Arquitetura e Organização de Computadores

Sistemas de Numeração: Representação em Ponto Fixo

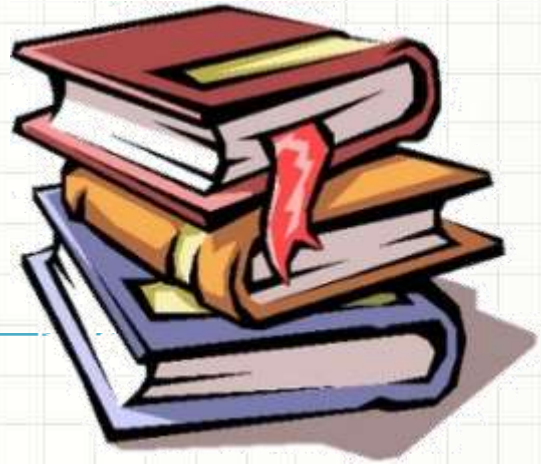
Prof. Dr. Daniel Caetano

2012 - 1

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/aulas/aoc/ (Aula 4)
Apresentação	http://www.caetano.eng.br/aulas/aoc/ (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

- $11011001 = 1*2^7 + 1*2^6 + 0*2^5 + 1*2^4 +$
  $+ 1*2^3 + 1*2^2 + 0*2^1 + 1*2^0 = 217$
- 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}

- $1101,1001 = 1*2^3 + 1*2^2 + 0*2^1 + 1*2^0 +$

  $+ 1*2^{-1} + 1*2^{-2} + 0*2^{-3} + 1*2^{-4} = 13,5625$

- 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
  - Som[illegible] sub[illegible]ações [illegible]em ser[illegible]tas dire[illegible]te[illegible]asa a[illegible]as[illegible]da f[illegible]na usu[illegible]
  - “Vír[illegible]la [illegible]ixo [illegible]a”

NÃO

- Inteiros = ponto fixo à direita do bit 0
- Em geral, computadores só usam ponto fixo em inteiros
- Só existem inteiros positivos?

Representação de Sinal

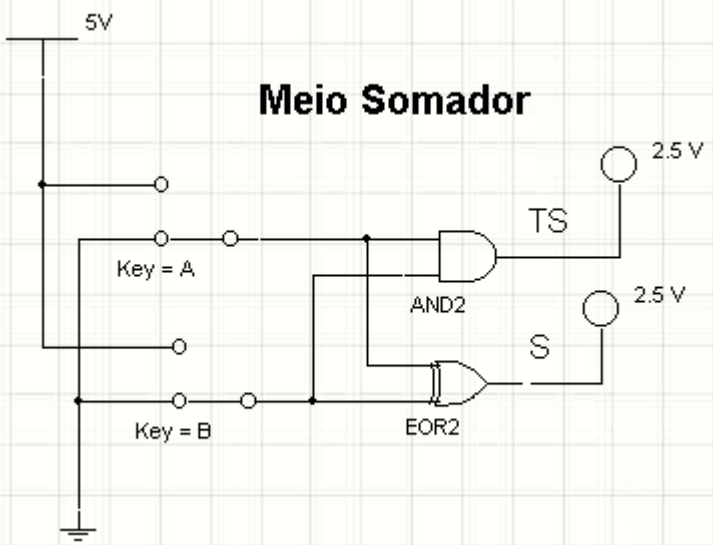
Representação de Sinal

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

S = A ***XOR*** B

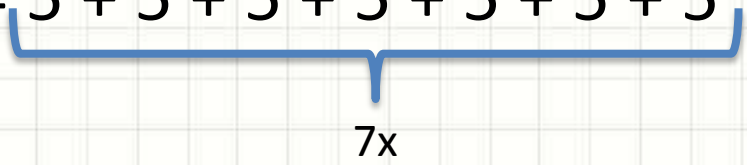
TS = A ***AND*** B

A		B	Saída	"Vai Um"
0	+	0	0	0
0	+	1	1	0
1	+	0	1	0
1	+	1	0	1

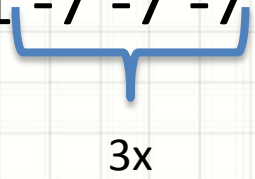


Representação de Sinal

- Uma multiplicação é um conjunto de somas
  - 7 x 5 = 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5



- Uma divisão é um conjunto de subtrações
  - 21/7 = 21 -7 -7 -7 = 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 x 5 = 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5
- Uma divi ões
  - 21/7 = 2
- Mas como fazer uma subtr com uma soma?
- Simples: A – B = A + (-B)

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

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

- Comecemos 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...

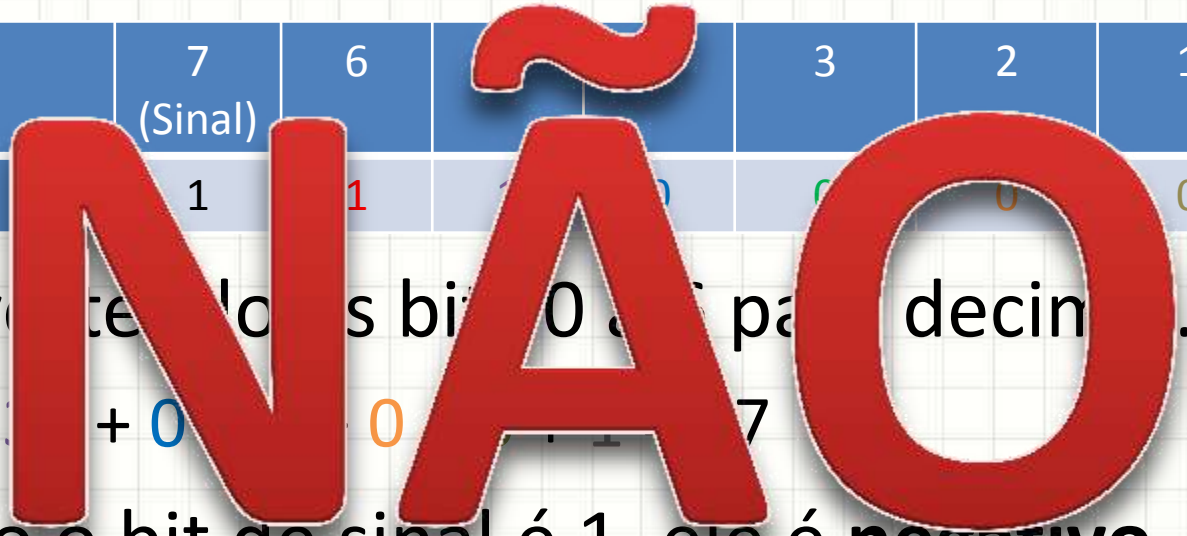
  64 + 32 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 = 97

- 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			3	2	1	0
Dígito Binário	1	1				0	0	1



- Conv[illegible]te [illegible]lo[illegible]s bi[illegible]0 [illegible]pa[illegible] decim[illegible]...

  64 + [illegible] + 0 [illegible] 0 [illegible] 7

- 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	0	1	b
+	0	0	0	0	0	0	0	1	b

-	1	
+	1	

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
+	0	0	0	0	0	0	0	1	b
								0	

	-	1
+	+	1

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
+	0	0	0	0	0	0	0	1	b
							1	0	

-	1	
+	1	

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
+	0	0	0	0	0	0	0	1	b
		0	0	0	0	0	1	0	

-	1
+	1

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
+	0	0	0	0	0	0	0	1	b
	1	0	0	0	0	0	1	0	b

-	1
+	1

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	0	0	0	0	0	1	0	b - 2

Representação de Sinal

- Imag
  som
- Obvi

e
ultado?

Não funciona... Como Resolver?

Bit									
	1	0	0	0	0	0	0	1 b	-1
+	0	0	0	0	0	0	0	1 b	+ 1
	1	0	0	0	0	0	1	0 b	- 2

Complemento a Um

Sinal em Complemento a Um

- Para resolver o problema de soma anteriormente apresentado, foi proposto o esquema de representação de sinal em complemento a um
- **Quê?**
- Calma, é simples...
- Complemento a um, em números binários, é "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 (Sinal)	6	[illegible]	[illegible]	3	2	1	0
Dígito Binário	0	1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0	0	1

- Este s[illegible]ra [illegible]n[illegible]mer[illegible] 97

Bit	[illegible] (Sina[illegible]	6	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2	1	0
Dígito Binário	1	0	0	1	1	1	1	0

NÃO

- 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	1	0 b
+		0	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	1	0	b
+	0	0	0	0	0	0	0	1	b
								1	

	-	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
+		0	0	0	0	0	0	1	b
		1	1	1	1	1	1	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

"OK"!

Bit	+/-	6		4	3		1	
		1	1	1	1	1	1	0 b
+		0	0	0	0	0	0	1 b
		1	1	1	1	1	1	1 b

- 1
+ 1
- 0

Sinal em Complemento a Um

- Isso é perfeito...?
- 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	0	b
	+	0	0	0	0	0	1	0	b

-	1
+	2

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
+	0	0	0	0	0	0	1	0	b
								0	

	-	1
+	+	2

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
+	0	0	0	0	0	0	1	0	b
							0	0	

	-	1
+	+	2

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
+	0	0	0	0	0	0	1	0	b
						0	0	0	

-	1	
+	2	

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	0	1	0	b + 2
					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	0	b - 1
+	0	0	0	0	0	0	1	0	b + 2
				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	0	b
+	0	0	0	0	0	0	1	0	b
		0	0	0	0	0	0		

	-	1
	+	2

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
+	0	0	0	0	0	0	1	0	b
		0	0	0	0	0	0	0	

	-	1
	+	2

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	1	0	b	+ 2
	0	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?

OPS!

Acabaramos bits!

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

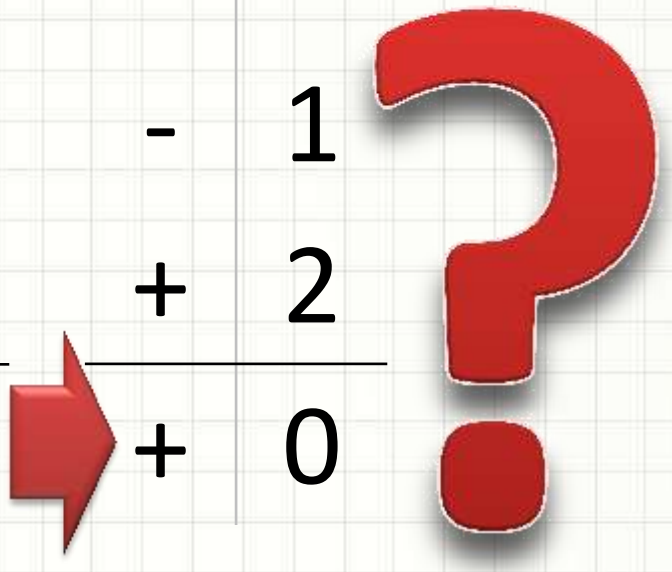
-	1	
+	2	

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
+	0	0	0	0	0	0	1	0	b
	0	0	0	0	0	0	0	0	b

	-	1
+	+	2
	+	0



Sinal em Complemento a Um

- O que
- Vam
  deve

Por que ocorre?

Bit	
1	1

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
- 1111110b = -1
- 1111110b + 1b = 1111111b = -0
- 1111111b + 1b = 0000000b = +0
- 0000000b + 1b = 0000001b = +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?

– 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

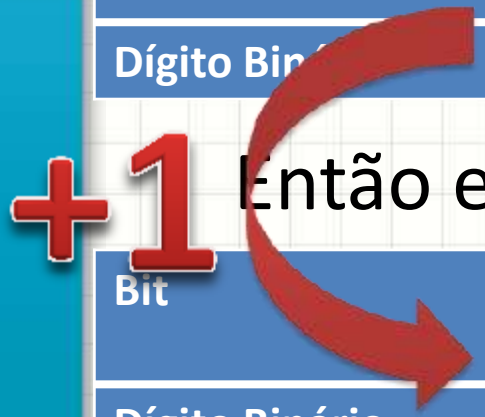
Sinal em Complemento a Dois

- 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 Bin	1	0	0	1	1	1	1	0



- 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

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

-	1
+	1

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
+	0	0	0	0	0	0	0	1	b
								0	

	-	1	
+	1		

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	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	1	b - 1
+	0	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	1	b
+	0	0	0	0	0	0	0	1	b
					0	0	0	0	

	-	1	
+	1		

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	b
+	0	0	0	0	0	0	0	1	b
				0	0	0	0	0	

	-	1	
+		1	

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	b - 1
+	0	0	0	0	0	0	0	1	b + 1
			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
		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

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	1	b	+ 1
	0	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

OPS!

Acabaram os bits!

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

Sinal em Complemento de Dois

Verifique!

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

OK!

Bit	+/-	6		4	3				
1	1	1		1	1		1		
	1	1	1	1	1	1	1	1	b
+	0	0	0	0	0	0	0	1	b
	0	0	0	0	0	0	0	0	b

-	1
+	1
	0

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
	+	0	0	0	0	0	0	1	0 b

	-	1
	+	2

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
	+	0	0	0	0	0	0	1	0 b
								1	

-	1
+	2

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
+	0	0	0	0	0	0	1	0	b
							0	1	

	-	1
+	+	2

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
+	0	0	0	0	0	0	1	0	b
						0	0	1	

	-	1
+	+	2

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
+	0	0	0	0	0	0	1	0	b
					0	0	0	1	

	-	1
+	+	2

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
+	0	0	0	0	0	0	1	0	b
				0	0	0	0	1	

	-	1
+	+	2

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	1	1	b
+	0	0	0	0	0	0	1	0	b
		0	0	0	0	0	0	1	

- 1 + 2

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	1	1	1	b
+	0	0	0	0	0	0	1	0	b
		0	0	0	0	0	0	1	

	-	1
	+	2

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	1	1	1	b	- 1
+	0	0	0	0	0	1	0	b	+ 2
	0	0	0	0	0	0	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

OPS!

Acabaram os bits!

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

-	1	
+	2	

Sinal em Complemento de Dois

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

Bit	+/-	6	4	3	
1	1	1	1	1	

OK!

	1	1	1	1	1	1	1	1	b	- 1
+	0	0	0	0	0	0	1	0	b	+ 2
	0	0	0	0	0	0	0	1	b	+ 1

Sinal em Complemento de Dois

- Esta representação só não serve se:
  - O resultado da conta é superior a 127
  - O resultado da conta é inferior a -128
- Mas isso é esperado...
- Com número inteiros positivos, a representação também não serve nos extremos:
  - O resultado da conta é superior a 255
  - O resultado da conta é inferior a 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!