



Parte Terza: Codificare l'informazione

Fondamenti di informatica

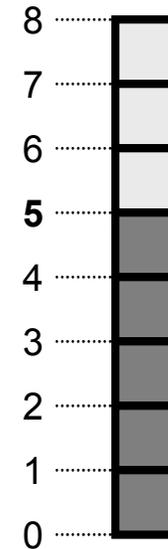
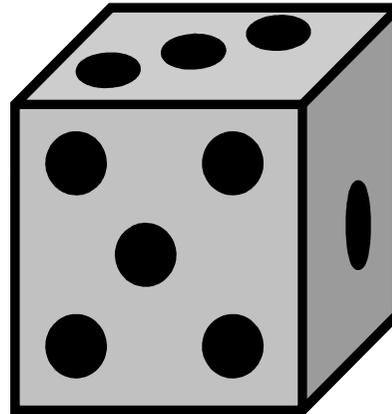
Informatica e telecomunicazione

- **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 dell'informazione.
- **Cos'è la telecomunicazione?**
 - La trasmissione rapida a distanza dell'informazione.

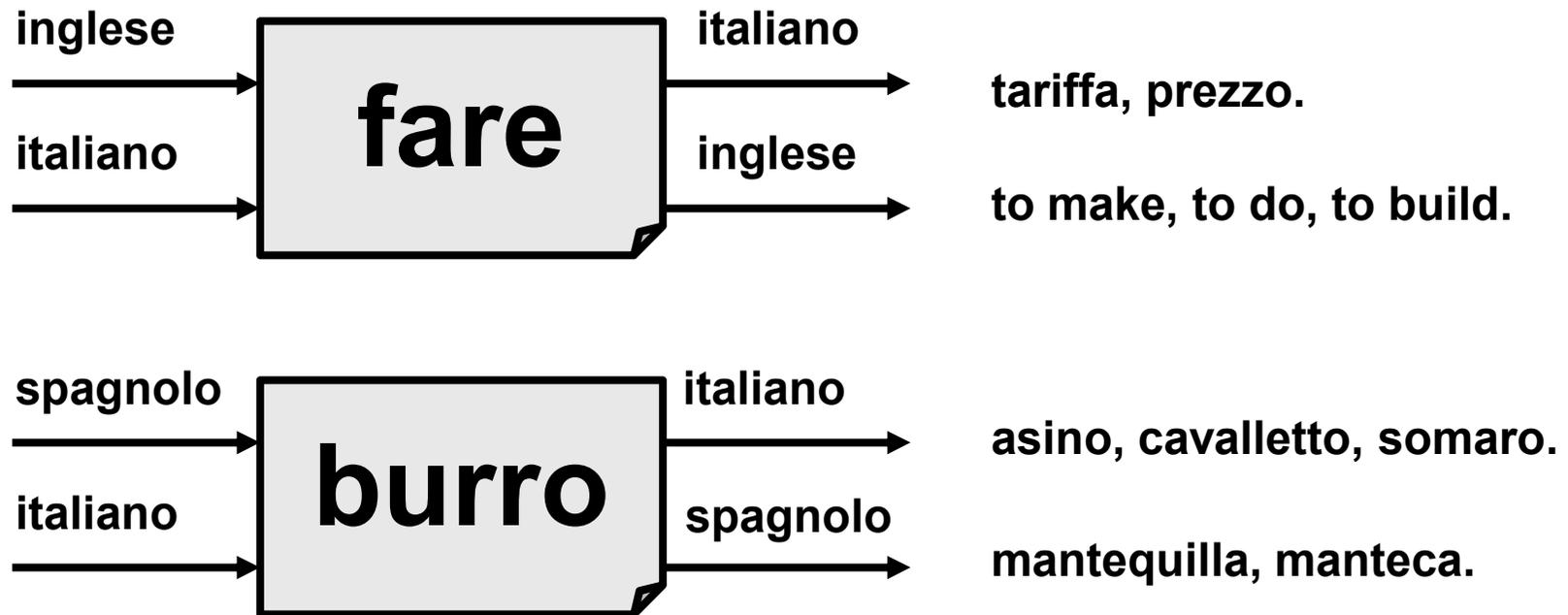
Informazione e supporto

- L'informazione è “portata da”, o “trasmessa su”, o “contenuta in qualcosa”; questo qualcosa non è l'informazione stessa, ma il **supporto**.
- Ogni supporto ha le sue caratteristiche in quanto mezzo su cui può essere “scritta” dell'informazione.
 - Alcuni supporti sono adatti alla trasmissione ma non alla memorizzazione dell'informazione (aria, cavi,..) e viceversa (CD, hard disc,..).

Stessa informazione, diversi supporti



Stesso supporto, diversa informazione



Entità logiche e fisiche

- 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 una entità extra-fisica, non interpretabile in termini di materia-energia e sottoposta alle leggi della fisica solo perché basata su un supporto fisico.
- **L'informazione si può creare e distruggere.**

Quando un sistema fisico supporta informazione?

- Si ottiene informazione quando, dato un insieme di alternative possibili, la lettura del supporto ne elimina alcune e ne seleziona altre.
- **Condizione necessaria** perché un supporto possa portare informazione è che possa assumere **configurazioni differenti**, a ognuna delle quali venga associata una differente **entità di informazione**.

Prima condizione sul supporto

- Un supporto che possa presentarsi sempre e comunque in un unico modo **non può** portare alcuna informazione.
- ***“Il supporto fisico deve consentire di distinguere tra le varie configurazioni attraverso determinate differenze.”***
- Il caso più semplice è quello in cui **le configurazioni** del supporto sono **due**.

A fragment of an ancient clay tablet, likely from the Mesopotamian region, featuring cuneiform script. The tablet is dark and irregularly shaped, with the text arranged in horizontal lines. The script is dense and covers most of the surface. Overlaid on the center of the tablet is the text "Codifica dei dati" in a large, bold, black sans-serif font.

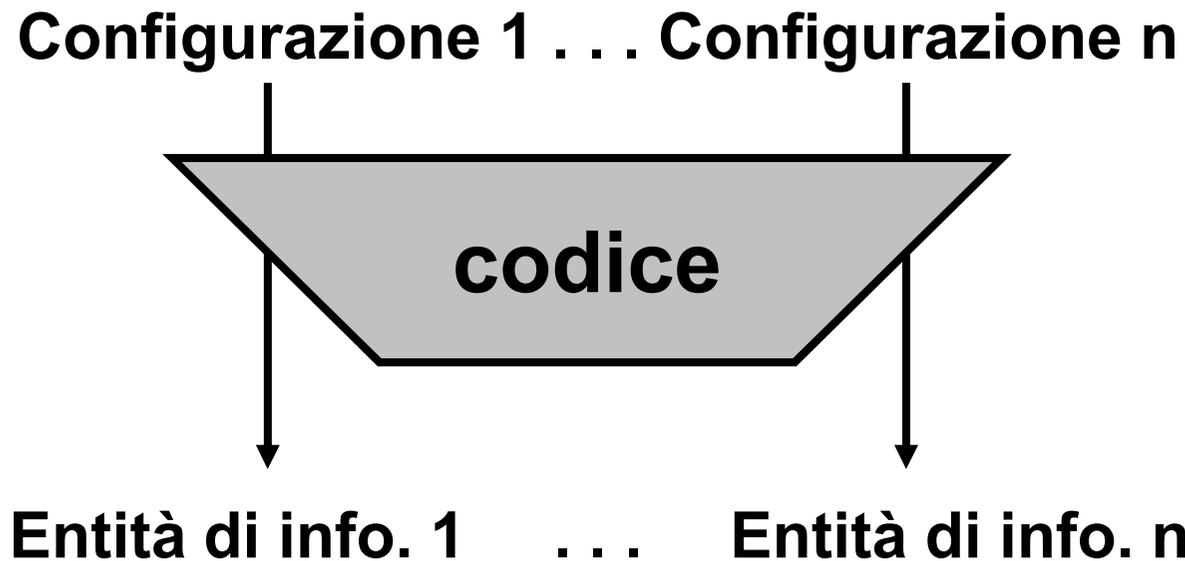
Codifica dei dati

Configurazioni e codici

- A ogni configurazione del supporto deve essere associata una entità di informazione. A esempio:
 - interruttore premuto = “luce accesa”
 - interruttore rilasciato = “luce spenta”.
- Per interpretare le differenti configurazioni del supporto in termini di informazione è necessario conoscere il **codice**, ovvero la “regola” che ad ogni configurazione (ammessa) del supporto associa una entità di informazione.
- La definizione di un codice comporta che sia identificato in modo non ambiguo l’insieme delle **possibili configurazioni del supporto** e delle **possibili entità di informazione** cui ci si vuole riferire.
- Ad uno stesso supporto fisico possono essere associati più codici.

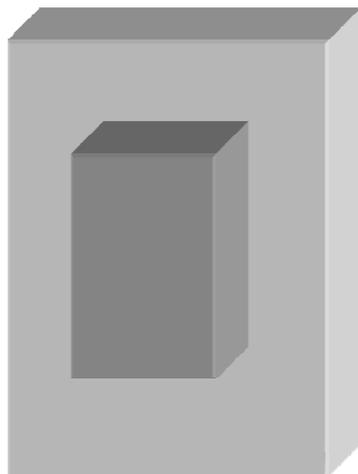
Seconda condizione sul supporto

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

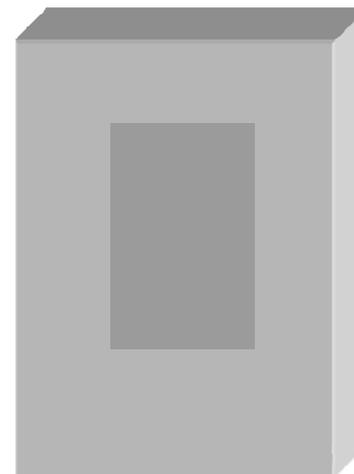


Il codice binario (1)

- Il **bit** è il supporto più semplice.
- Possiamo immaginare il bit come un **interruttore** che ha soltanto **due** posizioni (configurazioni):



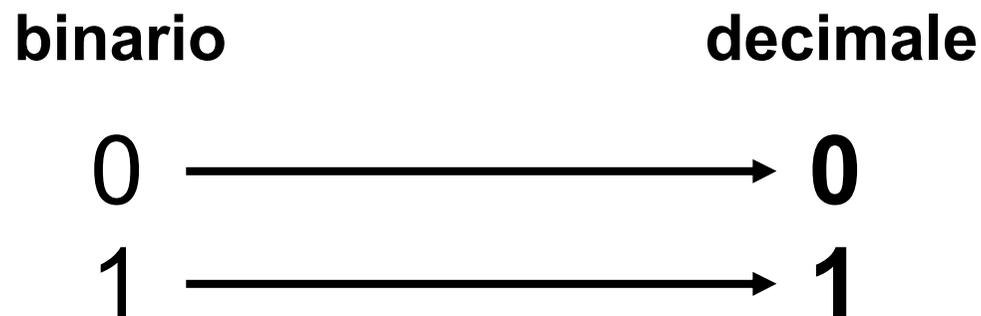
0



1

Il codice binario (2)

- Definire un codice binario significa associare ad ogni configurazione di bit una certa entità di informazione.
- Anche se tipicamente le entità di informazione associate sono numeri **decimali**, è possibile associare qualsiasi insieme di oggetti all'insieme di configurazioni.
- La codifica binaria più semplice è quella ad **1 bit**, ovvero:



Il codice binario (3)

Si possono definire codifiche costituite da un numero **n** arbitrario di bit. Ad esempio:

Codifica a 2 bit (4 configurazioni)

bin	dec
00	0
01	1
10	2
11	3

Codifica a 3 bit (8 configurazioni)

bin	dec
000	0
001	1
010	2
011	3
100	4
101	5
110	6
111	7

Il codice binario (4)

- Dato una **parola** di **n** bit, il numero delle possibili configurazioni è 2^n . Ad esempio, nella codifica a **3** bit vi sono $2^3 = 8$ configurazioni.
- Il codice binario è detto **posizionale**, in quanto ogni bit assume valore più o meno **significativo** a seconda della sua posizione. Tipicamente, più i bit sono posizionati verso sinistra, maggiore è il loro valore.
- La traduzione da binario a decimale si effettua moltiplicando il valore 2^p per ogni bit (dove **p** è la posizione del bit all'interno della codifica, partendo da destra) e sommando tutti i valori ottenuti.

Esempio

- Tradurre in decimale la seguente **parola** di 5 bit.

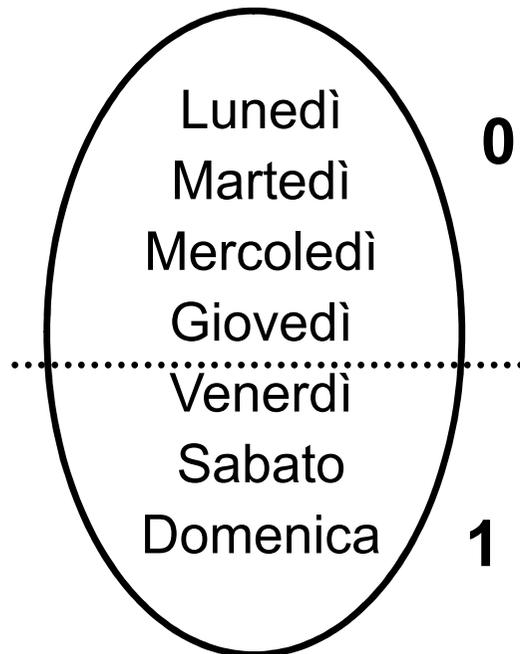
Posizione: 4 3 2 1 0

Bit più significativo (MSB) **1 0 1 0 1** Bit meno significativo (LSB)

$1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 =$
 $16 + 0 + 4 + 0 + 1 =$
21

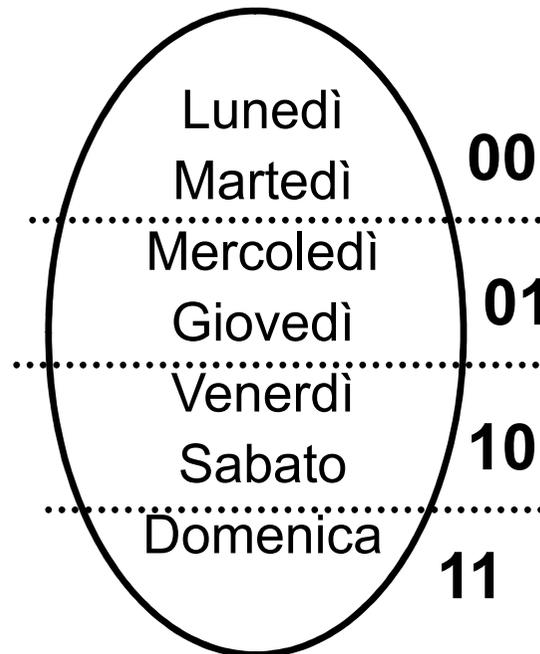
I giorni della settimana in binario

Codifica ad 1 bit



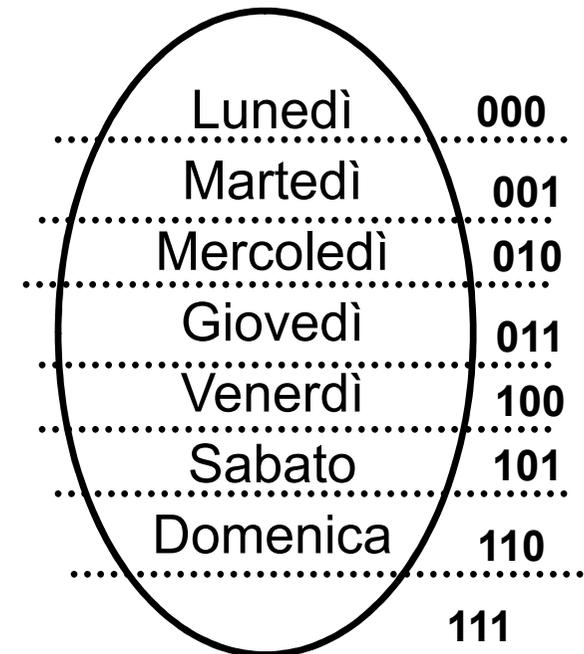
2 configurazioni

Codifica a 2 bit



4 configurazioni

Codifica a 3 bit



8 configurazioni

Codice ASCII a 7 bit

MSB	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
010	spc	!	“	#	\$	%	&	‘	()	*	+	,	-	.	/
011	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
100	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
101	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[\]	^	_
110	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
111	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{		}	~	del

Esempio: il carattere parentesi graffa “ { “ ha codice ASCII decimale **123**, equivalente alla parola ASCII binaria di 7 bit: **111 1011** (si verifichi che la codifica di questo carattere è esatta).

Unità di misura ed ordini di grandezza

Bit = unità di misura elementare. Vale **0** o **1**.

Byte = **8** bit

KiloByte [KB] = 2^{10} Byte = 1024 Byte $\sim 10^3$ Byte

MegaByte [MB] = 2^{20} Byte = 1 048 576 Byte $\sim 10^6$ Byte

GigaByte [GB] = 2^{30} Byte = 10^9 Byte

TeraByte [TB] = 2^{40} Byte = 10^{12} Byte

PetaByte [PB] = 2^{50} Byte = 10^{15} Byte

ExaByte [EB] = 2^{60} Byte = 10^{18} Byte

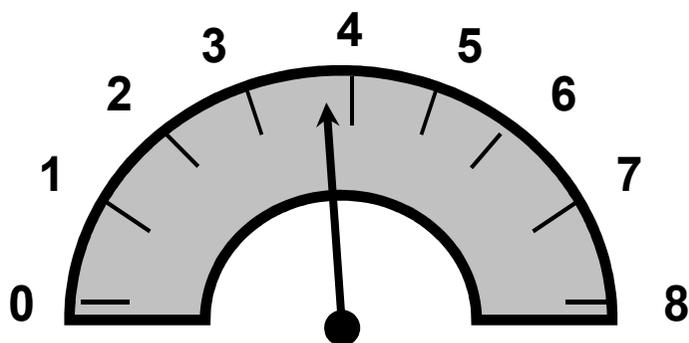


Sistemi analogici e digitali

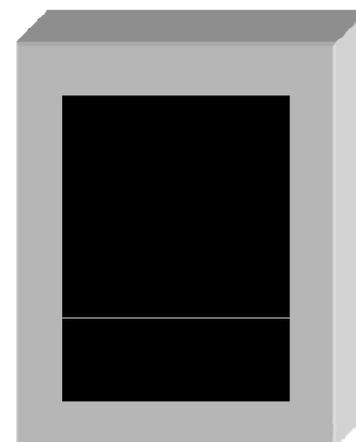
Tipologie di informazione

- Informazione **classificatoria**
 - permette di distinguere tra gli elementi di un insieme finito.
- Informazione **più che classificatoria**
 - aggiunge informazioni in più rispetto alla precedente.
 - ordinamento tra elementi, metriche ecc.
- L'insieme delle entità di informazione ha una **struttura** che aggiunge informazione a quella delle entità.
- La **meta-informazione** rappresenta questa “doppia” conoscenza.

Analogico e digitale



Meta-informazione esplicita nel supporto:
il supporto ha una struttura corrispondente a quella presente tra entità di informazione.

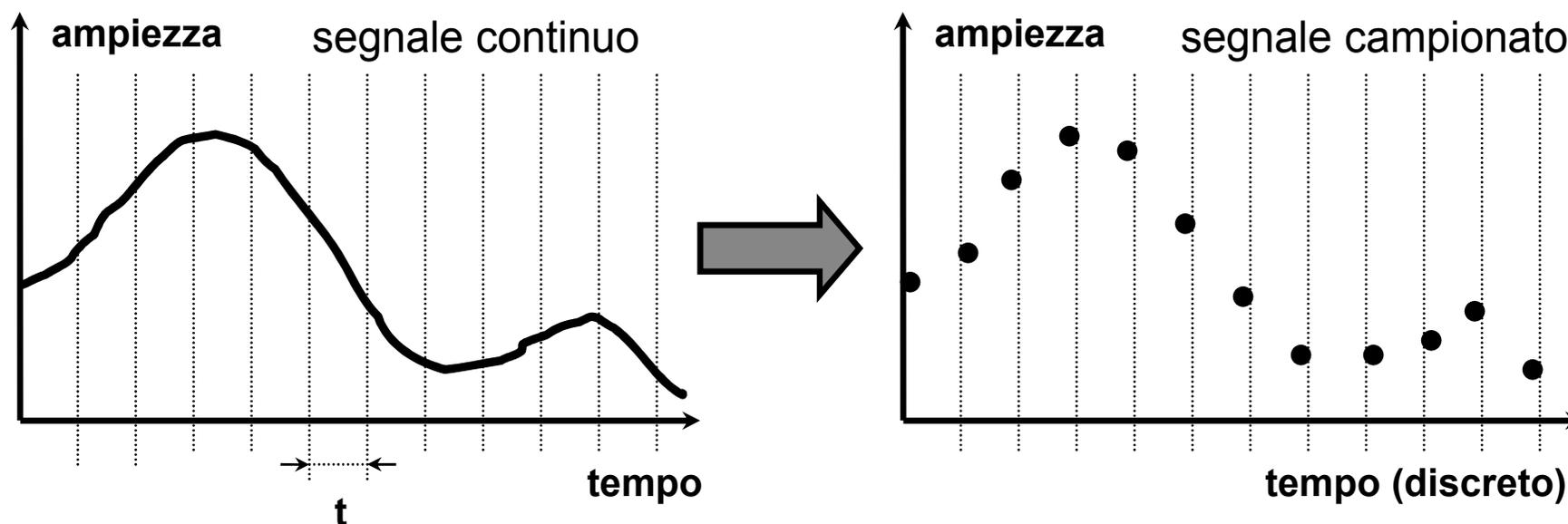


Meta-informazione implicita nella codifica:
al supporto si richiede solo di avere configurazioni molteplici e distinguibili.

Campionamento e quantizzazione

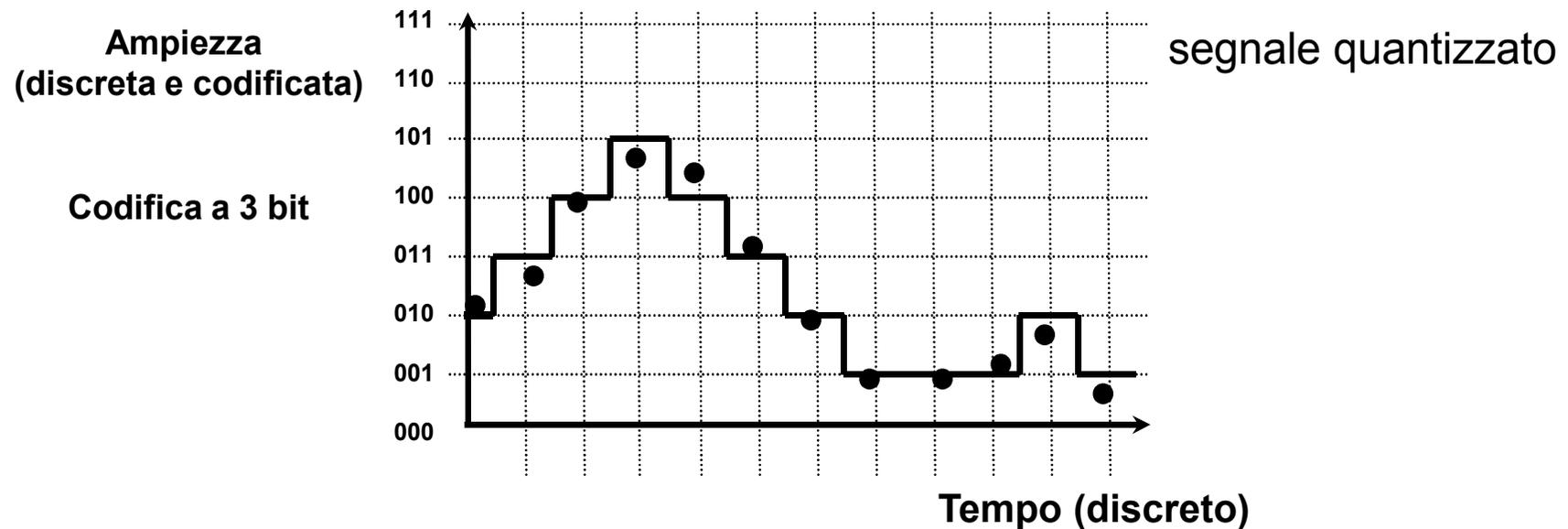
- Gli elaboratori elettronici hanno natura **discreta**, ovvero ogni grandezza in gioco può essere rappresentata soltanto da un numero finito di elementi.
- Per essere elaborati da un calcolatore, segnali intrinsecamente **continui** quali *suoni, immagini, video ecc.*, devono essere discretizzati (*digitalizzati*) attraverso operazioni di **campionamento e quantizzazione.**

Campionamento



- Il segnale continuo viene campionato ad intervalli di tempo regolari t (t = intervallo di campionamento).
- Il segnale risultante è un insieme finito di punti equidistanti nel tempo. Tuttavia le ampiezze devono essere ancora approssimate ad intervalli discreti, ovvero **quantizzate**.
- Si noti che campionamento e quantizzazione comportano una perdita di informazione.

Quantizzazione



- La quantizzazione suddivide l'ampiezza in n intervalli uguali che vengono poi codificati in binario. Ogni valore di ampiezza del segnale campionato viene approssimato al più vicino valore discreto di ampiezza.
- Più valori (e quindi più bit) si utilizzano per suddividere le ampiezze, più il segnale risultante sarà preciso.

Le immagini digitali

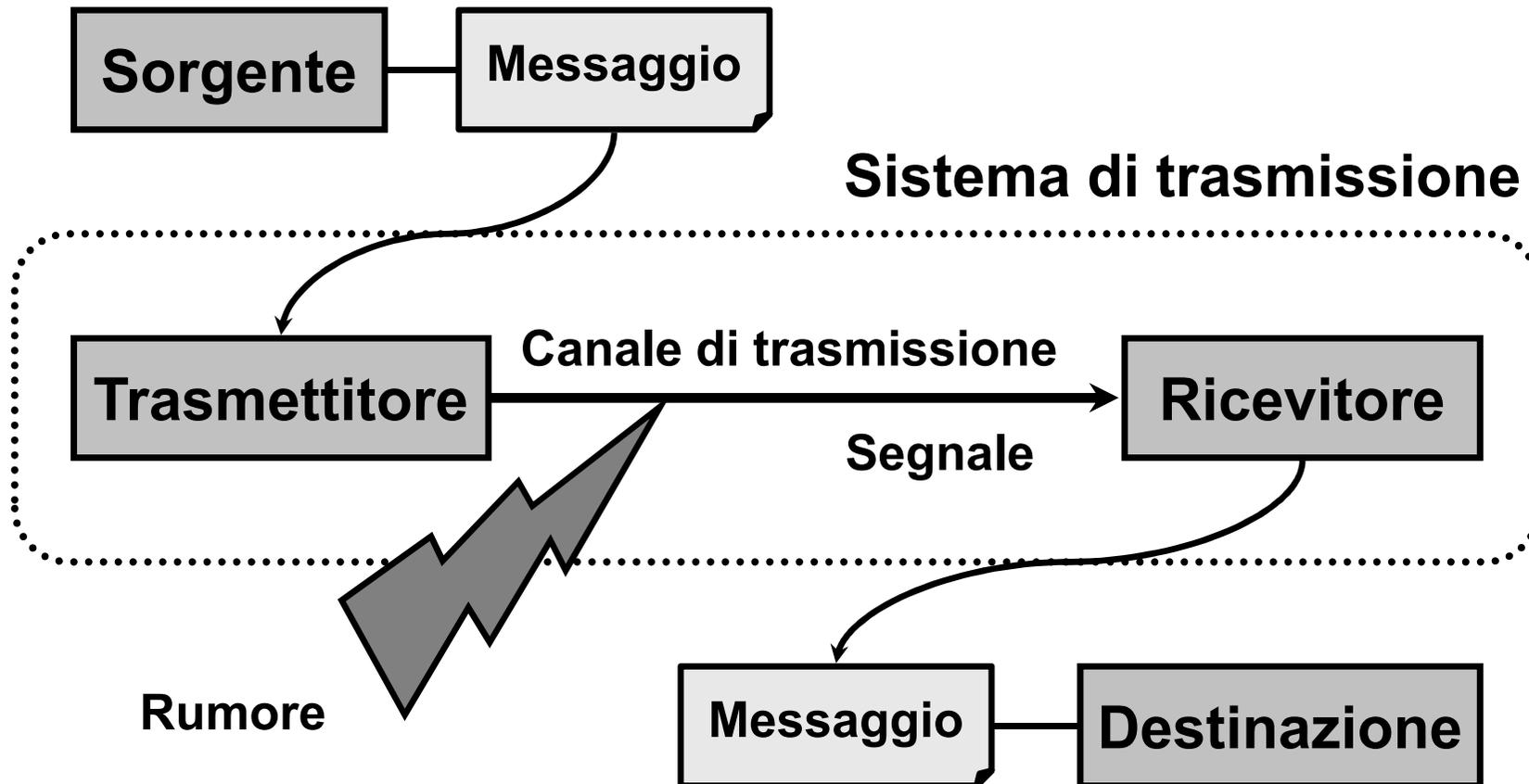


Le immagini digitali non hanno una struttura continua ma sono costituite da un numero finito di componenti monocromatiche (**pixel**) prodotte dal campionamento dell'immagine reale. I pixel assumono un numero finito di tonalità (**livelli di grigio**) definite dalla quantizzazione dell'immagine campionata.

A black and white photograph of a large satellite dish antenna in a field. The dish is the central focus, angled upwards. In the background, several other similar antennas are visible, and there are some buildings or structures. The sky is bright with some clouds. The overall scene is a telecommunications or satellite ground station.

La trasmissione dell'informazione

Sistema di comunicazione



Errori di trasmissione

- A causa del **rumore**, non è sempre possibile garantire che i dati ricevuti da un canale di trasmissione siano corretti.
- Si verifica un **errore di trasmissione** quando il dato ricevuto in uscita dal canale è **diverso** dal dato immesso.
 - L'errore si definisce *singolo, doppio, triplo* ecc. in base al numero di bit errati.
- Esistono appositi codici di **rilevazione e correzione** degli errori di trasmissione.

Rilevazione degli errori

- **Codice di parità:** al dato da trasmettere si aggiunge un **bit di parità**, che indica se gli **1** del dato sono pari o dispari.
 - **parità pari:** es. a 01001110 si aggiunge 0 per ottenere 01001110 **0**
 - **parità dispari:** es. a 01101110 si aggiunge 1 per ottenere 01001110 **1**
- In questo modo i dati ricevuti devono avere sempre un numero pari di **1**, altrimenti sono errati.
- Tuttavia questo codice permette di rilevare solo gli errori singoli o dispari.

Trasmissione dei segnali

	Canale analogico	Canale digitale
Segnale analogico	Modulazione (AM,FM,PM)	Digitalizzazione (campionamento e quantizzazione)
Segnale digitale	Modulazione (modem)	Codifica

