

Sistemas Digitais / Sistemas Digitais I

6 – Representação de números com sinal

- Os números têm valores negativos e positivos. Como representar essa informação (sinal do número) em binário? Por outras palavras, como representar o positivo (+) e o negativo (-)?

Há três formas de o fazer:

- Representação em sinal e grandeza
- Representação em complemento para 2
- Representação em complemento para 1

SD / SD1 - Representação de números com sinal (6)

1

➤ Representação em sinal e grandeza

O bit mais à esquerda é o bit de sinal; os restantes bits representam a amplitude do sinal em binário.

$s A_3 A_2 A_1 A_0$

Bit de sinal:

0 - positivo

1 - negativo

Existem duas representações para o 0:

$1000 = -0$

$0000 = +0$

Exemplo com 8 bits:

$+8_{10} = 00001000$

$-8_{10} = 10001000$

Requerem demasiado hardware para a adição e subtração.

SD / SD1 - Representação de números com sinal (6)

2

Sistemas Digitais / Sistemas Digitais I

6 – Representação de números com sinal

➤ Representação em Complemento para 2

- Existe apenas um zero
- Existe um número negativo a mais do que os números positivos
- Se o bit mais à esquerda for 1, o número é negativo; se for 0, o número é positivo
- É importante respeitar o número de bits
- Gama de representação: -2^{k-1} a $+(2^{k-1} - 1)$, em que k é o número de bits

N.º	CP2 (com 4 bits)
0	0000
+1	0001
+2	0010
+3	0011
+4	0100
+5	0101
+6	0110
+7	0111
-8	1000
-7	1001
-6	1010
-5	1011
-4	1100
-3	1101
-2	1110
-1	1111

SD / SD1 - Representação de números com sinal (6)

3

➤ Operação complemento para 2

$$\text{CP2} = 2^k - N$$

\swarrow \nwarrow \nearrow
 resultado em binário operando

Exemplo:

Complementar 0011₍₊₃₎
 CP2 = 10000 - 0011 = 1101₍₋₃₎

Regra prática:

Avançando do bit mais à direita para a esquerda

- Até ao primeiro 1 inclusive: mantém o valor
- Depois do primeiro 1 e até ao final: complementam-se os bits

Exemplo:

01101000
 CP2 = 10011000

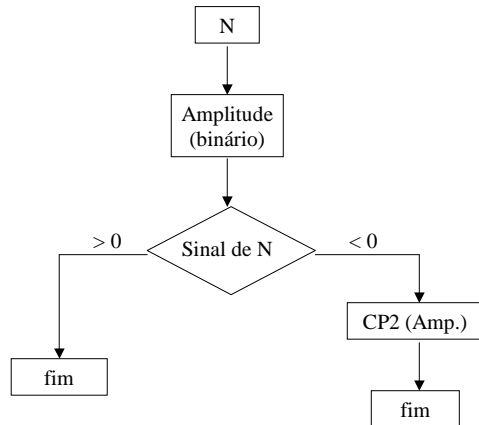
SD / SD1 - Representação de números com sinal (6)

4

Sistemas Digitais / Sistemas Digitais I

6 – Representação de números com sinal

➤ Conversão de decimal para complemento para 2



SD / SD1 - Representação de números com sinal (6)

5

Exemplos:

Com 4 bits			
+6	amp. = 0110	-6	amp. = 0110
	CP2 = 0110		CP2 = 1010
Com 8 bits			
+36	amp. = 00100100	-36	amp. = 00100100
	CP2 = 00100100		CP2 = 11011100
-128	amp. = 10000000		
	CP2 = 10000000		

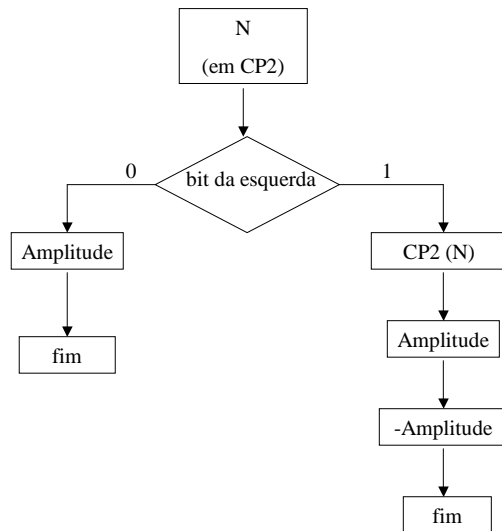
SD / SD1 - Representação de números com sinal (6)

6

Sistemas Digitais / Sistemas Digitais I

6 – Representação de números com sinal

➤ Conversão de **complemento para 2** para **decimal**



SD / SD1 - Representação de números com sinal (6)

7

Exemplos:

	Com 4 bits
0101	amp. = 5 dec. = +5
1011	0101 amp. = 5 dec. = -5
	Com 8 bits
11001101	00110011 amp. = 51 dec. = -51

SD / SD1 - Representação de números com sinal (6)

8

Sistemas Digitais / Sistemas Digitais I

6 – Representação de números com sinal

➤ Representação em Complemento para 1

- Existem dois zeros
- Existe o mesmo número de números negativos e positivos
- Se o bit mais à esquerda for 1, o número é negativo; se for 0, o número é positivo
- É importante respeitar o número de bits
- Gama de representação: $-(2^{k-1}-1)$ a $+(2^{k-1}-1)$, em que k é o número de bits

N.º	CP2 (com 4 bits)
0	0000
+1	0001
+2	0010
+3	0011
+4	0100
+5	0101
+6	0110
+7	0111
-7	1000
-6	1001
-5	1010
-4	1011
-3	1100
-2	1101
-1	1110
0	1111

SD / SD1 - Representação de números com sinal (6)

9

➤ Operação complemento para 1

$$\text{CP1} = \underbrace{(2^k - 1)}_{\text{em binário}} - \underbrace{N}_{\text{operando}}$$

n.º de bits

resultado

Exemplo:

$$\begin{aligned} &\text{Complementar } 0011_{(+3)} \\ \text{CP1} &= 1111 - 0011 = 1100_{(-3)} \end{aligned}$$

Regra prática:

Complementam-se todos os bits

Exemplo:

$$\begin{aligned} &01101000 \\ \text{CP1} &= 10010111 \end{aligned}$$

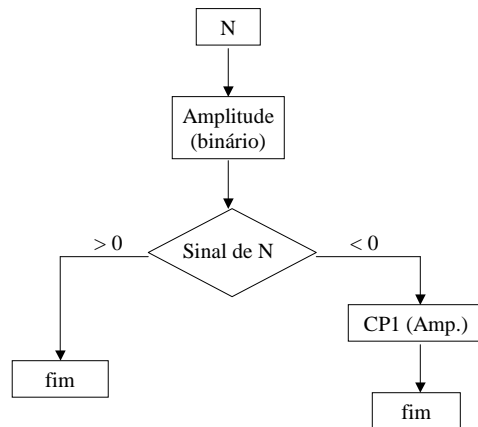
SD / SD1 - Representação de números com sinal (6)

10

Sistemas Digitais / Sistemas Digitais I

6 – Representação de números com sinal

➤ Conversão de decimal para complemento para 1



SD / SD1 - Representação de números com sinal (6)

11

Exemplos:

Com 4 bits			
+4	amp. = 0100	-4	amp. = 0100
	CP1 = 0100		CP1 = 1011
Com 8 bits			
+36	amp. = 00100100	-36	amp. = 00100100
	CP1 = 00100100		CP1 = 11011011
-127	amp. = 01111111		
	CP1 = 10000000		

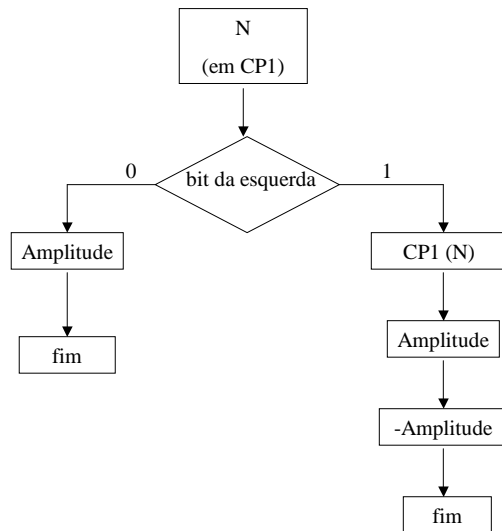
SD / SD1 - Representação de números com sinal (6)

12

Sistemas Digitais / Sistemas Digitais I

6 – Representação de números com sinal

➤ Conversão de **complemento para 1** para **decimal**



SD / SD1 - Representação de números com sinal (6)

13

Exemplos:

	Com 4 bits
0101	amp. = 5 dec. = +5
1010	0101 amp. = 5 dec. = -5
	Com 8 bits
11101101	00010010 amp. = 18 dec. = -18

SD / SD1 - Representação de números com sinal (6)

14

Sistemas Digitais / Sistemas Digitais I

6 – Representação de números com sinal

✦ Soma e subtração em complemento para 2

Na subtração $A - B$, faz-se $A + (-B)$ pela passagem de $-B$ em CP2, seguido da soma com A .

✦ O Número de bits mantém-se

Exemplos:

$$\begin{array}{rcl}
 5 + 6 & & 00101 \quad (+5) \\
 & + & 00110 \quad (+6) \\
 \hline
 & & 01011 \quad (+11)
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 5 - 6 & & \text{CP2 } (-6) = 11010 \\
 5 + (-6) & & 00101 \quad (+5) \\
 & + & 11010 \quad (-6) \\
 \hline
 & & 11111 \quad (-1)
 \end{array}$$

SD / SD1 - Representação de números com sinal (6)

15

$$\begin{array}{rcl}
 -5 + 6 & & 11011 \quad (-5) \\
 & + & 00110 \quad (+6) \\
 \hline
 \text{ignora-se} \rightarrow & 1 & 00001 \\
 & & 00001 \quad (+1)
 \end{array}$$

Como o contador é de apenas 5 bits, o último (6º) bit - bit mais à esquerda - é ignorado.

$$\begin{array}{rcl}
 -5 - 6 & & 11011 \quad (-5) \\
 & + & 11010 \quad (-6) \\
 \hline
 \text{ignora-se} \rightarrow & 1 & 10101 \\
 & & 10101 \quad (-11)
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 10 + 12 & & 01010 \quad (+10) \\
 & + & 01100 \quad (+12) \\
 \hline
 & & 10110 \quad (-??) \\
 \text{out of range} \rightarrow & &
 \end{array}$$

SD / SD1 - Representação de números com sinal (6)

16

Sistemas Digitais / Sistemas Digitais I

6 – Representação de números com sinal

➤ Soma e subtração em complemento para 1

Na subtração $A - B$, faz-se $A + (-B)$ pela passagem de $-B$ em CP1, seguido da soma com A .

➤ O Número de bits mantém-se

Exemplos:

$$\begin{array}{rcl}
 5 + 6 & & \\
 & 00101 & (+5) \\
 + & 00110 & (+6) \\
 \hline
 & 01011 & (+11)
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 5 - 6 & & \text{CP1 } (-6) = 11001 \\
 5 + (-6) & & 00101 \quad (+5) \\
 & + & 11001 \quad (-6) \\
 \hline
 & 11110 & (-1)
 \end{array}$$

SD / SD1 - Representação de números com sinal (6)

17

$$\begin{array}{rcl}
 -5 + 6 & & \\
 & 11010 & (-5) \\
 + & 00110 & (+6) \\
 \hline
 & 10000 & \\
 \text{overflow} \rightarrow & +1 & \\
 \hline
 & 00001 & (+1)
 \end{array}$$

Como o contador é de apenas 5 bits, o último (6º) bit - bit mais à esquerda - é separado e adicionado ao resultado anterior.

$$\begin{array}{rcl}
 -5 - 6 & & \\
 & 11010 & (-5) \\
 + & 11001 & (-6) \\
 \hline
 & 10011 & \\
 \text{overflow} \rightarrow & +1 & \\
 \hline
 & 10100 & (-11)
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 -7 - 6 & & \\
 & 1000 & (-7) \\
 + & 1001 & (-6) \\
 \hline
 & 10001 & \\
 \text{overflow} \rightarrow & +1 & \\
 \hline
 & 0010 & (+??)
 \end{array}$$

out of range

SD / SD1 - Representação de números com sinal (6)

18

Sistemas Digitais / Sistemas Digitais I

6 – Representação de números com sinal

➤ Bit de paridade

Usado como indicador da existência de um erro (troca de um bit) num conjunto de bits (palavra).

É o bit mais à esquerda.

➤ **Paridade par:** o bit de paridade será 0 ou 1 de modo a que o número de 1's na palavra seja par.

Exemplos:

<u>0</u>	1100101
<u>1</u>	0111000

➤ **Paridade ímpar:** o bit de paridade será 0 ou 1 de modo a que o número de 1's na palavra seja ímpar.

Exemplos:

<u>0</u>	1001010
<u>1</u>	0011011