



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## TECNOLOGIE ELETTROMAGNETICHE PER I SISTEMI WIRELESS

**PAOLO NEPA**

Anno accademico	2021/22
CdS	INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI
Codice	899II
CFU	9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
TECNOLOGIE ELETTROMAGNETICHE PER I SISTEMI WIRELESS	ING-INF/02	LEZIONI	90	SIMONE GENOVESI PAOLO NEPA

Obiettivi di apprendimento

### *Conoscenze*

Gli studenti acquisiranno le conoscenze circa i criteri di dimensionamento e i parametri caratteristici delle principali strutture guidanti (cavi coassiali, linee stampate, guide d'onda), le caratteristiche della propagazione di onde di tensione/corrente in una linea di trasmissione, i parametri per la caratterizzazione dei dispositivi passivi a RF e microonde (matrice di scattering, matrice ABCD), le tecniche di realizzazione di alcuni dispositivi passivi (per esempio, reti di adattamento, divisori di potenza, accoppiatori direzionali), i parametri caratteristici delle antenne.

### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Discussioni con studenti durante lo svolgimento delle lezioni

### *Capacità*

Alla fine del corso gli studenti saranno in grado di scegliere e dimensionare il dispositivo passivo più adatto per il ricetrasmittitore di un sistema wireless, radar o sistema di comunicazione.

### *Modalità di verifica delle capacità*

Attraverso piccoli esercizi/progetti svolti in classe

### *Comportamenti*

Gli studenti avranno l'occasione per capire come la teoria dei campi elettromagnetici possa essere applicata all'analisi e al progetto di dispositivi passivi integrati nei trasmettitori/ricevitori di sistemi wireless.

### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Discussioni con gli studenti durante le lezioni in classe

### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Teoremi fondamentali dei campi elettromagnetici, parametri caratteristici della propagazione elettromagnetica, strumenti per l'analisi dei circuiti elettrici

### *Indicazioni metodologiche*

Lezioni frontali

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

Introduzione alle strutture guidanti, rappresentazione modale delle soluzioni elettromagnetiche. Il modo TEM, relazione tra tensioni/corrente e



## UNIVERSITÀ DI PISA

campi elettrico/magnetico. Teoria delle linee di trasmissione: analisi mediante circuito elettrico equivalente e costanti primarie, onda stazionaria, impedenza caratteristica, costante di propagazione e lunghezza d'onda. Linea di trasmissione chiusa su un carico arbitrario: coefficiente di riflessione, formula di trasformazione dell'impedenza, VSWR. Esempi con condizioni di carico particolari: corto circuito, circuito aperto, linea adattata, carico resistivo e carico puramente reattivo. Flusso di potenza attiva lungo una struttura guidante, attenuazione in presenza di piccole perdite. Descrizione della Carta di Smith per impedenze/ammettenze normalizzate. Transitori in una linea di trasmissione con perdite trascurabili.

Reti di adattamento di impedenza: singolo stub e doppio stub, in configurazione serie o parallelo. Trasformatore in quarto d'onda.

Cavo coassiale: parametri primari, modo TEM e modi di ordine superiore, costante di attenuazione. Linee a microstriscia, CPW, stripline: costante dielettrica efficace, curva di dispersione, criteri di dimensionamento. Guide d'onda rettangolari e circolari: modo fondamentale, frequenze di cut-off, calcolo della potenza trasportata, curve di dispersione, correnti elettriche superficiali.

Caratterizzazione delle giunzioni passive a RF e microonde: matrice di scattering (definizione, proprietà, relazione con matrice delle impedenze/ammettenze e matrice ABCD). Illustrazione di dispositivi passivi: sfasatori, attenuatori, divisori di potenza, accoppiatori direzionali, circolatori.

Introduzione alle antenne e descrizione dei parametri caratteristici (guadagno, direttività, efficienza di radiazione, diagrammi di irradiazione, impedenza di ingresso, banda, ecc.). Circuito elettrico equivalente di un'antenna, in trasmissione e in ricezione. Derivazione della formula del collegamento; definizione di RCS di un bersaglio e derivazione della formula del radar.

Esempi numerici sugli argomenti del corso, misure di dispositivi passivi con VNA, illustrazione di tool elettromagnetici per l'analisi e la progettazione di dispositivi passivi a microonde (ADS).

### Bibliografia e materiale didattico

David M. Pozar, Microwave Engineering, Wiley

### Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova orale. Durante la prova orale il candidato discute davanti ad almeno un paio di docenti alcuni argomenti del corso selezionati dai docenti. In media, una prova orale dura da 30 a 60 minuti.

*Ultimo aggiornamento 23/01/2022 19:50*