

## Sistemi elettronici

• insieme di dispositivi interconnessi in grado di "gestire"

1) energia

2) informazione

1) gestione della conversione da energia meccanica a energia elettrica (V.I.T)

controlli di motori, attuatori, azionamenti vari

trasformare energia elettrica → luce

termostati

storicamente dominio dell'elettrotecnica

2) cos'è "informazione" ?

- definizione qualitativa antropocentrica

• è l'insieme degli stimoli in grado di eccitare gli organi di senso umani (particolarmente vista e udito) producendo la percezione (a livello corticale) di un qualche contenuto

Organi di senso + cervello

• stimoli prodotti dall'uomo per veicolare un qualche contenuto ad altri uomini

> linguaggio (apparato fonatorio)

mescolta di "codici" convenzionali per esprimere contenuti in forma compatta e condivisa

- scritture (alfabeto, cuneo)

- rappresentazioni numeriche

- arti rappresentative, musica

• Cos'è "gestire" ?

• Concepire (codificare)

Prodotto

- umano

Elaborare

{ Amplificare

Modificare selettivamente, filtrare

Combinare, eseguire operazioni di vario tipo

...

Trasmettere

Memorizzare

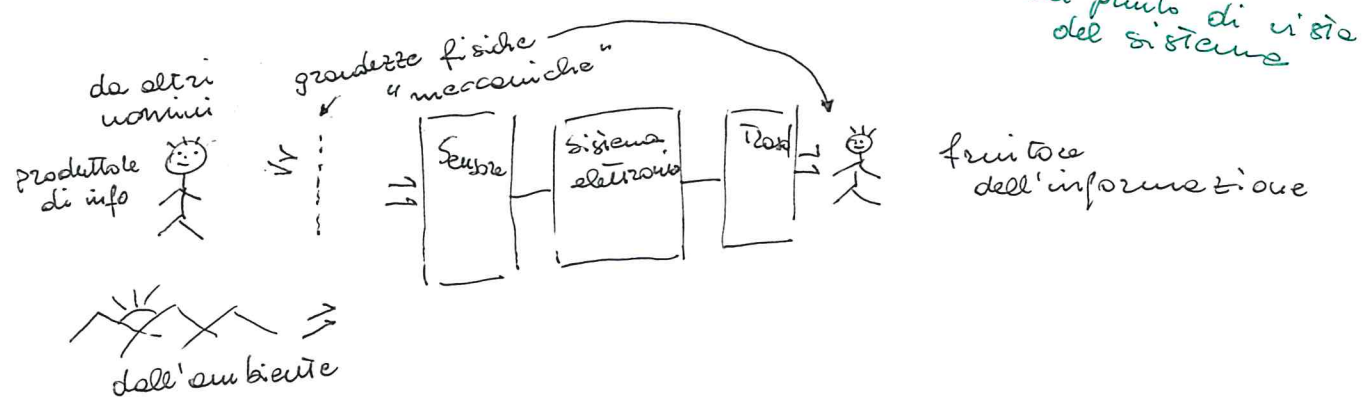
Acquisire

• Comprendere - umano

(decodificare)

del punto di  
vista dell'uomo

• Schema tipico di sistema elettronico



- Il caso dei sistemi ANALOGICI

- le grandezze che portano informazione sono prodotte con continuità nel tempo e assumono valori in un ampio range
- $f(t)$  funzioni continue di variabile continua (il tempo) (mono o multidimensionali, come in una immagine)

• Esempi tipici

- la voce, i suoni, la musica

- > grandezza fisica di supporto: pressione acustica in un mezzo (campo scalare)
- > range: molti ordini di grandezza (6)
  - suoni udibili - 20 ÷ 20KHz 0.. 120 dB (20 log<sub>10</sub> P/P<sub>0</sub>)
- > elaborazioni di interesse: amplificare (aumentare la potenza del "segnale")
  - legata all'ampiezza della pressione acustica
    - raggiungere una precisa + ampia
  - riconoscere diversi "toni" e gestirli selettivamente (filtrare, equalizzare)
  - memorizzare fruizione differita
    - diffusione di contenuti (a pagamento) o per qualche fine
  - trasmissione a distanze superiori e quelle della propagazione acustica
    - tele comunicare

- le immagini (ferme o in movimento)

- > grandezza fisica di supporto: onde elettromagnetiche (intensità, ampiezze d'onde) provenienti da diversi punti di una scena

- Il sensore attua la conversione tra grandezze meccaniche ed elettriche (preferite: tensione)
- C'è ANALOGIA tra andamento nel tempo delle grandezze fisiche e la  $v(t)$  prodotta dal sensore
- Il trasduttore attua la conversione inversa, da tensione a grandezza fisica
- Il sistema tra sensore e trasduttore elabora tensioni
  - ▷ Amplificatori, filtri, rivelatori di picco o di irruzione, derivatori, integratori, tagliatori, applicatori di funzioni, moltiplicatori, comparatori, ecc...
  - ▷ Non facile la memorizzazione (si può ricorrere a un'ulteriore conversione, associando la tensione alle proprietà magnetiche di un nastro, o a quelle fisiche di un disco mobile)
  - ▷ per ottenere la comunicazione a distanza si possono usare tecniche di modulazione/demodulazione trasferendo l'informazione - per esempio - nell'inviluppo di una portante (i segnali a frequenze elevate si propagano più facilmente)

→ Limitazione fondamentale dei sistemi analogici  
 RUMORE - fluttuazioni delle grandezze legate alla loro natura fisica. Apertione termica dei portatori di carica (che è quantizzata,  $1,6 \cdot 10^{-19} C$ )  
 (e DISTURBI)

- Il caso dei sistemi dove l'informazione è CODIFICATA

- L'informazione è costituita da un insieme di SIMBOLI presi da un determinato ALFABETO (finito) possono essere raccolti in un qualche "contenitore" (per esempio un LIBRO) o costituire un flusso ininterrotto di codici (per esempio, la successione dei valori ottenuti misurando a intervalli periodici una qualche grandezza.

$x(i)$

$x$  è uno dei simboli  
 $i$  è l'indice temporale  $\in \mathbb{Z}$

### • Esempi tipici

- testi, numeri ed espressioni misure

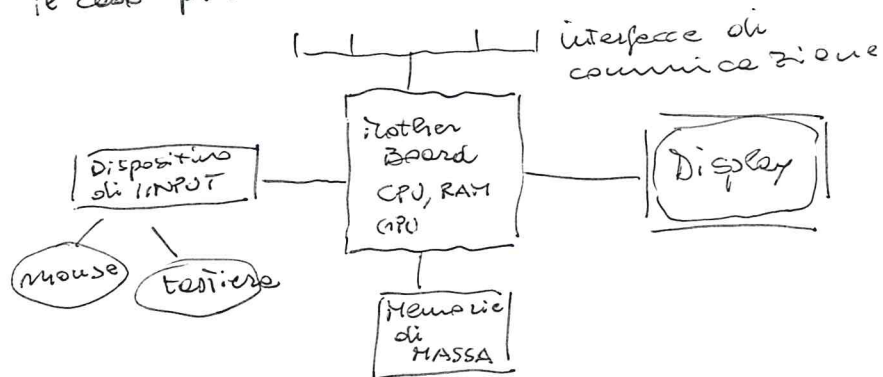
> elaborazioni di interesse:

- gli dispositivi più vari
- facili da memorizzare (da sempre)
- immuni del rumore: è possibile ricostruire il valore originario (almeno fino a un certo punto)

> Anche per l'informazione codificata possiamo pensare a particolari sistemi elettronici, in cui a CIASCUN SIMBOLO è associata un INTERVALLO di tensioni

### SISTEMI ELETTRONICI DIGITALI

il caso più emblematico è il "COMPUTER"



interessante anche il caso dello "SMARTPHONE"

sistemi digitali che oltre alle prestazioni di informazione codificata (messaggistica, agenda, varie apps con contenuti basati su codici)

gestisce anche informazione analogica (voce, immagini, video)

- Come è possibile

- Ci sono vantaggi nel codificare (rendere digitali) informazioni analogiche naturalmente?



Vantaggi di un sistema digitale anche per segnali naturalmente analogici

#1.5

- Possibilità di contrastare gli effetti del rumore
- Ripetibilità dei comportamenti del sistema
- Riproducibilità dei risultati da parte di sistemi diversi
- Varietà e complessità delle elaborazioni effettuate
- Facilità nel memorizzare e collocare in tempi diversi le informazioni
- Processi tecnologici digitali meno costosi

Rovescio delle medaglie

- Maggiore potenza media richiesta a parità di elaborazione (potenzialmente, almeno; il confronto non è facile vedi applicazioni Very Low Power, per esempio nel biomedico)
- Maggiore complessità di sistema conversione A/D e D/A

Alcune osservazioni "teoriche" - la TEORIA dell'INFORMAZIONE

1) Misurare l'informazione

- l'elemento base a cui si può ricondurre ogni CONTENITORE di informazione è la scelta tra 2 alternative EQUIPROBABILI. Si definisce 1 bit di inform.
- è abbastanza facile dimostrare che ogni contenuto informativo si può ricondurre a un insieme di scelte binarie. Sarà più chiaro quando introdurremo la numerazione binaria

2) La quantità di informazione contenuta in un R è infinita (in assenza di rumore). Se consideriamo la presenza (INELIMINABILE) del rumore, la realtà è diversa e ogni sistema fisico è in grado di contenere una quantità di informazione LIMITATA, funzione di S/N.

Il limite teorico (Shannon) è raggiungibile solo tramite opportune codifiche.

3) Ogni segnale analogico la cui velocità di variazione è limitata (e la quindi BANDA<sup>B</sup> è limitata) può essere ricostruito ESATTAMENTE conoscendo il suo valore in istanti  $f(kT)$  con  $\frac{1}{T} > 2B$  (teorema di Nyquist)

- 4) ogni valore numerico  $f(kT)$  può essere rappresentato con accuratezza piccola a piacere aumentando il n° di cifre usate per rappresentarlo.

### Conclusioni

- Nel progetto di un sistema elettronico (per la parte che gestisce informazioni) occorre inizialmente scegliere come viene RAPPRESENTATA l'informazione, cioè con quale legge il contenuto originale sarà trasferito in elementi fisici (tensioni di nodi circuitali, tipicamente) all'interno del sistema stesso.
- Questa scelta avrà ripercussioni sull'architettura del sistema.