



**ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA**

Tabella 1 e Tabella 2 – Queste tabelle sostituiscono le tabelle allegate al Regolamento didattico del corso di Laurea Ingegneria Informatica, delle Comunicazioni ed Elettronica emanato con DR 819 di data 29 luglio 2022 e si applicano alla coorte 2023/2024

TABELLA 1 – OBIETTIVI DELLE ATTIVITÀ FORMATIVE

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
Advanced logic design	L'insegnamento si propone di fornire agli studenti nozioni avanzate riguardo il progetto, l'ottimizzazione e l'implementazione di sistemi di elaborazione digitali. Al termine dell'insegnamento, lo studente sarà in grado di comprendere il funzionamento di circuiti digitali complessi, e di progettare sistemi di elaborazione analizzando e valutando l'effetto delle scelte progettuali. Lo studente impara ad affrontare il progetto per l'ottimizzazione di area, prestazioni e consumi tramite l'uso di modelli sequenziali sincroni, e la simulazione e l'implementazione con il linguaggio VHDL. Le esperienze di laboratorio consentono allo studente di applicare nella pratica i concetti teorici, interfacciandosi a sensori e processori per realizzare un sistema integrato.
Analisi matematica 1 [Calculus 1]	Introduzione agli argomenti basilari dell'analisi infinitesimale in una variabile (numeri reali e numeri 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).
Analisi matematica 2 [Calculus 2]	Il corso fornisce gli argomenti basilari dell'analisi infinitesimale in più variabili (funzioni vettoriali e curve; derivate parziali e derivate direzionali; funzioni implicite; serie di Taylor e approssimazioni; ottimizzazione, metodo dei moltiplicatori di Lagrange; integrazione multipla; campi vettoriali e integrali di linea; superfici e integrali di superficie; gradiente, divergenza, rotore; teoremi di Green, della divergenza e di Stokes).
Analog electronics	Il corso introduce le basi scientifiche e ingegneristiche di circuiti elettronici analogici. In particolare, gli argomenti del corso sono: <ul style="list-style-type: none">• Un'introduzione dei principali componenti discreti e la metodologia di analisi dei circuiti contenenti questi componenti basata su calcoli e simulazione SPICE• I principali componenti attivi (diodo, transistori sia bipolare che ad effetto di campo) e le metodologie di analisi delle reti elettriche analogiche contenenti diodi e/o transistori• L'amplificatore operazionale e le sue principali applicazioni



ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
	<ul style="list-style-type: none">• L'analisi a livello transistori dei circuiti elettronici di base utilizzati per l'elaborazione dei dati e segnali Dopo aver completato il corso, lo studente sarà in grado di: <ul style="list-style-type: none">• Analizzare circuiti elettronici basati su diodi operanti in regime stazionario e transitorio• Progettare semplici circuiti elettronici a diodi (ad esempio limitatori e raddrizzatori)• Comprendere il principio di funzionamento di amplificatori basati su transistori• Analizzare e progettare stadi amplificatori a singolo stadio determinandone le principali caratteristiche• Comprendere il principio di circuiti basati su amplificatori operazionali con retroazione negativa operanti in regime stazionario, transitorio, e AC;• Analizzare e progettare stadi amplificatori e filtri basati su amplificatori operazionali.
Basi di dati [Databases]	Il corso intende fornire agli studenti i concetti fondamentali relativi alla gestione dei dati, alla progettazione di database, ed alla creazione di query complesse al fine di consentire loro di identificare e risolvere problemi di interesse pratico. Particolare enfasi è data allo studio di database relazionali in quanto il modello relazionale è quello che guida la maggior parte dei moderni sistemi di gestione dati.
Basics of optoelectronics	L'insegnamento si propone di fornire agli studenti le nozioni fondamentali dei sistemi opto-elettronici. Il corso introduce le basi scientifiche e ingegneristiche dei componenti opto-elettronici usati in ambito industriale. In particolare, il studente sarà in grado di comprendere il funzionamento di componenti come laser e fotodiodo e capace di valutare le principali caratteristiche di questi componenti in funzione dei parametri costitutivi (materiale e dimensione). Dopo aver completato il corso, lo studente sarà in grado di: <ul style="list-style-type: none">• Analizzare i componenti costitutivi di un sistema opto-elettronico• Analizzare un diagramma di banda di un semiconduttore e calcolare la distribuzione di cariche• Comprendere il principio di funzionamento di amplificatore ottico• Comprendere il principio di funzionamento di un laser e le sue principali caratteristiche• Analizzare e progettare stadi di amplificazione e filtri di un sistema opto-elettronico standard• Comprendere il comportamento e caratteristiche di foto-rivelatore di diverse tipologie (PN, PIN, APD,...)• Identificare i limiti di un sistema di trasmissione di dati ottico.



**ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA**

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
Calcolatori e programmazione Modulo 1: Programmazione avanzata [Computer architectures and programming Module 1: Advanced Programming]	Lo studente comprenderà e applicherà astrazioni e caratteristiche di un moderno linguaggio multiparadigma orientato all'efficienza, ovvero gli standard recenti del C++. In particolare lo studente imparerà a comprendere e applicare: 1) caratteristiche avanzate di C++: operator overloading, memory management, templates, Standard Template Library (STL) and iterators, exceptions, multiple inheritance, namespaces; 2) tecniche moderne di C++ (C++11 e successivi): range-based loop, rvalues and move semantics, runtime type identification and deduction, auto, structured binding, deduced return and class types, smart/unique/shared pointers, lambda expressions, introduzione al metaprogramming; 3) multithread programming with the Boost libraries; 4) low-level programming in C++, uso di vector<bool>; 5) introduzione all'ottimizzazione del codice.
Calcolatori e programmazione Modulo 2: Calcolatori [Computer architectures and programming Module 2: Computer Architectures]	<p>Il corso di propone di fornire agli studenti le nozioni di base sull'organizzazione e l'architettura delle macchine da calcolo, siano essi di tipo "general purpose" (i comuni calcolatori) oppure macchine specializzate per effettuare compiti particolari.</p> <p>Il corso non richiede alcuna nozione propedeutica. L'impostazione e` pensata principalmente per studenti con un curriculum dedicato al software e alla sistemistica, che quindi seguono, nel corso triennale di laurea, solamente questo corso dedicato all'organizzazione delle macchine numeriche.</p> <p>Ovviamente per gli studenti che seguono anche il corso di Reti Logiche la comprensione di molti argomenti risulterà più agevole.</p> <p>Il corso fornisce anche le basi necessarie per seguire eventuali corsi piu` avanzati e dedicati al progetto di sistemi di elaborazione da un punto di vista dell'hardware..</p>
Calcolo delle probabilità [Probability]	Il corso di propone di introdurre i concetti principali del calcolo delle probabilità e di fornire agli studenti le abilità necessarie per risolvere quei problemi di probabilità e statistica che affronteranno nel seguito dei loro studi. Verranno introdotti i concetti fondamentali del calcolo combinatorio, le variabili aleatorie, le funzioni di distribuzione e densità di probabilità con esempi sia discreti che continui, per arrivare al teorema del limite centrale e chiudere con qualche cenno all'inferenza statistica.
Campi elettromagnetici	Il corso fornisce le conoscenze di base relative al trattamento delle onde elettromagnetiche, pervenendo sino alla soglia del livello applicativo. Il corso, pur fondandosi su contenuti teorici rigorosi, è orientato alle applicazioni di maggiore interesse per l'ingegnere elettronico e delle telecomunicazioni. Le esercitazioni svolte durante il corso saranno sia a carattere numerico (svolte con l'ausilio di programmi SW) sia sperimentale (svolte attraverso emulatori HW).



ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
Digital electronic circuits	L'insegnamento si propone di fornire agli studenti le nozioni fondamentali dell'elettronica digitale, con particolare riferimento alla comprensione, l'analisi e la progettazione di circuiti nella tecnologia MOS. Lo studente impara ad analizzare i dispositivi ed i circuiti digitali di base in regime non lineare ed a dimensionarli per raggiungere le prestazioni statiche e dinamiche desiderate, sia per circuiti combinatori sia per quelli sequenziali (flip flop e memorie), anche facendo uso di strumenti di simulazione circuitale (Spice). Esercitazioni su problemi di progetto ed esperienze di laboratorio consentono allo studente di applicare nella pratica i concetti teorici, e di acquisire familiarità con componenti reali e strumentazione di misura. Al termine dell'insegnamento lo studente sarà in grado di comprendere il funzionamento di porte logiche combinatorie e sequenziali, di valutarne e misurarne le caratteristiche e di progettarle analizzando e valutando l'effetto delle scelte progettuali.
Digital signal coding	Il corso fornisce i principi fondamentali per la codifica di segnali digitali. Gli argomenti del corso prevedono la descrizione delle tecniche di codifica predittiva, per poi affrontare le problematiche relative alla sincronizzazione. In seguito vengono descritti i principali aspetti della teoria dell'informazione (codifica di sorgente e codifica di canale) e le tecniche per il controllo di errori.
Elaborazione dei segnali 2	Il corso si propone di fornire agli studenti un approfondimento in merito all'elaborazione dei segnali. Il programma è diviso in due parti principali. Nel primo blocco di lezioni sono affrontati i segnali aleatori (o processi), estendendo così le nozioni apprese durante il corso di probabilità e statistica e fondamenti di elaborazione dei segnali. Successivamente verranno discusse le problematiche di ricezione di un segnale, generalmente corrotto dalla presenza di rumore, studiando il cosiddetto ricevitore ottimo. Nell'ambito del corso è previsto lo svolgimento di parti teoriche ed esercitazioni in aula (risoluzione di esercizi), oltreché l'elaborazione di alcuni concetti utilizzando Matlab.
Embedded software for the internet of things	Obiettivo del corso è formare gli studenti sui linguaggi, i sistemi operativi ed in generale le tecniche di programmazione orientate alle applicazioni nell'ambito del Internet of Things (IoT). Queste applicazioni vengono eseguite su dispositivi che sono spesso integrati nell'ambiente (ad esempio al fine di operare sensori e/o attuatori) e pertanto richiedono modalità di interazione significativamente diverse rispetto alle applicazioni tradizionali guidate dall'utente. Inoltre, questi dispositivi sono solitamente piccoli, alimentati a batteria e limitati in termini di risorse di calcolo e di comunicazione, presentando quindi particolari caratteristiche e complessità a livello di sistema. Il corso fornirà una panoramica generale sulle applicazioni IoT prima di approfondire l'illustrazione di approcci paradigmatici alla programmazione



ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
	IoT. Alcuni di questi saranno ulteriormente approfonditi per mezzo di esperienze di laboratorio in cui gli studenti avranno l'opportunità di sviluppare applicazioni utilizzando hardware dedicato per IoT.
Fisica [Physics]	Scopo del corso è fornire i fondamenti concettuali ed operativi del metodo sperimentale in fisica. Nella prima parte del corso verranno trattate le leggi fondamentali della meccanica e della elettrostatica e affrontati i concetti di base riguardanti il lavoro e l'energia. La seconda parte del corso fornisce un'introduzione ai fenomeni ed alle leggi fondamentali della fluidodinamica e della termodinamica, con particolare riferimento ai meccanismi di conduzione e dissipazione del calore. Gli obiettivi sono: fornire conoscenze sulle leggi fisiche di base; sviluppare competenze sul metodo scientifico, sul ragionamento critico e sul "problem solving"; sviluppare nello studente la capacità di modellare un semplice problema fisico e di trovarne la soluzione.
Fisica 2 [Physics 2]	Scopo del corso è fornire i principi e i metodi per l'analisi dei circuiti elettrici ed elettronici e i fondamenti della misurazione elettronica. Nella prima parte del corso saranno discussi i concetti di base riguardanti le correnti elettriche e la loro misurazione, il funzionamento dei circuiti in regime continuo, le leggi di Ohm e Kirchhoff. Nella seconda parte si analizzeranno i circuiti con corrente alternata, i principali dispositivi elettrici e i metodi di risoluzione dei circuiti anche in regime transitorio. Saranno inoltre forniti brevi cenni ai fenomeni magnetici, con particolare riferimento agli elementi circuitali.
Fondamenti di comunicazioni Modulo 1: Elaborazione dei segnali [Fundamentals of communications Module 1: Signal processing]	Il corso fornirà conoscenze su segnali deterministici mono e multi-dimensionali, in formato analogico e numerico. Si apprenderà ad analizzare un segnale nel suo dominio originale e nel dominio della frequenza, tramite opportune trasformazioni. Si vedrà anche come un segnale viene modificato da un sistema di elaborazione, nel continuo e nel discreto, e come progettare alcuni semplici sistemi per realizzare alcune funzioni basilari.
Fondamenti di comunicazioni Modulo 2: Reti [Fundamentals of communications Module 2: Networking]	L'obiettivo del corso è illustrare le nozioni di base relative alle reti di telecomunicazione tramite un approccio top-down (dall'applicazione al livello fisico). Alla fine del corso lo studente conoscerà la pila protocollare TCP/IP alla base della rete Internet ed i principali protocolli utilizzati, e sarà in grado di analizzare il traffico di rete e comprendere il funzionamento di una LAN e di Internet.



**ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA**

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
Fondamenti di elettronica digitale Modulo 1: Reti logiche [Fundamentals of electronics Module 1: Logic networks]	L'insegnamento si propone di fornire agli studenti le nozioni fondamentali dei circuiti digitali, con particolare riferimento alla comprensione, l'analisi e la progettazione di reti logiche. Al termine dell'insegnamento, lo studente sarà in grado di comprendere il funzionamento di circuiti digitali facenti uso di porte logiche e di macchine a stati, e di progettare sistemi di elaborazione digitali complessi analizzando e valutando l'effetto delle scelte progettuali. Lo studente impara ad affrontare il progetto attraverso la specifica tramite l'uso di modelli sequenziali sincroni, l'analisi tramite diagrammi, e la simulazione e l'implementazione con il linguaggio VHDL, identificando le componenti critiche, e partizionando il progetto per gestirne al meglio la complessità. Esercitazioni su problemi di progetto ed esperienze di laboratorio consentono allo studente di applicare nella pratica i concetti teorici, e di acquisire familiarità con componenti e sistemi di sviluppo reali
Fondamenti di elettronica digitale Modulo 2: Circuiti elettronici digitali [Fundamentals of electronics Module 2: Analog electronics]	L'insegnamento si propone di fornire agli studenti le nozioni fondamentali dell'elettronica digitale, con particolare riferimento alla comprensione, l'analisi e la progettazione di circuiti nella tecnologia MOS. Lo studente impara ad analizzare i dispositivi ed i circuiti digitali di base in regime non lineare ed a dimensionarli per raggiungere le prestazioni statiche e dinamiche desiderate, sia per circuiti combinatori sia per quelli sequenziali (flip flop e memorie), anche facendo uso di strumenti di simulazione circuitale (Spice). Esercitazioni su problemi di progetto ed esperienze di laboratorio consentono allo studente di applicare nella pratica i concetti teorici, e di acquisire familiarità con componenti reali e strumentazione di misura. Al termine dell'insegnamento lo studente sarà in grado di comprendere il funzionamento di porte logiche combinatorie e sequenziali, di valutarne e misurarne le caratteristiche e di progettarle analizzando e valutando l'effetto delle scelte progettuali.
Fundamentals of robotics	Il corso mira a fornire agli studenti il necessario background matematico e le competenze pratiche per affrontare problemi classici in robotica come la stima dello stato e l'identificazione del modello. Al termine di questo corso lo studente avrà il background necessario per affrontare i problemi fondamentali della robotica tra cui la localizzazione, il simultaneous localization and mapping (SLAM), la calibrazione e il tracciamento.
Geometria e algebra lineare [Geometry and linear algebra]	Il corso intende fornire ai futuri ingegneri elementi di geometria analitica nel piano e nello spazio tridimensionale. L'efficace formalismo dell'algebra lineare sarà introdotto gradualmente, valorizzando l'intuizione visiva e seguendo un approccio operativo. Il principale obiettivo formativo del corso consiste pertanto nell'apprendimento e nella pratica del linguaggio matematico indispensabile per trattare gli enti in uno spazio e le loro trasformazioni.



ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
High-Frequency Circuits for Systems-on-chips	Il corso ha l'obiettivo di fornire allo studente le competenze teoriche e la conoscenza delle tecniche di studio e design relative alla analisi, progettazione, e validazione di circuiti e sistemi ad alta frequenza per comunicazioni mobili basati su superfici artificiali, metasuperfici e smart skin elettromagnetiche sia statiche sia riconfigurabili e sistemi on-chip. Nella prima parte del corso si introdurranno i principi fondamentali della radiazione da superfici con impedenza controllabile a micro-scala e dei relativi parametri descrittivi. Nella seconda parte del corso saranno fornite agli studenti le competenze fondamentali (sia teoriche sia tecnologiche) per la progettazione di applicazioni basate su metasuperfici e smart skin elettromagnetiche (tra cui reflectarray, WAIMs, polarizzatori d'onda, wave absorbers, wave benders) per comunicazioni mobili. Durante il corso saranno svolte esercitazioni guidate al calcolatore per la progettazione, simulazione elettromagnetica, e la validazione numerica mediante tool SW commerciali di design basati su metasuperfici e smart skin sia statiche sia riconfigurabili in scenari di comunicazioni mobili. Al termine del corso, lo studente sarà in grado di analizzare teoricamente, progettare, modellare, simulare, e validare sistemi basati su metasuperfici e smart skin elettromagnetiche sia statiche sia riconfigurabili.
Ingegneria del software [Software engineering]	Scopo del corso è fornire allo studente le competenze sia teoriche che pratiche necessarie alla ideazione, sviluppo e testing di progetti software di notevoli dimensioni. In particolare, verranno introdotti linguaggi diagrammatici di modellazione, metodi di analisi dei requisiti, principi di progettazione e tecniche di testing e validazione che permetteranno allo studente di cimentarsi nell'analisi e nella progettazione di software di qualità. Verranno infine introdotti concetti di project management e metriche di prodotto per il software. E' previsto inoltre l'uso di strumenti industriali di supporto al processo di sviluppo del software.
Introduction to Computer and Network Security	Il corso fornisce un'introduzione ai fondamenti della sicurezza informatica e delle reti, un'area che sta assumendo importanza crescente. L'obiettivo principale è quello di mettere in grado lo studente di comprendere il significato di sicurezza sia in teoria che in pratica, essere in grado di riconoscere le potenziali minacce alle proprietà di sicurezza fondamentali (quali, ad esempio, la confidenzialità e l'integrità) ed illustrare i meccanismi di sicurezza principali che garantiscono tali proprietà (come i protocolli di autenticazione e autorizzazione o le politiche di controllo degli accessi).
Introduction to machine learning	Obiettivo del corso è fornire i principali fondamenti teorici e pratici della teoria del machine learning, delle principali tecniche di supervised e unsupervised learning, e del ragionamento probabilistico.
Introduction to parallel computing	Aspetti specifici del corso



**ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA**

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
	<p>Per quanto riguarda le "conoscenze e abilità specifiche del corso", lo studente sarà in grado di: Comprendere i concetti fondamentali e le sfide del calcolo parallelo; identificare i limiti delle architetture parallele moderne; analizzare algoritmi sequenziali e comprenderne i colli di bottiglia; progettare algoritmi paralleli e implementarli su sistemi paralleli moderni sia a memoria condivisa che memoria distribuita considerandone le peculiarità specifiche; definire ambienti sperimentali e riportare i risultati; Aspetti generali.</p> <p>Per quanto riguarda l'aspetto "Conoscenza e comprensione", 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, come atti di convegni, articoli di riviste scientifiche e manuali tecnici.</p> <p>Per quanto riguarda l'aspetto "Applicazione della conoscenza e della comprensione", lo studente sarà 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> <p>Per quanto riguarda l'aspetto "Formulazione di giudizi", lo studente sarà in grado di: selezionare la documentazione da una varietà di fonti, tra cui libri tecnici, biblioteche digitali, riviste tecnico-scientifiche, portali web o strumenti software e hardware open source; conciliare gli obiettivi del progetto che sono in conflitto tra loro, per trovare un compromesso tra costi, risorse, tempo, conoscenze o rischi; lavorare con ampia autonomia, assumendo anche la responsabilità di progetti e strutture.</p> <p>Per quanto riguarda l'aspetto "Abilità comunicative", lo studente sarà in grado di:</p>



ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
	<p>presentare i contenuti di una relazione tecnico-scientifica a un pubblico, anche non specializzato, in un tempo stabilito;</p> <p>strutturare e redigere la documentazione tecnico-scientifica che descrive le attività del progetto;</p> <p>coordinare gruppi di progetto e identificare le attività per raggiungere gli obiettivi del progetto;</p> <p>preparare e condurre presentazioni tecniche in inglese;</p> <p>portare avanti ricerche e progetti in modo collaborativo;</p> <p>sintetizzare le conoscenze acquisite dallo studio della documentazione scientifica. Per quanto riguarda l'aspetto "Capacità di apprendimento", lo studente sarà in grado di:</p> <p>ampliare le conoscenze acquisite durante il corso di studi leggendo e comprendendo documentazione scientifica e tecnica in lingua inglese;</p> <p>ampliare le conoscenze, anche se incomplete, tenendo conto dell'obiettivo finale del progetto;</p> <p>formulare e validare teorie e definire nuovi metodi attraverso l'induzione empirica e strumenti di indagine scientifica di nuova generazione.</p>
Laboratorio di systems on chips	<p>L'insegnamento si propone di fornire agli studenti le nozioni fondamentali relative all'analisi e alla progettazione di dispositivi in tecnologia a semiconduttore per elettronica integrata come componenti fondamentali per la realizzazione di System on Chip (SoC). Inoltre, verrà fornita agli studenti una panoramica generale sul design e sulla fabbricazione di dispositivi realizzati per mezzo di Microsistemi MEMS (MicroElectroMechanical-Systems) con uno specifico focus su dispositivi per applicazioni a Radio Frequenza (RF-MEMS) e sulla loro integrazione nel design di antenne riconfigurabili.</p> <p>Nel corso delle ore di lezione frontale, verrà fornita agli studenti una panoramica sintetica ma piuttosto ampia su aspetti fondamentali della tecnologia MEMS e su sensori ottici a semiconduttore in tecnologia CMOS, quali l'evoluzione delle tecniche di micro-fabbricazione, i principi di funzionamento, le classi di dispositivi che si sono affermate sul mercato e le prospettive per il futuro.</p> <p>Verranno poi forniti dei cenni sulle tecniche e metodologie di modellazione e simulazione circuitale (SPICE e/o Cadence Virtuoso) e multi-fisica (Ansys), come pure sui metodi di caratterizzazione sperimentale di sensori ottici e di dispositivi MEMS. Saranno svolte esercitazioni hands-on in aula, durante le quali gli studenti avranno modo di familiarizzare con i metodi e gli strumenti software per il design e l'ottimizzazione delle caratteristiche multi-fisiche di sensori e dispositivi</p>



ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
	<p>microfabbricati. In particolare, le esercitazioni con i simulatori software saranno divise nei seguenti due laboratori tematici:</p> <p>Ottimizzazione delle caratteristiche multi-fisiche e delle performance meccaniche, elettromeccaniche ed elettromagnetiche di dispositivi MEMS, con focus RF-MEMS e la loro integrazione nel design di antenne planari riconfigurabili; Progettazione e dimensionamento di blocchi circuitali fondamentali di un sensore ottico basato su tecnologia a singolo fotone CMOS SPAD.</p>
Next generation networks	<p>Negli ultimi decenni, Internet è cresciuta fino a diventare una componente fondamentale della Società moderna. Questo corso esplora le motivazioni per cui la sua infrastruttura è stata progettata in questo modo, sottolineando i principi e le scelte progettuali. Il corso consentirà allo studente di conoscere i paradigmi emergenti nelle reti di nuova generazione, imparando i concetti teorici e implementativi relativi alla virtualizzazione (VPN, VLAN, LXLAN, SDN, NFV), al cloud computing (VMs, containers), all'Internet delle Cose, alle reti veicolari, alle reti 5G e oltre, ed altre tecnologie che costituiranno l'Internet del Futuro. Un insieme di esercitazioni sarà dedicato ad approfondire i concetti teorici in modo da consentire allo studente di imparare a gestire tali tecnologie ed utilizzare piattaforme di networking programmabili allo stato dell'arte (NI USRPs, Docker, etc.).</p>
Operating systems	<p>Obiettivo del corso è quello di fornire i concetti fondamentali che sono alla base dei moderni sistemi operativi, con particolare enfasi sulla gestione della concorrenza e della memoria. Esempi di programmi. e di sistemi operativi esistenti saranno un utile ausilio per la comprensione della teoria dei sistemi operativi.</p>
Organizzazione e gestione aziendale [Business organization and management]	<p>Il corso intende fornire agli studenti le basi per la comprensione del funzionamento delle imprese industriali e di servizi, con particolare riferimento alle dinamiche dei settori e dei sistemi economici di cui fanno parte. A tale riguardo, sarà preso in particolare considerazione il settore delle Tecnologie per l'Informazione e la Comunicazione (ICT). Dopo una parte introduttiva, nella quale saranno affrontati temi di carattere generale, saranno esaminati i principali fattori da cui dipende la gestione e la competitività delle aziende in settori globali ad alto tasso di innovazione.</p>
Progettazione e prototipazione di sistemi elettronici	<p>L'obiettivo del corso è di fornire allo studente le conoscenze e gli strumenti necessari per la progettazione di base di circuiti elettronici dalla definizione delle specifiche, alla progettazione schematica, alla progettazione del circuito stampato, fino alla realizzazione, test e programmazione del prototipo finale.</p>
Programmazione 1	<p>Il corso mira a fornire allo studente una conoscenza di base dell'Informatica, nei suoi aspetti sia teorici che pratici. In particolare, obiettivo principale è far acquisire</p>



ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
[Computer programming 1]	allo studente la capacità di progettare e realizzare programmi al calcolatore per risolvere semplici problemi di natura algoritmica. Particolare enfasi viene data nella seconda parte del corso alla realizzazione di algoritmi che utilizzano strutture dati dinamiche.
Programmazione 2 [Computer programming 2]	Il corso introduce le tecniche e i costrutti della programmazione ad oggetti come una evoluzione necessaria per affrontare il problema della crescente complessità degli artefatti software. Alla fine del corso lo studente dovrà aver acquisito familiarità con i concetti fondamentali che caratterizzano ogni linguaggio di programmazione (gestione della memoria / regole di scope, visibilità degli identificatori, codice strutturato e strutture dati, astrazione) e con alcuni concetti che caratterizzano la programmazione orientata agli oggetti (classe, oggetto, ereditarietà, polimorfismo, information hiding, binding statico e dinamico). Per la parte di programmazione orientata agli oggetti, verranno utilizzati come linguaggi di programmazione il C++ (cenni) e Java.
Remote Sensing and Radar	<p>I sistemi di telerilevamento sono uno dei più complessi sistemi dell'ingegneria dell'informazione, in quanto coinvolgono le principali tecnologie e metodologie che caratterizzano il settore delle telecomunicazioni e dell'elettronica (satelliti, sensori passivi e sensori radar per acquisizione immagini, tecniche di trasmissione dati) oltreché quelle legate all'elaborazione segnali e all'informatica (tecniche di elaborazione segnali ed immagini, tecniche di riconoscimento automatico, tecniche di archiviazione e gestione dati).</p> <p>Il corso analizza gli elementi principali che compongono i sistemi di telerilevamento e fornisce competenze di base di elaborazione e riconoscimento automatico di immagini e segnali.</p> <p>Il programma è articolato in 5 parti. La prima parte è dedicata allo studio generale dei sistemi di telerilevamento e dei principi su cui tali sistemi sono fondati. La seconda parte è rivolta all'analisi della fase di acquisizione delle immagini telerilevate; vengono studiati satelliti, sensori ottici e radar e sistemi di trasmissione dei dati. La terza parte è dedicata alle tecniche automatiche utilizzate per l'elaborazione delle immagini telerilevate. In particolare, vengono presentate le principali tecniche di base per elaborazione immagini e vengono studiate metodologie avanzate per l'analisi di immagini ottiche multispettrali e immagini radar. La quarta parte del corso si focalizza sulle tecniche finalizzate al riconoscimento automatico di immagini e segnali telerilevati, introducendo le metodologie di base e quelle più recenti basate su intelligenza artificiale e machine learning. Infine, l'ultima parte presenta svariati esempi di applicazione dei sistemi di telerilevamento ottici e radar e delle relative tecniche di analisi delle immagini a problemi reali.</p>



ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
	Il corso prevede esercitazioni in laboratorio finalizzate ad approfondire e a sperimentare su dati telerilevati reali le tecniche di elaborazione studiate nelle varie parti teoriche. Inoltre sono previsti alcuni seminari specialistici tenuti da esperti del settore provenienti da enti di ricerca nazionali e internazionali e da industrie.
Strumentazione ed elettronica industriale	Obiettivo formativo del corso è quello di fornire agli studenti conoscenze e competenze sul principio di funzionamento, i criteri di progetto, i parametri di prestazione e gli strumenti per la caratterizzazione di dispositivi e sistemi elettrici ed elettronici per impianti industriali. Al termine del corso gli studenti saranno in grado di: comprendere la struttura ed i criteri di progetto di sistemi per la trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica; comprendere il principio di funzionamento ed i parametri di prestazione di vari dispositivi elettronici di potenza; comprendere l'architettura ed i criteri di progetto di diversi sistemi di conversione DC-DC, AC-DC e DC-AC; eseguire misure di grandezze elettriche utilizzando diverse tipologie di strumenti; progettare ed implementare strumenti virtuali in LaVIEW per la simulazione, il monitoraggio ed il controllo di sistemi industriali; comprendere le politiche di gestione della strumentazione di misura in ambienti industriali.
Tecnologie multimediali	Il corso fornisce una panoramica sui sistemi di elaborazione di segnali multimediali. Vengono presi in considerazione principalmente segnali visivi, con un approfondimento sulla rappresentazione ed elaborazione di immagini e una successiva estensione alle sequenze video. Viene poi più sinteticamente affrontato il trattamento di segnali audio, per concludere con alcuni cenni a segnali più evoluti (stereo, 3D, aptici). Il corso prevede anche attività di laboratorio per familiarizzare con i concetti principali.
Trasmissione di segnali digitali [Digital signal coding]	Il corso si propone di fornire agli studenti le nozioni di base relative ai sistemi di telecomunicazioni digitali. Il programma analizza gli elementi e le metodologie fondamentali per affrontare lo studio delle tecniche per la trasmissione digitale dei segnali. In particolare, dopo aver richiamato i concetti di base della conversione analogico-digitale e digitale-analogico, vengono studiati i principali sistemi di trasmissione in banda base (pulse amplitude modulation) e in banda traslata (modulazioni digitali). Nell'ambito del corso è previsto lo svolgimento di parti teoriche ed esercitazioni in aula (risoluzione di esercizi).
Vision and Recognition	Il corso ha l'obiettivo di fornire allo studente le nozioni necessarie per l'implementazione e la validazione di algoritmi di elaborazione e riconoscimento, applicati a segnali multimediali e multidimensionali, con particolare riferimento a segnali audio, immagini. Il corso prevede lo studio delle nozioni di base relative all'elaborazione dei segnali, per poi sviluppare le competenze nell'ambito del riconoscimento. Saranno approfonditi i concetti di regressione e classificazione,



**ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA**

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
	attraverso la trattazione teorica e una forte connotazione applicativa, finalizzata alla stesura del progetto d'esame.



ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA

**TABELLA 2 – ARTICOLAZIONE DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA, DELLE
COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA**

Insegnamenti obbligatori per il percorso in Italiano ed il percorso in Inglese

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Analisi matematica 1/Calculus 1	12	MAT/05	Base	---	1
Geometria e algebra lineare/Geometry and Linear Algebra	6	MAT/03	Base	---	1
Analisi matematica 2/Calculus 2	6	MAT/05	Base	Analisi matematica 1/Calculus 1	1
Programmazione 1/Computer Programming 1	12	ING-INF/05	Base	---	1
Calcolo delle probabilità/Probability	6	MAT/06	Affine	---	1
Fisica/Physics	12	FIS/01	Base	---	1
Programmazione 2/Computer Programming 2	6	INF/01	Affine	---	1
Fisica 2/Physics 2	6	FIS/01	Affine	---	2
Organizzazione e gestione aziendale/Business rganization and Management	6	SECS-P/10	Affine	---	3



**ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA**

Percorso in Italiano

Insegnamenti cross-disciplinari obbligatori: 36 crediti

Selezionare 12 crediti per ciascuno dei tre gruppi di corsi cross-disciplinari per un totale di 36 crediti

Corsi cross-disciplinari in Ingegneria Informatica: 12 crediti

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Calcolatori e programmazione (Modulo 1: Programmazione avanzata)	12	ING-INF/05	Caratterizzante	---	2
Calcolatori e programmazione (Modulo 2: Calcolatori)					

Corsi cross-disciplinari in Ingegneria delle Comunicazioni: 12 crediti

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Fondamenti di comunicazioni (Modulo 1: Elaborazione dei segnali)	12	ING-INF/03	Caratterizzante	---	2
Fondamenti di comunicazioni (Modulo 2: Reti)					

Corsi cross-disciplinari in Ingegneria Elettronica: 12 crediti

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Fondamenti di elettronica digitale (Modulo 1: Reti logiche)	12	ING-INF/01	Caratterizzante	---	2
Fondamenti di comunicazioni (Modulo 2: Circuiti elettronici digitali)					



**ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA**

Percorso a scelta dello studente

Lo studente sceglie un percorso tra quelli riportati nel seguito (Ingegneria Informatica, Ingegneria delle Comunicazioni, ed Ingegneria Elettronica) ed al suo interno svolge 42 crediti.

Percorso in Ingegneria Informatica: 42 crediti

Corso obbligatorio: 6 crediti

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Basi di dati	6	ING-INF/05	Caratterizzante	---	3

Selezionare 36 crediti fra i seguenti corsi

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Introduction to machine learning	6	ING-INF/05	Caratterizzante	---	2
Operating systems	12	ING-INF/05	Caratterizzante	---	2
Fundamentals of robotics	12	ING-INF/05	Caratterizzante	---	3
Introduction to computer and network security	6	ING-INF/05	Caratterizzante	---	3
Embedded software for the internet of things	6	ING-INF/05	Caratterizzante	---	3
Ingegneria del software	12	ING-INF/05	Caratterizzante	---	3

Percorso in Ingegneria delle Comunicazioni: 42 crediti

Corso obbligatorio: 6 crediti

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Campi elettromagnetici	6	ING-INF/02	Caratterizzante	---	2



**ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA**

Selezionare 36 crediti fra i seguenti corsi

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Tecnologie multimediali	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	2
Trasmissione di segnali digitali	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	2
Elaborazione dei segnali 2	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	2
Next generation networks	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	3
Vision and recognition	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	3
Digital signal coding	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	3
Remote sensing and radar	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	3

Percorso in Ingegneria Elettronica: 42 CREDITI

Corso obbligatorio: 6 crediti

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Analog electronics	6	ING-INF/01	Caratterizzante	---	2

Selezionare 36 crediti fra i seguenti corsi

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Campi elettromagnetici	6	ING-INF/02	Caratterizzante	---	2
Strumentazione ed elettronica industriale	6	ING-INF/07	Caratterizzante	---	2
Advanced logic design	6	ING-INF/01	Caratterizzante	---	2
High-Frequency Circuits for Systems-on-Chips	6	ING-INF/02	Caratterizzante	---	3
Introduction to Parallel Computing	6	ING-INF/01	Caratterizzante	---	3
Basics of optoelectronics	6	ING-INF/01	Caratterizzante	---	3
Progettazione e prototipazione di sistemi elettronici	6	ING-INF/01	Caratterizzante	---	3
Laboratorio di systems on chip	6	ING-INF/01	Caratterizzante	---	3



**ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA**

Il percorso si completa con (totale 30 crediti):

- 12 crediti di attività formative a scelta
- 3 crediti per la prova di conoscenza lingua inglese livello B2
- 9 crediti per tirocini formativi e di orientamento
- 6 crediti per la Prova Finale

Percorso in Inglese

Insegnamenti cross-disciplinari obbligatori: 42 crediti

Selezionare i seguenti corsi obbligatori da ciascuno dei tre gruppi di corsi cross-disciplinari per un totale di 42 crediti.

Corsi cross-disciplinari obbligatori in Computer Engineering: 18 crediti

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Computer architectures and Programming (Module 1: Advanced Programming)	12	ING-INF/05	Caratterizzante	---	2
Computer architectures and Programming (Module 2: Computer Architectures)					
Databases	6	ING-INF/05	Caratterizzante	---	3

Corsi cross-disciplinari obbligatori in Communications Engineering: 12 crediti

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Fundamentals of communications (Modulo 1: Signal processing)	12	ING-INF/03	Caratterizzante	---	2
Fundamentals of communications (Modulo 1: Networking)					



**ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA**

Corsi cross-disciplinari obbligatori in Electronics Engineering: 12 crediti

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Fundamentals of electronics (Modulo 1: Logic networks)	12	ING-INF/01	Caratterizzante	---	2
Fundamentals of electronics (Modulo 1: Analog electronics)					

Lo studente svolge 12 crediti all'interno di ognuno delle seguenti aree per un totale di 36 crediti

Area Computer Engineering: 12 crediti

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Introduction to machine learning	6	ING-INF/05	Caratterizzante	---	2
Operating systems	12	ING-INF/05	Caratterizzante	---	2
Software engineering	12	ING-INF/05	Caratterizzante	---	2
Fundamentals of robotics	12	ING-INF/05	Caratterizzante	---	3
Embedded software for the internet of things	6	ING-INF/05	Caratterizzante	---	3

Area Communications Engineering: 12 crediti

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Next generation networks	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	3
Digital signal coding	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	3
Vision and recognition	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	3
Remote Sensing and Radar	6	ING-INF/03	Caratterizzante	---	3



**ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA,
DELLE COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA**

Area Electronic Engineering: 12 crediti

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Advanced logic design	6	ING-INF/01	Caratterizzante	---	2
Basics of optoelectronics	6	ING-INF/01	Caratterizzante	---	3
High-Frequency Circuits for Systems-on-Chips	6	ING-INF/02	Caratterizzante	---	3
Introduction to Parallel Computing	6	ING-INF/01	Caratterizzante	---	3
Digital electronic circuits	6	ING-INF/01	Caratterizzante	---	3

Il percorso si completa con ulteriori 27 crediti così suddivisi:

- 12 crediti di attività formative a scelta
 - 3 crediti per la prova di conoscenza lingua italiana (per studenti stranieri)
- oppure
- 3 crediti per la prova di conoscenza lingua inglese livello C1 (per studenti italiani)
- oppure
- 3 crediti per la prova di conoscenza lingua inglese Technical English (per studenti italiani)
-
- 9 crediti per tirocini formativi e di orientamento
 - 6 crediti per la Prova Finale