



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

INFORMATIZZAZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE SANITARIA

Anno Accademico 2019/2020

Docente: ing. Salvatore Sorce

Rappresentazione numerica delle informazioni

I parte: i bit e i sistemi di numerazione

Informatica e telecomunicazione

- **Cos'è l'informatica?**
 - lo studio sistematico degli algoritmi che descrivono e trasformano l'informazione: la loro teoria, analisi, progetto, efficienza, realizzazione e applicazione
[ACM – Association for Computing Machinery]
 - **la scienza della rappresentazione e dell'elaborazione dell'informazione**
- **Cos'è la telecomunicazione?**
 - la trasmissione **rapida** a **distanza** dell'informazione

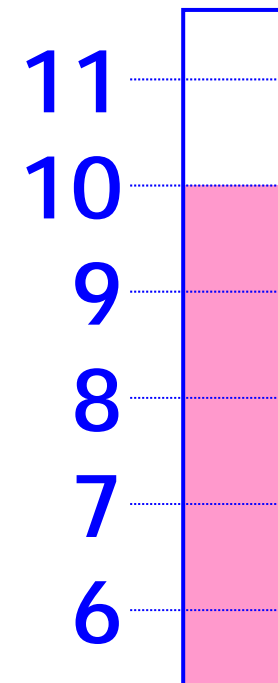
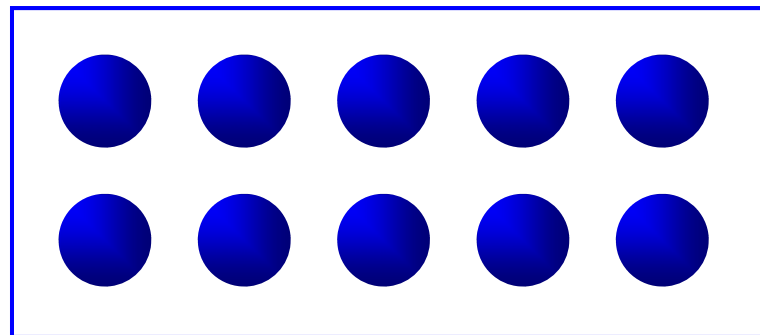
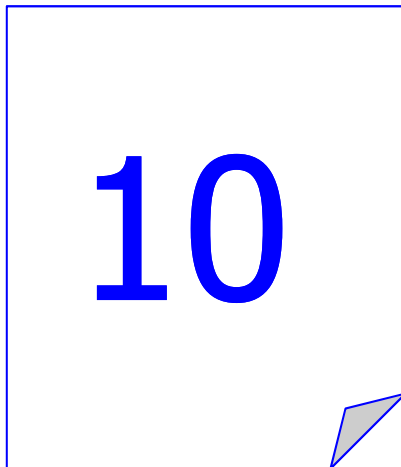
Informazione e supporti

- L'informazione è "portata da", o "trasmessa su", o "memorizzata in", o "contenuta in" qualcosa; questo "qualcosa" però non è l'informazione stessa.
- Ogni supporto ha le sue caratteristiche in quanto mezzo su cui può essere scritta dell'informazione.



Informazione e supporti

La stessa informazione può essere scritta su supporti differenti.



Informazione e supporti

- Distinguere informazione e supporto fisico è distinguere tra "entità logiche" ed "entità fisiche":
 - l'informazione **richiede un supporto fisico**, ma non coincide con esso;
 - l'informazione è un'entità **extra-fisica**, non interpretabile in termini di materia-energia e sottoposta alle leggi della fisica solo perché basata su un supporto fisico.

Informazione e supporti

- Quali caratteristiche deve avere un sistema fisico per supportare informazioni?
- Si ottiene informazione quando, dato un insieme di alternative possibili, la lettura del supporto ne elimina alcune e ne seleziona altre.
- **Condizione necessaria** affinché un supporto possa portare informazione è che possa assumere configurazioni differenti, a ognuna delle quali venga associata una differente entità di informazione.

Supporto fisico: 1a condizione



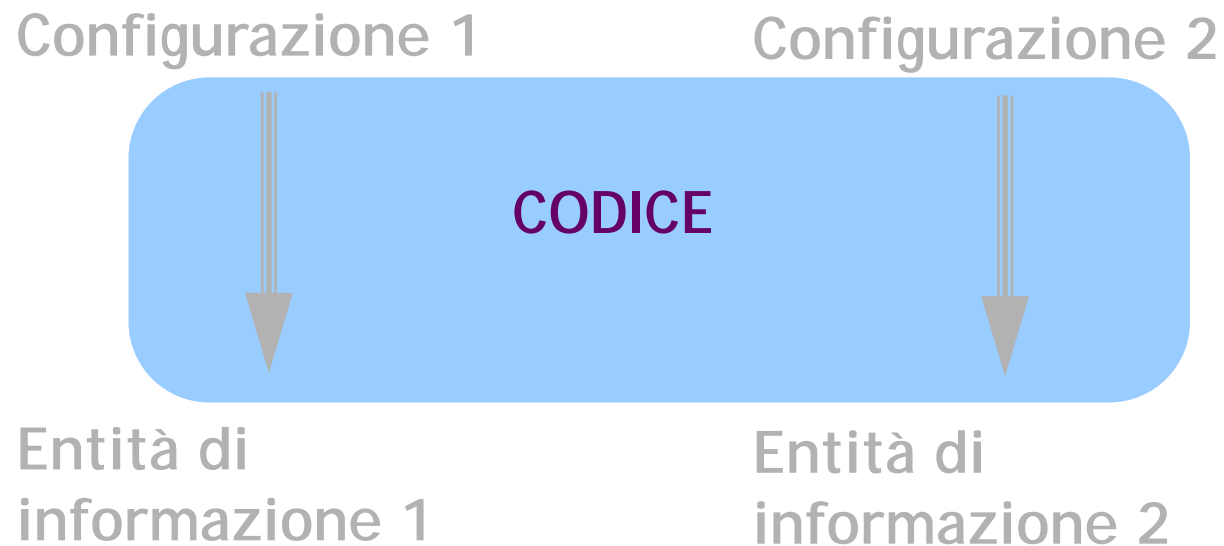
- Deve consentire di potere identificare delle differenze
 - Es: voglio rappresentare 2 alternative
- Cosa rappresenta ciascuna configurazione?

Configurazioni e codici

- A ogni configurazione del supporto deve essere associata un'entità di informazione:
 - Prima Configurazione = interruttore "ON" = "Divina Commedia";
 - Seconda Configurazione = interruttore "OFF" = "I Promessi Sposi".
- Per interpretare le differenti configurazioni del supporto in termini di informazione è necessario conoscere il codice (cioè la regola) che a ogni configurazione ammessa del supporto associa un'entità di informazione.
- La definizione di un codice comporta che siano identificati in modo non ambiguo l'insieme delle possibili configurazioni del supporto e l'insieme delle possibili entità di informazione a cui ci si vuole riferire.
- Variando il codice è possibile riferirsi a entità di informazione differenti utilizzando uno stesso supporto fisico.

Supporto fisico: 2a condizione

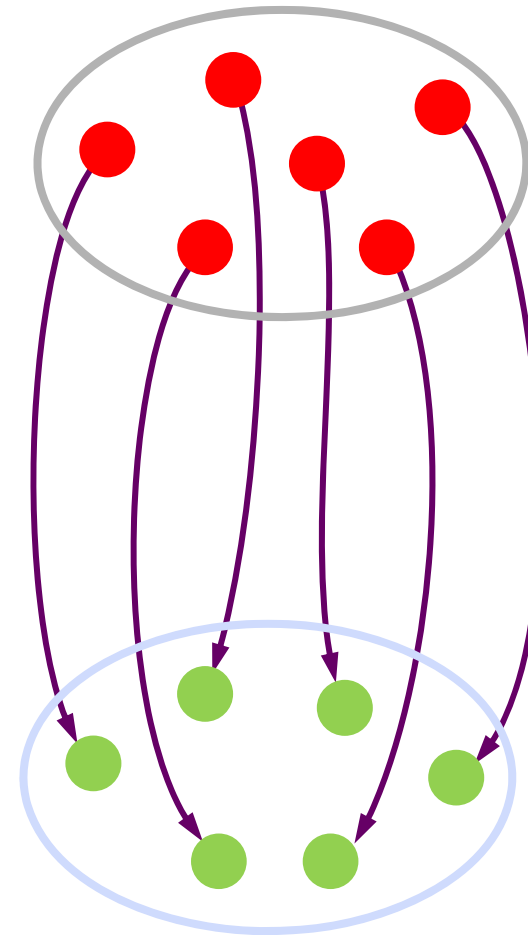
Deve essere condivisa una regola per attribuire un significato a ciascuna configurazione





Definire un codice

- Identificare
 - { **Configurazioni** }
 - { **Entità informazione** }
- Associare gli elementi dei 2 insiemi



Codifica dati e istruzioni

- **Algoritmo**
 - **descrizione** della **soluzione di problema** scritta in modo da poter essere eseguita da un **esecutore** (eventualmente diverso dall'autore dell'algoritmo)
 - sequenza di **istruzioni** che operano su **dati**.
- **Programma**
 - **algoritmo** scritto in modo da poter essere eseguito da un **calcolatore** (esecutore automatico)
- Per scrivere un **programma** è necessario rappresentare istruzioni e **dati** in un formato tale che l'esecutore automatico sia capace di memorizzare e manipolare.

Codifica dati e istruzioni

- Alfabeto dei simboli
 - cifre "0", "1", ..., "9", separatore decimale ("."), separatore delle migliaia (",") e segni positivo ("+") o negativo ("-").
- Regole di composizione (sintassi), che definiscono le successioni "ben formate"
 - "1.234,5" è la rappresentazione di un numero;
 - "1,23,45" non lo è.
- Codice (semantica)
 - "1.234,5" = $1 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 4 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1}$
 - "1,23,45" = ??
- Lo stesso alfabeto può essere utilizzato con codici diversi:
 - "123,456" = $1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2} + 6 \times 10^{-3}$, [IT]
 - "123,456" = $1 \times 10^5 + 2 \times 10^4 + 3 \times 10^3 + 4 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 6 \times 10^0$, [UK]

Codifica Binaria

- Alfabeto binario: usiamo dispositivi con solo due stati
- Problema: assegnare un **codice univoco** a tutti gli oggetti compresi in un insieme predefinito (e.g. studenti)

- Quanti **oggetti** posso codificare con **k bit**:
 - 1 bit \Rightarrow 2 stati (0, 1) \Rightarrow 2 oggetti (e.g. Vero/Falso)
 - 2 bit \Rightarrow 4 stati (00, 01, 10, 11) \Rightarrow 4 oggetti
 - 3 bit \Rightarrow 8 stati (000, 001, ..., 111) \Rightarrow 8 oggetti
 - ...
 - **k bit \Rightarrow 2^k stati \Rightarrow 2^k oggetti**

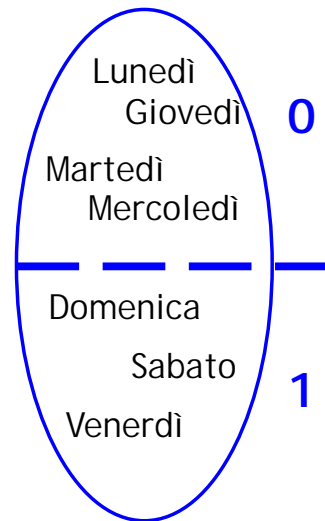
- Quanti **bit** mi servono per codificare **N** oggetti:
 - $N \leq 2^k \Rightarrow k \geq \log_2 N \Rightarrow$ **$k = \lceil \log_2 N \rceil$** (intero superiore)

- **Attenzione:**
ipotesi implicita che i codici abbiano tutti la **stessa lunghezza**

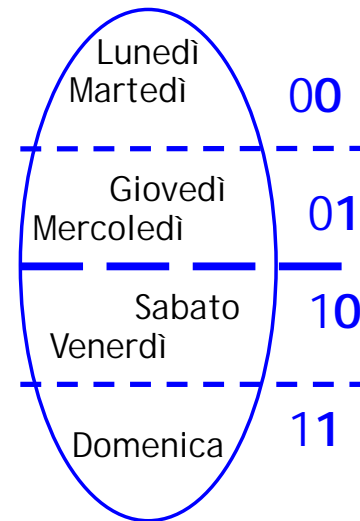
Esempio di codifica binaria

- Problema:
assegnare un codice binario univoco a tutti i giorni della settimana
- Giorni della settimana: $N = 7 \Rightarrow k \geq \log_2 7 \Rightarrow k = 3$
- Con 3 bit possiamo ottenere 8 diverse configurazioni:
 - Ne servono 7, quali utilizziamo?
 - Quale configurazione associamo a quale giorno?
- Attenzione:
ipotesi che i codici abbiano tutti la stessa lunghezza

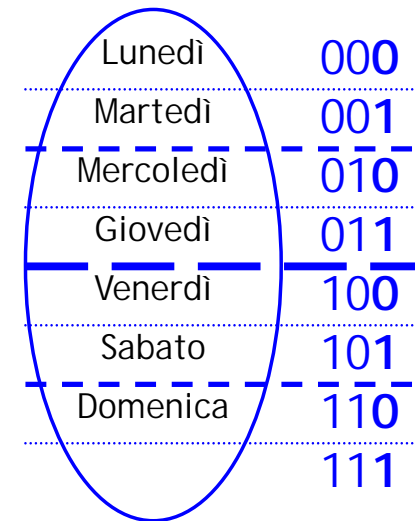
I giorni della settimana in binario (1)



1 bit
2 "gruppi"

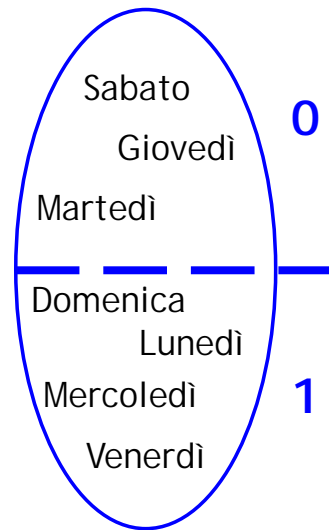


2 bit
4 "gruppi"

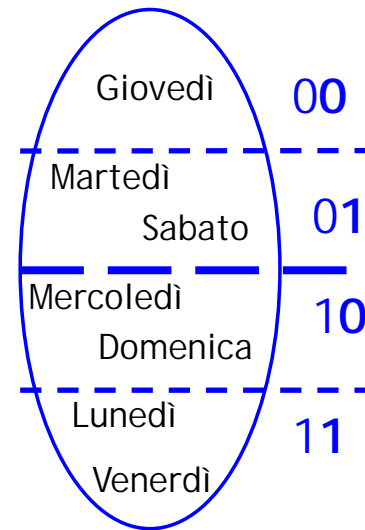


3 bit
8 "gruppi"

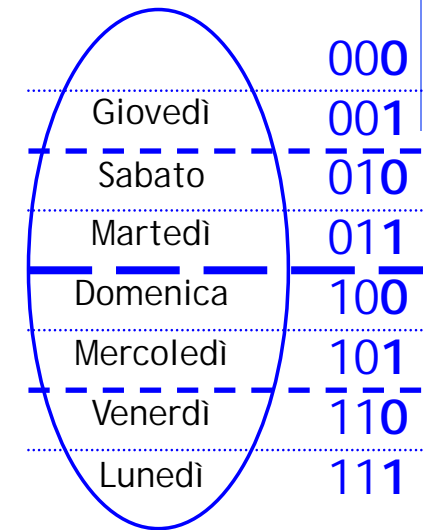
I giorni della settimana in binario (2)



1 bit
2 "gruppi"



2 bit
4 "gruppi"



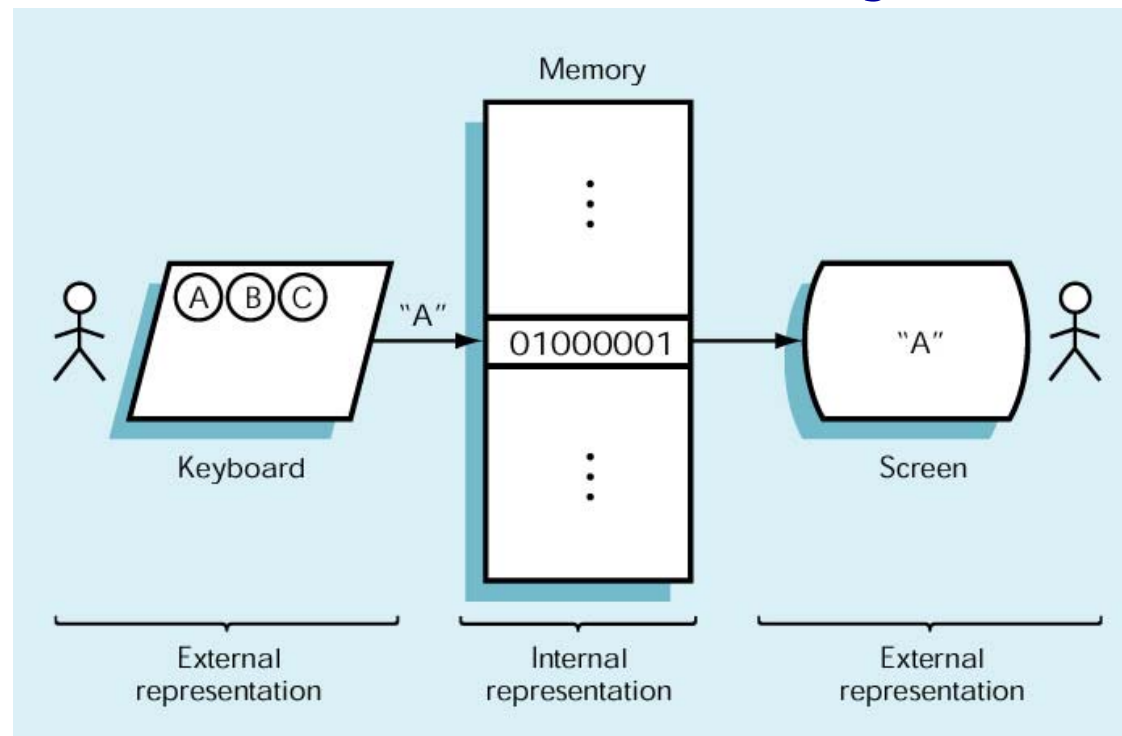
3 bit
8 "gruppi"

Obiettivi generali

- Consentire ad un calcolatore di eseguire operazioni e istruzioni su dati che rappresentano fenomeni di interesse per l'utente finale
 - Bisogna trovare una forma per rappresentare operazioni, istruzioni e dati, che possa essere facilmente utilizzata da un calcolatore
 - Bisogna trovare una forma per rappresentare i fenomeni di interesse per l'utente finale che possa essere facilmente utilizzata da un calcolatore
- Rappresentazione (codifica) numerica
 - In principio, qualunque base numerica andrebbe bene
 - Si adotta la numerazione binaria per la sua semplicità di implementazione e l'affidabilità
 - «Digitale» = Numerica e Binaria
- Vedremo come poter rappresentare tutto in forma numerica binaria, seppur con qualche limite.

Rappresentazione interna ed esterna

- Rappresentazione esterna
 - diretta all'interpretazione umana
- Rappresentazione interna
 - diretta ad essere usata all'interno dell'agente di calcolo



Rappresentazione numerica di quantità

- Notazioni convenzionali per la rappresentazione di informazioni allo scopo di renderne possibile lo scambio tra esseri umani
- Rappresentazione dei dati di tipo numerico
 - 10 cifre decimali: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
- Rappresentazione dei dati di tipo testuale
 - 26 caratteri dell'alfabeto maiuscolo, minuscolo, segni di interpunzione e simboli speciali (£, \$, %, &, @, #, etc.)
- Notazione segno/grandezza per i numeri relativi
 - +47, -53
- Notazione decimale per i numeri reali
 - $n = i + f$
 - 12,34 dove 12 è la parte intera **i** e 0,34 è la parte frazionaria **f**

Dissezione di un numero decimale

| | Parte intera | | | | | Parte frazionaria | |
|------------------|--------------|-----------|--------|--------|--|-------------------|-------------------------------|
| | Migliaia | Centinaia | Decine | Unità | | Decimi | Centesimi Millesimi ... |
| | ... | 1 | 2 | 3 | | ... | |
| Peso | 1000 | 100 | 10 | 1 | | 1/10 | |
| Posizione | 3 | 2 | 1 | 0 | | -1 | |
| Potenza | 10^3 | 10^2 | 10^1 | 10^0 | | 10^{-1} | |

Dissezione di un numero decimale

| | 1 | 2 | 3 |
|------------------|--------|--------|--------|
| Peso | 100 | 10 | 1 |
| Posizione | 2 | 1 | 0 |
| Potenza | 10^2 | 10^1 | 10^0 |

Dissezione di un numero decimale

$$123_{10} = 1 \times 100 + 2 \times 10 + 3 = 1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 3 \times 10^0$$

| | | | | | | |
|------------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|---------------|
| | 1 | $\times 10^2 +$ | 2 | $\times 10^1 +$ | 3 | $\times 10^0$ |
| Peso | 100 | | 10 | | 1 | |
| Posizione | 2 | | 1 | | 0 | |
| Potenza | 10^2 | | 10^1 | | 10^0 | |

Sistema di numerazione binario

- All'interno di un elaboratore le informazioni sono rappresentate usando il sistema di numerazione binario
- Sistema di numerazione posizionale
 - Il valore di una cifra non dipende solo dalla cifra ma anche dalla posizione che occupa nella sequenza che rappresenta il numero
- Sistema di numerazione decimale
 - Sistema di numerazione *posizionale* in base 10
 - Utilizza soltanto le dieci cifre decimali (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)
 - $123_{10} = 1 \times 100 + 2 \times 10 + 3 = 1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 3 \times 10^0$
- Sistema di numerazione binario
 - Sistema di numerazione *posizionale* in base 2
 - Utilizza soltanto le prime due cifre decimali (0 ed 1)
 - $1101_2 = 1 \times 8 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 1 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$
 - Le due cifre binarie, 0 e 1, sono chiamate **bit**, da **binary digit**

Contare...

Contare in decimale:
(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)

0

Contare in binario
(0, 1)

0

Contare...

Contare in decimale:
(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)

0

1

Contare in binario
(0, 1)

0

1

Contare...

Contare in decimale:
(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)

0

1

2

Contare in binario
(0, 1)

0

1

10

Contare...

Contare in decimale:
(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)

0

1

2

3

Contare in binario
(0, 1)

0

1

10

11

Contare...

Contare in decimale:
(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)

0

1

2

3

4

Contare in binario
(0, 1)

0

1

10

11

100

Contare...

Contare in decimale:
(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)

0

1

2

3

4

...

9

Contare in binario
(0, 1)

0

1

10

11

100

...

1001

Contare...

Contare in decimale:
(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)

0

1

2

3

4

...

9

10

Contare in binario
(0, 1)

0

1

10

11

100

...

1001

1010

Contare...

Contare in decimale:
(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)

Contare in binario
(0, 1)

0

0

1

La base è sempre espressa come

1

2

10

10

3

“Uno-Zero”

11

4

100

...

...

9

1001

10

1010

Contare...

Contare in decimale:
(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)

Contare in binario
(0, 1)

| | |
|-----|------|
| 0 | 0 |
| 1 | 1 |
| 2 | 10 |
| 3 | 11 |
| 4 | 100 |
| ... | ... |
| 9 | 1001 |
| 10 | 1010 |
| 11 | 1011 |

Contare in binario

- In qualunque sistema di numerazione, la base è sempre espressa come

10

(leggi "uno-zero")

| Decimale | Binario |
|----------|---------|
| 0 | 0 |
| 1 | 1 |
| 2 | 10 |
| 3 | 11 |
| 4 | 100 |
| 5 | 101 |
| 6 | 110 |
| 7 | 111 |
| 8 | 1000 |
| 9 | 1001 |
| 10 | 1010 |
| 11 | 1011 |
| 12 | 1100 |
| 13 | 1101 |
| 14 | 1110 |
| 15 | 1111 |

Contare in binario

- In qualunque sistema di numerazione, la base è sempre espressa come 10
- La convenzione implicita è che il numero può essere riempito con zeri, muovendosi da destra a sinistra, in modo da mantenere lo stesso numero di cifre
- Continuando a contare,
 - $16 = 10000$
 - $17 = 10001$
 - etc.

| Decimale | Binario |
|----------|---------|
| 00 | 0000 |
| 01 | 0001 |
| 02 | 0010 |
| 03 | 0011 |
| 04 | 0100 |
| 05 | 0101 |
| 06 | 0110 |
| 07 | 0111 |
| 08 | 1000 |
| 09 | 1001 |
| 10 | 1010 |
| 11 | 1011 |
| 12 | 1100 |
| 13 | 1101 |
| 14 | 1110 |
| 15 | 1111 |

Conversione da decimale a binario

Numeri interi

$$11_{10} = ?_2$$

Metodo delle "divisioni successive"

| | | | | | | | | | | |
|----------|---|--|----------|---|--|----------|---|--|----------|---|
| 11 | 2 | | | | | | | | | |
| 10 | 5 | | 5 | 2 | | | | | | |
| 1 | | | 4 | 2 | | 2 | 2 | | | |
| | | | 1 | | | 2 | 1 | | 1 | 2 |
| | | | | | | 0 | | | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | 1 | |

$$11_{10} = 1011_2$$

Conversione da binario a decimale

$$1101,101_2 = ?_{10}$$

| | | | | | | | | |
|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|--------|
| | 1 | 1 | 0 | 1, | 1 | 0 | 1 | |
| Posizione | 3 | 2 | 1 | 0 | -1 | -2 | -3 | |
| Peso | $2^3=8$ | $2^2=4$ | $2^1=2$ | $2^0=1$ | $2^{-1}=1/2$ | $2^{-2}=1/4$ | $2^{-3}=1/8$ | |
| | $1 \times 8 +$ | $1 \times 4 +$ | $0 \times 2 +$ | $1 \times 1 +$ | $1 \times 1/2 +$ | $0 \times 1/4 +$ | $1 \times 1/8 =$ | 13,625 |

$$1101,101_2 = 13,625_{10}$$

Una comoda alternativa

- Il sistema di numerazione esadecimale rappresenta i numeri **in base 16**
- Le cifre sono:
 - 0, 1, 2, ..., 9, A, B, C, D, E, F

Contare...

Contare in esadecimale:
(0, 1, ..., 9, A, B, ..., F)

0

Contare in decimale:
0, 1, 2, 3, ..., 9

0

Contare in binario:
0, 1

0

Contare...

Contare in esadecimale:
(0, 1, ..., 9, A, B, ..., F)

0

1

Contare in decimale:
0, 1, 2, 3, ..., 9

0

1

Contare in binario:
0, 1

0

1

Contare...

Contare in esadecimale:
(0, 1, ..., 9, A, B, ..., F)

Contare in decimale:
0, 1, 2, 3, ..., 9

Contare in binario:
0, 1

0

0

0

1

1

1

2

2

10₂

Contare...

Contare in esadecimale:
(0, 1, ..., 9, A, B, ..., F)

Contare in decimale:
0, 1, 2, 3, ..., 9

Contare in binario:
0, 1

0

0

0

1

1

1

2

2

10₂

...

...

...

A

10

1010

Contare...

Contare in esadecimale:
(0, 1, ..., 9, A, B, ..., F)

Contare in decimale:
0, 1, 2, 3, ..., 9

Contare in binario:
0, 1

0

0

0

1

1

1

2

2

10₂

...

...

...

A

10

1010

B

11

1011

Contare...

Contare in esadecimale:
(0, 1, ..., 9, A, B, ... , F)

0

1

2

...

A

B

...

F

Contare in decimale:
(0, 1, 2, 3, ... , 9)

0

1

2

...

10

11

...

15

Contare in binario:
(0, 1)

0

1

10_2

...

1010

1011

...

1111

Esadecimale e binario

| Contare in esadecimale (HEX) | Contare in binario (BIN) |
|------------------------------|--------------------------|
| {0,1,2,...,9,A,B,C,D,E,F} | {0,1} |
| 0 | 0000 |
| 1 | 0001 |
| 2 | 0010 |
| 3 | 0011 |
| 4 | 0100 |
| 5 | 0101 |
| 6 | 0110 |
| 7 | 0111 |
| 8 | 1000 |
| 9 | 1001 |
| A | 1010 |
| B | 1011 |
| C | 1100 |
| D | 1101 |
| E | 1110 |
| F | 1111 |

Esadecimale e binario

| | | | |
|------|---|------|---|
| 0000 | 0 | 1000 | 8 |
| 0001 | 1 | 1001 | 9 |
| 0010 | 2 | 1010 | A |
| 0011 | 3 | 1011 | B |
| 0100 | 4 | 1100 | C |
| 0101 | 5 | 1101 | D |
| 0110 | 6 | 1110 | E |
| 0111 | 7 | 1111 | F |

$$FA93_{16} = ?$$

Esadecimale e binario

| | | | |
|-------------|----------|------|---|
| 0000 | 0 | 1000 | 8 |
| 0001 | 1 | 1001 | 9 |
| 0010 | 2 | 1010 | A |
| 0011 | 3 | 1011 | B |
| 0100 | 4 | 1100 | C |
| 0101 | 5 | 1101 | D |
| 0110 | 6 | 1110 | E |
| 0111 | 7 | 1111 | F |

$$\text{FA93}_{16} = \text{xxxx xxxx xxxx } 0011_2$$

Esadecimale e binario

| | | | |
|------|---|-------------|----------|
| 0000 | 0 | 1000 | 8 |
| 0001 | 1 | 1001 | 9 |
| 0010 | 2 | 1010 | A |
| 0011 | 3 | 1011 | B |
| 0100 | 4 | 1100 | C |
| 0101 | 5 | 1101 | D |
| 0110 | 6 | 1110 | E |
| 0111 | 7 | 1111 | F |

$$\text{FA93}_{16} = \text{xxxx xxxx } 1001 \text{ } 0011_2$$

Esadecimale e binario

| | | | |
|------|---|-------------|----------|
| 0000 | 0 | 1000 | 8 |
| 0001 | 1 | 1001 | 9 |
| 0010 | 2 | 1010 | A |
| 0011 | 3 | 1011 | B |
| 0100 | 4 | 1100 | C |
| 0101 | 5 | 1101 | D |
| 0110 | 6 | 1110 | E |
| 0111 | 7 | 1111 | F |

$$FA93_{16} = \text{xxxx } 1010 \ 1001 \ 0011_2$$

Esadecimale e binario

| | | | |
|------|---|-------------|----------|
| 0000 | 0 | 1000 | 8 |
| 0001 | 1 | 1001 | 9 |
| 0010 | 2 | 1010 | A |
| 0011 | 3 | 1011 | B |
| 0100 | 4 | 1100 | C |
| 0101 | 5 | 1101 | D |
| 0110 | 6 | 1110 | E |
| 0111 | 7 | 1111 | F |

$$FA93_{16} = 1111\ 1010\ 1001\ 0011_2$$

Esadecimale e binario

| | | | |
|------|---|------|---|
| 0000 | 0 | 1000 | 8 |
| 0001 | 1 | 1001 | 9 |
| 0010 | 2 | 1010 | A |
| 0011 | 3 | 1011 | B |
| 0100 | 4 | 1100 | C |
| 0101 | 5 | 1101 | D |
| 0110 | 6 | 1110 | E |
| 0111 | 7 | 1111 | F |

$$FA93_{16} = 1111\ 1010\ 1001\ 0011_2$$

$$B78D_{16} = ?_2$$

Esadecimale e binario

| | | | |
|------|---|-------------|----------|
| 0000 | 0 | 1000 | 8 |
| 0001 | 1 | 1001 | 9 |
| 0010 | 2 | 1010 | A |
| 0011 | 3 | 1011 | B |
| 0100 | 4 | 1100 | C |
| 0101 | 5 | 1101 | D |
| 0110 | 6 | 1110 | E |
| 0111 | 7 | 1111 | F |

$$FA93_{16} = 1111\ 1010\ 1001\ 0011_2$$

$$B78D_{16} = 1011$$

Esadecimale e binario

| | | | |
|-------------|----------|------|---|
| 0000 | 0 | 1000 | 8 |
| 0001 | 1 | 1001 | 9 |
| 0010 | 2 | 1010 | A |
| 0011 | 3 | 1011 | B |
| 0100 | 4 | 1100 | C |
| 0101 | 5 | 1101 | D |
| 0110 | 6 | 1110 | E |
| 0111 | 7 | 1111 | F |

$$FA93_{16} = 1111\ 1010\ 1001\ 0011_2$$

$$B78D_{16} = 1011\ 0111$$

Esadecimale e binario

| | | | |
|------|---|-------------|----------|
| 0000 | 0 | 1000 | 8 |
| 0001 | 1 | 1001 | 9 |
| 0010 | 2 | 1010 | A |
| 0011 | 3 | 1011 | B |
| 0100 | 4 | 1100 | C |
| 0101 | 5 | 1101 | D |
| 0110 | 6 | 1110 | E |
| 0111 | 7 | 1111 | F |

$$FA93_{16} = 1111\ 1010\ 1001\ 0011_2$$

$$B78D_{16} = 1011\ 0111\ 1000$$

Esadecimale e binario

| | | | |
|------|---|-------------|----------|
| 0000 | 0 | 1000 | 8 |
| 0001 | 1 | 1001 | 9 |
| 0010 | 2 | 1010 | A |
| 0011 | 3 | 1011 | B |
| 0100 | 4 | 1100 | C |
| 0101 | 5 | 1101 | D |
| 0110 | 6 | 1110 | E |
| 0111 | 7 | 1111 | F |

$$\text{FA93}_{16} = 1111\ 1010\ 1001\ 0011_2$$

$$\text{B78D}_{16} = 1011\ 0111\ 1000\ 1101_2$$