

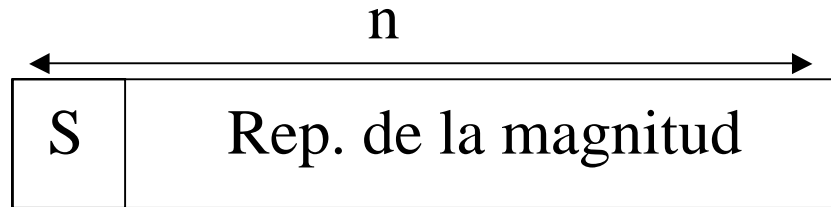
# Sistemas Numéricos (parte II)

Prof. Luis Araujo

Sistemas Digitales

<http://www.ing.ula.ve/~araujol/sd>

# Representación de números binarios con signo



Rep. del signo = 

0	=> positivo
1	=> negativo

Existe:

- Rep. Signo-Magnitud
- Rep. En Complemento

# Representación de números binarios con signo-magnitud

Un número en representación signo-magnitud puede escribirse como:

$$N = (s a_{n-1} \dots a_1 a_0)_{2sm}$$

Donde:

$s$  = signo (0 = positivo y 1 = negativo)

$n$  = # de bits para la magnitud

$a_{n-1}$  = bits mas significativo (MSB) para la magnitud

## Ejemplos:

- $-(1101)_2 = (11101)_{2sm}$
- $+(1001)_2 = (01001)_{2sm}$

# Representación de números binarios en complemento

Un número en representación signo-magnitud puede escribirse como:

$$[N]_2 = 2^n - (N)_2$$

Donde:

$N$  = número binario

$[N]_2$  = complemento del número  $N$

$n$  = número de bits de  $N$

Rango( $n$ ) :  $\left| \begin{array}{l} 2^{n-1} - 1 \\ - 2^{n-1} \end{array} \right|$

## Ejemplos:

- Si  $N = 01100101$ , entonces  $[N]_2 = ?$

$$\begin{aligned}[N]_2 &= 2^8 - (01100101)_2 = (100000000)_2 - (01100101)_2 \\ &= 10011011\end{aligned}$$

- Si  $N = 1101100$ , demuestre que  $[[N]_2]_2 = (N)_2$

$$\begin{aligned}[N]_2 &= 2^8 - (1101100)_2 = (100000000)_2 - (1101100)_2 \\ &= (00101100)_2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}[[N]_2]_2 &= 2^8 - (00101100)_2 = (100000000)_2 - (00101100)_2 \\ &= (1101100)_2\end{aligned}$$

---

**$[N]_2$  sirve para representar a  $-(N)_2$**

# Algoritmo de conversión

- Algoritmo:
  - Reemplazar cada bit ( $b_i$ ) de  $(N)_2$  por su complemento, donde:
    - Si  $b_i = 0$  su complemento = 1
    - Si  $b_i = 1$  su complemento = 0
  - Luego sumarle 1.

Ejemplos:

$$(10100)_2 \Rightarrow 01011 + 1 = 01110 = [10100]_2$$

$$(11010100)_2 \Rightarrow 00101011 + 1 = 00101100 = [11010100]_2$$

# Conversión entre un sistema en complemento y el sistema decimal

- Se utiliza la misma noción, ahora con el peso del MSB como negativo

Ejemplo:

Peso ( $2^i$ ) : -8 4 2 1

Dígito ( $b_i$ ) :  $b_3$   $b_2$   $b_1$   $b_0$  (donde  $b_3$  es el MSB)

$$(1001)_2 = -8 + 1 = -(7)_{10}$$

$$(0101)_2 = 4 + 1 = +(5)_{10}$$

$$-(21)_{10} = -32 + 8 + 4 = (101100)_2$$

$$+(16)_{10} = 16 = (010000)_2$$

# Rango y precisión

- Si  $n = 5 \Rightarrow b_4 b_3 b_2 b_1 b_0$  ( $b_4$  MSB y  $b_0$  LSB)

$$\text{Rango}(5) = \left| \begin{array}{ll} 2^{5-1} - 1 = 15 & (01111) \\ -2^{5-1} & = -16 \quad (10000) \end{array} \right|$$

- Si  $n = 8 \Rightarrow b_7 b_6 b_5 b_4 b_3 b_2 b_1 b_0$  ( $b_7$  MSB y  $b_0$  LSB)

$$\text{Rango}(8) = \left| \begin{array}{ll} 2^{8-1} - 1 = 127 & (01111111) \\ -2^{8-1} & = -128 \quad (10000000) \end{array} \right|$$



# Aritmética en Complemento (SUMA)

Ejemplos, con  $n = 5$ :

01001	01100	01100	10111	10100
00101 +	00111 +	11011 +	11011 +	11011 +
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
01110	10011	<del>1</del> 00111	<del>1</del> 10010	<del>1</del> 01111

**Desborde** (el resultado sobrepasa el rango),

Se **eliminan**, pues

sobrepasa la precisión

y se presenta cuando ambos sumandos tienen el mismo signo y el resultado tiene un signo distinto.

# Expansión de signo

**Ejemplo:**

**(n=4) 0011 = (n=5) 00011 = (n=8) 00000011**

**(n=4) 1101 = (n=5) 11101 = (n=8) 11111101**

# Aritmética en Complemento (RESTA)

$$(A)_r - (B)_r = (A)_r + (-(B)_r) = (A)_r + [B]_r$$

Ejemplos con  $n = 5$ :

11001	00011	01111
01101 -	11011 -	10001 -
<hr/>	<hr/>	<hr/>
↓	↓	↓
11001	00011	01111
10011 +	00101 +	01111 +
<hr/>	<hr/>	<hr/>
<del>1</del> 01100	01000	11110

**Desborde**

# Aritmética en Complemento (Multiplicación)

ejemplo:

**Expansión del  
Signo**

0110	
1011 *	
<hr/>	
00000	1er. pp.
00110	+
<hr/>	
000110	2do. pp.
00110	+
<hr/>	
0010010	3er. pp.
00000	+
<hr/>	
00010010	4to. pp.
11010	+
<hr/>	
11100010	Resultado

$n * n \text{ bits} = 2n \text{ bits}$