



Informazione numerica

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

1



Sorgenti di informazione

Abbiamo esaminato delle sorgenti di informazione analogiche (audio, video).

Abbiamo visto come trasmetterle a distanza per mezzo di sistemi analogici.

Come possiamo usare dei sistemi numerici per trasmettere a distanza informazioni di tipo analogico?

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

2



TNG

La conversione A/D

L'informazione emessa da una sorgente analogica è convertita in forma numerica da un *convertitore analogico/numerico* (A/D = *analogue/digital*)



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

3

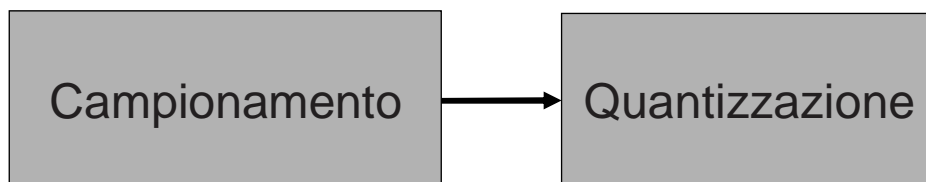


TNG

La conversione A/D

Il convertitore A/D esegue due operazioni in sequenza:

- Campionamento
- Quantizzazione



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

4



TNG

Campionamento

Permette di estrarre da un segnale *analogico a banda limitata* tutta l'informazione in esso contenuta.

I *campioni* del segnale *prelevati a frequenza almeno pari al doppio della banda* contengono tutta l'informazione.

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

5



TNG

Campionamento

Il campionamento avviene a frequenza

$$f_c \geq 2B$$

La minima frequenza a cui si deve campionare un segnale analogico è detta *frequenza di Nyquist*.

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

6



TNG

Quantizzazione

I campioni del segnale possono poi essere convertiti in forma numerica ***assegnando ad un insieme finito di valori*** del segnale ***un unico codice numerico***, che corrisponde ad ***uno dei valori del predetto intervallo***.

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

7

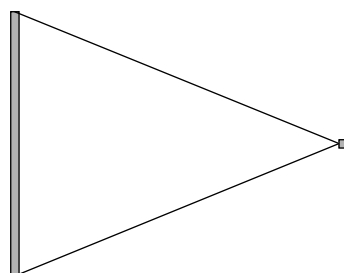


TNG

Quantizzazione

Il valore rappresentativo dell'intervallo è (solitamente) il valor medio dell'intervallo stesso.

Intervallo

Valore
rappresentativo

AA 2004-2005

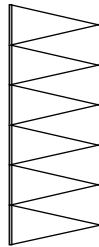
Reti e Sistemi Telematici

8



Quantizzazione

La quantizzazione *trasforma* dei campioni con *illimitati valori su un campo limitato* in campioni con *finiti valori su un campo limitato*.



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

9



PCM - Pulse Code Modulation

Nella centrale di origine, il segnale analogico è campionato e convertito in forma numerica (quantizzato).

Si trasmettono i campioni numerici alla centrale di destinazione.

Nella centrale di destinazione il segnale è riconvertito in forma analogica e poi inviato al destinatario.

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

10

**TNG**

PCM – Qualità del segnale

La qualità del segnale audio dipende da:

- Numero di bit di quantizzazione
 - migliora aumentando il numero di bit
- Probabilità di errore sul canale di trasmissione
 - migliora diminuendo la probabilità d'errore

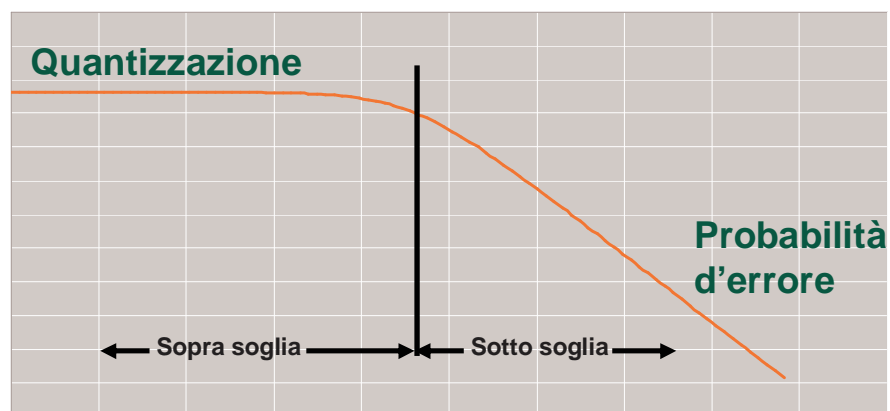
AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

11

**TNG**

PCM – 8 bit Quantizzazione uniforme



AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

12



PCM – Qualità del segnale

Se la probabilità di errore si mantiene al di sotto di un valore di soglia, la qualità è determinata solo dal numero di bit di quantizzazione: il sistema opera *sopra soglia*.

In queste condizioni *l'utente non percepisce alcuna variazione della qualità anche in presenza di forti variazioni della probabilità di errore*.

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

13



Misura dell'informazione

Una sorgente numerica emette delle informazioni in forma di simboli di sorgente x_i .

Definiamo alfabeto di sorgente A questo insieme.

Ad ogni simbolo x_i è associata la sua probabilità di emissione p_i .

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

14



Misura dell'informazione

Il contenuto di informazione di un simbolo emesso dalla sorgente numerica è

$$I(x_i) = \log_a \frac{1}{p_i}$$

- La base del logaritmo determina l'unità di misura associata al sistema informativo.
- Se in base 2 l'unità di misura è il bit.

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

15



Entropia della sorgente

Il contenuto medio di informazione emesso dalla sorgente numerica, detto **ENTROPIA** è

$$H = \sum_{i=1}^M p_i \log_a \frac{1}{p_i}$$

dove M è il numero di possibili simboli che la sorgente può emettere.

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

16



Codifica di sorgente

L'*entropia* della sorgente indica il **numero medio di bit di informazione** che la sorgente emette.

Se la sorgente emette più bit della sua entropia significa che parte di questa emissione è priva di contenuto informativo (*ridondanza*).

Il codificatore di sorgente ha il compito di eliminare (od almeno ridurre) la ridondanza.

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

17



Codificatori audio

ADPCM Telefonia a 32 kb/s

MP3 Audio coder di MPEG-1

AC3 Dolby audio coder (DVD)

GSM Full-rate, half-rate,
Enhanced full-rate

AA 2004-2005

Reti e Sistemi Telematici

18



Codificatori video

Motion Picture Expert Group = MPEG

Costituito nel 1988.

1989 MPEG-1	Video CD - 1,5 Mb/s
1992 MPEG-2	DVD, DVB – 4-6 Mb/s
1997 MPEG-4	Next generation multimedia