



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Ingegneria delle Comunicazioni (2024)

Il corso

Codice corso: 29934

Classe di laurea: LM-27

Durata: 2 anni

Lingua: ITA

Modalità di erogazione:

Dipartimento: INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

Presentazione

Il Corso di Studi in Ingegneria delle Comunicazioni nasce in risposta alle continue sfide dettate dalla nostra società in cui la capacità di comunicare è divenuta un'esigenza primaria e si assiste a una costante espansione della richiesta di tecnologie e metodologie innovative per l'acquisizione, l'elaborazione e lo scambio di informazioni da utilizzarsi in sistemi all'avanguardia e in scenari estremamente diversificati. Accanto alla telefonia mobile, alla rete Internet, alla radionavigazione satellitare, ai sensori per la difesa e il telerilevamento, troviamo le reti di nuova generazione 5G e 6G, gli ambienti smart, e i mercati emergenti dell'automotive e del turismo spaziale. In tutti questi ambiti, l'incrementata capacità nel traffico dati, unita al Machine Learning, all'Intelligenza Artificiale e alle tecnologie per le Comunicazioni, renderanno possibili applicazioni oggi difficilmente immaginabili. Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni ha lo scopo di formare una figura professionale capace di integrare tecnologie e vincoli tecnico-economico-regolatori per l'ideazione, la realizzazione e la gestione di sistemi complessi nel settore dell'ICT. Il/La dottore/dottoressa magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni si caratterizza per un'elevata capacità di analisi sistemistica, sviluppo progettuale, apertura all'innovazione, quindi con spiccata versatilità di impiego nel mondo del lavoro con particolare riferimento ai seguenti ambiti: • internet e reti di telecomunicazioni fisse e mobili; • apparati, infrastrutture e servizi per le comunicazioni; • elaborazione di segnali, immagini e suoni; • sistemi e applicazioni multimediali; • radar, sistemi di sorveglianza e telerilevamento; • sistemi di localizzazione terrestre e satellitare. Il percorso formativo della Laurea Magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni si articola su due anni e prevede: - un primo anno comune nel quale lo/a studente/ssa acquisisce le conoscenze fondamentali per il progetto di diverse tipologie di sistemi di comunicazione - un secondo anno che si articola in diversi percorsi a scelta dello studente che porteranno il laureato magistrale ad acquisire una competenza specifica in uno dei settori di punta nel campo dell'Ingegneria delle Comunicazioni. Il percorso di formazione culmina con lo svolgimento di una tesi di laurea, che costituisce una significativa esperienza nello sviluppo di una capacità di risoluzione di problemi reali e di progettazione nel settore dell'Ingegneria delle Comunicazioni. Il percorso formativo è connotato da adeguata multidisciplinarietà al fine di consentire al/alla Laureato/a Magistrale di interagire efficacemente con gli specialisti degli altri settori dell'ingegneria, in particolare con le altre figure professionali riferibili all'area dell'Ingegneria dell'Informazione, dell'Ingegneria Aerospaziale e dell'Ingegneria Industriale.

Percorso formativo

Curriculum unico				
1° anno				
Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua	
A SCELTA DELLO STUDENTE	2°	6	ITA	
GRUPPO OBB - B				
Gruppo OBB - C				
2° anno				
Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua	
A SCELTA DELLO STUDENTE	2°	6	ITA	
AAF1135 ABILITA' INFORMATICHE	2°	1	ITA	
Obiettivi formativi				
Coordinato con la tesi di laurea per la prova finale, è previsto di norma lo svolgimento di ulteriori attività formative corrisponde ad 1 credito.				
AAF1021 PROVA FINALE	2°	23	ITA	
Obiettivi formativi				
Caratteristiche della prova finale				
La prova finale consiste nella discussione della tesi di laurea e comporta l'acquisizione di 23 crediti. La tesi di laurea è svolta dal candidato sotto la supervisione di un docente del Consiglio d'Area in Ingegneria delle Telecomunicazioni e costituisce un banco di prova per la verifica delle conoscenze acquisite dallo studente e della sua capacità di approfondirle ed applicarle in modo autonomo in un contesto specifico, contribuendo in prima persona all'identificazione di problemi e all'elaborazione e valutazione di soluzioni.				
GRUPPO COM				
Altre Attività				
GRUPPO GEN				
GRUPPO L - LABORATORIO				

Gruppi opzionali

Lo studente deve acquisire 51 CFU fra i seguenti esami				
Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1041728 ELABORAZIONE STATISTICA DEI SEGNALI	1°	1°	9	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
GENERALI Conoscenza: i) degli aspetti di Teoria della Probabilità utilizzati nell'analisi e nella sintesi di parti di sistemi di telecomunicazione; ii) dei concetti fondamentali riguardanti la descrizione energetica di processi aleatori e l'analisi del trasferimento della potenza nel filtraggio; iii) dei fondamenti di statistica matematica e di teoria della stima e della rivelazione; iv) di specifiche tecniche di sintesi di filtri FIR, predizione lineare e stima spettrale. SPECIFICI • Conoscenza e capacità di comprensione: conoscere i fondamenti dell'elaborazione statistica dei segnali, con particolare riguardo alla rappresentazione, trasformazione e analisi di processi aleatori, alla metodologie di stima e rivelazione con applicazione alla sintesi di filtri FIR e stima spettrale. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper applicare tecniche e procedure di elaborazione statistica dei segnali in modo competente e critico. • Autonomia di giudizio: saper valutare le prestazioni di procedure di elaborazione statistica dei segnali • Abilità comunicative: saper descrivere le soluzioni adottate per risolvere problemi di elaborazione statistica dei segnali. • Capacità di apprendimento: capacità di proseguire eventuali successivi studi, e.g. dottorato di ricerca, riguardanti tematiche avanzate di elaborazione statistica dei segnali.				
1021999 SISTEMI DI ACCESSO	1°	1°	9	ITA
Obiettivi formativi				
GENERALI Conoscenza di tecniche e protocolli per l'accesso al mezzo nei sistemi di telecomunicazioni wireless, includendo sia tecniche classiche di canalizzazione (TDMA, FDMA, CDMA) che soluzioni più innovative quali quelle adottate nei sistemi Ultra Wide Band (UWB) e reti radio cognitive. Progettazione di algoritmi per il controllo e la gestione della risorsa (Medium Access Control, MAC) in sistemi sia centralizzati che distribuiti. Conoscenza delle soluzioni adottate per l'accesso al mezzo e la gestione della risorsa in reti wireless di quarta e quinta generazione sia in banda licenziata (UMTS, LTE) che in bande condivise (Wi-Fi, Bluetooth, LTE-U, UWB). SPECIFICI • Conoscenza e capacità di comprensione: tecniche di multiplazione, algoritmi e protocolli per l'accesso al mezzo wireless e il controllo della risorsa in reti wireless. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: analisi e dimensionamento di reti wireless in funzione del traffico offerto e de protocollo di accesso adottato sia attraverso l'approccio analitico che con l'utilizzo di strumenti software per la simulazione di singoli link o di reti. • Autonomia di giudizio: capacità di affrontare un progetto di dimensionamento di una rete wireless identificando vincoli e obiettivi imposti sugli indici prestazionali, selezionando lo strumento o gli strumenti più opportuni per completare in modo corretto ed efficiente il progetto stesso • Abilità comunicative: saper esporre coerentemente e chiaramente tematiche relative all'accesso al mezzo nelle reti wireless, combinando la padronanza della trattazione analitica con la capacità di sintetizzare le caratteristiche delle tecniche studiate. • Capacità di apprendimento: (assente)				
1032223 TEORIA DELL'INFORMAZIO NE E CODICI	1°	1°	9	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Conoscenza dei fondamenti della teoria dell'informazione, della codificazione di sorgente e di canale, della crittografia e dei principali algoritmi impiegati nella pratica. Conoscenze di base sulla biometria. Approfondimenti su alcuni aspetti specialistici delle trasmissioni numeriche.				
Specifici				
· Conoscenza e capacità di comprensione: metodi di codifica e decodifica di sorgente, canale e cripto, metodi della biometria e delle trasmissioni numeriche				
· Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper applicare tecniche e procedure di codifica e decodifica, e tecniche avanzate di trasmissione digitale, in modo competente e critico.				
· Autonomia di giudizio: (assente)				
· Abilità comunicative: saper descrivere le soluzioni adottate per risolvere problemi di codifica e di trasmissione dell'informazione				
· Capacità di apprendimento: capacità di proseguire gli studi successivi riguardanti i sistemi digitali per la trasmissione dell'informazione.				
TEORIA DELL'INFORMAZIO NE E CODICI	1°	1°	6	ITA
Obiettivi formativi				
Conoscenza dei fondamenti della teoria dell'informazione, della codificazione di sorgente e di canale, della crittografia e dei principali algoritmi impiegati nella pratica. Conoscenze di base sulla biometria. Approfondimenti su alcuni aspetti specialistici delle trasmissioni numeriche.				
Specifici				
· Conoscenza e capacità di comprensione: metodi di codifica e decodifica di sorgente, canale e cripto, metodi della biometria e delle trasmissioni numeriche				
· Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper applicare tecniche e procedure di codifica e decodifica, e tecniche avanzate di trasmissione digitale, in modo competente e critico.				
· Autonomia di giudizio: (assente)				
TEORIA DELL'INFORMAZIO NE E CODICI	1°	1°	3	ITA
Obiettivi formativi				
Conoscenza dei fondamenti della teoria dell'informazione, della codificazione di sorgente e di canale, della crittografia e dei principali algoritmi impiegati nella pratica. Conoscenze di base sulla biometria. Approfondimenti su alcuni aspetti specialistici delle trasmissioni numeriche.				
Specifici				
· Conoscenza e capacità di comprensione: metodi di codifica e decodifica di sorgente, canale e cripto, metodi della biometria e delle trasmissioni numeriche				
· Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper applicare tecniche e procedure di codifica e decodifica, e tecniche avanzate di trasmissione digitale, in modo competente e critico.				
· Autonomia di giudizio: (assente)				

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1031984 FONDAMENTI DI COMUNICAZIONI	1°	1°	9	ITA

Obiettivi formativi

1. OBIETTIVI FORMATIVI

Lo scopo del modulo è quello di descrivere e analizzare le funzioni e le prestazioni dei principali blocchi che costituiscono i sistemi di comunicazione analogici e numerici e le reti numeriche a commutazione di pacchetto, anche in relazione ai peggioramenti tipicamente introdotti dai canali trasmissivi (rumore e distorsioni) e dagli apparati di multiplazione, accesso e commutazione.

2. Risultati di apprendimento attesi

Ci si attende che lo studente acquisisca le nozioni di base circa le architetture, i principi di funzionamento e le prestazioni dei sistemi di TLC. Sono richieste conoscenze di base di Teoria dei Segnali ed Elaborazione Numerica dei Segnali.

3. Prerequisiti

Conoscenze di base di Teoria dei Segnali e di Elaborazione Numerica dei Segnali.

1041882 ANTENNE E PROPAGAZIONE	1°	1°	6	ITA
--	----	----	---	-----

Obiettivi formativi

GENERALI

Il modulo intende fornire le conoscenze di base relative alle antenne e ai meccanismi di propagazione elettromagnetica dei segnali insieme con gli strumenti metodologici per la loro applicazione al trasferimento a distanza dell'informazione. Le competenze acquisite riguarderanno in primo luogo le caratteristiche della radiazione elettromagnetica, le tipologie e le tecniche di progetto delle antenne con le relative applicazioni per i diversi sistemi di telecomunicazione e di controllo. Si approfondiranno quindi gli aspetti della propagazione elettromagnetica in ambienti complessi per sistemi wireless, satellitari e radar. Completano il percorso formativo lo studio delle procedure di analisi assistita al calcolatore, le tecniche di misura e le tematiche di impatto ambientale dei campi elettromagnetici.

SPECIFICI

- Conoscenza e capacità di comprensione: conoscere e saper comprendere gli aspetti metodologici dello studio e caratterizzazione delle antenne; conoscere e saper comprendere gli aspetti metodologici della propagazione del campo elettromagnetico nell'ambiente; conoscere gli strumenti di misura dei campi elettromagnetici e i software per la simulazione.
- Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper applicare le tecniche di analisi e sintesi per la progettazione di antenne; saper applicare le tecniche di misura dei campi elettromagnetici.
- Autonomia di giudizio: essere in grado di formulare una propria valutazione relativa al funzionamento delle antenne e caratteristiche propagative del campo elettromagnetico in ambienti complessi; essere in grado di raccogliere informazioni aggiuntive per conseguire una maggiore consapevolezza relativa ai campi elettromagnetici nell'ambiente.
- Abilità comunicative: saper descrivere le caratteristiche radiative delle antenne; saper comunicare i valori di campo elettromagnetico nell'ambiente
- Capacità di apprendimento: saper continuare l'apprendimento in un continuo aggiornamento relativo ai sistemi di antenna e propagazione del campo elettromagnetico nell'ambiente; essere in grado di proseguire negli studi per approfondire ulteriori aspetti relativi ai campi elettromagnetici radiati

10589769 RADIOTECNICA E RADIOLOCALIZZAZ IONE	1°	1°	6	ITA
---	----	----	---	-----

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
La finalità del corso è duplice:				
(i) Fornire gli strumenti concettuali ed analitici necessari per comprendere il funzionamento e la struttura dei sistemi di Radiolocalizzazione, con specifico riferimento ai Sistemi di Navigazione Satellitare (GPS, Galileo, ecc..) ed ai Sistemi Radar di Sorveglianza (controllo del traffico aereo e marittimo) ed ai Sistemi Radar di Immagine per l'Osservazione della Terra.				
(ii) Illustrare lo schema generale e i singoli componenti di un ricetrasmittitore radio, con riferimento agli apparati di Navigazione Satellitare, Radar e Telecomunicazioni, fornendo elementi base per il suo dimensionamento.				
SPECIFICI				
• Conoscenza e capacità di comprensione: dimostrare di avere conoscenze e capacità di comprensione nell'ambito dei sistemi di radiolocalizzazione e della struttura di un radio ricevitore. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper utilizzare i principi del posizionamento tramite sensori radio e gli schemi di ricezione in modo competente e critico. • Autonomia di giudizio: riflettere sulle responsabilità sociali ed etiche collegate alla privacy dell'informazione di posizione. • Abilità comunicative: saper comunicare informazioni, problemi e soluzioni relative al posizionamento ed alla struttura dei ricevitori radio a interlocutori specialisti e non specialisti. • Capacità di apprendimento: sviluppare le competenze necessarie per intraprendere studi successivi, che fanno riferimento ad apparati radio riceventi per telecomunicazioni, posizionamento o sorveglianza con un alto grado di autonomia.				
10616880 SISTEMI RADAR	1°	2°	9	ITA
SISTEMI RADAR II	1°	2°	3	ITA
SISTEMI RADAR I	1°	2°	6	ITA
1022012 TECNICHE E MODELLI DI RETE	1°	2°	9	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
GENERALI Il corso di Tecniche e Modelli di Rete si propone di illustrare sia l'evoluzione delle tecniche e dei protocolli di rete e di proporre i modelli analitici utili per il dimensionamento delle reti di telecomunicazione. In particolare, sono approfondite le funzioni di "networking" ovvero le funzioni che regolano la condivisione delle risorse di rete (resource sharing) tra i flussi informativi in modo da ottenere fissati valori di QoS e un'utilizzazione efficiente delle risorse. SPECIFICI • Conoscenza e capacità di comprensione: A compimento del corso, lo studente avrà acquisito le conoscenze della teoria del networking che potranno permettergli di effettuare le scelte più opportune per un efficiente progetto di una rete raggiungendo il pieno soddisfacimento dei requisiti di costo e prestazioni. L'uso dei modelli analitici permetterà inoltre di verificare quantitativamente la qualità delle scelte effettuate. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Il corso ha l'obiettivo in primo luogo di far acquisire allo studente la capacità di comprendere i problemi connessi all'evoluzione delle tecniche di networking e allo stesso tempo di affrontare i problemi elementari di analisi e di dimensionamento di una rete. A questo fine, durante Il corso sono previste specifiche attività di gruppo per l'analisi di problemi tratti dalla recente letteratura tecnica. • Autonomia di giudizio: Il corso ha lo scopo di mettere in grado lo studente di affrontare in autonomia specifici problemi inerenti l'analisi ed il dimensionamento delle reti e di valutare il grado di soddisfacimento dei requisiti di progetto. In particolare, l'obiettivo è quello di stimolare un approccio critico ai risultati raggiunti che permetta, eventualmente, di proporre evoluzioni delle tecniche utilizzate durante il progetto. • Abilità comunicative: Allo scopo di incrementare le abilità di presentazione e di sostenere un confronto critico, lo studente è chiamato a presentare i risultati delle sua attività personali sia durante il corso delle lezioni sia in sede di esame e a sostenere un dibattito critico sui risultati raggiunti. • Capacità di apprendimento: Il corso, attraverso la frequenza delle lezioni e l'esecuzione delle attività di approfondimento proposte, ha lo scopo di stimolare lo studente nel processo di apprendimento, mettendolo in grado di acquisire la capacità individuale di analisi critica delle soluzioni architetture e quella di contribuire alla loro evoluzione.				
1022018 TEORIA DEI SEGNALI	1°	2°	9	ITA
Obiettivi formativi				
CONOSCENZA E COMPrensIONE. Alla fine del corso lo studente ha appreso come modellare matematicamente la trasmissione di informazione mediante segnali e come estrarre informazioni utili dai segnali CAPACITÀ APPLICATIVE. Lo studente apprende i fondamenti dell'applicazione della teoria dei segnali ai sistemi di telecomunicazione e di telerilevamento AUTONOMIA DI GIUDIZIO. Durante il corso, gli studenti vengono costantemente invitati a riflettere in modo critico sui modi per trasmettere informazione mediante segnali. Vengono consigliati libri di testo alternativi per favorire lo sviluppo del senso critico. ABILITÀ DI COMUNICAZIONE. L'abilità di comunicare viene insegnata mediante le lezioni e mediante la verifica dei testi scritti dagli studenti durante le prove di esame. CAPACITÀ DI APPRENDERE. Agli studenti viene insegnato durante il corso a saper provvedere in modo autonomo negli studi facendo continui richiami ai legami degli argomenti insegnati nel corso e le attività lavorative collegate				
1021941 CAMPI ELETTRROMAGNETI CI	1°	2°	9	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Conoscenza di alcuni argomenti di base nel settore dell'elettromagnetismo applicato, comprendenti fondamenti di elettromagnetismo, onde elettromagnetiche e loro proprietà di propagazione libera e guidata, modelli circuitali a costanti distribuite e radiazione. SPECIFICI • Conoscenza e capacità di comprensione: conoscere e comprendere le equazioni e i teoremi fondamentali dell'elettromagnetismo, le onde piane dello spazio libero e le loro proprietà di riflessione e rifrazione su interfaccia piana, il formalismo delle linee di trasmissione, i fondamenti della propagazione guidata e della radiazione in spazio libero. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper applicare le conoscenze teoriche acquisite per risolvere semplici problemi numerici sugli argomenti del corso. • Autonomia di giudizio: (assente) • Abilità comunicative: saper illustrare gli argomenti del corso derivando i risultati dalle equazioni fondamentali e descrivendone il significato fisico e l'importanza applicativa. • Capacità di apprendimento: capacità di affrontare ulteriori approfondimenti nel settore dell'elettromagnetismo applicato, in particolare sulle antenne, la propagazione e il progetto di componenti ad alta frequenza.				
1045006 ENGINEERING ELECTROMAGNETI CS	1°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
GENERALI Il modulo intende fornire gli strumenti metodologici e le conoscenze applicative relative ai componenti e ai circuiti per il trattamento elettromagnetico dei segnali nei moderni sistemi per le telecomunicazioni e il telerilevamento. Le competenze acquisite riguarderanno le proprietà dei dispositivi in alta frequenza con attenzione alla propagazione guidata e alla generazione, elaborazione e ricezione dei segnali per sistemi a microonde e ottici. Completa il percorso formativo lo studio delle procedure di analisi e progetto assistite al calcolatore, della strumentazione e delle tecniche di misura di dispositivi e circuiti in alta frequenza. SPECIFICI • Conoscenza e capacità di comprensione: conoscere e saper comprendere gli aspetti metodologici dello studio e caratterizzazione dei componenti, dispositivi e circuiti in alta frequenza; conoscere gli strumenti di misura e i software per la simulazione dei componenti per i circuiti in alta frequenza. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper applicare le tecniche di analisi e sintesi per la progettazione di circuiti a microonde e ottici; saper applicare le tecniche di misura per la caratterizzazione dei dispositivi. • Autonomia di giudizio: essere in grado di raccogliere informazioni aggiuntive per conseguire una maggiore consapevolezza relativa ai dispositivi impiegati alle alte frequenze nell'ambito dell'ICT. • Abilità comunicative: saper descrivere le caratteristiche dei circuiti e sistemi in alta frequenza. • Capacità di apprendimento: saper estendere l'apprendimento in un continuo aggiornamento relativo ai dispositivi e ai sistemi in alta frequenza per il trattamento delle informazioni; essere in grado di proseguire negli studi per approfondire ulteriori aspetti relativi alle diverse applicazioni dei campi elettromagnetici.				
1021774 ELABORAZIONE NUMERICA DEI SEGNALI	1°	2°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
GENERALI				
Conoscenza dei metodi di rappresentazione e dei fondamenti dell'elaborazione di segnali numerici. Maturazione di una visione più completa su alcuni specifici aspetti applicativi, quali campionamento e ricostruzione di segnali e filtraggio numerico.				
SPECIFICI				
• Conoscenza e capacità di comprensione: conoscere i metodi di rappresentazione e i fondamenti dell'elaborazione di segnali numerici. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper applicare tecniche e procedure di elaborazione di segnali numerici in modo competente e critico. • Autonomia di giudizio: (assente) • Abilità comunicative: saper descrivere le soluzioni adottate per risolvere problemi di elaborazione di segnali numerici. • Capacità di apprendimento: capacità di proseguire gli studi successivi riguardanti tematiche avanzate di elaborazione di segnali, e.g. elaborazione statistica.				
10589999 EARTH OBSERVATION	1°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
Il modulo ha l'obiettivo di fornire una conoscenza di base ed a largo spettro sui sistemi di telerilevamento per l'Osservazione della Terra da aereo e da satellite. Descrivere, con approccio sistemistico, i requisiti e le caratteristiche di massima del sistema in relazione alla applicazione finale. Illustrare le basi fisiche del telerilevamento e semplici modelli di interazione elettromagnetica con i mezzi naturali utili alla interpretazione dei dati. Illustrare o richiamare i principi di funzionamento dei principali sensori di telerilevamento nelle diverse regioni dello spettro elettromagnetico. Fornire una panoramica sulle informazioni sull'ambiente terrestre (atmosfera, mare, vegetazione, etc.) rilevabili nelle diverse bande dello spettro elettromagnetico. Illustrare le principali tecniche di elaborazione dei dati telerilevati ai fini della generazione di prodotti applicativi, anche con l'ausilio di esercitazioni al calcolatore. Conoscere le principali missioni spaziali di Osservazione della Terra, e le caratteristiche più significative dei prodotti forniti agli utenti finali.				
10589770 INTERNET	1°	2°	6	ITA
Obiettivi formativi				
I principali obiettivi del corso sono i seguenti: conoscenza sulla classificazione delle reti e dei servizi di telecomunicazioni; capacità di dimensionare le risorse trasmissive di una rete di TLC; capacità di identificare una architettura di comunicazione e un servizio di rete adeguati in relazione ai requisiti di Qualità di Servizio richieste; conoscenza sulle reti in area locale; conoscenza di una rete Internet. L'esame prevede una prova scritta, una prova pratica di configurazione di una rete Internet e una prova orale che permetteranno di valutare le capacità critiche, di giudizio, di comunicare e di studio autonomo acquisite dallo studente.				
10593152 OPTICAL COMMUNICATION SYSTEMS	1°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
GENERALI				
Conoscenza: i) dei principi fisici dei componenti e dispositivi dei sistemi di telecomunicazione ottici; ii) dei concetti avanzati dell'architettura dei sistemi di telecomunicazione ottici; iii) delle tecniche di modulazione del segnale e di valutazione delle prestazioni del sistema; iv) della gerarchia degli strati delle reti di telecomunicazione ottica, e delle loro interconnessioni.				
SPECIFICI				
• Conoscenza e capacità di comprensione: conoscere i meccanismi fisici che determinano il funzionamento dei dispositivi ottici, e le architetture che permettono di integrare tali componenti in un sistema di telecomunicazione ottico punto-punto, e successivamente in una rete complessa a diversi livelli di trasparenza del segnale. Conoscenza dei metodi di analisi delle prestazioni dei sistemi di telecomunicazione ottici. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper applicare tecniche di simulazione numerica e metodi di caratterizzazione dei dispositivi e dei sistemi attraverso esperimenti virtuali, in modo competente e critico. • Autonomia di giudizio: saper valutare le proprietà e prestazioni di un dispositivo e di un sistema di telecomunicazione ottico. • Abilità comunicative: saper descrivere attraverso elaborati scritti e colloquio orale le soluzioni adottate per risolvere problemi di trasmissione dei segnali ottici. • Capacità di apprendimento: capacità di apprendere da molteplici sorgenti di informazione, e di proseguire eventuali successivi studi, e.g. dottorato di ricerca, riguardanti tematiche avanzate di sintesi, analisi e trasmissione del segnale ottico.				
10607155 RETI DI TELECOMUNICAZIONI	1°	2°	9	ITA

Lo studente deve acquisire 9 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1031984 FONDAMENTI DI COMUNICAZIONI	1°	1°	9	ITA
Obiettivi formativi				
1. OBIETTIVI FORMATIVI				
Lo scopo del modulo è quello di descrivere e analizzare le funzioni e le prestazioni dei principali blocchi che costituiscono i sistemi di comunicazione analogici e numerici e le reti numeriche a commutazione di pacchetto, anche in relazione ai peggioramenti tipicamente introdotti dai canali trasmissivi (rumore e distorsioni) e dagli apparati di multiplexing, accesso e commutazione.				
2. Risultati di apprendimento attesi				
Ci si attende che lo studente acquisisca le nozioni di base circa le architetture, i principi di funzionamento e le prestazioni dei sistemi di TLC. Sono richieste conoscenze di base di Teoria dei Segnali ed Elaborazione Numerica dei Segnali.				
3. Prerequisiti				
Conoscenze di base di Teoria dei Segnali e di Elaborazione Numerica dei Segnali.				
10593150 MACHINE LEARNING	1°	2°	9	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
GENERALI				
Conoscenza degli elementi teorici fondamentali del Machine Learning (ML): i) spazi vettoriali metrici e teoria della misura; ii) metodi e algoritmi per la ottimizzazione non vincolata e vincolata orientati al ML; iii) intelligenza artificiale a ispirazione biologica e non biologica; iv) metodi per riduzione della dimensionalità e la rappresentazione parsimoniosa dei dati e dell'informazione in genere; v) progetto di algoritmi robusti per il ML; vi) metodi e protocolli di analisi prestazionale degli algoritmi ML.				
SPECIFICI				
• Conoscenza e capacità di comprensione: conoscere i fondamenti del ML, con particolare riguardo alla definizione di algoritmi discriminativi e generativi; lineari, non lineari; con e senza supervisione; per applicazioni statiche e dinamiche; di tipo on-line, batch e mini-batch. • Capacità di applicare le conoscenze e comprensione: saper applicare tecniche e procedure di ML nei problemi più comuni descritti nel corso quali: la classificazione, regressione, predizione e clustering; in ambienti dati eterogenei, rumorosi e complessi. • Autonomia di giudizio: relativamente alla possibile soluzione ottimale con metodi ML del problema, • Abilità comunicative: saper descrivere le soluzioni adottate per risolvere problemi di ML. • Capacità di apprendimento: apprendimento autonomo su testi specialistici; capacità di proseguire eventuali successivi studi, e.g. dottorato di ricerca, riguardanti tematiche avanzate di ML e/o specializzazione su domini applicativi specifici (ad esempio, finanza, biomedicina, industria, servizi terziario avanzato, ecc).				
1021941 CAMPI ELETTROMAGNETICI	1°	2°	9	ITA
Obiettivi formativi				
Conoscenza di alcuni argomenti di base nel settore dell'elettromagnetismo applicato, comprendenti fondamenti di elettromagnetismo, onde elettromagnetiche e loro proprietà di propagazione libera e guidata, modelli circuitali a costanti distribuite e radiazione.				
SPECIFICI				
• Conoscenza e capacità di comprensione: conoscere e comprendere le equazioni e i teoremi fondamentali dell'elettromagnetismo, le onde piane dello spazio libero e le loro proprietà di riflessione e rifrazione su interfaccia piana, il formalismo delle linee di trasmissione, i fondamenti della propagazione guidata e della radiazione in spazio libero. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper applicare le conoscenze teoriche acquisite per risolvere semplici problemi numerici sugli argomenti del corso. • Autonomia di giudizio: (assente) • Abilità comunicative: saper illustrare gli argomenti del corso derivando i risultati dalle equazioni fondamentali e descrivendone il significato fisico e l'importanza applicativa. • Capacità di apprendimento: capacità di affrontare ulteriori approfondimenti nel settore dell'elettromagnetismo applicato, in particolare sulle antenne, la propagazione e il progetto di componenti ad alta frequenza.				

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1021874 RADAR MULTIFASCIO E MULTIFUNZIONE	2°	1°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Sono introdotte le moderne tecniche di elaborazione adattive e non adattive che consentono il controllo di fasci multipli e della loro forma per la stima della direzione di arrivo, il tracciamento, la cancellazione di interferenti e la elaborazione tridimensionale. Al termine del modulo lo studente ha acquisito la capacità di progettare un sistema radar a fasci multipli, dimensionandone i parametri fondamentali. Inoltre conosce le principali tecniche per la elaborazione adattiva di dati radar multi-canale ed è in grado di valutarne le prestazioni sia per via teorica che mediante simulazioni. SPECIFICI • Conoscenza e capacità di comprensione: dimostrare conoscenze e capacità di comprensione in merito a sistemi radar avanzati che sfruttano la disponibilità di fasci di antenna multipli con metodologie e soluzioni tecnologiche allo stato dell'arte o innovativi rispetto allo stato dell'arte. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper applicare le metodologie e le tecniche radar multifascio per risolvere problemi di dimensionamento dei corrispondenti sistemi e/o di elaborazione dei segnali ricevuti. • Autonomia di giudizio: saper formulare giudizi critici in merito a soluzioni tecnologiche e progettuali alternative e, conseguentemente, acquisire gli strumenti per operare scelte ponderate. • Abilità comunicative: saper illustrare in modo critico le conoscenze acquisite e i risultati conseguiti descrivendo le procedure adottate a interlocutori specialisti del settore, avvalendosi di un linguaggio tecnico e di un registro adeguati. • Capacità di apprendimento: saper studiare in modo autonomo acquisendo la capacità di rilevare errori e, conseguentemente, di identificare gli approcci correttivi più appropriati in una procedura iterativa auto-gestita.				
1021895 SISTEMI CABLATI A BANDA LARGA	2°	1°	6	ITA
Obiettivi formativi				
1. Obiettivi del modulo e capacità acquisite dallo studente - Lo scopo del corso è quello di presentare (in forma omogenea e unificata) i servizi offerti, i requisiti di Qualità del Servizio, le architetture di riferimento (hw e sw), i principi di funzionamento e l' analisi prestazionale dei principali paradigmi di reti multimediali a commutazione di pacchetto per l'accesso a banda larga ad Internet da parte di utenti fissi e nomadi, anche con riferimento alle emergenti infrastrutture di comunicazione/calcolo per applicazioni CLOUD e BIG DATA. 2. Risultati di apprendimento attesi -Ci si attende che lo studente che abbia seguito il corso acquisisca le nozioni e le metodologie di base necessarie per la progettazione e il dimensionamento delle reti cablate a banda larga sotto vincoli di QoS per applicazioni integrate di comunicazione/calcolo (Reti Multimediali, CLOUD computing e BIG DATA). 3. Prerequisiti Buona conoscenza delle nozioni di base dei corsi di Sistemi di Comunicazione e di Reti di TLC.				
1044577 COMPUTATIONAL INTELLIGENCE	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
CONOSCENZA E COMPRENSIONE. Sono forniti i principi di base della progettazione di sistemi automatici per il machine learning (problemi di classificazione, clustering, approssimazione funzionale e predizione) basati su tecniche di Intelligenza Computazionale (reti neurali, logica fuzzy, algoritmi evolutivi). Gli studenti che passano la prova finale saranno in grado di leggere e comprendere testi ed articoli su argomenti avanzati nell'ambito del Soft Computing e dell'Intelligenza Computazionale (Reti neurali, meta-euristiche di ottimizzazione, sistemi fuzzy). CAPACITÀ APPLICATIVE. Gli studenti che passano la prova finale saranno in grado di applicare i principi metodologici e gli algoritmi studiati per la progettazione di innovativi sistemi di machine learning, in contesti multidisciplinari. AUTONOMIA DI GIUDIZIO. Gli studenti che passano la prova finale saranno in grado di analizzare i requisiti di progettazione e di scegliere il sistema di machine learning che meglio si adatta al caso di studio. ABILITÀ DI COMUNICAZIONE. Gli studenti che passano la prova finale saranno in grado di compilare un rapporto tecnico e di realizzare una opportuna presentazione finalizzato a documentare un qualunque lavoro di progettazione, sviluppo e misura di prestazioni inerente un sistema di machine learning. CAPACITÀ DI APPRENDERE. Gli studenti che passano la prova finale saranno in grado di proseguire in autonomia l'approfondimento dei temi trattati a lezione, realizzando il necessario processo di apprendimento continuo che caratterizza la professionalità in ambito ICT.				
10596629 DIGITAL AUDIO SIGNAL PROCESSING	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
GENERALI Conoscenza degli elementi teorici fondamentali del Digital Audio Signal Processing (DASP): i) fondamenti di acustica lineare e non lineare; ii) fondamenti di teoria dei circuiti a costanti concentrate e distribuite per la modellazione acustica complessa; iii) fondamenti di psicoacustica; iv) acustica di ambienti confinati; v) concetti fondamentali per la scrittura di algoritmi di elaborazione del segnale audio; vi) metodi della intelligenza artificiale orientati al trattamento del segnale audio. SPECIFICI • Conoscenza e capacità di comprensione: conoscere i fondamenti del DASP, con particolare riguardo alla definizione di algoritmi di analisi, sintesi dei segnali audio batch e real-time. • Capacità di applicare le conoscenze e comprensione: saper applicare tecniche e procedure del DASP nei problemi più comuni descritti nel corso quali: il filtraggio dei segnali audio, la analisi computazionale di scenari acustici complessi, i metodi di analisi e sintesi del segnale audio. • Autonomia di giudizio: relativamente alla possibile soluzione ottimale con metodi DASP del problema. • Abilità comunicative: saper descrivere le soluzioni adottate per risolvere problemi di DASP. • Capacità di apprendimento: apprendimento autonomo su testi specialistici; capacità di proseguire eventuali successivi studi, e.g. dottorato di ricerca, riguardanti tematiche avanzate di DASP.				
10606343 RADAR IMAGING TECHNIQUES	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Conoscenza e capacità di comprensione: conoscere i principi di funzionamento e di dimensionamento dei sistemi SAR, i principali modi operativi e le relative tecniche per la focalizzazione/autofocalizzazione dell'immagine e per l'estrazione di informazione dall'immagine già focalizzata. Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper operare delle scelte per il dimensionamento di sistemi SAR, saper applicare tecniche di focalizzazione/autofocalizzazione e di estrazione dell'informazione in modo competente e critico. Autonomia di giudizio: sapere integrare ed utilizzare le conoscenze acquisite ai fini del dimensionamento di sistema e della predisposizione di catene di elaborazione del segnale SAR costituite dall'interconnessione di più stadi e sapere analizzare criticamente i corrispondenti risultati. Lo sviluppo dell'autonomia di giudizio è potenziato dall'attività richiesta dall'elaborato di fine corso (homework). Abilità comunicative: saper descrivere con linguaggio appropriato le soluzioni adottate per risolvere problemi di dimensionamento di sistema ed elaborazione del segnale SAR e sapere illustrare e discutere i risultati ottenuti a seguito dell'elaborazione. Lo sviluppo delle abilità comunicative è potenziato dalla prova di esame consistente in una opportuna discussione dell'attività svolta relativamente all'elaborato di fine corso (homework) avendo come supporto una presentazione PowerPoint. Capacità di apprendimento: capacità di completare lo studio teorico con l'applicazione pratica di quanto studiato operando a tale fine in modo autonomo				
10606316 SPACE RADAR SYSTEMS	2°	1°	6	ENG
1021879 RETI MOBILI E MULTIMEDIALI	2°	2°	6	ITA
Obiettivi formativi				
GENERALI Conoscenza delle tecniche attualmente disponibili per assicurare il trasferimento di informazione multimediale tra utenti in condizione di mobilità. Descrizione delle diverse soluzioni architetturali: dalle reti wireless alle reti cellulari (UMTS, LTE e 5G). SPECIFICI • Conoscenza e capacità di comprensione: maturazione di una visione globale delle componenti architetturali di una rete mobile, dagli aspetti trasmissivi alle soluzioni di controllo. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper operare, con metodo ingegneristico, nel campo delle tecniche di rete a supporto delle comunicazioni mobili. • Autonomia di giudizio: (assente) • Abilità comunicative: saper descrivere le tecniche di rete utilizzate per risolvere problemi di interconnessione di utenti in mobilità. • Capacità di apprendimento: capacità di proseguire gli studi successivi riguardanti gli aspetti retistici di una rete mobile.				
10593152 OPTICAL COMMUNICATION SYSTEMS	2°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
GENERALI				
Conoscenza: i) dei principi fisici dei componenti e dispositivi dei sistemi di telecomunicazione ottici; ii) dei concetti avanzati dell'architettura dei sistemi di telecomunicazione ottici; iii) delle tecniche di modulazione del segnale e di valutazione delle prestazioni del sistema; iv) della gerarchia degli strati delle reti di telecomunicazione ottica, e delle loro interconnessioni.				
SPECIFICI				
• Conoscenza e capacità di comprensione: conoscere i meccanismi fisici che determinano il funzionamento dei dispositivi ottici, e le architetture che permettono di integrare tali componenti in un sistema di telecomunicazione ottico punto-punto, e successivamente in una rete complessa a diversi livelli di trasparenza del segnale. Conoscenza dei metodi di analisi delle prestazioni dei sistemi di telecomunicazione ottici. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper applicare tecniche di simulazione numerica e metodi di caratterizzazione dei dispositivi e dei sistemi attraverso esperimenti virtuali, in modo competente e critico. • Autonomia di giudizio: saper valutare le proprietà e prestazioni di un dispositivo e di un sistema di telecomunicazione ottico. • Abilità comunicative: saper descrivere attraverso elaborati scritti e colloquio orale le soluzioni adottate per risolvere problemi di trasmissione dei segnali ottici. • Capacità di apprendimento: capacità di apprendere da molteplici sorgenti di informazione, e di proseguire eventuali successivi studi, e.g. dottorato di ricerca, riguardanti tematiche avanzate di sintesi, analisi e trasmissione del segnale ottico.				
10596286 MULTIMEDIA SYSTEMS FOR 5G	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
GENERALI				
Conoscenza:				
i) dei più avanzati sistemi e servizi multimediali, dallo streaming al broadcasting, video e voice over IP, ai servizi di extended reality.				
ii) delle principali tecnologie impiegate in un servizio di comunicazione multimediale e delle architetture protocollari che supportano i servizi				
SPECIFICI				
• maturazione di una visione a tutto campo delle problematiche relative ai servizi multimediali, dagli aspetti di signal processing a quelli di networking, • capacità di analizzare e progettare soluzioni per diversi servizi multimediali emergenti (e.g. extended reality, adaptive live streaming). • Autonomia di giudizio: saper valutare principali criticità e specificità dei diversi servizi • Capacità di apprendimento: capacità di leggere documenti scientifici avanzati nel campo dei sistemi multimediali. • Abilità comunicative: saper inquadrare e definire soluzioni tecniche innovative				

10612271 DEEP LEARNING	2°	2°	6	ENG

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
AAF1149 altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	2°	1°	3	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi acquisizione di soft skills quali: i) capacità di trasferire conoscenza ii) lavorare in team coordinati iii) capacità di sviluppare la propria attività on demand e on the fly				
AAF1152 altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	2°	1°	6	ITA
Obiettivi formativi acquisizione di soft skills quali: i) capacità di trasferire conoscenza ii) lavorare in team coordinati iii) capacità di sviluppare la propria attività on demand e on the fly				
AAF1161 ULTERIORI CONOSCENZE LINGUISTICHE	2°	1°	3	ITA
Obiettivi formativi GENERALI Miglioramento della conoscenza della lingua inglese SPECIFICI • Conoscenza e capacità di comprensione: comprensione testi scritti in lingua inglese • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: assente • Autonomia di giudizio: assente • Abilità comunicative: • Capacità di descrivere con chiarezza le soluzioni da proposte con particolare riferimento agli aspetti tecnici relativi, e di presentazione e discussione di un proprio elaborato, in inglese. • Capacità di apprendimento: capacità di proseguire gli studi successivi in discipline inerenti l'Ingegneria delle Comunicazioni.				

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1023029 ELABORAZIONE DELLE IMMAGINI	2°	1°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
GENERALI Il Corso é finalizzato a fornire allo studente una visione di insieme delle problematiche dell'elaborazione delle immagini, quali la rappresentazione in domini trasformati, il filtraggio, la codifica, e delle relative principali applicazioni (Restauro, Denoising, Enhancement, Segmentazione, etc). Al termine del corso lo studente conosce le principali forme di rappresentazione per l'elaborazione dei segnali e delle immagini tanto in un dominio analogico che in un dominio digitale, ed è in grado di applicare strumenti software per il raggiungimento di prefissati obiettivi di elaborazione. Tramite lo sviluppo di approfonditi elaborati teorico-pratici lo studente acquisisce capacità di i) comprensione autonoma di articoli scientifici avanzati nel campo dell'elaborazione delle immagini, ii) esposizione di contenuti correlati, iii) realizzazione e valutazione critica di esperimenti di elaborazione. Gli obiettivi sovraesposti sono di seguito espressi in dettaglio. SPECIFICI Conoscenza e capacità di comprensione: Conoscenza e comprensione dei principali domini originali e trasformati di rappresentazione delle immagini, del filtraggio e del Sistema visivo umano, conoscenza e comprensione delle principali applicazioni (Restauro, Denoising, Enhancement, Filtraggio Morfologico, Segmentazione, etc). Capacità di applicare conoscenza e comprensione: A partire dalla maturazione di una visione a tutto campo del background teorico dell'elaborazione, capacità di analizzare e progettare soluzioni per diversi problemi di elaborazione. Autonomia di giudizio: saper valutare principali criticità e specificità dei diversi algoritmi di elaborazione Abilità comunicative: saper inquadrare e presentare soluzioni tecniche innovative Capacità di apprendimento: capacità di leggere documenti scintifici avanzati nel campo della elaborazione di immagini.				
1027171 NETWORK INFRASTRUCTURE S	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
GENERALI Il corso presenta i concetti di base, i protocolli e le architetture delle attuali infrastrutture di rete. Particolare attenzione è dedicata alla rete di accesso a larga banda larga, alla rete di trasporto ottica e alle reti wireless di nuova generazione. SPECIFICI • Conoscenza e capacità di comprensione: Conoscere i protocolli e le architetture delle attuali infrastrutture di rete, sia cablate che wireless, sia d'accesso che di trasporto. Alla fine del corso gli studenti avranno conoscenze sulle principali tecnologie ed infrastrutture di reti di comunicazioni tra cui: xDSL, PON, LTE, 5G, SDH, OTN, SDN. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper applicare criteri e tecniche di progettazione di una infrastruttura di rete. Saper configurare ed analizzare reti IP e relativi protocolli (sia base che avanzati) grazie alle conoscenze acquisite utilizzando il tool Netkit. • Autonomia di giudizio: saper analizzare benefici e limiti di progetti di rete. • Abilità comunicative: saper presentare progetti di infrastrutture di rete, compresi vincoli progettuali, soluzioni e possibilità d'impiego. • Capacità di apprendimento: capacità di sviluppare studi più avanzati nell'ambito delle tecnologie di rete di futura generazione.				
1022870 NEURAL NETWORKS	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Il corso introduce le reti neurali, neural networks (NNs), e i alcuni metodi detti 'soft computing' (SC) che, a differenza delle tradizionali procedure di calcolo numerico esatto, sono tolleranti a imprecisioni, incertezze, rumore e a verità parziali. Gli obiettivi formativi prevedono la acquisizione delle seguenti competenze: 1) la conoscenza e capacità di comprensione delle problematiche relative all'uso delle NNs; 2) le capacità di applicare conoscenza sulle NNs nei problemi più comuni descritti nel corso (sapere e saper fare), 3) sviluppo di autonomia di giudizio relativamente alla possibile soluzione ottimale con NNs del problema, 4) lo sviluppo di abilità comunicative sugli argomenti trattati nel corso, 5) la capacità di apprendimento autonomo su testi specialistici. In particolare gli obiettivi formativi consistono nell'acquisizione delle seguenti conoscenze e competenze specifiche: 1) principali modelli di reti neurali e reti a ispirazioni anche non biologica: architetture, proprietà matematiche e algoritmi di apprendimento; 2) filtraggio adattativo e modellazione di fenomeni dinamici e statici; 3) rappresentazione parsimoniosa di dati ed estrazione dell'informazione non ridondante; 4) architetture e apprendimento di reti neurali profonde con metodi a forte regolarizzazione; 5) algoritmi per i metodi SC. Sono discusse applicazioni di: analisi e modellazione di dati non strutturati: modellazione, filtraggio e predizione; il riconoscimento di configurazioni; cluster analysis; metodi per la fusione dati da sensori multipli; la separazione miopica di segnali.				
1021874 RADAR MULTIFASCIO E MULTIFUNZIONE	2°	1°	6	ITA
Obiettivi formativi				
Sono introdotte le moderne tecniche di elaborazione adattive e non adattive che consentono il controllo di fasci multipli e della loro forma per la stima della direzione di arrivo, il tracciamento, la cancellazione di interferenti e la elaborazione tridimensionale. Al termine del modulo lo studente ha acquisito la capacità di progettare un sistema radar a fasci multipli, dimensionandone i parametri fondamentali. Inoltre conosce le principali tecniche per la elaborazione adattiva di dati radar multi-canale ed è in grado di valutarne le prestazioni sia per via teorica che mediante simulazioni. SPECIFICI • Conoscenza e capacità di comprensione: dimostrare conoscenze e capacità di comprensione in merito a sistemi radar avanzati che sfruttano la disponibilità di fasci di antenna multipli con metodologie e soluzioni tecnologiche allo stato dell'arte o innovativi rispetto allo stato dell'arte. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper applicare le metodologie e le tecniche radar multifascio per risolvere problemi di dimensionamento dei corrispondenti sistemi e/o di elaborazione dei segnali ricevuti. • Autonomia di giudizio: saper formulare giudizi critici in merito a soluzioni tecnologiche e progettuali alternative e, conseguentemente, acquisire gli strumenti per operare scelte ponderate. • Abilità comunicative: saper illustrare in modo critico le conoscenze acquisite e i risultati conseguiti descrivendo le procedure adottate a interlocutori specialisti del settore, avvalendosi di un linguaggio tecnico e di un registro adeguati. • Capacità di apprendimento: saper studiare in modo autonomo acquisendo la capacità di rilevare errori e, conseguentemente, di identificare gli approcci correttivi più appropriati in una procedura iterativa auto-gestita.				
1021895 SISTEMI CABLATI A BANDA LARGA	2°	1°	6	ITA
Obiettivi formativi				
1. Obiettivi del modulo e capacità acquisite dallo studente - Lo scopo del corso è quello di presentare (in forma omogenea e unificata) i servizi offerti, i requisiti di Qualità del Servizio, le architetture di riferimento (hw e sw), i principi di funzionamento e l' analisi prestazionale dei principali paradigmi di reti multimediali a commutazione di pacchetto per l'accesso a banda larga ad Internet da parte di utenti fissi e nomadi, anche con riferimento alle emergenti infrastrutture di comunicazione/calcolo per applicazioni CLOUD e BIG DATA. 2. Risultati di apprendimento attesi -Ci si attende che lo studente che abbia seguito il corso acquisisca le nozioni e le metodologie di base necessarie per la progettazione e il dimensionamento delle reti cablate a banda larga sotto vincoli di QoS per applicazioni integrate di comunicazione/calcolo (Reti Multimediali, CLOUD computing e BIG DATA). 3. Prerequisiti Buona conoscenza delle nozioni di base dei corsi di Sistemi di Comunicazione e di Reti di TLC.				

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1044577 COMPUTATIONAL INTELLIGENCE	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
CONOSCENZA E COMPRENSIONE. Sono forniti i principi di base della progettazione di sistemi automatici per il machine learning (problemi di classificazione, clustering, approssimazione funzionale e predizione) basati su tecniche di Intelligenza Computazionale (reti neurali, logica fuzzy, algoritmi evolutivi). Gli studenti che passano la prova finale saranno in grado di leggere e comprendere testi ed articoli su argomenti avanzati nell'ambito del Soft Computing e dell'Intelligenza Computazionale (Reti neurali, meta-euristiche di ottimizzazione, sistemi fuzzy). CAPACITÀ APPLICATIVE. Gli studenti che passano la prova finale saranno in grado di applicare i principi metodologici e gli algoritmi studiati per la progettazione di innovativi sistemi di machine learning, in contesti multidisciplinari. AUTONOMIA DI GIUDIZIO. Gli studenti che passano la prova finale saranno in grado di analizzare i requisiti di progettazione e di scegliere il sistema di machine learning che meglio si adatta al caso di studio. ABILITÀ DI COMUNICAZIONE. Gli studenti che passano la prova finale saranno in grado di compilare un rapporto tecnico e di realizzare una opportuna presentazione finalizzato a documentare un qualunque lavoro di progettazione, sviluppo e misura di prestazioni inerente un sistema di machine learning. CAPACITÀ DI APPRENDERE. Gli studenti che passano la prova finale saranno in grado di proseguire in autonomia l'approfondimento dei temi trattati a lezione, realizzando il necessario processo di apprendimento continuo che caratterizza la professionalità in ambito ICT.				
1038349 ULTRA WIDE BAND RADIO FUNDAMENTALS	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
ITALIANO GENERALI Scopo del corso è lo studio della tecnica di comunicazione wireless Ultra Wide Band (UWB), e della sua applicazione alla progettazione di reti avanzate quali le reti ad-hoc e le reti di sensori, e in generale di reti wireless distribuite. Il corso analizza le tematiche chiave dei sistemi UWB, allo scopo di evidenziare le potenzialità di una tecnologia che appare come uno dei migliori candidati nella definizione di standard per reti di futura generazione. Il corso affronterà i fondamenti teorici delle comunicazioni UWB, completando la trattazione con esempi pratici e principi di applicazione per ogni argomento trattato. SPECIFICI • Conoscenza e capacità di comprensione: tecniche di generazione di segnali UWB, analisi temporale e spettrale dei segnali UWB, progettazione di ricevitori UWB in canali AWGN e multipath, analisi delle prestazioni singolo link e di rete, tecniche di posizionamento e localizzazione basati su tecnologia UWB. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: analisi e dimensionamento di reti wireless UWB in funzione della tipologia di segnale trasmesso, del canale, e del ricevitore utilizzato, sia attraverso l'approccio analitico che con l'utilizzo di strumenti software per la simulazione di singoli link o di reti. • Autonomia di giudizio: capacità di affrontare un progetto di dimensionamento di una rete wireless UWB, identificando vincoli e obiettivi imposti sugli indici prestazionali e sulla standardizzazione, selezionando lo strumento o gli strumenti più opportuni per completare in modo corretto ed efficiente il progetto stesso. • Abilità comunicative: saper esporre coerentemente e chiaramente tematiche relative alle comunicazioni UWB, combinando la padronanza della trattazione analitica, la capacità di sintetizzare le caratteristiche delle tecniche studiate, e la conoscenza e l'utilizzo di strumenti software di simulazione. • Capacità di apprendimento: (assente)				
10606343 RADAR IMAGING TECHNIQUES	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Conoscenza e capacità di comprensione: conoscere i principi di funzionamento e di dimensionamento dei sistemi SAR, i principali modi operativi e le relative tecniche per la focalizzazione/autofocalizzazione dell'immagine e per l'estrazione di informazione dall'immagine già focalizzata. Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper operare delle scelte per il dimensionamento di sistemi SAR, saper applicare tecniche di focalizzazione/autofocalizzazione e di estrazione dell'informazione in modo competente e critico. Autonomia di giudizio: sapere integrare ed utilizzare le conoscenze acquisite ai fini del dimensionamento di sistema e della predisposizione di catene di elaborazione del segnale SAR costituite dall'interconnessione di più stadi e sapere analizzare criticamente i corrispondenti risultati. Lo sviluppo dell'autonomia di giudizio è potenziato dall'attività richiesta dall'elaborato di fine corso (homework). Abilità comunicative: saper descrivere con linguaggio appropriato le soluzioni adottate per risolvere problemi di dimensionamento di sistema ed elaborazione del segnale SAR e sapere illustrare e discutere i risultati ottenuti a seguito dell'elaborazione. Lo sviluppo delle abilità comunicative è potenziato dalla prova di esame consistente in una opportuna discussione dell'attività svolta relativamente all'elaborato di fine corso (homework) avendo come supporto una presentazione PowerPoint. Capacità di apprendimento: capacità di completare lo studio teorico con l'applicazione pratica di quanto studiato operando a tale fine in modo autonomo				
10606316 SPACE RADAR SYSTEMS	2°	1°	6	ENG
10616834 QUANTUM COMPUTING AND NEURAL NETWORKS	2°	1°	6	ENG
1021767 ECONOMIA E ORGANIZZAZIONE AZIENDALE	2°	2°	6	ITA
Obiettivi formativi				
OBIETTIVI GENERALI DEL CORSO • PRESENTARE GLI ELEMENTI DI BASE DELLA TEORIA DELL'IMPRESA E DELLA DOMANDA SECONDO L'APPROCCIO NEOCLASSICO ALL'EQUILIBRIO BASATO SUL COMPORTAMENTO MASSIMIZZANTE DEGLI AGENTI. • MOSTRARE COME UTILIZZANDO TECNICHE ECONOMETRICHE SIA POSSIBILE SOTTOPORRE A VERIFICA EMPIRICA IL COMPORTAMENTO MASSIMIZZANTE DEGLI AGENTI. • INTRODURRE ALLE ANALISI ECONOMICHE PER LE DECISIONI E LA COMUNICAZIONE DELLA PERFORMANCE ATTRAVERSO IL BILANCIO, L'ANALISI DEI COSTI E DEGLI INVESTIMENTI. • OFFRIRE UNO SGUARDO D'INSIEME SULL'ANALISI DI EFFICIENZA E PRODUTTIVITÀ, UTILE PER STIMARE E COMPARARE L'INEFFICIENZA DI UNITÀ OPERATIVE (UNITÀ DI BUSINESS, IMPRESE, SETTORI, PAESI) SPECIFICI • CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE: DIMOSTRARE DI CONOSCERE GLI ELEMENTI DI BASE DELL'ECONOMIA E DELL'ORGANIZZAZIONE AZIENDALE; • CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE: ESSERE IN GRADO DI APPLICARE IL RAGIONAMENTO ECONOMICO APPRESO DURANTE IL CORSO NEL PROPRIO AMBITO INGEGNERISTICO; • AUTONOMIA DI GIUDIZIO: SAPER ANALIZZARE GLI ASPETTI ECONOMICI CON SPIRITO CRITICO E SAPER APPLICARE I METODI ECONOMICI NEL PROPRIO CURRICULUM FORMATIVO; • ABILITÀ COMUNICATIVE: SAPER COMUNICARE I CONTENUTI APPRESI E LE RELATIVE INFORMAZIONI A DIVERSE TIPOLOGIE DI INTERLOCUTORI; • CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: SVILUPPARE LE COMPETENZE NECESSARIE PER POTER APPROFONDIRE IN AUTONOMIA E NEL PROPRIO AMBITO INGEGNERISTICO.				
1021877 RADIOTECNICA TERRESTRE E SATELLITARE	2°	2°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
GENERALI Gli obiettivi del corso sono quelli di individuare tecnologie e tecniche di progettazione per la radiocomunicazione a grande distanza, specificatamente satellitare. In particolare sono esaminate le specificità dei segmenti: Spazio e Terra. Nonché le conseguenze sulla progettazione di dispositivi elettronici allo stato solido operanti nello Spazio, in particolar modo degli effetti delle radiazioni ionizzanti. Inoltre il corso ha l'obiettivo di approfondire le conoscenze sugli amplificatori di potenza ad alto rendimento (HPA).				
SPECIFICI • Conoscenza e capacità di comprensione: conoscere metodi di valutazione di componenti e della diversità di progettazione per apparecchiature destinate al funzionamento nell'ambiente Spazio. Nonché la conoscenza di metodi analitici per la progettazione di stadi finali ad alta efficienza. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: applicare metodologie di progettazione diversificate per ambiente e richieste di efficienza energetica. • Capacità critiche e di giudizio: capacità critiche di progettazione elettronica e di selezione mirata di dispositivi elettronici. Capacità acquisite con prove di laboratorio che prevedono l'utilizzo di ambienti di sviluppo (MathWorks,...), di software per la simulazione CAE (Genesys,...) di circuiti HPA a RF, strumenti di misura (oscilloscopi, analizzatori, ...). • Abilità comunicative: saper descrivere le soluzioni circuitali adottate per risolvere problemi di condizioni operative avverse e di contenimento dei consumi energetici. • Capacità di proseguire lo studio in modo autonomo nel corso della vita: capacità atte all'inserimento in contesti lavorativi di progettazione di sistemi elettronici per lo Spazio e di stadi finali ad alta efficienza.				
1021737 CALCOLO NUMERICO	2°	2°	6	ITA
Obiettivi formativi				
L' OBIETTIVO DEL CORSO È DI INSEGNARE AGLI STUDENTI UN'AMPIA GAMMA DI METODI NUMERICI CON CUI POSSANO RISOLVERE GRAN PARTE DEI PROBLEMI MATEMATICI-INGEGNERISTICI NEL CAMPO DELLE COMUNICAZIONI E DELL' ELETTRONICA. VERRANNO FORNITI, INOLTRE, GLI STRUMENTI ADATTI PER POTER VALUTARE L'ERRORE DI DISCRETIZZAZIONE E DI PROPAGAZIONE COMMESSI E PER POTER IMPLEMENTARE I RELATIVI ALGORITMI AL COMPUTER.				
1021879 RETI MOBILI E MULTIMEDIALI	2°	2°	6	ITA
Obiettivi formativi				
GENERALI Conoscenza delle tecniche attualmente disponibili per assicurare il trasferimento di informazione multimediale tra utenti in condizione di mobilità. Descrizione delle diverse soluzioni architetturali: dalle reti wireless alle reti cellulari (UMTS, LTE e 5G).				
SPECIFICI • Conoscenza e capacità di comprensione: maturazione di una visione globale delle componenti architetturali di una rete mobile, dagli aspetti trasmissivi alle soluzioni di controllo. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper operare, con metodo ingegneristico, nel campo delle tecniche di rete a supporto delle comunicazioni mobili. • Autonomia di giudizio: (assente) • Abilità comunicative: saper descrivere le tecniche di rete utilizzate per risolvere problemi di interconnessione di utenti in mobilità. • Capacità di apprendimento: capacità di proseguire gli studi successivi riguardanti gli aspetti retistici di una rete mobile.				
1042004 ADVANCED ANTENNA ENGINEERING	2°	2°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
ITA				
GENERALI				
Conoscenza di alcuni argomenti avanzati nel settore dell'ingegneria delle antenne, comprendenti tecniche analitiche e numeriche e approfondimenti su specifiche classi di antenne e array di antenne.				
SPECIFICI				
• Conoscenza e capacità di comprensione: conoscere i principi e i metodi elettromagnetici per lo studio dei moderni sistemi di antenna, degli aspetti della teoria avanzata degli array, delle strutture elettromagnetiche periodiche, dei sistemi MIMO per applicazioni a reti wireless, delle antenne di tipo risonante (a patch e a risonatore dielettrico), delle antenne a onda leaky (di tipo unidimensionale e planare), di tecniche numeriche (metodo dei momenti) e di alcuni CAD elettromagnetici. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper applicare tecniche circuitali di analisi di strutture radianti aperte di tipo uniforme e periodico; saper progettare antenne stampate di forma canonica e antenne a onda leaky mono-e bi-dimensionali. • Autonomia di giudizio: (assente) • Abilità comunicative: saper descrivere le tecniche analitiche e numeriche e i principi di progetto delle antenne e degli array di antenne trattati nel corso. • Capacità di apprendimento: capacità di affrontare ulteriori approfondimenti, in sede di tesi di laurea o lavorativa, riguardanti tematiche avanzate di analisi e progetto di antenne.				
10589493 DISCRETE MATHEMATICS	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
IL CORSO SI PROPONE DI FORNIRE ALLO STUDENTE UN'INTRODUZIONE ALLA MATEMATICA DISCRETA, CHE COSTITUISCE UNO DEI SETTORI PIÙ INNOVATIVI DELLA MATEMATICA. SVILUPPATO A PARTIRE DALLA SECONDA METÀ DEL NOVECENTO, E' RICCO DI PROBLEMI STIMOLANTI E DI GRANDE UTILITÀ NELLE APPLICAZIONI. DURANTE IL CORSO, LO STUDENTE VERRÀ A CONTATTO CON UNA SERIE DI ARGOMENTI E PROBLEMI, DI TIPO COMPLETAMENTE DIVERSO DA QUELLI INCONTRATI IN ALTRI CORSI DI MATEMATICA TRADIZIONALI, E SVILUPPERÀ, ATTRAVERSO UN IMPEGNO SISTEMATICO RIVOLTO AL "PROBLEM SOLVING", UN APPROCCIO CONCRETO ALLO STUDIO DI PROBLEMI DI GRANDE VALENZA FORMATIVA, SOPRATTUTTO PER LA FUTURA ATTIVITÀ PROFESSIONALE.				
AL TERMINE DEL CORSO LO STUDENTE				
• CONOScerà i metodi, i problemi, e le possibili applicazioni della matematica discreta. • Sarà in grado di capire, affrontare e risolvere semplici problemi di matematica discreta. • Attraverso esercitazioni scritte e eventuali presentazioni orali svilupperà adeguate capacità critiche • Allo stesso modo eserciterà la sua capacità di esporre e trasmettere ciò che ha appreso • Lo studio individuale allenerà adeguatamente la sua capacità di studio autonomo e indipendente				
10589433 MATHEMATICAL METHODS FOR INFORMATION ENGINEERING	2°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Apprendimento di conoscenze avanzate di Analisi Matematica rivolte alle applicazioni; del calcolo differenziale in più variabili, minimi e massimi con vincoli. Analisi di modelli matematici.				
SPECIFICI				
A) Conoscenza e capacità di comprensione: apprendere i concetti base e il loro utilizzo in esercizi con il supporto di libri di testo e dispense del corso di Metodi Matematici per l'Ingegneria dell'Informazione				
B) Capacità di applicare conoscenza e comprensione: essere in grado di applicare le conoscenze acquisite in modo competente; possedere competenza e comprensione adeguate per risolvere problemi e sostenere argomentazioni				
C) Autonomia di giudizio Raccogliere ed interpretare i risultati sviluppati durante il corso per risolvere problemi simili in modo autonomo. Individuare caratteristiche comuni in problemi diversi				
D) Abilità comunicative Comunicare ipotesi, problemi e soluzioni a interlocutori non specialisti.				
E) Capacità di apprendimento Sviluppare le competenze necessarie per intraprendere studi avanzati.				
10596286 MULTIMEDIA SYSTEMS FOR 5G	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
GENERALI				
Conoscenza:				
i) dei più avanzati sistemi e servizi multimediali, dallo streaming al broadcasting, video e voice over IP, ai servizi di extended reality.				
ii) delle principali tecnologie impiegate in un servizio di comunicazione multimediale e delle architetture protocollari che supportano i servizi				
SPECIFICI				
• maturazione di una visione a tutto campo delle problematiche relative ai servizi multimediali, dagli aspetti di signal processing a quelli di networking,				
• capacità di analizzare e progettare soluzioni per diversi servizi multimediali emergenti (e.g. extended reality, adaptive live streaming).				
• Autonomia di giudizio: saper valutare principali criticità e specificità dei diversi servizi				
• Capacità di apprendimento: capacità di leggere documenti scientifici avanzati nel campo dei sistemi multimediali.				
• Abilità comunicative: saper inquadrare e definire soluzioni tecniche innovative				

1056023 SMART ENVIRONMENTS	2°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Goal of this course is to provide an overview of the large world of wireless and wired technologies that are will be used for the Smart Environments. These technologies will be able to provide infrastructures of networks and digital information used in the urban spaces and smart environments to build advanced applications. Recent advances in areas like pervasive computing, machine learning, wireless and sensor networking enable various smart environment applications in everyday life. The main goal of this course is to present and discuss recent advances in the area of the Internet of Things, in particular on technologies, architectures, algorithms and protocols for smart environments with emphasis on real smart environment applications. The course will present the communication and networking aspects as well as the processing of data to be used for the application design. The course will propose two cases studies in the field of smart environments: Vehicular Traffic monitoring for ITS applications and Network cartography. In both cases instruments, models and methodologies for the design of smart environments applications will be provided.				
1044589 PATTERN RECOGNITION	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
CONOSCENZA E COMPRENSIONE. Sono forniti i principi di base sulle tecniche di Pattern Recognition, classificazione e clustering su domini non necessariamente algebrici. Gli studenti che passano la prova finale saranno in grado di leggere e comprendere testi ed articoli su argomenti avanzati nell'ambito del Pattern Recognition. CAPACITÀ APPLICATIVE. Gli studenti che passano la prova finale saranno in grado di applicare i principi metodologici e gli algoritmi studiati per la progettazione di innovativi sistemi di Pattern Recognition, in contesti multidisciplinari. AUTONOMIA DI GIUDIZIO. Gli studenti che passano la prova finale saranno in grado di analizzare i requisiti di progettazione e di scegliere il sistema di classificazione che meglio si adatta al caso di studio. ABILITÀ DI COMUNICAZIONE. Gli studenti che passano la prova finale saranno in grado di compilare un rapporto tecnico e di costruire una opportuna presentazione inerente un qualunque lavoro di progettazione, sviluppo e misura di prestazioni di un sistema di Pattern Recognition. CAPACITÀ DI APPRENDERE. Gli studenti che passano la prova finale saranno in grado di proseguire in autonomia l'approfondimento dei temi trattati a lezione, realizzando il necessario processo di apprendimento continuo che caratterizza la professionalità in ambito ICT.				
10593152 OPTICAL COMMUNICATION SYSTEMS	2°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
GENERALI				
Conoscenza: i) dei principi fisici dei componenti e dispositivi dei sistemi di telecomunicazione ottici; ii) dei concetti avanzati dell'architettura dei sistemi di telecomunicazione ottici; iii) delle tecniche di modulazione del segnale e di valutazione delle prestazioni del sistema; iv) della gerarchia degli strati delle reti di telecomunicazione ottica, e delle loro interconnessioni.				
SPECIFICI				
• Conoscenza e capacità di comprensione: conoscere i meccanismi fisici che determinano il funzionamento dei dispositivi ottici, e le architetture che permettono di integrare tali componenti in un sistema di telecomunicazione ottico punto-punto, e successivamente in una rete complessa a diversi livelli di trasparenza del segnale. Conoscenza dei metodi di analisi delle prestazioni dei sistemi di telecomunicazione ottici. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper applicare tecniche di simulazione numerica e metodi di caratterizzazione dei dispositivi e dei sistemi attraverso esperimenti virtuali, in modo competente e critico. • Autonomia di giudizio: saper valutare le proprietà e prestazioni di un dispositivo e di un sistema di telecomunicazione ottico. • Abilità comunicative: saper descrivere attraverso elaborati scritti e colloquio orale le soluzioni adottate per risolvere problemi di trasmissione dei segnali ottici. • Capacità di apprendimento: capacità di apprendere da molteplici sorgenti di informazione, e di proseguire eventuali successivi studi, e.g. dottorato di ricerca, riguardanti tematiche avanzate di sintesi, analisi e trasmissione del segnale ottico.				
10612270 NETWORK RESOURCE MANAGEMENT	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
RISULTATI DI APPRENDIMENTO				
Fornire strumenti modellistici e di simulazione attraverso calcolatore per impostare e risolvere problemi relativi alla gestione di risorse in sistemi interconnessi e complessi. Conoscenza specifica e capacità di simulazione di: i) Ottimizzazione stocastica; ii) Scheduling ottimo di risorse; iii) Apprendimento per rinforzo.				
Specifici				
• Conoscenza e capacità di comprensione: conoscere i fondamenti della gestione ottima delle risorse di rete, con particolare riguardo alle metodologie di ottimizzazione, alla valutazione delle prestazioni, alla simulazione attraverso calcolatore delle tecniche utilizzate. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper applicare tecniche, procedure e simulazioni di network resource management in modo competente e critico. • Autonomia di giudizio: saper valutare le prestazioni di sistemi di gestione delle risorse di rete. • Abilità comunicative: saper descrivere le soluzioni adottate per risolvere problemi di gestione ottima delle risorse di rete. • Capacità di apprendimento: capacità di proseguire eventuali successivi studi, p.es. dottorato di ricerca, riguardanti tematiche avanzate di network resource management.				
10612271 DEEP LEARNING	2°	2°	6	ENG

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1032247 LABORATORIO PER L'ELABORAZIONE MULTIMEDIALE	2°	2°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
L'obiettivo del corso è quello di fornire agli studenti gli elementi base delle moderne tecniche utilizzate per l'elaborazione multimediale. In particolare viene insegnato, attraverso l'uso di software di simulazione ad alto livello e di sistemi hardware real-time, la generazione, l'elaborazione e l'archiviazione del segnale con contenuto informativo di tipo multimediale. Particolare enfasi sarà rivolta all'elaborazione in tempo reale del segnale audio.				
SPECIFICI • Conoscenza e capacità di comprensione: conoscere i problemi, le metodologie e le applicazioni dell'elaborazione multimediale. • Capacità di applicare conoscenze e comprensione: essere in grado di sviluppare in autonomia applicazioni di elaborazione multimediale. • Autonomia di giudizio: sviluppare adeguate capacità critiche attraverso la frequenza di esercitazioni pratiche di sviluppo di algoritmi particolarmente problematici. • Abilità comunicative: esercitare la capacità di esporre in modo critico gli argomenti appresi durante il corso. • Capacità di apprendimento: lo studio individuale allenerà adeguatamente la capacità di studio autonomo e indipendente.				
1038364 RADAR AND REMOTE SENSING LABORATORY	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
GENERALI Sono presentati i principi base per la simulazione mediante calcolatore di scenari operativi in cui apparati di telerilevamento radar possono operare e per la implementazione, mediante calcolatore e/o hardware dedicato per l'elaborazione di segnali real time, delle principali tecniche di elaborazione del segnale radar.				
SPECIFICI Conoscenza e capacità di comprensione: dimostrare capacità di comprensione adeguate all'applicazione di metodologie/tecniche innovative e allo stato dell'arte relative ai sistemi radar del tipo descritto nel corso delle lezioni. Capacità di applicare conoscenza e comprensione: dimostrare capacità di utilizzare a livello applicativo strumenti precedentemente acquisiti a livello teorico anche in contesti nuovi che richiedano l'utilizzo congiunto di più strumenti. Autonomia di giudizio: sapere integrare ed utilizzare le conoscenze acquisite ai fini della predisposizione di complesse catene di elaborazione costituite dall'interconnessione di più stadi e sapere analizzare criticamente i corrispondenti risultati, con specifico riferimento ai sistemi radar del tipo descritto nel corso delle lezioni. Abilità comunicative: saper descrivere e motivare le soluzioni adottate per risolvere problemi di elaborazione e sapere discutere i relativi risultati, con specifico riferimento ai sistemi radar del tipo descritto nel corso delle lezioni. Capacità di apprendimento: acquisire capacità che consentano lo sviluppo di soluzioni applicative in modo autonomo ed in contesti non limitati a quelli strettamente trattati nel corso.				
1052058 LABORATORY OF NETWORK DESIGN AND CONFIGURATION	2°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
GENERALI				
Lo scopo del corso è fornire agli studenti competenze pratiche per la realizzazione e la configurazione di una rete IP. Il corso consentirà di rivalutare in maniera critica i protocolli di rete studiati negli anni precedenti (indirizzamento IP, protocolli di routing, Ethernet, etc...) e di introdurre nuove tematiche (NAT, Virtual LAN, Access Control List, etc...). L'utilizzo di un emulatore di rete consentirà inoltre di configurare una rete IP implementando le tematiche studiate in uno scenario identico a quello di una rete reale; saranno inoltre introdotte specifiche procedure per la verifica del corretto funzionamento della rete (troubleshooting).				
SPECIFICI				
• Conoscenza e capacità di comprensione: conoscere i principali protocolli di rete per la realizzazione di una rete IP. • Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper realizzare una rete IP funzionante tramite l'ausilio di un emulatore di rete che consente di configurare router IP e switch Ethernet. • Autonomia di giudizio: capacità di effettuare opportune scelte progettuali in funzione delle specifiche richieste (network design) • Abilità comunicative: (assente). • Capacità di apprendimento: capacità di proseguire gli studi successivi riguardanti tematiche avanzate di networking.				
10612269 WIRELESS COMMUNICATION S LABORATORY	2°	2°	6	ENG

Obiettivi formativi

Il laureato magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni opera nel settore dell'ICT (Information and Communication Technology) e si caratterizza come una figura di sistemista, capace di interagire con gli specialisti di tutti i settori dell'ingegneria, dell'area economico-gestionale ed eventualmente con specialisti di discipline scientifiche e giuridiche. Scopo dell'ingegnere delle comunicazioni è integrare tecnologie e vincoli tecnico-economico-regolatori per l'ideazione, la progettazione, la realizzazione e la gestione di sistemi complessi di elaborazione e trasferimento dei segnali e dell'informazione. La formazione di un Ingegnere delle Comunicazioni si fonda pertanto su una solida cultura di base, di carattere sia fisico-matematico sia ingegneristico. Essa si sviluppa attraverso acquisizione di conoscenze nei settori delle tecnologie abilitanti (informatica, elettronica, automatica), per essere finalizzata nelle applicazioni riguardanti i sistemi e le tecnologie per le comunicazioni, il telerilevamento, l'elaborazione delle informazioni, dei segnali e dei contenuti multimediali, il networking. La figura dell'ingegnere delle comunicazioni con laurea magistrale si caratterizza per un'elevata capacità di analisi sistemistica, di sviluppo progettuale, di introduzione di innovazione, con conseguente spiccata versatilità di impiego nel mondo del lavoro. Il curriculum comprende un insieme di discipline ritenute fondamentali per la formazione del laureato magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni. La formazione offerta si articola quindi in diversi percorsi che porteranno il laureato magistrale ad acquisire, oltre alle competenze fondamentali per la figura professionale di riferimento, una competenza specifica in uno dei settori di punta nel campo dell'Ingegneria delle Comunicazioni. Gli insegnamenti di indirizzo coprono argomenti relativi a varie aree tematiche, che includono: - A) Elaborazione dei segnali e multimedialità, tematica incentrata sull'elaborazione dei segnali e delle informazioni, in particolare di natura audio-visiva, con applicazioni alle comunicazioni audio-visive e alla comunicazione auditiva nei diversi contesti applicativi: interpersonale e personale-strumentale, televisivo, cinematografico, documentale, culturale, musicale, didattico e nei settori delle tlc, l'industria dello spettacolo e dell'intrattenimento, il monitoraggio ambientale ed urbano, i beni culturali, l'audio digitale, la diagnostica medica, la biometria, il settore della sicurezza, i trasporti. - B) Ingegneria delle reti e dei servizi, tematica incentrata sulle metodologie e tecnologie utilizzate per il progetto, realizzazione e gestione delle reti di telecomunicazione, con particolare riferimento a: le tecniche di rete per il supporto di servizi e applicazioni di comunicazione multimediale e mobile; gli aspetti di sicurezza e qualità di servizio nell'interconnessione in rete e in riferimento alla rete Internet; le tecnologie per le reti di trasporto delle informazioni, sia nella sezione di accesso sia nella dorsale; la modellistica dei fenomeni di traffico e le tecniche di analisi e dimensionamento. - C) Radar e telerilevamento, relativa alla progettazione e allo sviluppo di sistemi radar e di telerilevamento sia dal punto di vista sistemistico, sia da quello più strettamente tecnologico, sia per quel che riguarda l'estrazione, l'elaborazione e la gestione dell'informazione, in particolare le problematiche di modellazione degli echi e dell'ambiente per sistemi operanti su diverse piattaforme (terrestri, navali, aeree, satellitari) e in diverse condizioni operative, alla definizione delle forme d'onda utilizzate, alla ottimizzazione dei canali di ricetrasmisione per estrarre le informazioni utili dagli

echi, alle metodologie e tecnologie impiegate per il trattamento analogico e digitale dei segnali, per concludersi con l'introduzione dei principi e delle tecniche per la sintesi dei sistemi di telerilevamento. - D) Tecnologie elettromagnetiche, volto all'approfondimento delle tecniche di natura elettromagnetica per l'analisi, il progetto, la realizzazione e la gestione dei diversi dispositivi e circuiti in alta frequenza che costituiscono gli elementi fondamentali

Profilo professionale

Profilo

Ingegnere specialista di sistemi di elaborazione dati multimediali

Funzioni

La funzione di sviluppatore software per elaborazione di segnali e dati comprende le attività di implementazione e testing di moderne tecniche per la generazione, l'elaborazione e l'archiviazione di segnali e dati con contenuto informativo. La funzione di esperto in ricerca e sviluppo comprende attività riguardanti lo sviluppo di metodologie innovative per la modellistica, simulazione, progettazione e testing di moderni sistemi e per l'elaborazione dei relativi dati a scopo sia scientifico che applicativo.

Competenze

Capacità di svolgere operazioni di misura delle grandezze fisiche e concettuali che definiscono la prestazione di sistemi di elaborazione per la multimedialità. Capacità di svolgere calcoli inerenti la valutazione di parametri che definiscono la prestazione di sistemi di elaborazione per la multimedialità. Capacità di partecipare al complesso delle attività svolte nei team di ricerca e sviluppo, quali individuazione di ambiti di sviluppo innovativo, uso delle conoscenze per lo sviluppo di nuove tecniche, valutazione critica dei risultati.

Sbocchi lavorativi

Centri di ricerca e sviluppo, sia accademici che industriali, per l'innovazione delle tecniche e delle tecnologie impiegate nei sistemi di comunicazione, rilevamento ed elaborazione delle informazioni, incluse applicazioni ai sistemi complessi e distribuiti (per es. applicazione di paradigmi biologici). Aziende di progettazione, manifatturiere e installatrici di apparati nel settore audio-visivo per il cinema, lo spettacolo e l'intrattenimento; studi di produzione e post-produzione cinematografica, televisiva e discografica, studi televisivi, radiofonici, apparati e infrastrutture per lo spettacolo e l'intrattenimento. Centri di ricerca e di sviluppo per la l'innovazione del prodotto e dei processi produttivi nel settore delle tecnologie multimediali: definizione di prodotti innovativi per la comunicazione, l'intrattenimento e studio di nuove modalità di fruizione e di distribuzione dei contenuti multimediali in reti fisse e mobili.

Frequentare

Laurearsi

La prova finale consiste nella preparazione e successiva discussione di un elaborato autonomo, altrimenti detto Tesi di Laurea Magistrale, sulle tematiche oggetto del corso di laurea, e complessivamente comporta l'acquisizione dei corrispondenti crediti formativi. Al termine della preparazione, l'elaborato viene presentato e discusso di fronte a una apposita Commissione di Laurea. Con tale prova sono coordinate anche le attività di cui al D.M. 270/2004, art. 10, comma 5, lettera d, per quanto attiene alle abilità informatiche ed all'apertura verso il mondo tecnico della progettazione di sistemi propri dell'Ingegneria delle Comunicazioni.

Organizzazione

Presidente del Corso di studio - Presidente del Consiglio di area didattica

Fabiola Colone

Tutor del corso

ROBERTO CUSANI
MARIA GABRIELLA DI BENEDETTO
GAETANO SCARANO
AURELIO UNCINI
PIERFRANCESCO LOMBARDO
FABIOLA COLONE
ALESSANDRO GALLI
LUCA DE NARDIS

Manager didattico

Rappresentanti degli studenti

Gaia Rina
Stefano Amato Ciciretti
Luca Mastrandrea
Alessandro Priviero
Maria Sollo

Docenti di riferimento

FABIOLA COLONE
GAETANO SCARANO
ALESSANDRO GALLI
PIERFRANCESCO LOMBARDO
DEBORA PASTINA
MARCO LISTANTI

Regolamento del corso

Il percorso formativo è articolato come segue: ? Insegnamenti comuni (54 CFU obbligatori) ? Insegnamenti di indirizzo (24 CFU, comprensivi di 6 CFU di laboratorio) ? Insegnamenti a scelta dello studente (12 CFU) ? Altre attività utili al mondo del lavoro (3/6 CFU) ? Ulteriori conoscenze linguistiche (3/0 CFU) ? Tesi di laurea (23 CFU + 1 CFU AAF) Lo studente iscritto in corso alla Laurea Magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni deve presentare un Piano di Studio individuale che comprende gli insegnamenti comuni, gli insegnamenti scelti per la parte di indirizzo e insegnamenti a scelta dello studente. Deroghe da questo schema saranno prese in esame dal CAD-TLC per valutarne le motivazioni culturali, per esempio nel caso di studenti provenienti da ordinamenti precedenti o da altri corsi di Laurea Magistrale, per trasferimento. Gli insegnamenti di indirizzo coprono argomenti relativi a varie aree tematiche, che includono: ? Elaborazione dei Segnali e Multimedialità, sull'elaborazione dei segnali e delle informazioni, in particolare di natura audio-visiva, con applicazioni alla comunicazioni audio-visive e alla comunicazione auditiva nei diversi contesti applicativi: interpersonale e personale-strumentale, televisivo, cinematografico, documentale, culturale, musicale, didattico e nei settori delle tlc, l'industria dello spettacolo e dell'intrattenimento, il monitoraggio ambientale e urbano, i beni culturali, l'audio digitale, la diagnostica medica, la biometria, il settore della sicurezza, i trasporti. ? Ingegneria delle Reti e dei Servizi, sulle metodologie e tecnologie utilizzate per il progetto, realizzazione e gestione delle reti di telecomunicazione, con particolare riferimento a: le tecniche di rete per il supporto di servizi e applicazioni di comunicazione multimediale e mobile; gli aspetti di sicurezza e qualità di servizio nell'interconnessione in rete; le tecnologie per le reti di trasporto delle informazioni, sia nella sezione di accesso sia nella dorsale; la modellistica

dei fenomeni di traffico e le tecniche di analisi e dimensionamento. ? RADAR e Telerilevamento, relativa alla progettazione e allo sviluppo di sistemi RADAR e di telerilevamento sia dal punto di vista sistemistico, sia da quello più strettamente tecnologico, sia per quel che riguarda l'estrazione, l'elaborazione e la gestione dell'informazione, in particolare le problematiche di modellazione degli echi e dell'ambiente per sistemi operanti su diverse piattaforme (terrestri, navali, aeree, satellitari) e in diverse condizioni operative, alla definizione delle forme d'onda utilizzate, alla ottimizzazione dei canali di rice- trasmissione per estrarre le informazioni utili dagli echi, alle metodologie e tecnologie impiegate per il trattamento analogico e digitale dei segnali, per concludersi con l'introduzione dei principi e delle tecniche per la sintesi dei sistemi di telerilevamento. ? Tecnologie Elettromagnetiche, volto all'approfondimento delle tecniche di natura elettromagnetica per l'analisi, il progetto, la realizzazione e la gestione dei diversi dispositivi e circuiti in alta frequenza che costituiscono gli elementi fondamentali degli attuali sistemi per il trasferimento a distanza e l'elaborazione dell'informazione. ? Machine Learning Engineering, relativa alla progettazione, sviluppo e messa in esercizio di sistemi di intelligenza computazionale, machine learning, pattern recognition, deep learning e granular computing, finalizzati alla realizzazione di soluzioni ingegneristiche in un vasto insieme di applicazioni, tra le quali: procedure e algoritmi per il big data analytics; reti intelligenti di sensori e attuatori per il controllo ambientale; logistica e mobilità sostenibile; gestione intelligente dell'energia (smart grids, microgrids, sistemi di accumulo dell'energia); sistemi multimediali intelligenti e a interazione pervasiva; profilazione di utenti e sistemi; processi e dispositivi per l'individuazione di anomalie e per la manutenzione predittiva; e-health, bioinformatica e diagnostica clinica; biometria e cybersecurity; sistemi per il natural language processing e per l'analisi comportamentale; custom marketing, smart trading e business intelligence; sistemi di videosorveglianza e sistemi di controllo accesso e autenticazione; metodologie di progettazione e realizzazione di procedure, algoritmi e infrastrutture di elaborazione intelligente e distribuita dell'informazione; modellamento e controllo di sistemi complessi e di supporto alle decisioni. In totale lo studente deve affrontare 12 esami, oltre alla prova di idoneità per la verifica della conoscenza della lingua inglese e all'acquisizione dei cfu assegnati alle altre attività utili nel mondo del lavoro che avviene mediante la partecipazione ad attività di formazione e mediante lo svolgimento di attività di tutoraggio. DESCRIZIONE METODI DI ACCERTAMENTO Tutti gli esami si concludono con una verifica delle conoscenze acquisite attraverso prove scritte e/o orali. Per qualche insegnamento sono previste delle prove intermedie e attività laboratoriali. La prova finale consiste nella discussione, di fronte ad una commissione nominata dal Presidente del CAD, del contenuto della tesi appositamente assegnata allo studente e seguita dal docente relatore.

Assicurazione qualità

Consultazioni iniziali con le parti interessate

Le aziende sono state consultate, a livello di Facoltà, sistematicamente a partire dal 2006 attraverso il Protocollo di Intesa 'Diamoci Credito', ora Figi riconfermato il giorno 11/07/08. Le aree di interesse individuate sono: la progettazione e la valutazione dei corsi di studio per sviluppare un'offerta adeguata all' esigenze del mondo del lavoro, l'integrazione delle competenze delle imprese nel processo formativo dei corsi di laurea, l'orientamento degli studenti in ingresso e in uscita, l'attivazione di programmi di ricerca d' interesse tra Dipartimenti e grandi imprese. Il 2/12/08 il comitato di indirizzo e controllo si è riunito per l'esame conclusivo dell' offerta formativa 2009/10. L'offerta è stata approvata. La società Tecnip il 05/12/2008 ha espresso parere favorevole all'istituzione del corso. Nell'incontro finale della consultazione a livello di Ateneo del 19 gennaio 2009, considerati i risultati della consultazione telematica che lo ha preceduto, le organizzazioni intervenute hanno valutato favorevolmente la razionalizzazione dell'Offerta Formativa della Sapienza, orientata, oltre che ad una riduzione del numero dei corsi, alla loro diversificazione nelle classi che mostrano un'attrattività elevata e per le quali vi è una copertura di docenti più che adeguata. Inoltre, dopo aver valutato nel dettaglio l'Offerta Formativa delle Facoltà, le organizzazioni stesse hanno espresso parere favorevole all'istituzione dei singoli corsi.

Consultazioni successive con le parti interessate

La consultazione con le organizzazioni rappresentative sul progetto formativo prosegue negli anni con regolare cadenza in due modalità: - consultazioni con importanti organizzazioni rappresentative della produzione dei beni e servizi e delle professioni nello specifico ambito dell'Ingegneria delle (Tele)Comunicazioni; - consultazioni con importanti organizzazioni rappresentative della produzione dei beni e servizi e delle professioni nell'ambito più generale dell'Ingegneria dell'Informazione. CONSULTAZIONI NELLO SPECIFICO AMBITO DELL'INGEGNERIA DELLE (TELE)COMUNICAZIONI Consultazioni dirette mediante incontri organizzati dal CAD di Ingegneria delle Telecomunicazioni Tre incontri con importanti organizzazioni rappresentative della produzione dei beni e servizi e delle professioni nello specifico ambito dell'ingegneria delle Comunicazioni sono avvenuti nel Maggio 2023 e sono stati organizzati dal Consiglio d'Area Didattica (CAD) di Ingegneria delle Telecomunicazioni. La scelta è stata quella di lavorare a piccoli gruppi al fine di facilitare la discussione e lo scambio di idee tra i partecipanti e dedicare il giusto spazio a ciascuna organizzazione coinvolta. Di seguito si riporta, per ogni incontro, l'elenco dei partecipanti. • All'incontro dell'11 Maggio 2023, erano presenti, oltre alla Presidente del CAD e ai membri del Gruppo di Lavoro "Relazioni con l'esterno", due rappresentanti degli studenti e le seguenti organizzazioni rappresentative: e-GEOS (Rappresentante del reparto Applicazioni e Responsabile del settore Risorse Umane), LARIMART S.p.A. (Manager del reparto Operations e Rappresentante del settore Risorse Umane), Orizzonte Sistemi Navali (OSN) S.p.A. (Rappresentanti del reparto Ingegneria e Manager ILS e Configurazione). • All'incontro del 18 Maggio 2023, erano presenti, oltre alla Presidente del CAD e ai membri del Gruppo di Lavoro "Relazioni con l'esterno", due rappresentanti degli studenti e le seguenti organizzazioni rappresentative: ACEA Elabiori (Responsabile Ingegneria), B-OPEN Solutions (Capo della Tecnologia), CELLNEX Italia (Manager del settore Risorse Umane), ENAV (Capo delle Risorse Umane, Responsabili dei settori Infrastrutture e Servizi e Responsabili del settore Ricerca), Fondazione Ugo Bordoni (Responsabile Area Telecomunicazioni), Technicom s.r.l. (Responsabile del Personale), General Dynamics Mission Systems (Direttore Programmi), SEASTEMA Fincantieri (Capo settore Radar Systems). • All'incontro del 22 Maggio 2023, erano presenti, oltre alla Presidente del CAD e ai membri del Gruppo di Lavoro "Relazioni con l'esterno", due rappresentanti degli studenti e le seguenti organizzazioni rappresentative: CISCO Systems Italia (Responsabile del settore Service Delivery), ELETTRONICA (Responsabile del settore Ricerca e Innovazione e Rappresentante dell'Ingegneria), LEONARDO S.p.A. (Dirigente Responsabile dei Rapporti con l'Università), MBDA Italia (Capo del Settore Ricerca e Sviluppo), Polizia di Stato (Dirigente Tecnico per Data Protection), SERCO (Rappresentanti del Settore Risorse Umane), Rina (Direttore), THALES Alenia Space (Direttore dell'Ingegneria, Dirigente del Settore Observation Payloads), Tecnopolo Roma (Responsabile dei Servizi e Progetti Imprese), Wind Tre (Capo del Settore Data Automation). Su invito della Presidente del CAD di Ingegneria delle Telecomunicazioni, tutti gli incontri si sono aperti con la presentazione delle organizzazioni, con particolare riferimento alla loro missione e alle motivazioni alla base della loro partecipazione agli incontri. Ne è emerso che tutte le organizzazioni consultate hanno un "core business" nel quale la figura professionale dell'Ingegnere delle Comunicazioni risulta essenziale; inoltre tutte le organizzazioni hanno sentito la forte esigenza di stabilire un contatto diretto con le organizzazioni universitarie al fine di intercettare i laureati in uscita dai corsi di studio, risorsa percepita come numericamente inadeguata. Successivamente, la Presidente del CAD di Ingegneria delle Telecomunicazioni ha

descritto la struttura dell'offerta formativa in Ingegneria delle Comunicazioni presso l'Università "La Sapienza" di Roma. Inoltre ha illustrato gli obiettivi che il CAD intende perseguire nell'ambito della consultazione, segnatamente: la definizione di azioni per il miglioramento dell'orientamento in uscita/in itinere/in ingresso che prevedano la partecipazione delle organizzazioni rappresentative del mondo del lavoro e la costituzione del Comitato di Indirizzo. È stata dunque aperta la discussione nell'ambito della quale tutti i partecipanti hanno avuto modo di intervenire anche ripetutamente. Tra gli svariati aspetti toccati, i punti ritenuti più interessanti e ricorrenti sono brevemente descritti nel seguito: 1. La figura del dottore magistrale in ingegneria delle (tele)comunicazioni da sempre trova particolare, e per certi versi anche rinnovata, attenzione negli scenari di interesse delle aziende e degli enti consultati. Emerge un potenziale interesse anche per laureati di primo livello; tuttavia si conviene come tali laureati siano prioritariamente interessati a proseguire gli studi per completare la propria formazione nel corso di laurea magistrale in ingegneria delle comunicazioni. 2. Si riscontra notevole difficoltà nel reclutare neolaureati, essenzialmente dovuta al numero largamente insufficiente di questi ultimi. Tale difficoltà è generalizzata sull'intero territorio nazionale e trova riscontro anche a livello internazionale. Queste considerazioni vengono confermate dalle statistiche Almalaurea sull'occupabilità degli ingegneri delle (tele)comunicazioni che evidenziano tassi di occupazione a tre anni prossimi al 100% nell'ultimo quinquennio. 3. La preparazione dei laureati risulta in linea con le aspettative, anche se spesso sbilanciata verso competenze strettamente tecniche riguardanti l'ambito specifico scelto dal laureato nel suo percorso. La notevole varietà degli ambiti applicativi dell'ingegneria delle comunicazioni determina in taluni casi delle carenze su aspetti di specifico interesse da parte delle organizzazioni consultate (e.g. competenze software, competenze hardware, competenze sistemiche, competenze in ambito CyberSecurity, sistemi 5G, OPEN-RAN, NFV). 4. Emerge con evidenza la difficoltà di trovare un ingegnere sistemista, capace di integrare diverse componenti di un sistema complesso e dotato di capacità di ragionamento parallelo. Sarebbe auspicabile almeno una conoscenza delle metodologie alla base del system engineering (applicabili ai diversi ambiti). Più in generale si segnala la non adeguata attitudine delle giovani generazioni a porsi di fronte a problematiche di moderata complessità che prevedano una visione di sistema. 5. Si auspica un giusto bilanciamento tra la preparazione, in termini di conoscenze, riguardante le discipline fondamentali nell'offerta formativa in Ingegneria delle Comunicazioni e quella, in termini di competenze, riguardante le discipline centrate su aspetti più applicativi. Viene evidenziata la necessità di una preparazione di tipologia orizzontale e di uno sviluppo adeguato delle competenze che risultano limitate rispetto alle conoscenze. 6. Viene segnalata la necessità di migliorare l'interazione tra studi universitari ed esperienze, di vario genere e natura, da svolgere in ambito lavorativo. 7. Si registrano alcune considerazioni riguardanti la necessità di migliorare il fattore umano, considerato più importante della preparazione di base in sé. In generale si osservano anche alcune problematiche relative al linguaggio e alla scrittura. A conclusione degli incontri, tutti i presenti hanno convenuto che sarebbe auspicabile, nonché particolarmente utile, una qualche forma di presenza di rappresentanti del mondo del lavoro durante le attività di tutte le tipologie di orientamento. Le aziende si mostrano molto interessate ad avviare attività di collaborazione all'interno dell'offerta didattica del CAD.

Consultazioni indirette mediante indagine nell'ambito del Programma PNRR RESTART Il programma di ricerca e sviluppo RESTART "RESearch and innovation on future Telecommunications systems and networks, to make Italy more smart" è finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU nell'ambito del PNRR – M4C2, Investimento 1.3, Avviso n. 341 del 15-03-2022 del Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR) con 116 milioni di euro, e rappresenta il più importante programma di R&D pubblico mai realizzato in Italia nel settore Telecomunicazioni. Il programma ha una durata di 3 anni, a partire da gennaio 2023. RESTART ha l'ambizioso obiettivo di contribuire a delineare l'evoluzione delle Telecomunicazioni in Italia, facendo ripartire un settore che dispone di professionalità ed esperienze a livello di eccellenza mondiale, dedicandosi alle principali tematiche di scienza e tecnologia delle Telecomunicazioni, compresi tutti i tipi di sistemi e reti correlati, per utenti umani e non umani, con applicazione nei settori più diversi: agricoltura, commercio, energia, finanza, industria, media, salute, sicurezza, trasporti. Il programma delle attività di RESTART si articola in sette "missioni" tra le quali si menziona la missione "Education & Training" che ambisce a formare una nuova generazione di ingegneri delle telecomunicazioni preparati alla quarta rivoluzione industriale. La missione realizza attività finalizzate 1) all'attrazione di un maggior numero di studenti verso le materie STEM e di telecomunicazioni in particolare, 2) allo sviluppo delle competenze richieste dal settore, con enfasi su quelle trasversali, e 3) alla organizzazione di iniziative di formazione permanente. In particolare, nel corso del primo anno del programma, è stata realizzata un'attività di mappatura ruoli – competenze con l'obiettivo di definire la rilevanza delle competenze hard (tecniche) e soft (trasversali) nei ruoli dell'ingegnere delle telecomunicazioni. Hanno contribuito alla prima versione della mappatura sette aziende partners di RESTART (Ericsson, Italtel, TIM, OpenFiber, Leonardo, Tiesse, Wind 3) e quattordici rappresentanti di università e centri di ricerca (CNIT, CNR, UniBO, PoliTO, PoliMI, Roma1, UniRC, UniNA, UniFI). Tra i rappresentanti dell'università, per la Sapienza, figurava la Presidente del CAD di Ingegneria delle Telecomunicazioni. La lista dei ruoli proposta dalle aziende contava circa 150 casi. Dopo un processo di aggregazione se ne sono identificati 47, cui se ne sono aggiunti 6 per l'ambito ricerca-accademia. La lista delle hard-skill proposta dalle aziende contava più di 500 casi. Dopo un processo di aggregazione se ne sono definite 60. La lista delle soft-skill è stata proposta dal coordinatore della missione. Al termine di un

processo di analisi da parte delle aziende coinvolte, se ne è aggiunta una ulteriore. La lista finale ne contiene 41. Sono state prodotte due tabelle, con contributori anonimizzati: una per la mappatura ruoli – soft-skill ed una per ruoli – hard-skill. Le due tabelle mostrano per ogni coppia ruolo – competenza il valore di rilevanza. La sintesi dei risultati offre un quadro abbastanza dettagliato delle aspettative in termini di competenze soft e hard con riferimento ai diversi ruoli in cui l'ingegnere delle telecomunicazioni può operare efficacemente. Ne emerge una esigenza specifica in termini di soft-skills, soprattutto con riferimento alle capacità di comunicazione, di risoluzione di problemi e di lavoro in team. Inoltre appare già evidente la notevole diversità in termini di competenze hard richieste a seconda dei ruoli considerati; si ritiene oltretutto che l'attuale analisi sia ancora incompleta in quanto ha coinvolto esclusivamente le aziende e gli enti di ricerca inclusi nel Partenariato Esteso. È previsto che da settembre 2024 si affronti l'aggiornamento della mappatura, finalizzato alla produzione di una seconda versione. Saranno coinvolti tutti i partner del programma RESTART, inclusi quelli inseriti dopo il processo dei bandi a cascata. La seconda versione sarà rilasciata a dicembre 2024. La Presidente ha condiviso l'attuale sintesi con i membri del CAD di Ingegneria delle Telecomunicazioni per le opportune considerazioni.

CONSULTAZIONI NELL'AMBITO PIÙ GENERALE DELL'INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE Consultazioni dirette mediante incontri organizzati dalla Facoltà di Ingegneria dell'Informazione, Informatica e Statistica Il 10 Marzo 2015, ha avuto luogo un incontro con importanti organizzazioni rappresentative del più ampio settore dell'Ingegneria dell'Informazione, che include tra i suoi ambiti principali l'ingegneria delle Comunicazioni. Tale incontro è stato organizzato dalla Presidenza della Facoltà di Ingegneria dell'Informazione, Informatica e Statistica. All'incontro del 10/03/2015 erano presenti, oltre al Preside, al Vice Preside, al Manager Didattico e ai Presidenti di CAD/CdS, le seguenti organizzazioni rappresentative: 5 Emme informatica (Manager e Responsabile area prodotti), BIC Lazio S.p.A. (Responsabile Staff operativo), Cineca - SCIA (Information and knowledge management services), Exaltech - Impresa Latina (Co-fondatore e Vice Presidente), Ey (Reclutatrice risorse umane), GSE - Gestore servizi energetici (Ingegnere gestionale), IBM (Business Development Executive), INFO EDGE, Istituto Italiano degli Attuari (Segretario Generale), Istituto Nazionale della Previdenza Sociale (Coordinatore Sezione statistico-attuariale), KYDEA - impresa di Latina (CTO & Co-founder), Lait Regione Lazio (Amministratore unico), NS12 (Responsabile Marketing & Comunicazione), NttData (Responsabile HR), Ordine Nazionale degli Attuari (Presidente), SAS (SAS Academic Program manager), Telecom Italia/TIM (Strategy & Innovation - Market & Service Scenario e Risorse umane Senior Consultant). Alle organizzazioni presenti il 10.03.2015 è stata fornito un opuscolo della Facoltà nel quale, per ogni corso di laurea e laurea magistrale, oltre a essere indicato il sito web del corso, erano illustrate le finalità del corso, il percorso formativo e gli sbocchi occupazionali. Tale documentazione è stata inviata in data 17.02.2016. Nel corso dell'incontro sono stati posti i seguenti temi per la valutazione dei fabbisogni formativi e degli sbocchi professionali offerti dai corsi di laurea della Facoltà: • Adeguatezza degli obiettivi formativi e delle denominazioni dei corsi di laurea • Adeguatezza delle figure professionali rispetto alle esigenze del mercato del lavoro • Sbocchi professionali attesi • Suggerimenti sugli obiettivi e sui contenuti dei corsi di studio • Opinioni sulle lauree triennali e sulla durata media dei corsi di laurea • Collaborazioni in Stage/Tirocini/Tesi/Ricerca Tutte le organizzazioni hanno ritenuto validi e interessanti i temi trattati nei corsi della Facoltà e gli sbocchi occupazionali previsti, consigliando di aumentare però la trasversalità tra i corsi di laurea in parte già presente (nei corsi Interfacoltà e Interdipartimentali). Le organizzazioni hanno poi sottolineato come nell'offerta formativa sono presenti i temi attuali come information technology e data science, big data, internet of things(IoT) e internet of everyting (IoE), smart cities, robotica, domotica, cyber security, cognitive computing, social networking, cloud analytics, mobile networking, privacy, open source, open data, open agent, auspicandone però ulteriori approfondimenti e sviluppi anche per le esigenze legate all'introduzione della cittadinanza digitale nella Pubblica Amministrazione. Inoltre, è stata sottolineata l'importanza di incrementare la formazione normativa soprattutto nei corsi di area statistico e attuariale. Per quanto riguarda il tema delle soft skills, sono emerse posizioni diverse tra le grandi organizzazioni e quelle medio/piccole. Secondo le prime è necessario aumentarne la presenza anche attraverso la collaborazione con le aziende disponibili a fornire seminari da inserire nell'offerta formativa come CFU. Le piccole e medie organizzazioni, invece, ritengono che sia più importante fornire una forte formazione di base soprattutto nelle lauree di primo livello. Tutte le organizzazioni hanno sottolineato come sia importate, ai fini del collocamento sul mercato del lavoro, che gli studenti conseguano il titolo in corso e che già durante il corso di studi inizino la collaborazione con mondo del lavoro, aumentando la previsione di testimonianze aziendali all'interno dei corsi, l'attivazione di stage, di progetti di ricerca e di collaborazioni nella stesura della tesi. Per attuare questi aspetti le organizzazioni hanno manifestato la loro piena collaborazione. Consultazioni indirette mediante indagine realizzata da CESOP COMMUNICATION L'indagine commissionata alla CESOP COMMUNICATION era volta ad investigare la conoscenza e la percezione che le aziende italiane hanno della formazione erogata dai corsi di studio della Facoltà di Ingegneria dell'Informazione, Informatica, Statistica. L'indagine è avvenuta in due fasi: nella prima fase CESOP COMMUNICATION ha effettuato l'indagine mediante la somministrazione di questionari e i risultati sono stati presentati alla Giunta di Facoltà il 15/03/2016; nella seconda fase è stato organizzato un focus group per indagare gli aspetti di notorietà e qualità dei CdS della Facoltà e i risultati sono stati presentati nell'Assemblea di Facoltà del 20/12/2017. L'indagine condotta nella prima fase si è svolta attraverso la

somministrazione di un questionario on-line con sistema CAWI ipostat-interview (domande standard e batterie con scala a intervalli da 1 a 10). Lo scopo era quello di effettuare una prima indagine di sfondo su due aspetti dei corsi della Facoltà: la notorietà dei corsi e la qualità percepita. Le aree del questionario riguardavano: • mercato del lavoro • esame dell'offerta formativa dei corsi della Facoltà • competenze (hard skill e soft skill) Il questionario è stato inviato a personale con funzioni decisionali nelle risorse umane (addetti HR) delle aziende sopra citate. Le aziende contattate sono state 3800, ma solo 100 questionari sono stati ritenuti validi. I casi non sono stati pesati rispettando i valori presenti nell'universo statistico di riferimento poiché solamente il 73% ha compilato i dati di base (area geografica e grandezza dell'azienda). In buona sintesi, dalle tre aree del questionario è emerso che: • l'88% del campione prevede di assumere nel 2016 avvalendosi di risorse con formazione proveniente dalla Facoltà di Ingegneria dell'Informazione, Informatica e Statistica. L'ingegnere informatico in particolare è la figura professionale che riscuote maggior successo (19.8% su base 88). • La conoscenza dell'offerta formativa dei corsi risulta molto bassa e per questo la comunicazione della Facoltà con le aziende dovrebbe essere incrementata (collaborazioni e incontri tra Facoltà e aziende). Un interessante benchmarking è il Politecnico di Milano che viene considerato un Ateneo di qualità e con una buona comunicazione. Sul piano dei contenuti dell'offerta formativa le aziende, anche se di poco, premiano per importanza le soft skills rispetto alle hard skills (media 5.58 su scala 10). Tra le soft skills è la «Capacità di collaborare con gli altri in modo costruttivo» e la «Capacità di adattamento alle esigenze delle organizzazioni» quelle sulle quali la Facoltà deve e può incidere maggiormente. Il focus group organizzato nella seconda fase da CESOP COMMUNICATION ha visto la partecipazione di 6 responsabili aziendali in una sessione di due ore. Le aree indagate sono state • Conoscenza offerta formativa • Comunicazione e rapporti Università – Aziende • Attività aziendale relativa alla selezione e al fabbisogno professionale Le aziende coinvolte sono state Capgemini, Altran, Fater, TIM, Deloitte e Infocert. Nel 2017 le aziende hanno assunto 2000 persone con profilo coerente con quello formato dai CdS della Facoltà: il 73,5% era laureato ed il contratto maggiormente utilizzato è stato a tempo indeterminato (67,4%). L'ingegnere informatico e gli informatici sono le figure professionali che hanno riscosso maggiore successo. Fatte 100 le figure considerate dallo studio, l'ingegnere informatico è presente mediamente nel 19,8% dei casi e per il 22,3% è stato ritenuto potenzialmente interessante per future assunzioni. Dalle consultazioni è emerso quanto segue per le aree indagate. Conoscenza offerta formativa Il dato maggiormente riscontrato è stato la mancata conoscenza dell'offerta formativa della Facoltà. Questo elemento ha condizionato fortemente tutta l'indagine. Dei 73 intervistati che hanno indicato le caratteristiche base, 16 addetti provengono da piccole aziende, 15 da medie e 42 da grandi aziende. Dal nord hanno risposto in 38 unità, mentre dal centro 31 e solo 4 dal Sud e Isole. La maggioranza dei rispondenti (25 su 73 dichiaranti i dati di base) è occupato in un'azienda del settore IT (information technology). Le aziende del campione operano nei seguenti settori: Information Technology (34.7%), Industriale - manifatturiero - Trasporti (19.4%), Consulenza e revisione aziendale (15.3%), Media e comunicazione (9.7%), Chimico - Farmaceutico - biomedicale (6.9%), Grande distribuzione (5.6%), Istituzioni pubbliche (5.6%), Finanziario - assicurativo (2.8%). Comunicazione e rapporti Università – Aziende Secondo i partecipanti al focus group, la comunicazione dell'università con le aziende dovrebbe essere migliorata. Il rapporto diretto con le aziende è stato considerato il migliore mezzo per aumentare la conoscenza dell'offerta formativa. In particolare le collaborazioni e gli incontri tra università e aziende sono stati considerati i mezzi più utili per presentare i corsi. Tuttavia il mezzo che ha veicolato maggiormente queste informazioni è stata la rete. Secondo i partecipanti al focus group, vi è una mancanza di referenti certi e di una struttura dedicata alla gestione dei rapporti con le aziende. Ogni Dipartimento si autogestisce e i tempi di risposta sono troppo lunghi. Attività aziendale relativa alla selezione e al fabbisogno professionale Nella formazione dei giovani, le aziende premiano per importanza le soft skill, anche se di poco, e non riconoscono i corsi della Sapienza in grado di formare gli studenti su queste particolari attitudini e competenze. Le skill vengono valutate dalle aziende principalmente mediante colloqui individuali. Le aziende affermano che la soft skill sulla quale le università possono incidere maggiormente è la «Capacità di adattamento alle esigenze delle organizzazioni». Anche la «Capacità di collaborare con gli altri in modo costruttivo» dovrebbe essere una soft skill ad appannaggio dei corsi universitari. A seguito delle consultazioni condotte a livello di Facoltà (diretta e mediante CESOP COMMUNICATION) i CdS concordano di tenere conto delle seguenti indicazioni: • continuare ad approfondire nei corsi di laurea e laurea magistrale temi come information technology e data science, big data, internet of things(IoT) e internet of everyting (IoE), smart cities, robotica, domotica, cyber security, cognitive computing, social networking, cloud analytics, mobile networking, privacy, open source, open data, open agent; • aumentare la trasversalità e la contaminazione tra i vari corsi di laurea, soprattutto nei corsi magistrali; • incrementare l'apprendimento delle soft skills attraverso la previsione di seminari con o senza riconoscimento di CFU; • rafforzare la formazione di base, soprattutto nelle lauree di primo livello; • aumentare la conoscenza dell'offerta formativa e rafforzare il collegamento con il mondo del lavoro prevedendo maggiori testimonianze aziendali in aula, stage, incontri con aziende, tesi di laurea in azienda, progetti di ricerca che coinvolgano anche studenti soprattutto della magistrale. Alla luce di quanto emerso si ritiene che i progetti formativi dei corsi della Facoltà siano adeguatamente strutturati al proprio interno. Si ritiene inoltre che le funzioni e le competenze che caratterizzano le figure professionali a cui preparano i vari corsi della Facoltà sono descritte in modo adeguato, e

costituiscono quindi una base chiara per definire i risultati di apprendimento attesi e che i risultati di apprendimento attesi specifici e quelli generici previsti dall'ordinamento sono coerenti con le esigenze professionali, in modo che la preparazione dei laureati risponda ai più ampi bisogni della società e del mercato del lavoro (domanda di formazione).

Organizzazione e responsabilità della AQ del Cds

Il Sistema di Assicurazione Qualità (AQ) di Sapienza è descritto diffusamente nelle Pagine Web del Team Qualità consultabili all'indirizzo <https://www.uniroma1.it/it/pagina/team-qualita>. Nelle Pagine Web vengono descritti il percorso decennale sviluppato dall'Ateneo per la costruzione dell'Assicurazione Qualità Sapienza, il modello organizzativo adottato, gli attori dell'AQ (Team Qualità, Comitati di Monitoraggio, Commissioni Paritetiche Docenti-Studenti, Commissioni Qualità dei Corsi di Studio), i Gruppi di Lavoro attivi, le principali attività sviluppate, la documentazione predisposta per la gestione dei processi e delle attività di Assicurazione della Qualità nella Didattica, nella Ricerca e nella Terza Missione. Le Pagine Web rappresentano inoltre la piattaforma di comunicazione e di messa a disposizione dei dati di riferimento per le attività di Riesame, di stesura delle relazioni delle Commissioni Paritetiche Docenti-Studenti e dei Comitati di Monitoraggio e per la compilazione delle Schede SUA-Didattica e SUA-Ricerca. Ciascun Corso di Studio e ciascun Dipartimento ha poi facoltà di declinare il Modello di Assicurazione Qualità Sapienza definito nelle Pagine Web del Team Qualità nell'Assicurazione Qualità del CdS/Dipartimento mutuandolo ed adattandolo alle proprie specificità organizzative pur nel rispetto dei modelli e delle procedure definite dall'Anvur e dal Team Qualità. Le Pagine Web di CdS/Dipartimento rappresentano, unitamente alle Schede SUA-Didattica e SUA-Ricerca, gli strumenti di comunicazione delle modalità di attuazione del Sistema di Assicurazione Qualità a livello di CdS/Dipartimento.