



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II
SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ELETTRICA E DELLE TECNOLOGIE
DELL'INFORMAZIONE**

GUIDA DELLO STUDENTE

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA DELLE
TELECOMUNICAZIONI E DEI MEDIA DIGITALI**

Classe delle Lauree in Ingegneria delle Telecomunicazioni, Classe LM-27

ANNO ACCADEMICO 2021/2022

Napoli, luglio 2021

Finalità del Corso di Studi e sbocchi occupazionali

La Laurea Magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni e dei Media Digitali ha l'obiettivo di formare una figura di Ingegnere che possa inserirsi efficacemente in realtà produttive molto differenziate e caratterizzate da rapida evoluzione, tipiche del settore dell'ICT (Tecnologie dell'Informazione e delle Comunicazioni).

Il percorso formativo consente al Laureato Magistrale di operare nei settori della pianificazione, progettazione, realizzazione, gestione ed esercizio di apparati, sistemi e infrastrutture per l'acquisizione locale e/o remota, il trasporto a distanza, la diffusione e il trattamento dell'informazione.

La formazione professionale del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni e dei Media Digitali fornisce le conoscenze necessarie:

- per la progettazione, la produzione, la manutenzione e l'esercizio di apparati per la generazione, trasmissione, propagazione e ricezione dei segnali di informazione;
- per l'analisi e la sintesi dei segnali, per la progettazione e la realizzazione di sistemi per la loro elaborazione;
- per l'analisi, la progettazione, l'organizzazione e la gestione delle reti telematiche e più in generale delle infrastrutture tecnologiche sulle quali fondano i Media Digitali;
- per la comprensione del contesto all'interno del quale si colloca l'attività ingegneristica e delle relative implicazioni sociali ed etiche;
- per l'interazione con chi elabora i contenuti della comunicazione e con chi definisce il perimetro legale delle attività ingegneristiche.

Il percorso formativo offre insegnamenti che coprono gli aspetti più rilevanti ed innovativi dell'Ingegneria delle Telecomunicazioni (elaborazione e trasmissione dei segnali, sistemi e reti di telecomunicazione, apparati per la trasmissione dei segnali) e, in generale, dell'Ingegneria dell'Informazione e dei nuovi Media, senza mai trascurare l'approfondimento metodologico di base.

In particolare, il Corso di Studi ha precisi obiettivi formativi:

- Fornire al Laureato una cultura fisico/matematica approfondita e ad ampio spettro, che permetta la piena comprensione dei fenomeni analizzati, fino alla formulazione di modelli descrittivi analitici adeguati e alla loro manipolazione formale;
- Garantire l'acquisizione di solide basi metodologiche delle discipline imprescindibili del settore: della modulazione digitale, dell'elaborazione dei segnali, delle reti di telecomunicazioni, dei fenomeni elettromagnetici e della loro propagazione;
- Introdurre e rendere familiari le moderne tecniche di progettazione, realizzazione e verifica di un sistema di telecomunicazione complesso, introducendo all'utilizzo di strumenti avanzati di simulazione ed ottimizzazione di largo impiego professionale;
- Sviluppare capacità applicative grazie ad una diffusa attività laboratoriale;
- Offrire insegnamenti di forte valenza interdisciplinare, mutuati da settori affini, che permettano al Laureato Magistrale di acquisire l'ampia visione necessaria al suo efficace inserimento nel moderno mondo della Comunicazione.

I Laureati del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni e dei Media Digitali dovranno sviluppare capacità di comprensione ed acquisire conoscenze nel campo degli Studi di Ingegneria dell'Informazione e Comunicazione di livello professionale, inclusive di alcuni temi di avanguardia nel proprio specifico ambito di Studi.

In particolare, il Laureato Magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni e dei Media Digitali dovrà conoscere:

- gli aspetti metodologico-operativi delle scienze dell'ingegneria, con particolare riferimento alle tematiche connesse alla trasmissione e alla elaborazione dell'informazione;
- le tematiche fondamentali riguardanti gli ambiti disciplinari dell'elettromagnetismo applicato;
- le responsabilità professionali ed etiche proprie della professione dell'ingegnere.

L'impostazione generale del Corso di Studi si fonda sul rigore metodologico proprio delle materie scientifiche, e fa sì che lo Studente maturi, anche grazie ad un congruo tempo dedicato allo studio personale, competenze e capacità di comprensione tali da permettergli di includere nel proprio bagaglio di conoscenze anche quelle relative ai più recenti sviluppi tecnico/scientifici della disciplina.

Il Corso di Studi stimola, inoltre, la transdisciplinarietà del percorso formativo, sviluppando le competenze nelle Materie Affini.

Gli Studenti del Corso di Laurea potranno acquisire le suddette conoscenze grazie all'impostazione generale del Corso di Studi.

Le conoscenze saranno dosate gradualmente individuando con chiarezza gli aspetti fondamentali ed imprescindibili, pur garantendo sufficiente flessibilità al percorso formativo. La verifica del raggiungimento dei risultati di apprendimento avviene principalmente attraverso lo svolgimento di prove d'esame scritte, orali e/o di laboratorio, e, in alcuni casi, a seguito di valutazione di relazioni tecniche redatte dallo Studente.

I Laureati del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni e dei Media Digitali dovranno essere in grado di applicare le conoscenze acquisite alla risoluzione di problemi concreti complessi tipici del mondo del lavoro di riferimento; si stimola da un canto la visione d'insieme, utile alla definizione e comprensione di massima, e dall'altro un rigoroso approccio progettuale di dettaglio, fondato sul corretto utilizzo e dimensionamento delle risorse disponibili.

A tal fine gli insegnamenti affiancano un'adeguata fase esercitativa che sollecita alla soluzione autonoma di problemi e introduce alla progettazione, sia su carta che attraverso gli strumenti tecnologici d'ausilio tipici del settore. Si stimolano le capacità dello Studente e gli si rendono familiari i principali strumenti della professione.

Le capacità e le conoscenze acquisite vengono verificate nelle prove finali dei singoli insegnamenti e nella prova finale del percorso di Laurea Magistrale. Quest'ultima prevede, in tale ottica, la soluzione autonoma di un problema di natura tecnica.

Il percorso prevede lo svolgimento di un'attività di Tirocinio/Stage, occasione essenziale per un Laureando Magistrale di interfacciarsi con il mondo del Lavoro.

Riguardo agli sbocchi occupazionali, la figura professionale dell'Ingegnere Magistrale delle Telecomunicazioni e dei Media Digitali ha ampie prospettive non solo nei campi specifici delle Telecomunicazioni e della Telematica, ma ovunque sia presente il problema della gestione e del

trasporto dell'informazione. Avrà un ruolo di primo piano nella rivoluzione 5G delle Telecomunicazioni, nell'IOT e in Industria 4.0 .

Il Laureato Magistrale opererà in ambiti diversificati per contesto e finalità, multidisciplinari, ad elevato contenuto scientifico e tecnologico, ove si chiede di pianificare, progettare, realizzare e gestire apparati, sistemi e infrastrutture per l'acquisizione, il trasporto, la diffusione e il trattamento dell'Informazione.

In effetti il ruolo della trasmissione e dell'elaborazione dell'Informazione nella Vita, nell'Industria e nei Servizi, offre opportunità in:

- Imprese tecnico-commerciali/gestionali, manifatturiere e di servizi;
- Imprese di progettazione, costruzione, installazione, gestione e manutenzione di apparati, sistemi ed infrastrutture di rete per la Comunicazione;
- Imprese di produzione e diffusione di contenuti multimediali e radiotelevisivi;
- Gestori di telefonia e trasmissione dati;
- Pubbliche amministrazioni, enti e agenzie nazionali ed internazionali; Imprese pubbliche e private per la Sicurezza e la Difesa;
- Imprese pubbliche e private di servizi di telecomunicazione e telerilevamento terrestri o spaziali;
- Enti di controllo del traffico aereo, terrestre e navale.

Si affianca l'attività di libera professione nella progettazione e realizzazione di sistemi di telecomunicazioni. Per l'esercizio della professione di Ingegnere è, ovviamente, necessario il superamento dell'Esame di Stato e l'iscrizione all'Albo professionale dell'Ordine degli Ingegneri.

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni prevede requisiti minimi per l'ammissione, comuni a tutte le Lauree Magistrali del Collegio di Ingegneria della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base dell'Università di Napoli Federico II.

Informazioni in merito sono reperibili sul sito: www.scuolapsb.unina.it.

Il Percorso Formativo: le Aree Tematiche

L'ampliarsi del panorama culturale nel quale si inseriscono le Telecomunicazioni e i Media Digitali suggerisce l'organizzazione del percorso formativo in aree tematiche che raggruppino gli insegnamenti per grado di affinità.

La presenza di aree tematiche favorisce una scelta ragionata da parte dello Studente all'interno dell'offerta formativa, pur non risultando formalmente restrittiva.

In effetti, il Manifesto degli Studi organizza gli insegnamenti a scelta **non** autonoma per lo Studente in tre aree tematiche consigliate. Il raggruppamento è determinato dall'affinità, ed è semplicemente suggerito.

Le tre aree tematiche individuate svolgono un ruolo di primo piano nel modo delle Telecomunicazioni e dei Media Digitali e sono brevemente descritte di seguito:

- **Safety and Security:** raggruppa gli insegnamenti connessi a mondo della sicurezza nelle due sue tradizionali declinazioni;
- **Communication Networks for 5G and beyond:** raggruppa gli insegnamenti connessi al mondo delle comunicazioni, con particolare enfasi alla nuova generazione delle telecomunicazioni wireless di ultima generazione, il 5G, e ai suoi sviluppi futuri;
- **Multimedia:** raggruppa gli insegnamenti connessi al mondo multimediale, e agli strumenti di elaborazione dell'informazione per esso essenziali.

A scopo unicamente esplicativo si evidenziano di seguito le articolazioni dei tre percorsi formativi consigliati.

Successivamente si riporta l'effettivo Manifesto degli Studi.

Area tematica: Safety and Security

Insegnamenti obbligatori (tabella indipendente dall'area tematica)

Insegnamento

Comunicazioni digitali

Elaborazione di segnali digitali

Ottica e Iperfrequenze

Lo Studente seleziona uno dei seguenti insegnamenti (tabella indipendente dall'area tematica)

Insegnamento

Modelli e algoritmi di ottimizzazione

Misure su sistemi wireless

FPGA per l'elaborazione dei segnali

Lo Studente seleziona i due seguenti insegnamenti

Insegnamento

Sistemi Radar

Radiolocalizzazione terrestre e satellitare

Lo Studente seleziona il seguente insegnamento

Insegnamento

Network Security

Lo Studente seleziona uno dei seguenti insegnamenti

Insegnamento

Sistemi ad alta frequenza per la Sicurezza e il 5G

Progetti di Sistemi di Telerilevamento

Lo Studente seleziona uno dei seguenti insegnamenti (tabella indipendente dall'area tematica)

Insegnamento

Tutela della Sicurezza e Riservatezza dell'Informazione

Machine Learning

Lo Studente seleziona il seguente insegnamento

Insegnamento

Quantum Information

Lo Studente seleziona insegnamenti per un totale di 18 CFU quale Scelta Autonoma

Attività formativa Tirocinio - 6 CFU

Attività formativa Ulteriori Conoscenze - 3 CFU

Nota: Le Ulteriori Conoscenze possono essere riconosciute in tutti e quattro gli ambiti di seguito indicati:

- Ulteriori conoscenze linguistiche;
- Abilità informatiche e telematiche;
- Tirocini formativi e di orientamento;
- Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro.

Lo Studente potrà chiedere il riconoscimento di CFU accumulati frequentando Seminari formativi e di inserimento nel mondo del lavoro organizzati dal Corso di Studi. Lo Studente potrà utilizzare le Ulteriori Conoscenze per prolungare l'esperienza di Tirocinio.

Prova Finale - 15 CFU

Area tematica: Communication Networks for 5G and beyond

Insegnamenti obbligatori (tabella indipendente dall'area tematica)

Insegnamento

Comunicazioni digitali

Elaborazione di segnali digitali

Ottica e Iperfrequenze

Lo Studente seleziona uno dei seguenti insegnamenti (tabella indipendente dall'area tematica)

Insegnamento

Modelli e algoritmi di ottimizzazione

Misure su sistemi wireless

FPGA per l'elaborazione dei segnali

Lo Studente seleziona i due seguenti insegnamenti

Insegnamento

Sistemi di Telecomunicazione

Reti Wireless

Lo Studente seleziona il seguente insegnamento

Insegnamento

Wireless and Mobile Networking Architectures

Lo Studente seleziona uno dei seguenti insegnamenti

Insegnamento

Sistemi ad alta frequenza per la Sicurezza e il 5G

Radiocopertura per Reti di Telecomunicazioni

Lo Studente seleziona uno dei seguenti insegnamenti (tabella indipendente dall'area tematica)

Insegnamento

Tutela della Sicurezza e Riservatezza dell'Informazione

Machine Learning

Lo Studente seleziona il seguente insegnamento

Insegnamento

Comunicazioni Wireless

Lo Studente seleziona insegnamenti per un totale di 18 CFU quale Scelta Autonoma

Attività formativa Tirocinio - 6 CFU

Attività formativa Ulteriori Conoscenze - 3 CFU

Nota: Le Ulteriori Conoscenze possono essere riconosciute in tutti e quattro gli ambiti di seguito indicati:

- Ulteriori conoscenze linguistiche;
- Abilità informatiche e telematiche;
- Tirocini formativi e di orientamento;
- Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro.

Lo Studente potrà chiedere il riconoscimento di CFU accumulati frequentando Seminari formativi e di inserimento nel mondo del lavoro organizzati dal Corso di Studi. Lo Studente potrà utilizzare le Ulteriori Conoscenze per prolungare l'esperienza di Tirocinio.

Prova Finale - 15 CFU

Area tematica: Multimedia

Insegnamenti obbligatori (tabella indipendente dall'area tematica)

Insegnamento

Comunicazioni digitali

Elaborazione di segnali digitali

Ottica e Iperfrequenze

Lo Studente seleziona uno dei seguenti insegnamenti (tabella indipendente dall'area tematica)

Insegnamento

Modelli e algoritmi di ottimizzazione

Misure su sistemi wireless

FPGA per l'elaborazione dei segnali

Lo Studente seleziona i due seguenti insegnamenti

Insegnamento

Elaborazione di segnali multimediali

Image processing per Computer Vision

Lo Studente seleziona il seguente insegnamento

Insegnamento

Realtà virtuale e Computer Graphics

Lo Studente seleziona uno dei seguenti insegnamenti

Insegnamento

Tomografia e Imaging: principi, algoritmi e metodi numerici

Progetti di Sistemi di Telerilevamento

Lo Studente seleziona uno dei seguenti insegnamenti (tabella indipendente dall'area tematica)

Insegnamento

Tutela della Sicurezza e Riservatezza dell'Informazione

Machine Learning

Lo Studente seleziona il seguente insegnamento

Insegnamento

Ingegneria del suono

Lo Studente seleziona insegnamenti per un totale di 18 CFU quale Scelta Autonoma

Attività formativa Tirocinio - 6 CFU

Attività formativa Ulteriori Conoscenze - 3 CFU

Nota: Le Ulteriori Conoscenze possono essere riconosciute in tutti e quattro gli ambiti di seguito indicati:

- Ulteriori conoscenze linguistiche;
- Abilità informatiche e telematiche;
- Tirocini formativi e di orientamento;
- Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro.

Lo Studente potrà chiedere il riconoscimento di CFU accumulati frequentando Seminari formativi e di inserimento nel mondo del lavoro organizzati dal Corso di Studi. Lo Studente potrà utilizzare le Ulteriori Conoscenze per prolungare l'esperienza di Tirocinio.

Prova Finale - 15 CFU

Manifesto degli Studi

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni e dei Media Digitali a.a. 2021/2022

Insegnamento o attività formativa	CFU	SSD	AF	Ambito Disciplinare	Propedeuticità
I Anno – 1° Semestre					
Comunicazioni digitali	9	ING-INF/03	2	Ingegneria delle telecomunicazioni	Nessuna
Elaborazione di segnali digitali	6	ING-INF/03	2	Ingegneria delle telecomunicazioni	Nessuna
Insegnamento a scelta in Tab. C	0-6	ING-INF/05	4	Attività formative affini o integrative	
A scelta autonoma dello studente	0-9		3	A scelta dello studente	
I Anno – 2° Semestre					
Ottica e Iperfrequenze	9	ING-INF/02	2	Ingegneria delle telecomunicazioni	Nessuna
Insegnamento a scelta in Tab. A	9	-	4	Attività formative affini o integrative	
Insegnamento/i a scelta in Tab. B	0-18	ING-INF/03	2	Ingegneria delle telecomunicazioni	
Insegnamento a scelta in Tab. C	0-6	ING-INF/05	4	Attività formative affini o integrative	
A scelta autonoma dello studente	0-9	-	3	A scelta dello studente	
II Anno – 1° Semestre					
Insegnamento/i a scelta in Tab. B	0-18	ING-INF/03	2	Ingegneria delle telecomunicazioni	
Insegnamento a scelta in Tab. C	0-6	ING-INF/05	4	Attività formative affini o integrative	
Insegnamento a scelta in Tab. D	0-9	ING-INF/02	2	Ingegneria delle telecomunicazioni	
Insegnamento a scelta in Tab. E	6	-	4	Attività formative affini o integrative	
Insegnamento a scelta in Tab. F	6	ING-INF/03	2	Ingegneria delle Telecomunicazioni	
A scelta autonoma dello studente	0-18	-	3	A scelta dello studente	
II Anno – 2° Semestre					
Insegnamento/i a scelta in Tab. B	0-18	ING-INF/03	2	Ingegneria delle Telecomunicazioni	
Insegnamento a scelta in Tab. C	0-6	ING-INF/05	4	Attività formative affini o integrative	
Insegnamento a scelta in Tab. D	0-9	ING-INF/02	2	Ingegneria delle Telecomunicazioni	
A scelta autonoma dello studente	0-18		3	A scelta dello studente	
Ulteriori conoscenze (*)	3		6	Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	
Tirocinio	6		6	Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali	
Prova finale	15		5		

(*) Le Ulteriori Conoscenze possono essere anticipate, in fase di riconoscimento, al I anno (I e II semestre) e al II anno (I semestre).

Gli insegnamenti sono così classificati in base alla Tipologia di Attività Formativa (TAF):

1 = attività formative di base;

2 = attività formative caratterizzanti;

3 = attività formative a scelta dello studente;

4 = attività formative affini ed integrative;

5 = prova finale;

6 = altre attività.

Il Manifesto degli Studi organizza gli insegnamenti a scelta **non** autonoma per lo studente in tre aree tematiche consigliate. Il raggruppamento è determinato dall'affinità, ed è semplicemente suggerito. Le tre aree tematiche individuate svolgono un ruolo di primo piano nel modo delle telecomunicazioni e dei media digitali e sono brevemente descritte di seguito.

- **Safety and Security:** raggruppa gli insegnamenti connessi a mondo della sicurezza nelle due sue tradizionali declinazioni;
- **Communication Networks for 5G and beyond:** raggruppa gli insegnamenti connessi al mondo delle comunicazioni, con particolare enfasi alla nuova generazione delle telecomunicazioni wireless di ultima generazione, il 5G, e ai suoi sviluppi futuri;
- **Multimedia:** raggruppa gli insegnamenti connessi al mondo multimediale, e agli strumenti di elaborazione dell'informazione per esso essenziali.

Tabelle delle attività Formative

L'associazione degli insegnamenti all'area tematica è evidenziata dalla colorazione della riga in accordo alla legenda di seguito riportata. Gli orari ufficiali delle lezioni saranno redatti in modo da garantire assenza di sovrapposizioni per gli insegnamenti appartenenti alla stessa area tematica.

Legenda aree tematiche
Safety and Security
Communication Networks for 5G and beyond
Multimedia

Tabella A: Attività formative disponibili per l'ambito "attività formative affini o integrative"

Insegnamento o attività formativa	CFU	SSD	AF	Propedeuticità	Semestre
Modelli e algoritmi di ottimizzazione	9	MAT/09	4	Nessuna	II
Misure su sistemi wireless	9	ING-INF/07	4	Nessuna	II
FPGA per l'elaborazione dei segnali	9	ING-INF/01	4	Nessuna	II

Tabella B: Attività formative disponibili per l'ambito "attività formative caratterizzanti"

Insegnamento o attività formativa	CFU	SSD	AF	Propedeuticità	Semestre
Sistemi Radar	9	ING-INF/03	2	Nessuna	I
Radiolocalizzazione terrestre e satellitare	9	ING-INF/03	2	Nessuna	I
Sistemi di Telecomunicazione	9	ING-INF/03	2	Nessuna	II
Reti Wireless	9	ING-INF/03	2	Nessuna	II
Elaborazione di segnali multimediali	9	ING-INF/03	2	Nessuna	II
Image processing per Computer Vision	9	ING-INF/03	2	Nessuna	II

Tabella C: Attività formative disponibili per l'ambito "attività formative affini o integrative"

Insegnamento o attività formativa	CFU	SSD	AF	Propedeuticità	Semestre
Network Security	6	ING-INF/05	4	Nessuna	I
Wireless and Mobile Networking Architectures	6	ING-INF/05	4	Nessuna	II
Realtà virtuale e Computer Graphics	6	ING-INF/05	4	Nessuna	II

Tabella D: Attività formative disponibili per l'ambito "attività formative caratterizzanti"

Insegnamento o attività formativa	CFU	SSD	AF	Propedeuticità	Semestre
Sistemi ad alta frequenza per la Sicurezza e il 5G	9	ING-INF/02	2	Nessuna	II
Progetti di Sistemi di Telerilevamento	9	ING-INF/02	2	Nessuna	II
Sistemi ad alta frequenza per la Sicurezza e il 5G	9	ING-INF/02	2	Nessuna	II
Radiocopertura per Reti di Telecomunicazioni	9	ING-INF/02	2	Nessuna	II
Tomografia e Imaging: principi, algoritmi e metodi numerici	9	ING-INF/02	2	Nessuna	I
Progetti di Sistemi di Telerilevamento	9	ING-INF/02	2	Nessuna	II

Nota: La ripetizione dell'insegnamento in tabella è funzionale unicamente all'associazione all'area tematica per la quale è consigliato.

Tabella E: Attività formative disponibili per l'ambito "attività formative affini o integrative"

Insegnamento o attività formativa	CFU	SSD	AF	Propedeuticità	Semestre
Tutela della Sicurezza e Riservatezza dell'Informazione	6	IUS/17	4	Nessuna	I
Machine Learning	6	ING-INF/05	4	Nessuna	I

Tabella F: Attività formative disponibili per l'ambito "attività formative caratterizzanti"					
Insegnamento o attività formativa	CFU	SSD	AF	Propedeuticità	Semestre
Quantum Information	6	ING-INF/03	2	Nessuna	I
Comunicazioni Wireless	6	ING-INF/03	2	Nessuna	I
Ingegneria del suono	6	ING-INF/03	2	Nessuna	I

Tabella G: Attività formative disponibili a scelta autonoma per lo studente					
Insegnamento o attività formativa	CFU	SSD	AF	Propedeuticità	Mutuazioni
Primo semestre					
Teoria dell'Informazione	9	ING-INF/03	3		LM-IELN
Architettura dei sistemi integrati	9	ING-INF/01	3		LM-IELN
Circuiti per DSP	9	ING-INF/01	3		LM-IELN
Systems identification	6	ING-INF/04	3		
Introduzione ai circuiti quantistici	9	ING-IND/31	3		LM-IELN
Secure Systems Design	6	ING-INF/05	3		LM-IINF
Web and real time communication systems	6	ING-INF/05	3		LM-IINF
Space Systems	9	ING-IND/05	3		LM-IAER
Quantum information	6	ING-INF/03			
Computer Networks Design and Management	6	ING-INF/05	3		LM-IINF
Secondo semestre					
Tecnologie multiportante per le comunicazioni	9	ING-INF/03	3		
Componenti e circuiti ottici	9	ING-INF/02	3		LM-IELN
Misure a microonde ed onde millimetriche	9	ING-INF/02	3		LM-IELN
Instrumentation and measurements for smart industry	9	ING-INF/07	3		
Intelligenza artificiale	6	ING-INF/05	3		L-IINF
Non linear Systems	6	ING-INF/04	3		LM-ME
Misure per la compatibilità elettromagnetica	9	ING-INF/07	3		LM-IELN
Sistemi multimediali	6	ING-INF/05	3		L-IINF
Reti elettriche complesse e simulazione circuitale	9	ING-IND/31	3		LM-IELT
Space Experiments (*)	6	ING-IND/06	3		LM-IAER
Unmanned Aircraft Systems (*)	9	ING-IND/05	3		LM-IAER

(*) Insegnamenti erogati dall'anno accademico 2022/2023.

Regole per la formulazione del Piano di Studi

Lo Studente dovrà compilare il proprio Piano di Studi (PdS) rispettando le seguenti indicazioni:

- 1 insegnamento deve essere selezionato in Tab. A;
- 2 insegnamenti devono essere selezionati in Tab. B;
- 1 insegnamento deve essere selezionato in Tab. C;
- 1 insegnamento deve essere selezionato in Tab. D;
- 1 insegnamento deve essere selezionato in Tab. E;
- 1 insegnamento deve essere selezionato in Tab. F;
- Gli insegnamenti da inserire fra le scelte autonome per lo studente devono cumulare 18 CFU, e possono essere selezionati nella Tab. G, o nelle Tabb. A, B, C, D, E ed F sempre che non siano stati già inseriti nel Piano di Studi. In tal caso, il PdS è di automatica approvazione. In caso contrario, il PdS sarà esaminato per approvazione o modifica.

Ingegneria delle Transizioni

Gli studenti del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni e dei Media Digitali possono aderire al progetto di formazione interdisciplinare “Minor IT – Infrastrutture smart” attivato in Ateneo nell’ambito del progetto-guida inter-Ateneo “Ingegnerie delle Transizioni”. Il minor si consegue acquisendo almeno 30 CFU di attività formative dedicate, di cui di norma 12 CFU extra curriculari. L’adesione al progetto avviene mediante presentazione di un Piano di Studi individuale, con indicazione degli insegnamenti selezionati per il percorso minor, che sarà esaminato e approvato dalla CCD in conformità ai criteri di ammissibilità stabiliti dalla stessa.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II
Scuola Politecnica e delle Scienze di Base - Collegio degli Studi di Ingegneria
Anno Accademico 2021/2022
Calendario delle attività didattiche e dei periodi di esame

Corsi di Laurea	1° periodo didattico	1° periodo esami (2 sedute)	Finestra esami marzo	2° periodo didattico	2° periodo esami (2 sedute)	3° periodo esami (1 seduta)	Finestra esami ottobre
I Anno	20/09/2021-17/12/2021	18/12/2021-26/02/2022	02/03/2022-31/03/2022	07/03/2022-10/06/2022	11/06/2022-30/07/2022	01/09/2022-30/09/2022	01/10/2022-31/10/2022
II e III Anno	20/09/2021-17/12/2021	18/12/2021-26/02/2022	02/03/2022-31/03/2022	07/03/2022-10/06/2022	11/06/2022-30/07/2022	01/09/2022-30/09/2022	01/10/2022-31/10/2022
Corsi di Laurea Magistrale	1° periodo didattico	1° periodo esami (2 sedute)	Finestra esami marzo	2° periodo didattico	2° periodo esami (2 sedute)	3° periodo esami (1 seduta)	Finestra esami ottobre
I e II Anno	20/09/2021-17/12/2021	18/12/2021-26/02/2022	02/03/2022-31/03/2022	07/03/2022-10/06/2022	11/06/2022-30/07/2022	01/09/2022-30/09/2022	01/10/2022-31/10/2022
Corsi di Laurea Magistrale Ciclo Unico	1° periodo didattico	1° periodo esami	Finestra esami marzo	2° periodo didattico	2° periodo esami	3° periodo esami	Finestra esami ottobre
Ingegneria Edile-Architettura I Anno	04/10/2021-17/12/2021 (1° ciclo corsi annuali)	-----	-----	10/01/2022-29/04/2022 (2° ciclo corsi annuali)	02/05/2022-30/07/2022	01/09/2022-30/09/2022	01/10/2022-31/10/2022
Ingegneria Edile-Architettura II, III, IV Anno	20/09/2021-17/12/2021	18/12/2021-19/02/2022	02/03/2022-31/03/2022	21/02/2022-20/05/2022	23/05/2022-30/07/2022	01/09/2022-30/09/2022	01/10/2022-31/10/2022
Ingegneria Edile-Architettura V Anno	20/09/2021-17/12/2021	18/12/2021-26/02/2022	02/03/2022-31/03/2022	07/03/2022-10/06/2022	13/06/2022-30/07/2022	01/09/2022-30/09/2022	01/10/2022-31/10/2022

Vacanze 1° semestre - San Gennaro: 19 settembre (domenica); Ognissanti: 1 novembre (lunedì); Immacolata: 8 dicembre (mercoledì); Natale: dal 24 dicembre (venerdì) al 6 Gennaio (giovedì).

Vacanze di Carnevale - Lunedì 28 febbraio e martedì 1 marzo

Vacanze 2° semestre - Pasqua: da giovedì 14 aprile a mercoledì 20 aprile; Festa della Liberazione: 25 aprile (lunedì); Festa del Lavoro: 1 maggio (domenica); Festa della Repubblica: 2 giugno (giovedì)

Referenti del Corso di Studi

Coordinatore Didattico del Corso di Studi in Ingegneria delle Telecomunicazioni e dei Media Digitali:
Prof. Amedeo Capozzoli – Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione - tel. 081/7683358 - e-mail: a.capozzoli@unina.it.

Referente del Corso di Studi per i Piani di Studi:
Prof. Davide Mattera – Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione - tel. 081/7683795- e-mail: davide.mattera@unina.it.

Referente del Corso di Studi per il Programma SOCRATES/ERASMUS:
Prof. Claudio Curcio – Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione - tel. 081/7683103 - e-mail: clcurcio@unina.it.

Responsabile del Corso di Studi per i tirocini:
Prof. Leopoldo Angrisani – Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione - tel. 081/7683170 – e-mail: leopoldo.angrisani@unina.it.

Attività formative

Insegnamento: Elaborazione di segnali digitali							
CFU: 6		SSD: ING-INF03					
Ore di lezione: 32		Ore di esercitazione: 16					
Anno di corso: I							
Obiettivi formativi: Acquisire i concetti fondamentali della teoria della stima e della decisione. Saper applicare la teoria alla risoluzione di problemi tipici dell'ingegneria ed in particolare delle telecomunicazioni.							
Contenuti: Elementi di analisi matriciale. Analisi spettrale non parametrica. Teoria della stima: criterio a minimo errore quadratico medio, criterio a massima verosimiglianza, tecniche ai minimi quadrati, algoritmi adattivi. Elementi di teoria della decisione.							
Codice:		Semestre: I					
Prerequisiti:							
Metodo didattico: lezioni, esercitazioni al calcolatore							
Materiale didattico: P. Stoica and R. Moses Spectral Analysis of Signals Prentice Hall 2005. S.M. Kay: "Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume I e II: Estimation Theory ", Prentice Hall, 1993. S.M. Kay: "Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume II: Detection Theory ", Prentice Hall, 1998. Appunti del corso.							
MODALITA' DI ESAME							
L'esame si articola in prova		Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)		A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)		Progetto MATLAB					
(*) E' possibile rispondere a più opzioni							

Insegnamento: Reti Wireless	
CFU: 9	SSD: ING-INF/03
Ore di lezione: 54	Ore di esercitazione: 18
Anno di corso:	
<p>Obiettivi formativi: Il corso fornisce allo studente nozioni specialistiche per il design e la progettazione di Mobile Communications Networks. Attraverso il corso, lo studente acquisirà le seguenti conoscenze e abilità:</p> <ul style="list-style-type: none"> - conoscere i principi di progettazione di una rete di comunicazione per utenti mobili, - conoscere le principali tecnologie e i principali standard, - essere in grado di identificare le criticità e i requisiti di una rete di comunicazione, - essere in grado di identificare le limitazioni e le problematiche dei diversi standard, - conoscere i requisiti e le caratteristiche distintive dei diversi scenari applicativi, - conoscere le principali tecnologie innovative ed i trends tecnologici - essere in grado di progettare algoritmi e/o protocolli per reti di comunicazione in scenari eterogenei 	
<p>Contenuti:</p> <p>Parte A: Fondamenti</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generalità sulle reti e sui servizi di telecomunicazione - Architetture e topologie delle reti di comunicazione - Principali tecniche di accesso e di routing per reti di comunicazione mobili - Principali standard per reti di comunicazione mobili (panoramica reti 4G e 802.11) <p>Parte B: Tecnologie e Scenari Applicativi</p> <ul style="list-style-type: none"> - 5G Networks <ul style="list-style-type: none"> o mmWave networks o Internet of Things (IoT) o Paradigmi di comunicazione/reti per il supporto di sistemi a guida autonoma (droni, Google-car etc): M2M communications, V2V communications - Beyond 5G: the Quantum Internet. 	
Codice: 30036	Semestre: II
Prerequisiti: Conoscenze di base di trasmissione numerica e reti di telecomunicazioni e/o di calcolatori	
Metodo didattico: Lectures,	
<p>Materiale didattico: Il materiale didattico (slides, esercitazioni, articoli di rassegna) è fornito dai docenti, ed è disponibile on-line sul sito del corso.</p> <p>Testo di consultazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> - appunti del corso - C. Beard and W. Stallings, "Wireless Communication Networks and Systems", Pearson, 2016 - articoli di rassegna 	

Modalità di esame: La verifica delle conoscenze e delle abilità attese avviene mediante l'esposizione orale e la discussione di un elaborato individuale e/o di gruppo.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)	Sviluppo di un elaborato					

(*) E' possibile rispondere a più opzioni

Insegnamento: Comunicazioni Digitali											
CFU: 9		SSD: ING-INF/03									
Ore di lezione: 48		Ore di esercitazione: 24									
Anno di corso: I											
<p>Obiettivi formativi: Il corso si pone l'obiettivo di introdurre i principali concetti e le principali metodologie per il progetto di sistemi di comunicazione digitale. Al termine del corso, ci si aspetta che lo studente abbia familiarità con i principali "trade-off" tra risorse fisiche e "software" il cui corretto bilanciamento appare oggi di fondamentale importanza per il progetto di sistemi di comunicazioni efficienti.</p>											
<p>Contenuti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - caratterizzazione e modelli dei principali mezzi trasmissivi; - modulazione/demodulazione per trasmissioni digitali; - codifica di canale (blocco/convoluzionale); - sincronizzazione; - equalizzazione; - modulazione multiportante; - tecniche di accesso multiplo al canale; - laboratorio. 											
Codice:		Semestre: I									
<p>Prerequisiti / Propedeuticità: Ci si aspetta che lo studente abbia seguito un corso di Teoria dei Segnali nella laurea triennale.</p>											
Metodo didattico: Lezioni frontali, esercitazioni numeriche, esercitazioni matlab.											
<p>Materiale didattico:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) U. Madhow, "Fundamentals of Digital Communications", Cambridge University Press. 2) Note del docente, slides. 											
Modalità d'esame: Orale											
L'esame si articola in prova:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Scritta e orale</td> <td style="width: 50%; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Solo scritta</td> <td style="width: 50%; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Solo orale</td> <td style="width: 50%; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>	X
Scritta e orale	<input type="checkbox"/>										
Solo scritta	<input type="checkbox"/>										
Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>										
In caso di prova scritta i quesiti sono: (è possibile inserire più opzioni)		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">A risposta multipla</td> <td style="width: 50%; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">A risposta libera</td> <td style="width: 50%; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Esercizi numerici</td> <td style="width: 50%; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
A risposta multipla	<input type="checkbox"/>										
A risposta libera	<input type="checkbox"/>										
Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>										
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)											

Insegnamento: Quantum Information	
CFU: 6	SSD: ING-INF/03
Ore di lezione: 30	Ore di esercitazione: 18
Anno di corso: II	
<p>Obiettivi formativi: Nowadays, quantum technologies are finally in the engineering phase, with several tech giants – including IBM, Google and Intel - entered the quantum race. This huge effort is justified by the unparalleled advantages offered by the exploitation of the quantum principles and phenomena to fulfill communication/processing needs. To this aim, this course provides the students with a wide view about quantum information and quantum computation from a communication engineering perspective. Specifically, the participants will familiarize with the basic elements of the quantum information framework, such as qubits, superposition, quantum measurement, no-cloning and entanglement. Furthermore, the students will explore key applications such as secure communications and quantum teleportation. The students will get also insights on how quantum information processing can enable machine learning and artificial intelligence to operate beyond classical capabilities. Finally, the students will have the opportunity to perform simple experiments on a real quantum computer via the IBM Q-Experience platform.</p>	
<p>Contenuti:</p> <p><i>Part I: Foundations</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Quantum Information: Qubit vs Bit, Hilbert Space, ket-bra notation, Bloch Sphere, Multiple-qubit system <ul style="list-style-type: none"> o Lab-1: introduction to IBM Quantum (IBM-Q) Experience o Lab-2: quantum states visualization on IBM-Q - Quantum Computation: Quantum states transformations, No-Cloning theorem, quantum gates, quantum measurement <ul style="list-style-type: none"> o Lab-3: quantum states transformation via IBM-Q gates - Quantum Entanglement: Entanglement, Bell states, EPR paradox <ul style="list-style-type: none"> o Lab-4: entangling qubits on IBM-Q <p><i>Part II: Applications</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Secure Communications: Quantum Cryptography principles, BB84 protocol, Ekert-91 protocol, practical implementations <ul style="list-style-type: none"> o Lab-5: BB84 implementation - Terrestrial and Satellite Secure Quantum Communications: Quantum Teleportation, pure and mixed quantum states, density operator, decoherence, Noisy Quantum Teleportation <ul style="list-style-type: none"> o Lab-6: quantum teleportation on IBM-Q o Lab-7: state tomography for quantum gates on IBM-Q o Lab-8: process tomography for quantum teleportation on IBM-Q - Quantum Information Processing for Machine Learning and Artificial Intelligence: basic quantum routines, amplitude encoding, Grover's search learning, blind computing <ul style="list-style-type: none"> o Lab-9: quantum routines on IBM-Q 	
Codice: ...	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità:	
Metodo didattico: Lectures	
<p>Materiale didattico: Libro di testo: Nielsen and Chuang “Quantum computation and information”, Cambridge University Press Dispense/Slides redatte dal docente</p>	

Modalità d'esame: La verifica delle conoscenze e delle abilità attese avviene mediante l'esposizione orale e la discussione di un elaborato individuale e/o di gruppo.

L'esame si articola in prova:	Scritta orale	e	Solo scritta		Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono: (è possibile inserire più opzioni)	A multipla	risposta	A libera	risposta	Esercizi numerici	
Altro (es: sviluppo progetti, prova al	Sviluppo di una tesina					

Insegnamento: Comunicazioni Wireless					
CFU: 6		SSD: ING-INF/03			
Ore di lezione: 40		Ore di esercitazione: 8			
Anno di corso: II					
Obiettivi formativi: Acquisire le conoscenze fondamentali sulle tecniche avanzate di trasmissione dell'informazione su canali wireless, con particolare attenzione ai più recenti sistemi 4G/5G.					
Contenuti: Pianificazione del sistema 5G con celle eterogenee (HetNet). Massive MIMO. Accesso non ortogonale al canale (NOMA). Tecniche di coordinamento per la riduzione delle interferenze nel sistema 5G (interference alignment). Ricetrasmittitori per segnalazioni ad onde millimetriche (mmWave). Cognitive radio ed evoluzione delle comunicazioni cooperative dal 4G al 5G. Sicurezza nelle comunicazioni wireless (physical-layer security). Comunicazioni 5G mediante droni (UAV). Comunicazioni 5G energeticamente efficienti per IoT (green communications). Impiego dell'intelligenza artificiale nelle comunicazioni wireless.					
Codice: 30030		Semestre: I			
Propedeuticità:					
Metodo didattico: lezioni					
Materiale didattico: appunti del corso, libri di testo					
Modalità d'esame: orale					
L'esame si articola in prova:	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale <input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono:	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici <input type="checkbox"/>
Altro	Eventuale elaborato sviluppato durante le esercitazioni.				

Insegnamento: Elaborazione di Segnali Multimediali							
CFU: 9		SSD: ING-INF/03					
Ore di lezione: 48		Ore di esercitazione: 24					
Anno di corso:							
Obiettivi formativi: Acquisire gli strumenti concettuali e matematici di base per l'elaborazione di immagini digitali e di sequenze video. Saper applicare tali concetti allo sviluppo di algoritmi per l'elaborazione di segnali multimediali.							
Contenuti: Generalità sulle immagini e sulle principali elaborazioni d'interesse. Immagini a due livelli, a toni di grigio, a colori, multispettrali, a falsi colori. Elaborazioni delle immagini nel dominio spaziale: modifica degli istogrammi, operazioni geometriche, filtraggio morfologico, filtraggio lineare, clustering, segmentazione, classificazione. Trasformata di Fourier bidimensionale e filtraggio nel dominio di Fourier. Analisi delle componenti principali. Codifica di segnali multimediali: richiami su quantizzazione e predizione lineare, codifica mediante trasformata, compressione di immagini e di segnali video, cenni sulla compressione di segnali audio. Principali standard (JPEG, MPEG, H26x). Analisi tempo-frequenza e trasformata wavelet, analisi multirisoluzione, banchi di filtri. Tecniche avanzate per la codifica basate su wavelet. Esempi di applicazioni: denoising, restauro (inpainting), protezione del diritto d'autore (watermarking), rivelazione di manipolazioni, identificazione di sorgente.							
Codice:		Semestre:					
Prerequisiti: conoscenza dei sistemi lineari tempo-invarianti, della trasformata di Fourier, concetti base di probabilità. Propedeuticità: nessuna							
Metodo didattico: lezioni, esercitazioni in laboratorio							
Materiale didattico: R.C.Gonzalez, R.E.Woods: Digital Image Processing, Prentice Hall, appunti del corso							
Modalità d'esame: prova al calcolatore, colloquio.							
L'esame si articola in prova:		Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono: (è possibile inserire più opzioni)		A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)		Prova al calcolatore					

Insegnamento: Ingegneria del Suono							
CFU: 6		SSD: ING-INF/03					
Ore di lezione: 24		Ore di esercitazione: 24					
Anno di corso: II							
Obiettivi formativi: Conoscere le principali tecniche di elaborazione digitale del segnale audio. Saper dimensionare e gestire un sistema software/hardware per la produzione musicale assistita al computer. Saper utilizzare con i principali dispositivi per la registrazione, la riproduzione, il mixing ed il mastering in un moderno studio di registrazione.							
Contenuti: Elementi di psicoacustica e acustica ambientale. Elaborazione numerica dei segnali applicata al segnale audio (rappresentazione, conversione A/D D/A, analisi e sintesi di segnali, filtraggio, estrazione di feature). Sistemi per la registrazione e riproduzione del suono. Sintesi del segnale audio. Audio restoration. Algoritmi per l'elaborazione del segnale audio. Tecniche di registrazione del segnale audio, mixing, mastering. Produzione musicale assistita al computer, principali pacchetti software. Laboratorio. Visite guidate a studi di registrazione.							
Codice:		Semestre: I					
Prerequisiti: conoscenza di segnali e sistemi a tempo-discreto nel dominio del tempo e della frequenza. Propedeuticità: nessuna							
Metodo didattico: lezioni, esercitazioni in laboratorio							
Materiale didattico: libri di testo, appunti del corso							
Modalità d'esame: prova al calcolatore, colloquio.							
L'esame si articola in prova:		Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono: (è possibile inserire più opzioni)		A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)		Prova al calcolatore					

Insegnamento: Image Processing for Computer Vision	
CFU: 9	SSD: ING-INF/03
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione: 24
Anno di corso: n/a	
<p>Obiettivi formativi: La <i>computer vision</i> si occupa di estrarre informazioni da immagini e video mediante calcolatore, e trova applicazione in numerosi domini: biomedica, robotica, comunicazioni, <i>automotive</i>, sicurezza, logistica. Alla base della <i>computer vision</i> ci sono le tecniche di elaborazione di immagini e video, che si combinano sinergicamente con tecniche di ottimizzazione, addestramento, ottica, fotometria.</p> <p>Questo insegnamento ha l'obiettivo di consentire allo studente di:</p> <ul style="list-style-type: none"> • formalizzare e modellare problemi di visione sia in termini teorici che pratici; • implementare algoritmi di visione standard con attenzione agli aspetti di elaborazione del segnale; <p>implementare <i>workflow</i> per problemi di visione di complessità crescente mediante <i>toolbox</i> di visione.</p>	

Contenuti: Richiami sul filtraggio delle immagini. Dominio spazio-scala e decomposizione piramidale. Richiami sugli ambienti di programmazione per lo sviluppo di algoritmi di *computer vision*.

Formazione dell'immagine:

La luce e il colore. Il modello *pinhole* camera. La proiezione del mondo 3D nel piano dell'immagine: matrice di proiezione della camera e calibrazione della camera. Trasformazioni geometriche di tipo proiettivo.

Early vision:

Rivelazione dei contorni; segmentazione mediante trasformata *watershed*; *template matching* e descrizione tessiturale; rivelazione di angoli (Harris detector) e linee (trasformata di Hough).

Rivelazione e descrizione di *keypoint*:

Definizione di *keypoint* e proprietà di ripetitività. Proprietà di invarianza dei rivelatori rispetto ad illuminazione, traslazione, rotazione, scala, trasformazioni affini e omografie. Rivelatore di Harris. Differenza di gaussiane (DoG). Piramide di DoG. Orientazione e scala di un *keypoint*. Descrittori di *feature*: proprietà discriminative; descrittori di comune impiego (SIFT, SURF, MSER,...); descrittori di forma e contesto.

Matching, fitting ed allineamento:

Matching di *feature* mediante criterio del rapporto delle distanze. *Fitting* ed allineamento: metodo dei minimi quadrati lineare o robusto; algoritmo ICP; trasformata di Hough generalizzata; algoritmo RANSAC. Rivelazione, riconoscimento e classificazione.

Elaborazione delle immagini mediante reti neurali convoluzionali:

Architetture convoluzionali per l'elaborazione delle immagini. Algoritmo di ottimizzazione SGD e sue varianti per il *deep learning*. Moduli (*layer*) di comune impiego: convoluzione, deconvoluzione, *pooling*, *batch normalization*, funzioni di attivazione (ReLU e sue varianti, Tanh, sigmoide). Funzioni di costo per l'elaborazione delle immagini. *Dropout* e *data augmentation*. Applicazioni: super-risoluzione, predizione, classificazione, segmentazione, detection.

Visione *multi-view* e movimento:

Visione stereoscopica e geometria epipolare. Matrice fondamentale. Problemi di corrispondenza densi. Disparità e stima della profondità. Multi-view e ricostruzione 3D. Cenni su flusso ottico e stima del movimento.

Codice:

Semestre:

Prerequisiti: Conoscenza degli argomenti trattati in Teoria dei Segnali.

Propedeuticità: nessuna

Metodo didattico: lezioni, esercitazioni in laboratorio

Materiale didattico:

- R. Szeliski, "Computer vision: algorithms and applications", Springer 2010.
- R.-I. Hartley, A. Zisserman, "Multiple View Geometry in Computer Vision", C. U. P., 2nd Ed., 2004.
- I. Goodfellow, *et al.*, "Deep Learning", MIT Press, 2017.
- Dispense del docente.

Modalità d'esame: progetto individuale o di gruppo e colloquio.

L'esame si articola in prova:	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono: (è possibile inserire più opzioni)	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)	Sviluppo di un progetto al calcolatore					

Insegnamento: Sistemi di Telecomunicazione					
CFU: 9		SSD: ING-INF/03			
Ore di lezione: 60		Ore di esercitazione: 12			
Anno di corso:					
Obiettivi formativi: Acquisire le conoscenze fondamentali sulle tecniche avanzate per la trasmissione a distanza dell'informazione e sulle tecnologie per le reti di accesso (wireless e cablate) a larga banda, con particolare attenzione alle moderne reti 4G/5G ed evoluzioni ed all'erogazione di servizi multimediali innovativi su rete Internet (streaming video, IPTV). Saper implementare schemi base di ricetrasmissione radio su piattaforma Software-Defined Radio (SDR) programmabile.					
Contenuti: Introduzione ai sistemi ed ai servizi di telecomunicazioni. Classificazione e funzionalità delle reti di telecomunicazioni. Tecniche di livello fisico per le comunicazioni a larga banda: modulazioni avanzate, diversità, sistemi MIMO e space-time, sistemi di smart antennas (beamforming/precoding), codifica di canale avanzata (es. LDPC, turbo codici), tecniche di ricetrasmissione su fibra. Tecniche di accesso. Reti di accesso a larga banda in rame (xDSL ed evoluzioni) e fibra (FTTx, PON ed evoluzioni). Reti di accesso wireless a larga banda (4G/5G ed evoluzioni). Integrazione delle reti di accesso nelle moderne reti di trasporto. Paradigmi innovativi per le reti 5G (x-RAN, NFV, SDN). Sistemi di broadcasting radiotelevisivo (DVB-x, DAB ed evoluzioni). Tecniche efficienti per la fornitura di servizi multimediali su rete Internet (es. IPTV). Introduzione al Software-Defined Radio ed esperienze di laboratorio.					
Codice: 10009		Semestre:			
Propedeuticità: Comunicazioni Digitali					
Metodo didattico: lezioni					
Materiale didattico: appunti del corso, libri di testo					
Modalità d'esame: orale					
L'esame si articola in prova:		Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>
				Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono: (è possibile inserire più opzioni)		A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>
				Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)		Discussione di un elaborato sviluppato durante le esercitazioni			

Insegnamento: Tecnologie multiportante per le comunicazioni					
CFU: 9		SSD: ING-INF/03			
Ore di lezione: 60		Ore di esercitazione: 12			
Anno di corso: I/II					
Obiettivi formativi: Acquisire le conoscenze fondamentali sulle tecniche di trasmissione basate sulla modulazione multiportante, con particolare attenzione ai sistemi 5G e successivi.					
Contenuti: Principi di modulazione multiportante. Distorsioni non lineari nei sistemi multiportante. Modelli di amplificatori di potenza. Metodi di riduzione del PAPR. Tecniche di sincronizzazione, stima di canale e di equalizzazione per sistemi multiportante. Tecnologie multiportante basate su banco di filtri. Tecnologie multiportante per sistemi 5G e successivi. Tecnologie multiportante per un uso flessibile dello spettro.					
Codice:		Semestre: II			
Prerequisiti / Propedeuticità: Comunicazioni Digitali					
Metodo didattico: lezioni					
Materiale didattico: libri di testo, appunti del corso					
Modalità d'esame: orale					
L'esame si articola in prova:	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale <input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono: (è possibile inserire più opzioni)	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici <input type="checkbox"/>
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)					

Insegnamento: Radiolocalizzazione terrestre e satellitare					
CFU: 9		SSD: ING-INF/03			
Ore di lezione: 50		Ore di esercitazione: 22			
Anno di corso: I/II					
Obiettivi formativi: Obiettivi formativi: Vengono introdotti i più importanti metodi di radiolocalizzazione ed i principali sistemi di navigazione satellitare e terrestri, insieme con le relative tecniche di elaborazione dei segnali ed il calcolo delle prestazioni. Al termine dell'insegnamento lo studente acquisirà la capacità di analizzare e dimensionare un sistema di radiolocalizzazione, nonché di sviluppare tecniche di elaborazione per la localizzazione ed il posizionamento.					
Contenuti: <ul style="list-style-type: none"> • Introduzione. Breve storia dei sistemi di localizzazione/radiolocalizzazione e relativi principi di funzionamento. • Sistemi di radiolocalizzazione satellitare - I sistemi GNSS: GPS, GLONASS, GALILEO: segmenti spaziale, di controllo e utente. Segnali trasmessi e codici per il posizionamento. Ricevitori GNSS. Tecniche di elaborazione del segnale per il posizionamento. Sistemi di "augmentation" (WAAS ed EGNOS) e sistemi multi-costellazione. Vulnerabilità ed integrità dei sistemi GNSS. Utilizzo di Software Defined Radio (SDR) per lo studio e l'analisi di sistemi GPS. • Radiolocalizzazione passiva con applicazioni alle reti cellulari e tecniche di multilaterazione. Metodi basati sugli angoli di arrivo (DOA), sulla differenza dei tempi (TDOA) e delle frequenze (FDOA) di arrivo, sistemi ibridi. AGPS. • Principali applicazioni della radiolocalizzazione al trasporto aereo e marittimo. Controllo del traffico aereo. Modo S e ADS-B. TCAS per il "collision avoidance". Sistema di Identificazione Automatica (AIS) per il tracciamento marittimo. 					
Codice: U1564		Semestre: I			
Prerequisiti:					
Metodo didattico: lezioni, esercitazioni, laboratorio Matlab, seminari					
Mjhhateriale didattico: P. Misra, P. Enge, Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance, 2nd ed. Ganga-Jamuna Press, 2011. E. D. Kaplan, "Understanding GPS: Principles and Applications", 2nd Ed. Artech House, 2006. M. Nolan, "Fundamentals of Air Traffic Control", CENGAGE Brain, 5th Edition, 2011. K. W. Kolodziej and J. Hjelm "Local Positioning Systems" CRC Press, 2006. Slide del docente ed articoli tecnico-scientifici					
MODALITA' DI ESAME					
L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale <input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici <input type="checkbox"/>

Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)	Sviluppo progetto Matlab
--	--------------------------

(*) E' possibile rispondere a più opzioni

Insegnamento: Teoria dell'Informazione					
CFU: 9		SSD: ING-INF/03			
Ore di lezione: 48		Ore di esercitazione: 24			
Anno di corso: I/II					
<p>Obiettivi formativi: Il corso introduce concetti fondamentali quali definizione e misura dell'informazione, compressione dei dati con e senza perdite (codifica di sorgente e immagazzinamento dell'informazione), capacità e codifica di canale (trasferimento dell'informazione). Il corso ha l'obiettivo di rendere lo studente familiare con l'esistenza di limiti fondamentali per quanto riguarda l'immagazzinamento e il trasferimento dell'informazione, sì da consentirgli di inquadrare in modo sistematico una serie di scelte progettuali tipiche dei moderni sistemi di comunicazioni e di calcolo.</p>					
<p>Contenuti: Grandezze Informazionali e loro misura: entropia, mutua informazione, divergenza. Compressione dati e codifica di sorgente con e senza senza perdite. Codifica universale (cenni). Canali di comunicazione e loro caratterizzazione: capacità e suo significato. Teorema della codifica di canale. Canali Gaussiani e loro capacità. Cenni alla network information theory. Cenni alla "rate distortion theory": rate-distortion function di alcune sorgenti elementari. Cenni a metodi teoretico-informazionali per problemi di inferenza statistica e machine learning.</p>					
Codice:		Semestre: I			
Prerequisiti: Elementi di base di probabilità.					
Metodo didattico: Lezioni frontali, esercitazioni numeriche					
<p>Materiale didattico: T. M. Cover and J. A. Thomas, "Elements of Information Theory", Wiley. Materiale integrativo (incluse slides) preparate dal docente.</p>					
Modalità d'esame: Orale.					
L'esame si articola in prova:	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale <input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono: (è possibile inserire più opzioni)	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici <input type="checkbox"/>
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)					

Insegnamento: Sistemi Radar					
CFU: 9			SSD: ING-INF03		
Ore di lezione: 50			Ore di esercitazione: 22		
Anno di corso: I/II					
Obiettivi formativi: Acquisire i principi di funzionamento dei vari sistemi radar. Saper effettuare il dimensionamento di un sistema radar e saperne analizzare le prestazioni.					
Contenuti: Introduzione. Breve storia del radar. Principio di funzionamento del radar ad impulsi e ad onda continua. L'equazione Radar. Bersagli, Disturbi e loro caratterizzazione. Equazioni radar per l'analisi della portata. Effetti atmosferici e loro correzione. Rivelazione radar. Rivelazione di un bersaglio sulla base di un solo eco. Rivelazione sulla base di N echi, coerenti o incoerenti, con ampiezza fluttuante e non. Analisi delle prestazioni. Tecniche per il controllo dei falsi allarmi (CFAR) e loro analisi su dati radar reali. Misure dei parametri del bersaglio. Funzione di ambiguità e sue proprietà. Segnali radar codificati in fase e in frequenza. Accuratezza in distanza e doppler. Inseguimento di bersagli. Tecniche monopulse: inseguimento mediante radar di sorveglianza. Tecniche basate sui filtri di Kalman, cenni sul filtraggio a modelli multipli interagenti (IMM). Contromisure Elettroniche (ECM ed ECCM): caratteristiche del Jamming, il Sidelobe Blanker, il Sidelobe Canceller, tecniche di cancellazione adattative. Apparati radar: Antenne, Trasmettitori e Ricevitori.					
Codice: 31687			Semestre: I		
Prerequisiti:					
Metodo didattico: lezioni, esercitazioni al computer, esercitazioni in laboratorio con prototipi hardware					
Materiale didattico: M. A. Richards, J. A. Scheer, and W. A. Holmes: "Principles of Modern Radar: Basic Principles", Scitech, 2010. M. Skolnik: "Radar Handbook", Third Edition, Mc Graw Hill, 2008. appunti del corso					
MODALITA' DI ESAME					
L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale <input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici
Altro (es: sviluppo progetti, prova al computer...)	Progetto MATLAB				
(*) E' possibile rispondere a più opzioni					

Insegnamento: Sistemi ad Alta Frequenza per la Sicurezza ed il 5G-NR						
CFU: 9	SSD: ING-INF/02					
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione: 24					
Anno di corso: II						
Obiettivi formativi: Fornire le metodologie necessarie per l'analisi e la progettazione di sistemi ad alta frequenza per la sicurezza ed il 5G-NR.						
Contenuti: Antenne a larga banda. Antenne notevoli: small antennas, antenne a fessura, antenne ad apertura, antenne a tromba, antenne a singolo e doppio riflettore e loro dimensionamento. Componenti fondamentali ad alta frequenza. La diffusione elettromagnetica e il concetto di Radar Cross Section (RCS); effetto Doppler. Array di antenne. Accoppiamento mutuo e sua rappresentazione in termini radiativi e circuitali. Sintesi di array di antenne: tecniche di sintesi canoniche. Antenne per applicazioni radar, scansione meccanica e scansione elettronica, phased array attivi e passivi. Reti di formazione del fascio, alimentazione true-time delay. Tecniche di riduzione della RCS di antenne. Sensori per applicazioni radar automotive e body scanner. Dispositivi e sistemi d'antenna per il 5G-NR. Progetto di sistemi 5G-NR, sistemi MIMO, architetture per la formazione del fascio mono- e bi-dimensionale, sistemi massive MIMO, sistemi multibanda, sistemi riconfigurabili. Architetture per trasmettitori e ricevitori a microonde e onde millimetriche; transceiver; rumore. Laboratorio: analisi, progetto e verifica di alcuni sistemi notevoli.						
Codice:	Semestre: II					
Propedeuticità:						
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni di laboratorio.						
Materiale didattico: Appunti del corso, libri di testo.						
MODALITA' DI ESAME						
L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)						
(*) E' possibile rispondere a più opzioni						

Insegnamento: Ottica e Iperfrequenze					
CFU: 9		SSD: ING-INF/02			
Ore di lezione: 54		Ore di esercitazione: 18			
Anno di corso: I					
Obiettivi formativi: Fornire i metodi per lo studio della propagazione elettromagnetica alle iperfrequenze e in ottica necessari per l'analisi e il progetto di componenti e sistemi elettromagnetici. Applicare tali metodi a casi di interesse pratico.					
Contenuti: Ottica geometrica, derivazione e limiti. Ottica gaussiana. Tracciamento dei raggi. Teoria geometrica dei sistemi ottici. Aberrazione cromatica e monocromatica, approssimazione parassiale estesa, aberrazioni primarie. Sistemi ottici notevoli. Approssimazione di Ottica Fisica. Applicazione alle antenne a singolo e doppio riflettore; efficienza. Elementi di teoria della coerenza e di interferometria. Interferenza per divisione di ampiezza e di fronte d'onda. Cenni ai raggi complessi. Elementi di teoria della diffrazione. Approssimazione di Kirchhoff. Diffrazione di Fraunhofer. Diffrazione di Fresnel. Diffrazione da un semipiano, da una coppia di fessure. Cenni alla teoria geometrica della diffrazione. Sistemi SISO, SIMO, MISO e MIMO per il collegamento wireless ad alte prestazioni. Array di antenne. Principio di Moltiplicazione del Diagramma. Array mono-dimensionali e bi-dimensionali. Direttività di array broadside ed endfire. Elementi di calcolo numerico in elettromagnetismo: metodi full wave (metodo dei momenti, metodo alle differenze finite, metodo agli elementi finiti). Esercitazioni di laboratorio basate sull'utilizzo di strumenti di calcolo avanzato tipicamente impiegati nell'analisi e nella progettazione elettromagnetica.					
Codice: 30027		Semestre: II			
Prerequisiti: conoscenze di base di elettromagnetismo.					
Metodo didattico: Lezioni, esercitazioni					
Materiale didattico: Appunti del corso, libri di testo					
Modalità d'esame:					
L'esame si articola in prova:	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale <input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono: (è possibile inserire più opzioni)	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici <input type="checkbox"/>
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)					

Insegnamento: Componenti e Circuiti Ottici							
CFU: 9		SSD: ING-INF/02					
Ore di lezione: 48		Ore di esercitazione: 24					
Anno di corso: I/II							
Obiettivi formativi: Offrire gli elementi per la comprensione dei principi elettromagnetici di funzionamento dei componenti e dei circuiti ottici, basati anche su effetti non lineari, e le loro applicazioni più comuni.							
Contenuti: <p>Ottica in mezzi anisotropi: concetti fondamentali, strumenti teorici per l'analisi della propagazione alle frequenze ottiche e principali effetti utili nelle applicazioni. Elementi di olografia.</p> <p>Componenti ottici: principi di funzionamento, descrizione delle strutture e individuazione dei parametri di progetto. Strutture dielettriche guidanti step e graded index, guide periodiche, polarizzatori, beam-splitter, attenuatori, accoppiatori, interferometri, faraday rotators, isolatori, circolatori, multiplexer, demultiplexer, reticoli, filtri, componenti a cristalli liquidi, dispositivi olografici e dispositivi ottici di memorizzazione, scanner.</p> <p>Ottica non lineare: relazioni costitutive non lineari e tensore di suscettività; effetti non lineari del secondo e del terzo ordine; cenni agli effetti di ordine superiore. Applicazioni dell'ottica non lineare. Propagazione solitonica. Cenni alle metodologie e alle tecnologie per la realizzazione e caratterizzazione sperimentale di componenti ottici.</p> <p>Circuiti ottici: analisi e progetto dell'interconnessione fra componenti. Massima distanza del collegamento dettata dall'attenuazione e dalla dispersione.</p>							
Codice: 16250		Semestre: II					
Prerequisiti: Conoscenze base di campi elettromagnetici							
Metodo didattico: lezioni, esercizi ed esperienze numeriche di laboratorio							
Materiale didattico: pubblicazioni							
MODALITA' DI ESAME							
L'esame si articola in prova		Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono		A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro:							

Insegnamento: Misure a microonde ed onde millimetriche	
CFU: 9	SSD: ING-INF/02
Ore di lezione: 29	Ore di esercitazione: 43
Anno di corso: I/II	
<p>Obiettivi formativi: Il corso si propone due obiettivi principali. Il primo ha lo scopo di descrivere le principali tecniche di misura ed il principio di funzionamento degli strumenti più comunemente impiegati alle microonde e alle onde millimetriche. Il secondo di addestrare lo studente all'utilizzo dei più comuni strumenti di misura alle microonde ed onde millimetriche, grazie ad esperienze di laboratorio guidate.</p>	
<p>Contenuti: Introduzione ai dispositivi ad N porte lineari e alla loro descrizione elettromagnetica mediante matrice delle impedenze, matrice delle ammettenze, matrice di diffusione e matrice di trasmissione. Dispositivi reciproci, simmetrici, senza perdite e completamente adattati. Proprietà.</p> <p>Teoria dei grafi per la descrizione dei circuiti a microonde ed onde millimetriche e regole elementari per la loro manipolazione. La regola di Mason per la soluzione rapida e generale di un grafo complesso.</p> <p>Richiami sull'adattamento di strutture guidanti e sull'utilizzo per la loro soluzione della carta di Smith: adattamento a $\lambda/4$, a singolo, doppio e triplo stub. Esercitazioni di laboratorio.</p> <p>Adattamento a parametri concentrati e realizzazione di elementi concentrati in strutture stampate operanti alle iperfrequenze. Strutture riflettometriche basate su accoppiatori direzionali o bridge per la caratterizzazione sperimentale a banda larga dei parametri in riflessione. Introduzione alla loro calibrazione.</p> <p>Strutture operanti in trasmissione per la caratterizzazione sperimentale a banda larga dei parametri in trasmissione. Introduzione alla loro calibrazione. Generatori di segnale: principi di funzionamento e loro utilizzo. Misure di potenza e power meter.</p> <p>Analizzatore di reti scalare (SNA) ed analizzatore di reti vettoriale (VNA): principio di funzionamento ed architetture più comuni (accoppiatori/bridge). Le calibrazioni più comuni di un SNA/VNA: calibrazione OSM/OSL, calibrazione 12 termini e calibrazione TSD; calibrazioni TRL, TRM, TRA e LRL, LRM, LRA.</p> <p>Progettazione dei carichi di calibrazione in coassiale. Spettroscopia a banda larga alle microonde ed onde millimetriche.</p> <p>Analizzatore di spettro: principio di funzionamento ed architetture più comuni. Utilizzo di un analizzatore di spettro. Misure nel dominio del tempo.</p> <p>Misure d'antenna e Camera Anecoica Elettromagnetica.</p>	
Codice: 30028	Semestre: II
Prerequisiti: Conoscenze base di campi elettromagnetici.	
Metodo didattico: Lezioni, esercizi ed esperienze numeriche e sperimentali.	
Materiale didattico: pubblicazioni.	

Modalità d'esame:

L'esame si articola in prova:	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	X
--------------------------------------	------------------------	--------------------------	---------------------	--------------------------	-------------------	----------

In caso di prova scritta i quesiti sono: (è possibile inserire più opzioni)	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
--	----------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)

Discussione delle relazioni delle esperienze di laboratorio consegnate alla fine del corso. Prova in laboratorio, durante la quale si chiederà al candidato di replicare alcune esperienze di laboratorio.

Insegnamento: Progetti di Sistemi di Telerilevamento					
CFU: 9		SSD: ING-INF/02			
Ore di lezione: 48		Ore di esercitazione: 24			
Anno di corso: II					
Obiettivi formativi: Esporre le tecniche da adottarsi per definire le specifiche e progettare un sistema di telerilevamento in grado di soddisfare requisiti assegnati dagli utenti. Presentare le logiche di progettazione dei sensori di telerilevamento ambientale attualmente disponibili o di prossima operatività. Descrivere le principali applicazioni dei dati telerilevati. Abilitare lo studente all'uso dei dati telerilevati effettivamente forniti dalle Agenzie Spaziali: questo obiettivo formativo è raggiunto attraverso l'impiego di dati, programmi di calcolo e strumenti di elaborazione messi a disposizione dalle Agenzie Spaziali stesse.					
Contenuti: Dalle applicazioni del telerilevamento ai requisiti di sistema. Modelli di diffusione elettromagnetica per sistemi di telerilevamento. Superfici naturali: modelli geometrici ed elettromagnetici di superfici aleatorie, approssimazione di Kirchhoff, soluzioni di Ottica Fisica e Ottica Geometrica. Aree vegetate: modelli per strutture stratificate, teoria del trasferimento radiativo. Zone oceaniche: metodo delle piccole perturbazioni. Aree urbane: modelli per la diffusione e diffrazione elettromagnetica da diedri e triedri, Teoria Geometrica della diffrazione. Atmosfera. Simulazione al calcolatore di campi elettromagnetici diffusi. Dai requisiti utenti alle specifiche di sistema. Sensori passivi e attivi. Radiometri. Sensori Ottici. Altimetri. Scatterometri. Radar ad Apertura Sintetica: elaborazioni spazio-varianti dei dati SAR, configurazioni Spotlight e Scansar, Topsar. Riflettometria GNSS. Simulazione al calcolatore di dati telerilevati. Dalle specifiche di sistema alle scelte progettuali. Principali caratteristiche progettuali di alcuni sistemi di Telerilevamento esistenti e di prossima realizzazione delle agenzie spaziali: ASI, ESA, NASA. Elaborazione dei dati telerilevati. Si adopera il laboratorio virtuale messo a disposizione specificatamente per questo corso dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) che consiste in elaboratori virtuali ad altissima capacità e velocità, software ESA della categoria SNAP, dati dall'Open Hub di ESA. Gli studenti potranno operare sui propri PC in relazione a ognuna delle attività sopra descritte. L'elaborazione dei dati può condurre ad una relazione che può essere oggetto di discussione all'esame.					
Codice: 17083		Semestre: II			
Prerequisiti: conoscenze di base di campi elettromagnetici e di teoria dei segnali					
Metodo didattico: Lezioni, esercitazioni al calcolatore, seminari applicativi					
Materiale didattico: Appunti del corso, capitoli di libri					
MODALITA' DI ESAME					
L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale X
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici

Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)

L'elaborazione dei dati effettuata durante il corso può condurre ad una relazione che può essere oggetto di discussione all'esame.

(*) E' possibile rispondere a più opzioni

Insegnamento: Radiocopertura per Reti di Telecomunicazione					
CFU: 9		SSD: ING-INF/02			
Ore di lezione: 48		Ore di esercitazione: 24			
Anno di corso: I/II					
Obiettivi formativi: Acquisire le basi teoriche e tecniche per la comprensione degli aspetti elettromagnetici inerenti la pianificazione e la progettazione di reti di telecomunicazioni wireless. Conoscere i metodi per la previsione del campo irradiato a frequenze delle microonde da un'antenna in un ambiente complesso (aree urbane, interni di edifici): ottica geometrica, teoria geometrica della diffrazione, metodi di tracciamento di raggi, metodi euristici.					
Contenuti: Interazione tra campi elettromagnetici e ambiente. Richiami di elettromagnetismo, ottica geometrica, teoria geometrica della diffrazione, teoria uniforme della diffrazione, segnali a banda stretta, segnali a banda larga, tecniche di ray-tracing e loro attuazione su sistemi di calcolo. Aspetti elettromagnetici nella progettazione di collegamenti. Collegamenti punto-punto e punto-multipunto e loro progettazione, collegamenti outdoor, modelli per collegamenti in ambiente rurale, urbano, collegamenti indoor, modelli per collegamenti in edifici e gallerie, campo elettromagnetico indoor generato da reti a sviluppo outdoor, modelli per reti di telefonia mobile. Cenni sulle scelte progettuali, aspetti elettromagnetici. Reti cellulari: sistemi GSM, UMTS, LTE, 5G. Collegamenti satellitari, connessioni reti mobili - reti fisse, tecniche per la diffusione del segnale televisivo e radiofonico, simulazione al calcolatore di aree di copertura per reti cellulari e WiFi, verifica delle caratteristiche del canale trasmissivo. Cenni sui sistemi di radiolocalizzazione: GNSS (GPS, GLONASS e GALILEO); metodi "signal strength", ToA, TDoA, AoA, "fingerprinting". Normativa sui limiti di esposizione ai campi elettromagnetici: la legge quadro e il decreto ministeriale 381/98.					
Codice: 16253		Semestre: II			
Prerequisiti: Elementi di base di elettromagnetismo e della teoria dei segnali.					
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni al calcolatore.					
Materiale didattico: H.L.Bertoni, <i>Radiowave propagation for modern wireless systems</i> , Prentice-Hall. Appunti delle lezioni.					
MODALITA' DI ESAME					
L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale <input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici <input type="checkbox"/>
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)					

(*) E' possibile rispondere a più opzioni

Insegnamento: Tomografia e Imaging: Principi, Algoritmi e Metodi Numerici									
CFU: 9		SSD: ING-INF/02							
Ore di lezione: 48		Ore di esercitazione: 24							
Anno di corso: I/II									
Obiettivi formativi: L'obiettivo formativo è fornire le conoscenze, fino al livello operativo, per comprendere il funzionamento di sistemi d'interesse per un ampio spettro di applicazioni della vita reale basata sulla Tomografia e l'Imaging elettromagnetici. Le applicazioni d'interesse riguarderanno la tomografia nelle applicazioni industriali e nelle applicazioni medicali (Microwave Tomography), l'imaging nelle applicazioni di sicurezza (body scanning), la diagnostica per immagini (TAC, PET e MRI) e il Ground Penetrating Radar. In particolare, si acquisiranno i principi fondamentali della Tomografia e dell'Imaging elettromagnetici e i principi di funzionamento dei sistemi per l'acquisizione dei dati, si comprenderanno gli algoritmi effettivamente utilizzati per la loro elaborazione, e, infine, si metteranno in pratica, in laboratorio, le conoscenze acquisite nella realizzazione di alcuni semplici esempi di Tomografia e Imaging.									
Contenuti: Richiami sugli elementi di base dell'elettromagnetismo. Il concetto di funzione di Green. Sorgenti elettromagnetiche e radiazione. Equazione della radiazione. La diffusione elettromagnetica e il concetto di campo incidente, campo diffuso e campo totale. Equazione della diffusione. I principi fisici alla base della TAC, PET, MRI e loro modellizzazione. Problemi inversi e il concetto di mal posizione e mal condizionamento nella loro soluzione. Metodi per la soluzione e la discretizzazione delle equazioni di interesse. Algoritmi numerici per la soluzione del problema discreto. Tecniche per l'accelerazione dell'elaborazione. Applicazioni alla tomografia, al body scanning, al Ground Penetrating Radar, alla TAC, alla PET e alla MRI. Esercitazioni di laboratorio, sia di tipo numerico che di tipo sperimentale.									
Codice:		Semestre: I							
Prerequisiti: Conoscenza degli elementi di base dell'elettromagnetismo.									
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni di laboratorio.									
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni e testi di riferimento.									
MODALITA' DI ESAME									
L'esame si articola in prova		Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale		X	
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)		A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici			
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)		Sviluppo di elaborati riguardanti le esercitazioni.							
(*) E' possibile rispondere a più opzioni									

Insegnamento: Misure su Sistemi Wireless	
CFU: 9	SSD: ING-INF/07
Ore di lezione: 36	Ore di esercitazione: 36
Anno di corso: I	
<p>Obiettivi formativi: Fornire all'allievo conoscenze specialistiche, in termini di metodologie, normativa nazionale ed internazionale e strumentazione di misura, finalizzate alla verifica della funzionalità e delle prestazioni di un sistema di comunicazione digitale wireless. Consentire all'allievo di acquisire competenze approfondite sulle caratteristiche tecniche e sull'uso del linguaggio grafico LabView, al fine di conferire autonomia nell'allestimento di stazioni automatiche di misura. Mettere in grado l'allievo di analizzare e misurare sperimentalmente le prestazioni dei più comuni sistemi di comunicazione digitale wireless impiegati nelle moderne reti di sensori e, più in generale, in ambito IoT – Internet of Things e IIoT – Industrial Internet of Things.</p>	
<p>Contenuti: Misurazioni di interesse a livello fisico sui sistemi di comunicazione digitale wireless: dominio del tempo, della frequenza e della modulazione. Analisi spettrale analogica: importanza e scenari applicativi; architettura, principio di funzionamento, modalità di impiego e caratteristiche metrologiche della strumentazione più diffusa sul mercato. Analisi spettrale numerica: importanza e scenari applicativi; architettura, principio di funzionamento, modalità di impiego e caratteristiche metrologiche della strumentazione più diffusa sul mercato. Implementazione di macchine a stati fini in LabView. Modello di Mealy. Modello di Moore. Implementazione Labview di pattern di programmazione producer – consumer per acquisizioni dati ad elevate prestazioni. Programmazione Event Driven. Tecniche di gestione data loseless con notifiers e code. Uso di semafori per la sincronizzazione dei dati. Protocolli di rete per la realizzazione di applicazioni di misura IoT. Realizzazione di stazioni di misura automatiche per l'analisi delle funzionalità e delle prestazioni dei protocolli di rete IoT. Analisi dei risultati ottenuti al variare delle condizioni operative.</p>	
Codice: 34420	Semestre: II
Prerequisiti: Conoscenze di metrologia generale e di elementi di trasmissione numerica	
Metodo didattico: lezioni, seminari, esercitazioni di laboratorio	
Materiale didattico: dispense del corso, presentazioni del corso, libri di testo, norme internazionali, manuali di strumenti, manuali LabView	

Modalità d'esame: l'allievo sostiene sia una prova orale, rispondendo a specifici quesiti concernenti l'intero programma del corso, sia una prova di laboratorio, implementando, mediante l'uso di un calcolatore e di strumentazione specialistica (tipicamente generatori di forma d'onda arbitraria a radiofrequenza e analizzatori di spettro) una assegnata procedura di misura, interpretando i valori misurati ottenuti, valutando l'incertezza di misura associata ed esprimendo il risultato di misura finale.

L'esame si articola in prova:	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono: (è possibile inserire più opzioni)	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)	prova di laboratorio					

Insegnamento: Misure per la Compatibilità Elettromagnetica	
CFU: 9	SSD: ING-INF/07
Ore di lezione: 55	Ore di esercitazione: 35
Anno di corso: II	
<p>Obiettivi formativi: Il Corso si propone di fornire allo studente la conoscenza delle metodologie per lo studio teorico e sperimentale dei fenomeni di compatibilità elettromagnetica e di esposizione umana ai campi elettromagnetici. Costituiranno parte integrante dell'insegnamento lo studio dei principi di funzionamento della strumentazione di misura, delle configurazioni di prova e delle norme tecniche impiegate nel settore. Le conoscenze teoriche acquisite durante l'attività d'aula saranno poi approfondite mediante lo sviluppo di un progetto sperimentale finalizzato alla verifica della compatibilità di dispositivi elettrici ed elettronici o dei livelli di esposizione ai campi elettromagnetici in ambienti residenziali e industriali.</p>	
<p>Contenuti: Principi base della Compatibilità Elettromagnetica: sorgenti e vittime dei fenomeni di compatibilità, fenomeni radiati e condotti, immunità ed emissione. Il decibel e il suo impiego nella compatibilità elettromagnetica. Strumentazione di misura: ricevitore di interferenza e rivelatore di picco, quasi-picco, media; rete per la stabilizzazione dell'impedenza di linea (LISN); reti di accoppiamento e disaccoppiamento (CDN); sonde di corrente e di tensione. Modello a due fili per l'emissione di disturbi radiati: disturbi di modo differenziale e modo comune. Ambienti per la verifica della compatibilità elettromagnetica: open area test site, camera schermata, camera semianecoica e norme per la verifica delle prestazioni (EN 55016-1-4). Configurazione di prova e modalità esecutive per la verifica dell'immunità e emissione, radiata e condotta: EN 55022, EN 61000-4-3, EN 61000-4-6. La normativa di esposizione ai campi elettromagnetici ambientali: D.Lgs. 8/7/2003 e D.Lgs. 81/08; norme per la misura dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori. Sonde e antenne per la misurazione di campi elettromagnetici ambientali. Esecuzione di prove di conformità presso il laboratorio di Compatibilità elettromagnetica; esecuzione di misurazioni di campo elettromagnetico ambientale.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: Misure Elettroniche	
Metodo didattico: Lezioni in aula ed attività sperimentale in laboratorio	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni, libri di testo	
Modalità di esame: Discussione del progetto di laboratorio e prova orale	

Insegnamento: Instrumentation and Measurements for Smart Industry	
CFU: 9	SSD: ING-INF/07
Ore di lezione: 24	Ore di esercitazione: 48
Anno di corso: 1°/2°	
<p>Obiettivi formativi: Apprendere nozioni specialistiche, in termini di metodologie e strumentazione di misura, finalizzate alla progettazione, implementazione e caratterizzazione metrologica di sistemi di telemonitoraggio basati su trasduttori di misura a microcontrollore e applicativi di centrale. Sono privilegiati gli aspetti applicativi di sviluppo di soft transducers e virtual sensors, dal punto di vista metrologico. Il corso comprende il progetto e lo sviluppo delle parti più critiche di un sistema reale.</p>	
<p>Contenuti: SISTEMI DI TELEMONITORAGGIO: Architetture basate su micro-controllori on-chip, su palmari/smartphone, su webservices e PC. <i>Esercitazioni: Montaggi e connessioni di trasduttori per acquisizione dati single-ended e differenziali.</i> SOFT TRANSDUCERS: Architetture, progettazione, scelta del modello, identificazione sperimentale, validazione. Esempi soft transducers: sensore di flusso in ambiente criogenico, bilancia stabilografica con exergames. Microcontrollori per l'acquisizione dati. Requisiti, architettura, componenti logici e fisici: analisi delle specifiche (esempio famiglia STM Nucleo32), panoramica del mercato (esempio produzione ST Microelectronics). Nodo Sensore: richiami architettura STM32, programmazione a registri, ambienti di sviluppo IDE: IAR, Cube. Scheda Nucleo: expansion board, protocollo di comunicazione I2C (richiami), sensore di pressione, sensore di umidità e temperatura, accelerometro e magnetometro, giroscopio. <i>Esercitazioni: Sviluppo di un progetto per il nodo sensore mediante funzioni di libreria di alto livello: Driver, Hardware Abstraction Layer (HAL), Board Support Package (BSP). Implementazione di un processo di misura.</i> RETI DI TRASDUTTORI WIRELESS: Nodo Rete. Principi di progettazione e realizzazione di una rete Wireless. Internet of Things: esempi. Dimostratore ST Microelectronics. Panoramica dei protocolli di comunicazione: livello Rete SubGHz, protocollo 6LoWPAN. Sistema operativo Contiki: struttura, processi, drivers. Wireless Bridge: Protocollo di comunicazione (Wireless-Bridge)-Nodi Rete. Integrazione processi, protocollo di comunicazione con centrale. <i>Esercitazioni: Integrazione della rete di monitoraggio.</i> CENTRALI DI TELEMONITORAGGIO: Scenari di monitoraggio, vista logica della Centrale. Centrale di Monitoraggio: architettura logica e funzionale; componenti della Centrale: protocollo, acquisizione dati, base dati, memorizzazione dei dati nel data base. Applicazione Web per la visualizzazione dei dati: front-end, back-end, interfaccia web, reportistica. <i>Esercitazioni: Acquisizione dei dati (polling su directory e socketcreazione dashboard per monitoraggio dati da sensori: architettura logica e progetto concettuale.</i> APPLICATIVO DI TELEMONITORAGGIO PER ATTIVITA' FISICA: Stesura dei requisiti utente. Analisi degli algoritmi di attività fisica. Progettazione dei nodi sensore e rete e dell'applicativo di centrale. Debug e test. Integrazione e prove di validazione. Stesura della documentazione mediante ipertesti. <i>Esercitazioni: Analisi delle specifiche di un sistema di telemonitoraggio per</i></p>	

attività fisica. Implementazione algoritmo di actigrafo. Implementazione nodo sensore e rete. Debug e test. Implementazione principali parti della centrale.

Codice: 30039

Semestre: II

Prerequisiti:

Metodo didattico: lezioni, seminari, esercitazioni di laboratorio

Materiale didattico: appunti del corso, application notes, manuali componenti, demo boards e applicativi costruttori.

L. Fortuna, et al., *Soft Sensors for Monitoring and Control of Industrial Processes*, Springer-Verlag, 2007.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	X
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)	Viene richiesto allo studente di progettare e realizzare una parte di un sistema di monitoraggio					

(*) E' possibile rispondere a più opzioni

Insegnamento: Modelli e algoritmi di ottimizzazione	
CFU: 9	SSD: MAT/09
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 12
Anno di corso: I	
<p>Obiettivi formativi: Il corso ha l'obiettivo di fornire gli strumenti metodologici avanzati per definire, analizzare e risolvere problemi decisionali complessi, attraverso la formulazione di modelli di ottimizzazione matematica multidimensionale, non lineare e lineare, continua, discreta (intera e binaria) e mista intera, con particolare risalto alle problematiche di instradamento, localizzazione e progetto su rete. Il corso prevede una componente di laboratorio basata sull'uso di software per l'ottimizzazione continua e discreta. (Xpress)</p>	
<p>Contenuti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ottimizzazione non lineare monodimensionale. Condizioni di ottimo monodimensionale; Metodi a riduzione dell'intervallo di incertezza, con e senza l'uso della derivata; Metodi a generazione di punti con uso della derivata. - Ottimizzazione non lineare multidimensionale non vincolata. Metodi di gradiente; Algoritmo di discesa e salita ripida, gradiente coniugato; Analisi grafica ed esercitazioni numeriche. - Ottimizzazione non lineare e lineare multidimensionale vincolata. Condizioni di ottimo nei problemi di ottimizzazione vincolata (condizioni di Kuhn-Tucker); Metodi a direzione ammissibile; Analisi grafica ed esercitazioni numeriche; Ottimizzazione lineare come caso particolare della Ottimizzazione non lineare. - Metodi avanzati di ottimizzazione lineare intera (PLI). Formulazione di problemi ottimizzazione lineare intera e nocciolo convesso; Metodi avanzati di risoluzione basati su row e column generation e Branch and Bound (Branch and Cut); Tecniche di rilassamento e rilassamento lagrangiano; Metodi approssimati (euristica lagrangiana, ricerca locale); Problemi applicativi di packing, cutting e sequencing. - Problemi avanzati di instradamento, localizzazione e progetto su rete. - Problemi di percorso con vincoli aggiuntivi: problemi di minimo percorso vincolato (minimi percorsi attraverso specificati vertici, con finestre temporali, con risorse limitate), minimo percorso con vincoli di capacità (Quickestpath e quickest flow); Problema del percorso massimo. - Problemi di flusso multi-commodity: modellazione e soluzione dei problemi di flusso Multi-Commodity con costi costanti e costi variabili; modellazione di problemi di massimo flusso con più sorgenti e più pozzi; - Problemi di covering, partitioning, location: set covering problem e maximal covering; p-centro e p-mediana, plant location, sensor placement; problemi di path location. - Problemi di network design: progettazione di reti affidabili. - Problemi di instradamento e routing: Circuito hamiltoniano e TSP; circuito euleriano; problemi di location - routing. - Software di ottimizzazione: introduzione ai software di ottimizzazione (Lindo, Xpress, Cplex); modellazione e risoluzione di problemi reali di ottimizzazione lineare continua e intera. 	
Codice: 27038	Semestre: I
Prerequisiti:	

Metodo didattico: Il corso si articolerà attraverso lezioni frontali di tipo teorico, esercitazioni di tipo numerico e uso di software di ottimizzazione

Materiale didattico:

A. Sforza, Modelli e Metodi della Ricerca Operativa, III ed., ESI, Napoli.
 F. S. Hillier, G. J. Lieberman, Ricerca operativa - Fondamenti, 9/ed., McGraw-Hill.
 C. Guéret, C. Prins, M. Sevaux, Applications of optimization with Xpress-MP, Editions Eyrolles, Paris.
 IBM ILOG CPLEX V12.1 User's Manual for CPLEX.
 Slides e dispense integrative fornite dal docente

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	X
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)						

(*) E' possibile rispondere a più opzioni

Insegnamento: Intelligenza Artificiale									
CFU: 6			SSD: ING-INF/05						
Ore di lezione: 36			Ore di esercitazione: 12						
Anno di corso: 1°/2°									
Obiettivi formativi: Acquisire le conoscenze necessarie per risolvere problemi mediante tecniche di programmazione non algoritmiche e per costruire sistemi intelligenti basati su tecniche di apprendimento automatico.									
Contenuti: Introduzione: agenti intelligenti, agenti ed ambienti, la struttura degli agenti. Risoluzione di problemi: agenti risolutori di problemi, strategie di ricerca non informata e informata o euristica, hill-climbing, simulated annealing, ricerca local-beam, algoritmi genetici, ricerca con avversari, giochi, decisioni ottime nei giochi, decisioni imperfette in tempo reale, giochi con elementi casuali, stato dell'arte dei programmi di gioco. Conoscenza e ragionamento: agenti logici e logica del primo ordine, concatenazione in avanti e all'indietro (forward e backward chaining), clausole di Horn, sintassi e semantica della logica del primo ordine, l'inferenza nella logica del primo ordine, programmazione logica e Prolog. Conoscenza incerta e ragionamento: inferenza basata su distribuzioni congiunte, indipendenza, ragionamento probabilistico, reti di Bayes, inferenza nelle reti di Bayes, altri approcci: rappresentare l'ignoranza - teoria di Dempster-Shafer, rappresentare la vaghezza - insiemi fuzzy e logica fuzzy, apprendimento dalle osservazioni, alberi di decisione. Reti Neurali: Il percettrone di Rosenblatt, Adaline, il percettrone multilivello: l'algoritmo Back Propagation, rete Learning Vector Quantization (LVQ), Mappe Auto Organizzanti di Kohonen (SOM), la rete di Hopfield. Macchine kernel: macchine a vettori di supporto (SVM).									
Codice: 06649			Semestre: II						
Prerequisiti: Conoscenze elementari di programmazione									
Metodo didattico: Lezioni, esercitazioni, seminari scientifici									
Materiale didattico: Appunti del corso, libro di testo, articoli scientifici									
MODALITA' DI ESAME									
L'esame si articola in prova		Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale		X	
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)		A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici			
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)		Sviluppo di un elaborato							
(*) E' possibile rispondere a più opzioni									

Insegnamento: Encoding and Encryption					
CFU: 6			SSD: INF/01		
Ore di lezione: 48			Ore di esercitazione:		
Anno di corso: I/II					
Obiettivi formativi: Il corso punta a introdurre i vari aspetti e scopi della codifica dei dati, quali la riduzione dei costi (compressione dei dati), affidabilità (correzione degli errori), e sicurezza (crittografia), il tutto nell'ambito della teoria dell'informazione di Shannon. Gli studenti padroneggeranno le tecniche basilari della teoria dei codici di sorgente e di canale, nonché gli algoritmi chiave per la crittografia classica e moderna (a chiave pubblica).					
Contenuti: Nozioni preliminari: Il modello di comunicazione di Shannon; Scopi della codifica; Parole e linguaggi formali; Codici (di sorgente) come linguaggi univocamente decodificabili; Codici prefissi e suffissi. Codifica di sorgente: Caratterizzazioni di codici; Diseguaglianza di Kraft-McMillan; Codici massimali e completi; Codici prefissi massimali e rappresentazione con alberi; Sorgenti discrete a memoria 0 e loro entropia; Minimizzazione dei costi (teorema di Shannon sulla codifica di sorgente); Codici ottimali; Codici di Huffman; Ritardo di decifrazione e sincronizzazione. Entropia di più variabili: Variabili aleatorie ed entropia; Entropia congiunta e condizionata; Mutua informazione; Diseguaglianze sull'elaborazione dei dati (DPI) e di Fano; Cenni a catene di Markov e sorgenti con memoria. Codifica di canale: Canali discreti e loro capacità; Probabilità d'errore, tasso di codifica e sua raggiungibilità (teorema di Shannon sulla codifica di canale); Separazione sorgente-canale; Codici lineari e di Hamming; Cenni a codici ciclici e BCH. Codifica crittografica: Introduzione e aritmetica di base; Crittosistemi a chiave simmetrica, esempi e crittoanalisi; Cifratura in termini di canale di comunicazione; Cifrario perfetto; Crittografia a chiave pubblica e RSA; Funzioni hash e autenticazione; Scambio di chiavi Diffie-Hellman; Cenni ad altri problemi «difficili» usati in crittografia (logaritmo discreto, curve ellittiche).					
Codice:			Semestre: I		
Prerequisiti:					
Metodo didattico: Lezioni frontali. Esercitazioni.					
Materiale didattico: A. de Luca, F. D'Alessandro, Teoria degli automi finiti. Springer, 2013. J. Berstel, D. Perrin, C. Reutenauer, Codes and Automata. Cambridge University Press, 2010. T.M. Cover, J.A. Thomas, Elements of Information Theory (2nd ed.). Wiley, 2012. N.L. Biggs, Codes: An Introduction to Information Communication and Cryptography. Springer, 2008.					
MODALITA' DI ESAME					
L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale <input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici <input type="checkbox"/>
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)	Progetto.				

(*) E' possibile rispondere a più opzioni

Insegnamento: Circuiti per DSP	
CFU: 9	SSD: ING-INF/01
Ore di lezione: 45	Ore di esercitazione: 27
Anno di corso: II	
<p>Obiettivi formativi: Conoscenza approfondita delle architetture dei circuiti DSP disponibili commercialmente e dell'ambiente di sviluppo per la loro programmazione. Conoscenza delle problematiche, sia teoriche che pratiche, relative alla implementazione ottimale, in tempo reale, su DSP, dei principali algoritmi di elaborazione digitale dei segnali. Realizzazione di concreti algoritmi di elaborazione dei segnali su circuiti DSP.</p>	
<p>Contenuti: Tecniche di calcolo avanzate in aritmetica a virgola fissa e mobile per la realizzazione di algoritmi di elaborazione dei segnali. Effetti derivanti dalla precisione finita dei segnali: quantizzazione dei coefficienti, prevenzione e gestione dell'overflow, tecniche di rounding. Studio dei circuiti programmabili per l'elaborazione dei segnali (DSP): sistemi di memoria multi-accesso, hardware per calcolo degli indirizzi (buffering circolare, indirizzamento bit-reversal), unità Single Instruction Multiple Data. Utilizzo delle tecniche di pipelining nei circuiti DSP. Hazards nei circuiti DSP. Architetture Very Long Instruction Word (VLIW). Tecniche di ottimizzazione del codice nei circuiti DSP con architetture VLIW: Loop Unrolling, Software Pipelining. Implementazione in tempo reale degli algoritmi di elaborazione nei circuiti DSP: interfacce seriali sincrone (buffered e multi-channel), elaborazione in streaming, elaborazione a blocchi, elaborazione in sistemi operativi real-time. Debugging ed analisi delle prestazioni in tempo reale dei circuiti DSP. Metodologie di in-system debugging.</p>	
Codice: 30026	Semestre: primo
<p>Prerequisiti: Conoscenza di base del funzionamento dei circuiti digitali e del linguaggio C per lo svolgimento delle esercitazioni.</p>	
<p>Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni.</p>	
<p>Materiale didattico: John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis, "Digital Signal Processing: Principles, Algorithms and Applications", 4° edition, Prentice Hall 2007 Sen M. Kuo, Woon-Seng Gan, "Digital Signal Processors: Architectures, Implementations, and Applications", Prentice Hall 2005 Appunti delle lezioni</p>	

Modalità d'esame:

L'esame si articola in prova:	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono: (è possibile inserire più opzioni)	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)	discussione relativa alle esercitazioni svolte in laboratorio					

Insegnamento: Architettura dei Sistemi Integrati					
CFU: 9		SSD: ING-INF 01 (Elettronica)			
Ore di lezione: 54		Ore di esercitazione: 18			
Anno di corso: 1°/2°					
Obiettivi formativi: Capacità di progettare ed analizzare a livello architetturale, circuitale e fisico circuiti e sistemi digitali VLSI. Conoscenza dei linguaggi per la descrizione dell'hardware. Capacità di utilizzare sistemi di sviluppo per la progettazione assistita al calcolatore di sistemi VLSI. Conoscenza delle tecniche di testing dei sistemi digitali.					
Contenuti: Classificazione dei sistemi integrati: full-custom, basati su celle standard e programmabili. Metodologie di progetto di sistemi integrati. Tecniche di sintesi e di place and-route automatiche. Tecniche di simulazione switch-level. Livelli di interconnessione e parametri parassiti. Ritardi introdotti dalle interconnessioni. Elmore delay. Static timing analysis. Progetto di sistemi combinatori. Progetto e temporizzazione di sistemi sequenziali. Pipelining. Generazione e distribuzione del clock. PLL, DLL. Linguaggi per la descrizione dell'hardware. Il VHDL per la descrizione e la sintesi di sistemi integrati. Circuiti aritmetici: Addizionatori, Unità logico-aritmetiche, Moltiplicatori. Testing dei sistemi integrati CMOS. Tecniche di self-testing. Valutazione della dissipazione di potenza nei sistemi VLSI. Tecniche per la riduzione della dissipazione di potenza.					
Codice: 01577		Semestre: I			
Prerequisiti: Conoscenza di base dei sistemi digitali, delle principali caratteristiche di dispositivi MOS e logiche CMOS.					
Metodo didattico: lezioni, esercitazioni al calcolatore, seminari applicativi.					
Materiale didattico: Appunti del corso disponibili sul sito docente. Testi di riferimento: - Weste, Harris: "CMOS VLSI Design – circuit and systems perspective" Pearson – Addison Wesley - Rabaey "Circuiti Integrati Digitali, l'ottica del progettista", II Edizione, Pearson - Prentice Hall					
MODALITA' DI ESAME					
L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale X
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)	Discussione di un elaborato sviluppato durante le esercitazioni				
(*) E' possibile rispondere a più opzioni					

Insegnamento: FPGA per l'elaborazione dei segnali					
CFU: 9		SSD: ING-INF/01			
Ore di lezione: 52		Ore di esercitazione: 20			
Anno di corso: II					
<p>Obiettivi formativi: Lo scopo del corso è fornire agli studenti le conoscenze e le capacità pratiche necessarie all'utilizzo delle moderne tecnologie programmabili nell'ambito dell'elaborazione di segnali per le telecomunicazioni. Al termine del corso gli studenti avranno raggiunto i seguenti obiettivi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - conoscenza dell'architettura interna di FPGA e CPLD - conoscenza degli ambienti di sviluppo software per sistemi implementati su FPGA - conoscenza degli strumenti per la progettazione su FPGA di circuiti per l'elaborazione dei segnali 					
<p>Contenuti: Il corso coprirà i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Linguaggi per la descrizione dell'hardware (Verilog, SystemVerilog). Progettazione di circuiti combinatori. Progettazione di circuiti aritmetici. Progettazione di macchine a stati. Realizzazione di ambienti di test e verifica del progetto. - Flusso di progetto per circuiti programmabili. Mapping. Piazzamento e collegamento. Definizione dei vincoli di sintesi. Valutazione della dissipazione di potenza. - Architettura di circuiti programmabili. Celle costitutive di FPGA e CPLD. Componenti aritmetici veloci. I/O negli FPGA. Problematiche di adattamento ed integrità dei segnali. - Studio ed implementazione di circuiti per l'elaborazione di segnali per le telecomunicazioni. 					
Codice:		Semestre: primo			
Propedeuticità: Competenze di base sul funzionamento di circuiti digitali.					
Metodo didattico: Lezioni, esercitazioni in laboratorio.					
Materiale didattico: Libro di testo.					
Modalità d'esame:					
L'esame si articola in prova:		Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>
				Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono: (è possibile inserire più opzioni)		A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>
				Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)		Progetto e realizzazione di un circuito da implementare su FPGA.			

Insegnamento: Nonlinear Systems	
CFU: 6	SSD: ING/INF-04
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 8
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: The aim of the course is to introduce students to the foundations of the mathematical theory of nonlinear systems and illustrate the theory via some representative examples from applications.	
Contenuti: Introduction: linear vs nonlinear systems; planar nonlinear systems: equilibria, limit cycles, phase portraits, existence of periodic orbits and bifurcations; Fundamental properties: well-posedness, continuous dependence on initial conditions; Lyapunov stability and applications; Nonlinear Dynamics and Bifurcation theory: local bifurcations of maps, local bifurcations of flows, introduction to global bifurcations and deterministic chaos; Perspectives on advanced topics in nonlinear systems (e.g. piecewise smooth systems, feedback linearization and control, distributed nonlinear systems)	
Docente: Mario di Bernardo	
Codice:	Semestre: II
Propedeuticità:	
Metodo didattico: Lectures and example classes	
Materiale didattico: Appunti delle lezioni; Khalil, "Nonlinear Systems", Prentice Hall 2002 Sastry, "Nonlinear Systems", Springer-Verlag, 2000	
Modalità di esame: Oral interview and discussion of a case study	

Course Title: Systems identification	Units: 1
SSD: ING-INF/04	CFU: 6
<p>Course aims: Providing both a theoretical and practical skills to apply optimization and identification tools to synthesize control systems for different kind of processes, with an emphasis on estimation and control in presence of uncertainty.</p>	
<p>Course Description: Dynamical Optimization: Multi-stage optimization problems and dynamical constraints: definition and meaning of the objective function and solution of the problem using a variational approach. Adjoint system and necessary conditions for optimality. Optimal control problem for discrete-time systems. Multi-stage decision. The linear-quadratic (LQ) case. State-feedback solution and the Riccati equation. Solution of the LQ regulator in open and closed loop. Bellman's Principle of Optimality and Dynamic Programming (DP). Solution of the optimal control problem using the DP algorithm. Application to the LQ problem. Asymptotic solution of the optimal control problem and stability of the closed-loop system. Dynamical Optimization in Presence of Uncertainty: Brief overview on probability and statistics. Static optimization in presence of uncertainty: certainty equivalence and stochastic programming. Decisions in presence of uncertainty. Modeling uncertainty: measurement and process noises. White gaussian noise and noise propagation through a discrete-time dynamical system. Multi-stage decision problem in presence of uncertainty. Uncertain objective functions. The value of information on the state and closed-loop solutions. Solution of the linear-quadratic-gaussian (LQG) problem via DP. State Filtering and Prediction: State estimation in an uncertain linear dynamical system. Kalman predictor/corrector/filter. Filter optimality. The extended Kalman filter for nonlinear systems. Optimal control with estimated state feedback. Matlab/Simulink implementation of the state-feedback optimal control and of the asymptotic Kalman filter. Numerical examples in applications. Estimation Theory: <i>Parametric estimation</i>. Data generating process. Modeling uncertainty. Estimators and estimates. Properties of estimators. Least squares and Gauss-Markov estimates. Quality of the least squares estimate. Orthogonality between the estimate and the prediction error. Recursive least squares estimator. Issues in the numerical implementation. Forgetting factor in recursive least squares estimation. Minimum-variance unbiased estimator, and linear minimum-variance unbiased estimator. Maximum likelihood estimator. <i>Bayesian Estimation</i> The Bayesian estimation problem. Minimization of the conditional least squares. Properties of the Bayesian estimator. Bayesian estimator in presence of correlated information sources. Linear Bayesian estimator: properties. Kalman filter as Bayesian estimator. A priori prediction, correction and estimate update. Relation between recursive parametric estimation and optimal state filtering. Numerical application of estimation theory with Matlab/Simulink implementation. Identification Models for identification. Overview on the state-space and input-output representations of a dynamical systems. Polynomial representation using the z-operator. Model and equation errors. ARMAX models. Identification problem. Model and parameter identification. Model accuracy and complexity. Validation of the identified model and residuals analysis. Stochastic models of time series: AR, ARX, MA, ARMAX. Correlation analysis and spectral analysis. Predictions of times series models. Formulation of the parameter identification problems as a parameter estimation problem. Efficiency of least square estimates. Structural and experimental identifiability. Order estimation and model validation.</p>	
<p>Assumed Background:</p>	
<p>Assessment methods: oral exam</p>	

Insegnamento: Tutela della sicurezza e riservatezza dell'informazione									
CFU: 6			SSD: IUS/17						
Ore di lezione: 48			Ore di esercitazione:						
Anno di corso:									
Obiettivi formativi: Il corso mira a fornire le principali conoscenze teoriche e pratiche in relazione al catalogo di fattispecie incriminatrici (tanto codicistiche, quanto versate nella legislazione complementare) poste a presidio della integrità e della riservatezza dei dati contenuti all'interno di un sistema informatico									
Contenuti: Gli strumenti informatici denotano un duplice rilievo per il diritto penale. Essi, infatti, da un lato possono costituire mezzo per la commissione di molteplici e differenti fatti di reato, dall'altro costituiscono oggetto di tutela penale in ragione delle loro specifiche capacità operative. In altri termini, gli strumenti informatici sono oggetto di tutela penale in ragione della loro capacità di archiviazione e trasmissione di dati tendenzialmente non ostensibili. In considerazione della struttura delle fattispecie di interesse, saranno imprescindibili riferimenti alla parte generale del diritto penale, alla responsabilità delle persone giuridiche ed ai risvolti processuali, e probatori in particolare, connessi al relativo accertamento.									
Codice:			Semestre:						
Propedeuticità: Nessuna									
Metodo didattico:									
Materiale didattico:									
MODALITA' DI ESAME									
L'esame si articola in prova		Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale		X	
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)		A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici			
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)		Sviluppo di elaborati riguardanti le esercitazioni.							
(*) E' possibile rispondere a più opzioni									

Insegnamento: Introduzione ai circuiti quantistici	
CFU: 9	SSD: ING-IND/31
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione: 24
Anno di corso: I/II	
<p>Obiettivi formativi: I qubit sono gli elementi fondamentali dei circuiti quantistici (computer quantistico, internet quantistico, ...). A differenza del bit classico che può assumere solo due stati, il qubit può trovarsi in una sovrapposizione coerente di due stati, una proprietà fondamentale della meccanica quantistica. I qubit possono essere realizzati utilizzando, ad esempio, atomi o ioni intrappolati. La tecnologia oggi più promettente utilizza elementi superconduttivi basati sulle giunzioni Josephson (IBM, D-Wave Systems, Rigetti, Google, Quantum Circuits - Yale, ...). L'obiettivo di questo corso è introdurre i qubit e i circuiti quantistici a superconduttori e dare dei cenni sulla computazione quantistica.</p>	
<p>Contenuti:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Che cos'è un circuito quantistico? Qubit, sfera di Bloch, porta logica quantistica. 2) Circuito elettrico classico: Circuiti a parametri concentrati e circuiti a parametri distribuiti. Circuiti non dissipativi e circuiti dissipativi. Formulazione Lagrangiana e formulazione Hamiltoniana per i circuiti non dissipativi, grandezze canonicamente coniugate, parentesi di Poisson. Il modello di Nyquist e il modello di Caldeira – Legget per gli elementi dissipativi. Equazione di Langevin. Teorema di fluttuazione – dissipazione. 3) Quantizzazione di circuiti elettrici: Cenni ai concetti fondamentali della meccanica quantistica. Quantizzazione di circuiti a parametri concentrati: misura, grandezze fisiche, operatori, stato quantistico, commutatori della carica e del flusso. Rappresentazione di Schrödinger e rappresentazione di Heisenberg. Circuito LC lineare. Due circuiti LC lineari accoppiati. Entanglement. Quantizzazione di linee di trasmissione. Cenni all'elettrodinamica dei superconduttori. 4) Qubit a superconduttori: Giunzione Josephson. Circuiti LC non lineari. Qubit di carica. Qubit di fase. Qubit di flusso. Trasmone. Entanglement tra due qubit. 5) Accoppiamento qubit - cavità: Accoppiamento risonante, accoppiamento dispersivo. Lettura di qubit. Amplificazione parametrica. Retroazione. 6) Porte logiche quantistiche: Controllo di qubit. Porte logiche per un qubit. Porte logiche per due qubit. Correzione dell'errore (ancilla qubit). Cenni alla computazione quantistica, criteri di Di Vincenzo. 7) Dissipazione, fluttuazioni e decoerenza: Sistemi chiusi e sistemi aperti. Teorema di fluttuazione – dissipazione quantistico. Circuito LC con dissipazione. Equazione di Langevin – Heisenberg, e la master equation. Rilassamento e decoerenza. Fenomeni di decoerenza nei circuiti di qubit. "Ambiente" e misura. 8) Cenni ai circuiti quantistici ibridi: atomi, spin, cavità ottiche, risuonatori meccanici nanometrici. 	
Codice: ...	Semestre: I
Prerequisito: Introduzione alla Fisica dello Stato Solido	
Metodo didattico: Lezioni frontali	

Materiale didattico: U. Vool, M. Devoret, *Introduction to quantum electromagnetic circuits*, Special Issue on Quantum Technologies, International Journal of Circuit, Theory and Applications, 897-934, 2017. Zagoskin A. M. *Quantum Engineering: Theory and Design of Quantum Coherent Structures*, Cambridge University Press, 2011. G. Mahler, V. A. Weberruß, *Quantum Networks*, Springer, 1998. I. Mayergoyz, *Quantum Mechanics for Electrical Engineers*, World Scientific, 2016. Appunti delle Lezioni.

Modalit'eame: prova scritta esercitativa propedeutica a colloquio su teoria.

L'esame si articola in prova:	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono: (è possibile inserire più opzioni)	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro						

Insegnamento: Computer Networks Design and Management	
CFU: 6	SSD: ING-INF/05
Ore di lezione: 38	Ore di esercitazione: 10
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: This course aims to provide advanced methodological and technological competences on the design and management of computer networks and complex telematics services. The educational objectives are to give: advanced concepts on quality of service in packet networks; the advanced techniques for intra-domain and inter-domain routing; the main technologies for local, data center, metro and wide area networks; network systems architectures; the issues of internetworking across complex, multi-domain infrastructures; technologies and methodologies for traffic engineering on flow-switched and packet-switched networks; architectures and protocols for network management; reliable provisioning of communication services; service level agreement design and implementation; the problems related to the secure and reliable provisioning of communication services; the advanced topics related to multicasting.	
Contenuti: Part I. Operation and Management Introduction to Network Engineering. A standard model for Operation and Management of networks and services Part II. Network Architectures ATM. MPLS. Wide Area Optical Networks: SONET/SDH; WDM; OTN. Metropolitan and Access Optical Networks: MetroEthernet; PON; GPON Signalling and Software Based Control: Signalling protocols; Software Defined Networks Part III. Internetworking with IP Packet scheduling and Quality of Service. Intradomain Routing. Interdomain Routing Part IV. Network Systems Architectures Switches. Adapters. Routers. Data Center and Storage LAN Part V. Network Management and Control Control Plane. Element Management (SNMP). Management Architectures OSS and SNMP Programming. SLA definition and management Part VI. Resiliency of Networked Infrastructures Principles of Fault Tolerant Design. Design Issues. Management Issues Part VII. Case Studies GARR-X. Google. Akamai	
Codice:	Semestre:
Prerequisiti: Reti di Calcolatori I	
Metodo didattico: lectures, lab-work, seminars	
Materiale didattico: <i>Text books:</i> - Larry Peterson & Bruce Davie, Computer Networks, A system approach. Fifth Edition, Morgan Kauffman – ISBN : 978-0123850591 - Mani Subramanian, Network Management – Principles and Practices, Pearson, ISBN 978-81-317-3404-9 <i>Selected readings from:</i> - Dimitrios Serpanos & Tilman Wolf, Architecture of Network Systems, Morgan Kauffman, ISBN: 978-0-12-374494-4 <i>Course slides, reading papers</i>	
MODALITA' DI ESAME	

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)	Project work					
(*) E' possibile rispondere a più opzioni						

Insegnamento: Web and real time communication	
CFU: 6	SSD: ING-INF/05
Ore di lezione: 38	Ore di esercitazione: 10
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire le nozioni teoriche e metodologiche di base per la progettazione e lo sviluppo di applicazioni telematiche, con particolare riferimento ai sistemi basati sul web ed alle applicazioni multimediali distribuite. Le applicazioni telematiche verranno studiate sia dal punto di vista dell'architettura software che dal punto di vista dei protocolli che definiscono le modalità di comunicazione. Il corso si articola in tre parti: 1) Progetto e sviluppo di applicazioni basate sul web; 2) Progetto e sviluppo di applicazioni multimediali distribuite; 3) Paradigmi di comunicazione alternativi per applicazioni telematiche. La presentazione degli aspetti teorici è integrata da un'attività di esercitazione in laboratorio.	
Contenuti: <u>Parte I:</u> Applicazioni basate sul web. Interazione client-server nel Web. Il Protocollo HTTP. Web caching e problematiche connesse. Web Server. Servizio di pagine statiche. Applicazioni Web dinamiche: programmazione server-side. Linguaggi di scripting per il web. Applicazioni Web in Java: servlet e Java Server Pages (JSP). XML come formato di interscambio dati. Validazione e parsing di documenti XML. Dalle applicazioni Web ai Web Services. Service Oriented Architectures (SOA). Lo stack protocollare dei Web Services. <u>Parte II:</u> Applicazioni Multimediali Distribuite. Protocolli a supporto dello streaming di flussi audio/video. Il protocollo RTP. Il protocollo RTSP per il controllo di sessioni. Protocolli di segnalazione per telefonia su IP: SIP. Applicazioni di video-on-demand e conferencing in Internet. Realizzazione di applicazioni di telefonia su IP: le SIP servlet. Applicazioni convergenti HTTP/SIP. Applicazioni di Instant Messaging: il protocollo XMPP. <u>Parte III:</u> Paradigmi di comunicazione alternativi per applicazioni telematiche. Dal modello client-server al modello peer-to-peer. Architettura delle applicazioni peer-to-peer. Applicazioni di file sharing. Il peer-to-peer all'interno dei browser web: attività di standardizzazione in ambito W3C (WebRTC – Web Real-Time Communications) e IETF (RtcWeb – Real-Time Communication in WEB browsers). Dalla comunicazione sincrona alla comunicazione asincrona: comunicazione mediante code di messaggi; comunicazione secondo il modello publish-subscribe; comunicazione bidirezionale tramite il protocollo HTTP.	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti: Nessuno	
Metodo didattico: lezioni, laboratorio, seminari applicativi	
Materiale didattico: appunti del corso, articoli scientifici, documenti standard per Internet (RFC). Testo consigliato per gli argomenti legati alla comunicazione peer-to-peer nei browser web: S. Loreto and S. P. Romano, "Real-Time Communication with WebRTC", O'Reilly Media, April 2014 (Ebook), May 2014 (Print) Print ISBN:978-1-4493-7187-6 ISBN 10:1-4493-7187-6 Ebook ISBN:978-1-4493-7182-1 ISBN 10:1-4493-7182-5	

Insegnamento: Sistemi Multimediali					
CFU: 6		SSD: ING-INF/05			
Ore di lezione: 36		Ore di esercitazione: 12			
Anno di corso: III					
Obiettivi formativi: Approfondire le tematiche relative alla codifica e alla gestione dei dati multimediali. Conoscere le architetture dei moderni sistemi e le applicazioni per la gestione di dati di tipo multimediale. Consentire la progettazione e lo sviluppo di applicazioni multimediali.					
Contenuti: Introduzione ai sistemi multimediali. Rappresentazione, elaborazione e gestione delle informazioni multimediali: testi, suoni e audio, immagini e grafica 2D e 3D, video e animazioni. Gestione del Colore. Linguaggi per la descrizione e la sincronizzazione di dati e flussi multimediali: SMIL, X3D. I linguaggi per i metadati. RDF e OWL. Tecniche e sistemi per la gestione di testi e documenti multimediali. Architetture dei Sistemi Multimediali. Algoritmi e tecniche di compressione. Sistemi per la gestione delle basi dati multimediali: ricerca basata su contenuto e indici di accesso spaziali e multimediali. 3D Game Engine. Applicazioni multimediali e GIS. Multimedia Information Retrieval sul Web.					
Codice: 15725		Semestre: II			
Prerequisiti / Propedeuticità: Basi di dati, Programmazione I					
Metodo didattico: Lezioni, laboratorio, seminari applicativi					
Materiale didattico: Libri di testo e slides del corso					
Modalità d'esame:					
L'esame si articola in prova:		Scritta e orale	X	Solo scritta	Solo orale
In caso di prova scritta i quesiti sono: (è possibile inserire più opzioni)		A risposta multipla		A risposta libera	X
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)		Sviluppo di un progetto relativo alla realizzazione di un'applicazione multimediale			

Insegnamento: Realtà Virtuale e Computer Graphics					
CFU: 6		SSD: ING-INF/05			
Ore di lezione: 32		Ore di esercitazione: 16			
Anno di corso: II					
Obiettivi formativi: Conoscere i fondamenti teorici della Computer Graphics e le principali piattaforme hardware e software per la progettazione e realizzazione di ambienti di realtà virtuale e aumentata. Acquisizione delle competenze necessarie per gestire tali scenari, oltre che le modalità di interazione con le stesse.					
Contenuti: Introduzione alla realtà aumentata e virtuale (AR/VR). Scenari applicativi della realtà virtuale/aumentata. Elementi base della Computer Graphics: pipeline grafica (modellazione e resa). Computer Graphics per applicazioni AR/VR. Dispositivi di input/output e tecniche avanzate di input 3D. Geometria per la Computer Graphics. Algoritmi di grafica di base, algoritmi di clipping, algoritmi di scan conversion, algoritmi di real-time rendering, ray tracing. Modelli di illuminazione e algoritmi di shading. Texture mapping. Modelli mesh poligonali, curve e superfici. Strumenti per la modellazione geometrica. Ricostruzione di superfici a partire da dati acquisiti tramite scanner 3D. Tecniche di animazione digitale. OpenGL/DirectX, CPU/GPU. Gestione dell'interazione in AR/VR (selezione e manipolazione, navigazione, controllo del sistema, ingresso simbolico). Piattaforme software per applicazioni VR/AR (sistemi runtime VR, motori real time physics, ambienti virtuali distribuiti, ambienti virtuali collaborativi, game engine).					
Codice:		Semestre: II			
Prerequisiti / Propedeuticità: nessuna					
Metodo didattico: Il corso prevede sia lezioni frontali sia attività di laboratorio con esercitazioni guidate.					
Materiale didattico: Libri di testo. Materiale integrativo fornito dal docente.					
Modalità d'esame:					
L'esame si articola in prova:		Scritta e orale	<input checked="" type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>
				Solo orale	<input type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono: (è possibile inserire più opzioni)		A risposta multipla	<input checked="" type="checkbox"/>	A risposta libera	<input checked="" type="checkbox"/>
				Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)		Sviluppo di un progetto relativo alla realizzazione di un ambiente di realtà virtuale.			

Insegnamento: Machine Learning							
CFU: 6		SSD: ING-INF/05					
Ore di lezione: 36		Ore di esercitazione: 12					
Anno di corso: II							
<p>Obiettivi formativi: Obiettivo del corso è illustrare le principali tecniche di data mining e le metodologie di gestione e sviluppo di un processo di data mining, dalla preparazione dei dati alla valutazione dei risultati, e di sviluppare competenze pratiche nella generazione, nell'analisi e interpretazione dei risultati mediante esercitazioni pratiche svolte con tool commerciali e/o open source.</p>							
<p>Contenuti: Knowledge Representation: Trees, Rules, Clusters. Basic Methods: Statistical Modeling, Linear Models, Instance based learning, Clustering Performance Estimation: CV, LOO, Cost-sensitive classification, ROC curves Advanced Data Mining: Decision Trees; Support Vector Machines, MLP, Bayesian Network, Hierarchical Clustering, EM, Semisupervised Learning Data Transformation: Attribute selection, PCA, sampling, Cleansing. Ensemble Learning: Bagging, Boosting, Stacking, ECOC. Deep Learning: Training and Evaluating Deep Networks, Convolutional Neural Networks, Autoencoders. Applications.</p>							
Codice:		Semestre: I					
Prerequisiti / Propedeuticità: nessuna							
Metodo didattico:							
Materiale didattico: Libro di testo: Data mining: practical machine learning tools and techniques.— 4th ed. / Ian H. Witten, Frank Eibe, Mark A. Hall, Christopher J. Pal —The Morgan Kaufmann, 2017.							
Modalità d'esame:							
L'esame si articola in prova:		Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono: (è possibile inserire più opzioni)		A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)		Sviluppo di un elaborato nel quale descrivere la metodologia seguita per mettere a punto un sistema di Data Mining per risolvere un problema reale e .					

Insegnamento: Wireless and mobile networking architectures	
CFU: 6	SSD: ING-INF/05
Ore di lezione: 38	Ore di esercitazione: 10
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Scopo del corso è impartire una conoscenza approfondita delle architetture e dei protocolli per la gestione della mobilità. Tale scopo è perseguito attraverso l'analisi delle problematiche relative alle reti wireless ed ai sistemi mobili e la presentazione delle più recenti soluzioni proposte dai principali enti internazionali di standardizzazione. Il corso è focalizzato principalmente sulle problematiche relative all'accesso al mezzo e all'instradamento nelle reti wireless. Gli obiettivi formativi principali sono: la conoscenza dei principali algoritmi distribuiti per l'accesso al mezzo wireless; l'acquisizione delle principali metodologie per l'analisi delle prestazioni delle tecniche di accesso wireless; la conoscenza delle problematiche di sicurezza nelle reti wireless; la conoscenza delle recenti architetture di backbone wireless; la comprensione delle problematiche legate al supporto della mobilità; la conoscenza dei protocolli per il supporto della mobilità e del multihoming; la capacità di utilizzare strumenti per il monitoraggio, la gestione e la configurazione di reti wireless.	
Contenuti: Reti WLAN: architetture, definizione dei componenti, procedure di gestione e controllo. Reti WLAN: cenni sul livello fisico (IEEE 802.11a/b/g standards). Livello MAC: DCF e PCF. La sicurezza nelle reti WLAN: meccanismi per l'autenticazione e algoritmi di cifratura (WEP, TKIP, CCMP). Estensioni per il supporto della Qualità del Servizio: lo standard IEEE 802.11e e le funzioni di accesso al mezzo EDCA e HCCA. Metodologie per la valutazione delle prestazioni delle reti WLAN basate su IEEE 802.11. Evoluzione delle reti WLAN: l'emendamento 802.11n. Reti wireless ad-hoc: scenari applicativi, problematiche, protocolli di routing reattivi e proattivi. Reti wireless mesh: scenari applicativi, procedure di gestione e controllo, protocolli per la selezione dei percorsi, interoperabilità con altri segmenti di rete LAN. Broadband wireless: cenni su WiMax. L'impatto della mobilità sui protocolli di livello trasporto. Limiti del protocollo IP nel supporto alla mobilità. Mobile IP: architettura, funzionamento, estensioni per superare l'ingress filtering e l'attraversamento dei NAT. IPsec: protocolli AH e ESP. La tecnica Diffie-Hellman per lo scambio di chiavi in sicurezza. La gestione della mobilità e del multihoming: il protocollo HIP. La sicurezza in HIP. Applicazioni di HIP ed integrazione con altri protocolli. Strumenti e metodi per la simulazione di reti mobili.	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità:	
Metodo didattico: lezioni, laboratorio, seminari applicativi	
Materiale didattico: Slides del corso, libro di testo: Stefano Avallone, "Protocolli per Reti Mobili". McGraw-Hill Italia. ISBN: 978-88-386-7414-3	

Insegnamento: Network Security	
CFU: 6	SSD: ING-INF/05
Ore di lezione: 38	Ore di esercitazione: 10
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi:	
<p>Obiettivo di questo corso è di presentare le principali vulnerabilità e tipologie di attacco alle reti informatiche nonché le metodologie, tecniche e strumenti per la loro identificazione e risoluzione.</p>	
Contenuti:	
<ul style="list-style-type: none"> - Principi di sicurezza delle reti <ul style="list-style-type: none"> o requisiti funzionali per la security o “threats”, attacchi, contromisure - Sicurezza in reti wireless - Sicurezza a livello rete <ul style="list-style-type: none"> o protocollo IPsec - Sicurezza a livello trasporto <ul style="list-style-type: none"> o Secure Socket Layer (SSL) - Sicurezza al livello applicativo: <ul style="list-style-type: none"> o posta elettronica o Web <ul style="list-style-type: none"> ▪ HTTPS ▪ WebRTC Security Architecture - Cloud Computing e sicurezza (cenni) - Software malevolo <ul style="list-style-type: none"> o Tassonomia o Advanced Persistent Threats (APTs) o Contromisure - Attacchi di tipo “Denial of Service” (DoS) e “Distributed Denial of Service” (DDoS) - Intrusion Detection Systems (IDS) <ul style="list-style-type: none"> o Tecniche “host-based”, “network-based” e ibride - Firewall e Intrusion Prevention Systems (IPS) - Hacking in reti IP <ul style="list-style-type: none"> o Fasi preliminari di un attacco: <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Footprinting, scanning, enumeration</i> o Tecniche di attacco indirizzate a: <ul style="list-style-type: none"> ▪ end-system & server; ▪ Infrastruttura: <ul style="list-style-type: none"> • Reti VoIP (Voice over IP) • Reti Wireless • Sistemi hardware ▪ Applicazioni e dati: <ul style="list-style-type: none"> • Web • Dispositivi mobile 	

- Basi di dati

Codice:		Semestre: I	
Prerequisiti / Propedeuticità: Reti di Calcolatori			
Metodo didattico: Lezioni frontali ed esercitazioni			
Materiale didattico:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. "Network Security Essentials Applications and Standards", 5/E William Stallings, ISBN-10: 0133370437, ISBN-13: 9780133370430, ©2014 • Pearson, Published 03/06/2013 2. "Computer Security: Principles and Practice", 3/E, William Stallings Lawrie Brown, ISBN-10: 0133773922, ISBN-13: 9780133773927 ©2015, Pearson, Published 07/08/2014 3. "Hacking Exposed", 7th Edition by Stuart McClure, Joel Scambray and George Kurtz Mc Graw Hill ISBN-10: 0071780289, ISBN-13: 978-0071780285 4. Riferimenti formali, quali Request For Comments (RFC), www.ietf.org 5. Riferimenti informali, quali il phrack magazine, www.phrack.org 6. trasparenze dalle lezioni, disponibili sul sito del docente 			
MODALITA' DI ESAME			
L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta
			<input type="checkbox"/>
			Solo orale
			<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera
			<input type="checkbox"/>
			Esercizi numerici
			<input type="checkbox"/>
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)	Sviluppo di un elaborato		
(*) E' possibile rispondere a più opzioni			

Insegnamento: Reti elettriche complesse e simulazione circuitale					
CFU: 9		SSD: ING-IND-31			
Ore di lezione: 52		Ore di esercitazione: 24			
Anno di corso: secondo					
Obiettivi formativi: Arricchire il bagaglio di strumenti e metodologie di analisi dei circuiti, sia teorici che numerici, in vista dell'analisi di reti complesse; introdurre le principali fenomenologie non lineari e le dinamiche complesse, anche in relazione ad esempi applicativi; sviluppare la capacità di analisi qualitativa e numerica di circuiti e reti complesse integrando modelli numerici e simulazione circuitale.					
Contenuti: Rivisitazione del modello circuitale, elementi circuitali e proprietà, soluzione analitica e numerica. Teoria dei grafi, matrici topologiche e loro relazioni, formulazioni delle equazioni circuitali; equazioni di stato e circuito resistivo associato. Circuiti non lineari, unicità della soluzione ed analisi qualitativa. Biforcazioni e caos nei circuiti, reti complesse: sincronizzazione e clustering. Macro-modeling, identificazione e riduzione d'ordine circuitali, realizzazione e fondamenti sulla sintesi. Algoritmi per la soluzione numerica delle equazioni circuitali: soluzione numerica di circuiti a-dinamici (lineari e non lineari) e di circuiti dinamici non lineari. Classificazione e valutazione dell'errore numerico e delle proprietà degli algoritmi. Strutture dati, algoritmi e parametri di SPICE. Laboratorio numerico con analisi SPICE e MATLAB di circuiti dinamici, identificazione di modelli ridotti, ottimizzazione, sincronizzazione e controllo, con esempi di applicazione a reti complesse e convertitori di potenza.					
Docente: Massimiliano de Magistris					
Codice: 30032		Semestre: secondo			
Prerequisiti / Propedeuticità: Introduzione ai circuiti, Elettronica generale					
Metodo didattico: lezioni, esercitazioni					
Materiale didattico: 1. M. Hasler, J. Neiryneck, Non Linear Circuits , Artech House, 1986, ISBN# 0-89006-208-0. 2. L.O. Chua, C.A. Desoer, E.S. Kuh, Circuiti Lineari e Non Lineari, Jackson 1991 , ISBN 88-7056-837-7 3. L.O. Chua, P.M. Lin, Computer aided analysis of electronic circuits: algorithms & computational techniques , Prentice Hall, 1975, ISBN# 0-13-165415-2. 4. A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri, Matematica Numerica Springer 2008, ISBN# 978-88-470-0782-2. 5. A. Vladimirescu, Spice , Mc Graw-Hill, 1995. 6. Dispense ufficiali del corso, slides ed altro materiale disponibili all'indirizzo www.elettrotecnica.unina.it					
Modalità di esame: colloquio orale (6CFU), discussione di elaborato esercitativo (3CFU)					
L'esame si articola in prova:	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale x
In caso di prova scritta i quesiti sono:	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici

Altro (es: sviluppo progetti, prova al
calcolatore ...)

discussione di progetto numerico sviluppato
prevalentemente nel corso delle esercitazioni

Insegnamento: Secure systems design					
CFU: 6		SSD: ING-INF/05			
Ore di lezione: 48		Ore di esercitazione:			
Anno di corso: II					
Obiettivi formativi: Obiettivo del corso è fornire gli elementi metodologici di base, le conoscenze tecniche e gli strumenti per progettare sistemi di elaborazione sicuri. In particolare, il corso di Secure System Design (Progettazione di Sistemi Sicuri) mira a formare specialisti in grado di comprendere le principali problematiche di progettazione, sviluppo e gestione di sistemi sicuri con una visione organica dei meccanismi e delle procedure di sicurezza da implementare a tutti i livelli del sistema.					
Contenuti: Concetti di base e fondamenti di crittografia: requisiti di un sistema sicuro; principi base della crittografia; crittografia a chiave simmetrica e asimmetrica; esempi dei più diffusi algoritmi; firma digitale e infrastruttura a chiave pubblica (PKI); algoritmi per la gestione delle chiavi. Controllo degli accessi: autenticazione, autorizzazione e auditing; modelli e standard per il controllo degli accessi (MAC, DAC, RBAC); framework e protocolli per il controllo degli accessi (SAML, XACML, OAUTH); identità federate e specifiche WS-* per la sicurezza; problematiche di privacy dei dati. Progettazione di sistemi sicuri: problematiche di sicurezza nei vari livelli di un'infrastruttura complessa (sicurezza di rete, sicurezza dei sistemi operativi, sicurezza nei database, sicurezza nella applicazioni, tecniche di programmazione sicura,); minacce, contromisure e meccanismi di sicurezza; sicurezza nel Cloud. Progettazione di sistemi sicuri embedded: sicurezza nei dispositivi mobili e dedicati (smartphone, sensori, FPGA,...), tecniche di riconfigurazione per la sicurezza. Gestione e valutazione della sicurezza: Business Continuity Plan e Disaster Recovery, Risk management, Security Evaluation Criteria, standard per la sicurezza.					
Codice:		Semestre: I			
Prerequisiti / Propedeuticità:					
Metodo didattico: il corso è costituito da 24 lezioni da due ore ciascuna, le lezioni sono di carattere sia teorico che pratico					
Materiale didattico: è consigliato l'uso di libri di testo da usare a supporto delle lezioni. Inoltre, a tutti gli studenti, verranno fornite le slide del docente ed altro materiale disponibile liberamente sul web.					
MODALITA' DI ESAME					
L'esame si articola in prova		Scritta e orale	<input checked="" type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>
				Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)		A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input checked="" type="checkbox"/>
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)		Sviluppo di un elaborato teorico e/o pratico concordato precedentemente con il docente			
(*) E' possibile rispondere a più opzioni					

SPACE EXPERIMENTS

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/06	6		✓		✓		✓

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

This course is intended to provide an overview of the scientific and engineering problems related to the execution of experiments onboard space platforms, with particular reference to fluid dynamics aspects and to the current microgravity research. Topics include fundamentals of microgravity, study of fluids behaviour under reduced gravity conditions and related theoretical and numerical modeling. The subject is addressed from different perspectives, discussing past and present space programmes, as well as the experimental facilities available onboard space stations and spacecrafts.

PROGRAMMA

Introduction to space utilization and overview of main scientific space programmes. Role of principal investigators, space industries and agencies. Historical perspectives of human space flight. Lessons learned. Space Agencies organization and activities. Current governative and commercial space programs. Motivations for research in microgravity. Overview of main research fields in Fluid, Material, Life Sciences and related applications. Short-duration microgravity opportunities: drop towers and drop tubes, parabolic flights on aircrafts, sounding rockets, orbital platforms. Fluid science fundamentals. Fluids and materials behaviour in space. Microgravity Fluid dynamics: capillarity, balance equations, order of magnitude analysis and examples. Buoyancy and surface tension-driven convection. Technological issues: containerless processing. The International Space Station (ISS). Pressurized and unpressurized elements. Accommodation and utilisation resources for payloads. Columbus laboratory. Microgravity facilities. Scientific operations. Ground Segment. Optical diagnostics for microgravity fluid dynamics.

MODALITA' DIDATTICHE

Lectures, laboratory, seminars. Utilization of fluid dynamics software for specific exercises related to numerical simulation of fluids behaviour under reduced gravity conditions

MATERIALE DIDATTICO

Slides, lecture notes related to Microgravity Sciences and International Space Station facilities and operations

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro	Discussion of exercises developed with personal computers					

SPACE SYSTEMS

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/05	9	✓		✓			✓

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

The course provides the basic elements for the design of a space system in response to space mission requirements and objectives, with particular concern to the subsystems on board a satellite, in terms of mathematical and physical modeling of the subsystem behavior, technologies and development examples and solutions.

PROGRAMMA

Elements of space system design and engineering: space program life-cycle, space mission architecture (mission objective and payload, space segment, ground segment, launcher), system and subsystem mass and power budgets, design margins. Exercise and practical design examples.

The Space Environment and its interaction with the satellite and its subsystems: the atmosphere, the ionosphere, the magnetosphere, the radiation environment and its main effects on satellite units and subsystems, the thermal environment, the main perturbations acting on a satellite and their effects

Elements for the design of satellite subsystems: main subsystems/units and components of a satellite, architectures and technological solutions, operating principles, derivation of the design requirements from mission objectives. Simplified mathematical models for subsystem and component design: attitude and orbit control subsystem, electrical power subsystem, thermal control subsystem, telemetry and telecommunication subsystem, launcher interfaces. Exercises and practical design examples. Introductory elements on space qualification and ground testing.

MODALITA' DIDATTICHE

Lessons and exercises

MATERIALE DIDATTICO

Course viewgraphs and the following suggested textbooks: Charles D. Brown, Elements of Spacecraft Design, AIAA education series 2002, ISBN 1563475243; James Richard Wertz, Wiley J. Larson, Space mission analysis and design, Volume 8, Springer, 1999, ISBN

0792359011; James Richard Wertz, Spacecraft attitude determination and control, Springer, 1978, ISBN 9027709599; Vincent L. Pisacane, Fundamentals of space systems, Oxford University Press US, 2005, ISBN 0195162056

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input checked="" type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input checked="" type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input checked="" type="checkbox"/>
Altro						

UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/05	9		✓	✓			✓

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

The course is intended to provide a basic knowledge about architecture and operation of Unmanned Aircraft Systems (UAS), dealing in particular with UAS classification, regulations, sensors and data fusion algorithms, autonomous guidance, navigation and control, communication and data links, ground stations.

Special emphasis is given to enabling technologies for autonomous flight and UAS integration in the civil airspace, such as ground-based and airborne sense and avoid systems.

PROGRAMMA

Introduction. Definitions and principles.

UAS Configurations and Applications: Military & Civilian Roles. Evolution, current and future systems.

UAS Onboard Systems:

- Overview of UAS payloads
- Onboard navigation systems and landing aids
- Vision-based applications and techniques, vision-aided navigation
- Basics of data fusion and airborne tracking systems
- UAS planning, guidance, and control
 - o fixed wing - architecture and algorithms of UAS autopilots: path planning, path management, guidance (trajectory tracking, path following), autopilot control loops
 - o rotary wing - dynamics and control of multicopter systems, planning and guidance approaches
 - o exercises and practical examples of small UAS guidance navigation and control with ad hoc software tools

UAS communications and data links.

UAS ground stations and human factors, levels of automation, mission planning systems.

Regulations and airspace integration: current UAS operations, cooperative and non cooperative separation assurance and collision avoidance systems, ground-based and airborne sense and avoid systems and algorithms. Practical anti-collision system design examples.

MODALITA' DIDATTICHE

Lectures, tutorials, exercises

MATERIALE DIDATTICO

Slides, lecture notes, technical papers.

Textbooks:

J. Gundlach, Designing Unmanned Aircraft Systems: A Comprehensive Approach, AIAA Education Series, 2012

R. Austin, Unmanned Aircraft Systems: UAVs Design, Development and Deployment, Wiley, 2010

R.W. Beard, T.W. McLain, Small Unmanned Aircraft: Theory and Practice, Princeton University Press, 2012

R.W. Beard, Quadrotor dynamics and control, lecture notes, 2008

S. Blackman, R. Popoli, Design and analysis of modern tracking systems, Artech House, 1999.

R.C. Nelson, Flight Stability and Automatic Control, McGraw Hill, 1998

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro						