



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## Representació de nombres enters: el conveni “signe i magnitud”

<b>Cognoms, nom</b>	Martí Campoy, Antonio (amarti@disca.upv.es)
<b>Departament</b>	Informàtica de Sistemes i Computadors
<b>Centre</b>	Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



## 1 Resum de les idees clau

En aquest article es tracta la problemàtica de la representació dels nombres enters en els computadors. També es presentarà una possible solució a aquest problema, que rep el nom de "representació en signe i magnitud". Els coneixements previs que necessites per treballar aquest article es presenten en la taula 1.

Taula 1. Coneixements previs

Coneixements previs
1. Sistemes de numeració posicionals
2. Sistema de numeració binari
3. Canvis de base, especialment binari
4. Aritmètica bàsica en base 2

## 2 Objectius

Una vegada acabes de llegir aquest article docent i reproduïshes els exemples presentats, hauràs de ser capaç de **representar** nombres enters en binari **aplicant** el conveni anomenat signe i magnitud. A més a més, podràs **calcular** el rang de representació per a una grandària de bits determinada. També seràs capaç de **realitzar** operacions aritmètiques de suma i resta de nombres enters en binari i d'extensió de signe utilitzant la representació en signe i magnitud. Finalment, podràs **raonar** sobre els avantatges i desavantatges d'aquest conveni de representació de nombres enters.

## 3 Introducció

En la vida quotidiana els nombres enters es representen mitjançant els deu símbols (del 0 al 9) de la base decimal, juntament amb els símbols "+" i "-" per identificar els nombres positius i negatius, respectivament.

Quan es representen nombres enters en un computador (per emmagatzemar-los, operar-los o comunicar-los) el problema que hi apareix és que en els circuits digitals només es poden utilitzar dos valors, normalment representats pels símbols 0 i 1. No hi ha cap possibilitat de representar un tercer símbol ni un quart per distingir-ne els nombres positius dels nombres negatius.

D'aquesta manera sorgeix la necessitat de crear i definir convenis per a codificar el signe d'un nombre enter emprant únicament els símbols 0 i 1 disponibles en els circuits digitals.

Abans d'explicar el conveni signe i magnitud, objecte d'aquest article docent, vull recordar-te que els nombres s'emmagatzemen en circuits digitals anomenats registres, i que la longitud d'aquests registres, és a dir, la quantitat de bits



disponibles, és fixa. És a dir, quan parlem d'un nombre enter representat en binari i signe i magnitud cal indicar el nombre total de bits utilitzats per representar-lo.

## 4 El conveni signe i magnitud

El nom d'aquest conveni es deu al fet que es representa, d'una banda, el signe del nombre enter, i d'altra banda, la magnitud.

### 4.1 Definició

Segons aquest mètode, si s'empren  $n$  bits per representar un nombre enter, es reserva un bit (normalment el de major pes, és a dir, el de l'esquerra) per a indicar el signe, i la resta de bits s'utilitzen per a representar la magnitud. El conveni, un acord arbitrari, diu que un nombre enter es codifica de la manera següent:

- Si el nombre és **positiu**, el bit de major pes és 0:

0	Magnitud (n-1 bits)
---	---------------------

- Si el nombre és **negatiu**, el bit de major pes és 1:

1	Magnitud (n-1 bits)
---	---------------------

El bit de major pes que indica el signe del nombre enter rep el nom de **bit de signe**.

Exemple: utilitzant 8 bits ( $n = 8$ ), representa els nombres +25 i -25, seguint el conveni de signe i magnitud.

En primer lloc es converteix la magnitud o valor absolut, 25, a binari natural amb  $n-1=7$  bits, i es completen amb zeros els bits de major pes si és necessari:

$$25_{10} = 0011001_2$$

En segon lloc s'afegeix el bit de signe:

$$+25_{10} = 00011001_2$$

$$-25_{10} = 10011001_2$$

Exemple. Obtén el valor decimal corresponent a  $011010_2$  i  $100010_2$  tenint en compte que aquests dos nombres estan representants en signe i magnitud utilitzant 6 bits ( $n=6$ ).

$011010_2 \longrightarrow$  Com que el bit de major pes (bits de signe) és 0, sabem que es tracta d'un nombre positiu amb magnitud  $11010_2 = 26_{10}$ , per la qual cosa  $011010_2 = +26_{10}$ .

$100010_2 \longrightarrow$  Com que el bit de major pes (bit de signe) és 1, sabem que es tracta d'un nombre negatiu amb magnitud  $00010_2 = 2_{10}$ , per la qual cosa  $100010_2 = -2_{10}$ .



## 4.2 Rang

El rang d'un sistema o conveni de representació és el conjunt de valors diferents que es poden representar. Per a signe i magnitud amb  $n$  bits és fàcil veure que el rang és:

$$\begin{array}{l} \text{Rang en binari:} \quad [111\dots111, \quad 100\dots000, \quad 000\dots000, \quad 011\dots111] \\ \text{Rang en decimal:} \quad [- (2^{n-1} - 1), \quad -0, \quad +0, \quad + (2^{n-1} - 1)] \end{array}$$

El rang és simètric, és a dir, inclou la mateixa quantitat de valors positius que negatius, i a més a més, inclou dues representacions per al zero, una de positiva i una altra de negativa.

## 4.3 Suma i resta

Les operacions de suma i resta de nombres enters representats en signe i magnitud es realitzen de la mateixa manera com les fem en base deu. En aquest procediment és necessari comparar, d'una banda, els signes dels operands i, d'altra banda, les magnituds. Després d'aquesta comparació es decideix si es realitza una suma o una resta de les magnituds i si cal intercanviar els operands o no. Finalment, també es decideix el signe del resultat. Els humans realitzem tot aquest procés de manera inconscient perquè hem sigut entrenats des de menuts, però és complicat d'implementar en un circuit digital. A continuació es presenta com a exemple una suma de nombres enters representats en binari signe i magnitud amb 4 bits (i les equivalències corresponents en decimal), que es converteixen en una resta amb els operands intercanviats:

Binari SiM amb 4 bits	$\begin{array}{r} 0100 \\ + 1111 \\ \hline \end{array}$	es converteix en	$\begin{array}{r} 111 \\ - 100 \\ \hline 1011 \end{array}$
Decimal	$\begin{array}{r} +4 \\ + -7 \\ \hline \end{array}$	es converteix en	$\begin{array}{r} 7 \\ - 4 \\ \hline -3 \end{array}$

## 4.4 Desbordament en la suma i resta

Quan es realitza una suma o una resta de nombres enters és possible que el resultat excedisca el rang de representació. En aquest cas, es diu que no hi ha resultat o que el resultat no és representable.

Amb operands representats en signe i magnitud es produeix desbordament o sobreeiximent si en operar amb les magnituds, tant en una suma com en una resta, l'últim bit de carry pren valor 1.

## 4.5 Extensió de signe

En alguns casos és necessari operar amb dades de diferent grandària. Per a augmentar el nombre de bits amb què es representa una dada es realitza l'operació anomenada "extensió de signe".



En el cas de la representació en signe i magnitud, l'extensió de signe es realitza inserint zeros enmig del bit de signe i la magnitud.

Exemple. Si tenim els nombres enters  $0010_2$  i  $1110_2$  representats en signe i magnitud amb 4 bits, estenem el signe per tal de representar-los amb 8 bits.

$$\begin{array}{rcl} 0010_2 & = & \underline{00000010}_2 \\ 1110_2 & = & \underline{10000110}_2 \end{array}$$

## 5 Exercicis

A continuació tens uns quants exercicis. És molt important que agafes llapis i paper i els resolgues. Recorda que estàs aprenent i que, per tant pots, i encara diria més, cal que consultes les seccions anteriors d'aquest document per resoldre els exercicis. També tens les solucions dels exercicis, però et demane amb fermesa que tractes de resoldre tots els exercicis abans, i no les consultes.

### 5.1 Enunciats

1. Representa el nombre  $-67_{10}$  en binari signe i magnitud amb 8 bits.
2. Representa el nombre  $+68_{10}$  en binari signe i magnitud amb 8 bits.
3. Indica la representació decimal de  $10010111_2$  tenint en compte que està representat en signe i magnitud amb 8 bits.
4. Indica la representació decimal de  $00110101_2$  tenint en compte que està representat en signe i magnitud amb 8 bits.
5. Quin és el rang de representació de signe i magnitud amb 10 bits? Expressa'n el rang en decimal.
6. Realitza l'extensió de signe a 16 bits de  $11110111_2$  tenint en compte que està representat en signe i magnitud de 8 bits.
7. Realitza l'extensió de signe a 16 bits de  $01110100_2$  tenint en compte que està representat en signe i magnitud de 8 bits.

### 5.2 Solucions

1. Representa el nombre  $-67_{10}$  en binari signe i magnitud amb 8 bits. Sol:  $11000111_2$
2. Representa el número  $+68_{10}$  en binari signe i magnitud amb 8 bits. Sol:  $01000100_2$
3. Indica la representació decimal de  $10010111_2$  atès que està representat en signe i magnitud amb 8 bits. Sol:  $-23_{10}$
4. Indica la representació decimal de  $00110101_2$  atès que està representat en signe i magnitud amb 8 bits. Sol:  $+53_{10}$
5. Quin és el rang de representació de signe i magnitud amb 10 bits? Expressa el rang en decimal. Sol:  $[-(2^9 - 1), (2^9 - 1)] = [-511, +511]$
6. Realitza l'extensió de signe a 16 bits de  $11110111_2$  tenint en compte que està representat en signe i magnitud de 8 bits. Sol:  $100000001110111_2$
7. Realitza l'extensió de signe a 16 bits de  $01110100_2$  tenint en compte que està representat en signe i magnitud de 8 bits. Sol:  $0000000001110100_2$

## 6 Conclusions

Els circuits digitals tan sols poden emmagatzemar dos símbols, per la qual cosa és necessari establir un acord o conveni per a utilitzar aquests dos símbols, el 0 i l'1, per tal de representar el signe d'un nombre enter. El conveni anomenat Signe i Magnitud és senzill i és emprat pels éssers humans. Però, la complexitat de la seua



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

aritmètica fa que no s'utilitze de forma general per a representar nombres enters, i el seu ús queda reduït a uns pocs casos, com la representació de la mantissa en l'estàndard IEEE754 de representació de nombres reals.

## 7 Bibliografia

### 7.1 Llibres

[1] [Anasagasti, Pedro de Miguel](#). *Fundamentos de los computadores*, 9a ed. Madrid, Thomson-Paraninfo. 2004, 2007

[2] [Wakerly, John F.](#) *Diseño digital: principios y prácticas*. Madrid. Pearson Educación. 2001

### 7.2 Recursos electrònics

[3] [Martí Campoy, Antonio](#). *Representació d'enters: Signe i Magnitud*, Universitat Politècnica de València, 2009. <http://hdl.handle.net/10251/27535>