

## CAPITULO SEGUNDO.

# REPRESENTACION DE LA INFORMACION

Estructura de Ordenadores.  
Departamento de  
Automática  
Juana M<sup>a</sup> López

Dpto. Automática. Estructura de computadores. Capítulo 2. Página 1

## INTRODUCCION

### ■ Clasificación de las representaciones

#### Numéricas:

- **Sistemas posicionales:** A cada bit le corresponde un peso dependiendo de su posición.
  - » Coma fija
  - » Coma flotante
- **Sistemas de Residuos:**
  - » Basados en representación de residuos resultantes de dividir un número entre otro tomado como divisor general.

P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0
----	----	----	----	----	----	----	----

A cada posición corresponde un peso  
(Sistemas posicionales)

Dpto. Automática. Estructura de computadores. Capítulo 2. Página 2

## COMA FIJA

- Representan números enteros.

- Sin signo o binario puro.
- Con signo:
  - » Signo-magnitud.
  - » Complemento a dos.
  - » Complemento a uno.
  - » Exceso a M.
- BCD o decimal codificado como binario.



Dpto. Automática. Estructura de computadores. Capítulo 2. Página 3

## Binario Puro

n=8							
x7	x6	x5	x4	x3	x2	x1	x0
n-1							0

- Los pesos son:

- $P_i = 2^i$

- El n° representado tiene el valor:

- $\text{valor} = \sum_{i=0}^{n-1} 2^i \cdot x_i$

- Sistema posicional de base 2 y sin parte fraccionaria.

- Rango de representación  $[0, 2^n - 1]$

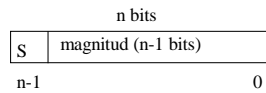
- Dificultades:

- Posible Overflow

- No posible resta de resultado negativo.

Dpto. Automática. Estructura de computadores. Capítulo 2. Página 4

## Signo-magnitud



- Bit de mayor peso indica signo:
  - 0-positivo
  - 1-negativo
- Dificultades en suma y resta.
- Simple en multiplicación y división.

Dpto. Automática. Estructura de computadores, Capítulo 2. Página 5

## COMPLEMENTO A DOS

- Se reservan los códigos que empiezan por cero para los  $n^{\circ}$  positivos: (00...000 al 011...11).
- Se reservan los que empiezan por uno para los  $n^{\circ}$  negativos (100...00 al 111...11).
- El MSB **indica** el signo pero **no es el bit de signo**.
- Positivos en binario puro y negativos en complemento a dos:
  - »  $C2(A) = 2^n - A$  para  $n = n^{\circ}$  bits usado.
- Suma y resta sin tener en cuenta signos.
  - »  $A+B = A+B$
  - »  $-A-B = (2^n - A) + (2^n - B) = (2^n - (A+B)) + \text{acarreo}$
  - »  $A-B = A + (2^n - B) = 2^n + A - B$
- Dos métodos de cálculo de complemento a dos:
  - »  $2^n - A$
  - »  $A + 1$
- Extensión del signo: copiando el MSB a la izquierda tantas veces como sea la extensión.
- Puede haber overflow
- Operación multiplicación compleja.

Dpto. Automática. Estructura de computadores, Capítulo 2. Página 6

### Suma y resta sin tener en cuenta signos.

$$A+B=A+B$$

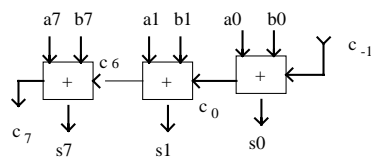
$$-A-B=(2^n-A)+(2^n-B)=(2^n-(A+B))+\text{acarreo}$$

$$A-B=A+(2^n-B)=2^n+A-B$$

- $A+B$  Como es una cantidad positiva, su complemento a dos es la misma cantidad sin modificar nada.
- $-A-B = (2^n-(A+B))+2^n$  (acarreo)
  - Simplemente sumando los datos que me llegan en complemento a dos obtengo este resultado. Como se ve, consta de:
    - » complemento a dos del número negativo
    - $A-B$  pues el complemento a dos de  $-X$  es  $(2^n-X)$ , entonces el complemento a dos de
    - $A-B = -(A+B)$  es igual a  $(2^n-(A+B))$
    - » añadido un  $2^n$  que es un acarreo por tanto ese acarreo debe despreciarse para que el resultado a la salida sea correcto.
- $A-B = 2^n+A-B$ 
  - Si  $A-B$  es positivo su complemento a dos es él mismo por tanto sobra el  $2^n$  (acarreo) y se desprecia.
  - Si  $A-B$  es negativo, es de la forma  $-X$  donde  $X$  será  $X=(B-A)$ , por tanto su complemento a dos es  $2^n-X$  es decir  $2^n-(B-A)=2^n+A-B$  luego el resultado es correcto.

Dpto. Automática. Estructura de computadores. Capítulo 2. Página 7

## Esquema para Overflow



### ■ Sumador paralelo para n=8

Dpto. Automática. Estructura de computadores. Capítulo 2. Página 8

## OVERFLOW en Complemento a dos.

- Solo puede producirse si:
  - Los dos son positivos.
  - Los dos son negativos.
- Si signo distinto, la suma tendrá de valor absoluto:  $|A|-|B|$  y como  $|A|<2^n$  y  $|B|<2^n \Rightarrow |A|-|B|<2^n$
- Condición de desbordamiento:
  - $DE = a_{n-1} * b_{n-1} * c_{n-2} + a_{n-1} * b_{n-1} * c_{n-2}$
- Teniendo en cuenta que:
  - $C_{n-1} = a_{n-1} * b_{n-1} + b_{n-1} * c_{n-2} + a_{n-1} * c_{n-2}$
- Entonces  $\Rightarrow DE = C_{n-1} \text{ XOR } C_{n-2}$

Dpto. Automática. Estructura de computadores. Capítulo 2. Página 9

## COMPLEMENTO A UNO

- Se reservan los códigos que empiezan por cero para los  $n^\circ$  positivos: (00...000 al 011...11).
- Se reservan los que empiezan por uno para los  $n^\circ$  negativos (100...00 al 111...11).
- El MSB **indica** el signo pero **no es el bit de signo**.
- Positivos en binario puro y negativos en complemento a uno:
  - »  $C1(A) = 2^n - 1 - A$  para  $n = n^\circ$  bits usado
- El cálculo del complemento a uno se reduce al complemento lógico.
- El cero tiene doble representación pero el rango es simétrico.
- Extensión de signo copiando el MSB en los bits de la izquierda.
- Puede haber overflow.
- Operación de multiplicación más compleja.
- La suma y resta pueden necesitar correcciones.

Dpto. Automática. Estructura de computadores. Capítulo 2. Página 10

## COMPLEMENTO A UNO (cont)

- Las operaciones de suma y resta pueden necesitar correcciones:
  - »  $A+B=A+B$
  - »  $-A-B=(2^n-1-A)+(2^n-1-B)=(2^n-1-A-B)+2^n-1 \Rightarrow (2^n-1-(A+B))+\text{acarreo}-1$
- El resultado necesita que se sume 1: recircular acarreo.
- $A-B=A+(2^n-1-B)=2^n-1+A-B$ 
  - Si  $A>B$   $2^n$  es un acarreo y hay que sumarlo al resultado.
  - Si  $A<B$  valor correcto.
- Desbordamiento equivalente al de complemento a dos.

Dpto. Automática. Estructura de computadores. Capítulo 2. Página 11

## EXCESO A M

- A se representa como  $A+M$ .
- M suele valer  $2^n-1$ .
- Se emplea para representar exponentes en coma flotante.
- EJEMPLO:
  - $n=8 \Rightarrow M=2^n-1=128$ 
    - »  $-3 \Rightarrow 125 \Rightarrow 0111\ 1101$
    - »  $0 \Rightarrow 128 \Rightarrow 1000\ 0000$
    - »  $-128 \Rightarrow 0 \Rightarrow 0000\ 0000$
    - »  $127 \Rightarrow 255 \Rightarrow 1111\ 1111$

Dpto. Automática. Estructura de computadores. Capítulo 2. Página 12

## BCD

### ■ EJEMPLOS

- » 3    0011
- » 79   0111 1001
- » 154   0001 0101 0100
- » 06    0000 0110

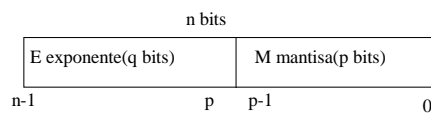
### ■ Dos clases:

- » BCD empaquetado.
- » BCD desempaquetado.



Dpto. Automática. Estructura de computadores. Capítulo 2. Página 13

## COMA FLOTANTE



$$\text{Valor} = M \cdot r^E$$

- También llamado “punto flotante”.
- En coma fija sólo representábamos enteros; ahora podemos representar números fraccionarios cómodamente.

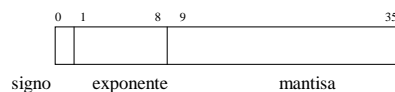
Dpto. Automática. Estructura de computadores. Capítulo 2. Página 14

## COMA FLOTANTE

- Añaden a cada número un factor de escala.
- M y E se representan en coma fija.
- Base de M debe coincidir con r de forma que desplazamiento de coma sea incremento o decremento de E. Bases mas utilizadas son 2 y 16.
- E suele tener base 2 y se representa en exceso  $2^{q-1}$  donde q es la longitud del exponente.
- M puede ser : entero; o fracción con la coma a la izquierda de  $m_{p-1}$  o  $m_{p-2}$ .
- Clasificación:
  - Con mantisa entera.
  - Con mantisa fraccionaria
    - » No normalizada.
    - » Normalizada.

Dpto. Automática. Estructura de computadores. Capítulo 2. Página 15

## EJEMPLOS



- Bit 0 de signo.
- Exponente de base 2.
- Exponente en bits de 1-8. En exceso de 128.
- Exponentes representables entre 00000000 (-128) y 11111111 (127)
- Mantisa con coma a la izquierda (el bit 9 tiene peso -1).
- Ejercicio: ¿Que representa 00010010111000..000?

Dpto. Automática. Estructura de computadores. Capítulo 2. Página 16



## EJERCICIO

- ¿Que representa 0 00100101 1100000000000?
- Signo 0: (positivo)
- Exponente:
- $00100101_2 = 2^5 + 2^2 + 2^0 = 37_{10}$
- $E = 37 - 128 = -91$
- Mantisa:
- $M = 0,11_2 = 2^{-1} + 2^{-2} = 0,75_{10}$
- Luego valor =  $0,75 \cdot 2^{-91} = 3,03 \cdot 10^{-28}$

Dpto. Automática. Estructura de computadores. Capítulo 2. Página 17

## Coma flotante con mantisa entera

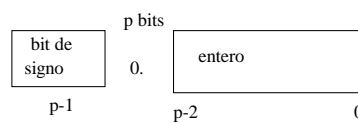
exponente	signo	mantisa			
100000	0	00000	01101	$13 \cdot 2^0$	13
100000	1	00000	01100	$-12 \cdot 2^0$	-12
100010	0	00000	00101	$5 \cdot 2^2$	20
011100	1	00000	10100	$-20 \cdot 2^{-4}$	-1.25

- Ya no se usa esta representación.

Dpto. Automática. Estructura de computadores. Capítulo 2. Página 18

## Coma flotante con mantisa fraccionaria

- Mantisa Fraccionaria no normalizada.
  - Ver figura.
- Mantisa normalizada.
  - Lo mismo normalizando la mantisa (eliminando dígitos no significativos a la derecha de la coma). De esta forma se aprovechan al máximo dígitos disponibles.



Valor de la mantisa (con base de exp. 2):

$$\text{entero} / 2^{p-1}$$

Dpto. Automática. Estructura de computadores. Capítulo 2. Página 19

## EXAMEN para subir nota.

- **PROBLEMA 1.** Dados los datos en complemento a dos:

- » A=010011
- » B=010111
- » Calcular paso a paso en complemento a dos:

- A+B
- -A-B
- A-B

- **PROBLEMA 2.** Dados los datos en complemento a uno:

- » A=011011
- » B=000011
- » Calcular en complemento a uno, las mismas operaciones que en el problema anterior.

- **Nota** para los dos problemas: Expresar el resultado en 6 bits dejando ver los pasos seguidos al operar e indicando, en su caso, si hubo overflow y si se tiene en cuenta el acarreo.

Dpto. Automática. Estructura de computadores. Capítulo 2. Página 20