



## UNIVERSITÀ DI PISA

### COMUNICAZIONI WIRELESS

---

#### RUGGERO REGGIANNINI

|                 |                                       |
|-----------------|---------------------------------------|
| Anno accademico | 2020/21                               |
| CdS             | INGEGNERIA DELLE<br>TELECOMUNICAZIONI |
| Codice          | 553II                                 |
| CFU             | 6                                     |

|                           |            |         |     |                     |
|---------------------------|------------|---------|-----|---------------------|
| Moduli                    | Settore/i  | Tipo    | Ore | Docente/i           |
| COMUNICAZIONI<br>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

*Corequisiti*  
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.



## UNIVERSITÀ DI PISA

**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 pianificazione geografica di una rete cellulare. Vengono quindi tratteggiate le caratteristiche delle reti radiomobili cellulari di seconda (GSM) e terza (UMTS) generazione, 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 quindi illustrate le caratteristiche principali dello standard di quarta generazione LTE. Si tratteggiano infine le principali caratteristiche dei sistemi di quinta generazione (NR).

### 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. Cenni 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. Struttura del ricevitore a decorrelazione. Cenni al ricevitore SIC a cancellazione di interferenza (L: 14, E: 7)

**CENNI ALLE RETI 4G E 5G** Caratteristiche principali della rete 3GPP-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. Cenni alle caratteristiche delle reti NR di quinta generazione (3GPP, Rel. 15 e 16). (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 16/09/2020 11:33