UNIVERSITÀ DI PISA

5G AND BEYOND COMMUNICATIONS

LUCA SANGUINETTI

Academic year	2022/23
Course	INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI
Code	1042I
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
5G AND BEYOND COMMUNICATIONS	ING-INF/03	LEZIONI	60	LUCA SANGUINETTI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze
L'insegnamento ha lo scopo di fornire agli studenti le conoscenze di base relative ai sistemi cellulari di quinta (e futura) generazione, illustrando le principali tecniche di comunicazione impiegate per la trasmissione dell'informazione così come le principali architetture di rete.

Modalità di verifica delle conoscenze
Esame orale

Capacità
Lo studente che passerà l'esame avrà aquisito le conoscenze di base per l'analisi, e il funzionamento delle tecniche di comunicazione nei sistemi 5G.

Modalità di verifica delle capacità
Valutazione di prove assegnate durante le ore di lezione e la prova finale d'esame.

Comportamenti
Gli studenti apprenderanno le tecniche fondamentali per la trasmissione e la ricezione dei dati nelle reti 5G.

Modalità di verifica dei comportamenti
La verifica sarà svolta in occasione della prova orale ma anche durante il corso, sia nell'ambito delle lezioni teoriche che di laboratorio.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Conoscenza delle comunicazioni digitali e dei sistemi di comunicazione.

Indicazioni metodologiche
Lezioni frontali: lezioni frontali, con l'ausilio di diapositive (in inglese)
Modalità di apprendimento:

- Partecipazione alle lezioni
- Studio individuale
- Attività di laboratorio

Frequenza alle lezioni: Consigliata
Metodi di insegnamento:

- Lezioni frontali con il supporto di slide
- Discussione con gli studenti
- Lezioni di laboratorio

Ulteriori forme di interazione con gli studenti:

- Orari di ricevimento per ulteriori chiarimenti e approfondimenti

- e-mail in caso di semplici dubbi da parte dello studente

Programma (contenuti dell'insegnamento)

1. **Introduzione alla rete cellulare 5G:** cenni storici sull'evoluzione dal 4G al 5G, descrizione e funzionamento generale di una rete 5G, requisiti e servizi del 5G (xMBB, uMTC, mMTC).
2. **Tecniche di comunicazione ad antenne multiple:** Richiami sui sistemi space-division multiple-access (SDMA), sistemi MIMO multi-utente nella tratta uplink e downlink con ricevitori ottimi e subottimi di tipo lineare, protocolli di comunicazione (TDD/FDD), sistemi massive MIMO (stima di canale, trasmissioni in uplink e downlink, analisi asintotica), cenni sui sistemi network MIMO e cell-free Massive MIMO.
3. **Comunicazioni ad onde millimetriche:** Modelli di canali di propagazione wireless indoor e outdoor, tecniche di beamforming di tipo singolo-utente e multi-utente, definizione e analisi dei sistemi di comunicazione ibridi (analogici e digitali), impatto delle imperfezioni dei dispositivi hardware, tecniche di accesso alla rete, cenni sulle comunicazioni per frequenze dell'ordine dei therahertz.
4. **Comunicazioni a bassa latenza e/o alta affidabilità:** Introduzione e concetti base sulla latenza nei sistemi di comunicazione, strutture dei pacchetti dati, modelli matematici per l'analisi dei sistemi di comunicazione con pacchetti di breve durata, sistemi dinamici TDD/FDD, algoritmi di scheduling
5. **Architetture di rete:** Small cells, cloud-RAN, reti eterogenee. Cenni sui concetti di virtualizzazione delle funzioni di rete: software defined networking, network functions virtualization.

Bibliografia e materiale didattico

Diapositive presentate durante le lezioni e altro materiale di riferimento che verrà indicato durante il corso, inclusi libri che verranno indicati dal docente.

Indicazioni per non frequentanti

Il docente ha preparato delle slide a supporto dello studio individuale per gli studenti non frequentanti. Al fine di migliorare l'apprendimento, si invitano anche gli studenti non frequentanti a contattare il docente (via email) per ulteriori delucidazioni (e/o approfondimenti).

Modalità d'esame

Esame orale.

Ultimo aggiornamento 19/09/2022 17:52