



## UNIVERSITÀ DI PISA

### TECNOLOGIE ELETTROMAGNETICHE PER I SISTEMI WIRELESS

---

#### PAOLO NEPA

Anno accademico

2023/24

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	ANDREA MOTRONI 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/ammittenze 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/ammittenze 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 scritta ed una orale. La prova scritta dura tre ore e consiste in esercizi numerici. L'ammissione alla prova orale avviene con una valutazione di almeno 18/30.

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 20/10/2023 17:51*