

Representación de números fraccionarios: Punto Flotante

Organización de computadoras

Universidad Nacional de Quilmes

<http://orga.blog.unq.edu.ar>

1 Herramientas previas

- Signo Magnitud (Binario con signo)
 - Representación en Signo-Magnitud
 - Rango

2 Punto Flotante

- Interpretación
- Rango y resolución
- Múltiples representaciones: Normalización
 - Bit implícito

Repaso

- ① Punto Fijo
 - ① Motivación
 - ② Interpretar
 - ③ Rango
 - ④ Resolución
 - ⑤ Representar

Punto Fijo: Interpretar

Interpretación en $BSS(n, m)$: dos mecanismos

Punto Fijo: Interpretar

Interpretación en $BSS(n, m)$: dos mecanismos

(A)

Sumar considerando los
pesos fraccionarios

(B)

Interpretar el número como
en $BSS()$ y dividir por 2^m

Punto Fijo: Interpretar

Interpretación en $BSS(n, m)$: dos mecanismos

(A)

Sumar considerando los
pesos fraccionarios

$$\begin{aligned}\mathcal{I}_{bss(5,2)}(00101) &= 2^0 + 2^{-2} \\ &= 1,25\end{aligned}$$

(B)

Interpretar el número como
en $BSS()$ y **dividir por 2^m**

Punto Fijo: Interpretar

Interpretación en $BSS(n, m)$: dos mecanismos

(A)

Sumar considerando los
pesos fraccionarios

$$\begin{aligned}\mathcal{I}_{bss(5,2)}(00101) &= 2^0 + 2^{-2} \\ &= 1,25\end{aligned}$$

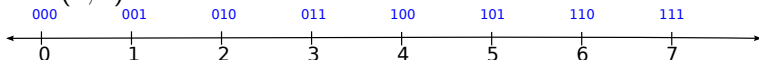
(B)

Interpretar el número como
en $BSS()$ y **dividir por 2^m**

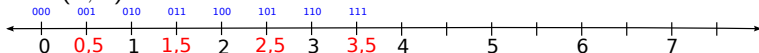
$$\begin{aligned}\mathcal{I}_{bss(5,2)}(00101) &= \frac{\mathcal{I}_{bss(5)}(00101)}{4} \\ &= \frac{5}{4} = 1,25\end{aligned}$$

Punto Fijo: Rango y Resolución

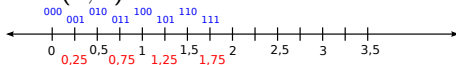
$BSS(3, 0)$



$BSS(3, 1)$



$BSS(3, 2)$



Punto Fijo: Representar

(Separando partes)

La parte Entera:  como en $BSS(n - m)$.

La parte Fraccionaria:  con el método de las multiplicaciones sucesivas

(Corriendo la coma)

Correr el punto fraccionario para poder utilizar la representación en $BSS(n)$

¿Porqué otro sistema nuevo?

Con el enfoque de punto fijo:

- 1 No pueden representarse números muy grandes a no ser que se agreguen muchos bits.
- 2 Tampoco pueden representarse fracciones muy pequeñas  El error relativo es muy importante en los valores pequeños.

Pero antes...

Pero antes...

Necesitamos algunas herramientas





Otro sistema entero

Signo-magnitud

Signo Magnitud (Binario con signo)

- En el sistema decimal usamos el signo '-' para representar números negativos.

Signo Magnitud (Binario con signo)

- En el sistema decimal usamos el signo '-' para representar números negativos.
- En *Signo-Magnitud* reservaremos un bit para indicar signo:
0=positivo, 1=negativo.

Signo Magnitud (Binario con signo)

- En el sistema decimal usamos el signo '-' para representar números negativos.
- En *Signo-Magnitud* reservaremos un bit para indicar signo:
0=positivo, 1=negativo.

Ejemplo

$SM(8)$

S	M	M	M	M	M	M	M
---	---	---	---	---	---	---	---

- S = Signo
- M = Magnitud

Interpretación $SM()$

Ejemplos de interpretación $SM(8)$

$$\mathcal{I}_{SM}(10001011) =$$

$$\mathcal{I}_{SM}(00001011) =$$

$$\mathcal{I}_{SM}(10100111) =$$

$$\mathcal{I}_{SM}(00100111) =$$

$$\mathcal{I}_{SM}(11011000) =$$

$$\mathcal{I}_{SM}(00000000) =$$

$$\mathcal{I}_{SM}(10000000) =$$

$$\mathcal{I}_{SM}(01111111) =$$

$$\mathcal{I}_{SM}(11111111) =$$

Ejemplos de interpretación $SM(8)$

$$\mathcal{I}_{SM}(10001011) = (-1) \times (1 \times 2^3 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0) = -11$$

$$\mathcal{I}_{SM}(00001011) = (1 \times 2^3 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0) = 11$$

$$\mathcal{I}_{SM}(10100111) = (-1) \times (2^5 + 2^2 + 2^1 + 2^0) = -37$$

$$\mathcal{I}_{SM}(00100111) = (2^5 + 2^2 + 2^1 + 2^0) = 37$$

$$\mathcal{I}_{SM}(11011000) = (-1) \times (2^6 + 2^4 + 2^3) = -88$$

$$\mathcal{I}_{SM}(00000000) = 0$$

$$\mathcal{I}_{SM}(10000000) = (-1) \times (0) = 0$$

$$\mathcal{I}_{SM}(01111111) = (2^6 + 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0) = 127$$

$$\mathcal{I}_{SM}(11111111) = (-1) \times (2^6 + 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0) = -127$$

Interpretación en el sistema sm

En general, la interpretación de números en sistema $SM(n)$ bits podemos definirla por la siguiente fórmula:

$$\mathcal{I}_{sm(n)}(b_{n-1}b_{n-2}\dots b_2b_1b_0) = (-1)^{b_{n-1}} \times \mathcal{I}_{bss(n-1)}(b_{n-2}\dots b_0)$$

El rango de un sistema $SM(n)$ es $[-(2^{n-1}-1), 2^{n-1}-1]$

Representación en Signo-Magnitud

Representación en *Signo-Magnitud*

- 1 Usar el método de las divisiones sucesivas sobre el valor absoluto (con un bit menos) para construir la **magnitud**
- 2 Se antepone el bit de signo

Ejemplos de representación usando $SM(8)$

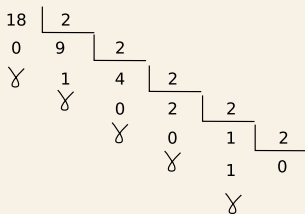
Ejemplo

Representar el número 18 en $SM(8)$:

Ejemplos de representación usando $SM(8)$

Ejemplo

Representar el número 18 en $SM(8)$:



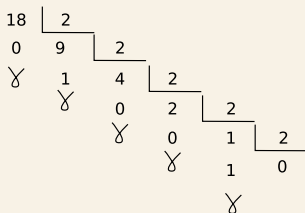
1 Asi, $\mathcal{R}(18) = 10010$.

2 Completar los 7 bits $\therefore \mathcal{R}_{bss(7)}(18) = \mathbf{0010010}$

Ejemplos de representación usando $SM(8)$

Ejemplo

Representar el número 18 en $SM(8)$:



- 1 Asi, $\mathcal{R}(18) = 10010$.
- 2 Completar los 7 bits $\therefore \mathcal{R}_{bss(7)}(18) = 0010010$
- 3 Anteponer el bit de signo: $\implies \mathcal{R}_{sm(8)}(18) = 00010010$

Ejemplos de representación usando $SM(8)$

Ejemplo

Representar el número -18 en $SM()$ en 8 bits:

Rango del *Signo-Magnitud*

Mínimo

El número más chico representable será el que tenga la **magnitud más grande** pero con **signo negativo**.

Máximo

El número más grande representable se logrará con la **magnitud más grande** posible y **signo positivo**.

Rango del *Signo-Magnitud*

Mínimo

El número más chico representable será el que tenga la **magnitud más grande** pero con **signo negativo**.

Máximo

El número más grande representable se logrará con la **magnitud más grande** posible y **signo positivo**.

Ejemplo

$SM(8)$:

- El número más grande es: $\mathcal{I}_{sm}(01111111) = (2^6 + 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0) = 127$
- Y el más chico es: $\mathcal{I}_{sm}(11111111) = -1 \times (2^6 + 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0) = -127$

∴ Por lo tanto, el rango del sistema sm de 8 bits es $[-127, 127]$.

Doble representación del cero

- El número 0 tiene dos representaciones posibles:
 - magnitud cero con signo positivo
 - magnitud cero con signo negativo.
- En $SM(8)$ el cero puede ser escrito como:
 $\mathcal{I}_{sm}(00000000)=\mathcal{I}_{sm}(10000000)=0$

Punto Flotante

La notación científica

La notación científica (35×10^9)

Una que conocemos todos: Notación científica

permite representar de manera compacta números muy grandes y muy pequeños

Una que conocemos todos: Notación científica

permite representar de manera compacta números muy grandes y muy pequeños

Ejemplo

$$87,000,000,000,000,000,000,000 = 0,87 \times 10^{23}$$

$$0,000000000000000087 = 0,87 \times 10^{-14}$$

Una que conocemos todos: Notación científica

permite representar de manera compacta números muy grandes y muy pequeños

Ejemplo

$$87,000,000,000,000,000,000,000 = 0,87 \times 10^{23}$$

$$0,000000000000000087 = 0,87 \times 10^{-14}$$

- deslizar en forma dinámica el punto decimal a una posición conveniente
- usar el exponente del 10 para tener registro de donde estaba la coma originalmente

Sistemas de Punto Flotante

- Codificación de números mediante **Mantisa** y **Exponente**.

Sistemas de Punto Flotante

- Codificación de números mediante **Mantisa** y **Exponente**.
- Los números se escriben como:

$$N = M * B^E$$

Donde N es el número que se quiere representar, M y E son la Mantisa y el Exponente respectivamente, y B la base del sistema.

Sistemas de Punto Flotante

De esta forma, representaremos los números con dos partes:

- Mantisa
- Exponente

Sistemas de Punto Flotante

De esta forma, representaremos los números con dos partes:

- Mantisa
- Exponente

La base del sistema será fija (2) y por eso no será necesario representarla, quedando implícita.

Las partes de Mantisa y Exponente utilizarán sistemas ya vistos anteriormente.

Formato

Las dos partes pueden organizarse:

Formato

Las dos partes pueden organizarse:

Mantisa	Exponente
---------	-----------

Formato

Las dos partes pueden organizarse:

Mantisa	Exponente
---------	-----------

ó bien:

Exponente	Mantisa
-----------	---------

Interpretación en Punto Flotante

Punto Flotante: Interpretación

- 1 Interpretar la mantisa para obtener el número **M**

Punto Flotante: Interpretación

- 1 Interpretar la mantisa para obtener el número **M**
- 2 Interpretar el exponente para obtener el número **e**

Punto Flotante: Interpretación

- 1 Interpretar la mantisa para obtener el número **M**
- 2 Interpretar el exponente para obtener el número **e**
- 3 Componer el número $N = M * 2^E$

Punto Flotante: Interpretación

- 1 Interpretar la mantisa para obtener el número **M**
- 2 Interpretar el exponente para obtener el número **e**
- 3 Componer el número $N = M * 2^E$

¿Cómo?

Usando los sistemas de mantisa y exponente por separado

Punto Flotante: Interpretación

Ejemplo

Mantisa $BSS(2)$	Exponente $BSS(2)$
------------------	--------------------

¿Cuánto vale $\mathcal{I}(0110)$?

Punto Flotante: Interpretación

Ejemplo

Mantisa $BSS(2)$	Exponente $BSS(2)$
------------------	--------------------

¿Cuánto vale $\mathcal{I}(0110)$?

Mantisa

Exponente

$$\mathcal{I}_{bss(2)}(01) = 1 = M$$

$$\mathcal{I}_{bss(2)}(10) = 2 = E$$

$$N = M * 2^E = 1 * 2^2 = 4$$

Punto Flotante: Interpretación

Ejemplo

Mantisa $BSS(2)$	Exponente $BSS(2)$
------------------	--------------------

¿Cuánto vale $\mathcal{I}(1111)$?

Punto Flotante: Interpretación

Ejemplo

Mantisa $BSS(2)$	Exponente $BSS(2)$
------------------	--------------------

¿Cuánto vale $\mathcal{I}(1111)$?

Mantisa

Exponente

$$\mathcal{I}_{bss(2)}(11) = 3 = M$$

$$\mathcal{I}_{bss(2)}(11) = 3 = E$$

$$N = M * 2^E = 3 * 2^3 = 24$$

Punto Flotante: Interpretación

Ejemplo

Mantisa $BSS(2)$	Exponente $BSS(2)$
------------------	--------------------

¿Cuánto vale $\mathcal{I}(0001)$?

Punto Flotante: Interpretación

Ejemplo

Mantisa $BSS(2)$	Exponente $BSS(2)$
------------------	--------------------

¿Cuánto vale $\mathcal{I}(0001)$?

Mantisa

Exponente

$$\mathcal{I}_{bss(2)}(00) = 0 = M$$

$$\mathcal{I}_{bss(2)}(01) = 1 = E$$

$$N = M * 2^E = 0 * 2^1 = 0$$

Punto Flotante

Ejemplo

Mantisa en $SM(11)$ y exponente en $CA2(5)$

Mantisa $BSS(10)$	S	Exp $CA2(5)$
-------------------	---	--------------

Punto Flotante

Ejemplo

Mantisa en $SM(11)$ y exponente en $CA2(5)$

Mantisa $BSS(10)$	S	Exp $CA2(5)$
-------------------	---	--------------

¿Cuánto vale la cadena 0001101010000010?

Punto Flotante

Ejemplo

Mantisa en $SM(11)$ y exponente en $CA2(5)$

Mantisa $BSS(10)$	S	Exp $CA2(5)$
-------------------	---	--------------

¿Cuánto vale la cadena 0001101010000010?

- $M = \mathcal{I}_{bss}(0001101010) = 106$
- $S = 0 = \text{positivo}$
- $E = \mathcal{I}_{ca2}(00010) = 2$

$$N = M * B^E = 106 * 2^2 = 424$$

Completar la tabla

Cadena	E	M	N
0000	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0001	0	1	$1 * 2^0 = 1$
0010	0	2	$2 * 2^0 = 2$
0011	0	3	$3 * 2^0 = 3$

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $BSS(2)$
--------------------	------------------

Completar la tabla

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $BSS(2)$
--------------------	------------------

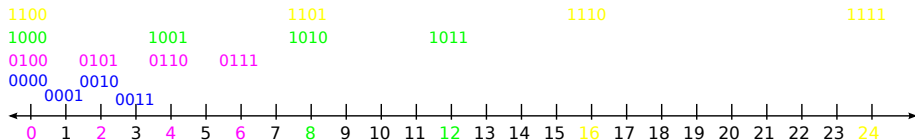
Cadena	E	M	N
0000	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0001	0	1	$1 * 2^0 = 1$
0010	0	2	$2 * 2^0 = 2$
0011	0	3	$3 * 2^0 = 3$
0100	1	0	$0 * 2^1 = 0$
0101	1	1	$1 * 2^1 = 2$
0110	1	2	$2 * 2^1 = 4$
0111	1	3	$3 * 2^1 = 6$

Completar la tabla

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $BSS(2)$
--------------------	------------------

Cadena	E	M	N
0000	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0001	0	1	$1 * 2^0 = 1$
0010	0	2	$2 * 2^0 = 2$
0011	0	3	$3 * 2^0 = 3$
0100	1	0	$0 * 2^1 = 0$
0101	1	1	$1 * 2^1 = 2$
0110	1	2	$2 * 2^1 = 4$
0111	1	3	$3 * 2^1 = 6$
1000	2	0	$0 * 2^2 = 0$
1001	2	1	$1 * 2^2 = 4$
1010	2	2	$2 * 2^2 = 8$
1011	2	3	$3 * 2^2 = 12$
1100	3	0	$0 * 2^3 = 0$
1101	3	1	$1 * 2^3 = 8$
1110	3	2	$2 * 2^3 = 16$
1111	3	3	$3 * 2^3 = 24$

Completar la tabla



- $\text{exponente} = 0$
- $\text{exponente} = 1$
- $\text{exponente} = 2$
- $\text{exponente} = 3$

¿Cuántos números pueden representarse?:

$$\#\{0, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 24\} = 10$$

Completar la tabla: mantisa $SM(2)$

Cadena	E	M	N
0000	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0001	0	1	$1 * 2^0 = 1$
0010	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0011	0	-1	$-1 * 2^0 = -1$

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $SM(2)$
--------------------	-----------------

Completar la tabla: mantisa $SM(2)$

Cadena	E	M	N
0000	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0001	0	1	$1 * 2^0 = 1$
0010	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0011	0	-1	$-1 * 2^0 = -1$
0100	1	0	$0 * 2^1 = 0$
0101	1	1	$1 * 2^1 = 2$
0110	1	0	$0 * 2^1 = 0$
0111	1	-1	$-1 * 2^1 = -2$

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $SM(2)$
--------------------	-----------------

Completar la tabla: mantisa $SM(2)$

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $SM(2)$
--------------------	-----------------

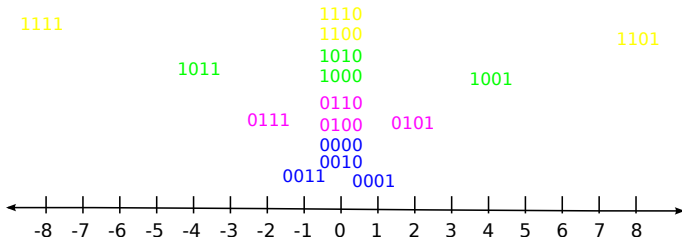
Cadena	E	M	N
0000	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0001	0	1	$1 * 2^0 = 1$
0010	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0011	0	-1	$-1 * 2^0 = -1$
0100	1	0	$0 * 2^1 = 0$
0101	1	1	$1 * 2^1 = 2$
0110	1	0	$0 * 2^1 = 0$
0111	1	-1	$-1 * 2^1 = -2$
1000	2	0	$0 * 2^2 = 0$
1001	2	1	$1 * 2^2 = 4$
1010	2	0	$0 * 2^2 = 0$
1011	2	-1	$-1 * 2^2 = -4$

Completar la tabla: mantisa $SM(2)$

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $SM(2)$
--------------------	-----------------

Cadena	E	M	N
0000	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0001	0	1	$1 * 2^0 = 1$
0010	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0011	0	-1	$-1 * 2^0 = -1$
0100	1	0	$0 * 2^1 = 0$
0101	1	1	$1 * 2^1 = 2$
0110	1	0	$0 * 2^1 = 0$
0111	1	-1	$-1 * 2^1 = -2$
1000	2	0	$0 * 2^2 = 0$
1001	2	1	$1 * 2^2 = 4$
1010	2	0	$0 * 2^2 = 0$
1011	2	-1	$-1 * 2^2 = -4$
1100	3	0	$0 * 2^3 = 0$
1101	3	1	$1 * 2^3 = 8$
1110	3	0	$0 * 2^3 = 0$
1111	3	-1	$-1 * 2^3 = -8$

Completar la tabla



- **exponente = 0**
- **exponente = 1**
- **exponente = 2**
- **exponente = 3**

¿Cuántos números pueden representarse?:

$$\#\{-8, -4, -2, -1, 0, 1, 2, 4, 8\} = 9$$

Completar la tabla: exponente $SM(2)$

Cadena	E	M	N
0000	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0001	0	1	$1 * 2^0 = 1$
0010	0	2	$2 * 2^0 = 2$
0011	0	3	$3 * 2^0 = 3$

Exponente $SM(2)$	Mantisa $BSS(2)$
-------------------	------------------

Completar la tabla: exponente $SM(2)$

Cadena	E	M	N
0000	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0001	0	1	$1 * 2^0 = 1$
0010	0	2	$2 * 2^0 = 2$
0011	0	3	$3 * 2^0 = 3$
0100	1	0	$0 * 2^1 = 0$
0101	1	1	$1 * 2^1 = 2$
0110	1	2	$2 * 2^1 = 4$
0111	1	3	$3 * 2^1 = 6$

Exponente $SM(2)$	Mantisa $BSS(2)$
-------------------	------------------

Completar la tabla: exponente $SM(2)$

Exponente $SM(2)$	Mantisa $BSS(2)$
-------------------	------------------

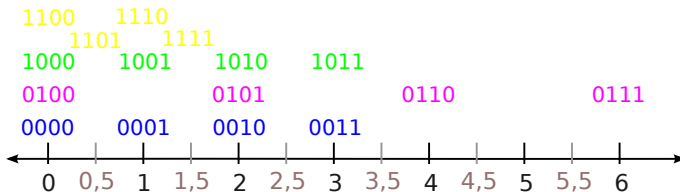
Cadena	E	M	N
0000	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0001	0	1	$1 * 2^0 = 1$
0010	0	2	$2 * 2^0 = 2$
0011	0	3	$3 * 2^0 = 3$
0100	1	0	$0 * 2^1 = 0$
0101	1	1	$1 * 2^1 = 2$
0110	1	2	$2 * 2^1 = 4$
0111	1	3	$3 * 2^1 = 6$
1000	0	0	$0 * 2^0 = 0$
1001	0	1	$1 * 2^0 = 1$
1010	0	2	$2 * 2^0 = 2$
1011	0	3	$3 * 2^0 = 3$

Completar la tabla: exponente $SM(2)$

Exponente $SM(2)$	Mantisa $BSS(2)$
-------------------	------------------

Cadena	E	M	N
0000	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0001	0	1	$1 * 2^0 = 1$
0010	0	2	$2 * 2^0 = 2$
0011	0	3	$3 * 2^0 = 3$
0100	1	0	$0 * 2^1 = 0$
0101	1	1	$1 * 2^1 = 2$
0110	1	2	$2 * 2^1 = 4$
0111	1	3	$3 * 2^1 = 6$
1000	0	0	$0 * 2^0 = 0$
1001	0	1	$1 * 2^0 = 1$
1010	0	2	$2 * 2^0 = 2$
1011	0	3	$3 * 2^0 = 3$
1100	-1	0	$0 * 2^{-1} = 0$
1101	-1	1	$1 * 2^{-1} = 0,5$
1110	-1	2	$2 * 2^{-1} = 1$
1111	-1	3	$3 * 2^{-1} = 1,5$

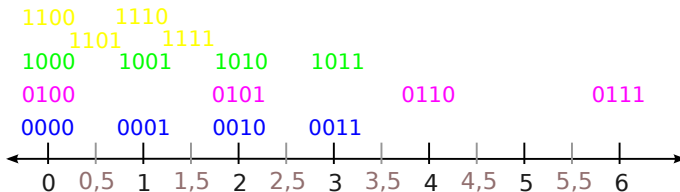
Completar la tabla



- exponente = 0
- exponente = 1
- exponente = 0
- exponente = -1

¿Cuántos números pueden representarse?: $\#\{0, 0,5, 1, 1,5, 2, 3, 4, 6\} = 8$

Completar la tabla



- exponente = 0
- exponente = 1
- exponente = 0
- exponente = -1

¿Cuántos números pueden representarse?: $\#\{0, 0,5, 1, 1,5, 2, 3, 4, 6\} = 8$

Completar la tabla: Mantisa y exponente $SM(2)$

Cadena	E	M	N
0000	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0001	0	1	$1 * 2^0 = 1$
0010	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0011	0	-1	$-1 * 2^0 = -1$

Exponente $SM(2)$	Mantisa $SM(2)$
-------------------	-----------------

Completar la tabla: Mantisa y exponente $SM(2)$

Cadena	E	M	N
0000	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0001	0	1	$1 * 2^0 = 1$
0010	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0011	0	-1	$-1 * 2^0 = -1$
0100	1	0	$0 * 2^1 = 0$
0101	1	1	$1 * 2^1 = 2$
0110	1	0	$0 * 2^1 = 0$
0111	1	-1	$-1 * 2^1 = -2$

Exponente $SM(2)$	Mantisa $SM(2)$
-------------------	-----------------

Completar la tabla: Mantisa y exponente $SM(2)$

Exponente $SM(2)$	Mantisa $SM(2)$
-------------------	-----------------

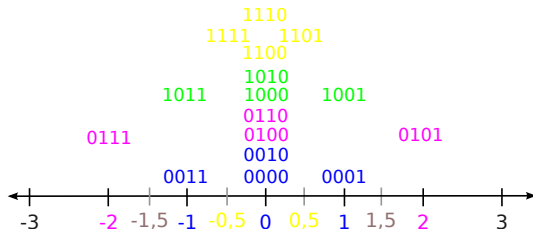
Cadena	E	M	N
0000	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0001	0	1	$1 * 2^0 = 1$
0010	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0011	0	-1	$-1 * 2^0 = -1$
0100	1	0	$0 * 2^1 = 0$
0101	1	1	$1 * 2^1 = 2$
0110	1	0	$0 * 2^1 = 0$
0111	1	-1	$-1 * 2^1 = -2$
1000	0	0	$0 * 2^0 = 0$
1001	0	1	$1 * 2^0 = 1$
1010	0	0	$0 * 2^0 = 0$
1011	0	-1	$-1 * 2^0 = -1$

Completar la tabla: Mantisa y exponente $SM(2)$

Exponente $SM(2)$	Mantisa $SM(2)$
-------------------	-----------------

Cadena	E	M	N
0000	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0001	0	1	$1 * 2^0 = 1$
0010	0	0	$0 * 2^0 = 0$
0011	0	-1	$-1 * 2^0 = -1$
0100	1	0	$0 * 2^1 = 0$
0101	1	1	$1 * 2^1 = 2$
0110	1	0	$0 * 2^1 = 0$
0111	1	-1	$-1 * 2^1 = -2$
1000	0	0	$0 * 2^0 = 0$
1001	0	1	$1 * 2^0 = 1$
1010	0	0	$0 * 2^0 = 0$
1011	0	-1	$-1 * 2^0 = -1$
1100	-1	0	$0 * 2^{-1} = 0$
1101	-1	1	$1 * 2^{-1} = 0,5$
1110	-1	0	$0 * 2^{-1} = 0$
1111	-1	-1	$-1 * 2^{-1} = -0,5$

Completar la tabla



- $\text{exponente} = 0$
- $\text{exponente} = 1$
- $\text{exponente} = 0$
- $\text{exponente} = -1$

¿Cuántos números pueden representarse?:

$\#\{-2, -1, -0,5, 0, 0,5, 1, 2\} = 7$

Hablemos del rango

Rango

- M en $SM(11)$
- E en $CA2(5)$

¿Cuál es el número representable mas grande?

Rango

- M en $SM(11)$
- E en $CA2(5)$

¿Cuál es el número representable mas grande?



El número representable más grande será: 1111111111 0 01111

- $M = \mathcal{I}_{bss}(1111111111) = 1023$
- $S = 0 = \text{positivo}$
- $E = \mathcal{I}_{ca2}(01111) = 15$

$$MAX = 1023 * 2^{15} = 33,521,664$$

Rango

- M en $SM(11)$
- E en $CA2(5)$

¿Cuál es el número representable mas chico?

Rango

- M en $SM(11)$
- E en $CA2(5)$

¿Cuál es el número representable mas chico?



- El número representable más chico será similar pero con signo negativo

$$MIN = \mathcal{I}(1111111111101111) = -1023 * 2^{15} = -33,521,664$$

- El número cero podrá representarse con mantisa 0 y cualquier signo o exponente.

¿Cuál es el máximo? ¿Cuál es el mínimo?

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $BSS(2)$
--------------------	------------------



¿Cuál es el máximo? ¿Cuál es el mínimo?

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $BSS(2)$
--------------------	------------------



Rango: $[0, 24]$

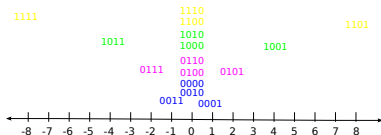
¿Cuál es el máximo? ¿Cuál es el mínimo?

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $BSS(2)$
--------------------	------------------



Rango: $[0, 24]$

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $SM(2)$
--------------------	-----------------



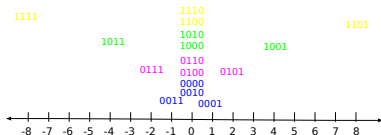
¿Cuál es el máximo? ¿Cuál es el mínimo?

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $BSS(2)$
--------------------	------------------



Rango: $[0, 24]$

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $SM(2)$
--------------------	-----------------



Rango: $[-8, 8]$

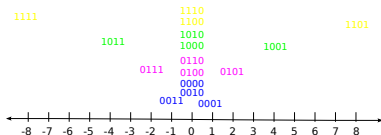
¿Cuál es el máximo? ¿Cuál es el mínimo?

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $BSS(2)$
--------------------	------------------



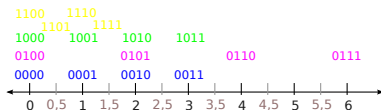
Rango: $[0, 24]$

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $SM(2)$
--------------------	-----------------



Rango: $[-8, 8]$

Exponente $SM(2)$	Mantisa $BSS(2)$
-------------------	------------------



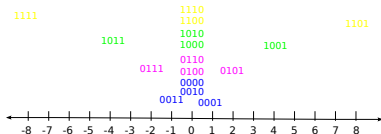
¿Cuál es el máximo? ¿Cuál es el mínimo?

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $BSS(2)$
--------------------	------------------



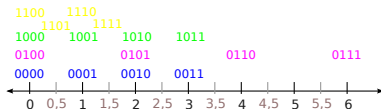
Rango: $[0, 24]$

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $SM(2)$
--------------------	-----------------



Rango: $[-8, 8]$

Exponente $SM(2)$	Mantisa $BSS(2)$
-------------------	------------------



Rango: $[0, 6]$

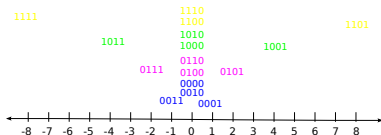
¿Cuál es el máximo? ¿Cuál es el mínimo?

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $BSS(2)$
--------------------	------------------



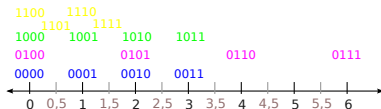
Rango: $[0, 24]$

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $SM(2)$
--------------------	-----------------



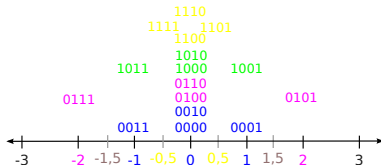
Rango: $[-8, 8]$

Exponente $SM(2)$	Mantisa $BSS(2)$
-------------------	------------------



Rango: $[0, 6]$

Exponente $SM(2)$	Mantisa $SM(2)$
-------------------	-----------------



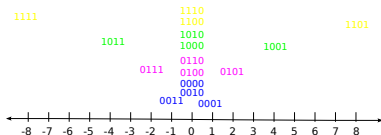
¿Cuál es el máximo? ¿Cuál es el mínimo?

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $BSS(2)$
--------------------	------------------



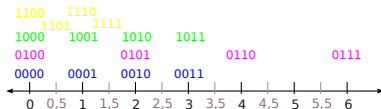
Rango: $[0, 24]$

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $SM(2)$
--------------------	-----------------



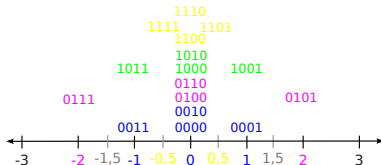
Rango: $[-8, 8]$

Exponente $SM(2)$	Mantisa $BSS(2)$
-------------------	------------------



Rango: $[0, 6]$

Exponente $SM(2)$	Mantisa $SM(2)$
-------------------	-----------------



Rango: $[-2, 2]$

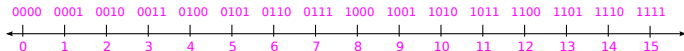
Ejercicio: Completar la tabla!

M	$SM(2)$	E	$CA2(2)$
---	---------	---	----------

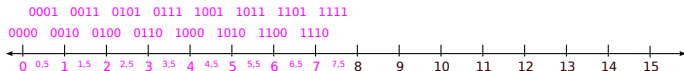
Hablemos de resolución

Resolución

- Los sistemas enteros tienen siempre resolución igual a 1

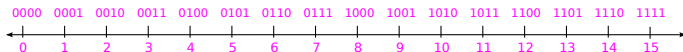


- Los sistemas de punto fijo tienen resolución fija (< 1)

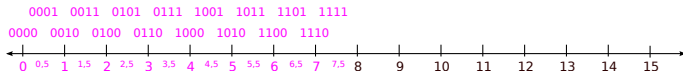


Resolución

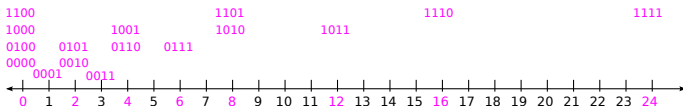
- Los sistemas enteros tienen siempre resolución igual a 1



- Los sistemas de punto fijo tienen resolución fija (< 1)

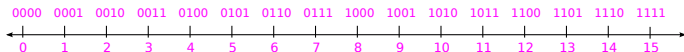


- Los sistemas de punto flotante ...

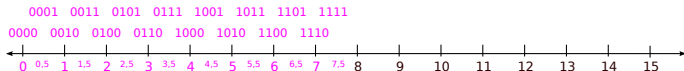


Resolución

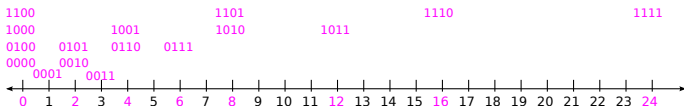
- Los sistemas enteros tienen siempre resolución igual a 1



- Los sistemas de punto fijo tienen resolución fija (< 1)



- Los sistemas de punto flotante ...



¡Resolución variable!



Con punto flotante no se representan mas valores que con punto fijo.
¿Porqué?

- M en $SM(11)$
- E en $CA2(5)$

¿Cuál es la resolución del sistema?

¿Cuál es la resolución del sistema?

- M en $SM(11)$
- E en $CA2(5)$

¿Cómo se calcula la resolución?

¿Cuál es la resolución del sistema?

- M en $SM(11)$
- E en $CA2(5)$

¿Cómo se calcula la resolución?



Tomando una cadena cualquiera...

$$\mathcal{I}(0000110110000100) = +54 * 2^4 = 864$$

y calculando la distancia al inmediato anterior o posterior

¿Cuál es la resolución del sistema? (M:SM(11), E:CA2(5))

$$\mathcal{I}(000011011000100) = +54 * 2^4 = 864$$

¿Cuál es la resolución del sistema? (M:SM(11), E:CA2(5))

$$\mathcal{I}(0000110110000100) = +54 * 2^4 = 864$$

Inmediato anterior

¿Cuál es la resolución del sistema? (M:SM(11), E:CA2(5))

$$\mathcal{I}(0000110110000100) = +54 * 2^4 = 864$$

Inmediato anterior

Inmediato posterior



M=53, se tiene:

$$\begin{aligned} R &= |53 * 2^4 - 54 * 2^4| = |(53 - 54) * 2^4| \\ &= |-1 * 2^4| = 2^4 \end{aligned}$$

¿Cuál es la resolución del sistema? (M:SM(11), E:CA2(5))

$$\mathcal{I}(0000110110000100) = +54 * 2^4 = 864$$

Inmediato anterior



M=53, se tiene:

$$\begin{aligned} R &= |53 * 2^4 - 54 * 2^4| = |(53 - 54) * 2^4| \\ &= |-1 * 2^4| = 2^4 \end{aligned}$$

Inmediato posterior



M=55, se tiene:

$$\begin{aligned} R &= |55 * 2^4 - 54 * 2^4| = \\ &= |1 * 2^4| = 2^4 \end{aligned}$$

¿Cuál es la resolución del sistema? (M:SM(11), E:CA2(5))

$$\mathcal{I}(0000001110011011) = +14 * 2^{-5} = 0,4375$$

¿Cuál es la resolución del sistema? (M:SM(11), E:CA2(5))

$$\mathcal{I}(0000001110011011) = +14 * 2^{-5} = 0,4375$$

Inmediato anterior

¿Cuál es la resolución del sistema? (M:SM(11), E:CA2(5))

$$\mathcal{I}(0000001110011011) = +14 * 2^{-5} = 0,4375$$

Inmediato anterior

Inmediato posterior



M=13, se tiene:

$$R = |13 * 2^{-5} - 14 * 2^{-5}|$$

$$= |-1 * 2^{-5}| = 2^{-5} = 0,03125$$

¿Cuál es la resolución del sistema? (M:SM(11), E:CA2(5))

$$\mathcal{I}(0000001110011011) = +14 * 2^{-5} = 0,4375$$

Inmediato anterior



M=13, se tiene:

$$R = |13 * 2^{-5} - 14 * 2^{-5}|$$

$$= |-1 * 2^{-5}| = 2^{-5} = 0,03125$$

Inmediato posterior



M=15, se tiene:

$$R = |15 * 2^{-5} - 14 * 2^{-5}| =$$

$$|1 * 2^{-5}| = 2^{-5} = 0,03125$$

Resolución variable

La resolución depende del valor del exponente

Resolución variable

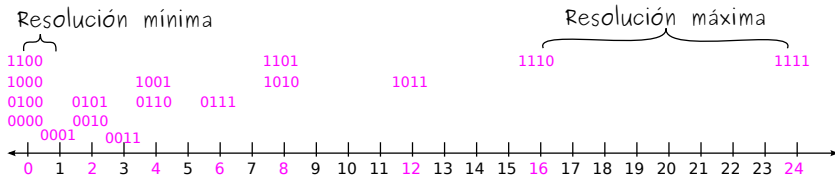
La resolución depende del valor del exponente

- Si el exponente es pequeño  los números se acercan a cero y la resolución se achica aumentando la precisión
- Si el exponente es grande  los números acercan a los extremos del rango y la resolución se agranda perdiendo precisión.

Resolución variable

La resolución depende del valor del exponente

- Si el exponente es pequeño  los números se acercan a cero y la resolución se achica aumentando la precisión
- Si el exponente es grande  los números acercan a los extremos del rango y la resolución se agranda perdiendo precisión.



Múltiples representaciones

Mantisa $SM(11)$

Exponente $Ex(5, 16)$

Ejercicio: Interpretar las siguientes cadenas de bits

- 1 0000000100 0 10001
- 2 0000001000 0 10000
- 3 0000010000 0 01111
- 4 1000000000 0 01010

Múltiples representaciones

Mantisa $SM(11)$

Exponente $Ex(5, 16)$

Ejercicio: Interpretar las siguientes cadenas de bits

① 0000000100 0 10001

$$\textcircled{1} \mathcal{I}(0000000100010001) = 4 * 2^1 = 8$$

② 0000001000 0 10000

$$\textcircled{2} \mathcal{I}(0000001000010000) = 8 * 2^0 = 8$$

③ 0000010000 0 01111

$$\textcircled{3} \mathcal{I}(0000010000001111) = 16 * 2^{-1} = 8$$

④ 1000000000 0 01010

$$\textcircled{4} \mathcal{I}(1000000000001010) = 512 * 2^{-6} = 8$$

Múltiples representaciones

Mantisa $SM(11)$

Exponente $Ex(5, 16)$

Ejercicio: Interpretar las siguientes cadenas de bits

① 0000000100 0 10001

$$\textcircled{1} \mathcal{I}(0000000100010001) = 4 * 2^1 = 8$$

② 0000001000 0 10000

$$\textcircled{2} \mathcal{I}(0000001000010000) = 8 * 2^0 = 8$$

③ 0000010000 0 01111

$$\textcircled{3} \mathcal{I}(0000010000001111) = 16 * 2^{-1} = 8$$

④ 1000000000 0 01010

$$\textcircled{4} \mathcal{I}(1000000000001010) = 512 * 2^{-6} = 8$$

¡El número 8 se puede escribir de varias maneras!

Múltiples representaciones

¡El número 8 se puede escribir de varias maneras!

Múltiples representaciones

¡El número 8 se puede escribir de varias maneras!



¡El sistema es ambiguo!

¡Se desperdician cadenas!

Normalización

Múltiples representaciones: Normalización

Cadena normalizada

Una cadena **está normalizada**, si su dígito más significativo (el de más a la izquierda) es diferente a 0. Si un número tiene representación normalizada, ésta será única.

Múltiples representaciones: Normalización

Cadena normalizada

Una cadena **está normalizada**, si su dígito más significativo (el de más a la izquierda) es diferente a 0. Si un número tiene representación normalizada, ésta será única.

- ❶ 0000000100 0 10001
- ❷ 0000001000 0 10000
- ❸ 0000010000 0 01111
- ❹ 1000000000 0 01010 (Cadena normalizada)

Múltiples representaciones: Normalización

Cadena normalizada

Una cadena **está normalizada**, si su dígito más significativo (el de más a la izquierda) es diferente a 0. Si un número tiene representación normalizada, ésta será única.

- ❶ 0000000100 0 10001
- ❷ 0000001000 0 10000
- ❸ 0000010000 0 01111
- ❹ 1000000000 0 01010 (Cadena normalizada)

Sistema Normalizado

Diremos que un sistema es un sistema normalizado, si todas sus cadenas están normalizadas.

Múltiples representaciones: Normalización

¿Cómo represento el cero en un sistema normalizado?
(M $BSS(2)$, E $BSS(2)$)

Múltiples representaciones: Normalización

¿Cómo represento el cero en un sistema normalizado?
(M $BSS(2)$, E $BSS(2)$)



El número 0 no tiene representación normalizada posible

Múltiples representaciones: Normalización

¿Cómo represento el cero en un sistema normalizado?
(M $BSS(2)$, E $BSS(2)$)



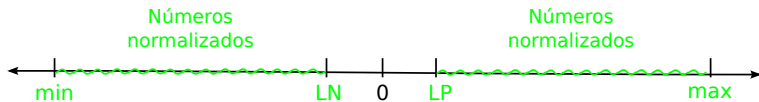
El número 0 no tiene representación normalizada posible



Un sistema normalizado no puede representar el número 0

En la práctica, los sistemas normalizados tienen una representación especial que representa 0

Un sistema normalizado no puede representar el número 0



Múltiples representaciones: Normalización

Sistema normalizado

Múltiples representaciones: Normalización

Sistema normalizado



Cadenas descartadas: las que comienzan con **0**

Múltiples representaciones: Normalización

Sistema normalizado



Cadenas descartadas: las que comienzan con **0**



¿Solución?

Bit implícito

Si todas las cadenas están normalizadas, podemos omitir
la escritura del primer bit

Bit implícito

Si todas las cadenas están normalizadas, podemos omitir
la escritura del primer bit



Se gana un bit!

Bit implícito

Sistema **SIN** bit implícito

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $BSS(2)$
--------------------	------------------

Bit implícito

Sistema **SIN** bit implícito

Sistema **CON** bit implícito

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $BSS(2)$	Exponente $BSS(2)$	Mantisa $BSS(2)$
--------------------	------------------	--------------------	------------------



$$\mathcal{I}(0011) = (2^1 + 2^0) * 2^0 = 3$$

Bit implícito

Sistema **SIN** bit implícito

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $BSS(2)$
--------------------	------------------



$$\mathcal{I}(0011) = (2^1 + 2^0) * 2^0 = 3$$

Sistema **CON** bit implícito

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $BSS(2)$
--------------------	------------------



$$\mathcal{I}(0011)$$

Bit implícito

Sistema **SIN** bit implícito

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $BSS(2)$
--------------------	------------------



$$\mathcal{I}(0011) = (2^1 + 2^0) * 2^0 = 3$$

Sistema **CON** bit implícito

Exponente $BSS(2)$	Mantisa $BSS(2)$
--------------------	------------------



$$\mathcal{I}(0011)$$



$$\mathcal{I}(00\mathbf{1}11) = (2^2 + 2^1 + 2^0) * 2^0 = 7$$

Bit implícito

Una mantisa con n bits normalizada...

Sin bit implícito

Tiene 2^n cadenas
donde la mitad son inválidas
 $\therefore \frac{2^n}{2} = 2^{n-1}$ combinaciones

Con bit implícito

Tiene 2^{n+1} cadenas
donde la mitad son inválidas
 $\therefore \frac{2^{n+1}}{2} = 2^n$ combinaciones

Bit implícito

Una mantisa con n bits normalizada...

Sin bit implícito

Tiene 2^n cadenas
donde la mitad son inválidas
 $\therefore \frac{2^n}{2} = 2^{n-1}$ combinaciones

Con bit implícito

Tiene 2^{n+1} cadenas
donde la mitad son inválidas
 $\therefore \frac{2^{n+1}}{2} = 2^n$ combinaciones ✓

Representación en Punto Flotante

Representación

- 1 Aproximar el número X como en **punto fijo** usando los bits de la mantisa (+1).
- 2 Establecer el valor del exponente para *recordar* la posición de la coma
- 3 Normalizar la cadena, indicando donde está la coma mediante el exponente.
- 4 Quitar el bit implícito

Representación

- 1 Aproximar el número X como en **punto fijo** usando los bits de la mantisa (+1).
- 2 Establecer el valor del exponente para *recordar* la posición de la coma
- 3 Normalizar la cadena, indicando donde está la coma mediante el exponente.
- 4 Quitar el bit implícito

Ejemplo

$X=6$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(4)$

- 1 Aproximar en 5 bits: 00110,0

Representación

- 1 Aproximar el número X como en **punto fijo** usando los bits de la mantisa (+1).
- 2 Establecer el valor del exponente para **recordar** la posición de la coma
- 3 Normalizar la cadena, indicando donde está la coma mediante el exponente.
- 4 Quitar el bit implícito

Ejemplo

$X=6$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(4)$

- 1 Aproximar en 5 bits: 00110,0
- 2 Definir exponente: $6 = \mathcal{I}(00110) * 2^0$

Representación

- 1 Aproximar el número **X** como en **punto fijo** usando los bits de la mantisa (+1).
- 2 Establecer el valor del exponente para **recordar** la posición de la coma
- 3 Normalizar la cadena, indicando donde está la coma mediante el exponente.
- 4 Quitar el bit implícito

Ejemplo

X=6 con M: $BSS(4)$ E: $SM(4)$

- 1 Aproximar en **5** bits: $00110,0$
- 2 Definir exponente: $6 = \mathcal{I}(00110) * 2^0$
- 3 Normalizar: $6 = \mathcal{I}(11000) * 2^{-2}$
- 4 Representar el exponente: $\mathcal{R}(-2) = 1010$
- 5 Sacar bit implícito: **10101000**

Representación

Ejemplo

$X=30$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(4)$

1 Aproximar en 5 bits: 11110,0

Representación

Ejemplo

$X=30$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(4)$

- 1 Aproximar en 5 bits: $11110,0$
- 2 Definir exponente: $30 = \mathcal{I}(11110) * 2^0$

Representación

Ejemplo

$X=30$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(4)$

- 1 Aproximar en 5 bits: 11110,0
- 2 Definir exponente: $30 = \mathcal{I}(11110) * 2^0$
- 3 Normalizar: ✓
- 4 Representar el exponente: $\mathcal{R}(0) = 0000$
- 5 Sacar bit implícito: 00001110

Representación

Ejemplo

$X=30$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(4)$

- 1 Aproximar en 5 bits: 11110,0
- 2 Definir exponente: $30 = \mathcal{I}(11110) * 2^0$
- 3 Normalizar: ✓
- 4 Representar el exponente: $\mathcal{R}(0) = 0000$
- 5 Sacar bit implícito: 00001110



$$\mathcal{I}(00001110) = \mathcal{I}_{bss(5)}(11110) * 2^0 = 30 * 2^0$$

Representación

Ejemplo

$X=0,5$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(4)$

① Aproximar en 5 bits: $0000,1$

Representación

Ejemplo

$X=0,5$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(4)$

- 1 Aproximar en 5 bits: $0000,1$
- 2 Definir exponente: $0,5 = \mathcal{I}(00001) * 2^{-1}$

Representación

Ejemplo

$X=0,5$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(4)$

- 1 Aproximar en 5 bits: $0000,1$
- 2 Definir exponente: $0,5 = \mathcal{I}(00001) * 2^{-1}$
- 3 Normalizar: $0,5 = \mathcal{I}(10000) * 2^{-5}$
- 4 Representar el exponente: $\mathcal{R}(-5) = 1101$
- 5 Sacar bit implícito: 11010000

Representación

Ejemplo

$X=0,5$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(4)$

- ➊ Aproximar en 5 bits: 0000,1
- ➋ Definir exponente: $0,5 = \mathcal{I}(00001) * 2^{-1}$
- ➌ Normalizar: $0,5 = \mathcal{I}(10000) * 2^{-5}$
- ➍ Representar el exponente: $\mathcal{R}(-5) = 1101$
- ➎ Sacar bit implícito: 11010000



$$\mathcal{I}(11010000) = \mathcal{I}_{bss(5)}(10000) * 2^{-5} = 16 * 2^{-5} = \frac{16}{32} = 0,5$$

Representación

Ejemplo

Otra forma: $X=0,5$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(4)$

- 1 Aproximar en 5 bits: 0,1000

Representación

Ejemplo

Otra forma: $X=0,5$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(4)$

- 1 Aproximar en 5 bits: 0,1000
- 2 Definir exponente: $0,5 = \mathcal{I}(01000) * 2^{-4}$

Representación

Ejemplo

Otra forma: $X=0,5$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(4)$

- 1 Aproximar en 5 bits: $0,1000$
- 2 Definir exponente: $0,5 = \mathcal{I}(01000) * 2^{-4}$
- 3 Normalizar: $0,5 = \mathcal{I}(10000) * 2^{-5}$
- 4 Representar el exponente: $\mathcal{R}(-5) = 1101$
- 5 Sacar bit implícito: 11010000

Representación

Ejemplo

Otra forma: $X=0,5$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(4)$

- 1 Aproximar en 5 bits: 0,1000
- 2 Definir exponente: $0,5 = \mathcal{I}(01000) * 2^{-4}$
- 3 Normalizar: $0,5 = \mathcal{I}(10000) * 2^{-5}$
- 4 Representar el exponente: $\mathcal{R}(-5) = 1101$
- 5 Sacar bit implícito: 11010000



$$\mathcal{I}(11010000) = \mathcal{I}_{bss(5)}(10000) * 2^{-5} = 16 * 2^{-5} = \frac{16}{32} = 0,5$$

Representar $X=5,1$

Representar $X=5,1$

Ejemplo

$X=5,1$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(4)$

① Aproximar en 5 bits. Parte entera: 101. Parte fraccionaria:

① $0,1 * 2 = 0,2$

② $0,2 * 2 = 0,4$

③ $0,4 * 2 = 0,8$  redondeo

② Definir exponente: $5,1 \approx \mathcal{I}(10100) * 2^{-2}$

Representar $X=5,1$

Ejemplo

$X=5,1$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(4)$

- 1 Aproximar en 5 bits. Parte entera: 101. Parte fraccionaria:
 - 1 $0,1 * 2 = 0,2$
 - 2 $0,2 * 2 = 0,4$
 - 3 $0,4 * 2 = 0,8$  redondeo
- 2 Definir exponente: $5,1 \approx \mathcal{I}(10100) * 2^{-2}$
- 3 Normalizar: $\checkmark$
- 4 Representar el exponente: $\mathcal{R}(-2) = 1010$
- 5 Sacar bit implícito: 10100100

Representar $X=5,1$

Ejemplo

$X=5,1$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(4)$

1 Aproximar en 5 bits. Parte entera: 101. Parte fraccionaria:

1 $0,1 * 2 = 0,2$

2 $0,2 * 2 = 0,4$

3 $0,4 * 2 = 0,8$  redondeo

2 Definir exponente: $5,1 \approx \mathcal{I}(10100) * 2^{-2}$

3 Normalizar: $\checkmark$

4 Representar el exponente: $\mathcal{R}(-2) = 1010$

5 Sacar bit implícito: **1010**0100



$$\mathcal{I}(\mathbf{10100100}) = \mathcal{I}_{bss(5)}(10100) * 2^{-2} = 20 * 2^{-2} = \frac{20}{4} = 5$$

Ejemplo

$X=5,1$ con M: $BSS(4, 4)$ E: $SM(4)$

① Aproximar en 5 bits. Parte entera: 101. Parte fraccionaria:

① $0,1 * 2 = 0,2$

② $0,2 * 2 = 0,4$

③ $0,4 * 2 = 0,8$  redondeo

② Definir exponente: $5,1 \approx \mathcal{I}(10100) * 2^3$

Ejemplo

$X=5,1$ con M: $BSS(4, 4)$ E: $SM(4)$

① Aproximar en 5 bits. Parte entera: 101. Parte fraccionaria:

① $0,1 * 2 = 0,2$

② $0,2 * 2 = 0,4$

③ $0,4 * 2 = 0,8$  redondeo

② Definir exponente: $5,1 \approx \mathcal{I}(10100) * 2^3$

③ Normalizar: $\checkmark$

④ Representar el exponente: $\mathcal{R}(3) = 0011$

⑤ Sacar bit implícito: **0011**0100

Ejemplo

$X=5,1$ con M: $BSS(4, 4)$ E: $SM(4)$

- 1 Aproximar en 5 bits. Parte entera: 101. Parte fraccionaria:
 - 1 $0,1 * 2 = 0,2$
 - 2 $0,2 * 2 = 0,4$
 - 3 $0,4 * 2 = 0,8$  redondeo
- 2 Definir exponente: $5,1 \approx \mathcal{I}(10100) * 2^3$
- 3 Normalizar: $\checkmark$
- 4 Representar el exponente: $\mathcal{R}(3) = 0011$
- 5 Sacar bit implícito: **00110100**



$$\mathcal{I}(\mathbf{00110100}) = \mathcal{I}_{bss(5,5)}(10100) * 2^3 = (2^{-1} + 2^{-3}) * 2^3 = 2^{-1} * 2^3 + 2^{-3} * 2^3 = 2^2 + 1 = 5$$

Representar $X=0,005$

Ejemplo

$X=0,005$ con M: $BSS(8, 8)$ E: $SM(5)$

1 Aproximar en 9 bits. Parte fraccionaria:

1 $0,005 * 2 = 0,01$

2 $0,01 * 2 = 0,02$

3 $0,02 * 2 = 0,04$

4 $0,04 * 2 = 0,08$

5 $0,08 * 2 = 0,16$

6 $0,16 * 2 = 0,32$

7 $0,32 * 2 = 0,64$

8 $0,64 * 2 = 1,28$

9 $0,28 * 2 = 0,56$

10 $0,56 * 2 = 1,12$  redondeo

2 Definir exponente:

$$0,005 \approx \mathcal{I}(000000011) * 2^0$$

Representar $X=0,005$

Ejemplo

$X=0,005$ con M: $BSS(8, 8)$ E: $SM(5)$

1 Aproximar en 9 bits. Parte fraccionaria:

1 $0,005 * 2 = 0,01$

2 $0,01 * 2 = 0,02$

3 $0,02 * 2 = 0,04$

4 $0,04 * 2 = 0,08$

5 $0,08 * 2 = 0,16$

6 $0,16 * 2 = 0,32$

7 $0,32 * 2 = 0,64$

8 $0,64 * 2 = 1,28$

9 $0,28 * 2 = 0,56$

10 $0,56 * 2 = 1,12$  redondeo

2 Definir exponente:

$$0,005 \approx \mathcal{I}(000000011) * 2^0$$

3 Normalizar: $0,005 \approx \mathcal{I}(110000000) * 2^{-7}$

Representar $X=0,005$

Ejemplo

$X=0,005$ con M: $BSS(8, 8)$ E: $SM(5)$

1 Aproximar en 9 bits. Parte fraccionaria:

1 $0,005 * 2 = 0,01$

2 $0,01 * 2 = 0,02$

3 $0,02 * 2 = 0,04$

4 $0,04 * 2 = 0,08$

5 $0,08 * 2 = 0,16$

6 $0,16 * 2 = 0,32$

7 $0,32 * 2 = 0,64$

8 $0,64 * 2 = 1,28$

9 $0,28 * 2 = 0,56$

10 $0,56 * 2 = 1,12$  redondeo

2 Definir exponente:

$$0,005 \approx \mathcal{I}(000000011) * 2^0$$

3 Normalizar: $0,005 \approx \mathcal{I}(110000000) * 2^{-7}$

1 Representar el exponente:

$$\mathcal{R}(-7) = 10111$$

Representar $X=0,005$

Ejemplo

$X=0,005$ con M: $BSS(8, 8)$ E: $SM(5)$

1 Aproximar en 9 bits. Parte fraccionaria:

1 $0,005 * 2 = 0,01$

2 $0,01 * 2 = 0,02$

3 $0,02 * 2 = 0,04$

4 $0,04 * 2 = 0,08$

5 $0,08 * 2 = 0,16$

6 $0,16 * 2 = 0,32$

7 $0,32 * 2 = 0,64$

8 $0,64 * 2 = 1,28$

9 $0,28 * 2 = 0,56$

10 $0,56 * 2 = 1,12$  redondeo

2 Definir exponente:

$$0,005 \approx \mathcal{I}(000000011) * 2^0$$

3 Normalizar: $0,005 \approx \mathcal{I}(110000000) * 2^{-7}$

1 Representar el exponente:

$$\mathcal{R}(-7) = 10111$$

2 Sacar bit implícito: **10111**10000000

Representar $X=0,005$

Ejemplo

$X=0,005$ con M: $BSS(8, 8)$ E: $SM(5)$

1 Aproximar en 9 bits. Parte fraccionaria:

1 $0,005 * 2 = 0,01$

2 $0,01 * 2 = 0,02$

3 $0,02 * 2 = 0,04$

4 $0,04 * 2 = 0,08$

5 $0,08 * 2 = 0,16$

6 $0,16 * 2 = 0,32$

7 $0,32 * 2 = 0,64$

8 $0,64 * 2 = 1,28$

9 $0,28 * 2 = 0,56$

10 $0,56 * 2 = 1,12$  redondeo

2 Definir exponente:

$$0,005 \approx \mathcal{I}(000000011) * 2^0$$

3 Normalizar: $0,005 \approx \mathcal{I}(110000000) * 2^{-7}$

1 Representar el exponente:

$$\mathcal{R}(-7) = 10111$$

2 Sacar bit implícito: 1011110000000

Representar $X=0,005$

Ejemplo

$X=0,005$ con M: BSS(8, 8) E:SM(5)

1 Aproximar en 9 bits. Parte fraccionaria:

1 $0,005 * 2 = 0,01$

2 $0,01 * 2 = 0,02$

3 $0,02 * 2 = 0,04$

4 $0,04 * 2 = 0,08$

5 $0,08 * 2 = 0,16$

6 $0,16 * 2 = 0,32$

7 $0,32 * 2 = 0,64$

8 $0,64 * 2 = 1,28$

9 $0,28 * 2 = 0,56$

10 $0,56 * 2 = 1,12$  redondeo

2 Definir exponente:

$$0,005 \approx \mathcal{I}(000000011) * 2^0$$

3 Normalizar: $0,005 \approx \mathcal{I}(110000000) * 2^{-7}$

1 Representar el exponente:

$$\mathcal{R}(-7) = 10111$$

2 Sacar bit implícito: 1011110000000



$$\mathcal{I}(1011110000000) = \mathcal{I}_{bss(9,9)}(110000000) * 2^{-7}$$

$$= (2^{-1} + 2^{-2}) * 2^{-7} = 2^{-1} * 2^{-7} + 2^{-2} * 2^{-7}$$

$$= 2^{-8} + 2^{-9} = 0,00390625 + 0,001953125$$

$$= 0,005859375$$

Representar $X=1000$

Ejemplo

Otra forma: $X=1000$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(5)$

- 1 Aproximar en 5 bits: 1111101000 .
- 2 Definir exponente: $1000 \approx \mathcal{I}(11111) * 2^5$

Representar $X=1000$

Ejemplo

Otra forma: $X=1000$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(5)$

- 1 Aproximar en 5 bits: 1111101000 .
- 2 Definir exponente: $1000 \approx \mathcal{I}(11111) * 2^5$
- 3 Normalizar: $\checkmark$

Representar $X=1000$

Ejemplo

Otra forma: $X=1000$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(5)$

- 1 Aproximar en 5 bits: 1111101000 .
- 2 Definir exponente: $1000 \approx \mathcal{I}(11111) * 2^5$
- 3 Normalizar: $\checkmark$
- 4 Representar el exponente: $\mathcal{R}(5) = 00101$

Representar $X=1000$

Ejemplo

Otra forma: $X=1000$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(5)$

- 1 Aproximar en 5 bits: 1111101000 .
- 2 Definir exponente: $1000 \approx \mathcal{I}(11111) * 2^5$
- 3 Normalizar: $\checkmark$
- 4 Representar el exponente: $\mathcal{R}(5) = 00101$
- 5 Sacar bit implícito: 001011111

Representar $X=1000$

Ejemplo

Otra forma: $X=1000$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(5)$

- 1 Aproximar en 5 bits: 1111101000 .
- 2 Definir exponente: $1000 \approx \mathcal{I}(11111) * 2^5$
- 3 Normalizar: $\checkmark$
- 4 Representar el exponente: $\mathcal{R}(5) = 00101$
- 5 Sacar bit implícito: 001011111

Representar $X=1000$

Ejemplo

Otra forma: $X=1000$ con M: $BSS(4)$ E: $SM(5)$

- 1 Aproximar en 5 bits: 1111101000 .
- 2 Definir exponente: $1000 \approx \mathcal{I}(11111) * 2^5$
- 3 Normalizar: $\checkmark$
- 4 Representar el exponente: $\mathcal{R}(5) = 00101$
- 5 Sacar bit implícito: 001011111



$$\mathcal{I}(001011111) = \mathcal{I}_{bss(5)}(11111) * 2^5 = 31 * 2^5 = 31 * 32 = 992$$

Representar $X=1000$

Representar $X=1000$



$$\mathcal{I}(001011111) = \mathcal{I}_{bss(5)}(11111) * 2^5 = 31 * 2^5 = 31 * 32 = 992$$

Representar $X=1000$



$$\mathcal{I}(001011111) = \mathcal{I}_{bss(5)}(11111) * 2^5 = 31 * 2^5 = 31 * 32 = 992$$



¿La cadena inmediata posterior no es una mejor aproximación?

$$\mathcal{I}(001100000) = \mathcal{I}_{bss(5)}(10000) * 2^6 = 16 * 2^6 = 16 * 64 = 1024$$

¿Preguntas?