



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE / RISONANZA MAGNETICA NUCLEARE

**MICHELA TOSETTI**

Anno accademico 2023/24  
CdS FISICA  
Codice 124BB  
CFU 6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
RISONANZA MAGNETICA NUCLEARE	FIS/07	LEZIONI	36	LAURA ANDREOZZI MATTEO CENCINI MICHELA TOSETTI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Lo studente che completa con successo il corso avrà la capacità di comprendere i principi della Risonanza Magnetica Nucleare e la sua applicazione nell'uomo; sarà in grado di dimostrare la conoscenza dell'interazione radiazione elettromagnetica con i sistemi biologici e le tecniche di acquisizione delle immagini e di valutare gli effetti del rilassamento T1 e T2; sarà in grado di dimostrare la conoscenza dei rivelatori RF, sarà a conoscenza delle tecniche avanzate per le misurazioni quantitative non solo in esperimenti di laboratorio ma anche in vivo nell'uomo.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Durante la prova orale lo studente dovrà dimostrare di conoscere il materiale del corso e di essere in grado di discuterne i principi e i metodi con terminologia appropriata. Lo studente sarà valutato sulla capacità di mettere in pratica ed eseguire, con consapevolezza critica, le attività illustrate o svolte durante il laboratorio.

#### *Capacità*

alla fine del corso lo studente sarà in grado di comprendere e misurare le features contenute in una immagine MRI e la differenza fra imaging di contrasto e imaging quantitativo

#### *Modalità di verifica delle capacità*

interattiva durante le lezioni e le esercitazioni in laboratorio

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

- elementi di interazione radiazione-materia
- elementi di elettromagnetismo (eq. di Maxwell, Legge di Faraday, Dipoli in campi em)
- metodi matematici per la fisica (i.e. Trasformata di Fourier)

#### *Indicazioni metodologiche*

Lezione frontali in presenza

Attività didattiche:

- frequentare le lezioni
- partecipazione ai seminari
  
- esperienze di laboratorio

Metodi di insegnamento: Lezioni Seminari Laboratori

#### *Programma (contenuti dell'insegnamento)*

- Il fenomeno della Risonanza Magnetica Nucleare : Cenni Storici. Proprietà magnetiche dei nuclei. Risposta classica di un singolo nucleo a campi magnetici e precessione di Larmor. Modello quantistico e effetto Zeeman.



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- **Dinamica della magnetizzazione:** Il vettore Magnetizzazione. Equazioni di Bloch. Sistemi di riferimento equivalenti. Meccanismi di Rilassamento: parametri e scala dei tempi di interazione, tempi di rilassamento spin-spin e spin-reticolo.
- **Rivelazione del Segnale:** Induzione di Faraday. Principio di reciprocità.
- **Metodi di acquisizione del Segnale:** Segnale e Magnetizzazione, Free Induction Decay, Spin Echo, Inversion Recovery.
- **Introduzione all'imaging:** gradienti di campo e codifica spaziale. Concetto di K-spazio. Trasformata di Fourier e ricostruzione dell'immagine. Contrasto di una immagine nelle sequenze di base: gradient echo, spin echo, inversion recovery.
- **Real-world MR imaging - parte 1:** Fast spin echo e fast gradient echo. Steady-state imaging.
- **Real-world MR imaging - parte 2:** Parallel imaging e compressed sensing
- **Estensioni delle Equazioni di Bloch:** Diffusione e magnetization transfer.
- **Parameter Encoding and Decoding**

### **Ed Esperienza 1 -c/o Stella Maris – IMAGO7 4 ore**

\_Imaging quantitativo: Rilassometria (gold standard e implementazioni in-vivo). Concetto di model-based imaging. Artifact game show

### **Ed Esperienza 2 c/o Stella Maris – IMAGO7 4 ore**

T2\*-based techniques: T2\* mapping, Quantitative Susceptibility Mapping and fMRI

### **Ed Esperienza 3 c/o Stella Maris – IMAGO7 4 ore**

Caratterizzazione della degli scanner MR

### Seminari:

-Structural and functional connectivity in the brain

-Measuring normality and pathology with big data: AI in medical imaging

### Bibliografia e materiale didattico

[1] Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design. E.M Haacke, R W. Brown, M.R. Thompson, R. Venkatesan. Ed Wiley-Liss, 1999. Further bibliography [2] In Vivo NMR Spectroscopy: Principles and Techniques. Robin A. de Graaf. Ed. John Wiley & Sons, 2013. [3]Quantitative MRI of the Brain: Measuring Changes Caused by Disease. Paul Tofts. Ed. John Wiley and Sons, 2003. [4] Ultra High Field Magnetic Resonance Imaging. Pierre-Marie Robitaille, Lawrence Berliner. Ed. Springer, 2007.

### Modalità d'esame

Metodi: Esame finale orale

Rapporto di laboratorio per la Parte del corso della Prof Andreozzi

Ultimo aggiornamento 06/02/2024 16:26