

ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES

SISTEMAS DE NUMERAÇÃO: REPRESENTAÇÃO EM PONTO FIXO

Prof. Dr. Daniel Caetano

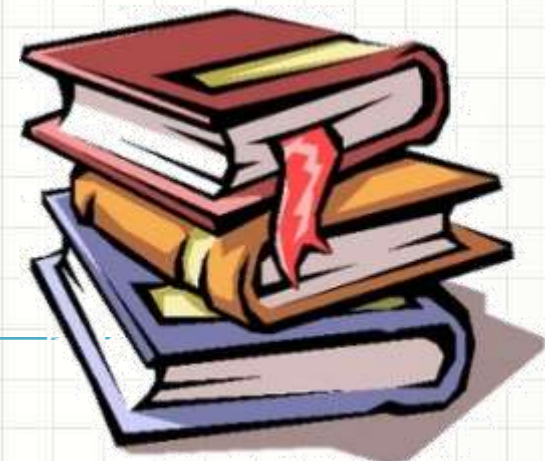
2012 - 2

Objetivos

- Compreender o que é representação em ponto fixo
- Entender a necessidade de representar números negativos
- Compreender as diferentes representações de números negativos
- **GRUPOS?**
- **Lista de Exercícios 1!**



Material de Estudo



Material

Acesso ao Material

Notas de Aula

<http://www.caetano.eng.br/>
(Aula 4)

Apresentação

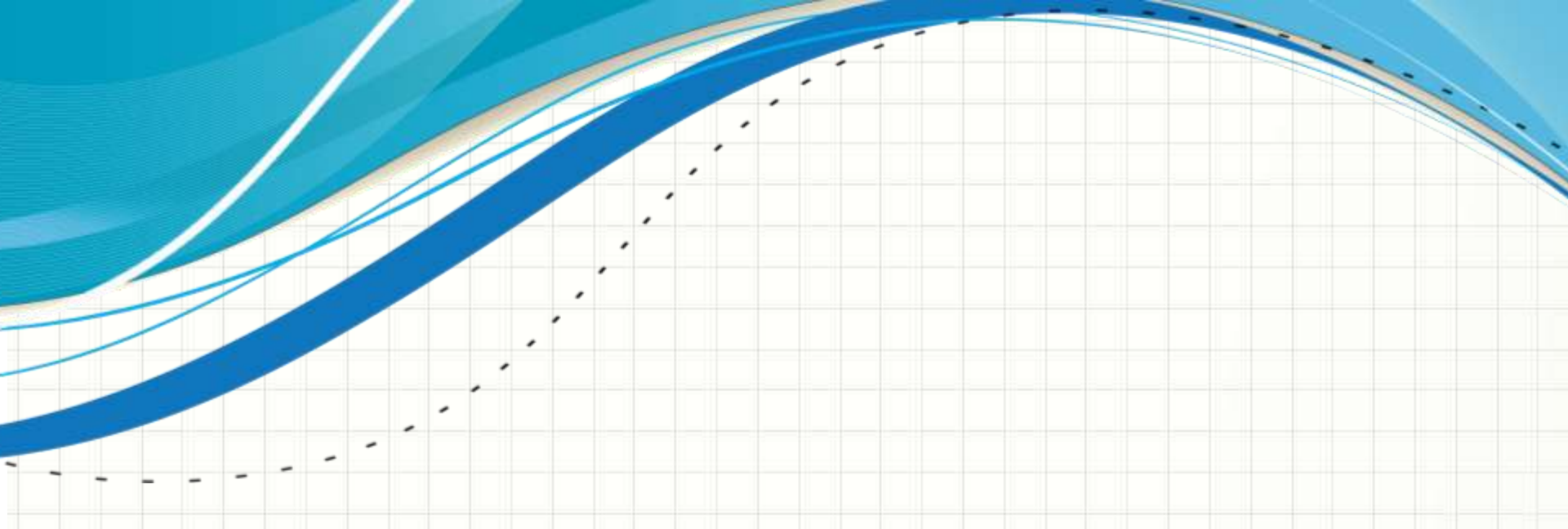
<http://www.caetano.eng.br/>
(Aula 4)

Material Didático

-

Arquitetura e
Organização dos
Computadores

Biblioteca Virtual, páginas 289 a 292.



O QUE É PONTO FIXO?

Notação em Ponto Fixo

- Já vimos como converter binário para decimal. Ex. 11011001b:

| Casa | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Dígito Binário | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Quantidade (Decimal) | 1×2^7 | 1×2^6 | 0×2^5 | 1×2^4 | 1×2^3 | 0×2^2 | 0×2^1 | 1×2^0 |

- $11011001 = 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 217$
- Ou seja: **11011001b = 217**

Notação em Ponto Fixo

- Essa conversão pressupõe que a vírgula está à direita do dígito 0:

| Casa | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Dígito Binário | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Quantidade (Decimal) | 1×2^7 | 1×2^6 | 0×2^5 | 1×2^4 | 1×2^3 | 0×2^2 | 0×2^1 | 1×2^0 |

- O que acontece se a vírgula estiver em outro lugar?

Notação em Ponto Fixo

- Vamos usar os mesmos bits, mas agora com a vírgula no meio dos 8 bits: **1101,1001b**

| Casa | 3 | 2 | 1 | 0 | -1 | -2 | -3 | -4 |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Dígito Binário | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Quantidade (Decimal) | 1×2^3 | 1×2^2 | 0×2^1 | 1×2^0 | 1×2^{-1} | 0×2^{-2} | 0×2^{-3} | 1×2^{-4} |

- $1101,1001 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 0 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4} = 13,5625$
- Ou seja: **1101,1001b = 13,5625**

Notação em Ponto Fixo

- Observe que os bits do número são os mesmos
- Observe que a interpretação depende da posição considerada para a vírgula

| Casa | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Dígito Binário | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Quantidade (Decimal) | 1×2^7 | 1×2^6 | 0×2^5 | 1×2^4 | 1×2^3 | 0×2^2 | 0×2^1 | 1×2^0 |

| Casa | 3 | 2 | 1 | 0 | -1 | -2 | -3 | -4 |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Dígito Binário | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Quantidade (Decimal) | 1×2^3 | 1×2^2 | 0×2^1 | 1×2^0 | 1×2^{-1} | 0×2^{-2} | 0×2^{-3} | 1×2^{-4} |

Notação em Ponto Fixo

- Qual a vantagem?
 - Ponto Fixo = vírgula sempre no mesmo lugar
 - Somas e subtrações podem ser feitas diretamente, casa a casa (da forma usual)
 - “Vírgula em baixo de vírgula”
- Inteiros = ponto fixo à direita do bit 0
- Em geral, computadores só usam ponto fixo em inteiros
- Só existem inteiros positivos?

Notação em Ponto Fixo

- Qual a vantagem?
 - Ponto Fixo = vírgula sempre no mesmo lugar
 - São operações mais rápidas em serias aplicações diretas, mas a desvantagem é a falta de flexibilidade na utilização
 - “Vírgula fixa”
- Inteiros = ponto fixo à direita do bit 0
- Em geral, computadores só usam ponto fixo em inteiros
- Só existem inteiros positivos?



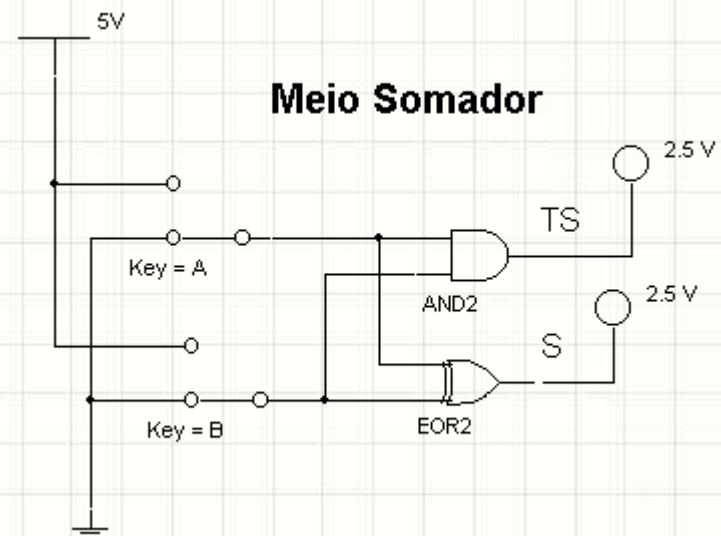
REPRESENTAÇÃO DE SINAL

Representação de Sinal

- A primeira pergunta relevante é...
 - Por que representar sinal?
- Computador só sabe somar
 - Meio somador

| A | | B | Saída | “Vai Um” |
|---|---|---|-------|----------|
| 0 | + | 0 | 0 | 0 |
| 0 | + | 1 | 1 | 0 |
| 1 | + | 0 | 1 | 0 |
| 1 | + | 1 | 0 | 1 |

$$S = A \text{ XOR } B$$
$$TS = A \text{ AND } B$$



Representação de Sinal

- Uma multiplicação é um conjunto de somas

$$- 7 \times 5 = \underbrace{5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5}_{7x}$$

- Uma divisão é um conjunto de subtrações

$$- 21/7 = 21 \underbrace{-7 -7 -7}_{3x} = 0$$

- Mas como fazer uma subtração com uma soma?
- Simples: $A - B = A + (-B)$

Representação de Sinal

- Uma multiplicação é um conjunto de somas

$$- 7 \times 5 = 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5$$

**Se conseguirmos
representar um número
negativo, podemos
calcular subtrações com
somas!**

- Uma divisão é um conjunto de subtrações

$$- 21/7 = 2$$

- Mas como fazer uma subtração com uma soma?
- Simples: $A - B = A + (-B)$

Representação de Sinal


- Mas o que é um número negativo?

$$A + (-A) = 0$$

- Se dissermos que $B = -A$, podemos reescrever a equação acima da seguinte forma:

$$A + B = 0$$

- Como conseguir isso?
- Vamos fazer algumas tentativas...



USANDO UM BIT DE SINAL

Representação com Bit de Sinal

- Começemos por uma representação simples
- Sinal: positivo ou negativo...
 - Que tal usar um bit para isso?

| Bit | 7 (Sinal) | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Dígito Binário | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

+ ou -
Bit 7: Sinal

0 a 127
Bits 0 a 6: Magnitude

Representação com Bit de Sinal

| Bit | 7 (Sinal) | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Dígito Binário | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

- Convertendo os bits 0 a 6 para decimal...

Representação com Bit de Sinal

| Bit | 7 (Sinal) | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Dígito Binário | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

- Convertendo os bits 0 a 6 para decimal...
 $64 + 32 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 = 97$
- Como o bit de sinal é 0, ele é **positivo**

Representação com Bit de Sinal

- E se o bit 7 fosse 1?

| Bit | 7 (Sinal) | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Dígito Binário | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

- Convertendo os bits 0 a 6 para decimal...

Representação com Bit de Sinal

- E se o bit 7 fosse 1?

| Bit | 7 (Sinal) | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Dígito Binário | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

- Convertendo os bits 0 a 6 para decimal...
 $64 + 32 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 = 97$
- Como o bit de sinal é 1, ele é **negativo**...
 - Ou seja, o valor é -97!
- Perfeito, não?

Representação com Bit de Sinal

- E se o bit 7 fosse 1?

| Bit | 7 (Sinal) | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Dígito Binário | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |

- Converter todos os bits 0 para decimais...
 $64 + 32 + 0 + 0 + 8 + 4 + 0 + 1$
- Como o bit de sinal é 1, ele é **negativo**...
– Ou seja, o valor é -97!
- Perfeito, não?

Representação de Sinal

- Qual o problema?
- O problema é que a soma de um número positivo com seu negativo não resulta em zero, nesse caso!
- Vamos ver um exemplo!

Representação de Sinal

- Imaginemos que temos o número -1 e somemos com $+1$. Qual será o resultado?
- Obviamente... Deve resultar 0 .

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | | | | |
|-------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | b | - | 1 | |
| + | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | b | + | 1 |
| <hr/> | | | | | | | | | | | | |

Representação de Sinal

- Imaginemos que temos o número -2 e somemos com 1 . Qual deve ser o resultado?
- Obviamente... Deve resultar -1

[illegible]

Representação de Sinal

- Imaginemos que temos o número -2 e somemos com 1 . Qual deve ser o resultado?
- Obviamente... Deve resultar -1

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-----|-----|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| | | | | | | | 1 | | |
| | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | b - 1 |
| + | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | b + 1 |
| | | | | | | | | | 10 |

Representação de Sinal

- Imaginemos que temos o número -2 e somemos com 1. Qual deve ser o resultado?
- Obviamente... Deve resultar -1

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-------|-----|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| | | | | | | | 1 | | |
| | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | b - 1 |
| + | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | b + 1 |
| <hr/> | | | | | | | | | |
| | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | |

Representação de Sinal

- Imaginemos que temos o número -2 e somemos com 1. Qual deve ser o resultado?
- Obviamente... Deve resultar -1

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 1 | | |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | b |
| | | | | | | | | - | 1 |
| + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | b |
| | | | | | | | | + | 1 |
| <hr/> | | | | | | | | | |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | b |

Representação de Sinal

- Imaginemos que temos o número -2 e somemos com 1. Qual deve ser o resultado?
- Obviamente... Deve resultar -1

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 1 | | |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | b |
| | - | | | | | | | | 1 |
| + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | b |
| + | 1 | | | | | | | | 1 |
| <hr/> | | | | | | | | | |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | b |
| | - | | | | | | | | 2 |




Representação de Sinal

- Imaginemos um resultado?
- Obviamente...

**Não funciona...
Como
Resolver?**

Bit

| | | | | | | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | b | + | 1 |
| <hr/> | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | b | - | 2 |







COMPLEMENTO A U_M

Sinal em Complemento a Um

- Problema do Bit de Sinal:
 - Proposta de Novo Esquema: Complemento a Um
- **Quê?**
- Calma, é simples...
- ***“Quanto falta para cada bit chegar no número um?”***
- Basicamente: cada 0 vira 1 e cada 1 vira 0
- Ou seja: $0 \rightarrow 1$ e $1 \rightarrow 0$

Sinal em Complemento a Um

- Exemplo... Se esse é o número +97:

| Bit | 7 (Sinal) | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Dígito Binário | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

- Este será o número -97:

| Bit | 7 (Sinal) | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Dígito Binário | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

- Observe a inversão...
- O **bit 7** continua indicando o sinal
- Perfeito, não?

Sinal em Complemento a Um

- Exemplo... Se esse é o número +97:

| Bit | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|
| | (Sinal) | | | | | | | |
| Dígito Binário | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

- Este sinal representa o número +97

| Bit | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|
| | (Sinal) | | | | | | | |
| Dígito Binário | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

- Observe a inversão...
- O **bit 7** continua indicando o sinal
- Perfeito, não?

Sinal em Complemento a Um

- Imaginemos que temos o número -1 e somemos com 1 . Qual deve ser o resultado?
- Obviamente... Deve resultar em 0

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-----|-----|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | b - 1 |
| + | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | b + 1 |
| | | | | | | | | | 1 |

Sinal em Complemento a Um

- Imaginemos que temos o número -1 e somemos com 1. Qual deve ser o resultado?
- Obviamente... Deve resultar em 0

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-----|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| + | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | | | | | | | | | b |
| | | | | | | | | | + |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |

Sinal em Complemento a Um

- Imaginemos que temos o número -1 e somemos com 1. Qual deve ser o resultado?
- Obviamente, o resultado em

“OK”!

| Bit | +/- | 6 | 4 | 3 | 1 | b | |
|-------|-----|---|---|---|---|---|-----------|
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 b - 1 |
| + | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 b + 1 |
| <hr/> | | | | | | | |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 b → - 0 |

Sinal em Complemento a Um

- O que está errado, então?
- Vamos fazer outra conta: $-1 + 2$... Que deveria resultar em $+1$, correto?

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-----|-----|---|---|---|---|-----|---|---|-------|
| | | | | | | 1 | | | |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | b - 1 |
| + | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | b + 2 |
| | | | | | | 0 0 | | | |

Sinal em Complemento a Um

- O que está errado, então?
- Vamos fazer outra conta: $-1 + 2$... Que deveria resultar em $+1$, correto?

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-----|-----|---|---|---|-------|---|---|---|-------|
| | | | | | 1 | 1 | | | |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | b - 1 |
| + | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | b + 2 |
| | | | | | 0 0 0 | | | | |

Sinal em Complemento a Um

- O que está errado, então?
- Vamos fazer outra conta: $-1 + 2$... Que deveria resultar em $+1$, correto?

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-------|-----|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| | | | | 1 | 1 | 1 | | | |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | b - 1 |
| + | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | b + 2 |
| <hr/> | | | | | | | | | |
| | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Sinal em Complemento a Um

- O que está errado, então?
- Vamos fazer outra conta: $-1 + 2$... Que deveria resultar em $+1$, correto?

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-------|-----|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | b - 1 |
| + | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | b + 2 |
| <hr/> | | | | | | | | | |
| | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Sinal em Complemento a Um

- O que está errado, então?
- Vamos fazer outra conta: $-1 + 2$... Que deveria resultar em $+1$, correto?

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-------|-----|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | b - 1 |
| + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | b + 2 |
| <hr/> | | | | | | | | | |
| | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

- O que está errado, então?
- Vamos fazer outra conta: $-1 + 2 \dots$ Que deveria resultar em $+1$, correto?

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|-----|-----|---|---|---|---|---|---|-----|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 b |
| | - | | | | | | | 1 |
| + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 b |
| | + | | | | | | | 2 |
| | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Sinal em Complemento a Um

- O que está errado, então?
- Vamos fazer outra conta: $-1 + 2$... Que deveria resultar em $+1$, correto?

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-------|-----|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | b - 1 |
| + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | b + 2 |
| <hr/> | | | | | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | b + 0 |



Sinal em Complemento a Um

- O que
- Vamo
deve

Por que ocorre?

Bit

1

+ 0 0 0 0 0 0 1 0 b

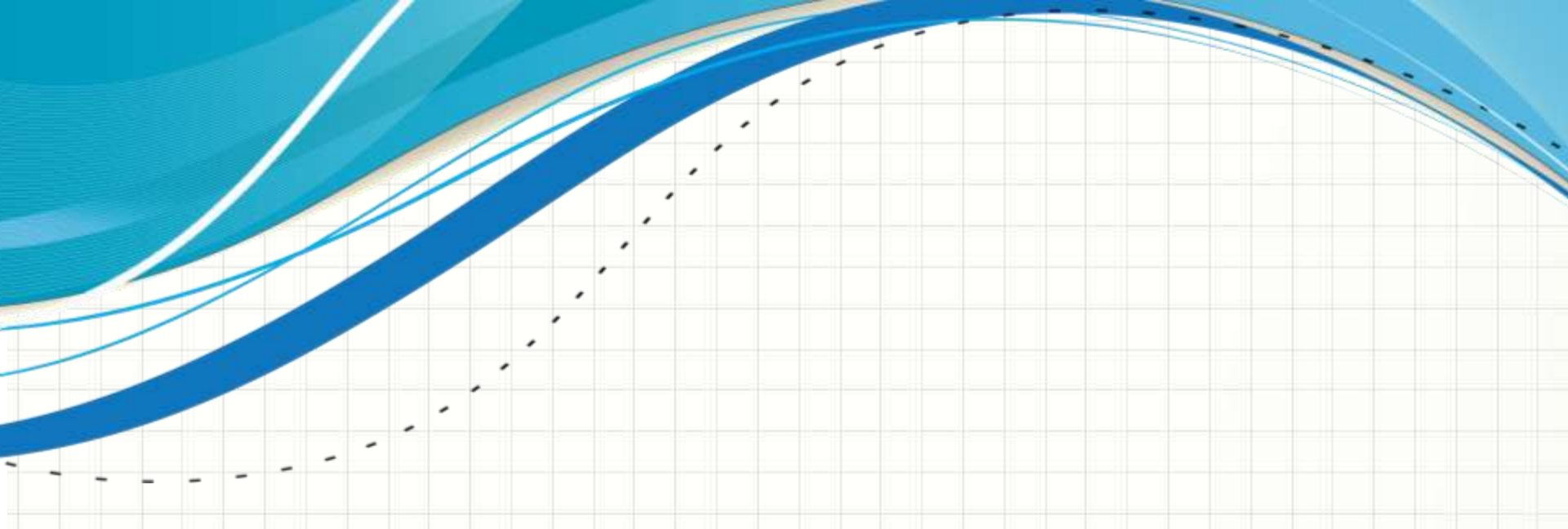
$$+ 2$$

0 0 0 0 0 0 0 0 b

 $+$ 0 

Sinal em Complemento a Um

- Ocorre porque há duas representações para o zero: -0 e +0
- $11111110b = -1$
- $11111110b + 1b = 11111111b = -0$
- $11111111b + 1b = 00000000b = +0$
- $00000000b + 1b = 00000001b = +1$
- Como resolver isso?



COMPLEMENTO A DOIS

Sinal em Complemento a Dois

- Antes de entender a última representação, vamos entender um detalhe sobre os computadores...
- Você sabia que os números são cíclicos?
- Por exemplo... No caso de 8 bits...
 - $1 + 255 = 0$
 - Experimente: `00000001b + 11111111b`
- Outro exemplo...
 - $2 + 254 = 0$
 - Experimente: `00000010b + 11111110b`

Sinal em Complemento a Dois

- Ora... se...
 - $1 + 255 = 0$
- Significa que...
 - $0 - 1 = 255$ (11111111b)
- E que...
 - $0 - 2 = 254$ (11111110b)
 - $0 - 3 = 253$ (11111101b)
 - $0 - 4 = 252$ (11111100b)
 - ...
 - $0 - 127 = 129$ (10000001b)
 - $0 - 128 = 128$ (10000000b)

**O que isso
significa?**

Sinal em Complemento a Dois

- Ora... se...
 - $1 + 255 = 0$
- Significa que...
 - $0 - 1 = 255$ (11111111b)
- E que...
 - $0 - 2 = 254$ (11111110b)
 - $0 - 3 = 253$ (11111101b)
 - $0 - 4 = 252$ (11111100b)
 - ...
 - $0 - 127 = 129$ (10000001b)
 - $0 - 128 = 128$ (10000000b)

O que isso
significa?

Em
8
bits

$$-1 = 255$$

$$-2 = 254$$

$$-3 = 253$$

$$-4 = 252$$

...

$$-127 = 129$$

$$-128 = 128$$

Sinal em Complemento a Dois

- Ou, de uma maneira mais “formal”
 - $-1 = 11111111b$
 - $-2 = 11111110b$
 - $-3 = 11111101b$
 - ...
 - $-127 = 10000001b$
 - $-128 = 10000000b$
 - $127 = 01111111b$
 - $126 = 01111110b$
 - ...
 - $1 = 00000001b$
 - $0 = 00000000b$

**Essa é uma nova
representação:
Complemento a
Dois**

Sinal em Complemento a Dois

- Complemento a dois é simples
- É feito com base no complemento a um
- Basicamente: cada 0 vira 1 e cada 1 vira 0
 - Ou seja: $0 \rightarrow 1$ e $1 \rightarrow 0$
- E depois soma-se 1 ao resultado final

Sinal em Complemento a Dois

- Exemplo... Se esse é o número +97:

| Bit | 7 (Sinal) | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Dígito Binário | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

- E este é o -97 em complemento a 1:

| Bit | 7 (Sinal) | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Dígito Binário | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

+1

Então este é o -97 em complemento a 2:

| Bit | 7 (Sinal) | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Dígito Binário | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Sinal em Complemento a Dois

- Para transformar de negativo para positivo, o processo é o contrário
- Primeiro subtrai-se 1
- E depois aplica-se o complemento... cada 0 vira 1 e cada 1 vira 0
 - Ou seja: $0 \rightarrow 1$ e $1 \rightarrow 0$

Sinal em Complemento de Dois

- Se esse é o -97 em complemento a 2:

| Bit | 7 (Sinal) | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Dígito Binário | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

- 1** • Então este é o -97 em complemento a 1:

| Bit | 7 (Sinal) | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Dígito Binário | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

- E este é o +97:

| Bit | 7 (Sinal) | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Dígito Binário | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Sinal em Complemento a Dois

- Como saber se é positivo ou negativo?
 - O bit 7 continua indicando o sinal!
- **ATENÇÃO!** Para saber a quantidade de um número negativo em complemento a dois é preciso convertê-lo para positivo!
- Agora, vamos verificar se aquelas contas passam a funcionar?!

Sinal em Complemento de Dois

- Imaginemos que temos o número -1 e somemos com 1 . Qual deve ser o resultado?
- Obviamente... Deve resultar em 0

[illegible]

Sinal em Complemento de Dois

- Imaginemos que temos o número -1 e somemos com 1. Qual deve ser o resultado?
- Obviamente... Deve resultar em 0

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-----|-----|---|---|---|---|-----|---|---|-------|
| | | | | | | 1 | 1 | | |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b - 1 |
| + | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | b + 1 |
| | | | | | | 0 0 | | | |

Sinal em Complemento de Dois

- Imaginemos que temos o número -1 e somemos com 1. Qual deve ser o resultado?
- Obviamente... Deve resultar em 0

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-----|-----|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| | | | | | 1 | 1 | 1 | | |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b - 1 |
| + | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | b + 1 |
| | | | | | | 0 | 0 | 0 | |

Sinal em Complemento de Dois

- Imaginemos que temos o número -1 e somemos com 1. Qual deve ser o resultado?
- Obviamente... Deve resultar em 0

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-----|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| + | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | b |
| | | | | | | | | | + |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Sinal em Complemento de Dois

- Imaginemos que temos o número -1 e somemos com 1. Qual deve ser o resultado?
- Obviamente... Deve resultar em 0

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-------|-----|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b - 1 |
| + | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | b + 1 |
| <hr/> | | | | | | | | | |
| | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Sinal em Complemento de Dois

- Imaginemos que temos o número -1 e somemos com 1 . Qual deve ser o resultado?
- Obviamente... Deve resultar em 0

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|-------|-----|---|---|---|---|---|---|-----|
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| - | | | | | | | | 1 |
| + | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 b |
| + | | | | | | | | 1 |
| <hr/> | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Sinal em Complemento de Dois

- Imaginemos que temos o número -1 e somemos com 1. Qual deve ser o resultado?
- Obviamente... Deve resultar em 0

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-------|-----|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b - 1 |
| + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | b + 1 |
| <hr/> | | | | | | | | | |
| | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Sinal em Complemento de Dois

- Imaginemos que temos o número -1 e somemos com 1 . Qual deve ser o resultado?
- Obviamente... Deve resultar em 0

[illegible]

Sinal em Complemento de Dois

- Vamos verificar a outra conta, então?
- Vejamos se o $-1 + 2$ resulta em $+1$, como seria o correto?

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | | | | |
|-----|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b | - | 1 | |
| + | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | b | + | 2 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 1 | | | |

- Vamos verificar a outra conta, então?
- Vejamos se o $-1 + 2$ resulta em $+1$, como seria o correto?

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-----|-----|---|---|---|---|---|---|-----|-----|
| | | | | | | 1 | | | |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b | - 1 |
| + | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 b | + 2 |
| | | | | | | | | | 0 1 |

Sinal em Complemento de Dois

- Vamos verificar a outra conta, então?
- Vejamos se o $-1 + 2$ resulta em $+1$, como seria o correto?

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-----|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 1 | 1 | | | |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | |

Sinal em Complemento de Dois

- Vamos verificar a outra conta, então?
- Vejamos se o $-1 + 2$ resulta em $+1$, como seria o correto?

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-----|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 1 | 1 | | | |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| | | | | | | | | | - |
| | | | | | | | | | |

Sinal em Complemento de Dois

- Vamos verificar a outra conta, então?
- Vejamos se o $-1 + 2$ resulta em $+1$, como seria o correto?

| Bit | +/- | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|-------|-----|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b - 1 |
| + | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | b + 2 |
| <hr/> | | | | | | | | | |
| | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |

- Vamos verificar a outra conta, então?
- Vejamos se o $-1 + 2$ resulta em $+1$, como seria o correto?

[illegible]

- [illegible]

[illegible]

Sinal em Complemento de Dois

- Vamos verificar a outra conta, então?
- Vejamos se o $-1 + 2$ resulta em $+1$. como seria o co

| Bit | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <hr/> | | | | | | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

Result: 00000000b (decimal 0)



CONCLUSÕES

Resumo

- Números inteiros, positivos e negativos, são representados na forma de ponto fixo
- A grande vantagem dos números de ponto fixo é a possibilidade de realizar somas e subtrações diretamente
- Para que as somas de números positivos e negativos tenham resultados corretos em sua faixa de validade, os números negativos devem ser representados em complemento de dois
- **TAREFA**
 - Lista 1!

Próxima Aula



- Só é possível representar inteiros e ponto fixo?
 - Como representar números com vírgula, com números de casas variáveis?



PERGUNTAS?



**BOM DESCANSO
A TODOS!**