



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  $78.2610_{10}$ ?

# 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

	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>+</b>
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Somma

		<b>1</b>		<b>riporti</b>
	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>+</b>
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
			<b>0</b>	

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Somma

	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>riporti</b>
	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>+</b>
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
		<b>0</b>	<b>0</b>	

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Somma

<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>riporti</b>
	<b>(0)1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>+</b>
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Somma

<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>riporti</b>
	<b>(0)1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>+</b>
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Somma

<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>riporti</b>
	<b>(0)1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>+</b>
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

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

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Somma

<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>riporti</b>	
	<b>(0)1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>+</b>	<b>5</b>
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>12</b>

**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

<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>-</b>
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>-</b>
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
			<b>0</b>	

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

	<b>1</b>			
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>-</b>
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
		<b>1</b>	<b>0</b>	

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

	<b>1</b>			
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>-</b>
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

	<b>1</b>				
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>13</b>
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>	<b>11</b>
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		<b>2</b>

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>-</b>
	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
				<b>0</b>	

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

		<b>1</b>			
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>-</b>
	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
			<b>1</b>	<b>0</b>	

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

<b>1</b>		<b>1</b>			
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>-</b>
	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

<b>1</b>		<b>1</b>			
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>-</b>
	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

<b>1</b>		<b>1</b>				
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>21</b>
	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>	<b>11</b>
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		<b>10</b>

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-</b>
		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>

# Rappresentazione dell'Informazione

## Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

			<b>1</b>		
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-</b>
		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
				<b>1</b>	

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

		<b>1</b>	<b>1</b>		
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-</b>
		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
			<b>0</b>	<b>1</b>	

# Rappresentazione dell'Informazione

## Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-</b>
		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	

# Rappresentazione dell'Informazione

## Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-</b>
		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-</b>
		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Sottrazione

	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>			
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>24</b>
		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		<b>17</b>

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

x	0	1
0	0	0
1	0	1

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>x</b>
		<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>=</b>

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>x</b>
				<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>x</b>
				<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	
		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

## Rappresentazione dell'Informazione

# Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>x</b>
				<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	
		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>			



# Rappresentazione dell'Informazione

## Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>x</b>	<b>13</b>
				<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>=</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>					
			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>+</b>	
		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>+</b>	
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>				
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		<b>65</b>

# Rappresentazione dell'Informazione

## Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>x</b>
					<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>=</b>
				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>+</b>
			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		<b>+</b>
		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>			<b>+</b>
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>				

# Rappresentazione dell'Informazione

## Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>				
				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>+</b>
			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		
		<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	

# Rappresentazione dell'Informazione

## Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>				
				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>+</b>
			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		
		<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>			<b>+</b>
		<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	

# Rappresentazione dell'Informazione

## Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>				
				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>+</b>
			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		
		<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>			<b>+</b>
		<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>				<b>+</b>
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	

# Rappresentazione dell'Informazione

## Operazioni Aritmetiche - Moltiplicazione

		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>					
				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>+</b>	
			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>			
		<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>			<b>+</b>	
		<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>				<b>+</b>	
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>=</b>	<b>330</b>

# 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 | 0100**<sub>2</sub>

# 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 **135.1<sub>8</sub>**

$$5_8 = 101_2$$

$$0.1_8 = 0.001_2$$

$$3_8 = 011_2$$

$$1_8 = 001_2$$

$$135.1_8 = 001011101.001_2$$

# 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  $3A.8_{16}$**

$$\mathbf{A}_{16} = \mathbf{1110}_2$$

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

# 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)