit	$2^1 - 1 = 1$
8 bits (1 byte)	$2^8 - 1 = 255$
16 bits (2 bytes)	$2^{16} - 1 = 65535$
32 bits (4 bytes)	$2^{32} - 1 = 4.294.967.295$
64 bits (8 bytes)	$2^{64} - 1 = 18.446.744.073.709.551.615$

Números Inteiros sem Sinal

- Quando tentamos armazenar um número maior do que o maior número do intervalo ocorre o que chamamos de **Overflow**
 - Acorre um transbordamento
 - Exemplo:
 - Tente armazenar o número 20 em 4 bits

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplo:
 - Armazene 20 em uma localização de memória de 4 bits

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplo:
 - Armazene 20 em uma localização de memória de 4 bits
 - Transforme o número inteiro em binário

$$(10100)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplo:
 - Armazene 20 em uma localização de memória de 4 bits
 - Transforme o número inteiro em binário
 - O número ocupa os 5 bits!

$$(\underline{1}0100)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplo:
 - Armazene 20 em uma localização de memória de 4 bits
 - Transforme o número inteiro em binário
 - O número ocupa os 5 bits!
 - Mas será armazenado somente 4 bits, pois é o que se tem de espaço para armazenamento

$$(0100)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplo:
 - Armazene 20 em uma localização de memória de 4 bits
 - Transforme o número inteiro em binário
 - O número ocupa os 5 bits!
 - Mas será armazenado somente 4 bits, pois é o que se tem de espaço para armazenamento
 - Tente recuperar esse número

$$(0100)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplo:
 - Armazene 20 em uma localização de memória de 4 bits
 - Transforme o número inteiro em binário
 - O número ocupa os 5 bits!
 - Mas será armazenado somente 4 bits, pois é o que se tem de espaço para armazenamento
 - Tente recuperar esse número

$$(0100)_2$$

- Ele representará o número 4 em decimal

Números Inteiros sem Sinal

- Quando tentamos armazenar um número maior do que o maior número do intervalo ocorre o que chamamos de **Overflow**
 - Acorre um transbordamento
- Isso também ocorre em operações matemáticas, quando tentamos adicionar um valor maior do que pode ser representado

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplo:
 - Armazenamos o número inteiro 11 em uma localização de memória de 4 bits e tentamos **adicionar 9** ao número

$$(11)_{10} = (1011)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplo:
 - Armazenamos o número inteiro 11 em uma localização de memória de 4 bits e tentamos **adicionar 9** ao número

$$(11)_{10} = (1011)_2$$

$$(11+9)_{10} =$$

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplo:
 - Armazenamos o número inteiro 11 em uma localização de memória de 4 bits e tentamos **adicionar 9** ao número

$$(11)_{10} = (1011)_2$$

$$(11+9)_{10} =$$

$$(20)_{10} = (10100)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplo:
 - Armazenamos o número inteiro 11 em uma localização de memória de 4 bits e tentamos **adicionar 9** ao número

$$(11)_{10} = (1011)_2$$

$$(11+9)_{10} =$$

$$(20)_{10} = (\underline{1}0100)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

- Exemplo:
 - Armazenamos o número inteiro 11 em uma localização de memória de 4 bits e tentamos **adicionar 9** ao número

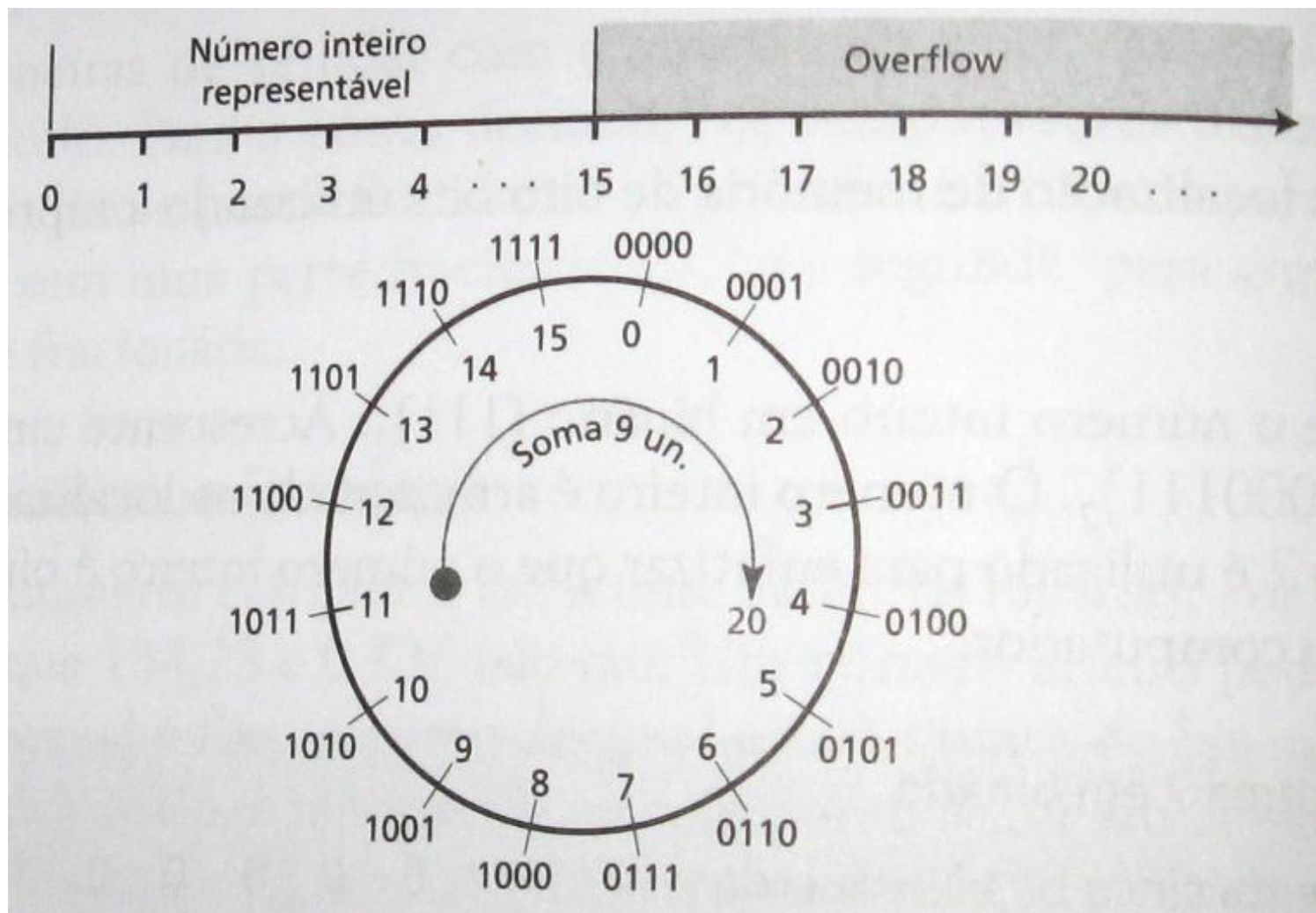
$$(11)_{10} = (1011)_2$$

$$(11+9)_{10} =$$

$$(20)_{10} = (\underline{1}0100)_2$$

$$(20)_{10} = (0100)_2$$

Números Inteiros sem Sinal



Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
1 símbolo decimal

0

1

2

....

8

9

0

1

2

....

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000
0001
0010
0011
....
1110
1111
0000
0001
.....

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

Qual é o resultado de $15 + 1$?

0011

....

1110

1111

0000

0001

.....

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Resposta: 16

0000

0001

0010

0011

....

1110

1111

0000

0001

.....

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

0011

....

1110

1111

0000

0001

.....

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Considerando 4 bits

Resposta: 0

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

Qual é o resultado de $15 + 1$?

0011

Considerando 4 bits

....

Resposta: 0

1110

$(15)_{10} = (1111)_2$

1111

0000

0001

.....

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

Qual é o resultado de $15 + 1$?

0011

Considerando 4 bits

....

Resposta: 0

1110

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

1111

$$(15+1)_{10} =$$

0000

0001

.....

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

Qual é o resultado de $15 + 1$?

0011

Considerando 4 bits

....

Resposta: 0

1110

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

1111

$$(15+1)_{10} =$$

0000

$$(16)_{10} =$$

0001

.....

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

Qual é o resultado de $15 + 1$?

0011

Considerando 4 bits

....

Resposta: 0

1110

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

1111

$$(15+1)_{10} =$$

0000

$$(16)_{10} = (10000)_2$$

0001

.....

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

Qual é o resultado de $15 + 1$?

0011

Considerando 4 bits

....

Resposta: 0

1110

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

1111

$$(15+1)_{10} =$$

0000

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

0001

.....

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

Qual é o resultado de $15 + 1$?

0011

Considerando 4 bits

....

Resposta: 0

1110

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

1111

$$(15+1)_{10} =$$

0000

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

0001

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

.....

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

0011

....

1110

1111

0000

0001

.....

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Considerando 4 bits

Resposta: 0

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

$$\begin{array}{r} 1111 \\ + 0001 \\ \hline \end{array}$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

0011

....

1110

1111

0000

0001

.....

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Considerando 4 bits

Resposta: 0

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

$$\begin{array}{r} 99 \\ + 01 \\ \hline \end{array}$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

0011

....

1110

1111

0000

0001

.....

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Considerando 4 bits

Resposta: 0

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 99 \\ + 01 \\ \hline 0 \end{array}$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

0011

....

1110

1111

0000

0001

.....

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Considerando 4 bits

Resposta: 0

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 99 \\ + 01 \\ \hline 00 \end{array}$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

0011

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Considerando 4 bits

Resposta: 0

....

1110

1111

0000

0001

.....

99

+ 01

100

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

0011

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Considerando 4 bits

Resposta: 0

....

1110

1111

0000

0001

.....

99
+ 77

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

Qual é o resultado de $15 + 1$?

0011

Considerando 4 bits

....

Resposta: 0

1110

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

1111

$$(15+1)_{10} =$$

0000

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

0001

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

.....

$$\begin{array}{r} 1 \\ 99 \\ + 77 \\ \hline 6 \end{array}$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

Qual é o resultado de $15 + 1$?

0011

Considerando 4 bits

....

Resposta: 0

1110

$(15)_{10} = (1111)_2$

1111

$(15+1)_{10} =$

0000

$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$

0001

$(16)_{10} = (0000)_2$

.....

$$\begin{array}{r} 1 \\ 99 \\ + 77 \\ \hline 76 \end{array}$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

0011

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Considerando 4 bits

Resposta: 0

....

1110

1111

0000

0001

.....

$$\begin{array}{r} 99 \\ + 77 \\ \hline 176 \end{array}$$

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

0011

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Considerando 4 bits

Resposta: 0

....

1110

1111

0000

0001

.....

11
+ 00

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

0011

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Considerando 4 bits

Resposta: 0

....

1110

1111

0000

0001

.....

$$\begin{array}{r} 11 \\ + 00 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

0011

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Considerando 4 bits

Resposta: 0

....

1110

1111

0000

0001

.....

11

+ 00

11

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

0011

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Considerando 4 bits

Resposta: 0

....

1110

1111

0000

0001

.....

11
+ 01

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

Qual é o resultado de $15 + 1$?

0011

Considerando 4 bits

....

Resposta: 0

1110

1111

$(15)_{10} = (1111)_2$

$(15+1)_{10} =$

0000

$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$

0001

$(16)_{10} = (0000)_2$

.....

$$\begin{array}{r} 1 \\ 11 \\ + 01 \\ \hline 0 \end{array}$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

Qual é o resultado de $15 + 1$?

0011

Considerando 4 bits

....

Resposta: 0

1110

1111

$(15)_{10} = (1111)_2$

$(15+1)_{10} =$

0000

$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$

0001

$(16)_{10} = (0000)_2$

.....

$$\begin{array}{r} 1 \\ 11 \\ + 01 \\ \hline 00 \end{array}$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

0011

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Considerando 4 bits

Resposta: 0

....

1110

1111

0000

0001

.....

$$\begin{array}{r} 11 \\ + 01 \\ \hline 100 \end{array}$$

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

0011

....

1110

1111

0000

0001

.....

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Considerando 4 bits

Resposta: 0

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

0011

+ 0111

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

Qual é o resultado de $15 + 1$?

0011

Considerando 4 bits

....

Resposta: 0

1110

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

1111

$$(15+1)_{10} =$$

0000

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

0001

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

.....

$$\begin{array}{r} 1 \\ 0011 \\ + 0111 \\ \hline 0 \end{array}$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

Qual é o resultado de $15 + 1$?

0011

Considerando 4 bits

....

Resposta: 0

1110

1111

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

0000

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

0001

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

.....

$$\begin{array}{r} 1 \\ 0011 \\ + 0111 \\ \hline 10 \end{array}$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

Qual é o resultado de $15 + 1$?

0011

Considerando 4 bits

....

Resposta: 0

1110

1111

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

0000

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

0001

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

.....

$$\begin{array}{r} 1 \\ 0011 \\ + 0111 \\ \hline 010 \end{array}$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

0011

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Considerando 4 bits

Resposta: 0

....

1110

1111

0000

0001

.....

0011

+ 0111

1010

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

0011

....

1110

1111

0000

0001

.....

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Considerando 4 bits

Resposta: 0

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

$$\begin{array}{r} 1111 \\ + 0001 \\ \hline \end{array}$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

Qual é o resultado de $15 + 1$?

0011

Considerando 4 bits

....

Resposta: 0

1110

1111

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

0000

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

0001

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

.....

$$\begin{array}{r} 1 \\ 1111 \\ + 0001 \\ \hline 0 \end{array}$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

Qual é o resultado de $15 + 1$?

0011

Considerando 4 bits

....

Resposta: 0

1110

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

1111

$$(15+1)_{10} =$$

0000

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

0001

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

.....

$$\begin{array}{r} 1 \\ 1111 \\ + 0001 \\ \hline 00 \end{array}$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

Qual é o resultado de $15 + 1$?

0011

Considerando 4 bits

....

Resposta: 0

1110

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

1111

$$(15+1)_{10} =$$

0000

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

0001

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

.....

$$\begin{array}{r} 1 \\ 1111 \\ + 0001 \\ \hline 000 \end{array}$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

Qual é o resultado de $15 + 1$?

0011

Considerando 4 bits

....

Resposta: 0

1110

1111

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

0000

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

0001

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

.....

$$\begin{array}{r} 1 \\ 1111 \\ + 0001 \\ \hline 0000 \end{array}$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

0011

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Considerando 4 bits

Resposta: 0

....

1110

1111

0000

0001

.....

$$\begin{array}{r} 1111 \\ + 0001 \\ \hline 10000 \end{array}$$

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

0011

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Considerando 4 bits

Resposta: 0

....

1110

1111

0000

0001

.....

$$\begin{array}{r} 1111 \\ + 0001 \\ \hline \underline{1}0000 \end{array}$$

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

Números Inteiros sem Sinal

Exemplo considerando
binário com 4 bits

0000

0001

0010

0011

Qual é o resultado de $15 + 1$?

Considerando 4 bits

Resposta: 0

....

1110

1111

0000

0001

.....

$$\begin{array}{r} 1111 \\ + 0001 \\ \hline \underline{1}0000 \\ 0000 \end{array}$$

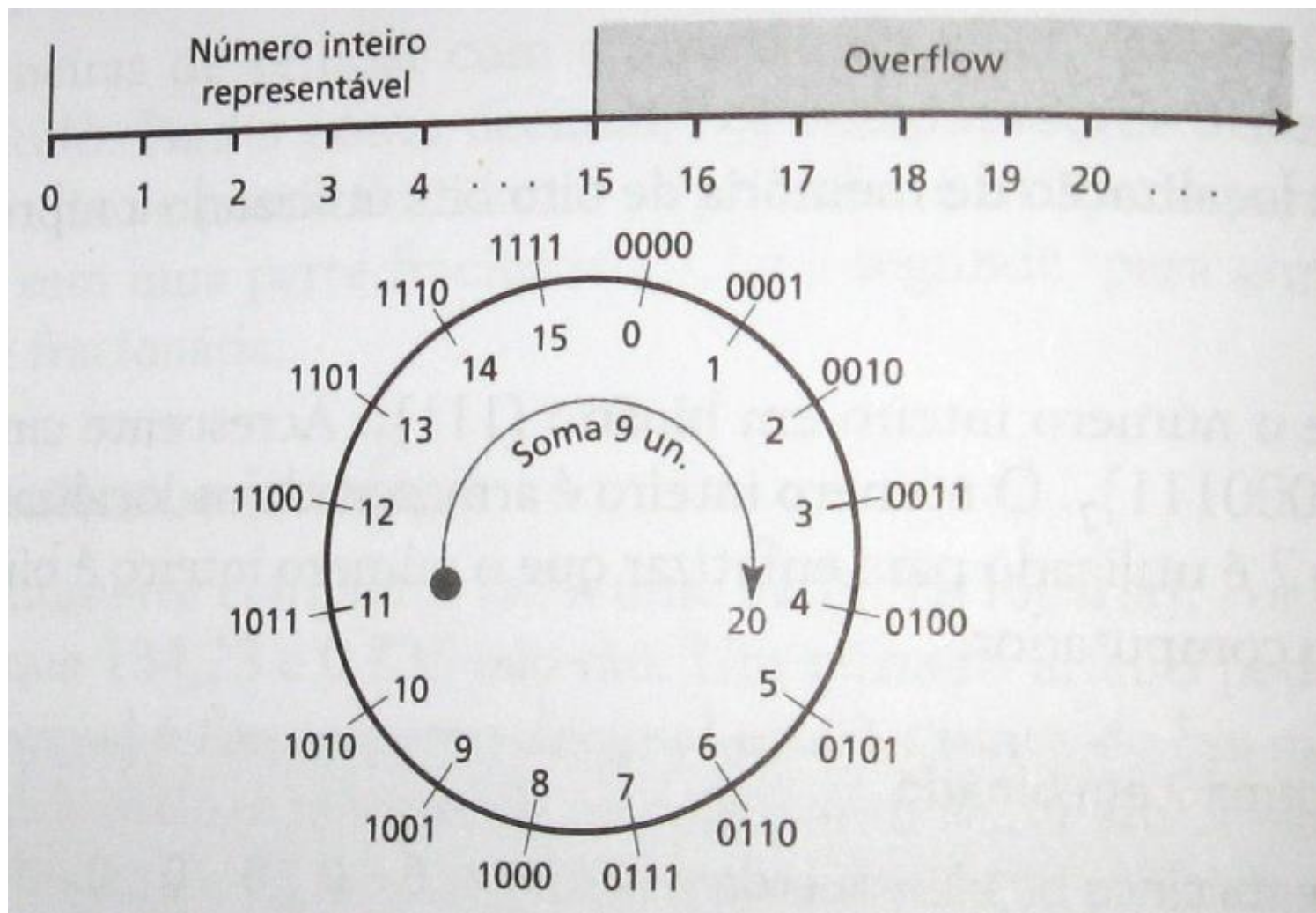
$$(15)_{10} = (1111)_2$$

$$(15+1)_{10} =$$

$$(16)_{10} = (\underline{1}0000)_2$$

$$(16)_{10} = (0000)_2$$

Números Inteiros sem Sinal



Números Inteiros sem Sinal

- Aplicações
 - Contagem
 - Endereçamento
 - Armazenamento de dados
 - Texto
 - Imagens
 - Áudio
 - Vídeo

Números Inteiros com Sinal

- O número abaixo é positivo ou negativo?

525

Números Inteiros com Sinal

- O número abaixo é positivo ou negativo?

-525

Números Inteiros com Sinal

- O número abaixo é positivo ou negativo?

525

+525

-525

- Utilizamos o símbolo de '-' para indicar quando um número é negativo e o de '+' para indicar quando é positivo
 - Por convenção, o símbolo de '+' pode ser omitido

Números Inteiros com Sinal

- O número binário abaixo é positivo ou negativo?

01010

Números Inteiros com Sinal

- O número binário abaixo é positivo ou negativo?

11010

Números Inteiros com Sinal

- O número binário abaixo é positivo ou negativo?

01010

11010

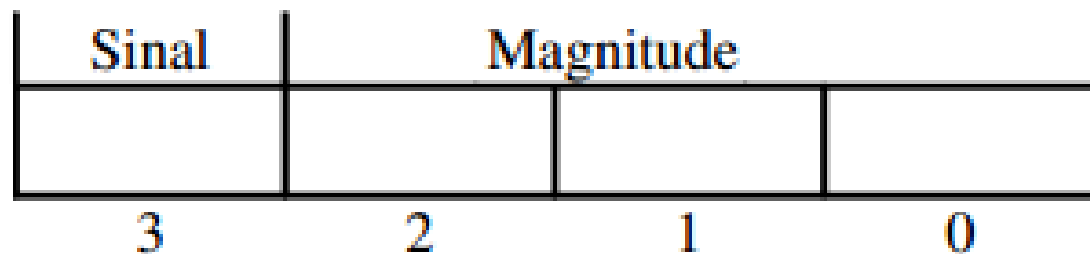
- Nesse exemplo, foi necessário utilizar mais um bit para indicar se um número é negativo ou positivo

Números Inteiros com Sinal

- Uma das abordagens para representar **números inteiros com sinal** é conhecida como **sinal-magnitude**
- Não é muito utilizada para inteiros, mas sim para armazenar parte de um número real
- O intervalo disponível para os número inteiros sem sinal é dividido em dois subintervalos iguais

Números Inteiros com Sinal

- O bit mais significativo é utilizado para armazenar o sinal
 - Exemplo: 4 bits
 - Utilizamos somente 3 bits para representar o valor absoluto do número



Números Inteiros com Sinal

- Exemplo: 4 bits
 - Utilizamos somente 3 bits para representar o valor absoluto do número
 - O intervalo em uma alocação de n bits é
 - de $-(2^{n-1} - 1)$ até $+(2^{n-1} - 1)$
 - O intervalo é dividido em duas metades
 - De 0000 a 0111 para os positivos
 - De 1000 a 1111 para os negativos

Números Inteiros com Sinal

- Exemplo: 4 bits
 - Utilizamos somente 3 bits para representar o valor absoluto do número
 - O intervalo em uma alocação de n bits é
 - de $-(2^{n-1} - 1)$ até $+(2^{n-1} - 1)$
 - Faixa de valores varia
 - de $-(2^{4-1} - 1)$ até $+(2^{4-1} - 1)$
 - de $-(2^3 - 1)$ até $+(2^3 - 1)$
 - de -7 até $+7$

Números Inteiros com Sinal

- Exemplo de valores máximos de acordo com o tipo de dado

Tipo	Memória consumida	Valor Mínimo	Valor Máximo
byte	1 byte	-128	127
short	2 byte	-32.768	32.767
int	4 bytes	-2.147.483.648	2.147.483.647
long	8 bytes	-9.223.372.036.854.775.808	9.223.372.036.854.775.807

<https://tableless.com.br/java-tipos-de-dados/>

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Armazene +28 em 8 bits
 - Armazene -28 em 8 bits
 - Recupere o número armazenado como 01001101
 - Recupere o número armazenado como 10100001

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Armazene +28 em 8 bits
 - Transforme 28 para binário com sete bits
 - Acrescenta o sinal e armazena

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Armazene +28 em 8 bits
 - Transforme 28 para binário com sete bits
 - Acrescenta o sinal e armazena

28 em sete bits: 0011100

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Armazene +28 em 8 bits
 - Transforme 28 para binário com sete bits
 - Acrescenta o sinal e armazena

28 em sete bits: 0011100

Acrescenta sinal: **0**0011100

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Armazene -28 em 8 bits
 - Transforme 28 para binário com sete bits
 - Acrescenta o sinal e armazena

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Armazene -28 em 8 bits
 - Transforme 28 para binário com sete bits
 - Acrescenta o sinal e armazena

28 em sete bits: 0011100

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:

- Armazene -28 em 8 bits

- Transforme 28 para binário com sete bits

- Acrescenta o sinal e armazena

28 em sete bits: 0011100

Acrescenta sinal: **1**0011100

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Recupere o número armazenado como 01001101

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Recupere o número armazenado como 01001101
 - Bit mais à esquerda é 0, então o sinal é positivo

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Recupere o número armazenado como 01001101
 - Bit mais à esquerda é 0, então o sinal é positivo
 - O número inteiro é 77

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Recupere o número armazenado como 01001101
 - Bit mais à esquerda é 0, então o sinal é positivo
 - O número inteiro é 77
 - Valor recuperado: +77

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Recupere o número armazenado como 10100001
 - Bit mais à esquerda é 1, então o sinal é negativo

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Recupere o número armazenado como 10100001
 - Bit mais à esquerda é 1, então o sinal é negativo
 - O número inteiro é 33

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Recupere o número armazenado como 10100001
 - Bit mais à esquerda é 1, então o sinal é negativo
 - O número inteiro é 33
 - Valor recuperado: -33

Números Inteiros com Sinal

- **Overflow** também ocorre nessa representação
 - Nesse caso, temos overflow positivo e negativo
- Exemplo de Overflow:
 - Considerando 4 bits para representar um número binário, some 6 ao número 5

Overflow – 4 bits

Representação Sinal Magnitude

0 : 0000	0101	-0 : 1000
1 : 0001	<u>+ 0110</u>	-1 : 1001
2 : 0010		-2 : 1010
3 : 0011		-3 : 1011
4 : 0100		-4 : 1100
5 : 0101		-5 : 1101
6 : 0110		-6 : 1110
7 : 0111		-7 : 1111

Overflow – 4 bits

Representação Sinal Magnitude

0 : 0000	0101	-0 : 1000
1 : 0001	<u>+ 0110</u>	-1 : 1001
2 : 0010	1011	-2 : 1010
3 : 0011		-3 : 1011
4 : 0100		-4 : 1100
5 : 0101		-5 : 1101
6 : 0110		-6 : 1110
7 : 0111		-7 : 1111

Overflow – 4 bits

Representação Sinal Magnitude

0 : 0000	0101	-0 : 1000
1 : 0001	<u>+ 0110</u>	-1 : 1001
2 : 0010	1011	-2 : 1010
3 : 0011		-3 : 1011
4 : 0100		-4 : 1100
5 : 0101	1 011	-5 : 1101
6 : 0110		-6 : 1110
7 : 0111		-7 : 1111

Overflow – 4 bits

Representação Sinal Magnitude

0 : 0000	0101	-0 : 1000
1 : 0001	<u>+ 0110</u>	-1 : 1001
2 : 0010	1011	-2 : 1010
3 : 0011	- 3	-3 : 1011
4 : 0100	↑ ↑	-4 : 1100
5 : 0101	1 011	-5 : 1101
6 : 0110		-6 : 1110
7 : 0111		-7 : 1111

Números Inteiros com Sinal

- Essa representação não é utilizada para representar número inteiros, mas o é para números reais
- A representação utilizada em quase todos os computadores é a **Complemento de Dois**

Números Inteiros com Sinal

- Complemento de Dois
 - Armazena um número inteiro com sinal em n bits de memória
 - Divide o conjunto de números em duas partes
 - Uma para positivos e outra para negativos
- Exemplo: se $n = 4$
 - O intervalo é de 0000 a 1111
 - 0000 a 0111 para positivos e
 - 1000 a 1111 para negativos

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Utilizar 4 bits para representar o 5 decimal como complemento de dois

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Utilizar 4 bits para representar o 5 decimal como complemento de dois

0101

- Como é positivo, basta representa-lo nos 3 bits reservados para a magnitude do número

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Utilizar 4 bits para representar o -5 decimal como complemento de dois

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Utilizar 4 bits para representar o -5 decimal como complemento de dois

1. Converter o número para binário

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Utilizar 4 bits para representar o -5 decimal como complemento de dois

0101

1. Converter o número para binário

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Utilizar 4 bits para representar o -5 decimal como complemento de dois

0101

1. Converter o número para binário
2. Copiar os bits da direita para a esquerda, até encontrar o primeiro 1

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Utilizar 4 bits para representar o -5 decimal como complemento de dois

0101

1

1. Converter o número para binário
2. Copiar os bits da direita para a esquerda, até encontrar o primeiro 1

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Utilizar 4 bits para representar o -5 decimal como complemento de dois

0101

1

1. Converter o número para binário
2. Copiar os bits da direita para a esquerda, até encontrar o primeiro 1
3. Inverter os demais bits

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Utilizar 4 bits para representar o -5 decimal como complemento de dois

0101

11

1. Converter o número para binário
2. Copiar os bits da direita para a esquerda, até encontrar o primeiro 1
3. Inverter os demais bits

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Utilizar 4 bits para representar o -5 decimal como complemento de dois

0101

011

1. Converter o número para binário
2. Copiar os bits da direita para a esquerda, até encontrar o primeiro 1
3. Inverter os demais bits

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Utilizar 4 bits para representar o -5 decimal como complemento de dois

0101

1011

1. Converter o número para binário
2. Copiar os bits da direita para a esquerda, até encontrar o primeiro 1
3. Inverter os demais bits

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Utilizar 4 bits para representar o -5 decimal como complemento de dois

0101

1011

1. Converter o número para binário
2. Copiar os bits da direita para a esquerda, até encontrar o primeiro 1
3. Inverter os demais bits

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Utilizar 4 bits para representar o -4 decimal como complemento de dois
1. Converter o número para binário
 2. Copiar os bits da direita para a esquerda, até encontrar o primeiro 1
 3. Inverter os demais bits

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Utilizar 4 bits para representar o -4 decimal como complemento de dois

0100

1. Converter o número para binário
2. Copiar os bits da direita para a esquerda, até encontrar o primeiro 1
3. Inverter os demais bits

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Utilizar 4 bits para representar o -4 decimal como complemento de dois

0100

0

1. Converter o número para binário
2. Copiar os bits da direita para a esquerda, até encontrar o primeiro 1
3. Inverter os demais bits

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Utilizar 4 bits para representar o -4 decimal como complemento de dois

0100

00

1. Converter o número para binário
2. Copiar os bits da direita para a esquerda, até encontrar o primeiro 1
3. Inverter os demais bits

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Utilizar 4 bits para representar o -4 decimal como complemento de dois

0100

100

1. Converter o número para binário
2. Copiar os bits da direita para a esquerda, até encontrar o primeiro 1
3. Inverter os demais bits

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Utilizar 4 bits para representar o -4 decimal como complemento de dois

0100

1100

1. Converter o número para binário
2. Copiar os bits da direita para a esquerda, até encontrar o primeiro 1
3. Inverter os demais bits

Complemento de Dois – 4 bits

0 : 0000

1 : 0001

2 : 0010

3 : 0011

4 : 0100

5 : 0101

6 : 0110

7 : 0111

-1 : 1111

-2 : 1110

-3 : 1101

-4 : 1100

-5 : 1011

-6 : 1010

-7 : 1001

-8 : 1000

Complemento de Dois – 4 bits

	Valores	
0 : 0000		-1 : 1111
1 : 0001	$-2^{(n-1)}$ a $2^{(n-1)}-1$	-2 : 1110
2 : 0010		-3 : 1101
3 : 0011		-4 : 1100
4 : 0100		-5 : 1011
5 : 0101		-6 : 1010
6 : 0110		-7 : 1001
7 : 0111		-8 : 1000

Complemento de Dois – 4 bits

	Valores	
0 : 0000		-1 : 1111
1 : 0001	$-2^{(4-1)}$ a $2^{(4-1)}-1$	-2 : 1110
2 : 0010		-3 : 1101
3 : 0011		-4 : 1100
4 : 0100		-5 : 1011
5 : 0101		-6 : 1010
6 : 0110		-7 : 1001
7 : 0111		-8 : 1000

Complemento de Dois – 4 bits

	Valores	
0 : 0000		-1 : 1111
1 : 0001	$-2^{(3)}$ a $2^{(3)}-1$	-2 : 1110
2 : 0010		-3 : 1101
3 : 0011		-4 : 1100
4 : 0100		-5 : 1011
5 : 0101		-6 : 1010
6 : 0110		-7 : 1001
7 : 0111		-8 : 1000

Complemento de Dois – 4 bits

	Valores	
0 : 0000		-1 : 1111
1 : 0001	$-2^{(3)}$ a $2^{(3)}-1$	-2 : 1110
2 : 0010		-3 : 1101
3 : 0011		-4 : 1100
4 : 0100		-5 : 1011
5 : 0101		-6 : 1010
6 : 0110		-7 : 1001
7 : 0111		-8 : 1000

Complemento de Dois – 4 bits

0 : 0000	Valores	-1 : 1111
1 : 0001	-8 a 8-1	-2 : 1110
2 : 0010		-3 : 1101
3 : 0011		-4 : 1100
4 : 0100		-5 : 1011
5 : 0101		-6 : 1010
6 : 0110		-7 : 1001
7 : 0111		-8 : 1000

Complemento de Dois – 4 bits

	Valores	
0 : 0000		-1 : 1111
1 : 0001	-8 a 7	-2 : 1110
2 : 0010		-3 : 1101
3 : 0011		-4 : 1100
4 : 0100		-5 : 1011
5 : 0101		-6 : 1010
6 : 0110		-7 : 1001
7 : 0111		-8 : 1000

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Converter para decimal o valor binário abaixo armazenado com a representação complemento de dois

0110

1. Se for positivo, converter o número para decimal

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Converter para decimal o valor binário abaixo armazenado com a representação complemento de dois

0110

1. Se for positivo, converter o número para decimal

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Converter para decimal o valor binário abaixo armazenado com a representação complemento de dois

0110

6

1. Se for positivo, converter o número para decimal

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Converter para decimal o valor binário abaixo armazenado com a representação complemento de dois

1110

1. Se for negativo, aplicar a operação de complemento de dois
2. Em seguida, converter para binário

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Converter para decimal o valor binário abaixo armazenado com a representação complemento de dois

1110

1. Se for negativo, aplicar a operação de complemento de dois
2. Em seguida, converter para binário

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Converter para decimal o valor binário abaixo armazenado com a representação complemento de dois

1110

1. Se for negativo, aplicar a operação de complemento de dois
 - Copiar os bits da direita para a esquerda até encontrar o primeiro 1, em seguida, inverter os demais bits

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Converter para decimal o valor binário abaixo armazenado com a representação complemento de dois

1110

0

1. Se for negativo, aplicar a operação de complemento de dois
 - Copiar os bits da direita para a esquerda até encontrar o primeiro 1, em seguida, inverter os demais bits

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Converter para decimal o valor binário abaixo armazenado com a representação complemento de dois

1110

10

1. Se for negativo, aplicar a operação de complemento de dois
 - Copiar os bits da direita para a esquerda até encontrar o primeiro 1, em seguida, inverter os demais bits

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Converter para decimal o valor binário abaixo armazenado com a representação complemento de dois

1110

010

1. Se for negativo, aplicar a operação de complemento de dois
 - Copiar os bits da direita para a esquerda até encontrar o primeiro 1, em seguida, inverter os demais bits

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Converter para decimal o valor binário abaixo armazenado com a representação complemento de dois

1110

0010

1. Se for negativo, aplicar a operação de complemento de dois
 - Copiar os bits da direita para a esquerda até encontrar o primeiro 1, em seguida, inverter os demais bits

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Converter para decimal o valor binário abaixo armazenado com a representação complemento de dois

1110

0010

1. Se for negativo, aplicar a operação de complemento de dois
2. Em seguida, converter para binário

Números Inteiros com Sinal

- Exemplos:
 - Converter para decimal o valor binário abaixo armazenado com a representação complemento de dois

1110

0010

-2

1. Se for negativo, aplicar a operação de complemento de dois
2. Em seguida, converter para binário

Complemento de Dois – 4 bits

0 : 0000

1 : 0001

2 : 0010

3 : 0011

4 : 0100

5 : 0101

6 : 0110

7 : 0111

-1 : 1111

-2 : 1110

-3 : 1101

-4 : 1100

-5 : 1011

-6 : 1010

-7 : 1001

-8 : 1000

Bibliografia

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. BROOKSHEAR, J. G. **Ciência da computação**: uma visão abrangente. 5ª ed., Bookman Editora, 2000. 499p.
2. FOROUZAN, B. A., MOSHARRAF, F. **Fundamentos da Ciência da Computação**. 2ª ed., São Paulo: Cengage Learning, 2011. 560p.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. BROOKSHEAR, J. G. **Ciência da computação**: uma visão abrangente. 5ª ed., Bookman Editora, 2000. 499p.
2. CORMEN, T.H., Leiserson, C.E., Rivest R.L., Stein, C. **Algoritmos**: teoria e Prática. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2002. 916p.
3. PLAUGER, P. L. **A Biblioteca Standard C**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1994. 614p.
4. PRATA, S. **C primer plus**, 4ª ed. SAMS Publishing, 2002. 931p.