



Dipartimento di Ingegneria e Scienze
dell'Informazione e Matematica

Università degli Studi dell'Aquila

Esercitazione 3

Corso di Fondamenti di Informatica

PROF. Gabriele Di Stefano - Dr. Francesco Gallo

<http://people.disim.univaq.it/francesco.gallo/fondamenti.html>

Rappresentazione dell'Informazione

Sistema di numerazione posizionale

- Ad ogni cifra del numero è attribuito un peso a seconda della sua posizione all'interno del numero

- Sistema di numerazione posizionale in base **b**:

- Numero $\mathbf{N}_b = \mathbf{c}_k \mathbf{c}_{k-1} \mathbf{c}_{k-2} \dots \mathbf{c}_0 . \mathbf{c}_{-1} \mathbf{c}_{-2} \dots \mathbf{c}_{-h}$

- \mathbf{c}_k è la **cifra più significativa**, mentre \mathbf{c}_0 è la cifra meno significativa (prima della virgola)

- (\mathbf{c}_{-1} è quella più significativa della parte frazionaria, \mathbf{c}_{-h} quella meno significativa)

- \mathbf{N}_b è il numero ottenuto facendo:

$$\mathbf{c}_k \times \mathbf{b}_k + \mathbf{c}_{k-1} \times \mathbf{b}_{k-1} + \mathbf{c}_{k-2} \times \mathbf{b}_{k-2} \dots + \mathbf{c}_0 \times \mathbf{b}^0 + \mathbf{c}_{-1} \times \mathbf{b}^{-1} + \dots + \mathbf{c}_{-h} \times \mathbf{b}^{-h}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Sistema di numerazione posizionale

Esempio:

- $b = 10, N_{10} = 1234.567$

$$\mathbf{c_3 = 1, c_2 = 2, c_1 = 3, c_0 = 4, c_{-1} = 5, c_{-2} = 6, c_{-3} = 7}$$

$$= 1 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 4 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2} + 7 \times 10^{-3}$$

$$= 1000 + 200 + 30 + 4 + 0.5 + 0.06 + 0.007$$

Rappresentazione dell'Informazione

Sistema di numerazione posizionale

Le basi più comuni:

Se la base è **b** , allora le cifre che possono essere utilizzate per comporre un numero vanno da **0** a **$b-1$**

Esempio : **$b = 10$** , cifre possibili: **[0,1,2,3,4,5,6,7,8,9]**

Esempio : **$b = 2$** , cifre possibili: **[0,1]**

Esempio : **$b = 8$** , cifre possibili: **[0,1,2,3,4,5,6,7]**

Esempio : **$b = 16$** , cifre possibili: **[0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F]**

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria -> base decimale

Esempio:

$$N = \mathbf{101011.1011}_2$$

$$N = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

$$+ 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4}$$

$$= 32 + 0 + 8 + 0 + 2 + 1 + 0.5 + 0 + 0.125 + 0.0625$$

$$= \mathbf{43.6875}_{10}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria -> base decimale

Esercizio 1:

$N = 101001011_2$ è pari o dispari?

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria -> base decimale

Esercizio 1:

$N = 101001011_2$ è pari o dispari?

A quale numero decimale corrisponde?

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria -> base decimale

Esercizio 1:

$N = \mathbf{101001011}_2$ è pari o dispari?

A quale numero decimale corrisponde?

$$\begin{aligned} N &= 1 \times 2^8 + 0 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + \\ &0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= 256 + 0 + 64 + 0 + 0 + 8 + 0 + 2 + 1 = \mathbf{331}_{10} \end{aligned}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria -> base decimale

Esercizio 1:

$N = 101001011_2$ è pari o dispari?

A quale numero decimale corrisponde?

$$\begin{aligned} N &= 1 \times 2^8 + 0 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + \\ & 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= 256 + 0 + 64 + 0 + 0 + 8 + 0 + 2 + 1 = \mathbf{331}_{10} \end{aligned}$$

Dispari

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria \leftarrow base decimale

Dato un numero N , distinguiamo parte intera e parte frazionaria.

Quindi convertiamo separatamente parte intera e parte frazionaria (se c'è)

Esempio:

$$\mathbf{N = 53.0625_{10}}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$N = 53.0625_{10}$$

$$53 : 2 = 26, \text{ resto} = 1 \text{ (cifra meno significativa)}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$N = 53.0625_{10}$$

$$53 : 2 = 26, \text{ resto} = 1 \text{ (cifra meno significativa)}$$

$$26 : 2 = 13, \text{ resto} = 0$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria ← base decimale

Esempio:

$$N = 53.0625_{10}$$

$$53 : 2 = 26, \text{ resto} = 1 \text{ (cifra meno significativa)}$$

$$26 : 2 = 13, \text{ resto} = 0$$

$$13 : 2 = 6, \text{ resto} = 1$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$N = 53.0625_{10}$$

$$53 : 2 = 26, \text{ resto} = 1 \text{ (cifra meno significativa)}$$

$$26 : 2 = 13, \text{ resto} = 0$$

$$13 : 2 = 6, \text{ resto} = 1$$

$$6 : 2 = 3, \text{ resto} = 0$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$N = 53.0625_{10}$$

$$53 : 2 = 26, \text{ resto} = 1 \text{ (cifra meno significativa)}$$

$$26 : 2 = 13, \text{ resto} = 0$$

$$13 : 2 = 6, \text{ resto} = 1$$

$$6 : 2 = 3, \text{ resto} = 0$$

$$3 : 2 = 1, \text{ resto} = 1$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$N = 53.0625_{10}$$

$$53 : 2 = 26, \text{ resto} = 1 \text{ (cifra meno significativa)}$$

$$26 : 2 = 13, \text{ resto} = 0$$

$$13 : 2 = 6, \text{ resto} = 1$$

$$6 : 2 = 3, \text{ resto} = 0$$

$$3 : 2 = 1, \text{ resto} = 1$$

$$1 : 2 = 0, \text{ resto} = 1 \text{ (cifra più significativa)}$$



Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$N = 53.0625_{10}$$

$$53 : 2 = 26, \text{ resto} = 1 \text{ (cifra meno significativa)}$$

$$26 : 2 = 13, \text{ resto} = 0$$

$$13 : 2 = 6, \text{ resto} = 1 \quad 53_{10} = 110101_2$$

$$6 : 2 = 3, \text{ resto} = 0$$

$$3 : 2 = 1, \text{ resto} = 1$$

$$1 : 2 = 0, \text{ resto} = 1 \text{ (cifra più significativa)}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$N = 53.0625_{10}$$

$$0.0625 \times 2 = 0.125, \text{ parte intera} = 0 \text{ (cifra pi\`u significativa)}$$

$$0.125 \times 2 = 0.250, \text{ parte intera} = 0$$

$$0.250 \times 2 = 0.5, \text{ parte intera} = 0$$

$$0.5 \times 2 = 1, \text{ parte intera} = 1 \text{ (cifra meno significativa)}$$

$$0.0625_{10} = 0.0001_2$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$\mathbf{N = 53.0625_{10} = 110101.0001_2}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria \leftarrow base decimale

Esempio:

$$\mathbf{N = 32.587}_{10}$$

Consideriamo la parte intera: **32**

Per convertire un numero decimale in un numero binario basta fare una sequenza di divisioni per la base 2 e prendere il resto:

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$N = 32.587_{10}$$

Consideriamo la parte intera: **32**

$$32 : 2 = 16, \text{ Resto} = 0$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$N = 32.587_{10}$$

Consideriamo la parte intera: **32**

$$32 : 2 = 16, \text{ Resto} = 0 \text{ (cifra meno significativa)}$$

$$16 : 2 = 8, \text{ Resto} = 0$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$N = 32.587_{10}$$

Consideriamo la parte intera: **32**

$$32 : 2 = 16, \text{ Resto} = 0 \text{ (cifra meno significativa)}$$

$$16 : 2 = 8, \text{ Resto} = 0$$

$$8 : 2 = 4, \text{ Resto} = 0$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$N = 32.587_{10}$$

Consideriamo la parte intera: **32**

$$32 : 2 = 16, \text{ Resto} = 0 \text{ (cifra meno significativa)}$$

$$16 : 2 = 8, \text{ Resto} = 0$$

$$8 : 2 = 4, \text{ Resto} = 0$$

$$4 : 2 = 2, \text{ Resto} = 0$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria ← base decimale

Esempio:

$$N = 32.587_{10}$$

Consideriamo la parte intera: **32**

$$32 : 2 = 16, \text{ Resto} = 0 \text{ (cifra meno significativa)}$$

$$16 : 2 = 8, \text{ Resto} = 0$$

$$8 : 2 = 4, \text{ Resto} = 0$$

$$4 : 2 = 2, \text{ Resto} = 0$$

$$2 : 2 = 1, \text{ Resto} = 0$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$N = 32.587_{10}$$

Consideriamo la parte intera: **32**

$$32 : 2 = 16, \text{ Resto} = 0 \text{ (cifra meno significativa)}$$

$$16 : 2 = 8, \text{ Resto} = 0$$

$$8 : 2 = 4, \text{ Resto} = 0$$

$$4 : 2 = 2, \text{ Resto} = 0$$

$$2 : 2 = 1, \text{ Resto} = 0$$

$$1 : 2 = 0, \text{ Resto} = 1 \text{ (cifra più significativa)}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$N = 32.587_{10}$$

Consideriamo la parte intera: **32**

$$32 : 2 = 16, \text{ Resto} = 0 \text{ (cifra meno significativa)}$$

$$16 : 2 = 8, \text{ Resto} = 0$$

$$8 : 2 = 4, \text{ Resto} = 0$$

$$4 : 2 = 2, \text{ Resto} = 0$$

$$2 : 2 = 1, \text{ Resto} = 0$$

$$1 : 2 = 0, \text{ Resto} = 1 \text{ (cifra più significativa)}$$

$$32_{10} = 100000_2$$



Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$N = 32.587_{10}$$

Consideriamo la parte frazionaria: **.587**

$$0.587 \times 2 = 1.174$$

parte frazionaria = 0.174

parte intera = 1 (**cifra più significativa**)

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$N = 32.587_{10}$$

Consideriamo la parte frazionaria: **.587**

$$0.587 \times 2 = 1.174$$

parte frazionaria = 0.174

parte intera = 1 (**cifra più significativa**)

$$0.174 \times 2 = 0.348$$

parte frazionaria = 0.348

parte intera = 0

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$\mathbf{N = 32.587_{10}}$$

Consideriamo la parte frazionaria: **.587**

$$\mathbf{0.348 \times 2 = 0.696}$$

parte frazionaria = 0.696, parte intera = 0

$$\mathbf{0.696 \times 2 = 1.392}$$

parte frazionaria = 0.392, parte intera = 1

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$\mathbf{N = 32.587_{10}}$$

Consideriamo la parte frazionaria: **.587**

$$\mathbf{0.392 \times 2 = 0.784}$$

parte frazionaria = 0.784, parte intera = 0

$$\mathbf{0.784 \times 2 = 1.568}$$

parte frazionaria = 0.568, parte intera = 1

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$\mathbf{N = 32.587_{10}}$$

Consideriamo la parte frazionaria: **.587**

$$\mathbf{0.568 \times 2 = 1.136}$$

parte frazionaria = 0.136, parte intera = 1

.....

$$\mathbf{32.587_{10} \approx 100000.1001011_2}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria \leftarrow base decimale

Esempio:

$$N = 13.7_{10}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$N = 13.7_{10}$$

$$13 : 2 = 6, \text{ resto} = 1$$

$$6 : 2 = 3, \text{ resto} = 0$$

$$3 : 2 = 1, \text{ resto} = 1$$

$$1 : 2 = 0, \text{ resto} = 1$$

$$13_{10} = 1101_2$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$N = 13.7_{10}$$

$$0.7 \times 2 = 1.4, \text{ parte intera} = 1$$

$$0.4 \times 2 = 0.8, \text{ parte intera} = 0$$

$$0.8 \times 2 = 1.6, \text{ parte intera} = 1$$

$$0.6 \times 2 = 1.2, \text{ parte intera} = 1$$

$$0.2 \times 2 = 0.4, \text{ parte intera} = 0$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria ← base decimale

Esempio:

$$N = 13.7_{10}$$

$$0.7 \times 2 = 1.4, \text{ parte intera} = 1$$

$$0.4 \times 2 = 0.8, \text{ parte intera} = 0$$

$$0.8 \times 2 = 1.6, \text{ parte intera} = 1$$

$$0.6 \times 2 = 1.2, \text{ parte intera} = 1$$

$$0.2 \times 2 = 0.4, \text{ parte intera} = 0$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$N = 13.7_{10}$$

$$0.7 \times 2 = 1.4, \text{ parte intera} = 1$$

$$0.4 \times 2 = 0.8, \text{ parte intera} = 0$$

$$0.8 \times 2 = 1.6, \text{ parte intera} = 1$$

$$0.6 \times 2 = 1.2, \text{ parte intera} = 1$$

$$0.2 \times 2 = 0.4, \text{ parte intera} = 0$$

Rappresentazione dell'Informazione

Conversione base binaria <- base decimale

Esempio:

$$N = 13.7_{10}$$

$$0.7 \times 2 = 1.4, \text{ parte intera} = 1$$

$$0.4 \times 2 = 0.8, \text{ parte intera} = 0$$

$$0.8 \times 2 = 1.6, \text{ parte intera} = 1$$

$$0.6 \times 2 = 1.2, \text{ parte intera} = 1$$

$$0.2 \times 2 = 0.4, \text{ parte intera} = 0$$

$$0.7_{10} = 0.\overline{10110}_2$$

Esercizi:

- Qual è il numero decimale definito da 010100.0100_2 ?
- Qual è il numero binario rappresentato dal numero decimale 78.26_{10} ?

Esercizi:

- Qual è il numero decimale definito da 010100.0100_2 ? $20,25_{10}$
- Qual è il numero binario rappresentato dal numero decimale 78.26_{10} ? $1001110.0100_2\dots$

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche

- Operazioni $+$, $-$, $*$, $/$ su numeri in base 2
- Le regole che caratterizzano l'aritmetica binaria sono analoghe alle regole ben conosciute che valgono nel sistema decimale, con il necessario adattamento derivante dall'uso limitato ai due simboli 0 e 1.

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Somma

	1	0	1	+
	1	1	1	=

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Somma

		1		riporti
	1	0	1	+
	1	1	1	=
			0	

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Somma

	1	1		riporti
	1	0	1	+
	1	1	1	=
		0	0	

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Somma

1	1	1		riporti
	(0)1	0	1	+
	1	1	1	=
	1	0	0	

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Somma

1	1	1		riporti
	(0)1	0	1	+
	1	1	1	=
1	1	0	0	

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Somma

1	1	1		riporti
	(0)1	0	1	+
	1	1	1	=
1	1	0	0	

Esercizio: Trasformare gli addendi in forma decimale e verificare che il risultato sia corretto

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Somma

1	1	1		riporti	
	(0)1	0	1	+	5
	1	1	1	=	7
1	1	0	0		12

Esercizio: Trasformare gli addendi in forma decimale e verificare che il risultato sia corretto

Esercizi:

- Eseguire la somma fra i numeri binari 10111_2 e 11110_2
- Eseguire la somma fra i numeri binari 1101_2 e 111_2

Esercizi:

- Eseguire la somma fra i numeri binari 10111_2 e 11110_2 ($1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1_2$)
- Eseguire la somma fra i numeri binari 1101_2 e 111_2 ($1\ 0\ 1\ 0\ 0_2$)

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

-	0	1
0	0	(1)1
1	1	0

La tabella è da leggere prendendo un valore sulla 1° colonna a sinistra e sottraendo a questo un valore sulla 1° riga in alto;

così il valore "1" scritto nell'incrocio tra 2° riga e 1° colonna è determinato dall'operazione $1 - 0$.

Con prestito di 1

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

1	1	0	1	-
1	0	1	1	=

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

1	1	0	1	-
1	0	1	1	=
			0	

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

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

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

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

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

	1				
1	1	0	1	-	13
1	0	1	1	=	11
0	0	1	0		2

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

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

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

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

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

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

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

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

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

1		1				
1	0	1	0	1	-	21
	1	0	1	1	=	11
0	1	0	1	0		10

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

1	1	0	0	0	-
		1	1	1	=

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

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

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

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

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

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

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

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

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

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

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

	1	1	1			
1	1	0	0	0	-	24
		1	1	1	=	7
1	0	0	0	1		17

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

x	0	1
0	0	0
1	0	1

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

	1	1	0	1	x
		1	0	1	=

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

			1	1	0	1	x
				1	0	1	=
			1	1	0	1	

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

			1	1	0	1	x
				1	0	1	=
			1	1	0	1	
		0	0	0	0		

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

			1	1	0	1	x
				1	0	1	=
			1	1	0	1	
		0	0	0	0		
	1	1	0	1			

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

			1	1	0	1	x	13
				1	0	1	=	5
1	1	1	1					
			1	1	0	1	+	
		0	0	0	0		+	
	1	1	0	1				
1	0	0	0	0	0	1		65

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

				1	1	1	1	0	x
					1	0	1	1	=
				1	1	1	1	0	+
			1	1	1	1	0		+
		0	0	0	0	0			+
	1	1	1	1	0				

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

		1	1	1	1				
				1	1	1	1	0	+
			1	1	1	1	0		
		1	0	1	1	0	1	0	

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

		1	1	1	1				
				1	1	1	1	0	+
			1	1	1	1	0		
		1	0	1	1	0	1	0	
		0	0	0	0	0			+
		1	0	1	1	0	1	0	

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

		1	1	1	1				
				1	1	1	1	0	+
			1	1	1	1	0		
		1	0	1	1	0	1	0	
	1	1	1	0	0	0			+
		1	0	1	1	0	1	0	
	1	1	1	1	0				+
1	0	1	0	0	1	0	1	0	

Rappresentazione dell'Informazione

Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

		1	1	1	1					
				1	1	1	1	0	+	
			1	1	1	1	0			
		1	0	1	1	0	1	0		
	1	1	1	0	0	0			+	
		1	0	1	1	0	1	0		
	1	1	1	1	0				+	
1	0	1	0	0	1	0	1	0	=	330

Rappresentazione dell'Informazione

Esercizi:

1) Eseguire le seguenti somme nel sistema binario:

$$101011 + 10111 =$$

$$11111 + 101111 =$$

$$1100111 + 10111 =$$

$$10101111 + 1111111 =$$

2) Eseguire le seguenti sottrazioni nel sistema binario:

$$11101 - 101 =$$

$$110110 - 101101 =$$

$$1100111 - 101111 =$$

$$100000 - 10101 =$$

3) Eseguire le seguenti moltiplicazioni nel sistema binario:

$$1010 \times 101 =$$

$$110101 \times 1011 =$$

$$111011 \times 10111 =$$

$$111111 \times 11111 =$$

Rappresentazione dell'Informazione

Esercizi:

1) Eseguire le seguenti somme nel sistema binario:

$$101011 + 10111 = \mathbf{1000010}$$

$$11111 + 101111 = \mathbf{1001110}$$

$$1100111 + 10111 = \mathbf{1111110}$$

$$10101111 + 1111111 = \mathbf{100110001}$$

2) Eseguire le seguenti sottrazioni nel sistema binario:

$$11101 - 101 = \mathbf{11000}$$

$$110110 - 101101 = \mathbf{1001}$$

$$1100111 - 101111 = \mathbf{111000}$$

$$100000 - 10101 = \mathbf{1011}$$

3) Eseguire le seguenti moltiplicazioni nel sistema binario:

$$1010 \times 101 = \mathbf{110010}$$

$$110101 \times 1011 = \mathbf{1001000111}$$

$$111011 \times 10111 = \mathbf{10101001101}$$

$$111111 \times 11111 = \mathbf{11110100001}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Perchè le basi 2, 8, e 16?

- La rappresentazione binaria ha motivazioni di tipo tecnologico
- Le rappresentazioni ottali ed esadecimali sono utili per rappresentare sinteticamente i valori binari
- E' facile convertire un numero in base 2 in un numero in base 8 o 16:
 - le cifre binarie si possono raggruppare a 3 a 3 e poi codificare con numeri ottali
 - le cifre binarie si possono raggruppare a 4 a 4 e poi codificare con numeri esadecimali

Rappresentazione dell'Informazione

Numeri in base 8 (ottali):

Le cifre: [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]

Esempio:

$$15_8 = ?_{10}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Numeri in base 8 (ottali):

Le cifre: [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]

Esempio:

$$15_8 = ?_{10}$$

$$15_8 = (1 \times 8^1 + 5 \times 8^0)_{10} = 8 + 5 = 13_{10}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Numeri in base 8 (ottali):

Le cifre: [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]

Esempio:

$$15_8 = ?_{10}$$

$$15_8 = (1 \times 8^1 + 5 \times 8^0)_{10} = 8 + 5 = 13_{10}$$

$$372_8 = ?_{10}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Numeri in base 8 (ottali):

Le cifre: [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]

Esempio:

$$15_8 = ?_{10}$$

$$15_8 = (1 \times 8^1 + 5 \times 8^0)_{10} = 8 + 5 = 13_{10}$$

$$372_8 = ?_{10}$$

$$372_8 = (3 \times 8^2 + 7 \times 8^1 + 2 \times 8^0)_{10} = 3 \times 64 + 7 \times 8 + 2 = 250_{10}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Numeri in base 16 (esadecimali):

Le cifre: [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F]

Esempio:

$$7D2_{16} = ?_{10}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Numeri in base 16 (esadecimali):

Le cifre: [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F]

Esempio:

$$7D2_{16} = ?_{10}$$

$$7_{16} = 7_{10} \quad D_{16} = 13_{10} \quad 2_{16} = 2_{10}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Numeri in base 16 (esadecimali):

Le cifre: [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F]

Esempio:

$$7D2_{16} = ?_{10}$$

$$7_{16} = 7_{10} \quad D_{16} = 13_{10} \quad 2_{16} = 2_{10}$$

$$7D2_{16} = (7 \times 16^2 + 13 \times 16^1 + 2 \times 16^0)_{10} = 7 \times 256 + 208 + 2 = 2002_{10}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Numeri in base 8:

Conversione binario -> Ottale

Esempio:

$$11110110100.001_2 = ?_8$$

Separare a gruppi di tre cifre binarie a partire dalla meno significativa per la parte intera e dalla più significativa per la parte frazionaria.

Rappresentazione dell'Informazione

Numeri in base 8:

Conversione binario -> Ottale

Esempio:

$$11110110100.001_2 = ?_8$$

Separare a gruppi di tre cifre binarie a partire dalla meno significativa per la parte intera e dalla più significativa per la parte frazionaria.

$$11110110 \mid 100.001_2$$

Rappresentazione dell'Informazione

Numeri in base 8:

Conversione binario -> Ottale

Esempio:

$$11110110100.001_2 = ?_8$$

Separare a gruppi di tre cifre binarie a partire dalla meno significativa per la parte intera e dalla più significativa per la parte frazionaria.

$$11110 \mid 110 \mid 100.001_2$$

Rappresentazione dell'Informazione

Numeri in base 8:

Conversione binario -> Ottale

Esempio:

$$11110110100.001_2 = ?_8$$

Separare a gruppi di tre cifre binarie a partire dalla meno significativa per la parte intera e dalla più significativa per la parte frazionaria.

$$11 | 110 | 110 | 100.001_2$$

Rappresentazione dell'Informazione

Numeri in base 8:

Conversione binario -> Ottale

Esempio:

$$11110110100.001_2 = ?_8$$

Separare a gruppi di tre cifre binarie a partire dalla meno significativa per la parte intera e dalla più significativa per la parte frazionaria.

$$11 | 110 | 110 | 100.001 |_2$$

Rappresentazione dell'Informazione

Numeri in base 8:

Conversione binario -> Ottale

Esempio:

$$11110110100.001_2 = ?_8$$

Separare a gruppi di tre cifre binarie a partire dalla meno significativa per la parte intera e dalla più significativa per la parte frazionaria.

$$\begin{array}{ccccccc} 11 & | & 110 & | & 110 & | & 100.001 & | & 2 \\ 3 & & 6 & & 6 & & 4 & . & 1 \end{array}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Numeri in base 8:

Conversione binario -> Ottale

Esempio:

$$11110110100.001_2 = 3664.1_8$$

Separare a gruppi di tre cifre binarie a partire dalla meno significativa per la parte intera e dalla più significativa per la parte frazionaria.

$$\begin{array}{ccccccc} 11 & | & 110 & | & 110 & | & 100.001 & | & 2 \\ 3 & & 6 & & 6 & & 4 & . & 1_8 \end{array}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Numeri in base 16:

Conversione binario -> Esadecimale

Esempio:

$$11110110100_2 = ?_{16}$$

Separare a gruppi di quattro cifre binarie a partire dalla meno significativa per la parte intera e dalla più significativa per la parte frazionaria.

Rappresentazione dell'Informazione

Numeri in base 16:

Conversione binario -> Esadecimale

Esempio:

$$11110110100_2 = ?_{16}$$

Separare a gruppi di quattro cifre binarie a partire dalla meno significativa per la parte intera e dalla più significativa per la parte frazionaria.

$$1111011 \mid 0100_2$$

Rappresentazione dell'Informazione

Numeri in base 16:

Conversione binario -> Esadecimale

Esempio:

$$11110110100_2 = ?_{16}$$

Separare a gruppi di quattro cifre binarie a partire dalla meno significativa per la parte intera e dalla più significativa per la parte frazionaria.

$$111 \mid 1011 \mid 0100_2$$

Rappresentazione dell'Informazione

Numeri in base 16:

Conversione binario -> Esadecimale

Esempio:

$$11110110100_2 = ?_{16}$$

Separare a gruppi di quattro cifre binarie a partire dalla meno significativa per la parte intera e dalla più significativa per la parte frazionaria.

|0111 | 1011 | 0100₂

Rappresentazione dell'Informazione

Numeri in base 16:

Conversione binario -> Esadecimale

Esempio:

$$11110110100_2 = ?_{16}$$

Separare a gruppi di quattro cifre binarie a partire dalla meno significativa per la parte intera e dalla più significativa per la parte frazionaria.

$$|0111|1011|0100_2 = 7B4_{16}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Esercizi:

Convertire in binario il numero in notazione ottale 135.1_8

Rappresentazione dell'Informazione

Esercizi:

Convertire in binario il numero in notazione ottale 135.1_8

$$5_8 = 101_2$$

Rappresentazione dell'Informazione

Esercizi:

Convertire in binario il numero in notazione ottale 135.1_8

$$5_8 = 101_2$$

$$3_8 = 011_2$$

Rappresentazione dell'Informazione

Esercizi:

Convertire in binario il numero in notazione ottale 135.1_8

$$5_8 = 101_2$$

$$3_8 = 011_2$$

$$1_8 = 001_2$$

Rappresentazione dell'Informazione

Esercizi:

Convertire in binario il numero in notazione ottale 135.1_8

$$5_8 = 101_2$$

$$0.1_8 = 0.001_2$$

$$3_8 = 011_2$$

$$1_8 = 001_2$$

Rappresentazione dell'Informazione

Esercizi:

Convertire in binario il numero in notazione ottale **135.1₈**

$$5_8 = 101_2$$

$$0.1_8 = 0.001_2$$

$$3_8 = 011_2$$

$$1_8 = 001_2$$

$$135.1_8 = 001011101.001_2$$

Rappresentazione dell'Informazione

Esercizi:

Convertire in binario il numero in notazione esadecimale $3A.8_{16}$

Rappresentazione dell'Informazione

Esercizi:

Convertire in binario il numero in notazione esadecimale $3A.8_{16}$

$$A_{16} = 1110_2$$

Rappresentazione dell'Informazione

Esercizi:

Convertire in binario il numero in notazione esadecimale $3A.8_{16}$

$$\mathbf{A_{16} = 1110_2}$$

$$\mathbf{3_{16} = 0011_2}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Esercizi:

Convertire in binario il numero in notazione esadecimale $3A.8_{16}$

$$\mathbf{A_{16} = 1010_2}$$

$$\mathbf{0.8_{16} = 0.1000_2}$$

$$\mathbf{3_{16} = 0011_2}$$

$$\mathbf{3A.8_{16} = 00111010.1000_2}$$

Rappresentazione dell'Informazione

Esercizi:

- Convertire in binario i seguenti numeri decimali (considerando 6 bit per la parte frazionaria):

45.226_{10} , 234.349_{10} , 67.712_{10} , 83.8123_{10}

- Convertire in ottale e in esadecimale i numeri binari ottenuti dalla conversione dei numeri decimali di cui al punto precedente
- Qual è il numero massimo rappresentabile in base 3 con quattro cifre (espresso in base 3) ?

Macchina URM

Esercizi:

- Scrivere un programma URM che ritorna il valore **1** se **x divide y** (**y/x**). **0** altrimenti.
- Scrivere un programma URM che calcola la **funzione di Fibonacci**, definita come segue:
 - $F(0) = 1$
 - $F(1) = 1$
 - $F(n) = F(n-1) + F(n-2)$ (per ogni $n > 1$)

Macchina URM

Esercizi:

- Scrivere un programma URM che ritorna il valore **1** se **x divide y** (y/x). **0** altrimenti.

R_1 (y)	R_2 (x)	R_3 (k)	R_4 (kx)	R_5
6	3			

Macchina URM

Esercizi:

- Scrivere un programma URM che ritorna il valore **1** se **x divide y (y/x)**. **0** altrimenti.

I	
1	J(2,4,9)
2	J(2,3,12)
3	S(3)
4	Z(5)
5	J(1,5,1)
6	S(4)
7	S(5)
8	J(1,1,5)
9	Z(1)
10	S(1)
11	J(1,1,13)
12	Z(1)