

# Corso di Laurea Magistrale In Ingegneria delle Telecomunicazioni

## Manifesto degli Studi

Anno Accademico 2021-2022

Approvato dal CdLM in Ingegneria delle Telecomunicazioni in data 25/02/2021

Denominazione del Corso di Studio	INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI
Denominazione in inglese del Corso di Studio	TELECOMMUNICATION ENGINEERING: Smart Sensing, Computing and Networking
Anno Accademico	2021-2022
Classe di Corso di Studio	LM-27 - Ingegneria delle Telecomunicazioni
Dipartimento	DIMES
Coordinatore/referente del Corso di Studio	Prof.ssa Sandra Costanzo
Sito web	<a href="https://www.dimes.unical.it/content/ingegneria-telecomunicazioni">https://www.dimes.unical.it/content/ingegneria-telecomunicazioni</a>

## Contenuti del Manifesto degli Studi

### OFFERTA DIDATTICA PROGRAMMATA - COORTE A.A.2021/2022

1. **Corso di studi in breve. (SUA-CdS -sez. Qualità – Presentazione). Inserire una breve presentazione del CdS e degli eventuali *curricula* previsti.**

Il corso di studio in ‘Telecommunication Engineering: Smart Sensing, Computing and Networking’, unico sul territorio calabrese, risponde all'esigenza di formare, nel campo

dell'Ingegneria delle Telecomunicazioni, professionalità rivolte sia alle specifiche richieste occupazionali del territorio, sia a contesti più ampi del mercato del lavoro, anche a respiro internazionale.

Il corso di laurea si prefigge di fornire una cultura di base nell'ingegneria dell'informazione, caratterizzando la formazione con abilità specialistiche che permetteranno al laureato di affrontare e risolvere i problemi specifici delle reti e degli apparati di telecomunicazioni, attraverso la capacità di pianificare, progettare, analizzare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi.

Il profilo professionale avrà competenze specifiche inerenti la progettazione di reti e di sistemi IoT, in grado di:

- operare su ambienti intelligenti, capaci di connettere una moltitudine di 'smart sensors' e 'smart objects';
- raccogliere una moltitudine di dati, anche in modo distribuito e/o cooperativo, utilizzando servizi in cloud e dispositivi IoT di prossimità ('edge computing'), per l'esecuzione di elaborazioni complesse anche a scopo predittivo/decisionale ('machine learning').

Gli ingegneri delle telecomunicazioni così formati saranno in grado di operare sulle più moderne tecnologie di comunicazione, su piattaforme radar e sensori elettromagnetici altamente innovativi, con forti ricadute applicative nei contesti 'IoT', 'Smart Health', 'Smart Home', 'Automotive' e 'Security'.

## 2. Piano di studio ufficiale per studenti impegnati a tempo pieno.

L'elenco delle attività formative offerte segue lo schema:

Anno	Semestre	Insegnamento	Attività formativa	Ambito	Settore Scientifico Disciplinare	CFU
1	I	SIMULATION AND PERFORMANCE EVALUATION	Affine	Attività formative affini o integrative	MAT/09	6
1	I	NETWORKING ASPECTS OF INTERNET OF THINGS	Caratterizzante	Ingegneria delle telecomunicazioni	ING-INF/03	6
1	I	ANTENNAS AND PROPAGATION	Caratterizzante	Ingegneria delle telecomunicazioni	ING-INF/02	9
1	I	IoT DEVICE PROGRAMMING - <i>Module 1: IoT SENSOR DEVICE PROGRAMMING</i>	Affine	Attività formative affini o integrative	ING-INF/05	6
1	II	IoT DEVICE PROGRAMMING - <i>Module 2: IoT MOBILE DEVICE PROGRAMMING</i>	Affine	Attività formative affini o integrative	ING-INF/05	6

1	II	WIRELESS DEVICES AND NETWORKS	Caratterizzante	Ingegneria delle telecomunicazioni	ING-INF/03	6
1	II	TELECOMMUNICATION SYSTEMS MEASUREMENTS <i>Oppure</i> IoT SYSTEMS FOR ENVIRONMENTAL MONITORING	Affine	Attività formative affini o integrative	ING-INF/07 <i>Oppure</i> ICAR/02	6
1	II	DISTRIBUTED SYSTEMS AND CLOUD/EDGE COMPUTING	Affine	Attività formative affini o integrative	ING-INF/05	6
1	I/II	Free choice	Altre attività	A scelta dello studente		6
2	I	IoT SECURITY	Affine	Attività formative affini o integrative	ING-INF/05	6
2	I	SMART AND PROGRAMMABLE NETWORKS – <i>Module 1: Fundamentals of smart and programmable networks</i>	Caratterizzante	Ingegneria delle telecomunicazioni	ING-INF/03	9
2	I	BUSINESS MODELS FOR TELECOMMUNICATIONS	Altre attività	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	ING-IND/35	6
2	I	Free choice	Altre attività	A scelta dello studente		6
2	II	ELECTROMAGNETIC SENSORS AND IMAGE DIAGNOSTICS – <i>Module 1: Signals and Sensors for Image Diagnostics</i>	Caratterizzante	Ingegneria delle telecomunicazioni	ING-INF/02	6
2	II	ELECTROMAGNETIC SENSORS AND IMAGE DIAGNOSTICS – <i>Module 2: Laboratory of Electromagnetic Sensors for Image Diagnostics</i>	Caratterizzante	Ingegneria delle telecomunicazioni	ING-INF/02	3
2	II	MOBILE RADIO NETWORKS	Caratterizzante	Ingegneria delle telecomunicazioni	ING-INF/03	6
2	II	SMART AND PROGRAMMABLE NETWORKS – <i>Module 2: Laboratory of smart and programmable networks</i>	Caratterizzante	Ingegneria delle telecomunicazioni	ING-INF/03	3
2	II	Thesis	Altre attività	Per la prova finale		18
<b>Totale CFU</b>						<b>120</b>

### 3. Declaratorie delle singole attività formative:

Al link seguente <http://www.unical.it/portale/didattica/offerta/catalogo/> sono disponibili tutte le informazioni relative agli obiettivi formativi in termini di competenze specifiche e trasversali dei singoli insegnamenti.

<b>Denominazione insegnamento</b>	SIMULATION AND PERFORMANCE EVALUATION
<b>SSD</b>	MAT-09
<b>CFU</b>	6
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	<p><b>1. competenze specifiche</b>            Conoscenza delle metodologie di simulazione stocastica al computer per l'analisi quantitativa di reti di telecomunicazioni e reti abilitate all'IoT. Padronanza delle potenzialità e dei limiti di modelli concettuali e strumenti software per studi di valutazione delle prestazioni. Capacità di svolgere un project-work di ottimizzazione mediante tecniche di simulazione discreta ad eventi.</p> <p>Knowledge of stochastic computer simulation methodologies for the quantitative analysis of modern telecommunication networks and IoT-enabled networks. Proficiency at exploiting potentials and limits of conceptual models and software tools for performance evaluation studies. Ability to carry out an optimization project-work through discrete-event simulation.</p> <p><b>2. competenze trasversali</b>            Capacità di scegliere, implementare e valutare autonomamente modelli e algoritmi per la risoluzione di un problema assegnato. Attitudine al successivo confronto e allo scambio cooperativo con colleghi, nella fase di valutazione critica dei risultati ottenuti e di affinamento del processo di risoluzione.</p> <p>Ability to autonomously choose, implement and evaluate models and algorithms for solving an assigned problem.            Attitude for subsequent confrontation and cooperative exchange with colleagues during the critical evaluation of the results obtained and the refinement of the resolution process.</p>
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	<p><b>Prerequisiti</b>            Conoscenze fondamentali di Analisi Matematica e Algebra Lineare, Probabilità e Statistica, Teoria dei Sistemi e Reti di Telecomunicazioni, solitamente acquisite nei percorsi triennali di Laurea afferenti all'Ingegneria dell'Informazione.            Knowledge of fundamental topics in Mathematical Analysis and Linear Algebra, Probability and Statistics, Systems Theory, and Telecommunications Networks, usually acquired in the undergraduate degree programs relating to Information Engineering.</p> <p><b>Propedeuticità</b>            NESSUNA</p>

<b>Denominazione insegnamento</b>	NETWORKING ASPECTS FOR INTERNET OF THINGS
<b>SSD</b>	ING-INF/03
<b>CFU</b>	6
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	<p><b>1. competenze specifiche</b>            Conoscenze di sistema (gli elementi fondamentali per progettare dispositivi IoT), conoscenze di architetture di rete (le architetture di nuova concezione associati agli smart devices), conoscenze di protocolli</p>

	<p>di comunicazione per IoT, conoscenza di alcuni fondamenti di programmazione tramite framework di dispositivi IoT, conoscenza di alcune tecnologie IoT.</p> <p>System knowledge (fundamental elements in the IoT devices design), knowledge on the network architecture for IoT, communication protocols for IoT; knowledge on some fundamentals of programming of IoT networked devices; knowledge of some technologies applied in the IoT domain.</p> <p><b>2. competenze trasversali</b>  Al superamento dell'esame lo studente sarà in grado di esaminare criticamente i risultati ottenuti nella risoluzione di problemi. Lo studente sarà inoltre in grado di riconoscere situazioni in cui applicare le competenze acquisite, di identificare la tipologia di problema e di valutare autonomamente possibili alternative per la sua risoluzione.</p> <p>Capability to analyze and to face a problem related to the design of IoT systems; capability to analyze solutions to face specific problems in IoT domain. Ability to analyze problem from multiple points of view to be more effective in the solution proposal.</p>
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	NESSUNA

<b>Denominazione insegnamento</b>	ANTENNAS AND PROPAGATION
<b>SSD</b>	ING-INF/02
<b>CFU</b>	9
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	<p><b>1. competenze specifiche</b>  Conoscenza dei concetti di base relativi alla propagazione libera e guidata;  conoscenza del principio di funzionamento e delle principali caratteristiche relative alle tipologie di antenne più diffuse nell'ambito dei sistemi di comunicazione;  acquisizione degli strumenti metodologici di base per lo studio e la progettazione di antenne e arrays, anche con abilità 'smart'.</p> <p>Knowledge of the basic concepts of guided and free-space propagation; knowledge of the operation and functional characteristics of the most common types of antennas in the field of communication systems; ability to use basic methodological tools for the study and design of antennas and arrays, including 'smart' abilities.</p> <p><b>2. competenze trasversali</b>  Capacità di formulazione di moderne tecniche di modellazione matematica nel campo dell'ICT;  capacità di utilizzo di sistemi informatici avanzati nel campo dell'ICT.</p> <p>Ability to formulate modern mathematical modeling techniques in the field of ICT;  ability to use advanced IT systems in the field of ICT.</p>
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	NESSUNA

<b>Denominazione insegnamento</b>	IoT DEVICE PROGRAMMING - <i>Module 1: IoT SENSOR DEVICE PROGRAMMING</i>
<b>SSD</b>	ING-INF/05
<b>CFU</b>	6
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	<p><b>1. competenze specifiche</b>  Si prevede che gli studenti acquisiscano conoscenze di carattere sia teorico/metodologico che pratico. In particolare, gli studenti acquisiranno sia le conoscenze relative ai principali metodi e algoritmi</p>

	<p>per la programmazione di sistemi IoT, con particolare riferimento alle reti di sensori ed ai dispositivi IoT, e per la loro progettazione, sia le competenze pratiche che consentiranno loro di utilizzare concretamente sistemi operativi, linguaggi specifici, metodologie e strumenti per sviluppare componenti software per tali sistemi.</p> <p>Students will acquire knowledge and skills which are both theoretical/methodological and practical; in particular, students will acquire both knowledge about the main methods and algorithms for programming IoT systems, specifically involving wireless sensor networks and IoT devices, and for their design, and the practical skills allowing them to concretely use operating systems, specific languages, methodologies and tools to develop software components for such systems.</p> <p><b>2. competenze trasversali</b> Le conoscenze relative ai sistemi operativi, linguaggi di programmazione e metodologie di progetto sono certamente più generali e riutilizzabili in altri corsi e contesti.</p> <p>Knowledge and skills involving operating systems, programming languages and design methodologies are more general and therefore reusable in other courses and contexts.</p>
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	<p><b>Prerequisiti</b> Buona conoscenza di un linguaggio di programmazione ad alto livello quale C/C++ o Java. Buona conoscenza dei principi dei sistemi distribuiti e delle reti di calcolatori Good knowledge of a high-level programming language such as C/C++ or Java. Good knowledge of the principles of distributed systems and computer networks.</p> <p><b>Propedeuticità</b> NESSUNA</p>

<b>Denominazione insegnamento</b>	IoT DEVICE PROGRAMMING - <i>Module 2: IoT MOBILE DEVICE PROGRAMMING</i>
<b>SSD</b>	ING-INF/05 - SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI
<b>CFU</b>	6
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	<p><b>1. competenze specifiche</b> Obiettivo del corso è fornire agli studenti le conoscenze sulle principali tecniche e architetture software per dispositivi mobili, in particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• elaborazione mobile e distribuita;</li> <li>• sistema operativo Android;</li> <li>• programmazione dei dispositivi mobili.</li> </ul> <p>The aim of the course is to provide students with knowledge about the main software techniques and architectures for mobile devices, in particular:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mobile and distributed computing;</li> <li>• Android OS;</li> <li>• mobile devices programming.</li> </ul> <p><b>2. competenze trasversali</b> Il corso è finalizzato all'acquisizione e alla sperimentazione delle competenze tecnologiche necessarie per la progettazione e lo sviluppo di applicazioni per dispositivi mobili, in particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• capacità di progettare soluzioni applicative in ambito ICT;</li> <li>• capacità di cooperare in piccoli gruppi e di condividere e presentare il lavoro svolto.</li> </ul> <p>The course is aimed at acquiring and experimenting with architectural</p>

	and technological skills necessary for the design and the development of applications for mobile devices, in particular: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ability to design application solutions in the ICT field;</li> <li>• ability to cooperate in small groups and to share and present the work done.</li> </ul>
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	<b>Prerequisiti</b> Buona conoscenza di un linguaggio di programmazione ad alto livello tipo Java. Good knowledge of a high-level programming language such as Java. <b>Propedeuticità</b> NESSUNA

<b>Denominazione insegnamento</b>	WIRELESS DEVICES AND NETWORKS
<b>SSD</b>	ING-INF/03
<b>CFU</b>	6
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	<p><b>1. competenze specifiche</b> Conoscenza dei protocolli e delle tecnologie di comunicazione delle reti radio a corto e medio raggio, infrastrutturate e non infrastrutturate. Comprensione dei principi di funzionamento delle varie tecnologie con particolare riferimento ai metodi per l'accesso al mezzo, agli algoritmi per l'instradamento delle informazioni e alle loro prestazioni.</p> <p>Knowledge of communication technologies and the protocols of short and medium range radio networks, infrastructured and not. Understanding of the operating principles of the various technologies, with particular reference to the medium access methods, the routing algorithms and their performance.</p> <p><b>2. competenze trasversali</b> Capacità di applicare le conoscenze acquisite, di proporre soluzioni ai problemi, di apprendere nuove metodologie in relazione alla progettazione e gestione delle reti wireless. Capacità di comunicare utilizzando un linguaggio tecnico specifico, formulare giudizi critici sull'ammissibilità delle soluzioni, migliorare l'attitudine al lavoro di gruppo.</p> <p>Ability to apply the acquired knowledge, to propose solutions to problems, to learn new methodologies in relation to the design and management of wireless networks. Ability to communicate using specific technical language, formulate critical judgments on the admissibility of solutions, improve teamwork aptitude.</p>
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	NESSUNA

<b>Denominazione insegnamento</b>	TELECOMMUNICATION SYSTEMS MEASUREMENTS
<b>SSD</b>	ING-INF/07
<b>CFU</b>	6
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	<p><b>1. competenze specifiche</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoscenza della metrologia e degli aspetti metrologici.</li> <li>• Conoscere i sistemi di conversione analogico/digitale e le problematiche legate a questi processi.</li> <li>• Conoscere le architetture, gli utilizzi e le caratteristiche metrologiche di oscilloscopi digitali, analizzatori di spettro, data analyzer e sistemi di acquisizione dati.</li> <li>• Comprensione dei requisiti hardware per l'acquisizione di una grandezza fisica e capacità di scelta della strumentazione più adatta.</li> <li>• Conoscenza delle principali misure su apparati di telecomunicazione.</li> <li>• Conoscenza delle principali potenzialità e problematicità nelle Misure per IoT e IoT per le misure.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abilità nella progettazione e sviluppo del software di gestione della strumentazione di misura, locale e distribuita, in ambiente LabView.</li> <li>• Knowledge of the fundamentals of metrology science</li> <li>• Knowledge of the metrological problems related to Analog to Digital Converter and Digital to Analog Converter and main architectures.</li> <li>• Knowledge of the main architectures, metrological characteristics and usage of Digital Storage Oscilloscope, Spectrum Analyzer, Data Acquisition Systems.</li> <li>• Knowledge of the hardware requirements for the acquisition of a physical magnitude and how to select the most convenient measurement instruments.</li> </ul> <p><b>2. competenze trasversali</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Saper prendere decisioni tenendo conto dell'incertezza di misura</li> <li>• Sviluppo di abilità nello sviluppo di algoritmi con linguaggi di programmazione visuali.</li> <li>• Saper progettare sistemi di acquisizione dati.</li> <li>• Capire e gestire le problematiche di sistemi di acquisizione dati distribuiti</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowing how to make decisions taking into account measurement uncertainty</li> <li>• Development of algorithms with visual programming languages. • Knowing how to design data acquisition systems.</li> <li>• Understand and manage the problems of distributed data acquisition systems.</li> </ul>
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	NESSUNA

<b>Denominazione insegnamento</b>	IoT SYSTEMS FOR ENVIRONMENTAL MONITORING
<b>SSD</b>	ICAR/02
<b>CFU</b>	6
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	<p><b>1. competenze specifiche</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoscenza delle più importanti missioni spaziali per l'Osservazione della Terra e delle principali applicazioni del telerilevamento al monitoraggio e alla modellistica ambientale;</li> <li>• Capacità di accesso, elaborazione e mappatura dati da satellite e in situ con riferimento a variabili di interesse per problematiche ambientali;</li> <li>• Conoscenza delle tecnologie di monitoraggio di fenomeni ambientali a varie scale spaziali. Analisi di possibili strategie per l'acquisizione di dati multi-sensori in sistemi IoT.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge of the most important space missions for Earth Observation and of the main applications of remote sensing to environmental monitoring and modelling;</li> <li>• Skills in accessing, processing and mapping data from remote sensing with reference to variable of interest for environmental issues;</li> <li>• Knowledge of technologies for in situ monitoring of environmental phenomena at various spatial scales. Analysis of possible strategies for the acquisition of multi-sensor data in IoT systems.</li> </ul> <p><b>2. competenze trasversali</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abilità nell'utilizzo di software specifici per l'accesso ai dati satellitari e di strumenti GIS per l'analisi e il processamento di dati spaziali applicabile in diverse discipline.</li> <li>• Competenze in tecniche numeriche e grafiche per la calibrazione di alcuni sensori adoperati per il monitoraggio ambientale.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ability to use specific software programs for accessing satellite data and GIS tools for spatial data analysis applicable in various disciplines</li> <li>• Skills in numerical and graphic techniques for the calibration of some sensors used for environmental monitoring.</li> </ul>
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	NESSUNA

<b>Denominazione insegnamento</b>	DISTRIBUTED SYSTEMS AND CLOUD/EDGE COMPUTING
<b>SSD</b>	ING-INF/05
<b>CFU</b>	6
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	<p><b>1. competenze specifiche</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoscenza degli aspetti architetturali dei sistemi distribuiti</li> <li>• Conoscenza degli aspetti di comunicazione tra processi in ambienti distribuiti</li> <li>• Conoscenza degli aspetti di naming delle entità</li> <li>• Conoscenza delle principali tecniche di coordinamento</li> <li>• Conoscenza dei principali modelli di consistenza</li> <li>• Conoscenza dei principali aspetti di sicurezza nei sistemi distribuiti</li> <li>• Conoscenza di modelli e sistemi di cloud computing</li> <li>• Conoscenza di modelli e sistemi di edge computing</li> <li>• Conoscenza e utilizzo delle tecnologie di cloud ed edge computing in scenari IoT</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge of architectural aspects of distributed systems</li> <li>• Knowledge of process communication aspects in distributed environments</li> <li>• Knowledge of entity naming aspects</li> <li>• Knowledge of the main coordination techniques</li> <li>• Knowledge of the main consistency models</li> <li>• Knowledge of the main security aspects in distributed systems</li> <li>• Knowledge of cloud computing models and systems</li> <li>• Knowledge of edge computing models and systems</li> <li>• Knowledge and use of cloud and edge computing technologies in IoT scenarios</li> </ul> <p><b>2. competenze trasversali</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoscenza e abilità sulla modellazione di sistemi complessi</li> <li>• Conoscenza e abilità sulla valutazione dei sistemi tramite simulazione</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge and skills on modelling complex systems</li> <li>• Knowledge and skills on evaluating systems through simulation</li> </ul>
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	NESSUNA

<b>Denominazione insegnamento</b>	IoT SECURITY
<b>SSD</b>	ING-INF/05
<b>CFU</b>	6
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	<p><b>1. competenze specifiche</b></p> <p>Si prevede che gli studenti acquisiscano conoscenze di carattere sia teorico/metodologico che pratico. In particolare, gli studenti acquisiranno conoscenze sulle seguenti tematiche innovative:</p> <p>(i) sicurezza per gli specifici dispositivi IoT, che coinvolge esposizione hardware (cyberphysical security) e necessità di soluzioni leggere e flessibili basati su algoritmi crittografici, anti-malware, IDS e firewall;</p> <p>(ii) sicurezza trasversale tra i vari livelli dei sistemi IoT (da quello percettivo a quello applicativo) che comprende sistemi di Trust Management in grado di assicurare in modo autonomo relazioni sociali affidabili tra entità sconosciute (persone, dispositivi o servizi), meccanismi di autenticazione leggeri uniti ad una gestione delle identità digitali tra le diverse entità, e meccanismi di protezione dei dati</p>

	<p>(privacy) in cui l'utente può anche applicare in modo trasparente le proprie preferenze;</p> <p>(iii) tecnologia Blockchain (nello specifico hyperledger).</p> <p>Students are expected to acquire knowledge of both a theoretical/methodological and practical nature. Specifically, students will gain knowledge on the following innovative topics:</p> <p>(i) security for specific IoT devices, involving hardware exposure (cyberphysical security) and need for lightweight and flexible solutions based on cryptographic algorithms, anti-malware, IDS and firewalls;</p> <p>(ii) cross-layer security across IoT systems (from perceptual to application) involving Trust Management systems capable of autonomously ensuring trusted social relationships between unknown entities (people, devices or services), lightweight authentication mechanisms coupled with digital identity management across entities, and data protection (privacy) mechanisms where the user can also transparently apply their preferences;</p> <p>(iii) Blockchain technology (specifically hyperledger).</p> <p><b>2. competenze trasversali</b></p> <p>Le conoscenze relative ai concetti di base della crittografia, autenticazione e blockchain, sono certamente più generali e riutilizzabili in altri corsi e contesti.</p> <p>Knowledge and skills involving cryptography, authentication and blockchain are more general and therefore reusable in other courses and contexts.</p>
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	NESSUNA

<b>Denominazione insegnamento</b>	SMART AND PROGRAMMABLE NETWORKS – <i>Module 1 Fundamentals of smart and programmable networks</i>
<b>SSD</b>	ING-INF/03
<b>CFU</b>	9
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	<p><b>1. competenze specifiche</b></p> <p>Conoscenza dei nuovi paradigmi di Network Function Virtualization (NFV) e Software Defined Networking (SDN). Introduzione al paradigma di Cloud Computing e ai nuovi concetti di Edge e Fog Computing che caratterizzano le nuove frontiere delle reti di telecomunicazioni. Capacità di applicare alcune tecniche di Machine Learning e Intelligenza Artificiale in ambiti specifici delle reti (es. allocazione intelligente delle risorse trasmissive, supporto della mobilità autonoma, gestione adattativa della qualità del servizio: QoS/QoE).</p> <p>Knowledge of emerging paradigms of Network Function Virtualization (NFV) and Software Defined Networking (SDN). Introduction to the Cloud Computing paradigm and to the new concepts of Edge and Fog Computing characterizing new generation of TLC networks. Ability to apply some Machine Learning and Artificial Intelligence techniques in specific areas of networks (e.g., intelligent allocation of transmission resources, support for autonomous mobility, adaptive management of quality of service: QoS/QoE).</p> <p><b>2. competenze trasversali</b></p> <p>Esaminare criticamente i risultati ottenuti nella risoluzione di problemi. Riconoscere situazioni in cui applicare le competenze acquisite. Identificare la tipologia di problema e valutare autonomamente possibili alternative per la sua risoluzione.</p>

	Ability to, critically review achieved results in problem solving, recognize situations in which to apply acquired skills, identify problem typology and evaluate possible alternatives for its resolution.
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	NESSUNA

<b>Denominazione insegnamento</b>	SMART AND PROGRAMMABLE NETWORKS – <i>Module 2</i> <i>Laboratory of smart and programmable networks</i>
<b>SSD</b>	ING-INF/03
<b>CFU</b>	3
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	<p><b>1. competenze specifiche</b> Gli studenti acquisiranno le metodologie per effettuare la configurazione, la progettazione, il testing di sistemi di telecomunicazioni intelligenti e dispositivi di rete al fine di analizzarne le prestazioni e il comportamento. Al superamento dell'esame lo studente sarà in grado di simulare le prestazioni di differenti architetture di telecomunicazione wireless/wired interpretando correttamente i risultati ottenuti al fine di progettare e programmare nella maniera più opportuna sistemi complessi attraverso l'integrazione e l'ottimizzazione di componenti e protocolli di rete.</p> <p>The students will acquire the methodologies to implement the configuration, designing, testing of systems of programmable telecommunication and network devices, and to analyze their performance and behavior. Upon passing the exam, the student will be able to simulate the performance of different wireless/wired telecommunication architectures by correctly interpreting the obtained results in order to design and program complex systems in the most appropriate way through the integration and optimization of components and network protocols.</p> <p><b>2. competenze trasversali</b> Al superamento dell'esame lo studente è in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- esaminare criticamente i risultati ottenuti nella risoluzione di problemi identificando la tipologia di problema e valutando autonomamente possibili alternative per la sua risoluzione;</li> <li>- comunicare le conoscenze acquisite attraverso un linguaggio tecnico-scientifico adeguato a interlocutori specialisti e non specialisti;</li> <li>- operare attivamente in gruppi di lavoro per affrontare problemi, progettare soluzioni, produrre risultati collettivi.</li> </ul> <p>Upon passing the exam, the student is able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- critically examine the results obtained in solving problems by identifying the type of problem and independently evaluating possible alternatives for its resolution.</li> <li>- communicate the knowledge acquired through a technical-scientific language suitable for specialist and non-specialist interlocutors;</li> <li>- actively work in working groups to tackle problems, design solutions, produce collective results.</li> </ul>
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	NESSUNA

<b>Denominazione insegnamento</b>	BUSINESS MODELS FOR TELECOMMUNICATIONS
<b>SSD</b>	ING-IND/35
<b>CFU</b>	6
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	<p><b>1. competenze specifiche</b> L'obiettivo del corso è quello di sviluppare capacità di analisi e progettazione dei modelli di business per le imprese operanti nel settore delle aziende ICT e dell'economia digitale. In particolare l'obiettivo è</p>

	<p>conoscere e saper utilizzare i principali strumenti teorici e applicativi a supporto delle fasi di (i) analisi strategica del mercato (in termini di analisi dei concorrenti attuali e potenziali, dei clienti, dei processi di creazione di valore, delle risorse/competenze interne), (ii) definizione della strategia aziendale,</p> <p>(iii) progettazione dei sistemi organizzativi e dei sistemi per il controllo di gestione.</p> <p>The aim of the course is to develop analysis and design skills of business models for companies involved in ICT and digital economy sectors. In particular, students will acquire the knowledge of the most important theoretical and application tools, to support the following stages: (i) Strategic analysis of market (such as analysis of current and potential competitors, clients, value creation processes and internal resources and competences; (ii) Businesslike strategy definition; (iii) Planning of organizational systems and management control systems.</p>
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	NESSUNA

<b>Denominazione insegnamento</b>	ELECTROMAGNETIC SENSORS AND IMAGE DIAGNOSTICS
<b>SSD</b>	ING-INF/02
<b>CFU</b>	9
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	<p><b>1. competenze specifiche</b></p> <p>Conoscenza del principio di funzionamento e delle principali caratteristiche relative ai sensori elettromagnetici e ai sistemi radar; capacità di progettazione di radar su piattaforma 'software-defined'; acquisizione degli strumenti metodologici di base per lo studio e la progettazione di sistemi RFID; conoscenza delle tecniche di scattering inverso e di tomografia a microonde; conoscenza delle principali tecniche di diagnostica elettromagnetica; capacità di progettazione di sistemi di tomografia a microonde per la diagnostica non distruttiva in ambito biomedico e di 'security'; tecniche di sicurezza e compatibilità elettromagnetica.</p> <p>Knowledge of the operation principle and main features of electromagnetic sensors and radar systems; ability to design radar on a 'software-defined' platform; acquisition of basic methodological tools for the study and design of RFID systems; knowledge of inverse scattering and microwave tomography techniques; knowledge of the main electromagnetic diagnostic techniques; ability to design microwave tomography systems for non-destructive diagnostics in the framework of biomedical and 'security' fields; electromagnetic safety and compatibility techniques.</p> <p><b>2. competenze trasversali</b></p> <p>Capacità di formulazione di moderne tecniche di modellazione matematica nel campo dell'ICT; capacità di utilizzo di sistemi informatici avanzati nella diagnostica per immagini.</p> <p>Ability to formulate modern mathematical modeling techniques in the field of ICT; ability to use advanced numerical tools in the framework of image diagnostics.</p>
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	NESSUNA

<b>Denominazione insegnamento</b>	MOBILE RADIO NETWORKS
<b>SSD</b>	ING-INF/03

<b>CFU</b>	6
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	<p><b>1. competenze specifiche</b>  Conoscenza e comprensione delle caratteristiche delle principali reti radiomobili in termini di architettura di rete di accesso e di core network, protocolli ed interfacce. Conoscenza delle nozioni di base e le caratteristiche tecnologiche relative alle varie tecniche di accesso alle risorse radio, di allocazione e di riuso delle frequenze nelle celle e di pianificazione delle coperture radio.</p> <p>Knowledge and understanding of the characteristics of the main mobile radio networks in terms of access network and core network architectures, protocols and interfaces. Knowledge of the basic notions and technological characteristics relating to the various techniques for accessing radio resources, for allocating and reusing frequencies in the cells and for planning radio coverages.</p>
	<p><b>2. competenze trasversali</b>  Capacità di applicare le conoscenze acquisite per la risoluzione di problemi relativi alla pianificazione delle coperture radio e alla scelta delle reti radiomobili cellulari più adeguate a supportare il traffico d'utente. Capacità di esaminare criticamente i risultati ottenuti nella risoluzione di problemi e di riconoscere situazioni in cui applicare le competenze acquisite, identificare il problema e valutare autonomamente possibili alternative per la sua risoluzione. Capacità di comunicare le conoscenze acquisite attraverso un linguaggio tecnico-scientifico adeguato a interlocutori specialisti e non specialisti</p> <p>Ability to apply the knowledge acquired to solve problems related to radio planning and to the choice of the most appropriate mobile radio networks to support user traffic. Ability to critically examine the results obtained in solving problems and to recognize situations in which to apply the acquired skills, identify the problem, and independently evaluate possible alternatives for its resolution. Ability to communicate the knowledge acquired through a technical-scientific language suitable for specialist and non-specialist interlocutors</p>
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	NESSUNA