



ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES

SISTEMAS DE NUMERAÇÃO: REPRESENTAÇÃO EM PONTO FIXO

Prof. Dr. Daniel Caetano

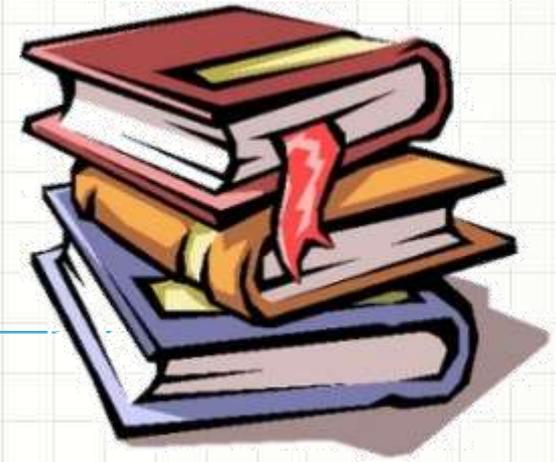
2012 - 2

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

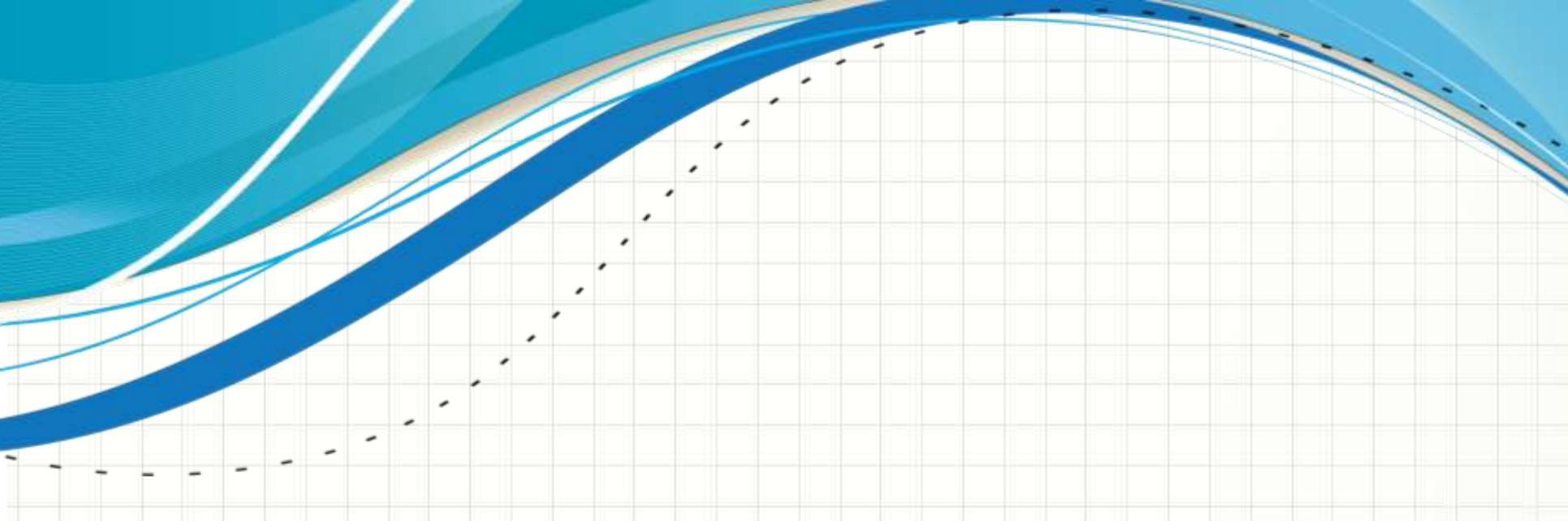
<http://www.caetano.eng.br/>
(Aula 4)

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

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

- $1101,1001 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 0 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4} = 13,5625$
- 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}

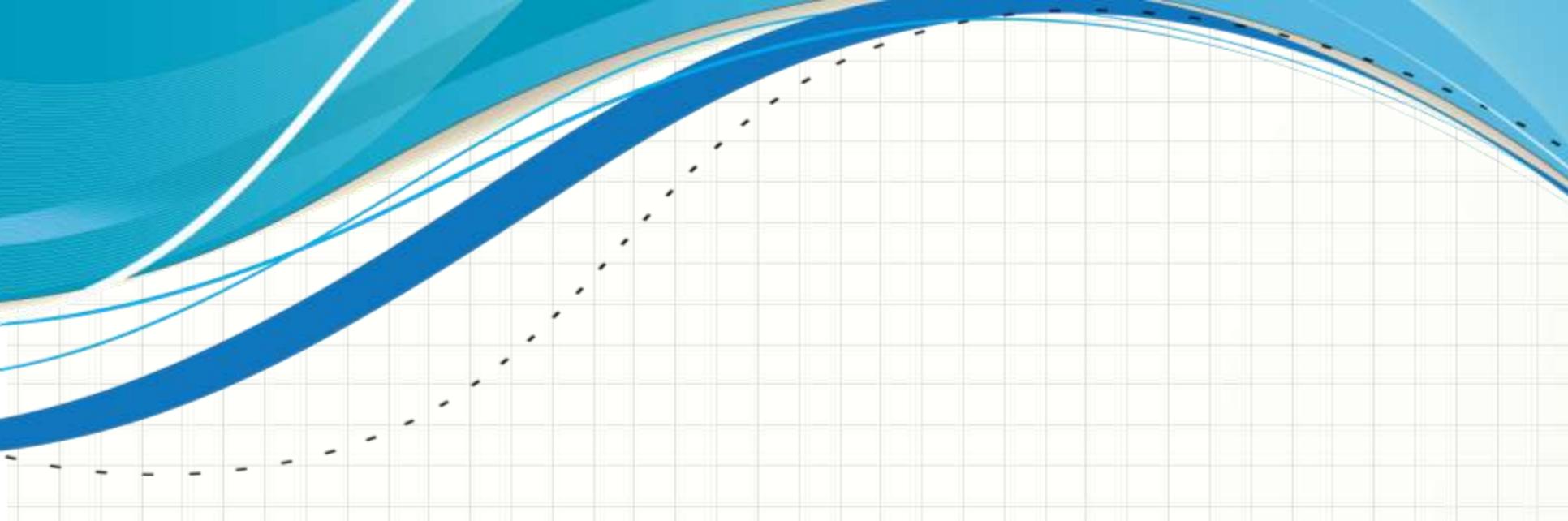
Notação em Ponto Fixo

- 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
 - Algumas subtrações em séries de bits
direta mente para a esquerda da forma usu
 - “Vírgula fixa”
- Inteiros = ponto fixo à direita do bit 0
- Em geral, computadores só usam ponto fixo em inteiros
- Só existem inteiros positivos?

NÃO



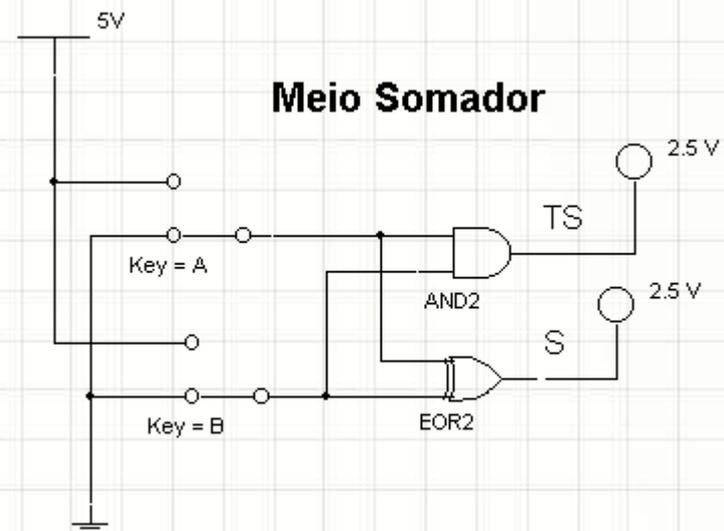
REPRESENTAÇÃO DE SINAL

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	+	1	0
1	+	1	0
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

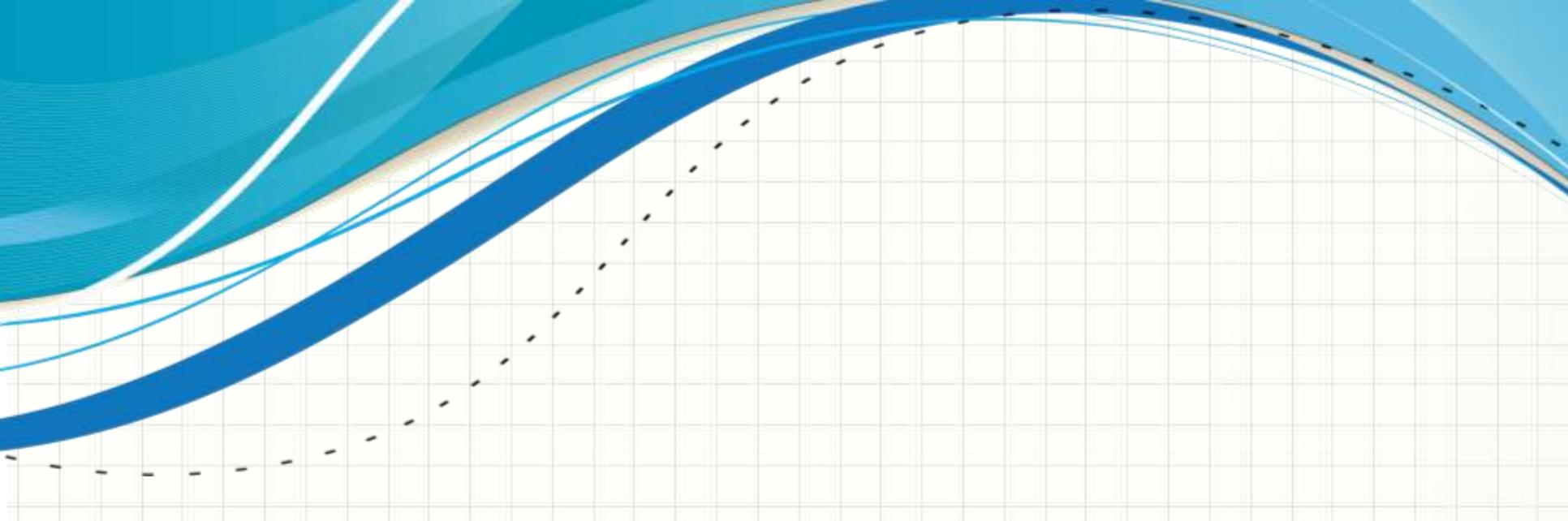
- Mas o que é um número negativo?

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

- 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	0	0	0	1

- Converter todos bits 0 para decimais...
 $64 + 32 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1$
- 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	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

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

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



Representação de Sinal

- Imaginemos que queremos somar dois números e obter um resultado?
- Obviamente, se os números são positivos, a soma é positiva. Mas e se um dos números for negativo?

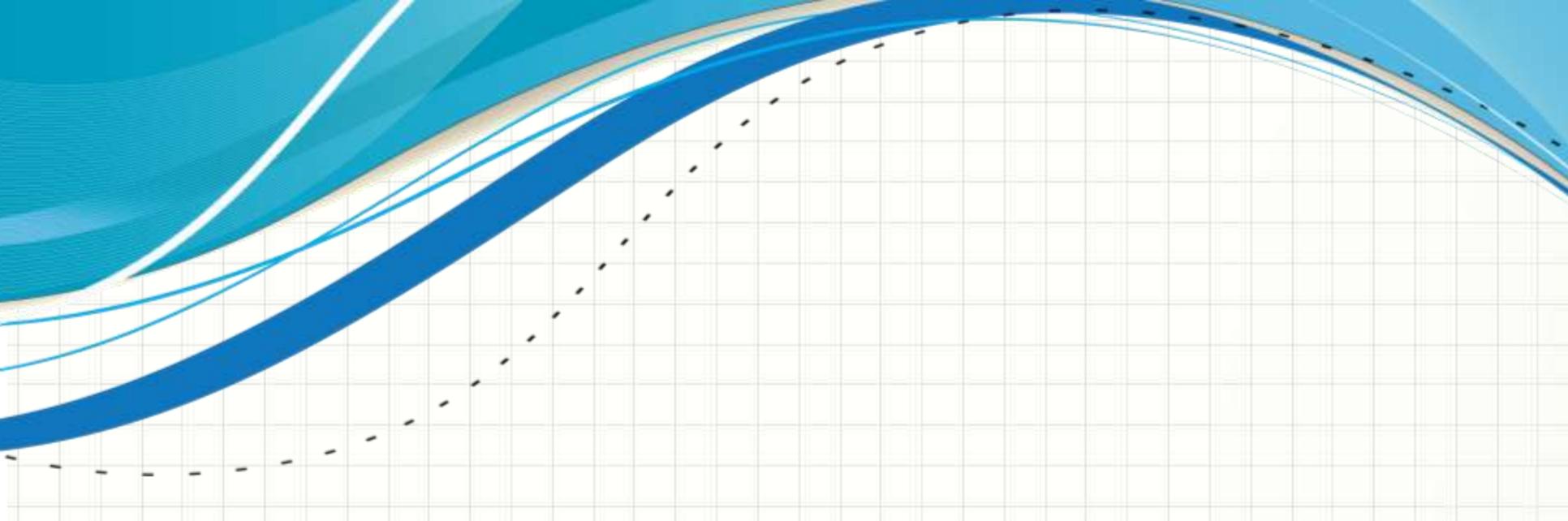
Bit

**Não funciona...
Como
Resolver?**

	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	-	2







COMPLEMENTO A UM

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	6	5	4	3	2	1	0
	(Sinal)							
Dígito Binário	0	1	1	0	0	0	0	1

- Este será 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

- 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
<hr/>											

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
<hr/>											
								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	1	b	+	1
<hr/>											
		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?

“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

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

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

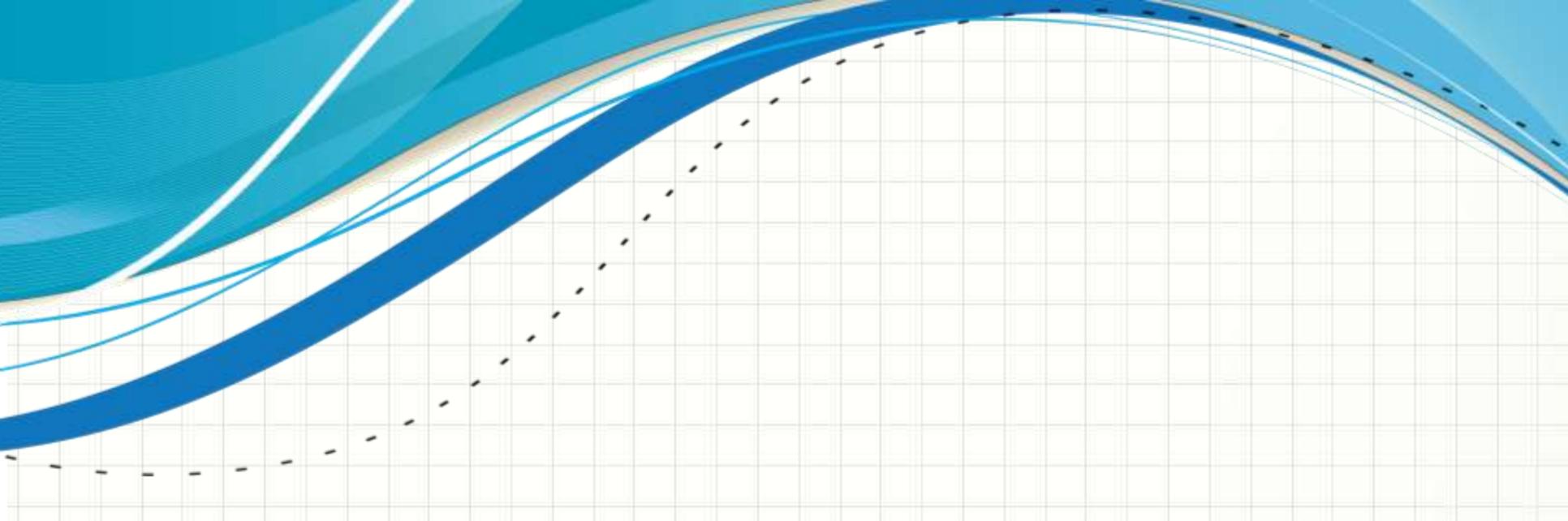
Bit	+/-	6	5	4	3	2	1	0	
1	1	1	1	1	1	1			
		1	1	1	1	1	1	0	b - 1
+		0	0	0	0	0	1	0	b + 2
<hr/>									
		0	0	0	0	0	0	0	b + 0



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

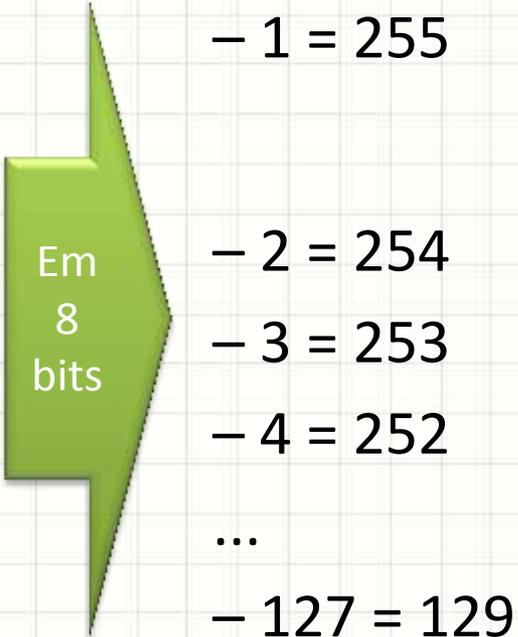
- Ora... se...
 - $1 + 255 = 0$
- Significa que...
 - $0 - 1 = 255$ (11111111b)
- E que...
 - $0 - 2 = 254$ (11111110b)
 - $0 - 3 = 253$ (11111101b)
 - $0 - 4 = 252$ (11111100b)
 - ...
 - $0 - 127 = 129$ (10000001b)
 - $0 - 128 = 128$ (10000000b)

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?



- $- 1 = 255$
- $- 2 = 254$
- $- 3 = 253$
- $- 4 = 252$
- ...
- $- 127 = 129$
- $- 128 = 128$

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

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

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
<hr/>											
							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
<hr/>											
				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

Verifique!

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

OK!

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

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

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	1	0	b	+	2
<hr/>											
					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?

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			

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	0	1	0	b	+	2
<hr/>											
		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?

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

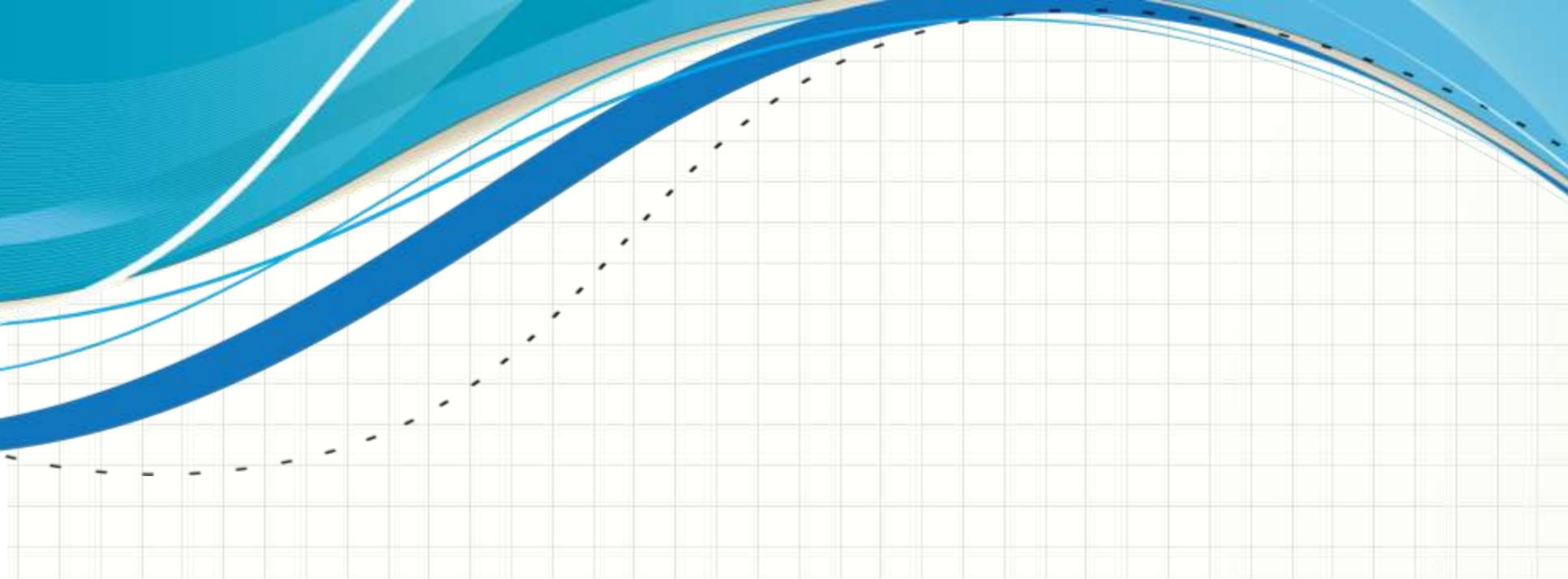
Sinal em Complemento de Dois

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

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

➔

OK!



CONCLUSÕES

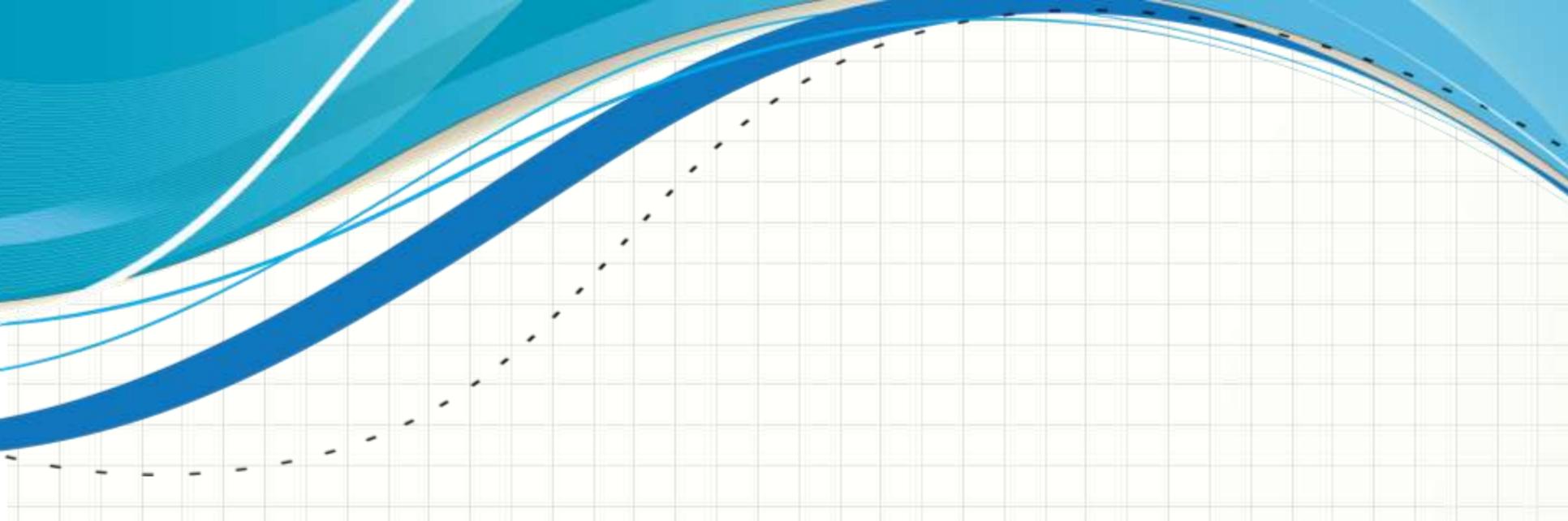
Resumo

- 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!

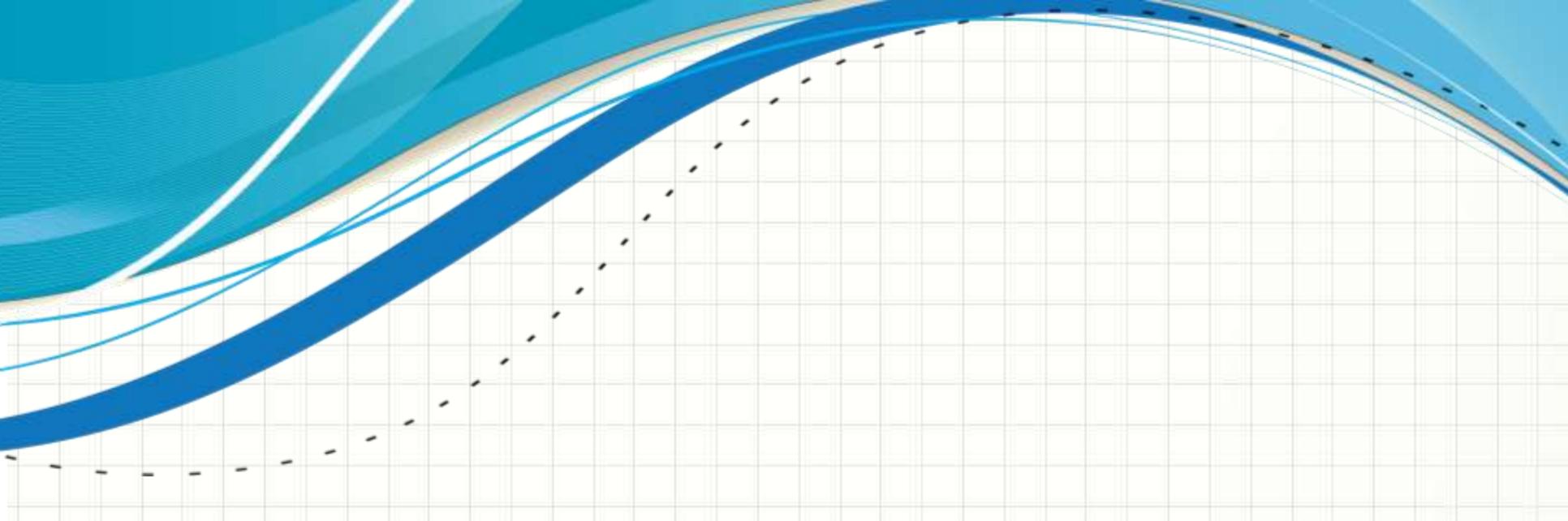
Próxima Aula



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



PERGUNTAS?



**BOM DESCANSO
A TODOS!**