

# Sistemi intelligenti per gli *smart world*

---

Corso di *Laurea Magistrale* in *Ingegneria Elettronica*

A.A. 2021-2022

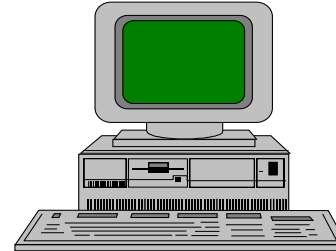
Università di Roma “La Sapienza”

Danilo Comminiello, **Massimo Panella**, Raffaele Parisi,  
Antonello Rizzi

# L'evoluzione dei sistemi di calcolo

---

Anni 70



Primi anni 90

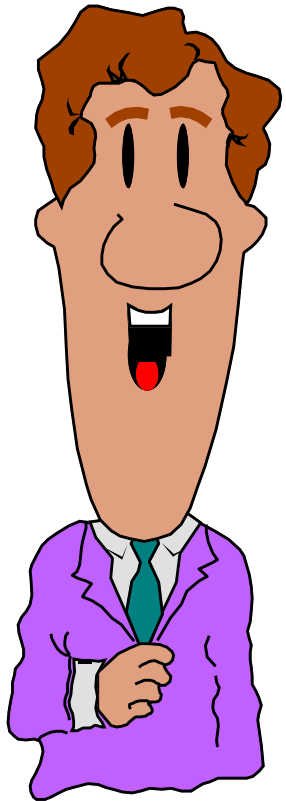


Fine anni 90



E il futuro (ormai prossimo...) come sarà?

# INTERNET of everything!!!

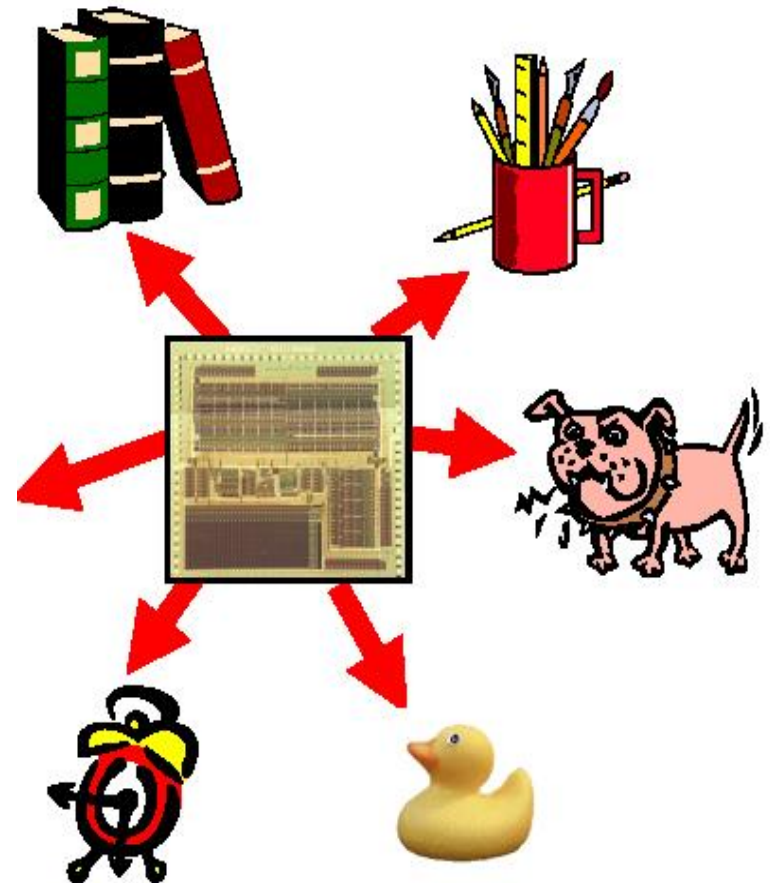


SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Smart Objects

---

- Oggetti arricchiti dalla *capacità di elaborazione dell'informazione*
- Processori *embedded*
  - negli oggetti di tutti i giorni
  - piccoli, leggeri e poco costosi
- Capacità di comunicare
  - *wired o wireless*
  - *networking* e interazioni spontanee e/o trasparenti
- Sensori e attuatori



# Reti di sensori intelligenti

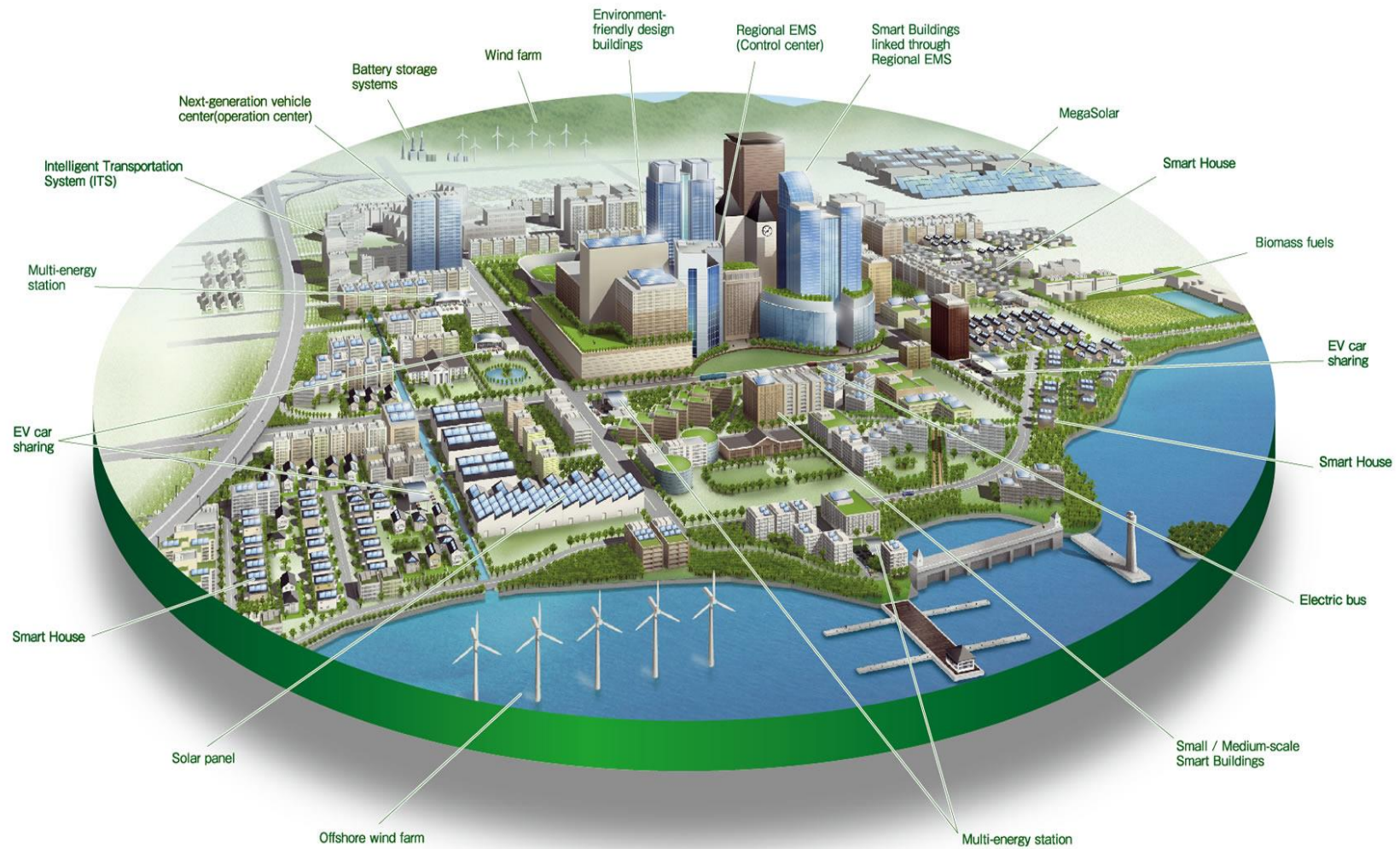
---



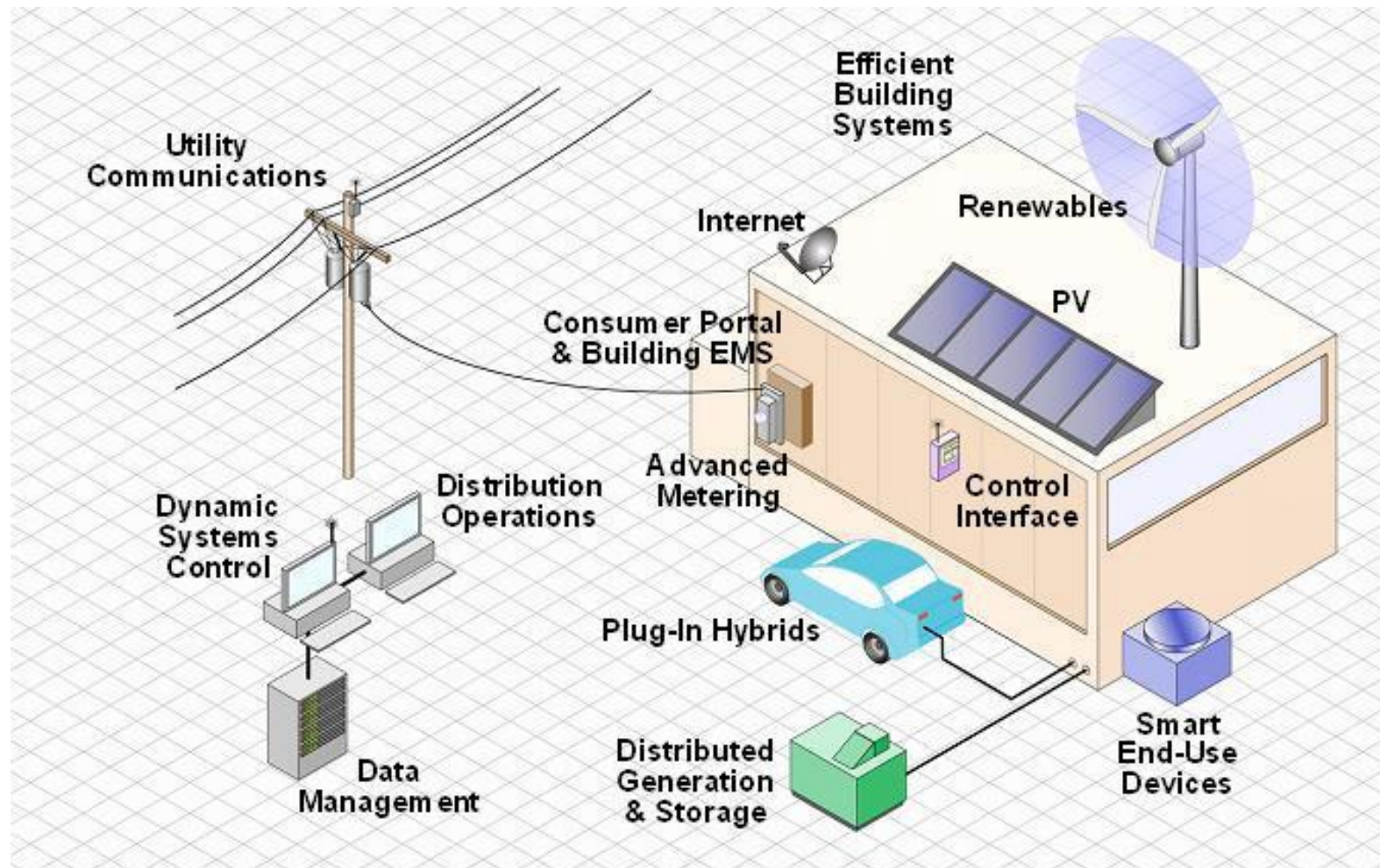
# Reti di sensori mobili



# Smart city

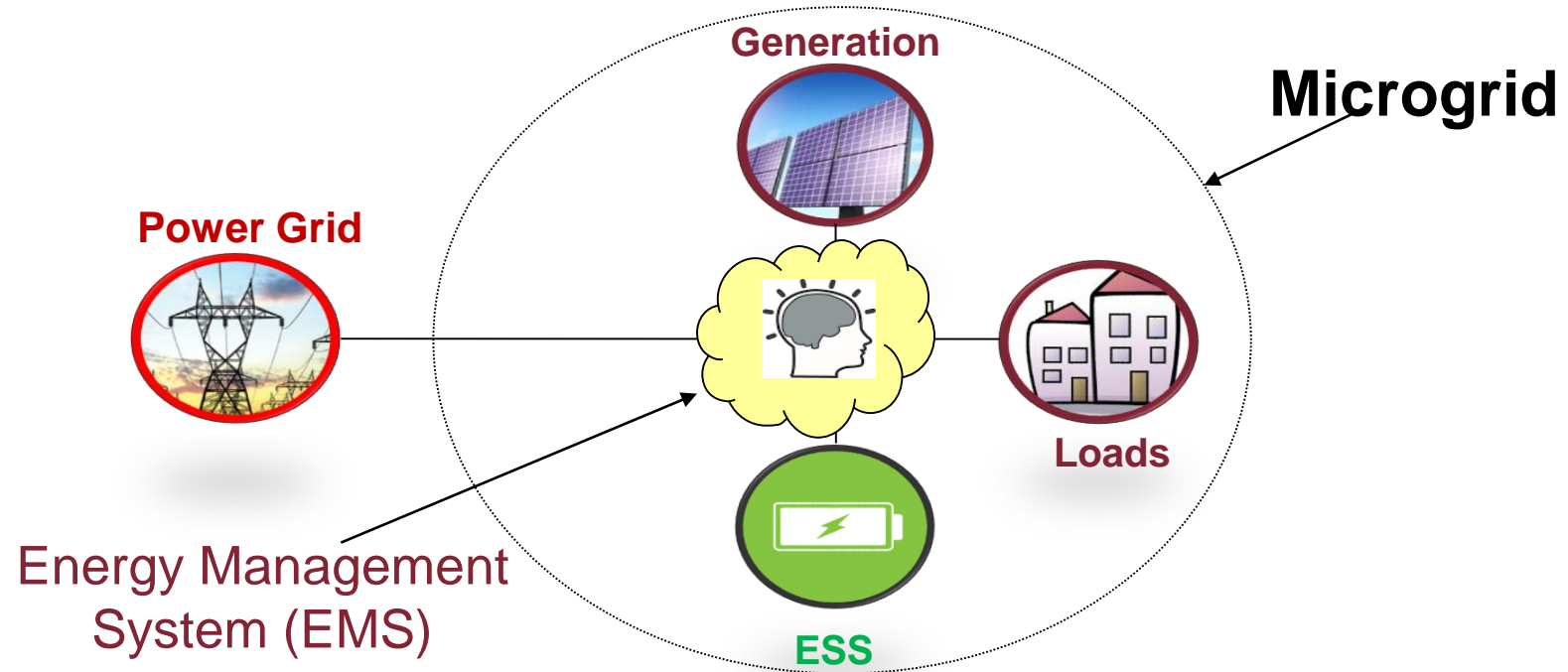


# Microgrids



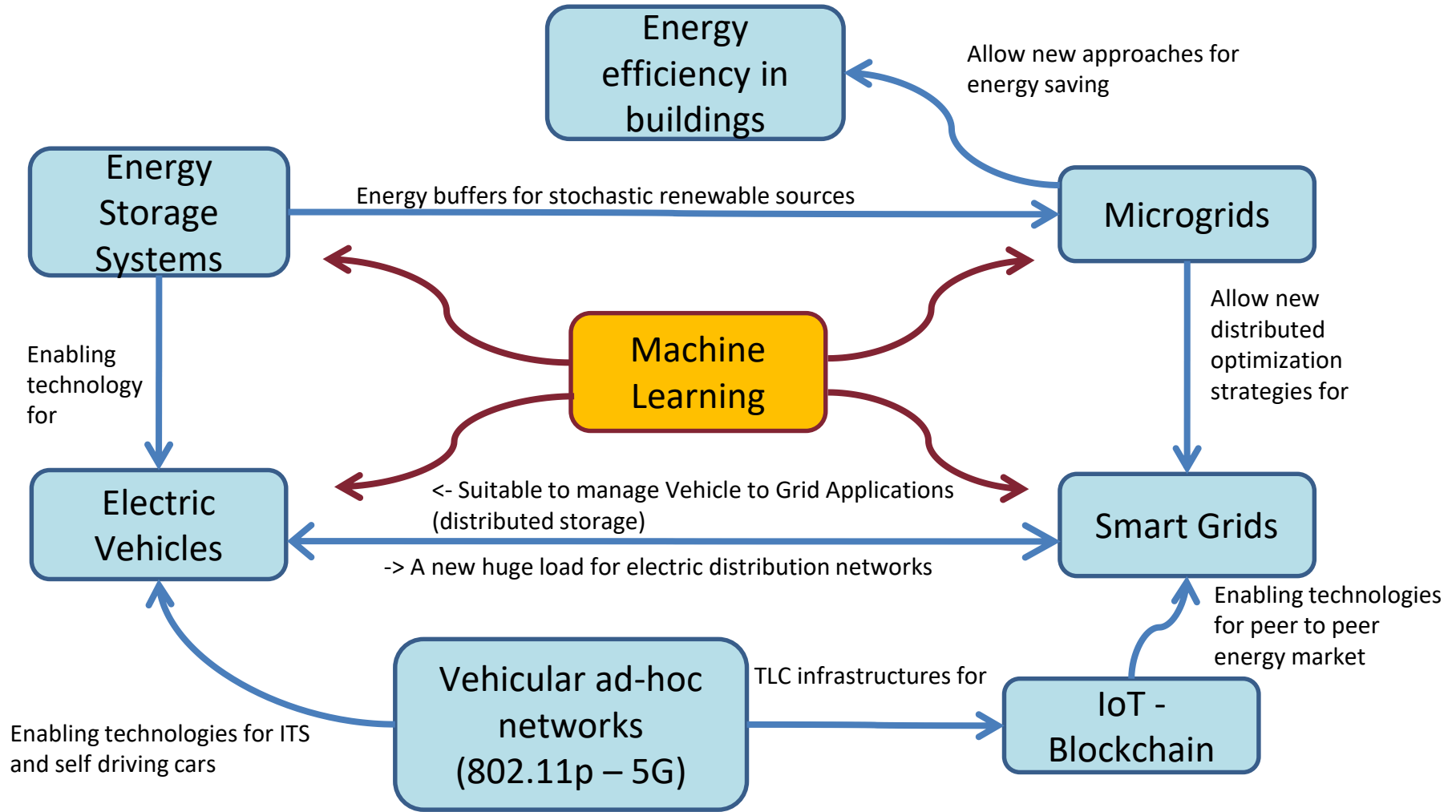


# Microgrids



- L'**EMS** decide in tempo reale come gestire i flussi di energia
- Si basa su tecniche di *Machine Learning* per realizzare un *comportamento adattativo intelligente*

# Machine Learning for Green Technologies



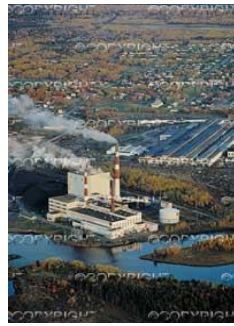
# Big Data

---

- *Data Mining: regolarità dei dati*
- *Analisi predittiva (tramite *machine learning*, *computational intelligence* e tecniche di *pattern recognition*)*
- *Metaeuristiche di ottimizzazione (algoritmi genetici, *swarm intelligence*)*



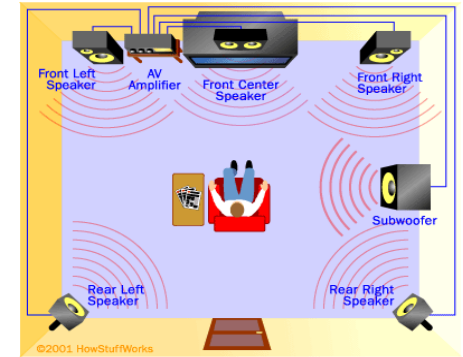
# Applicazioni audio



Impatto ambientale



Multimedialità



**Dolby Digital 5.1 Installation**  
2x front stereo speakers 2x rear stereo speakers  
1x center speaker 1x subwoofer

## Localizzazione binaurale

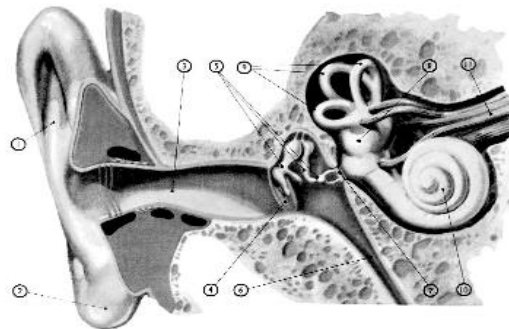
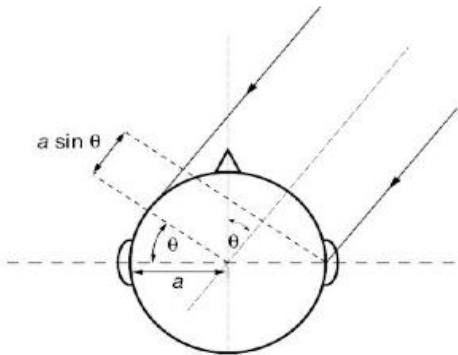
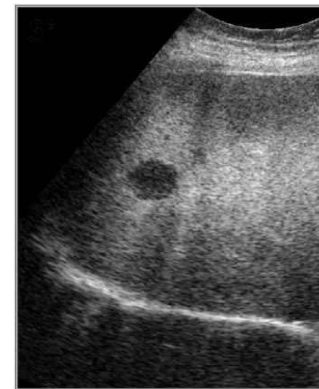
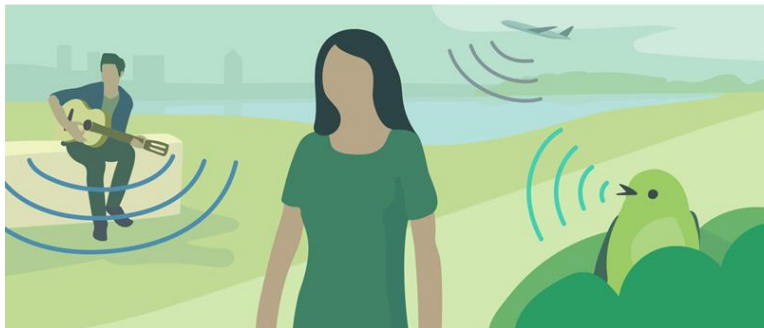


Figura 2.6: Anatomia dell'orecchio umano (David Darling Encyclopedia of Science)  
(1) pinna (2) lobo (3) canale uditivo (4) timpano (5) ossicini - staffa, incudine, martello (6) tuba di Eustachio (7) finestra ovale (8) sacco (9) canali semicirculari (10) coclea.

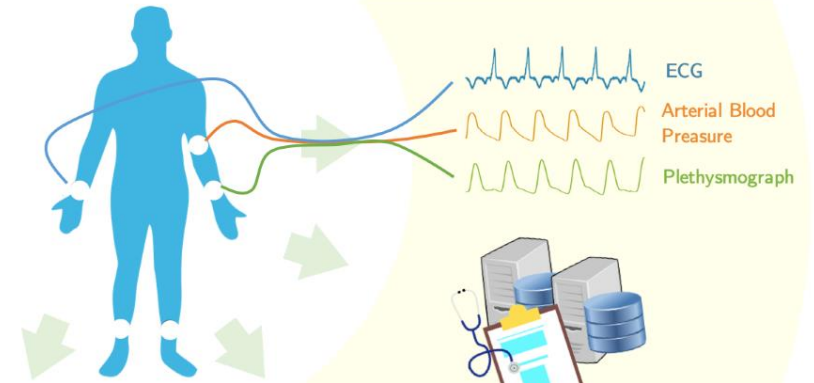
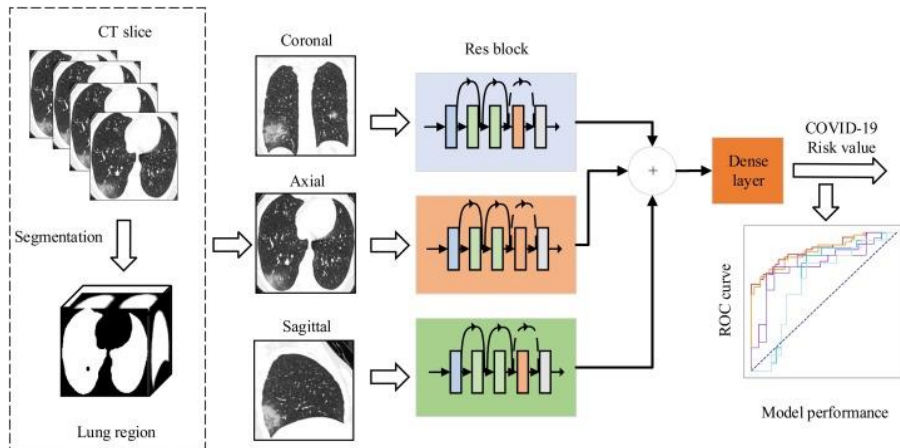


Imaging acustico  
in medicina

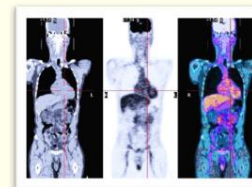
# Applicazioni audio immersive



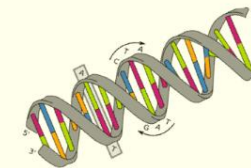
# Applicazioni biomedicali e di telemedicina



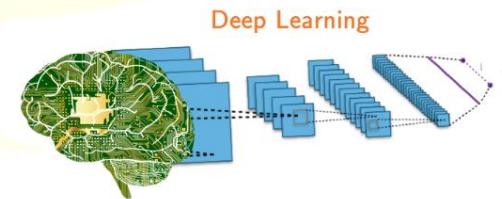
Daily clinical practice, EHR, HIS



Medical Imaging



Genomics and proteomics



Deep Learning

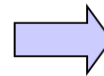
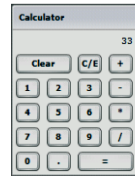
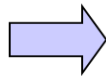
# Calcolo quantistico e *quantum machine learning*

Input

Computation

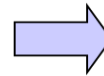
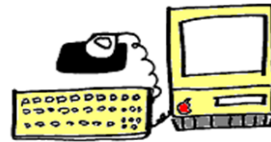
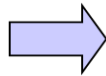
Output

2 + 2

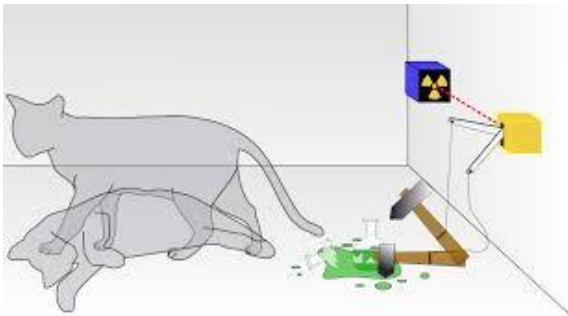


4

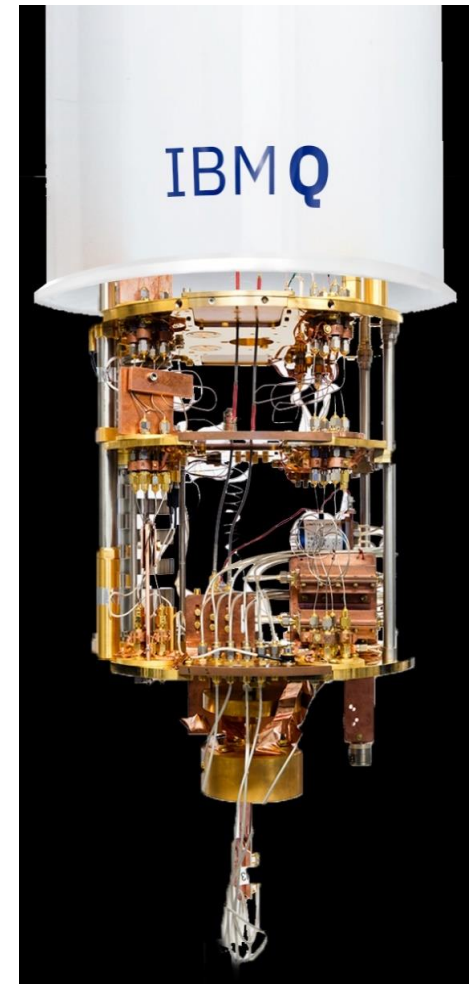
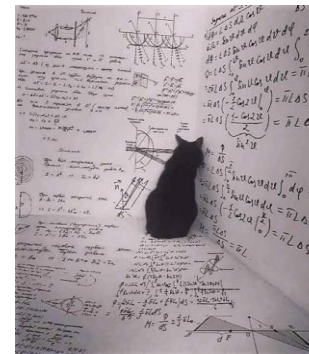
C:\Hello.exe



Hello World!



$$\frac{1}{\sqrt{2}}|\text{cat}\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|\text{cat}\rangle$$



# Percorsi formativi (Laurea Magistrale)

## PERCORSO A.1: Algoritmi e sistemi per l'intelligenza artificiale

Referenti a.a. 2021-22: Parisi, Rizzi

INSEGNAMENTO	CFU	Tipo	SSD	A	SEM.	DOCENTE 2019-21
<b>GRUPPO DI CARATTERIZZAZIONE - 2 insegnamenti obbligatori seguenti:</b>						
Circuiti a tempo discreto	6	C	Ing-Ind/31	I	1	Parisi
Pattern recognition	6	C	Ing-Ind/31	II	2	Rizzi
<b>GRUPPO DI SPECIALIZZAZIONE - ALMENO 2 insegnamenti a scelta tra i seguenti:</b>						
Machine learning per i sistemi elettrici ed elettronici	6	C	Ing-Ind/31	II	1	Panella
Digital system programming	6	C	Ing-Inf/01	II	1	CR: 6 (Mastrandrea)
Elaborazione delle immagini [M Bio]	6	C [M]	Ing-Inf/03	II	2	Colonnese
Embedded systems	6	C	Ing-Inf/01	II	2	Menichelli
Teoria dei circuiti elettronici	6	C	Ing-Inf/01	II	1	Scotti

## PERCORSO A.2: Sistemi elettronici per il machine learning

Referenti a.a. 2021-22: Panella, Comminiello

INSEGNAMENTO	CFU	Tipo	SSD	A	SEM.	DOCENTE 2019-21
<b>GRUPPO DI CARATTERIZZAZIONE - 2 insegnamenti obbligatori seguenti:</b>						
Machine learning for signal processing	6	C	Ing-Ind/31	I	2	Communiello
Machine learning per i sistemi elettrici ed elettronici	6	C	Ing-Ind/31	II	1	Panella
<b>GRUPPO DI SPECIALIZZAZIONE - ALMENO 2 insegnamenti a scelta tra i seguenti:</b>						
Circuiti a tempo discreto	6	C	Ing-Ind/31	I	1	Parisi
Dispositivi nanoelettronici di sensing innovativi [F Nan]	6	C [F]	Ing-Inf/01	II	2	Irrera
Computational intelligence	6	C [M]	Ing-Ind/31	II	1	Rizzi
Elettronica per l'ambiente	6	C	Ing-Inf/01	II	1	Ferrara
Embedded systems	6	C	Ing-Inf/01	II	2	Menichelli



# Percorsi formativi (Laurea Magistrale)

---

## A.1 Algoritmi e sistemi per l'intelligenza artificiale (referenti: Parisi, Rizzi)

Il percorso è concepito per fornire le conoscenze di base necessarie per affrontare la progettazione di sistemi di Intelligenza Artificiale e *Pattern Recognition*, intesi come settori di competenza trasversali a un vasto insieme di ambiti applicativi inerenti il modellamento di sistemi complessi, dalla bioinformatica alla cybersecurity. I temi di approfondimento proposti comprendono tanto gli aspetti più propriamente algoritmici, come le tecniche di Granular Computing per l'analisi dei Big Data, quanto le competenze necessarie per la progettazione di sistemi di calcolo ad alte prestazioni per l'elaborazione intelligente dell'informazione e per l'implementazione su architetture dedicate (FPGA, GPU).

## A.2 Sistemi elettronici per il *machine learning* (referenti: Panella, Comminiello)

Il percorso fornisce le conoscenze tecnico-scientifiche per realizzare sistemi elettronici con capacità di apprendimento automatico, dall'acquisizione di dati in reti di sensori e sistemi complessi fino allo sviluppo di algoritmi *on-board* di *machine learning* su sistemi *embedded*, *multicore*, *manycore* e SoC. Le competenze acquisite e gli sbocchi professionali riguardano i vari aspetti della progettazione e dell'applicazione di tali sistemi, in particolare le soluzioni *hardware* e software per il calcolo e per l'apprendimento parallelo e distribuito, in vari ambiti applicativi quali ICT, IoT, energia, ambiente, medicina, finanza, sicurezza, domotica, trasporti e Industria 4.0.

## Riferimenti

danilo.comminiello  
massimo.panella  
raffaele.parisi  
antonello.rizzi

} @uniroma1.it