

CST Análise e Desenvolvimento de Sistemas

AOC786201 - Fundamentos de Arquitetura e Organização de Computadores

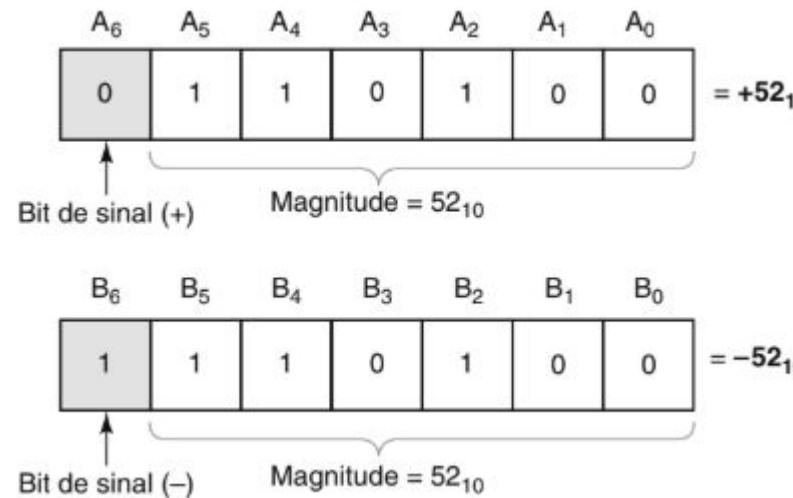
Representação de numerais com sinal

Representação de numerais negativos nos sistemas digitais

- Como nos sistemas digitais tudo se resume a 0's e 1's, mesmo o sinal, que representa o número negativo, precisa ser representado com 0's e 1's.
- A forma mais utilizada para representar números negativos é através da notação de complemento de 2, mas antes de ver esta, vamos estudar outras formas.

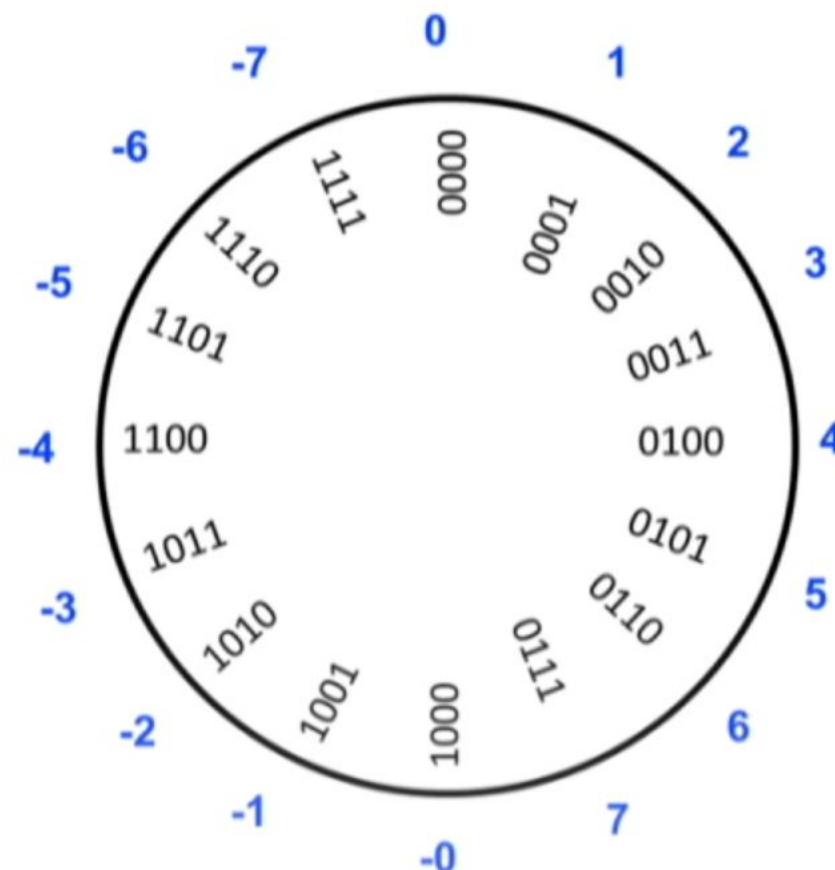
Representação sinal-magnitude

- Nesta representação o numeral negativo é idêntico ao positivo, variando apenas o algarismo mais à esquerda que representa o sinal, quando for 0 (zero) o numeral é positivo e quando for 1 (um) é negativo.
- Exemplo de um numeral de 7 bits:



Representação sinal - magnitude

- Essa representação é muitas vezes mais intuitiva, porém traz o problema de que existem 2 zeros, um positivo ($+0 = 0000_2$) e outro negativo ($-0 = 1000_2$).
- Outra questão é que a construção de circuitos para operações matemáticas entre numerais representados em sinal-magnitude são mais complexas do que em complemento de 2.



Representação complemento de 9

- Para entender o complemento de 2, vamos primeiro ver como funciona o complemento de 9 e o complemento de 10, pois estas representações são para o sistema decimal, o qual estamos mais familiarizados
- Em complemento de 9 vamos utilizar o dígito mais significativo para representar o sinal, ele será “0” quando o numeral é positivo e “9” quando o numeral é negativo.

Representação complemento de 9

- Para cada dígito temos um correspondente em complemento de 9, conforme tabela.

Dígito	Complemento de 9
0	9
1	8
2	7
3	6
4	5

Dígito	Complemento de 9
5	4
6	3
7	2
8	1
9	0

Exemplos:

- O complemento de 9 de 0253 é 9746
- O complemento de 9 de 0819 é 9180

Aritmética com complemento de 9

Exemplo 1:

Sabemos que
 $1100 - 16$ é 1084.

$$\begin{array}{r} 1100 \\ - 16 \\ \hline 1084 \end{array}$$

Também sabemos
que
 $A - B = A + (-B)$

Para fazer esta operação em
complemento de 9, vamos obter a
representação negativa de 16 que
pode ser obtida pelo complemento de
cada algarismo

$$1 \rightarrow 8 \text{ e } 6 \rightarrow 3$$

ou seja:

$$-16 = 9983$$

$$\begin{array}{r} 1100 \\ + 9983 \\ \hline (1) 1083 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 1 \\ 1084 \end{array}$$

Como sobrou 1,
devemos somá-lo

Aritmética com complemento de 9

Exemplo 2:

Sabemos que
 $900 - 1100$ é -200 .

$$\begin{array}{r} 900 \\ - 1100 \\ \hline -200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \rightarrow 8 \text{ e } 0 \rightarrow 9 & 00900 \\ + & \underline{98899} \\ \hline & 99799 \\ \text{ou seja:} & \\ -1100 = 98899 & \end{array}$$

Não sobrou 1, portanto esta é a resposta e 99799 é um número negativo que aplicando a operação de complemento, obtém-se 200 sendo negativo (já que é $99799 = -200$).

Representação complemento de 10

O complemento de 10 é similar ao complemento de 9, porém deve-se acrescentar ao complemento de 9 o valor 1 (+1).

Exemplos:

- O complemento de 9 de 0253 é 9746,
o complemento de 10 é 9747
- O complemento de 9 de 0819 é 9180
o complemento de 10 é 9181

Aritmética com complemento de 10

Exemplo 1:

Sabemos que
 $1100 - 16$ é 1084.

$$\begin{array}{r} 1100 \\ - 16 \\ \hline 1084 \end{array}$$

Também sabemos
que
 $A - B = A + (-B)$

Para fazer esta operação em
complemento de 10, vamos obter a
representação negativa de 16 que
pode ser obtida pelo complemento de
cada algarismo + 1

$$1 \rightarrow 8 \text{ e } 6 \rightarrow 3$$

ou seja:

$$\begin{aligned} -16 &= 9983+1 \\ &= 9984 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 1100 \\ + 9984 \\ \hline (1) 1084 \end{array}$$

Caso sobre 1, basta desprezá-lo

Aritmética com complemento de 10

Exemplo 2:

Sabemos que
 $900 - 1100$ é -200 .

$$\begin{array}{r} 900 \\ - 1100 \\ \hline -200 \end{array}$$

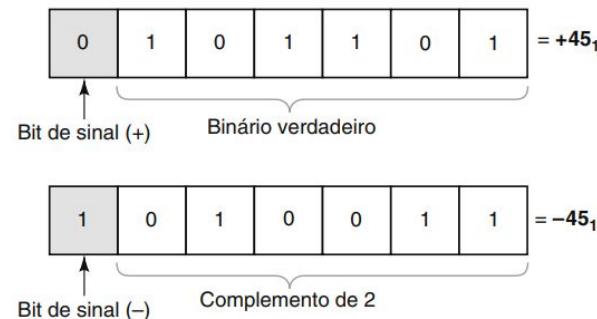
$$\begin{array}{r} 1 \rightarrow 8 \text{ e } 0 \rightarrow 9 & 00900 \\ + \underline{98900} & 99800 \\ \hline & \end{array}$$

ou seja:
 $-1100 = 98899+1$
98900

O resultado precisa ser convertido complemento de 10. ou seja, o complemento de 10 de 99800 é $00199 + 1 = 200$

Representação complemento de 1

- O complemento de 2 é muito utilizado para representação de numerais com sinal
 - Quando um numeral é positivo, o bit mais a esquerda é 0 (zero)
 - Quando um numeral é negativo, o bit mais a esquerda é 1 (um)



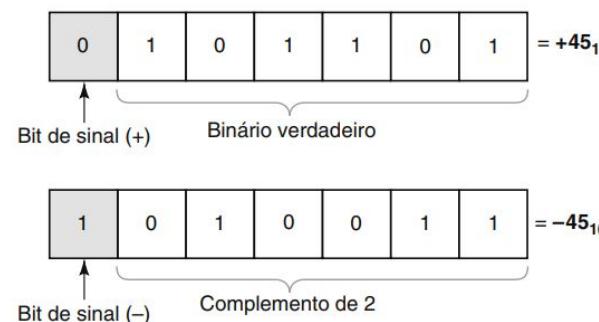
Representação complemento de 1

- Exemplo de cálculo e representação:

$$\begin{array}{r} +9 = 01001 \\ \quad\quad\quad 10110 \quad (\text{complemento de 1 de cada bit, incluindo o bit de sinal}) \\ + \quad\quad\quad 1 \quad (\text{soma-se 1 ao LSB}) \\ \hline -9 = 10111 \quad (\text{representação de } -9 \text{ em complemento de 2}) \end{array}$$

Circuitos Aritméticos: sistema de complemento de 2

- O complemento de 2 é muito utilizado para representação de numerais com sinal
 - Quando um numeral é positivo, o bit mais a esquerda é 0 (zero)
 - Quando um numeral é negativo, o bit mais a esquerda é 1 (um)



Circuitos Aritméticos: sistema de complemento de 2

- Exemplo de cálculo e representação:

$$\begin{array}{r} +9 = 01001 \\ 10110 \\ + \quad 1 \\ \hline -9 = 10111 \end{array}$$

(complemento de 1 de cada bit, incluindo o bit de sinal)
(soma-se 1 ao LSB)
(representação de -9 em complemento de 2)

Circuitos Aritméticos: sistema de complemento de 2

Valor decimal	Binário com sinal usando complemento de 2
$+7 = 2^3 - 1$	0111
+6	0110
+5	0101
+4	0100
+3	0011
+2	0010
+1	0001
0	0000
-1	1111
-2	1110
-3	1101
-4	1100
-5	1011
-6	1010
-7	1001
$-8 = -2^3$	1000

