Punto Fijo

Organización de computadoras

Universidad Nacional de Quilmes

October 23, 2020

Punto Fijo

Para hoy tenemos...

Desafío

Desafío

Representar partes no enteras de una unidad (números fraccionarios)

Desafío

Representar partes no enteras de una unidad (números fraccionarios)

¿Cómo lo hacemos?

En el sistema decimal...

Se usa un caracter "," para separar las unidades de las fracciones

En el sistema decimal...

Se usa un caracter "," para separar las unidades de las fracciones

Si la cadena 16 vale: $10+6 = 1*10^1 + 6*10^0$

En el sistema decimal...

Se usa un caracter "," para separar las unidades de las fracciones

Si la cadena 16 vale: $10+6 = 1*10^1 + 6*10^0$

La cadena 1,6 vale: $1+0{,}6 = 1*10^0 + 6*10^{-1}$

La coma establece una posición para los pesos de los dígitos

Motivación

La coma establece una posición para los pesos de los dígitos

Motivación

La coma establece una posición para los pesos de los dígitos

Pesos					
10^1	10^0		10^{-1}	10^{-2}	Valor representado
1	6	,	0		16
	1	,	6		1,6
	0	,	1	6	0,16

Pesos fraccionarios: ¿Cómo se traslada a los binarios?

Pesos					
10^1	10^0		10^{-1}	10^{-2}	Valor representado
1	6	,	0		16
	1	,	6		1,6
	0	,	1	6	0,16

Pesos fraccionarios: ¿Cómo se traslada a los binarios?

Pesos					
10^1	10^0		10^{-1}	10^{-2}	Valor representado
1	6	,	0		16
	1	,	6		1,6
	0	,	1	6	0,16

Pesos					
2^1	2^0		2^{-1}	2^{-2}	Valor representado
1	1	,	0		$2^1 + 2^0 = 3$

Pesos fraccionarios: ¿Cómo se traslada a los binarios?

Pesos					
10^1	10^0		10^{-1}	10^{-2}	Valor representado
1	6	,	0		16
	1	,	6		1,6
	0	,	1	6	0,16

Pesos					
2^1	2^0		2^{-1}	2^{-2}	Valor representado
1	1	,	0		$2^1 + 2^0 = 3$
	1	,	1		$2^0 + 2^{-1} = 1 + 0,5 = 1,5$

Pesos fraccionarios: ¿Cómo se traslada a los binarios?

Pesos					
10^1	10^0		10^{-1}	10^{-2}	Valor representado
1	6	,	0		16
	1	,	6		1,6
	0	,	1	6	0,16

Pesos					
2^1	2^0		2^{-1}	2^{-2}	Valor representado
1	1	,	0		$2^1 + 2^0 = 3$
	1	,	1		$2^0 + 2^{-1} = 1 + 0,5 = 1,5$
	0	,	1	1	$2^{-1} + 2^{-2} = 0,5 + 0,25 = 0,75$

Pero... no podemos escribir la coma!

Sistema de Punto Fijo

Sistema de punto fijo
Sistema de numeración binario donde se establece una posición fija de la coma fraccionaria.

Sistema de Punto Fijo

Sistema de punto fijo
Sistema de numeración binario donde se establece una posición fija de la coma fraccionaria.

La coma se asume en un lugar fijo, y no se escribe

Para eso se acuerda un sistema de escritura (y lectura)

Sistema de Punto Fijo

Sistema de punto fijo
Sistema de numeración binario donde se establece una posición fija de la coma fraccionaria.

Suponer 2 bits enteros y 3 bits fraccionarios

Sistema de Punto Fijo

Sistema de punto fijo
Sistema de numeración binario donde se establece una posición fija de la coma fraccionaria.

Suponer 2 bits enteros y 3 bits fraccionarios

Los pesos son: $2^{1}2^{0}2^{-1}2^{-2}2^{-3}$

Sistema de Punto Fijo

Sistema de punto fijo
Sistema de numeración binario donde se establece una posición fija de la coma fraccionaria.

Suponer 2 bits enteros y 3 bits fraccionarios

Los pesos son: $2^1 2^0 2^{-1} 2^{-2} 2^{-3}$

$$\mathcal{I}(10100) = 2^1 + 2^{-1} = 2 + 0,5 = 2,5$$

Sistema de Punto Fijo

Ejercicio: interpretar

Parte entera		Parte Fraccionaria			
2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	Valor
1	0	0	0	0	?
0	1	0	0	0	?
0	0	0	0	1	?
0	1	0	0	1	?
0	0	0	1	0	?

Sistema de Punto Fijo

Notación

BSS(n,m) denota un sistema *Binario Sin Signo* con **n bits en total**, de los cuales m son fraccionarios

Parte entera		Parte Fraccionaria			
2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	Valor

Sistema de Punto Fijo

Notación

BSS(n,m) denota un sistema *Binario Sin Signo* con **n bits en total**, de los cuales m son fraccionarios

Parte entera		Parte Fraccionaria			
2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	Valor

BSS(5,3)

Comparación entre sistemas

Completar la siguiente tabla

Cadena	$BSS(2)$	$BSS(2,1)$
00		
01		
10		
11		

Comparación entre sistemas

Cadena	$BSS(2)$		$BSS(2,1)$	
00	0	0	0	0
01	$1*2^0$	1	$1*2^{-1}$	0,5
10	$1*2^1$	2	$1*2^0$	1
11	$1*2^1+1*2^0$	3	$1*2^0+1*2^{-1}$	1,5

Comparación entre sistemas

Completar la siguiente tabla

Cadena	$BSS(3)$	$BSS(3,1)$
000		
001		
010		
011		
100		
101		
110		
111		

Comparación entre sistemas

Cadena	$BSS(3)$		$BSS(3,1)$	
000	0	0	0	0
001	$1 * 2^0$	1	$1 * 2^{-1}$	0,5
010	$1 * 2^1$	2	$1 * 2^0$	1
011	$1 * 2^1 + 1 * 2^0$	3	$1 * 2^0 + 1 * 2^{-1}$	1,5
100	$1 * 2^2$	4	$1 * 2^1$	2
101	$1 * 2^2 + 1 * 2^0$	5	$1 * 2^1 + 1 * 2^{-1}$	2,5
110	$1 * 2^2 + 1 * 2^1$	6	$1 * 2^1 + 1 * 2^0$	3
111	$1 * 2^2 + 1 * 2^1 + 1 * 2^0$	7	$1 * 2^1 + 1 * 2^0 + 1 * 2^{-1}$	3,5

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

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

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

$$\mathcal{I}_{bss(5,2)}(00101) = 2^0 + 2^{-2}$$

$$= 1,25$$

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

(A)

Sumar considerando los pesos fraccionarios

$$\mathcal{I}_{bss(5,2)}(00101) = 2^0 + 2^{-2}$$

$$= 1,25$$

(B)

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

$$\mathcal{I}_{bss(5,2)}(00101) = \frac{\mathcal{I}_{bss(5)}(00101)}{4}$$

$$= \frac{5}{4} = 1,25$$

Rango

Rango

Intervalo de números representables

Rango

Rango
Intervalo de números representables

Calcular el rango del sistema $BSS(2,1)$

Rango

Rango
Intervalo de números representables

Calcular el rango del sistema $BSS(2,1)$

Mínimo Interpretar la cadena que representa al mínimo:

$$\mathcal{I}_{bss(2,1)}(00) = 0$$

Rango

Rango
Intervalo de números representables

Calcular el rango del sistema $BSS(2,1)$

Mínimo Interpretar la cadena que representa al mínimo:

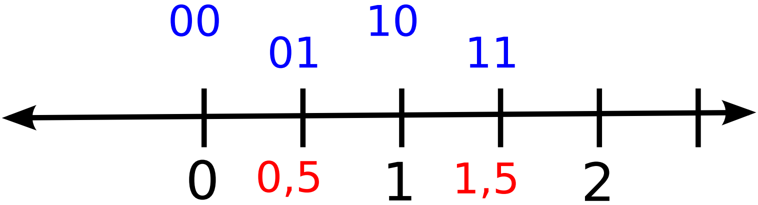
$$\mathcal{I}_{bss(2,1)}(00) = 0$$

Máximo Interpretar la cadena que representa al máximo:

$$\mathcal{I}_{bss(2,1)}(11) = 2^0 + 2^{-1} = 1 + 0,5 = 1,5$$

Rango

Gráficamente



Rango

Calcular el rango del sistema $BSS(2,0)$

Rango

Calcular el rango del sistema $BSS(2,0)$

Mínimo Interpretar la cadena que representa al mínimo:

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

Rango

Calcular el rango del sistema $BSS(2,0)$

Mínimo Interpretar la cadena que representa al mínimo:

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

Máximo Interpretar la cadena que representa al máximo:

Rango

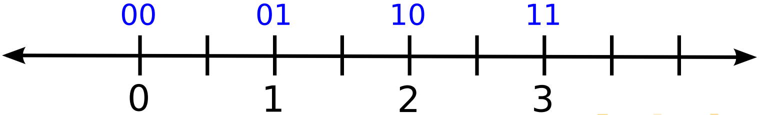
Calcular el rango del sistema $BSS(2,0)$

Mínimo Interpretar la cadena que representa al mínimo:

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

Máximo Interpretar la cadena que representa al máximo:

$$\mathcal{I}_{bss(2,0)}(11) = 2^1 + 2^0 = 2 + 1 = 3$$



Rango

Calcular el rango del sistema $BSS(4,2)$

Rango

Calcular el rango del sistema $BSS(4,2)$

$\Downarrow$

Mínimo Interpretar la cadena que representa al mínimo:

$$\mathcal{I}_{bss(4,2)}(0000) = 0$$

Rango

Calcular el rango del sistema $BSS(4,2)$

Mínimo Interpretar la cadena que representa al mínimo:

$$\mathcal{I}_{bss(4,2)}(0000) = 0$$

Máximo Interpretar la cadena que representa al máximo:

$$\mathcal{I}_{bss(4,2)}(1111) = 2^1+2^0+2^{-1}+2^{-2} = 3+0,75 = 3,75$$

Rango

El rango del sistema $BSS(4,2)$ es $[0 : 3{,}75]$

Rango

El rango del sistema $BSS(4,2)$ es $[0 : 3{,}75]$

¿Esto implica que pueden representarse todos los números en ese intervalo?

Rango

El rango del sistema $BSS(4,2)$ es $[0 : 3{,}75]$

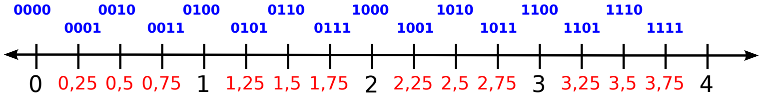
⇓

¿Esto implica que pueden representarse todos los números en ese intervalo?

⇓

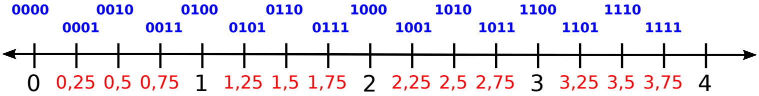
¡NO!

Rango

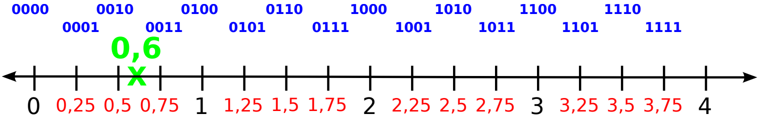


Por ejemplo: 0,6

Rango



Por ejemplo: 0,6



No es representable

Resolución

- En los sistemas enteros, los números representados van de uno en uno.
- En el sistema del ejemplo $BSS(2, 1)$, ¿Que distancia tienen?

Resolución

- En los sistemas enteros, los números representados van de uno en uno.
- En el sistema del ejemplo $BSS(2,1)$, ¿Que distancia tienen?

cadena	número representado
00	0
01	0,5
10	1
11	1,5

Resolución

- En los sistemas enteros, los números representados van de uno en uno.
- En el sistema del ejemplo $BSS(2,1)$, ¿Que distancia tienen?

cadena	número representado
00	0
01	0,5
10	1
11	1,5

Los números van *saltando* de 0,5 en 0,5.

Resolución

- En los sistemas enteros, los números representados van de uno en uno.
- En el sistema del ejemplo $BSS(2,1)$, ¿Que distancia tienen?

cadena	número representado
00	0
01	0,5
10	1
11	1,5

Los números van *saltando* de 0,5 en 0,5.
Diremos entonces que la **resolución del sistema** es 0,5.

Resolución
distancia entre dos números representables consecutivos. Nos da una idea de precisión.

Resolución

Ejemplo

En el sistema $BSS(3,1)$, ¿Que distancia tienen?

Resolución

Ejemplo

En el sistema $BSS(3,1)$, ¿Que distancia tienen?

cadena	número representado
000	0
001	0,5
010	1
011	1,5
100	2
101	1,5
110	3
110	3,5

Resolución

Ejemplo

En el sistema $BSS(3,1)$, ¿Que distancia tienen?

cadena	número representado
000	0
001	0,5
010	1
011	1,5
100	2
101	1,5
110	3
110	3,5

Resolución: 0,5

Resolución

Ejemplo

En el sistema $BSS(3,2)$, ¿Que distancia tienen?

Resolución

Ejemplo

En el sistema $BSS(3,2)$, ¿Que distancia tienen?

cadena	número representado
000	0
001	0,25
010	0,5
011	0,75
100	1
101	1,25
110	1,5
110	1,75

Resolución

Ejemplo

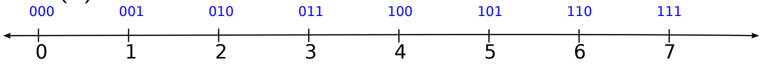
En el sistema $BSS(3,2)$, ¿Que distancia tienen?

cadena	número representado
000	0
001	0,25
010	0,5
011	0,75
100	1
101	1,25
110	1,5
110	1,75

Resolución: 0,25

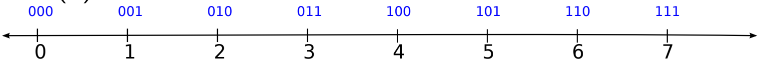
Resolución

- $BSS(3)$

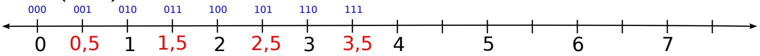


Resolución

- $BSS(3)$

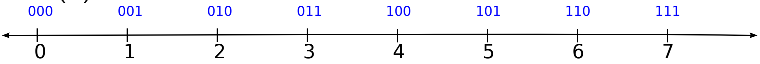


- $BSS(3,1)$

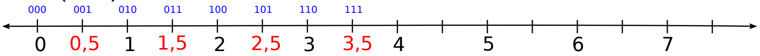


Resolución

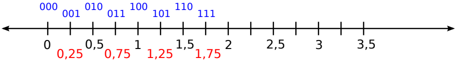
- $BSS(3)$



- $BSS(3,1)$



- $BSS(3,2)$



Ejemplos de interpretación BSS en 5 bits:

Ejemplo

Sistema $BSS(5,2)$

$00000 \to 0$
$00001 \to 2^{-2} = 0,25$
$00010 \to 2^{-1} = 0,5$
$00011 \to 2^{-1} + 2^{-2} = 0,75$
$00100 \to 2^{0} = 1$
$00101 \to 2^{0} + 2^{-2} = 1,25$
...
$01111 \to 2^{1} + 2^{0} + 2^{-1} + 2^{-2} = 3,75$
$10000 \to 2^{2} = 4$
$10001 \to 2^{2} + 2^{-2} = 4,25$
$10010 \to 2^{2} + 2^{-1} = 4,5$
$10011 \to 2^{2} + 2^{-1} + 2^{-2} = 4,75$
...
$11111 \to 2^{2} + 2^{1} + 2^{0} + 2^{-1} + 2^{-2} = 7,75$

Resolución

Calcular la resolución de los sistemas

- $BSS(8,1)$
- $BSS(6,4)$
- $BSS(16,8)$

¿Cómo representar?

Representación en $BSS(n, m)$: dos métodos

(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 $BSS(n)$

Representación en $BSS(n,m)$: dos métodos

(Separando partes)

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

La parte Fraccionaria: con el método de las multiplicaciones sucesivas

Representación en $BSS(n, m)$

- a) Parte Entera: ⇝ $BSS(n)$.
- b) Parte Fraccionaria:
  1. Multiplicar la parte fraccionaria por 2
  2. Reservar la parte entera del resultado
  3. Si ya hicimos m+1 multiplicaciones, redondear, sino volver al paso 1
  4. **Redondeo**: sumar **el bit obtenido en el último paso** a la cadena completa.

Representación en $BSS(n, m)$

- (a) Parte Entera: $\rightarrow$ $BSS(n)$.
- (b) Parte Fraccionaria:
  1. Multiplicar la parte fraccionaria por 2
  2. Reservar la parte entera del resultado
  3. Si ya hicimos m+1 multiplicaciones, redondear, sino volver al paso 1
  4. **Redondeo**: sumar **el bit obtenido en el último paso** a la cadena completa.

Ejemplo

Representar X= 3,14 en $BSS(7, 4)$

Representación en $BSS(n, m)$

- (a) Parte Entera: ⇝ $BSS(n)$.
- (b) Parte Fraccionaria:
  1. Multiplicar la parte fraccionaria por 2
  2. Reservar la parte entera del resultado
  3. Si ya hicimos m+1 multiplicaciones, redondear, sino volver al paso 1
  4. **Redondeo**: sumar **el bit obtenido en el último paso** a la cadena completa.

Ejemplo

Representar X= 3,14 en $BSS(7, 4)$

- Parte entera: $\mathcal{R}_{bss(3)}(3) = 011$

Representación en $BSS(n, m)$

(a) Parte Entera: ⇝ $BSS(n)$.

(b) Parte Fraccionaria:

1. Multiplicar la parte fraccionaria por 2
2. Reservar la parte entera del resultado
3. Si ya hicimos m+1 multiplicaciones, redondear, sino volver al paso 1
4. **Redondeo**: sumar **el bit obtenido en el último paso** a la cadena completa.

Ejemplo

Representar X= 3,14 en $BSS(7, 4)$

- Parte entera: $\mathcal{R}_{bss(3)}(3) = 011$
- Parte Fraccionaria:
  0,14*2 = 0,28
  0,28*2 = 0,56
  0,56*2 = 1,12
  0,12*2 = 0,24
  0,24*2 = 0,48

Representación en $BSS(n, m)$

- (a) Parte Entera: ⇢ $BSS(n)$.
- (b) Parte Fraccionaria:
  1. Multiplicar la parte fraccionaria por 2
  2. Reservar la parte entera del resultado
  3. Si ya hicimos m+1 multiplicaciones, redondear, sino volver al paso 1
  4. **Redondeo**: sumar **el bit obtenido en el último paso** a la cadena completa.

Ejemplo

Representar X= 3,14 en $BSS(7, 4)$

- Parte entera: $\mathcal{R}_{bss(3)}(3) = 011$
- Parte Fraccionaria:

$$0{,}14*2 = 0{,}28$$
$$0{,}28*2 = 0{,}56$$
$$0{,}56*2 = 1{,}12$$
$$0{,}12*2 = 0{,}24$$
$$0{,}24*2 = 0{,}48$$

$$\text{Redondeo:} \quad \begin{array}{r} 0110010 \\ +\ 0000000 \\ \hline 0110010 \end{array}$$

Representación en $BSS(n, m)$

Ejemplo

Representar 6,625 en $BSS(8,4)$

- Parte entera: $\mathcal{R}_{bss(4)}(6) = 0110$

Representación en $BSS(n, m)$

Ejemplo

Representar 6,625 en $BSS(8, 4)$

- Parte entera: $\mathcal{R}_{bss(4)}(6) = 0110$
- Parte Fraccionaria:
  0,625 * 2 = 1,250
  0,250 * 2 = 0,500
  0,500 * 2 = 1,000
  0,000 * 2 = 0,000
  0,000 * 2 = 0,000
- Se componen las cadenas: 01101010

Representación en $BSS(n, m)$: dos métodos

(Corriendo la coma)

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

Representación en $BSS(n, m)$: Corriendo la coma

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

1. Multiplicar al número X que se quiere representar por 2^m
2. Redondear el número obtenido (**X'**)al entero más cercano (**X"**).
3. Representar **X"** en $BSS(n)$.

Representación en $BSS(n, m)$

1. Multiplicar al número X que se quiere representar por 2^m
2. Redondear el número obtenido (**X'**)al entero más cercano (**X"**).
3. Representar **X'** en $BSS(n)$.

Ejemplo

Representar X= 3,14 en $BSS(7, 4)$

Representación en $BSS(n, m)$

1. Multiplicar al número X que se quiere representar por 2^m
2. Redondear el número obtenido (**X'**)al entero más cercano (**X"**).
3. Representar **X'** en $BSS(n)$.

Ejemplo

Representar X= 3,14 en $BSS(7, 4)$

- $X * 2^4 = 50,24 = X'$

Representación en $BSS(n, m)$

1. Multiplicar al número X que se quiere representar por 2^m
2. Redondear el número obtenido (**X'**)al entero más cercano (**X"**).
3. Representar **X'** en $BSS(n)$.

Ejemplo

Representar X= 3,14 en $BSS(7, 4)$

- $X * 2^4 = 50, 24 = X'$
- Redondeo: $X' \approx 50 = X''$
- $\mathcal{R}_{bss(7)}(50) = 0110010$

Representación en $BSS(n, m)$

1. Multiplicar al número X que se quiere representar por 2^m
2. Redondear el número obtenido (**X'**)al entero más cercano (**X"**).
3. Representar **X"** en $BSS(n)$.

Ejemplo

Representar X= 6,625 en $BSS(8, 4)$

Representación en $BSS(n, m)$

1. Multiplicar al número X que se quiere representar por 2^m
2. Redondear el número obtenido (**X'**)al entero más cercano (**X"**).
3. Representar **X"** en $BSS(n)$.

Ejemplo

Representar X= 6,625 en $BSS(8,4)$

- $X * 2^4 = 106 = X'$

Representación en $BSS(n, m)$

1. Multiplicar al número X que se quiere representar por 2^m
2. Redondear el número obtenido (**X'**)al entero más cercano (**X"**).
3. Representar **X"** en $BSS(n)$.

Ejemplo

Representar X= 6,625 en $BSS(8, 4)$

- $X * 2^4 = 106 = X'$
- Redondeo: $X' \approx 106 = X''$
- $\mathcal{R}_{bss(8)}(106) = 01101010$

¿Como controlar el resultado obtenido?

¿Como controlar el resultado obtenido?

$\Downarrow$

¡Interpretando!

Representación de 3,14 en $BSS(7,4)$ es 0110010

Representación de 3,14 en $BSS(7,4)$ es 0110010

$$\downarrow$$

$$\mathcal{I}_{bss(7,4)}(0110010) = 2^{1} + 2^{0} + 2^{-3} = 3,125$$

Representación de 3,14 en $BSS(7,4)$ es 0110010

$$\mathcal{I}_{bss(7,4)}(0110010) = 2^1 + 2^0 + 2^{-3} = 3,125$$

Representación de 3,14 en $BSS(7,4)$ es 0110010

$$\Downarrow$$

$$\mathcal{I}_{bss(7,4)}(0110010) = 2^1 + 2^0 + 2^{-3} = 3,125 \quad \times$$

$$\Downarrow$$

¿Porqué no obtuvimos 3,14?

Representación de 3,14 en $BSS(7,4)$ es 0110010

$$\mathcal{I}_{bss(7,4)}(0110010) = 2^1 + 2^0 + 2^{-3} = 3,125 \ \times$$

¿Porqué no obtuvimos 3,14?

¡No es representable!

Aproximación

Si 3,14 no es representable, se obtiene una aproximación

Aproximación

Si 3,14 no es representable, se obtiene una aproximación

$$3,125 \approx 3,14$$

Error por aproximación

Ejercicio: representar 0,4 en $BSS(2,1)$

Error por aproximación

Ejercicio: representar 0,4 en $BSS(2,1)$

- X = 0,4 m = 1
- $X' = 0,4x2^1 = 0,8$
- $\mathcal{R}_{bss(3)}(1) = 001$

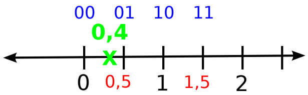
Error por aproximación

Ejercicio: representar 0,4 en $BSS(2,1)$

- X = 0,4 m = 1
- $X' = 0,4x2^1 = 0,8$
- $\mathcal{R}_{bss(3)}(1) = 001$

Comprobar el resultado

$$\mathcal{I}_{bss(2,1)}(001) = 2^{-1} = 0,5$$



¡~~H~~errar es humano!

Error Absoluto

Error Absoluto
Valor absoluto de la diferencia entre el número que se quiere representar y el número representado.

$$EA(X) = |X - E|$$

donde E es el valor de la Representación más próxima a X.

- En este caso $EA(0,4) = |0,4 - 0,5| = 0,1$.

Error Absoluto

- El error absoluto de un número representable es 0 ya que no hay diferencia entre el número que se quiere representar y su Representación.
- Notar que el Error Absoluto tiene como cota máxima la mitad de la resolución:

$$(\forall X \in rango) 0 \leq EA(X) \leq R/2$$

Error Relativo

Ejemplo

Representar el número 14,9 en $BSS(8,4)$:

1. X = 14,9 m = 4
2. $X' = 14,9x2^4 = 238,4$
3. $\mathcal{R}_{bss(8)}(238) = 11101110$
4. $\mathcal{I}_{bss(8,4)}(11101110) = 14,875$

$$EA(14,9) = |14,9–14,875| = 0,025$$

El error cometido al representar 14,9 es el mismo que al representar 3,9. Sin embargo el valor del error 0,025 es "más importante" al representar 3,9 que al representar 14,9.

Error Relativo

Error Relativo

$$ER(X) = |\frac{EA(X)}{X}|(\forall X \neq 0 \in rango)$$

$$ER(3,9) = |\frac{EA(3,9)}{3,9}| = |0,025/3,9| \approx 0,0064 = 0,64\%$$

$$ER(14,9) = |\frac{EA(14,9)}{14,9}| = |0,025/14,9| \approx 0,0016 = 0,16\%$$

El error relativo al representar 14,9 es menor que el error relativo al representar 3,9

Error Absoluto y Relativo

Calcular error absoluto en $BSS(8,4)$

- 1,1
- 2,125
- 3,099
- 4,75
- 19,99

Error Absoluto y Relativo

Calcular error relativo en $BSS(8,4)$

- 0,1
- 15,1

Error Relativo

- El error relativo más grande se produce al representar números muy cercanos a cero, para los cuales el sistema los representa como 0. Para estos números, $EA(X) = X$, y $ER(X) = 1 = 100\%$.
- Los errores relativos más pequeños se producen en el extremo superior del rango.

1. Punto Fijo
   - Resolución
   - Representación