



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

Tabella 1 e Tabella 2 – Queste tabelle sono allegato al regolamento didattico del corso di Laurea Magistrale in Information Engineering emanato con DR n. 584 del 12 luglio 2023 e sono valide per gli studenti immatricolati nel 2024-25

TABELLA 1 – OBIETTIVI DELLE ATTIVITÀ FORMATIVE

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
Advanced Computing Architectures	<p>L'insegnamento si propone di fornire agli studenti le nozioni richieste per la comprensione, la progettazione e la valutazione di architetture di elaborazione avanzate che sfruttino il parallelismo nelle sue varie forme. Al termine dell'insegnamento, lo studente sarà in grado di comprendere l'organizzazione delle moderne unità di calcolo, e di progettare di nuove analizzando e valutando l'effetto delle scelte architetture, identificando le componenti critiche, e confrontando soluzioni differenti in termini di prestazioni e costo, al fine di selezionare quelle ottimali nei diversi campi di applicazione.</p>
Analog Electronic Systems	<p>The objective of the course is to provide students with a general understanding of the operating principles of some of the major building blocks of analog electronic systems. This understanding is a key step in being able to design new electronic circuits or use them appropriately as part of a larger engineering system.</p> <p>Attendance and active participation in the various course activities (lectures, tutorials, computer simulations, and experimental labs) and individual study will enable students to:</p> <ul style="list-style-type: none">• Analyze and design electronic circuits based on operational amplifiers.• Define the characteristics of a filter and design an electronic circuit that implements those characteristics.• Analyze and design electronic circuits for signal generation (oscillators).• Understand the effects of noise in electronic circuits.• Evaluate the behavior of some electronic circuits through simulations.• Realize and experimentally test some electronic circuits.



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
Biomedical Signal Processing	Questo corso ha come obiettivo quello di introdurre lo studente ai concetti base dell'elaborazione dei segnali biomedici. Dopo un'introduzione sul contenuto informativo associato ai segnali biomedici, saranno discussi processi di elaborazione ed analisi di segnali 1D, 2D, 3D e 4D attraverso esempi pratici e dati reali. Tra gli argomenti trattati nel corso, si approfondiranno i concetti di speckle pattern, sogliatura, time-space and time-frequency analysis. Tra gli esempi pratici, saranno discussi i processi di elaborazione dei segnali alla base dell'imaging Doppler e della Fotoacustica.
Blockchain	L'insegnamento offre una comprensione completa della tecnologia, delle sue applicazioni e dei casi d'uso, interessando diversi settori, come finanziario, governativo, immobiliare, assicurativo, della sicurezza e l'identità personale. Si fornirà agli studenti una comprensione sia teorica che pratica dell'argomento, a partire dalla storia e dall'evoluzione della blockchain e dei sistemi decentralizzati, analizzando poi meccanismi di consenso, smart contract e considerazioni normative. Saranno quindi trattati gli aspetti tecnici e di implementazione della configurazione della rete blockchain e dello sviluppo di contratti intelligenti. Alla fine del corso, gli studenti avranno l'opportunità di creare un proprio progetto.
Communication Systems	Il corso intende fornire i concetti fondamentali relativi alla trasmissione digitale effettuata da sistemi di comunicazione reali, operanti in contesti applicativi reali (comunicazioni cablate, su fibra e su canale radio e radiomobile). Il corso parte da un'analisi del rumore in sistemi di comunicazione, evidenziando altresì le principali fonti di distorsione lineare e non lineare che si trovano nelle catene di trasmissione e ricezione. La parte relativa alla trasmissione radio si concentrerà sulla modellizzazione del canale e delle forme d'onda utilizzate nei moderni standard radiomobili (Spread Spectrum ed OFDM). Chiuderà il corso la parte di ricezione di segnali in ambiente radiomobile, che verrà trattata nell'ambito del corso visiting.



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
Computer Graphics	L'attività didattica ha lo scopo di fornire a studenti e studentesse le nozioni di base nel mondo della grafica computerizzata, partendo dai concetti fondazionali, di stampo maggiormente teorico, per la descrizione e la modellazione di oggetti e ambienti. La seconda parte del corso ha invece l'obiettivo di far conoscere gli engine e ambienti di sviluppo maggiormente utilizzati in ambito di ricerca e professionale per il rendering e la manipolazione di mesh 3D.
Computer vision	Il corso si pone l'obiettivo di fornire allo studente una panoramica approfondita sui metodi di analisi d'immagini nel campo della visione artificiale. Partendo dalle basi dell'elaborazione d'immagini e video, il corso si focalizzerà poi sulle problematiche di modellazione e rilevamento del moto, tracciamento, e riconoscimento di oggetti, sia utilizzando sistemi monoculari che multi-view.
Deep Learning	Il corso intende fornire agli studenti una panoramica sui principali modelli e ambiti di applicazione del deep learning. In particolare, nella prima parte del corso si introdurranno i concetti di base relativi al deep learning e all'addestramento di reti neurali artificiali (Backpropagation, Dropout, BatchNorm, ...). Nella seconda parte del corso verranno presentate le principali tipologie di modelli neurali. Si introdurranno le Convolutional Neural Networks, le Recurrent Neural Networks, le Generative Adversarial Networks, il Deep Reinforcement Learning. Nella parte conclusiva del corso verranno presentate alcune applicazioni del deep learning nell'ambito della visione artificiale, della robotica e dell'elaborazione del linguaggio naturale. Alla trattazione teorica si affiancheranno laboratori di programmazione in Python utilizzando le principali librerie di deep learning.
Digital Epidemiology	The aim of the course is to introduce students to the use of computational techniques and digital data sources for the study of determinants of human health, particularly in the field of epidemiology. At the end of the course, students will be able to:



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
	<ul style="list-style-type: none">• know the fundamental principles of medical and epidemiological statistics;• analyze heterogeneous data sources (social media, mobile telephony, search engines) from which to extract relevant indicators for public health;• know the main approaches of computational epidemiology (surveillance passive, mathematical modeling, sensor data)• develop numerical models to describe the spread of infectious diseases on different spatial scales.
Digital Health Systems	<p>Il corso si pone come obiettivo quello di fornire allo studente le nozioni principali relative ai sistemi informatici presenti nel campo della sanità digitale.</p> <p>Verranno presentati tutti gli aspetti relativi alla gestione dei dati, agli standard utilizzati per l'interoperabilità, ed all'integrazione di componenti di intelligenza artificiale.</p> <p>Il corso presenterà alcuni domini specifici ed innovativi nei quali sanità digitale ed intelligenza artificiale si fondono.</p> <p>Infine, saranno trattati aspetti relativi all'etica e alla privacy legati all'utilizzo di tecnologie nell'ambito della salute, anche in considerazione delle normative (GDPR).</p>
Digital signal processing	<p>Il corso analizza gli aspetti fondamentali legati all'elaborazione dei segnali in forma numerica. Vengono approfondite le problematiche collegate all'utilizzo della trasformata di Fourier e alla sua versione discreta (DFT) e studiati i metodi per il suo calcolo veloce (FFT). Vengono inoltre esaminati in dettaglio i filtri numerici FIR e IIR e la loro progettazione.</p> <p>Questo corso intende fornire allo studente nozioni relative a concetti avanzati dei sistemi di telecomunicazione digitali, con particolare riferimento agli effetti del rumore e delle interferenze nei sistemi di trasmissione, agli effetti sul segnale trasmesso della propagazione sul canale fisico. Verranno considerate nel corso</p>



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
	tecniche avanzate di trasmissione digitale per canali reali (Spread Spectrum e CDMA, OFDM). Il corso è focalizzato al modellamento del canale ed alle trasmissioni cablate (cavo coassiale, cavo telefonico e fibra ottica).
Distributed Systems	<p>The goal of the course is to expose the students to the core concepts of distributed systems, and to the main technologies underlying distributed applications.</p> <p>The main portion of the course is devoted to a discussion of the fundamental concepts and challenges in distributed systems, that focuses on the illustration of several classical algorithms. These algorithms are chosen to exemplify commonly-used solutions and to highlight fundamental principles and techniques concerned with the problem at hand. A second portion of the course is devoted to the middleware technologies commonly used to develop distributed applications.</p> <p>Alongside standard lectures, this topic includes hands-on sessions in the lab.</p> <p>The course ends with a peek at advanced topics, showing how the general notion of distributed systems is declined in two very different scenarios: i) the data centers at the back-end of planetary-scale systems (e.g., Google, Amazon, Yahoo), and ii) the fluid and dynamic setting involving several tiny, resource-scarce, wireless devices envisioned by the Internet of Things.</p> <p>By the end of the course, students are expected to have obtained of a broad understanding of the key challenges in distributed systems, of the classic solutions and associated trade-offs, as well as to have acquired the ability to autonomously design relatively simple applications.</p>
Fog and Cloud Computing	Il corso ha l'obiettivo di formare gli studenti sulle tecnologie di computazione distribuita basate su infrastrutture centralizzate (cloud) o maggiormente decentralizzate (fog). Le lezioni offrono sia una panoramica teorica sia dei momenti di apprendimento interattivi nei quali gli studenti apprendono l'utilizzo dei software open-source maggiormente utilizzati dalle comunità di riferimento.



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
Fundamentals of Bioengineering	<p>Questo corso ha come obiettivo quello di introdurre lo studente ai concetti base della bioingegneria, con particolare enfasi sulle tecniche di diagnostica per immagine.</p> <p>Dopo un'introduzione delle grandezze fisiche di interesse e della loro interazione con i tessuti biologici, saranno affrontati i processi di acquisizione e formazione delle immagini relativamente alle tecniche di radiografia, alla tomografia assiale computerizzata, alla risonanza magnetica ed all'ecografia. Il corso include delle attività pratiche di laboratorio dove gli studenti potranno approfondire i temi trattati durante le lezioni.</p>
GPU Computing	<p>Il corso è strutturato in quattro parti, ognuna delle quali tratta rispettivamente, un'introduzione al corso e aspetti fondazionali, programmazione GPU, algoritmi paralleli su GPU, argomenti specifici avanzati quali principi di programmazione Multi-GPU, e tools avanzati per debugging e misure di prestazioni su GPU. Al termine del corso lo studente sarà in grado di analizzare e risolvere problemi anche complessi nell'ambito dell'Ingegneria del Software per i Sistemi Informativi con particolare attenzione all'utilizzo di studi, metodi, tecniche e tecnologie di valutazione empirica; conoscere in modo approfondito il metodo scientifico di indagine applicato ai sistemi complessi e alle tecnologie innovative che supportano l'informatica e le sue applicazioni; leggere e comprendere documentazione scientifica specialistica. Sarà inoltre in grado di progettare ed eseguire analisi sperimentali di sistemi informativi per acquisire misure relative al loro comportamento e valutare ipotesi sperimentali in diversi campi di applicazione; estendere e modificare in modo originale una soluzione tecnica esistente o un modello formale tenendo conto delle mutate condizioni, dei requisiti e dell'evoluzione della tecnologia.</p>



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
High Performance Computing	<p>L'obiettivo principale del corso è fornire concetti e strumenti fondamentali inerenti l'High Performance Computing applicato alla progettazione e sviluppo di Data Science software per l'analisi e l'estrazione di conoscenza da grandi volumi di dati. Il corso include elementi teorici e pratici inerenti i paradigmi simulation-centric e data-centric, illustrando gli aspetti di convergenza di ecosistemi software HPC e data management su larga scala (Big Data) in differenti contesti applicativi di rilevanza scientifica. Casi di studio da diversi domini (ad esempio medico / sanitario, finanziario, clima / meteo) saranno presentati e discussi con sessioni pratiche di follow-up.</p> <p>Alla fine del corso, gli studenti avranno imparato:</p> <ul style="list-style-type: none">● Architetture parallele e modelli di programmazione parallela;● Come sviluppare un codice parallelo e valutarne le prestazioni (usando MPI ed OpenMP);● Frameworks ed approcci per High Performance Data Analytics (HPDA);● Come sviluppare applicazioni di data analytics su larga (usando Dask, Spark, o altri tool simili);● Differenze tra simulation-centric paradigm e data-centric discovery;● La complementarità tra big data, data science ed HPC nell'affrontare casi di studio reali.
Innovation and Business in ICT	<p>L'obiettivo del corso è fornire conoscenze avanzate per la gestione dei diritti proprietà intellettuale nell'ICT, la realizzazione di business plan per l'ICT, la brevettazione di prodotti ICT, la creazione di startup nelle ICT, gli standard ICT, i modelli di tipo open source/proprietary. A questo scopo, verranno considerati casi di studio reali con il supporto di esperti dell'industria delle ICT.</p>
Low-power Embedded Systems	<p>The objective of this course is to expose students to the necessary software and hardware techniques geared toward the development of energy-efficient intelligent</p>



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
	<p>applications on low-power edge devices. In general, intelligence offered by deep neural networks and machine learning algorithms requires a lot of computation and frequent memory access, making them costly in terms of energy and power. By the end of this course, the students will understand how these networks and algorithms run on low-power computing systems; they will learn the key optimization techniques such as pruning, quantization, and loop-nest transformations for a drastic reduction in computation and memory traffic; they will be able to design hardware and software components to support the efficient execution of computational loads. The course will also focus on popular topics like on-device learning, batteryless computing, binary and spiking neural networks, and neuromorphic computing.</p>
Low-power wireless Networking for the Internet of Things	<p>Le tecnologie di comunicazione wireless a bassa potenza sono un elemento cardine dei moderni scenari di computazione distribuita e pervasiva noti come "Internet of Things". Obiettivo del corso è esporre gli studenti a tali tecnologie mediante un approccio pratico, in cui i concetti appresi durante le lezioni vengono immediatamente messi in pratica durante i laboratori. Questi ultimi, che costituiscono circa la metà del corso, si svolgono utilizzando le piattaforme hw/sw attualmente allo stato dell'arte. Il corso si focalizza sui protocolli di rete, contestualizzati da un lato verso il livello fisico e dall'altro verso la loro integrazione e uso in applicazioni reali.</p>
Microelectronic devices, sensors and MEMS	<p>This course offers a general, broad introduction to semiconductor electronic devices and technologies commonly used for manufacturing sensors, microelectromechanical systems (MEMS), and large-scale integrated circuits of common use for industrial and ICT applications. The course also introduces software tools used in the development of electron devices and microsensors, emphasizing both the technological and design aspects.</p>



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
	<p>At the end of the course, the students are expected to become familiar with the terminology and the problems commonly found in the field of semiconductor devices and related technologies. They should be able to describe the operation principle of semiconductor devices and microsensors studied within the course as well as with state-of-the art processing technologies, also solving numerical problems on these topics. They should acquire a basic operative knowledge on the use of TCAD simulation tools and develop the ability to use them to solve simple design problems.</p>
Multimedia Data Security	<p>L'enorme facilità di accesso alle informazioni rende oggi necessario lo studio di modalità per la protezione dei dati. Il corso ha come obiettivo l'approfondimento di alcune tecniche per rendere l'accesso ai dati multimediali sicuro, tramite varie tecniche di nascondimento di dati e di rilevazione automatica di modifiche su dati multimediali. Dopo un'introduzione ai concetti e ai modelli di Digital Rights Management per la protezione di dati multimediali, il corso affronta nello specifico watermarking digitale e digital forensics. L'analisi generale di questi concetti introduce la descrizione e la valutazione di tecniche specifiche applicate ai dati multimediali.</p>
Multisensory Interactive Systems	<p>Il corso ha l'obiettivo di fornire basi teoriche e pratiche per la progettazione, sviluppo e valutazione di sistemi interattivi multisensoriali, tangibili e connessi. Gli studenti avranno l'opportunità di esplorare concetti di "physical computing", usare linguaggi di programmazione real-time, imparare le basi della percezione sensoriale umana e progettare interazioni mediate dalla rete in contesti sia locali che remoti.</p>
Network Security	<p>Obiettivo dell'insegnamento è quello di presentare agli studenti e far loro comprendere gli aspetti di sicurezza tecnologica e infrastrutturale delle reti di computer. L'insegnamento copre sia agli aspetti difensivi che di attacco della</p>



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
	<p>sicurezza delle reti. L'insegnamento copre anche una parte pratica, per dare l'opportunità agli studenti di applicare subito alcune conoscenze acquisite. La parte pratica, mira a sviluppare anche capacità di comunicazione e presentazione del proprio lavoro.</p> <p>Al termine dell'insegnamento lo studente conoscerà le principali tecnologie di sicurezza utilizzate per la protezione delle reti di computer, i metodi e le tecnologie usati per attaccare le reti e quelli usati per difendersi da tali attacchi. Lo studente sarà inoltre in grado di sperimentare con molte di queste tecnologie e valutarne la complessità. Infine, lo studente sarà in grado di presentare e replicare una esercitazione di laboratorio su tecnologie di sicurezza ai suoi pari.</p>
Networking	<p>Obiettivo del corso è fornire allo studente le conoscenze necessarie alla modellazione e alla progettazione di reti di telecomunicazioni. Partendo dal concetto di pila protocollare TCP/IP, il corso presenterà (i) metodologie di modellazione analitica per il dimensionamento e l'analisi delle prestazioni di reti; e (ii) metodologie di progettazione di protocolli orientate agli scenari di comunicazione senza fili (TCP su wireless), trasporto dati su fibra ottica (TCP su reti ad elevato prodotto banda-ritardo) e alla distribuzione di contenuti su reti WAN (Content Delivery Networks). Nella seconda parte del corso verranno fornite allo studente le conoscenze relative alla softwarizzazione e virtualizzazione delle reti di telecomunicazioni di nuova generazione. Partendo dai concetti generali di Software Defined Networking (SDN) e Network Function Virtualization (NFV), e da un'overview relativa alla evoluzione delle reti wireless (WLAN e cellulari) e satellitari, il corso illustrerà come SDN e NFV possono essere utilizzati per implementare i concetti innovativi di Network Slicing e Mobile / Multi-Access Edge Cloud, che hanno portato alla definizione dello standard 5G. I concetti illustrati saranno affiancati da attività di laboratorio basata su un emulatore di rete di nuova generazione, Comnetsemu, disponibile gratuitamente.</p>



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
Radar Systems and Applications	<p>This course provides advanced knowledge and design capabilities in the framework of active systems for detection, localization, measurements and modelling of points and distributed targets. It gives a general overview on the main properties of radio and microwaves systems (radar), light wave systems (lidar) and acoustic wave systems (sonar). Then it focuses on radar and lidar systems providing a detailed analysis on: i) the main principles of active systems; ii) the criteria for designing them; iii) their applications; and iv) the related most recent developments. The programme of the course is organized into 9 parts. The first part presents the basic concepts and physics of active systems and introduces a taxonomy with related application examples. The next parts (chapters 2-7) are devoted to a detailed analysis of radar systems and analyze different radar concepts and applications, including surveillance radars, meteorological radars, radar architectures for air traffic control, ultra-wideband radars, synthetic aperture radars (SAR) for imaging and ground penetrating radars and radar sounders. The chapter 8 illustrates active systems operating with light (laser) electromagnetic sources (i.e. lidar systems), with special focus on lidar developed for robotic, automotive, altimetry measurements, environmental applications, object modelling and speed control. Finally, the part 9 (which will be distributed during the course) is based on practice experiments in laboratory aimed to provide examples of real problems and related solutions with the use of real radar (UWB radar, automotive radar, SAR, ground penetrating radar, radar sounder, LiDAR) and the analysis of the related signals and applications.</p>
Recognition Systems	<p>Il corso fornisce competenze per la progettazione di sistemi automatici per l'analisi ed il riconoscimento di segnali monodimensionali e multidimensionali, oltreché di immagini. Il programma è articolato in 6 parti. Dopo una prima parte in cui vengono brevemente richiamati i concetti di base indispensabili nella progettazione di sistemi di analisi/riconoscimento segnali, la seconda parte affronta il problema della</p>



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
	<p>stima delle distribuzioni statistiche che caratterizzano un segnale non deterministico. La terza parte analizza il problema della rappresentazione ottimale di segnali multidimensionali e studia il problema della selezione di misure che rappresentino il fenomeno fisico investigato in maniera completa e minimale. La quarta parte presenta le principali tecniche di rivelazione e di classificazione di segnali in presenza di rumore e in varie condizioni applicative. La quinta parte del corso è rivolta ai sistemi di riconoscimento basati sull'impiego di reti neurali artificiali. Infine, l'ultima parte è dedicata allo studio dettagliato delle cosiddette support vector machines.</p>
Robotics for Biomedical Engineering	<p>Collaborative robots are robotic systems that operate in close connection with humans. Therefore, they have to comply with very challenging requirements in terms of safety, performance, and ergonomics. What is more, the interaction with humans for the execution of shared tasks demands high levels of flexibility and adaptability.</p> <p>In this context, it is not surprising that the software component plays a dominant role in the development of the system. To meet the challenging requirements listed above, the quality of the software component has to be of the greatest standards available in today's industrial practice.</p> <p>In this course, the student will come into contact with the most recent technological advances in collaborative robotics. S/he will choose a project in the area with a level of complexity sufficient to justify the adoption of state-of-the-art programming techniques, but still manageable within the time-frame of the course. The specific theme of the project will be chosen in accordance with the interest of the group in one of the three macro areas: health, precision agriculture and manufacturing.</p> <p>The student will learn: 1. advanced use of the C++ programming language, 2. use of the ROS2 programming framework, 3. how to design and develop modular, well-documented and tested code.</p>



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
Sensing Technologies and Data Processing	<p>This course provides basic concepts as well as design capabilities in the framework of sensing technologies and platforms, including remote sensing (from satellites, airborne, UAV and terrestrial observation platforms), proximal sensing, in-situ sensing and their possible integration with other kinds of ancillary data. These technologies are presented in the the framework of different applications including environmental monitoring, climate change analysis, civil protection, infrastructure monitoring, surveillance, planetary exploration, automotive, robotics, etc. The course introduces sensing principles, methodologies, technologies and techniques that are fundamental for the design of adadvanced systems with the last generation of sensors (optical, multispectral, hyperspectral, thermal, radar, lidar, etc). It describes the approach to the design and implementation of systems with respect to different applications and operative scenarios, including the design criteria for the choice of the sensors and the the system architecture. A part of the course is focused the the data analysis methods that should be used for the processing of the data acquired by sensors (also in a data fusion frameowrk). A large part of the course is developed in the Sensing Technology Laboratory where the students can develop experiments on the use of most of the sensing technologies considered.</p>
Service Design and Engineering	<p>The course focuses on current methodologies, languages and tools to support the "service-oriented" approach to programming and business process management, based on the idea of composing applications by discovering and invoking network-available services rather than building new applications to accomplish some task. In this approach, services are self-contained processes - deployed over standard middleware platforms, e.g., J2EE, Heroku, Docker... - that can be described, published, located, and invoked over a network.</p> <p>Learning objectives</p> <p>Knowledge and comprehension:</p>



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
	<p>LO1 Identify and master appropriate software technologies, architectures and systems related to service oriented computing</p> <p>Analysis:</p> <p>LO2: Analyze the user and organizational needs for services and their decomposition</p> <p>LO3: Analyze different service-oriented computing approaches and open standards</p> <p>Application and skills:</p> <p>LO4: Model, design and integrate software intensive service applications and information systems</p> <p>LO5: Apply Conceive-Design-Implement-Operate methodologies to develop software solutions to complex value-added service process and systems challenges</p> <p>Synthesis and Evaluation:</p> <p>LO6: Propose novel and innovative services supporting sustainable business processes.</p>
Simulation and Performance Evaluation	<p>Il corso spiega le fasi di studio delle performance di un sistema, con particolare attenzione all'uso di strumenti di simulazione. Partendo da un'analisi dei più comuni errori e problemi nella valutazione delle performance, gli studenti recupereranno le nozioni statistiche necessarie per analizzare i dati, e seguiranno un percorso attraverso i componenti costitutivi di un simulatore: i modelli dei dati di ingresso, la gestione delle routine del simulatore, e l'analisi dell'output. Gli studenti apprenderanno la differenza tra simulazioni dinamiche (affrontate prevalentemente con approcci di simulazione a tempi discreti) e simulazioni statiche (o Monte-Carlo). Per queste ultime, viene presentato un insieme di metodi per la riduzione della complessità e della durata della simulazione. A corredo del programma, gli studenti fruiranno di alcune lezioni e seminari su contenuti avanzati.</p>



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
Sport Tech	In questo corso saranno affrontate tematiche legate allo studio e sviluppo di soluzioni tecnologiche da applicare in contesto sportivo. Partendo da una analisi dei bisogni, lo studente avrà la possibilità di progettare soluzioni ad-hoc che possano essere impiegate in ambiti diversi, come il contesto della riabilitazione e l'analisi delle performance.
Ultrasound Technologies for Medical Applications	L'obiettivo del corso è quello di formare studenti che non siano solo familiari con i principi base e con lo stato dell'arte dell'ultrasonografia, ma che siano anche in grado di valutare criticamente le diverse tecnologie e potenzialmente svilupparne di nuove. Il corso si focalizzerà su aspetti come la modellazione avanzata dell'interazione tra ultrasuoni e tessuti biologici e le moderne tecniche di formazione ed analisi dell'immagine. Tra gli argomenti trattati, si introdurrà la tecnica di super-localization ultrasound microscopy. In conclusione saranno introdotte e discusse alcune tra le più interessanti applicazioni mediche emergenti (come ad esempio l'ultrasonografia polmonare, e l'imaging cerebrale e tumorale). Il corso include inoltre delle attività pratiche di laboratorio dove gli studenti potranno mettere in pratica i concetti presentati durante le lezioni attraverso attività di programmazione di scanner di ricerca.
Wireless Networking and Localization	<p>Il corso si divide in due parti. La prima presenta tecnologie per le reti wireless, con attenzione ai sistemi e protocolli wireless LAN di nuova generazione, ai sistemi cellulari 4G e 5G, alle reti a onde millimetriche, e alle reti veicolari.</p> <p>La seconda parte si concentra sull'uso dei sistemi wireless per la localizzazione di dispositivi in ambienti indoor e outdoor.</p> <p>Le lezioni saranno accompagnate da seminari su argomenti avanzati e dalla presentazione di simulazioni con framework complessi.</p>



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

**TABELLA 2 – ARTICOLAZIONE DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA
DELL'INFORMAZIONE E DELLE COMUNICAZIONI**

Per tutti i curricula sono previsti i seguenti insegnamenti obbligatori, pari a 42 crediti:

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Digital signal processing	12	ING-INF/03	Caratterizzante	---	1
Networking	12	ING-INF/03	Caratterizzante	---	1
Innovation and Business in ICT	6	SECS-P/10	Affine	---	1
Recognition systems	12	ING-INF/03	Caratterizzante	---	1

Lo studente sceglie uno dei quattro curricula offerti: **Communications Engineering, Computer Engineering, Electronic Engineering and Biomedical Engineering.**

Curriculum **Communications Engineering**: 12 CFU obbligatori

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Network Security	6	INF/01	Affine	---	1
Simulation and Performance Evaluation	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	1

Ulteriori corsi: 18 CFU scelti tra gli insegnamenti elencati alla seguente tabella:

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Communication Systems	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	1
Radar Systems and Applications	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	1
Sensing Technologies and Data Processing	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	2



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Wireless Networking and Localization	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	2

Curriculum **Computer Engineering**: 6 CFU obbligatori

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Computer Vision	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	1

Ulteriori corsi: 12 CFU scelti tra gli insegnamenti elencati alla seguente tabella:

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Deep Learning	6	ING-INF/05	Affine	---	1
Distributed Systems	6	ING-INF/05	Affine	---	1
Fog and Cloud Computing	6	ING-INF/05	Affine	---	1
Computer Graphics	6	ING-INF/05	Affine	---	1
Blockchain	6	ING-INF/05	Affine	---	1

Ulteriori corsi: 6 CFU obbligatori

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Multimedia Data Security	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	2

Ulteriori corsi: 6 CFU scelti tra gli insegnamenti elencati alla seguente tabella



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Multisensory Interactive Systems	6	ING-INF/05	Affine	---	2
Service Design and Engineering	6	ING-INF/05	Affine	---	2

Curriculum **Electronic Engineering**: 6 CFU

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Analog Electronic Systems	6	ING-INF/02	Caratterizzante	---	1

Ulteriori corsi: 12 CFU scelti tra gli insegnamenti elencati alla seguente tabella:

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Low-power Embedded Systems	6	ING-INF/05	Affine	---	1
Microelectronic devices, sensors and MEMS	6	ING-INF/01	Affine	---	1
GPU Computing	6	INF/01	Affine	---	1

Ulteriori corsi: 6 CFU obbligatori

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Low-power wireless networking for the Internet of Things	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	2

Ulteriori corsi: 6 CFU scelti tra gli insegnamenti elencati alla seguente tabella:



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Advanced Computing Architectures	6	ING-INF/05	Affine	---	2
High Performance Computing	6	ING-INF/05	Affine	---	2

Curriculum **Biomedical Engineering**: 12 CFU

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Fundamentals of Bioengineering	6	ING-INF/06	Affine	---	1
Biomedical Signal Processing	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	1

Ulteriori corsi: 6 CFU scelti tra gli insegnamenti elencati alla seguente tabella:

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Digital Epidemiology	6	ING-INF/05	Affine	---	1
Digital Health Systems	6	ING-INF/05	Affine	---	1

Ulteriori corsi: 6 CFU obbligatori

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Ultrasound Technologies for Medical Applications	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	2

Ulteriori corsi: 6 CFU scelti tra gli insegnamenti elencati alla seguente tabella:



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATION ENGINEERING

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Robotics for Biomedical Engineering	6	ING-INF/05	Affine	---	2
Sport Tech	6	ING-INF/05	Affine	---	2

Il percorso si completa con:

- 18 crediti di attività formative a scelta
- 6 crediti per tirocini formativi e di orientamento
- 24 crediti per la Tesi



TABELLA 3 - CONTENUTI CURRICULARI MINIMI

Disciplina	Obiettivi formativi
Analisi matematica	Numeri reali e complessi, limiti di successioni e di funzioni, funzioni continue, derivate, approssimazione polinomiale, integrali e integrali impropri, serie numeriche, serie di potenze e serie di Fourier, equazioni differenziali lineari e non lineari
Geometria e Algebra Lineare	Elementi di geometria analitica nel piano e nello spazio tridimensionale, trattamenti degli enti in uno spazio e le loro trasformazioni.
Programmazione	Conoscenza di base dell'Informatica, nei suoi aspetti sia teorici che pratici.
Calcolatori	Nozioni di base sull'organizzazione e l'architettura delle macchine da calcolo
Probabilità e statistica	Concetti principali di calcolo delle probabilità, variabili aleatorie, funzioni a una variabile
Fisica	Fondamenti concettuali ed operativi della cinematica e della dinamica classiche, fenomeni e leggi fondamentali dell'elettricità e del magnetismo.
Reti	Livelli di trasporto (TCP e UDP), di rete (commutazione, routing, IP) e di accesso alla rete
Elaborazione dei segnali	Concetti di base sulla definizione, rappresentazione ed elaborazione di segnali