

# INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE (LB08)

(Lecce - Università degli Studi)

## Insegnamento SOLUZIONI ELETTROMAGNETICHE PER L'HI- TECH

GenCod A004589

Docente titolare Luca CATARINUCCI

**Insegnamento** SOLUZIONI  
ELETTROMAGNETICHE PER L'HI-TECH

**Insegnamento in inglese**  
ELECTROMAGNETIC SOLUTIONS FOR

**Settore disciplinare** ING-INF/02

**Corso di studi di riferimento**  
INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE

**Tipo corso di studi** Laurea

**Crediti** 6.0

**Ripartizione oraria** Ore Attività frontale:  
54.0

**Per immatricolati nel** 2021/2022

**Erogato nel** 2023/2024

**Anno di corso** 3

**Lingua** ITALIANO

**Percorso** CURRICULUM B

**Sede** Lecce

**Periodo** Secondo Semestre

**Tipo esame** Orale

**Valutazione** Voto Finale

**Orario dell'insegnamento**  
<https://easyroom.unisalento.it/Orario>

### BREVE DESCRIZIONE DEL CORSO

Il corso ha l'obiettivo di introdurre ed esplorare approfonditamente alcuni degli aspetti applicativi dell'elettromagnetismo che risultano più interessanti per gli studenti e più rilevanti dal punto di vista del loro impiego nel mercato del lavoro.

Partendo da progetti generali focalizzati sugli aspetti delle radiofrequenze delle nuove tecnologie wireless, verranno approfonditi i concetti di base funzionali al loro sviluppo, saranno realizzati, da parte degli studenti, i dispositivi progettati e saranno sviluppate competenze utili per la realizzazione pratica e i test dei dispositivi progettati.

Il corso "Soluzioni Elettromagnetiche per l'Hi-Tech" si concentra su vari argomenti comuni ad altri corsi appartenenti allo stesso settore scientifico, ma rimane autoconsistente non vincolato da prerequisiti. Strategicamente, vengono evidenziati e sottolineati gli aspetti qualitativi e applicativi, pur mantenendo un approccio estremamente rigoroso.

The course aims at introducing and deeply investigating some of the applicative aspects of Electromagnetics which are more appealing to the student and more relevant from the point of view of their use in the labour market.

Starting from general projects focused on RF aspects of new wireless technologies, the basic concepts functional to their development will be deepened, the final projects will be executed by the students themselves, and skills useful for the practical realization and tests of the designed devices will be developed.

"Electromagnetic Solutions for Hi-Tech" focuses on various topics in common with other courses belonging to the same scientific sector, but it remains a self-consistent course not bound by any prerequisites. Strategically, in "Electromagnetic Solutions for Hi Tech" qualitative and applicative aspects are highlighted and stressed, even though the approach keeps on being extremely rigorous.

### PREREQUISITI

Contenuti di Fisica II relativi alle equazioni di Maxwell sono necessari.  
Contents of "Fisica II" related to Maxwell's equations are needed.

---

## OBIETTIVI FORMATIVI

Al termine del corso, lo studente sarà in grado di:

- Applicare i concetti di base dell'elettromagnetismo.
- Progettare dispositivi ad alta frequenza in base ai requisiti.
- Padroneggiare (tra gli altri) i concetti di adattamento di impedenza, diagramma di radiazione, guadagno, polarizzazione, teoria delle immagini, antenne filiformi.
- Arricchire la conoscenza (dal punto di vista dell'elettromagnetismo) delle tecnologie consolidate (ad esempio Wi-Fi e GSM), emergenti (RFID UHF e HF, NFC, Bluetooth Low Energy) e in via di sviluppo (5G, 6G, antenne stampate in 3D, ecc.).

At the end of the course the student should be able to:

- Apply the basic concepts of electromagnetics.
- Set up high frequency device designs based on requirements.
- Master (among others) the concepts of impedance matching, radiation diagram, gain, polarization, image theory, filiform antennas.
- Enrich the knowledge (from the point of view of Electromagnetics) of consolidated (e.g. Wi-Fi and GSM), emerging (RFID UHF and HF, NFC, Bluetooth Low Energy), and approaching technologies (5G, 6G, 3D-Printed antennas, etc).

---

## METODI DIDATTICI

Lezioni frontali, esercitazioni pratiche, attività di laboratorio.

Frontal lessons, practical exercises, laboratory activities.

---

## MODALITA' D'ESAME

Esame orale: L'esame orale mira a verificare la conoscenza degli argomenti del corso acquisita dallo studente (Massima durata dell'esame: 45 minuti)

Oral exam. The oral exam is aimed at verifying the knowledge and understanding of the course topics acquired by the student (maximum overall duration: 45 minutes).

**PARTE 1 (25 ore, di cui 16 ore di lezioni frontali e 9 ore di attività in laboratorio).**

Progettazione, costruzione e test di antenne a guida d'onda per comunicazioni Wi-Fi (ogni studente progetterà e realizzerà la propria antenna): Note sulla tecnologia Wi-Fi. Progettazione preliminare di un'antenna a guida d'onda per collegamenti Wi-Fi. Introduzione qualitativa ai concetti di base dell'elettromagnetismo utili per il progetto: circuiti a costanti distribuite, linee di trasmissione; adattamento dell'impedenza; antenne filiformi (dipolo in  $l/2$  e in  $l/4$ ); metodo delle immagini; diagrammi di radiazione; direttività e guadagno; guide d'onda circolari; modi TE e TM nelle guide d'onda. Analizzatore di rete vettoriale. Utilizzo dell'Analizzatore di Rete Vettoriale per la misura di alcune proprietà dell'antenna. Progettazione finale, simulazione, realizzazione in laboratorio, misurazioni con l'Analizzatore di Rete Vettoriale e possibile ottimizzazione. Progettazione del sistema di test. Verifica delle prestazioni.

**PARTE 2 (6 ore, di cui 4 ore di lezioni frontali e 2 ore di attività in laboratorio).**

Analisi delle antenne a pannello per stazioni radio base GSM: caratteristiche del GSM dal punto di vista del progettista di antenne. Linee guida per la progettazione generale di un'antenna a pannello per stazioni radio base GSM. Approfondimento dei concetti di base dell'elettromagnetismo utili per il progetto, inclusi: array lineari e array planari. FDTD 2D per antenne GSM.

**PARTE 3 (6 ore, di cui 4 ore di lezioni frontali e 2 ore di attività in laboratorio).**

Progettazione, realizzazione e test di un misuratore di campo elettrico per segnali RFID UHF. Tecnologia RFID: principali aspetti della tecnologia. Esempi di applicazione della tecnologia RFID. Progettazione preliminare di un misuratore di campo elettrico per la banda UHF. Approfondimento dei concetti di base dell'elettromagnetismo utili per il progetto, inclusi: teorema di reciprocità delle antenne, polarizzazione lineare, circolare ed ellittica, misurazione di campi elettromagnetici a bassa e alta frequenza. Progettazione finale, realizzazione in laboratorio, calibrazione. Test del misuratore in un caso pratico: verifica della copertura RFID in un ambiente reale.

**PARTE 4 (7 ore, di cui 4 ore di lezioni frontali e 3 ore di attività in laboratorio).**

Progettazione, realizzazione e test di tag RFID UHF. Tecnologia RFID: progettazione dei tag RFID, modulazione a retrodiffusione, sensibilità del chip, sensibilità del tag, banda. Progettazione preliminare di un tag RFID. Approfondimento dei concetti di base dell'elettromagnetismo utili per il progetto, inclusi: adattamento coniugato e misurazione del diagramma di radiazione. Progettazione finale, realizzazione in laboratorio, caratterizzazione elettromagnetica in termini di diagramma di radiazione e sensibilità del tag.

**PARTE 5 (6 ore, di cui 3 ore di lezioni frontali e 3 ore di attività in laboratorio).**

Progettazione, realizzazione e test di dispositivi elettromagnetici stampati in 3D. Tecniche di manifattura additiva e il loro utilizzo nell'elettromagnetismo. Filamenti stampabili in 3D ad alta permittività e alta conducibilità e loro caratterizzazione.

**PARTE 6 (4 ore di seminari scientifici)**

Seminari provenienti dal mondo aziendale e della ricerca. È previsto uno a tre seminari che trattano la progettazione e l'uso delle tecnologie emergenti.

**PART 1****(25 hours, of which 16 hours of frontal lesson and 9 hours of laboratory activity).**

Design, construction and test of waveguide antennas for Wi-Fi communication (each student will design and realize his own antenna): Notes on Wi-Fi technology. Preliminary design of a waveguide

antenna for Wi-Fi links. Qualitative introduction of the basic concepts of electromagnetics useful for the project: distributed constant circuits, transmission lines; line-load matching; filiform antennas (dipole in  $l/2$  and in  $l/4$ ); method of images; radiation diagrams; directivity and gain; circular waveguides; TE and TM modes in waveguides. Vector Network Analyzer. Use of the Vector Network Analyzer for the measurement of some antenna properties. Final design, simulation, laboratory realization, measurement with Vector Network Analyzer and possible optimization. Test system design. Performance verification.

#### **PART 2**

##### **(6 hours, of which 4 hours of frontal lesson and 2 hours of laboratory activity)**

Analysis of panel antennas for GSM base radio stations: characteristics of GSM from the point of view of the antenna designer. Guidelines for the general design of a panel antenna for GSM base radio stations. Depth study of the basic concepts of electromagnetics useful for the project, including: linear arrays and planar arrays. 2D FDTD for GSM antennas.

#### **PART 3**

##### **(6 hours, of which 4 hours of frontal lesson and 2 hours of laboratory activity)**

Design, implementation and test of an electric field meter for UHF RFID signals. RFID technology: main aspects of the technology. Examples of application of RFID technology. Preliminary design of an electric field meter for the UHF band. Depth study of the basic concepts of electromagnetics useful for the project, including: antenna reciprocity theorem, linear, circular and elliptical polarization, measurement of low and high frequency electromagnetic fields. Final design, realization in laboratory, calibration. Testing the meter in a practical case: checking RFID coverage in a real environment.

#### **PART 4**

##### **(7 hours, of which 4 hours of frontal lesson and 3 hours of laboratory activity)**

Design, implementation and test of UHF RFID tags. RFID technology: the design of RFID tags, backscattering modulation, chip sensitivity, tag sensitivity, band. Preliminary design of an RFID tag. Depth study of the basic concepts of electromagnetics useful for the project, including: conjugate matching, and measurement of the radiation pattern. Final design, laboratory realization, electromagnetic characterization in terms of radiation pattern and tag sensitivity.

#### **PART 5**

##### **(6 hours, of which 3 hours of frontal lesson and 3 hours of laboratory activity)**

Design, implementation and test of 3D-Printed electromagnetic devices. Additive Manufacturing techniques and their use in Electromagnetics. Hi-permittivity and hi-conductivity 3D-Printable filaments and their characterization.

#### **PART 6**

##### **(4 hours of scientific seminars)**

Seminars from the business and research world. One to three seminars dealing with the design and use of emerging technologies are planned.

---

## TESTI DI RIFERIMENTO

### **Main course book:**

[1] Huang, Kevin Boyle, *Antennas: From Theory to Practice*, Wiley

### **Other Suggested Bibliography:**

[2] G. Gerosa, P. Lampariello, *Lezioni di Campi Elettromagnetici*, Edizioni Ingegneria 2000

[3] A. Paraboni, *Antenne*, Mc Graw-Hill

[4] J. D. Kraus, *Antennas*, Mc Graw-Hill