



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## ADDITIVE MANUFACTURING FOR ELECTROMAGNETIC SENSING

**SIMONE GENOVESI**

Anno accademico  
CdS

2021/22  
INGEGNERIA DELLE  
TELECOMUNICAZIONI

Codice  
CFU

1043I  
6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
ADDITIVE MANUFACTURING FOR ELECTROMAGNETIC SENSING	ING-INF/02	LEZIONI	60	SIMONE GENOVESI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Per l'accertamento delle conoscenze gli studenti dovranno sviluppare un progetto assegnato che può consistere nel design di un sensore o altro dispositivo i cui principi di funzionamento sono stati illustrati a lezione. La verifica delle conoscenze avverrà attraverso la presentazione del progetto presentato e sulla discussione di argomenti ad esso correlati.

#### *Capacità*

Al termine del corso:

- lo studente avrà conoscenza dei processi di additive manufacturing
- lo studente sarà in grado di caratterizzare dal punto di vista elettromagnetico materiali (bulk/artificiali)
- lo studente avrà conoscenza dei principi di funzionamento dei sensori e della loro caratterizzazione. Sarà altresì in grado di modellare e progettare tali dispositivi.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Lo studente dovrà progettare un sensore/dispositivo e presentare una relazione scritta che riporti i risultati dell'attività.

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

- Introduzione all'Additive Manufacturing (AM): concetti di base e campi di applicazione. Overview dei vari processi di AM. Vat Photopolymerization Processes, Powder Bed Fusion processes, Extrusion-based processes. Material Jetting, Binder Jetting, Directed Energy Deposition, Sheet Lamination.
- Modellizzazione delle proprietà dielettriche dei materiali. Polarizzazione: modello di Lorentz per la permittività di un materiale. Permittività e indice di rifrazione complessi. Intensità e coefficiente di assorbimento. Legge di Beer-Lambert. Riflettanza. Relazioni di Kramers-Kronig. Cenni al modello di Lorentz per la permeabilità di un materiale. Esempi dell'applicabilità del modello di Lorentz ai metamateriali. Diagramma TART. Modello di Drude. Modello di Lorentz-Drude generalizzato. Modello di Debye.
- Assi principali. Uniaxial e Biaxial media. Effetti dell'anisotropia sulla dispersione. Propagazione in mezzi con permeabilità e permittività negative.
- Caratterizzazione elettromagnetica dei materiali. Metodi risonanti e non-risonanti. Nicholson-Ross-Weir (NRW) method. Caratterizzazione elettromagnetica dei materiali: metodo di Baker-Jarvis. Metodi basati su risuonatori. Definizione e uso dell'impedenza superficiale per la caratterizzazione di materiali. Misura dell'impedenza superficiale con l'uso di guide d'onda. Introduzione agli ottimizzatori per la risoluzione di problemi di stima dei parametri costitutivi. Algoritmi deterministici e algoritmi stocastici. Esempi: algoritmo genetico e particle swarm. Cenni all'ottimizzazione multiobiettivo.
- Introduzione ai sensori. Caratteristiche statiche e dinamiche. Curva di calibrazione. Parametri significativi: linearità, selettività, sensibilità, tempo di risposta e tempo di recupero, accuratezza, precisione. Esempi. Meccanismi fisici per la trasduzione. Esempi di trasduttori. Sensori capacitivi e resistivi 'wired'. Sensori wireless. Chipless RFID tag e chipless RFID sensors. Cenni alle superfici selettive in frequenza e alle superfici ad alta impedenza. Confronto tra tecnologia RFID standard e chipless RFID. Esempi di implementazione di chipless RFID tag e chipless RFID sensors. Esempi di sensori di tipo chipless RFID: sensori di temperatura, umidità, rate di respirazione. Applicazioni innovative legate all'anti-contraffazione, alla logistica e ai sistemi wearable.
- Laboratori Matlab: analisi mezzi multimateriale, implementazione di algoritmi per la stima dei parametri costitutivi dei materiali, design di sensori.



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### Bibliografia e materiale didattico

Materiale fornito dal docente

### Modalità d'esame

Lo studente dovrà progettare un sensore/dispositivo e presentare una relazione scritta che riporti i risultati dell'attività.

*Ultimo aggiornamento 18/11/2021 18:39*