



## UNIVERSITÀ DI PISA COMUNICAZIONI WIRELESS

---

### RUGGERO REGGIANNINI

Anno accademico

2019/20

CdS

INGEGNERIA DELLE  
TELECOMUNICAZIONI

Codice

553II

CFU

6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
COMUNICAZIONI WIRELESS	ING-INF/03	LEZIONI	60	RUGGERO REGGIANNINI

#### Obiettivi di apprendimento

*Conoscenze*  
vedi sotto

*Modalità di verifica delle conoscenze*  
vedi sotto

*Capacità*  
vedi sotto

*Modalità di verifica delle capacità*  
vedi sotto

*Comportamenti*  
vedi sotto

*Modalità di verifica dei comportamenti*  
vedi sotto

**Prerequisiti (conoscenze iniziali)**  
vedi sotto

**Indicazioni metodologiche**  
vedi sotto

**Programma (contenuti dell'insegnamento)**

**TUTTE LE INFORMAZIONI SULL'INSEGNAMENTO:  
COMUNICAZIONI WIRELESS (6 CFU)**

Docente: Ruggero Reggiannini

Numero totale di ore di lezione (L): 40

Numero totale di ore di esercitazione (E): 20

**Prerequisiti:** Conoscenze di base di teoria dei segnali, sistemi di telecomunicazione e teoria delle antenne acquisite dagli insegnamenti di Analisi e simulazione di segnali aleatori, Digital signal processing, Comunicazioni elettriche, Comunicazioni digitali, Antenne e propagazione.

**Obiettivi del corso:** L'insegnamento ha lo scopo di presentare allo studente una panoramica delle problematiche e delle applicazioni relative alle radiocomunicazioni terrestri con mezzi mobili. Inizialmente viene presentata la modellistica dei canali dispersivi nel tempo e nella frequenza, identificando gli scenari di maggiore interesse per le applicazioni. Successivamente si discutono i principali aspetti progettuali relativi alla



## UNIVERSITÀ DI PISA

pianificazione geografica di una rete cellulare. Vengono quindi tratte le caratteristiche delle reti radiomobili cellulari di seconda (GSM) e terza generazione (UMTS), ponendo enfasi sulle problematiche relative all'interfaccia radio e, a seguire, si forniscono nozioni sugli standard delle famiglie IEEE 802.11 e 802.16, alcuni dei quali divenuti molto popolari. Si dedica inoltre una parte significativa del tempo di insegnamento alla presentazione delle tecniche MIMO e alla valutazione dell'incremento di capacità e di affidabilità che esse consentono in determinati ambienti di propagazione. Vengono infine illustrate le caratteristiche principali dello standard di quarta generazione LTE.

### Programma

**MODELLISTICA DEL CANALE RADIOMOBILE** Canali selettivi nel tempo ed in frequenza. Banda ed intervallo di coerenza di un canale. Modelli deterministici e statistici a breve, medio e lungo termine, stazionari e non stazionari. (L: 4, E: 4)

**PIANIFICAZIONE DI UNA RETE CELLULARE** Concetto di rete cellulare. Sistemi radiomobili cellulari analogici e digitali. Cluster di celle e tecniche di riuso di canale. Interferenza da accesso multiplo. Densità geografica di utenti e capacità della rete. Confronto tra le capacità di rete ottenibili con diverse tecniche di accesso multiplo. Cenno ai servizi offerti dalle reti radiomobili cellulari. (L: 4, E: 4)

**SISTEMI CELLULARI DI SECONDA E TERZA GENERAZIONE** Il sistema GSM. Elementi funzionali costituenti la rete GSM. Caratteristiche del segnale radio: codifica di sorgente e di canale, modulazione e accesso, modellistica del canale. Architettura della rete UMTS. Assegnazione delle frequenze. Modalità di accesso FDD-CDMA e principali caratteristiche dell'interfaccia radio. Velocità di trasmissione ottenibili. (L: 11, E: 5)

**CENNI ALLE RETI IEEE 802.11 E 802.16** Tecniche e protocolli di accesso al mezzo negli standard 802.11 e 802.16. Tecniche di modulazione e codifica. Bande impegnate e velocità di trasmissione dell'informazione. (L: 3, E: 0)

**TECNICHE MIMO** Tecnica MIMO-SVD. Capacità asintotica e tecnica di waterfilling. Gradi di libertà e di diversità di un canale MIMO. Condizioni ambientali che accrescono la capacità e l'affidabilità della trasmissione. Ruolo della selettività angolare di array lineari di antenne. Canale MIMO con fading di Rayleigh. Schema V-BLAST e sua capacità. Casi particolari, con canale noto e non al trasmettitore. (L: 14, E: 7)

**CENNI ALLE RETI LTE** Caratteristiche principali della rete LTE. Formati di modulazione, accesso e condivisione delle bande. Tecnica OFDMA (downlink) e SC-FDMA (uplink). Impiego della tecnica MIMO sul canale PDSCH e velocità di trasmissione massima raggiungibile. Metodo di stima del canale attraverso simboli pilota. (L: 4, E: 0)

### Testi di riferimento:

Materiale fornito dal docente.

1996. S. Rappaport, *Wireless Communications*, Prentice-Hall, 1996.

1997. Holma and A. Toskala, *WCDMA for UMTS – Radio Access for Third Generation Mobile Communications*, Wiley, 2000.

1998. Tse and P. Viswanath, *Fundamentals of Wireless Communication*, Cambridge University Press, 2005.

**Altre informazioni** disponibili all'URL: <http://unimap.unipi.it/registri/dettregistriNEW.php?re=168063:::&ri=6044>

### Modalità di svolgimento dell'esame:

Prova orale.

### Bibliografia e materiale didattico

vedi sopra

### Indicazioni per non frequentanti

vedi sopra

### Modalità d'esame

vedi sopra

### Altri riferimenti web

vedi sopra

Ultimo aggiornamento 01/08/2019 18:55