



Física Computacional

Representações
Numéricas:
Decimal e binário

Lucas Stori de Lara

Ponta Grossa, 02/2020

Números Binários com Sinal

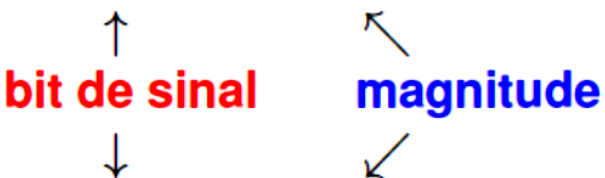
- **Número com sinal:**
 - Pode ser positivo ou negativo
- **Formas de representação de números binários com sinal:**
 - Sinal-magnitude
 - Complemento a 1
 - Complemento a 2 $\Leftarrow$ **preferível**

Sinal-magnitude

- **Representação:**

- Bit mais a esquerda: **bit de sinal**
 - Representa se número é positivo ou negativo:
 - Bit de sinal 0 $\Rightarrow$ positivo
 - Bit de sinal 1 $\Rightarrow$ negativo
- Demais bits: representam valor absoluto do número (**magnitude**)

- **Exemplo:** Números de **8 bits**

- $25_{10} = 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1_2$


- $-25_{10} = 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1_2$

- **Observação:**

- Sinal e magnitude representados separados $\Rightarrow$
Não adequado para realização de operações aritméticas

Complemento a 1

- **Representação:**

- Número negativo:
 - Representado pelo complemento a 1 do número positivo correspondente
- Bit mais a esquerda: **bit de sinal**

- **Exemplo:** Números de **8 bits**

- $25_{10} = 00011001_2$

↑
bit de sinal



- $-25_{10} = 11100110_2 \leftarrow \text{complemento a 1 de } 25_{10}$

- **Observações:**

- Sinal e magnitude **não** são representados separados
- 2 representações para 0_{10} : 00000000 e 11111111 $\Rightarrow$
Não adequado para realização de operações aritméticas

Complemento a 2

- **Representação:**

- Número negativo:
 - Representado pelo complemento a 2 do número positivo correspondente
- Bit mais a esquerda: **bit de sinal**

- **Exemplo:** Números de **8 bits**

- $25_{10} = 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1_2$

↑
bit de sinal
↓

- $-25_{10} = 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1_2 \quad \Leftarrow \text{complemento a 2 de } 25_{10}$

- **Observações:**

- Sinal e magnitude **não** são representados separados
- Adequado para realização de operações aritméticas $\Rightarrow$
Forma utilizada nos computadores
- Complemento a 2 de um número A de n bits $= 2^n - A$
- $\text{complemento}_2(\text{complemento}_2(A)) = A$

Exemplo: Complemento a 2

- Número de 4 bits:

$$0_{10} = 0000_2$$

$$\text{Complemento a 2 de } 0000_2 =$$

$$+1_{10} = 0001_2$$

$$\text{Complemento a 2 de } 0001_2 =$$

$$-1_{10} = 1111_2$$

$$\text{Complemento a 2 de } 1111_2 =$$

Contagem em Binário sem e com Sinal: Números de 2 bits

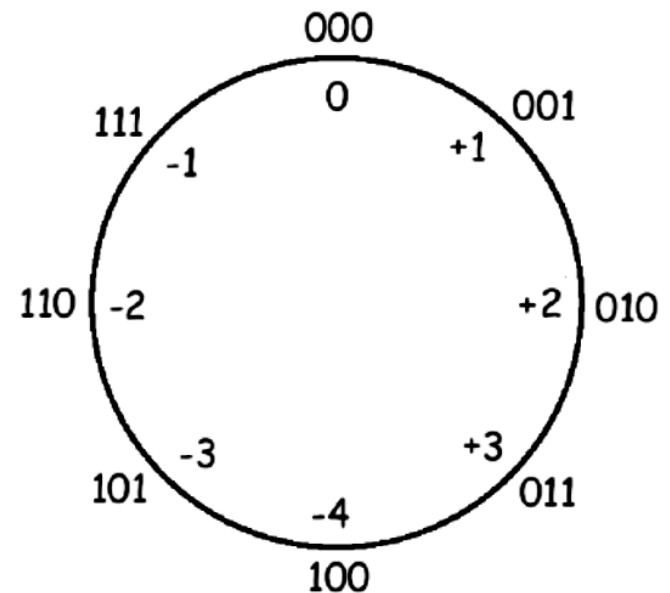
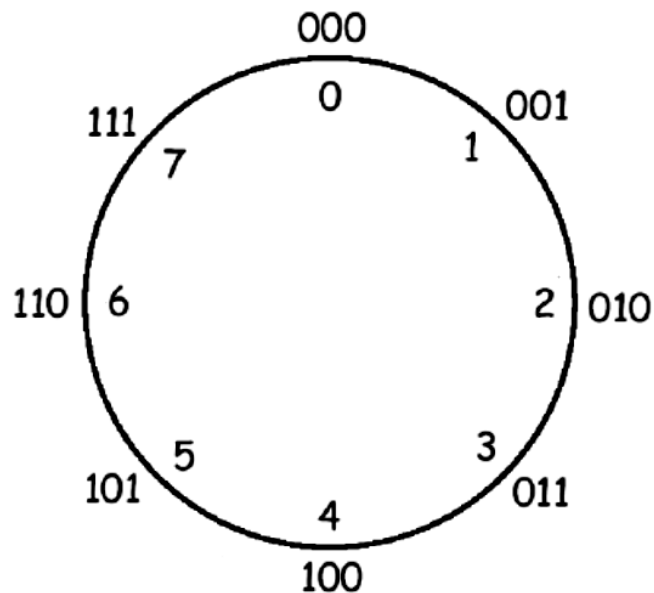
Decimal	Binário sem sinal
0	0 0
1	0 1
2	1 0
3	1 1

Decimal	Binário com sinal
-2	1 0
-1	1 1
0	0 0
+1	0 1

Contagem em Binário sem e com Sinal: Números de 3 bits

Decimal	Binário sem sinal		
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

Decimal	Binário com sinal		
-4	1	0	0
-3	1	0	1
-2	1	1	0
-1	1	1	1
0	0	0	0
+1	0	0	1
+2	0	1	0
+3	0	1	1

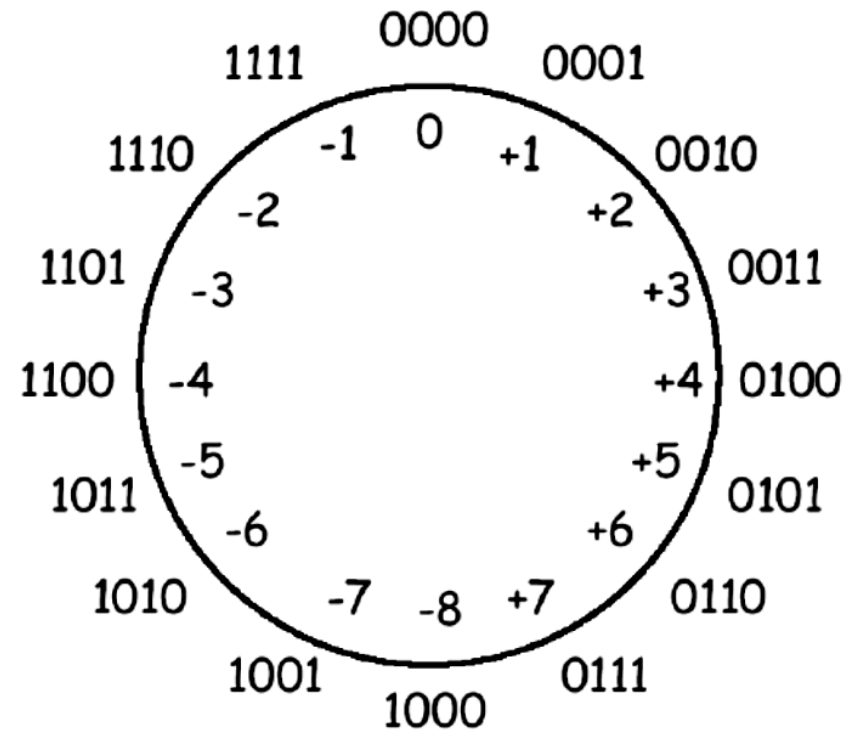
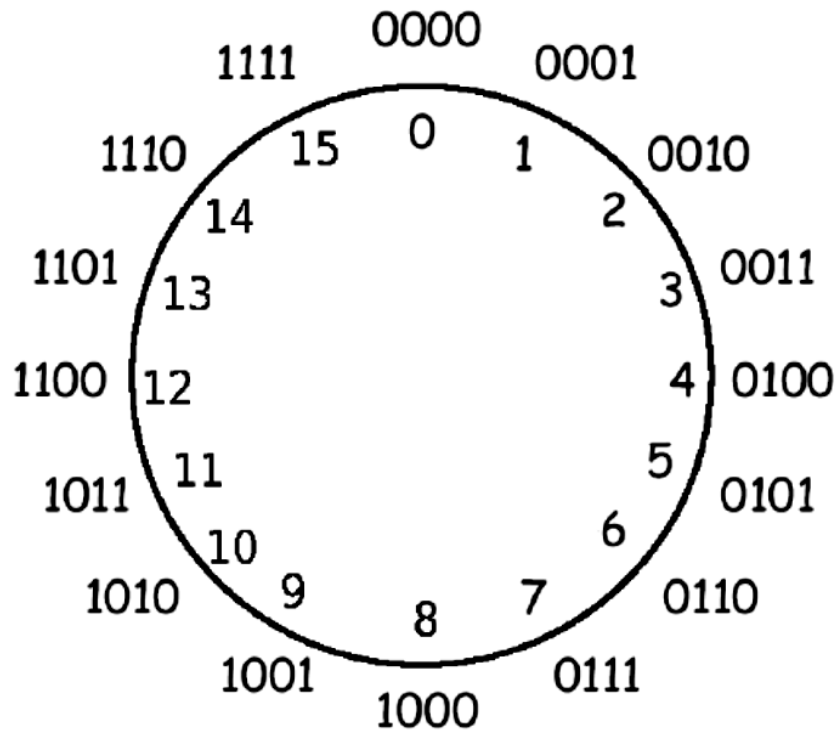


Contagem em Binário sem e com Sinal: Números de 4 bits

Decimal	Binário sem sinal			
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

Decimal	Binário com sinal			
-8	1	0	0	0
-7	1	0	0	1
-6	1	0	1	0
-5	1	0	1	1
-4	1	1	0	0
-3	1	1	0	1
-2	1	1	1	0
-1	1	1	1	1
0	0	0	0	0
+1	0	0	0	1
+2	0	0	1	0
+3	0	0	1	1
+4	0	1	0	0
+5	0	1	0	1
+6	0	1	1	0
+7	0	1	1	1

Contagem em Binário sem e com Sinal: Números de 4 bits



Conversão de Número Binário com Sinal para Decimal

- Bit de sinal tem **peso negativo**
- **Exemplos:** Números de **8 bits**

$$0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0_2 =$$

$$= (0 \times (-2^7)) + (1 \times 2^6) + (1 \times 2^4) + (1 \times 2^2) + (1 \times 2^1)$$

$$= (0 \times (-128)) + (1 \times 64) + (1 \times 16) + (1 \times 4) + (1 \times 2)$$

$$= 0 + 64 + 16 + 4 + 2 = +86_{10}$$

$$1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0_2 =$$

$$= (1 \times (-2^7)) + (0 \times 2^6) + (1 \times 2^5) + (1 \times 2^3) + (1 \times 2^1)$$

$$= (1 \times (-128)) + (1 \times 32) + (1 \times 8) + (1 \times 2)$$

$$= -128 + 32 + 8 + 2 = -86_{10}$$

Conversão de Número Binário com Sinal para Decimal

- **Exemplo:** Números de 8 bits

1 1 0 1 0 1 1 1₂

Adição de Números Binários com Sinal

- Realizada da mesma forma que adição de números sem sinal
- **Exemplo:** Números de **8 bits**
 - **Caso 1:** Ambas parcelas positivas $\Rightarrow$ Soma positiva

$$\begin{array}{rcccccccc} & & & & \underline{1} & & & & \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ + & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 7 \\ + 4 \\ \hline 11 \end{array}$$

Adição de Números Binários com Sinal

- **Exemplo:** Números de 8 bits
 - **Caso 2:** Parcela positiva com valor absoluto maior que parcela negativa
⇒ Soma positiva

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

$$\begin{array}{r} 15 \\ + -6 \\ \hline 9 \end{array}$$

Descarta carry mais a esquerda

Adição de Números Binários com Sinal

- **Overflow** (transbordo):
 - Ocorre quando resultado da operação aritmética não pode ser representado nos bits da palavra
- **Atenção:** Overflow $\neq$ Carry no bit mais significativo
- **Na adição, overflow ocorre quando:**
 - Ambas parcelas positivas e soma fica negativa
 - Ambas parcelas negativas e soma fica positiva
- **Exemplo:** Números de **4 bits** com sinal

$$\begin{array}{rcccc} & \underline{1} & \underline{1} & & \\ & 0 & 1 & 1 & 0 \\ + & 0 & 0 & 1 & 1 \\ \hline & \mathbf{1} & 0 & 0 & 1 \end{array} \quad \leftarrow -7$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ + 3 \\ \hline 9 \end{array}$$

Subtração de Números Binários com Sinal

- **Exemplo:**

- $(+9) - (+6) = (+9) + (-6)$

- **Ideia:**

- Realizar subtração através da adição
 - Obtém complemento a 2 do segundo operando e soma

- **Exemplo:** Números de **8 bits**

$$(+8) - (+3) = (+8) + (-3) = 5$$

$$0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1 = +3$$

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

$$1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1 = -3$$

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

Descarta carry mais a esquerda

Subtração de Números Binários com Sinal

- **Exemplo:** Números de 8 bits

$$(+12) - (-9) =$$

$$(-25) - (+19) =$$

$$(-120) - (-30) =$$