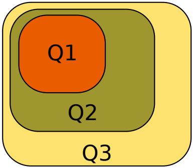
Sistemas de numeración para enteros

Organización de computadoras

Universidad Nacional de Quilmes

May 19, 2020

Repaso



1. Registros no visibles al programador
   1. PC
   2. IR
2. Rutinas
   1. Modularización
   2. Reuso
3. Contratos
4. Pila
5. **Q3**
   1. CALL/RET

En esta unidad

1. Sistemas de numeración para enteros
    1. Signo-Magnitud
    2. Complemento a 2
    3. Exceso

En esta unidad

1. Sistemas de numeración para enteros
   1. Signo-Magnitud
      1. Interpretar
      2. representar
   2. Complemento a 2
      1. Interpretar
      2. representar
   3. Exceso
      1. Interpretar
      2. representar

Signo-Magnitud

Signo Magnitud

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

Signo Magnitud

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

¿Cómo podemos *simular* el signo?

Signo Magnitud

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

¿Cómo podemos *simular* el signo?

Reservando un bit para indicar signo:

0 → positivo

1 → negativo

Signo Magnitud

Ejemplo

$SM(8)$

S	M	M	M	M	M	M	M

- S = Signo
- M = Magnitud

Interpretación $SM()$

Interpretación en Signo Magnitud

1. Con el primer bit se indica el signo
2. Los restantes bits se interpretan como en $BSS()$

Interpretación en Signo Magnitud

1. Con el primer bit se indica el signo
2. Los restantes bits se interpretan como en $BSS()$

Ejemplo

$SM(4)$	S	M	M	M

$\mathcal{I}_{SM}(0001)=$

$\mathcal{I}_{SM}(1001)=$

Interpretación en Signo Magnitud

1. Con el primer bit se indica el signo
2. Los restantes bits se interpretan como en $BSS()$

Ejemplo

$SM(4)$	S	M	M	M

$\mathcal{I}_{SM}(0001)=1$
$\mathcal{I}_{SM}(1001)=-1$

Ejercicio: interpretar en $SM(2)$

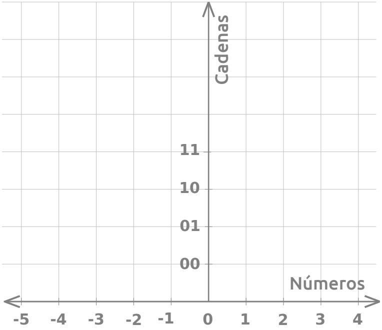
$$\mathcal{I}_{SM}(00) =$$
$$\mathcal{I}_{SM}(01) =$$
$$\mathcal{I}_{SM}(10) =$$
$$\mathcal{I}_{SM}(11) =$$

Ejercicio: interpretar en $SM(2)$

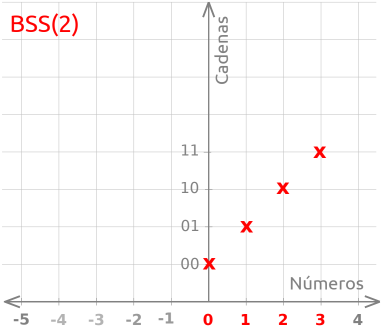
$$\mathcal{I}_{SM}(00) = 0$$
$$\mathcal{I}_{SM}(01) = 2^0 = 1$$
$$\mathcal{I}_{SM}(10) = (-1) \times (0) = 0$$
$$\mathcal{I}_{SM}(11) = (-1) \times (2^0) = -1$$

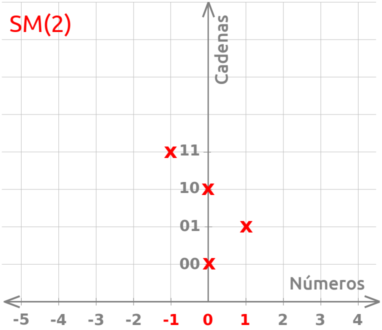
Comparar $SM(3)$ con $BSS(3)$

Graficar la interpretación de los sistemas $BSS(2)$ y $SM(2)$



Comparar $SM(3)$ con $BSS(3)$





Ejercicio: interpretar en $SM(3)$

$$\mathcal{I}_{SM}(000) =$$
$$\mathcal{I}_{SM}(001) =$$
$$\mathcal{I}_{SM}(010) =$$
$$\mathcal{I}_{SM}(011) =$$
$$\mathcal{I}_{SM}(100) =$$
$$\mathcal{I}_{SM}(101) =$$
$$\mathcal{I}_{SM}(110) =$$
$$\mathcal{I}_{SM}(111) =$$

¡Graficar!

Ejercicio: interpretar en $SM(3)$

$$
\begin{aligned}
\mathcal{I}_{SM}(000) &= 0\\
\mathcal{I}_{SM}(001) &= 2^0 = 1\\
\mathcal{I}_{SM}(010) &= 2^1 = 2\\
\mathcal{I}_{SM}(011) &= (2^1 + 2^0) = 3\\
\mathcal{I}_{SM}(100) &= (-1) \times (0) = 0\\
\mathcal{I}_{SM}(101) &= (-1) \times (2^0) = -1\\
\mathcal{I}_{SM}(110) &= (-1) \times (2^1) = -2\\
\mathcal{I}_{SM}(111) &= (-1) \times (2^1 + 2^0) = -3
\end{aligned}
$$

¡Graficar!

Ejercicio: intertar en $SM(8)$

$$\mathcal{I}_{SM}(10001011) =$$
$$\mathcal{I}_{SM}(00001011) =$$
$$\mathcal{I}_{SM}(10100111) =$$
$$\mathcal{I}_{SM}(00100111) =$$
$$\mathcal{I}_{SM}(11011000) =$$
$$\mathcal{I}_{SM}(00000000) =$$
$$\mathcal{I}_{SM}(10000000) =$$
$$\mathcal{I}_{SM}(01111111) =$$
$$\mathcal{I}_{SM}(11111111) =$$

Ejercicio: intertar en $SM(8)$

$$\mathcal{I}_{SM}(10001011) = (-1) \times (1 \times 2^3 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0) = -11$$
$$\mathcal{I}_{SM}(00001011) = (1 \times 2^3 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0) = 11$$
$$\mathcal{I}_{SM}(10100111) = (-1) \times (2^5 + 2^2 + 2^1 + 2^0) = -37$$
$$\mathcal{I}_{SM}(00100111) = (2^5 + 2^2 + 2^1 + 2^0) = 37$$
$$\mathcal{I}_{SM}(11011000) = (-1) \times (2^6 + 2^4 + 2^3) = -88$$
$$\mathcal{I}_{SM}(00000000) = 0$$
$$\mathcal{I}_{SM}(10000000) = (-1) \times (0) = 0$$
$$\mathcal{I}_{SM}(01111111) = (2^6 + 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0) = 127$$
$$\mathcal{I}_{SM}(11111111) = (-1) \times (2^6 + 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0) = -127$$

Rango en el sistema $SM()$

- ¿Cuál es el rango de un sistema $SM(2)$? ⇝ $[-1, 1]$

Rango en el sistema $SM()$

- ¿Cuál es el rango de un sistema $SM(2)$? ⇢ $[-1, 1]$
- ¿Cuál es el rango de un sistema $SM(3)$? ⇢ $[-3, 3]$

Rango en el sistema $SM()$

- ¿Cuál es el rango de un sistema $SM(2)$? ⇢ $[-1, 1]$
- ¿Cuál es el rango de un sistema $SM(3)$? ⇢ $[-3, 3]$
- ¿Cuál es el rango de un sistema $SM(4)$? ⇢ $[-7, 7]$

Rango en el sistema $SM()$

- ¿Cuál es el rango de un sistema $SM(2)$? ⇢ $[-1, 1]$
- ¿Cuál es el rango de un sistema $SM(3)$? ⇢ $[-3, 3]$
- ¿Cuál es el rango de un sistema $SM(4)$? ⇢ $[-7, 7]$
- ¿Cuál es el rango de un sistema $SM(6)$? ⇢ ¡Ejercicio!

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

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

Doble representación del cero

¿Cúantos números pueden representarse en $SM(8)$?

¿2^8?

Doble representación del cero

¿Cúantos números pueden representarse en $SM(8)$?

¿2^8?

¡No!

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

Representación en Signo-Magnitud

Representación en *Signo-Magnitud*

1. Se representa el **signo** con el bit de la izquierda.
2. Se representa la **magnitud** como en $BSS(n-1)$: método de las divisiones sucesivas sobre el valor absoluto

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 $SM(8)$:

18	2				
0	9	2			
	1	4	2		
		0	2	2	
			0	1	2
				1	0

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

Ejemplos de representación usando $SM(8)$

Ejemplo

Representar el número 18 en $SM(8)$:

$$\begin{array}{cccccc}
18 & \underline{|\;2} & & & & \\
0 & 9 & \underline{|\;2} & & & \\
 & 1 & 4 & \underline{|\;2} & & \\
 & & 0 & 2 & \underline{|\;2} & \\
 & & & 0 & 1 & \underline{|\;2} \\
 & & & & 1 & 0
\end{array}$$

1. Asi, $\mathcal{R}(18) = 10010$.
2. Completar los 7 bits $\therefore \mathcal{R}_{bss(7)}(18) = 0010010$

Ejemplos de representación usando $SM(8)$

Ejemplo

Representar el número 18 en $SM(8)$:

$$\begin{array}{cccccc}
18 & \lfloor\, 2 & & & & \\
0 & 9 & \lfloor\, 2 & & & \\
 & 1 & 4 & \lfloor\, 2 & & \\
 & & 0 & 2 & \lfloor\, 2 & \\
 & & & 0 & 1 & \lfloor\, 2 \\
 & & & & 1 & 0
\end{array}$$

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

Representación en $SM(8)$

Ejemplo

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

Representación en $SM(8)$

Ejemplo

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

$$
\begin{array}{cccccc}
18 & \multicolumn{1}{|c}{2} & & & & \\ \cline{2-2}
0 & 9 & \multicolumn{1}{|c}{2} & & & \\ \cline{3-3}
 & 1 & 4 & \multicolumn{1}{|c}{2} & & \\ \cline{4-4}
 & & 0 & 2 & \multicolumn{1}{|c}{2} & \\ \cline{5-5}
 & & & 0 & 1 & \multicolumn{1}{|c}{2} \\ \cline{6-6}
 & & & & 1 & 0
\end{array}
$$

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

Representación en $SM(8)$

Ejemplo

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

$$
\begin{array}{llllll}
18 & \underline{|\ 2} & & & & \\
0 & 9 & \underline{|\ 2} & & & \\
 & 1 & 4 & \underline{|\ 2} & & \\
 & & 0 & 2 & \underline{|\ 2} & \\
 & & & 0 & 1 & \underline{|\ 2} \\
 & & & & 1 & 0
\end{array}
$$

1. Asi, $\mathcal{R}(18) = 10010$.
2. Completar los 7 bits $\therefore \mathcal{R}_{bss(7)}(18) = 0010010$

Representación en $SM(8)$

Ejemplo

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

$$\begin{array}{llllll} 18 & \underline{|\;2} & & & & \\ 0 & 9 & \underline{|\;2} & & & \\ & 1 & 4 & \underline{|\;2} & & \\ & & 0 & 2 & \underline{|\;2} & \\ & & & 0 & 1 & \underline{|\;2} \\ & & & & 1 & 0 \end{array}$$

1. Asi, $\mathcal{R}(18) = 10010$.
2. Completar los 7 bits $\therefore \mathcal{R}_{bss(7)}(18) = 0010010$
3. Anteponer el bit de signo: $\Longrightarrow \mathcal{R}_{sm(8)}(-18) = 10010010$

Representación en $SM(8)$

Ejercicio

1. Representar el número -10
2. Representar el 128
3. Representar el 63

Aritmética en *Signo-Magnitud*

- Se debe analizar primero los signos.
- Luego proceder como en BSS, sumando o restando según caso.

Suma en SM(n)

1. Si alguno de los dos operandos es cero, el resultado será el otro operando.
2. Si los signos son iguales (ambos 0 o ambos 1), el resultado tendrá el mismo signo y sumaremos las magnitudes usando la suma de BSS de (N-1) bits.
3. Si los signos son diferentes, debemos identificar cual de los dos operandos tiene la magnitud mayor.
   a. Si las dos magnitudes son iguales, el resultado será cero.
   b. Si no, el signo del resultado será el signo del operando que tiene la magnitud mayor y la magnitud del resultado se obtendrá restando en BSS de (N-1) bits la magnitud menor de la magnitud mayor.

Suma en SM(n)

Ejercicios

1. $0001 + 0110$
2. $1010 + 0101$
3. $1001 + 1110$

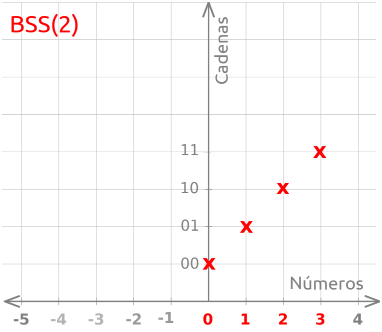
Resta en $SM(n)$

- Se procede como la suma pero cambiando antes el signo del sustraendo (es decir, invirtiendo el bit de la izquierda del segundo operando

Complemento a 2

Binario Sin Signo

¿Que números podemos representar en $BSS(2)$?



Otra forma de representar negativos

Otra forma de representar negativos

⇓

Asociando las cadenas a otros números

Otra forma de representar negativos

⇓

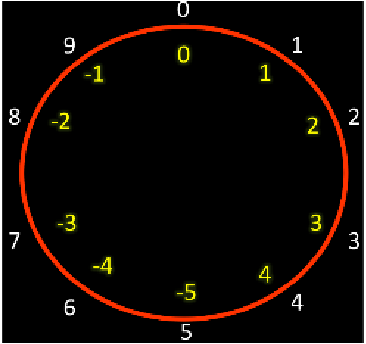
Asociando las cadenas a otros números

⇓

Idea (en sistema decimal restringido a un dígito):
Representar números negativos con los números de 0 a 9

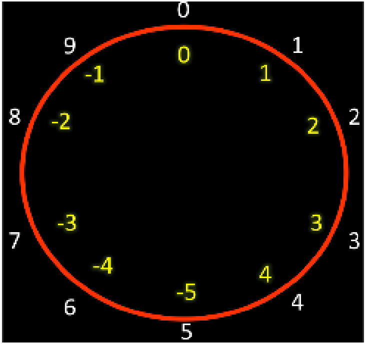
Idea: Representar números negativos con los números de 0 a 9

Idea: Representar números negativos con los números de 0 a 9



Cada cadena (afuera del circulo) se asocia a un valor (dentro del círculo)

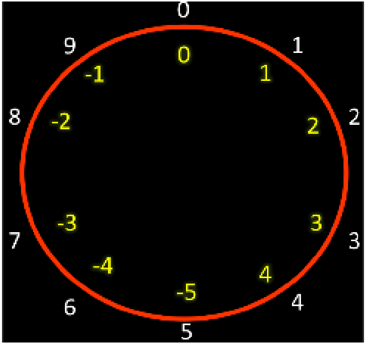
Idea: Representar números negativos con los números de 0 a 9



Cada cadena (afuera del circulo) se asocia a un valor (dentro del círculo)

Complemento a la base (10).

Idea: Representar números negativos con los números de 0 a 9



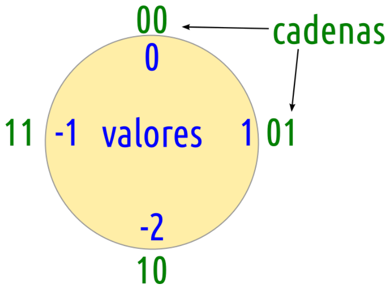
Cada cadena (afuera del circulo) se asocia a un valor (dentro del círculo)

Complemento a la base (10).

Así, el 9 queda asociado al -1 pues: 10 + (-1) = 9

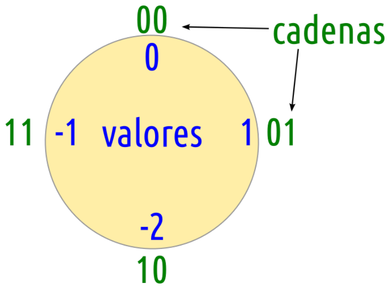
Ahora con cadenas binarias de 2 bits

Ahora con cadenas binarias de 2 bits



¡Las cadenas que comienzan con 1 representan negativos!

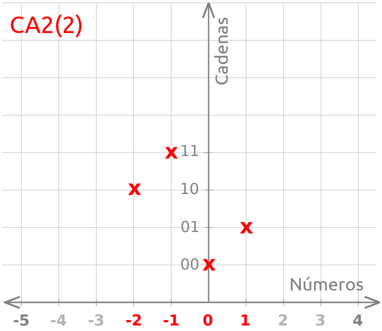
Ahora con cadenas binarias de 2 bits



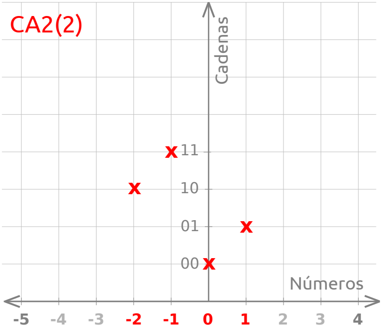
¡Las cadenas que comienzan con 1 representan negativos!

¿Rango? [-2:1]

Otra forma de representar negativos



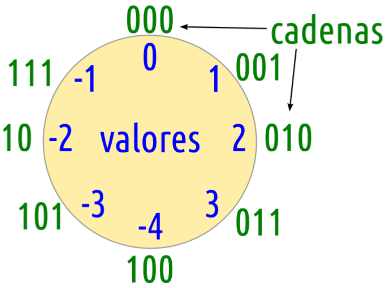
Otra forma de representar negativos



Complemento a 2

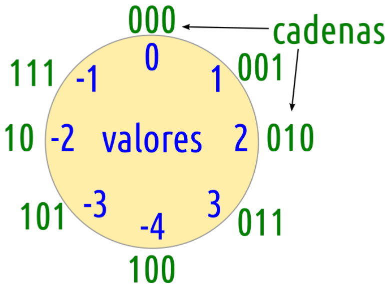
Ahora con cadenas binarias de 3 bits

Ahora con cadenas binarias de 3 bits



¿Rango?

Ahora con cadenas binarias de 3 bits



¿Rango?

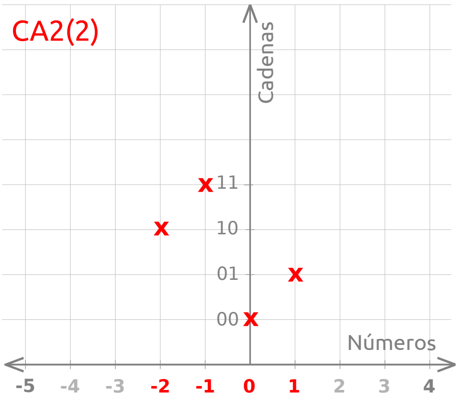
[-4:3]

Complemento a 2

Mecanismo para interpretar una cadena $C{=}b_{n-1}...b_0$

- Las cadenas se dividen en 2:
  1. Las mas bajas para los positivos (y el cero)
  2. Las mas altas para los negativos

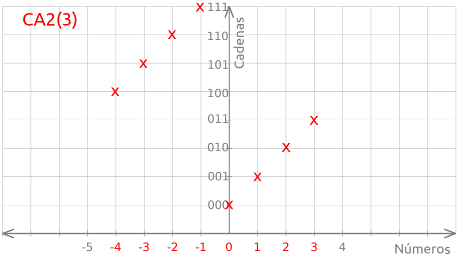
Complemento a 2



cadenas bajas (positivos)	00 01
cadenas altas (negativos)	10 11

Complemento a 2

cadenas bajas (positivos)	000
	001
	010
	011
cadenas altas (negativos)	100
	101
	110
	111



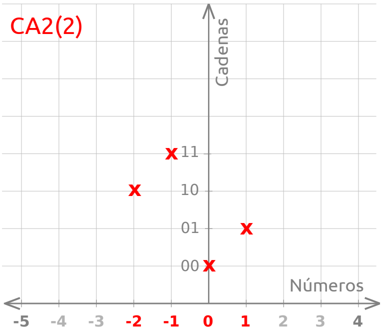
Complemento a 2

cadenas bajas	0000	cadenas altas	1010
(positivos)	0001	(negativos)	1011
	0010		1010
	0011		1011
	0100		1100
	0101		1101
	0110		1110
	0111		1111

Interpretación en CA2

Interpretación en CA2

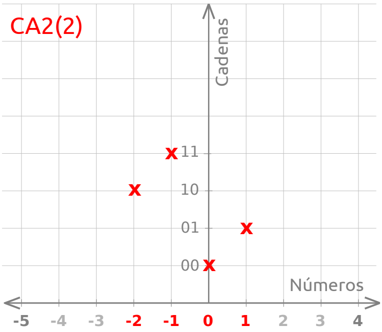
Mecanismo para interpretar una cadena C=$b_{n-1} \ldots b_0$



a) Si comienza con 0 ($b_{n-1}=0$) entonces interpretar como *Binario Sin Signo*

Interpretación en CA2

Mecanismo para interpretar una cadena C$=b_{n-1} \ldots b_0$

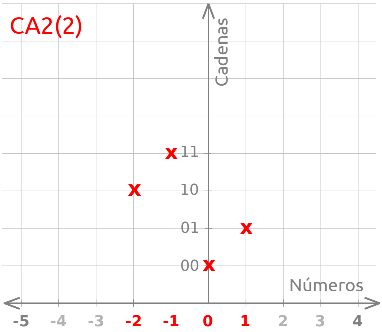


a) Si comienza con 0 ($b_{n-1}=0$) entonces interpretar como *Binario Sin Signo*

b) Si comienza con 1 ($b_{n-1}=1$) entonces:

Interpretación en CA2

Mecanismo para interpretar una cadena $C = b_{n-1} \ldots b_0$



a) Si comienza con 0 $(b_{n-1}=0)$ entonces interpretar como *Binario Sin Signo*
b) Si comienza con 1 $(b_{n-1}=1)$ entonces:
   1. Invertir los bits de la cadena
   2. Sumar 1
   3. Interpretar como *Binario Sin Signo*
   4. Multiplicar por -1

Interpretación en CA2

Ejemplo: Interpretar 1001

a) ¿Comienza con 0?

Interpretación en CA2

Ejemplo: Interpretar 1001

a) ¿Comienza con 0? No

Interpretación en CA2

Ejemplo: Interpretar 1001

a) ¿Comienza con 0? No
b) Si comienza con 1

Interpretación en CA2

Ejemplo: Interpretar 1001

a) ¿Comienza con 0? No
b) Si comienza con 1
   1. Invertir los bits de la cadena: $\Rightarrow$0110

Interpretación en CA2

Ejemplo: Interpretar 1001

a) ¿Comienza con 0? No
b) Si comienza con 1
   1. Invertir los bits de la cadena: $\Rightarrow$0110
   2. Sumar 1 $\Rightarrow 0110 + 1 = 0111$

Interpretación en CA2

Ejemplo: Interpretar 1001

a) ¿Comienza con 0? No
b) Si comienza con 1
    1. Invertir los bits de la cadena: $\Rightarrow$0110
    2. Sumar 1 $\Rightarrow 0110 + 1 = 0111$
    3. Interpretar como *Binario Sin Signo* $\Rightarrow I(0111) = 7$

Interpretación en CA2

Ejemplo: Interpretar 1001

a) ¿Comienza con 0? No
b) Si comienza con 1
   1. Invertir los bits de la cadena: $\Rightarrow$0110
   2. Sumar 1 $\Rightarrow$0110 $+1$ $=$ 0111
   3. Interpretar como *Binario Sin Signo* $\Rightarrow$I(0111)$=$ 7
   4. Multiplicar por -1 $\Rightarrow$I(0111)$=$ -7

Comparación entre interpretaciones

Cadena de bits	Interpretación en BSS	Interpretación en CA2
0000	0	0
0001	1	1
0010	2	2
0011	3	3
0100	4	4
0101	5	5
0110	6	6
0111	7	7

Comparación entre interpretaciones

Cadena de bits	Interpretación en BSS	Interpretación en CA2
1000	8	−8
1001	9	−7
1010	10	−6
1011	11	−5
1100	12	−4
1101	13	−3
1110	14	−2
1111	15	−1

Representación en CA2

Representación en CA2

Hay dos casos:

Representación en CA2

Hay dos casos:

Si $X >= 0$ se representan como en $BSS()$

Representación en CA2

Hay dos casos:

Si $X >= 0$ se representan como en $BSS()$

Si $X < 0$s

1. Representar $|X|$ en $BSS(n)$
2. Invertir los bits de la cadena
3. Sumar 1

Representación en CA2

Ejemplo: Representar -1

- $X >= 0$ no

Representación en CA2

Ejemplo: Representar -1

- $X >= 0$ no
- $X < 0$
  1. Representar $|-1|$ en $BSS(n)$ $\Rightarrow$R(1)=0001

Representación en CA2

Ejemplo: Representar -1

- $X >= 0$ no
- $X < 0$
  1. Representar $|-1|$ en $BSS(n)$ $\Rightarrow$R(1)=0001
  2. Invertir los bits $\Rightarrow$1110

Representación en CA2

Ejemplo: Representar -1

- $X >= 0$ no
- $X < 0$
  1. Representar $|-1|$ en $BSS(n)$ $\Rightarrow$R(1)=0001
  2. Invertir los bits $\Rightarrow$1110
  3. Sumar 1 $\Rightarrow$1111

Representación en CA2

Ejemplo: Representar -1

- $X >= 0$ no
- $X < 0$
  1. Representar $|-1|$ en $BSS(n)$ $\Rightarrow$R(1)=0001
  2. Invertir los bits $\Rightarrow$1110
  3. Sumar 1 $\Rightarrow$1111

Representación en CA2

Ejercicios en $CA2(4)$

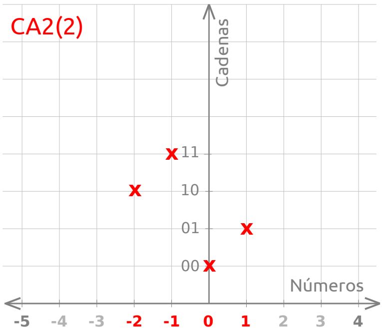
1. Representar 0
2. Representar 1
3. Representar 6
4. Representar el -5
5. Representar el -8

Representación en CA2

Ejercicios en $CA2(4)$

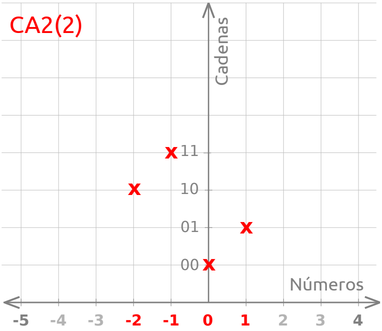
1. R(0) $\Rightarrow 0000_2$
2. R(1) $\Rightarrow 0001_2$
3. R(6) $\Rightarrow 0110_2$
4. R(-5)$\Rightarrow 0101_2 \Rightarrow 1010_2 + 1 \Rightarrow 1011_2$
5. R(-8)$\Rightarrow 1000_2 \Rightarrow 0111_2 + 1 \Rightarrow 1000_2$

Rango de CA2



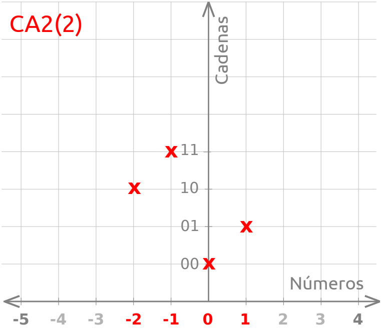
- En un sistema de $CA2(2)$ se pueden representar $2^2 = 4$ números diferentes.

Rango de CA2



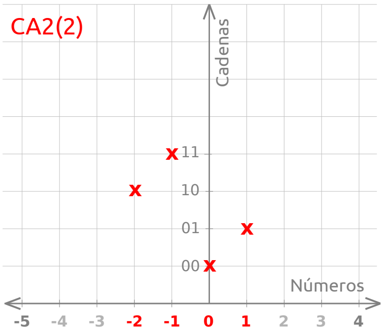
- En un sistema de $CA2(2)$ se pueden representar $2^2 = 4$ números diferentes.
- La mitad de ellos $(4/2 = 2)$ son positivos (incluyendo el cero) $\Rightarrow$ irán de 0 a 1.

Rango de CA2



- En un sistema de $CA2(2)$ se pueden representar $2^2 = 4$ números diferentes.
- La mitad de ellos $(4/2 = 2)$ son positivos (incluyendo el cero) $\Rightarrow$ irán de 0 a 1.
- La otra mitad son negativos, yendo del -2 al -1.

Rango de CA2



- En un sistema de $CA2(2)$ se pueden representar $2^2 = 4$ números diferentes.
- La mitad de ellos $(4/2 = 2)$ son positivos (incluyendo el cero) $\Rightarrow$ irán de 0 a 1.
- La otra mitad son negativos, yendo del -2 al -1.

Rango de $CA2(2)$: $[-2, 1]$

Rango de CA2

En general...

En un sistema de CA2 con N bits, se pueden representar 2^N números diferentes.

Rango de CA2

En general...

En un sistema de CA2 con N bits, se pueden representar 2^N números diferentes.

Positivos : son $\frac{2^N}{2} = 2^{N-1}$ de 0 a $2^{N-1} - 1$

Rango de CA2

En general...

En un sistema de CA2 con N bits, se pueden representar 2^N números diferentes.

$\Downarrow$

Positivos : son $\frac{2^N}{2} = 2^{N-1}$ $\Rightarrow$ de 0 a $2^{N-1} - 1$

Negativos (2^{N-1}) $\Rightarrow$ del -1 a

Rango de CA2

En general...

En un sistema de CA2 con N bits, se pueden representar 2^N números diferentes.

Positivos : son $\frac{2^N}{2} = 2^{N-1}$ de 0 a $2^{N-1} - 1$

Negativos (2^{N-1}) del -1 a -2^{N-1}

Rango de CA2

En general...

En un sistema de CA2 con N bits, se pueden representar 2^N números diferentes.

Positivos : son $\frac{2^N}{2} = 2^{N-1}$ de 0 a $2^{N-1} - 1$

Negativos (2^{N-1}) del -1 a -2^{N-1}

Rango de $CA2(n)$: $[-2^{N-1}; 2^{N-1} - 1]$

Aritmética en CA2

Las operaciones de suma y resta en $CA2()$ son exactamente las mismas que las de $BSS()$

Aritmética en CA2

Las operaciones de suma y resta en $CA2()$ son exactamente las mismas que las de $BSS()$

$$\Downarrow$$

¡**Q3** sabe operar en *Complemento a 2*!

Suma: interpretación

Ejercicio: sumar y verificar resultados

$$+\begin{array}{r}1001\\ \underline{0101}\end{array} \qquad +\begin{array}{r}0011\\ \underline{0010}\end{array} \qquad +\begin{array}{r}1011\\ \underline{0111}\end{array} \qquad +\begin{array}{r}0011\\ \underline{0110}\end{array}$$

Suma: interpretación

$$\begin{array}{r} {\scriptstyle 1} \\ {\scriptstyle 0\,0\,0\,1\,-} \\ 1001 \\ +\ 0101 \\ \hline 1110 \end{array} \qquad \begin{array}{r} {\scriptstyle 1} \\ {\scriptstyle 0\,0\,1\,0\,-} \\ 0011 \\ +\ 0010 \\ \hline 0101 \end{array} \qquad \begin{array}{r} {\scriptstyle 1} \\ {\scriptstyle 1\,1\,1\,1\,-} \\ 1011 \\ +\ 0111 \\ \hline 0010 \end{array} \qquad \begin{array}{r} {\scriptstyle 1} \\ {\scriptstyle 0\,1\,1\,0\,-} \\ 0011 \\ +\ 0110 \\ \hline 1001 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -7 \\ +\ 5 \\ \hline ¿-2? \end{array} \qquad \begin{array}{r} 3 \\ +\ 2 \\ \hline 5 \end{array} \qquad \begin{array}{r} -5 \\ +\ 7 \\ \hline 2 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 3 \\ +\ 6 \\ \hline ¿-7? \end{array}$$

Resta: interpretación

Ejercicio: restar y verificar resultados

0011	1001	0011	1011
- 0110	- 0101	- 0010	- 0011
1101	0100	0001	1000

Resta: interpretación

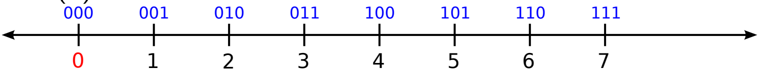
0011 - 0110 = 1101	1001 - 0101 = 0100	0011 - 0010 = 0001	1011 - 0011 = 1000
3 - 6 = -3	-7 - 5 = ¿4?	3 - 2 = 1	-5 - 3 = -8

Exceso

Exceso

Motivación: Las cadenas se "desplazan" hacia los positivos o los negativos sobre la recta

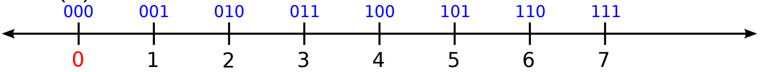
- $BSS(3)$



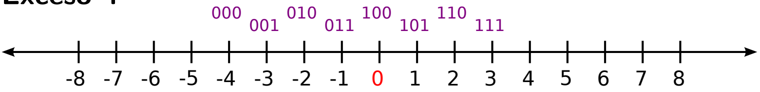
Exceso

Motivación: Las cadenas se "desplazan" hacia los positivos o los negativos sobre la recta

- $BSS(3)$



- **Exceso 4**



Exceso: Representación

1. Se desplaza el valor a representar sumándole un valor constante Δ

$$X' = X + \Delta$$

Exceso: Representación

1. Se desplaza el valor a representar sumándole un valor constante Δ
$$X' = X + \Delta$$

2. Se representa como en *Binario Sin Signo*
$$C = \mathcal{R}_{bss}(X')$$

Exceso: Representación

Suponer el sistema $Ex(3,4)$ (3 bits y $\Delta = 4$)

Exceso: Representación

Suponer el sistema $Ex(3,4)$ (3 bits y $\Delta = 4$)

Ejemplo

1. $X = 2$

Exceso: Representación

Suponer el sistema $Ex(3,4)$ (3 bits y $\Delta = 4$)

Ejemplo

1. $X = 2$
2. $X' = X + \Delta = 2 + 4 = 6$

Exceso: Representación

Suponer el sistema $Ex(3,4)$ (3 bits y $\Delta = 4$)

Ejemplo

1. $X = 2$
2. $X' = X + \Delta = 2 + 4 = 6$
3. $\mathcal{R}_{bss(3)}(X') = \mathcal{R}_{bss(3)}(6) = 110$

Exceso: Representación

Suponer el sistema $Ex(3,4)$ (3 bits y $\Delta = 4$)

Ejemplo

1. $X = 2$
2. $X' = X + \Delta = 2 + 4 = 6$
3. $\mathcal{R}_{bss(3)}(X') = \mathcal{R}_{bss(3)}(6) = 110$

Ejemplo

1. $X = -2$

Exceso: Representación

Suponer el sistema $Ex(3,4)$ (3 bits y $\Delta = 4$)

Ejemplo
1. $X = 2$
2. $X' = X + \Delta = 2 + 4 = 6$
3. $\mathcal{R}_{bss(3)}(X') = \mathcal{R}_{bss(3)}(6) = 110$

Ejemplo
1. $X = -2$
2. $X' = X + \Delta = -2 + 4 = 2$

Exceso: Representación

Suponer el sistema $Ex(3,4)$ (3 bits y $\Delta = 4$)

Ejemplo

1. $X = 2$
2. $X' = X + \Delta = 2 + 4 = 6$
3. $\mathcal{R}_{bss(3)}(X') = \mathcal{R}_{bss(3)}(6) = 110$

Ejemplo

1. $X = -2$
2. $X' = X + \Delta = -2 + 4 = 2$
3. $\mathcal{R}_{bss(3)}(X') = \mathcal{R}_{bss(3)}(2) = 010$

Exceso: Representación

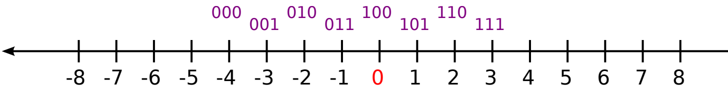
Suponer el sistema $Ex(3,4)$ (3 bits y $\Delta = 4$)

Ejemplo

1. $X = 2$
2. $X' = X + \Delta = 2 + 4 = 6$
3. $\mathcal{R}_{bss(3)}(X') = \mathcal{R}_{bss(3)}(6) = 110$

Ejemplo

1. $X = -2$
2. $X' = X + \Delta = -2 + 4 = 2$
3. $\mathcal{R}_{bss(3)}(X') = \mathcal{R}_{bss(3)}(2) = 010$



Exceso: Representación

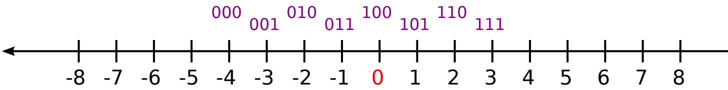
Suponer el sistema $Ex(3,4)$ (3 bits y $\Delta = 4$)

Ejemplo

1. $X = 2$
2. $X' = X + \Delta = 2 + 4 = 6$
3. $\mathcal{R}_{bss(3)}(X') = \mathcal{R}_{bss(3)}(6) = 110$

Ejemplo

1. $X = -2$
2. $X' = X + \Delta = -2 + 4 = 2$
3. $\mathcal{R}_{bss(3)}(X') = \mathcal{R}_{bss(3)}(2) = 010$



¿Cómo tiene que ser X' para que pueda ser representado en BSS?

Exceso: Interpretación

1. Se interpreta como en *Binario Sin Signo*

$$X' = \mathcal{I}_{bss}(C)$$

Exceso: Interpretación

1. Se interpreta como en *Binario Sin Signo*

$$X' = \mathcal{I}_{bss}(C)$$

2. Se **resta** el desplazamiento

$$X = X' - \Delta$$

Exceso: Interpretación

Suponer el sistema $Ex(3,3)$ (¡Ojo! 3 bits y $\Delta = 3$)

Exceso: Interpretación

Suponer el sistema $Ex(3,3)$ (¡Ojo! 3 bits y $\Delta = 3$)

Ejemplo

1. $C = 111$

Exceso: Interpretación

Suponer el sistema $Ex(3,3)$ (¡Ojo! 3 bits y $\Delta = 3$)

Ejemplo

1. $C = 111$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(111) = 7$

Exceso: Interpretación

Suponer el sistema $Ex(3,3)$ (¡Ojo! 3 bits y $\Delta = 3$)

Ejemplo

1. $C = 111$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(111) = 7$
3. $X = X' - \Delta = 7 - 3 = 4$

Exceso: Interpretación

Suponer el sistema $Ex(3,3)$ (¡Ojo! 3 bits y $\Delta = 3$)

Ejemplo
1. $C = 111$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(111) = 7$
3. $X = X' - \Delta = 7 - 3 = 4$

Ejemplo
1. $C = 000$

Exceso: Interpretación

Suponer el sistema $Ex(3,3)$ (¡Ojo! 3 bits y $\Delta = 3$)

Ejemplo

1. $C = 111$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(111) = 7$
3. $X = X' - \Delta = 7 - 3 = 4$

Ejemplo

1. $C = 000$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(000) = 0$

Exceso: Interpretación

Suponer el sistema $Ex(3,3)$ (¡Ojo! 3 bits y $\Delta = 3$)

Ejemplo
1. $C = 111$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(111) = 7$
3. $X = X' - \Delta = 7 - 3 = 4$

Ejemplo
1. $C = 000$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(000) = 0$
3. $X = X' - \Delta = 0 - 3 = -3$

Exceso: Interpretación

Suponer el sistema $Ex(3,3)$ (¡Ojo! 3 bits y $\Delta = 3$)

Ejemplo
1. $C = 111$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(111) = 7$
3. $X = X' - \Delta = 7 - 3 = 4$

Ejemplo
1. $C = 000$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(000) = 0$
3. $X = X' - \Delta = 0 - 3 = -3$

Ejemplo
1. $C = 100$

Exceso: Interpretación

Suponer el sistema $Ex(3,3)$ (¡Ojo! 3 bits y $\Delta = 3$)

Ejemplo

1. $C = 111$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(111) = 7$
3. $X = X' - \Delta = 7 - 3 = 4$

Ejemplo

1. $C = 000$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(000) = 0$
3. $X = X' - \Delta = 0 - 3 = -3$

Ejemplo

1. $C = 100$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(100) = 4$

Exceso: Interpretación

Suponer el sistema $Ex(3,3)$ (¡Ojo! 3 bits y $\Delta = 3$)

Ejemplo

1. $C = 111$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(111) = 7$
3. $X = X' - \Delta = 7 - 3 = 4$

Ejemplo

1. $C = 000$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(000) = 0$
3. $X = X' - \Delta = 0 - 3 = -3$

Ejemplo

1. $C = 100$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(100) = 4$
3. $X = X' - \Delta = 4 - 3 = 1$

Exceso: Interpretación

Suponer el sistema $Ex(3,3)$ (¡Ojo! 3 bits y $\Delta = 3$)

Ejemplo

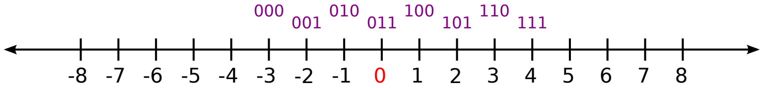
1. $C = 111$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(111) = 7$
3. $X = X' - \Delta = 7 - 3 = 4$

Ejemplo

1. $C = 000$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(000) = 0$
3. $X = X' - \Delta = 0 - 3 = -3$

Ejemplo

1. $C = 100$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(100) = 4$
3. $X = X' - \Delta = 4 - 3 = 1$



Exceso: Interpretación

Suponer el sistema $Ex(3,3)$ (¡Ojo! 3 bits y $\Delta = 3$)

Ejemplo

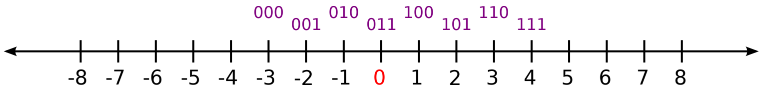
1. $C = 111$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(111) = 7$
3. $X = X' - \Delta = 7 - 3 = 4$

Ejemplo

1. $C = 000$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(000) = 0$
3. $X = X' - \Delta = 0 - 3 = -3$

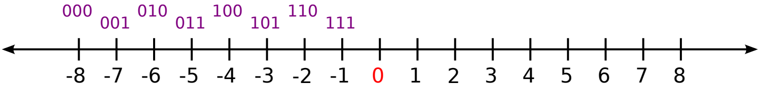
Ejemplo

1. $C = 100$
2. $X' = \mathcal{I}_{bss(3)}(C) = \mathcal{I}_{bss(3)}(100) = 4$
3. $X = X' - \Delta = 4 - 3 = 1$

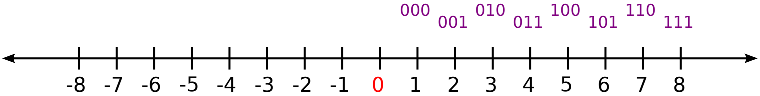


Exceso: otros desplazamientos

- $Ex(3, 8)$



- $Ex(3, -1)$



Exceso:Rango

- Las cadenas están ordenadas con respecto a los números

Exceso:Rango

- Las cadenas están ordenadas con respecto a los números
- Mínimo: Representado por la cadena 0...0

Exceso:Rango

- Las cadenas están ordenadas con respecto a los números
- Mínimo: Representado por la cadena 0...0

$$\mathcal{I}_{ex}(0..0) =$$

Exceso:Rango

- Las cadenas están ordenadas con respecto a los números
- Mínimo: Representado por la cadena 0...0

$$\mathcal{I}_{ex}(0..0) = \mathcal{I}_{bss}(0..0) - \Delta =$$

Exceso:Rango

- Las cadenas están ordenadas con respecto a los números
- Mínimo: Representado por la cadena 0...0

$$\mathcal{I}_{ex}(0..0) = \mathcal{I}_{bss}(0..0) - \Delta = -\Delta$$

- Máximo: Representado por la cadena 1...1

Exceso:Rango

- Las cadenas están ordenadas con respecto a los números
- Mínimo: Representado por la cadena 0...0

$$\mathcal{I}_{ex}(0..0) = \mathcal{I}_{bss}(0..0) - \Delta = -\Delta$$

- Máximo: Representado por la cadena 1...1

$$\mathcal{I}_{ex}(1..1) =$$

Exceso:Rango

- Las cadenas están ordenadas con respecto a los números
- Mínimo: Representado por la cadena 0...0

$$\mathcal{I}_{ex}(0..0) = \mathcal{I}_{bss}(0..0) - \Delta = \; - \Delta$$

- Máximo: Representado por la cadena 1...1

$$\mathcal{I}_{ex}(1..1) = \mathcal{I}_{bss}(1..1) - \Delta =$$

Exceso:Rango

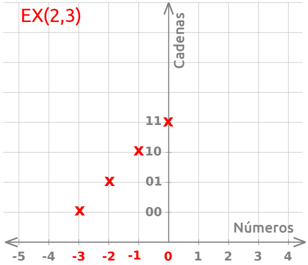
- Las cadenas están ordenadas con respecto a los números
- Mínimo: Representado por la cadena 0...0

$$\mathcal{I}_{ex}(0..0) = \mathcal{I}_{bss}(0..0) - \Delta = -\Delta$$

- Máximo: Representado por la cadena 1...1

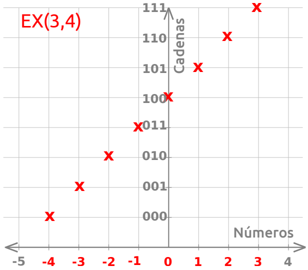
$$\mathcal{I}_{ex}(1..1) = \mathcal{I}_{bss}(1..1) - \Delta = 2^n - 1 - \Delta$$

Exceso:Rango



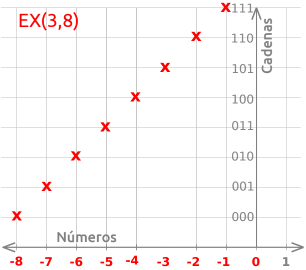
- $Ex(2,3) \Rightarrow \text{Rango} = [-3,0]$

Exceso:Rango



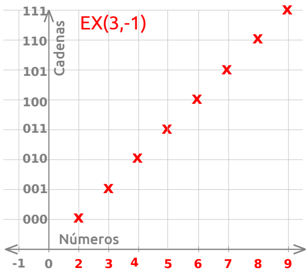
- $Ex(2,3) \Rightarrow \text{Rango} = [-3,0]$
- $Ex(3,4) \Rightarrow \text{Rango} = [-4,3]$

Exceso:Rango



- $Ex(2,3) \Rightarrow \text{Rango} = [-3,0]$
- $Ex(3,4) \Rightarrow \text{Rango} = [-4,3]$
- $Ex(3,8) \Rightarrow \text{Rango} = [-8, 2^3 - 1 - 8]$

Exceso:Rango



- $Ex(2,3) \Rightarrow \text{Rango} = [-3,0]$
- $Ex(3,4) \Rightarrow \text{Rango} = [-4,3]$
- $Ex(3,8) \Rightarrow \text{Rango} = [-8, 2^3 - 1 - 8]$
- $Ex(3,-1) \Rightarrow \text{Rango} = [1, 2^3 - 1 + 1]$

1. Signo Magnitud
    - Interpretación en Signo-Magnitud
    - Rango
    - Representación en Signo-Magnitud
    - Aritmética en SM
2. Complemento a 2
    - Interpretación en CA2
    - Representación en CA2
    - Rango
    - Aritmética en CA2
3. Exceso
    - Representación en Exceso