UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

# COURSE SYLLABUS

# Telecommunication Systems and Services

**2324-1-F1801Q129**

## Obiettivi

Fornire le nozioni necessarie a comprendere le principali problematiche di progettazione e gestione di reti e relativi servizi nell'ambito della comunicazione multimediale, della connettività enterprise e residenziale

## Contenuti sintetici

1. Introduzione alla Teoria della Comunicazione, Multiplazione e Mezzi Trasmissivi
2. Reti di Accesso a Banda Larga
3. Connettività WAN
4. Apparati di Rete e Software-Defined Networking
5. Qualità del Servizio nelle Reti
6. Codifica Vocale e Voice-over-IP
7. Reti Radiomobili
8. Content Delivery Network

## Programma esteso

1. Introduzione alla Teoria della Comunicazione, Multiplazione e Mezzi Trasimissivi

- Canale di trasmissione e capacità di canale
- Modulazione analogica e digitale
- Multiplazione a divisione di frequenza, di tempo e di codice
- Accesso multiplo
- Doppino in rame

- Fibra ottica
- Trasmissione radio

2. Reti di Accesso a Banda Larga

- Rete di accesso fissa in rame, fibra e fibra misto rame (FTTE, FTTH, FTTC, FTTB)
- Tecnologia xDSL e il vectoring
- Reti wireless a a postazione fissa (FWA)
- Reti satellitari con satelliti GEO e LEO (a bassa latenza)

3. Connettività WAN

- Connettività generalizzata e dedicata
- Protocollo MPLS e relativi protocolli di segnalazione (LDP, RSVP-TE)
- Reti private virtuali (VPN): VLAN Ethernet, MPLS virtual private LAN service, IP tunneling

4. Apparati di Rete e Software-Defined Networking

- Architettura di router e switch
- Architettura di firewall, IDS, load balancer e anti-DDoS
- Principi di base dell'SDN (previste esercitazioni pratiche con emulatore di rete)
- Protocollo OpenFlow (previste esercitazioni pratiche con emulatore di rete)
- Principi di base della Network Function Virtualization (NFV)

5. Qualità del Servizio nelle Reti

- Service Level Agreement e Traffic Conditioning Agreement
- Tecniche di policing, shaping e marking
- Tecniche di scheduling
- Call Admission Control (CAC)
- Integrated Services (IntServ)
- Differentiated Services (DiffServ)

6. Codifica Vocale e Voice-over-IP (VoIP)

- Codifiche waveform
- Source codec
- Codec ibridi
- Cause di degrado della voce in una rete a pacchetto
- Segnalazione VoIP: Session Initiation Protocol (SIP)

7. Reti Radiomobili

- Concetti base sulle architetture cellulari
- Pianificazione di rete
- 2G (GSM e GPRS)
- 3G (UMTS e HSPA)
- 4G (LTE)
- 5G

8. Content Delivery Network (CDN)

- Principi e architettura
- Tecniche di DNS redirection e URL rewriting
- La CDN di Akamai

## Prerequisiti

Competenze elementari di networking TCP/IP; aver seguito il corso "Trattamento e codifica di dati multimediali" (o simile) è un plus

## Modalità didattica

Quaranta ore di lezioni frontali in aula e dieci ore di esercitazione pratica, con l'utilizzo di un emulatore di rete (Mininet)

## Materiale didattico

Materiale on-line sul sito web del corso, principalmente slides e documentazione di approfondimento

Testi di riferimento:

- Jim Kurose, Keith Ross, Computer Networking – A Top-Down Approach, 8th Edition, Pearson, 2021
- Martin Sauter, From GSM to LTE-Advanced Pro and 5G: An Introduction to Mobile Networks and Mobile Broadband, 4th Edition, Wiley, 2021

## Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo Anno, Secondo Semestre

## Modalità di verifica del profitto e valutazione

La verifica dell'apprendimento viene effettuata mediante una prova scritta e una successiva prova orale facoltativa, a discrezione dello studente o del docente.

La prova scritta consta di quattro domande aperte sugli argomenti del corso. Nel caso di valutazione minima pari a 18, lo studente può richedere di svolgere la prova orale, la quale annulla il voto dello scritto e deve essere svolta nella medesima sessione della prova scritta. Il docente può richiedere allo studente con valutazione positiva nella prova scritta lo svolgimento di una prova orale, se ritenuto necessario.

Eventuali modifiche alla modalità d'esame sono in fase di valutazione e, nel caso, verranno comunicate agli studenti nella lezione introduttiva del corso.

## Orario di ricevimento

Su appuntamento

## Sustainable Development Goals