



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDI MATHEMATICAL ENGINEERING

CLASSE LM-44

Scuola: SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

Dipartimento: DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E APPLICAZIONI R. CACCIOPPOLI

Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 23-24

ACRONIMI

CCD	Commissione di Coordinamento Didattico
CdS	Corso/i di Studi
CPDS	Commissione Paritetica Docenti-Studenti
OFA	Obblighi Formativi Aggiuntivi
SUA-CdS	Scheda Unica Annuale del Corso di Studi
RDA	Regolamento Didattico di Ateneo

INDICE

Art. 1	Oggetto
Art. 2	Obiettivi formativi del Corso
Art. 3	Profilo professionale e sbocchi occupazionali
Art. 4	Requisiti di ammissione e conoscenze richieste per l'accesso al Corso di Studi
Art. 5	Modalità per l'accesso al Corso di Studi
Art. 6	Attività didattiche e crediti formativi universitari
Art. 7	Articolazione delle modalità di insegnamento
Art. 8	Prove di verifica delle attività formative
Art. 9	Struttura del corso e piano degli studi
Art. 10	Obblighi di frequenza
Art. 11	Propedeuticità e conoscenze pregresse
Art. 12	Calendario didattico del CdS
Art. 13	Criteri di riconoscimento dei crediti acquisiti in altri Corsi di Studi della stessa classe
Art. 14	Criteri di riconoscimento dei crediti acquisiti in Corsi di Studi di diversa classe, attraverso corsi singoli, presso Università telematiche e in Corsi di Studi internazionali
Art. 15	Criteri per l'iscrizione a corsi singoli di insegnamento attivati nell'ambito dei Corsi di Studi
Art. 16	Caratteristiche e modalità di svolgimento della prova finale
Art. 17	Linee guida per le attività di tirocinio e <i>stage</i>
Art. 18	Decadenza dalla qualità di studente
Art. 19	Compiti didattici, comprese le attività didattiche integrative, di orientamento e di tutorato
Art. 20	Valutazione della qualità delle attività svolte
Art. 21	Norme finali
Art. 22	Pubblicità ed entrata in vigore

Art. 1

Oggetto

1. Il presente Regolamento disciplina gli aspetti organizzativi del Corso di Studi in Ingegneria Matematica (classe LM-44). Il Corso di Studi in Ingegneria Matematica afferisce al Dipartimento di Matematica e Applicazioni R. Caccioppoli.

Fonte: SUA-CdS

Quadro: Informazioni generali sul Corso di Studi

Università	Università degli Studi di Napoli Federico II
Nome del corso in italiano	Ingegneria Matematica
Nome del corso in inglese	Mathematical Engineering
Classe	LM-44 - Modellistica matematico-fisica per l'ingegneria
Lingua in cui si tiene il corso	inglese
Eventuale indirizzo internet del corso di laurea	http://www.mathematical-engineering.unina.it/index.php/en/
Tasse	http://www.unina.it/didattica/sportello-studenti/guide-dello-studente
Modalità di svolgimento	b. Corso di studio con modalità mista

2. Il CdS è retto dalla Commissione di Coordinamento Didattico (CCD), ai sensi dell'Art. 4 del RDA.

Fonte: SUA-CdS

Quadro: Referenti e Strutture

Presidente (o Referente o Coordinatore) del CdS MALLOZZI Lina

Organo Collegiale di gestione del corso di studio				Commissione di Coordinamento Didattico, Laurea in Mathematical Engineering		
Struttura didattica di riferimento				Matematica e Applicazioni "Renato Caccioppoli"		
Docenti di Riferimento						
N.	COGNOME	NOME	SETTORE	QUALIFICA	PESO	TIPO SSD
1.	FERONE	Daniele		RD	1	
2.	FRANCO	Davide		PO	1	
3.	MELE	Valeria		RD	1	
4.	FUSCO	Nicola		PO	1	
5.	PIROZZI	Enrica		PA	1	
6.	ROSA	Luigi		PA	1	
Rappresentanti Studenti				Rappresentanti degli studenti non indicati		
Gruppo di gestione AQ				MARIO DI BERNARDO NICOLA FUSCO RAFFAELE GROTTOLA ANNA MERCALDO		
Tutor				Davide FRANCO Davide FIORE Paola FESTA		

- Il Regolamento è emanato in conformità alla normativa vigente in materia, allo Statuto dell'Università di Napoli Federico II e al Regolamento Didattico di Ateneo.
- Il Corso di Studi in Mathematical Engineering ha in attivo un percorso formativo finalizzato al rilascio di un doppio titolo universitario (*Double Degree*) in Mathematical Engineering e in Mathematical Analysis and Modelling.
I criteri per l'accesso al percorso formativo previsto dal doppio titolo universitario, il periodo di svolgimento delle attività didattiche all'estero e la Tabella di corrispondenza delle Attività formative sono allegati al presente Regolamento.

Art. 2 Obiettivi formativi del Corso

Fonte: SUA

Quadro: A4.a – RAD

La pratica ingegneristica corrente comporta un utilizzo crescente e spesso intensivo di modelli

matematico-numeriche avanzate, di carattere sia deterministico che stocastico. Tali modelli sono oggetto di continua evoluzione e comportano, in molti casi, conoscenze multidisciplinari, trasversali alle scienze di base (matematica, fisica, informatica) ed all'ingegneria.

Obiettivo specifico del corso di laurea magistrale in Mathematical Engineering è la formazione di una figura professionale che sappia utilizzare le conoscenze tecnologiche dell'ingegneria e le metodologie proprie della matematica applicata per descrivere e risolvere problematiche complesse con autonomia e accuratezza, ricercando e stimandone una soddisfacente aderenza alla realtà, ottimizzando in tal modo i tempi di lavoro per l'azienda utilizzatrice ed, in definitiva, i costi.

Ai fini indicati, il corso di laurea magistrale in Mathematical Engineering è caratterizzato da una forte integrazione tra la matematica e le discipline proprie dell'ingegneria. La prima fase del percorso formativo prevede delle attività che possono considerarsi "di base" in entrambi gli ambiti e mirano a consolidare conoscenze acquisite nei corsi di laurea triennale di provenienza dello studente.

In particolare, nell'ambito matematico, il corso di laurea magistrale in Mathematical Engineering si propone i seguenti obiettivi:

- fornire una solida formazione di tipo matematico attraverso innanzitutto gli strumenti di analisi reale e funzionale, su cui è basato lo studio dei modelli matematici che consentono di rappresentare efficacemente i fenomeni della realtà. Tali strumenti verranno acquisiti grazie ad attività didattiche riferibili al SSD MAT/05;
- approfondire le conoscenze di fisica matematica e di analisi numerica, atte a fornire lo studio qualitativo e quantitativo dei modelli matematici. Tali conoscenze sono acquisite in insegnamenti dei SSD MAT/07 e MAT/08.

In ambito ingegneristico, il corso intende:

- integrare le conoscenze prevedendo insegnamenti fondamentali nei quali sono approfonditi i temi del comportamento e delle trasformazioni chimiche e fisiche dei materiali (attività didattiche riferibili al SSD ING-IND/22), dell'elettrodinamica e dell'elettromagnetismo (SSD ING-IND/31), della fluidodinamica computazionale, con applicazioni più generali alla meccanica del continuo (SSD ING-IND/06), della dinamica dei sistemi non-lineari di interesse ingegneristico e della loro interazione con i sistemi di controllo (SSD ING-INF/04). Questi temi sono affrontati con una forte orientazione allo sviluppo di modelli ed alla loro applicazione per la risoluzione di problemi ingegneristici.

Intorno a queste discipline o aree tematiche di base, che rappresentano anche una tradizione culturale di eccellenza che si è sviluppata nell'Ateneo federiciano nell'arco di oltre un trentennio, il corso di laurea magistrale si sviluppa fornendo articolazioni curriculari che ne connotano maggiormente la preparazione rispetto a specifici comparti applicativi. Le articolazioni curriculari prevedono integrazioni in ambito matematico o ingegneristico tra loro correlate con specifico riferimento ai comparti dell'ingegneria industriale, civile o dell'informazione. L'attività iniziale, prevalentemente a primo anno primo semestre, sarà erogata in modalità telematica prevedendo insegnamenti costituiti da una percentuale di crediti offerti da corsi on-line e dal resto come attività di tutorato sia per supporto didattico al corso sia per argomenti complementari.

Art. 3

Profilo professionale e sbocchi occupazionali

Fonte: SUA

Quadro: A2.a - RAD

Il laureato in Mathematical Engineering è una figura professionale in grado di svolgere compiti che richiedono una conoscenza approfondita di tecniche per la corretta formulazione di modelli matematici e della loro risoluzione, in particolar modo mediante gli strumenti dell'analisi numerica. Egli è caratterizzato da spiccate capacità di affrontare problemi avanzati di ingegneria individuando ed utilizzando idonei strumenti teorici e computazionali. Inoltre, è in grado di sviluppare e applicare metodi matematici appropriati nella soluzione dei problemi, quali ad esempio le tecniche avanzate alle differenze finite, ai volumi finiti, o agli elementi finiti, per risolvere problemi governati da equazioni alle derivate parziali, la simulazione numerica di sistemi o fenomenologie complesse, lo studio statistico dei fenomeni fisici, i metodi variazionali, e di integrare le conoscenze provenienti da diversi settori. L'ampia latitudine culturale dell'Ingegnere Matematico lo pone in condizione di svolgere una funzione di raccordo tra tecnici di formazione specialistica ed esperti di altre discipline.

funzione in un contesto di lavoro:

La preparazione ad ampio spettro sui principali settori dell'ingegneria (industriale, civile, dell'informazione) rende l'ingegnere matematico una figura professionale di potenziale interesse per un ampio spettro di settori produttivi e di ricerca.

La mentalità di risolutore di problemi (problem solver) lo caratterizza rispetto ad una formazione puramente matematica, e gli permette di affrontare con prospettive di successo problematiche di modellazione tipiche dei contesti tecnologicamente avanzati, che richiedono spesso, attraverso il ricorso alla modellistica matematica avanzata, "time-to-market" più brevi di quelli ottenibili attraverso il tradizionale ricorso alla modellistica fisica ed allo scale-up.

Il profilo culturale dell'Ingegnere Matematico gli consente di inserirsi molto proficuamente in contesti di lavoro diversificati: centri di sviluppo e progettazione pubblici e privati, settori tecnologici avanzati dell'industria, quali laboratori di ricerca nel campo dell'ingegneria, della matematica e della fisica applicate, società di consulenza e società di elaborazione di dati e di sviluppo di codici di calcolo numerico per l'industria. Il profilo culturale gli consente di assolvere efficacemente ad una pluralità di funzioni: sviluppo di modelli avanzati per la simulazione di sistemi di interesse ingegneristico, realizzazione dei corrispondenti strumenti di calcolo, supporto alla progettazione ed alla definizione delle logiche di controllo, analisi di sistemi e di processi, sia artificiali che naturali, analisi di dati sperimentali ed elaborazione di modelli interpretativi. Egli può inoltre inserirsi con profitto in funzioni di ricerca, sia fondamentale sia industriale, valorizzando le capacità di analisi, di formulazione di modelli e della relativa validazione, di lettura ed interpretazione di dati sperimentali. Inoltre la formazione intrinsecamente interdisciplinare gli consentono di assumere con profitto funzioni di coordinamento di gruppi di lavoro.

competenze associate alla funzione:

Il corso di laurea magistrale in Mathematical Engineering mira allo sviluppo di un profilo professionale che consenta al laureato di fronteggiare, con la mentalità propria dell'ingegnere, problematiche relative a fenomenologie e sistemi complessi, nei quali è presente un forte grado di interdisciplinarietà, utilizzando metodologie offerte dai vari settori della matematica applicata.

Il profilo professionale prevede le seguenti specifiche competenze:

- comprendere e analizzare problemi posti da diversi settori dell'ingegneria, riguardanti sia sistemi artificiali ed industriali, quali prodotti o manufatti costruiti o costruibili dall'uomo, sia sistemi naturali nei quali l'intervento umano risulti assente o trascurabile, analizzando con gli opportuni livelli di risoluzione spazio-temporale il comportamento della materia e delle strutture nonché i fenomeni fisici e chimici che intervengono nei processi di trasformazione;
- scegliere o sviluppare il modello fisico-matematico più adatto ad analizzare la specifica

problematica, tenendo conto anche dei tempi di sviluppo e di implementazione e della compatibilità con i livelli di accuratezza necessaria e di complessità tollerabile;

- modellizzare in forma discreta e/o continua il sistema di interesse con il supporto di idonei strumenti matematici;
- analizzare in modo critico dal punto di vista qualitativo e quantitativo l'output generato dal modello e la rispondenza con il fenomeno da analizzare, anche attraverso l'applicazione di metodologie di valutazione del carattere predittivo del modello e di quantificazione dell'incertezza;
- simulare numericamente fenomeni naturali, processi industriali ed il comportamento di materiali e di strutture;
- analizzare dati statistici, sintetizzarli, adattarli ai modelli stocastici di interesse nelle applicazioni, utilizzarli a scopo previsionale in analisi affidabilistiche e decisionali;
- realizzare studi progettuali approfonditi, basati sull'uso di procedure matematiche avanzate.

sbocchi occupazionali:

I riscontri occupazionali relativi ai corsi di laurea in Ingegneria Matematica già attivati presso il Politecnico di Milano (a partire dall'a.a. 2001-02) e presso il Politecnico di Torino (a partire dall' a.a. 2004-05) mettono in evidenza che i laureati trovano occupazione entro un anno dalla laurea in vari settori lavorativi. Per le caratteristiche curriculari previste, si ritiene che i laureati magistrali in Mathematical Engineering dell'Università degli Studi di Napoli Federico II possano trovare agevole inserimento in diversi contesti lavorativi: società di consulenza ed imprese operanti nei settori manifatturiero, processistico, delle produzioni industriali, dell'elettronica, delle telecomunicazioni, dell'informatica, ma anche dei servizi (banche, assicurazioni, società finanziarie) con specifico riferimento allo sviluppo di modelli e metodologie di analisi di sistemi produttivi. A questi si aggiunge il possibile inserimento in strutture di ricerca sia pubbliche sia private.

A livello locale, anche sulla base di una analisi congiunta svolta nell'ambito di un protocollo di intesa con l'Unione degli Industriali della Provincia di Napoli, si individuano nei settori seguenti quelli che possono meglio valorizzare le competenze del laureato magistrale in Mathematical Engineering:

Industria Metalmeccanica (in particolare Aerospazio, Meccanica di Precisione, Metallurgia, Laminazioni) Cantieristica Navale
I.C.T.

Industria Chimica e dei Materiali

Industria di Componenti elettronici

Impianti, Facility Management e Global Service (in particolare per quanto riguarda le fonti di energia rinnovabili e l'efficienza energetica)

Logistica, Intermodalità e Trasporti (in particolare per quanto riguarda i sistemi e le applicazioni ICT)

Utilities, Energia e Ambiente

Packaging.

Ai settori industriali va poi aggiunto quello della ricerca. A livello regionale, si ritiene che la figura dell'ingegnere matematico possa trovare concreti sbocchi occupazionali presso:

i Dipartimenti Universitari presenti in Campania;

gli Istituti del CNR;

ENEA;

i Centri di Ricerca della Campania (ad esempio il CIRA);

i sei Distretti Tecnologici promossi dalla Regione Campania;

il settore Ricerca e Sviluppo di alcune Aziende di medie dimensioni operanti in Campania.

Art. 4

Requisiti di ammissione e conoscenze richieste per l'accesso al Corso di Studi¹

Fonte: SUA

Quadro: A3.a – RAD

L'accesso al corso di laurea magistrale in Mathematical Engineering sarà consentito agli studenti in possesso di un titolo di Laurea nelle Classi delle Lauree L-7 Ingegneria civile e ambientale, L-8 Ingegneria dell'informazione, L-9 Ingegneria Industriale, L-23 Scienze e tecniche dell'edilizia, L-35 Scienze matematiche, ovvero titoli equipollenti.

L'ammissione ai corsi di laurea magistrale della classe richiede il possesso di requisiti curriculari che prevedano, comunque, un'adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici generali nelle discipline scientifiche di base e nelle discipline dell'ingegneria, propedeutiche a quelle caratterizzanti previste nell'ordinamento della presente classe di laurea magistrale.

Sarà inoltre richiesta la conoscenza della lingua inglese corrispondente almeno al livello B2 .

Il regolamento didattico del corso di studio definisce i requisiti curriculari richiesti per l'accesso e le modalità di verifica della personale preparazione dello studente.

Art. 5

Modalità per l'accesso al Corso di Studi

La verifica della personale preparazione è obbligatoria in ogni caso, e possono accedervi solo gli studenti in possesso dei requisiti curriculari.

Fonte: SUA

Quadro: A3.b

L'ammissione al corso di laurea magistrale in Mathematical Engineering sarà disposta dalla Commissione di Coordinamento Didattico previa verifica:

- a) del requisito di conoscenza della lingua inglese, corrispondente ad un livello di conoscenza non inferiore al livello B2, eventualmente attestato da idonea certificazione;
- b) dell'adeguatezza della personale preparazione dello studente, ai fini della ammissione al Corso di Laurea Magistrale, secondo le previsioni dell'art. 6 comma 2 del D.M. 16 marzo 2007, con modalità comuni ai Corsi di Laurea Magistrale in Ingegneria disciplinate con dispositivo della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base dell'Università degli Studi di Napoli Federico II.

Art. 6

Attività didattiche e crediti formativi universitari:

Ogni attività formativa prescritta dall'ordinamento del CdS viene misurata in crediti formativi universitari (CFU). Ogni CFU corrisponde convenzionalmente a 25 ore di lavoro² per studente e comprende le ore di didattica assistita e le ore riservate allo studio personale o ad altre attività formative di tipo individuale.

¹ Artt. 7, 10, 11 del Regolamento Didattico di Ateneo.

² Secondo l'Art. 5, c. 1 del DM 270/2004 "Al credito formativo universitario corrispondono 25 ore di impegno complessivo per studente; con decreto ministeriale si possono motivatamente determinare variazioni in aumento o in diminuzione delle predette ore per singole classi, entro il limite del 20 per cento".

Per il Corso di Studi oggetto del presente Regolamento, le ore di didattica assistita per ogni CFU, stabilite in relazione al tipo di attività formativa, sono le seguenti³:

- Lezione frontale: dalle 5 alle 10 ore per CFU;
- Seminario: dalle 6 alle 10 ore per CFU;
- Attività pratiche di laboratorio: dalle 8 alle 12 ore per CFU;
- Tirocinio: 25 ore per CFU⁴.

I CFU corrispondenti a ciascuna attività formativa sono acquisiti dallo studente con il soddisfacimento delle modalità di verifica (esame, idoneità o frequenza) indicate nella Scheda relativa all'insegnamento/attività allegata al presente Regolamento.

Art. 7

Articolazione delle modalità di insegnamento

L'attività didattica viene svolta in modalità mista, prevedendo l'erogazione con modalità telematiche di alcune attività formative, deliberata dalla CCD, comunque non superiore ai due terzi. L'attività iniziale, prevalentemente a primo anno primo semestre, sarà erogata in modalità telematica prevedendo insegnamenti costituiti da una percentuale di crediti offerti da corsi on-line e dal resto come attività di tutorato sia per supporto didattico al corso sia per argomenti complementari. Alcuni insegnamenti possono svolgersi anche in forma seminariale e/o prevedere esercitazioni in aula, laboratori linguistici ed informatici. Informazioni dettagliate sulle modalità di svolgimento di ciascun insegnamento saranno presenti sulle schede degli insegnamenti.

Art. 8

Prove di verifica delle attività formative⁵

1. La Commissione di Coordinamento Didattico, nell'ambito dei limiti normativi previsti⁶, stabilisce il numero degli esami e le altre modalità di valutazione del profitto che determinano l'acquisizione dei crediti formativi universitari. Gli esami sono individuali e possono consistere in prove scritte, orali, pratiche, grafiche, tesine, colloqui o combinazioni di tali modalità.
2. Le modalità di svolgimento delle verifiche pubblicate nelle schedine insegnamento ed il calendario degli esami saranno resi noti agli studenti prima dell'inizio delle lezioni sul sito web del Dipartimento.
3. Lo svolgimento degli esami è subordinato alla relativa prenotazione che avviene in via telematica. Qualora lo studente non abbia potuto procedere alla prenotazione per ragioni che il Presidente della Commissione considera giustificate, lo studente può essere egualmente ammesso allo svolgimento della prova d'esame, in coda agli altri studenti prenotati.
4. Prima della prova d'esame, il Presidente della Commissione accerta l'identità dello studente, che è tenuto ad esibire un documento di riconoscimento in corso di validità e munito di fotografia.
5. La valutazione degli esami è espressa in trentesimi, ovvero con un giudizio di idoneità. Gli esami che prevedono una valutazione in trentesimi sono superati con la votazione minima di diciotto

³ Il numero di ore tiene conto delle indicazioni presenti nell'Art. 6, c. 2 del RDA "delle 25 ore complessive, per ogni CFU, sono riservate alla lezione frontale dalle 5 alle 10 ore, o in alternativa sono riservate alle attività seminariali dalle 6 alle 10 ore o dalle 8 alle 12 ore alle attività di laboratorio, salvo nel caso in cui siano previste attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico, e fatte salve differenti disposizioni di legge".

⁴ Per l'attività di Tirocinio (DM interministeriale 142/1998), fatte salve ulteriori specifiche disposizioni, il numero di ore di lavoro pari a 1 CFU non possono essere inferiori a 25. [\[indicare di seguito nella nota le eventuali diverse disposizioni normative, ad es. "LM-13: 1 CFU = 30 ore, Nota MUR, Direttore Cuomo, Prot. 570/2011"\]](#)

⁵ Art. 20 del Regolamento Didattico di Ateneo.

⁶ Ai sensi dei DD.MM. 16.3.2007 in ciascun Corso di Studi gli esami o prove di profitto previsti non possono essere più di 20 (lauree; Art. 4, c. 2), 12 (lauree magistrali; Art. 4, c. 2), 30 (lauree a ciclo unico quinquennali) o 36 (lauree a ciclo unico sessennali; Art. 4, c. 3).

trentesimi; la votazione di trenta trentesimi può essere accompagnata dalla lode per voto unanime della Commissione.

6. Le prove orali di esame sono pubbliche, nel rispetto della normativa vigente in materia di sicurezza. Qualora siano previste prove scritte, il candidato ha il diritto di prendere visione del/i proprio/i elaborato/i dopo la correzione.
7. Le Commissioni d'esame sono disciplinate dal Regolamento Didattico di Ateneo.
8. Per gli insegnamenti erogati con modalità telematiche resta fermo lo svolgimento in presenza delle verifiche del profitto.

Art. 9

Struttura del corso e piano degli studi:

1. La durata legale del Corso di Studi è di 2 anni. È altresì possibile l'iscrizione sulla base di un contratto secondo le regole fissate dall'Ateneo (Art. 21 Regolamento Didattico di Ateneo).
Lo studente dovrà acquisire 120 CFU⁷, riconducibili alle seguenti Tipologie di Attività Formative (TAF):
 - B) caratterizzanti 75
 - C) affini o integrative 12
 - D) a scelta dello studente⁸ 12
 - E) per la prova finale 18
 - F) ulteriori attività formative 3.
2. La laurea si consegue dopo avere acquisito 120 CFU con il superamento degli esami, in numero non superiore a 12, ivi compreso l'esame finale, e lo svolgimento delle altre attività formative.
Fatta salva diversa disposizione dell'ordinamento giuridico degli studi universitari, ai fini del conteggio si considerano gli esami sostenuti nell'ambito delle attività di base, caratterizzanti e affini o integrative nonché nell'ambito delle attività autonomamente scelte dallo studente (TAF D, conteggiate nel numero di uno)⁹. Restano escluse dal conteggio le prove che costituiscono un accertamento di idoneità relativamente alle attività di cui all'Art. 10 comma 5 lettere c), d) ed e) del D.M. 270/2004¹⁰. Gli insegnamenti integrati, composti da due o più moduli, prevedono un'unica prova di verifica.
3. Per acquisire i CFU relativi alle attività a scelta autonoma, lo studente ha libertà di scelta tra tutti gli insegnamenti attivati presso l'Ateneo, purché coerenti con il progetto formativo. Tale coerenza viene valutata dalla Commissione di Coordinamento Didattico del CdS. Anche per

⁷ Il numero complessivo di CFU per l'acquisizione del relativo titolo deve essere così inteso: laurea a ciclo unico sessennale, 360 CFU; laurea a ciclo unico quinquennale, 300 CFU; laurea triennale, 180 CFU; laurea magistrale, 120 CFU.

⁸ Corrispondenti ad almeno 12 CFU per le lauree triennali e ad almeno 8 CFU per le lauree magistrali (Art. 4, c. 3 del D.M. 16.3.2007).

⁹ Art. 4, c. 2 dell'Allegato 1 al D.M. 386/2007.

¹⁰ Art. 10, c. 5 del D.M. 270/2004: "Oltre alle attività formative qualificanti, come previsto ai commi 1, 2 e 3, i Corsi di Studi dovranno prevedere: a) attività formative autonomamente scelte dallo studente purché coerenti con il progetto formativo [TAF D]; b) attività formative in uno o più ambiti disciplinari affini o integrativi a quelli di base e caratterizzanti, anche con riguardo alle culture di contesto e alla formazione interdisciplinare [TAF C]; c) attività formative relative alla preparazione della prova finale per il conseguimento del titolo di studio e, con riferimento alla laurea, alla verifica della conoscenza di almeno una lingua straniera oltre l'italiano [TAF E]; d) attività formative, non previste dalle lettere precedenti, volte ad acquisire ulteriori conoscenze linguistiche, nonché abilità informatiche e telematiche, relazionali, o comunque utili per l'inserimento nel mondo del lavoro, nonché attività formative volte ad agevolare le scelte professionali, mediante la conoscenza diretta del settore lavorativo cui il titolo di studio può dare accesso, tra cui, in particolare, i tirocini formativi e di orientamento di cui al decreto 25 marzo 1998, n. 142, del Ministero del lavoro [TAF F]; e) nell'ipotesi di cui all'articolo 3, comma 5, attività formative relative agli stages e ai tirocini formativi presso imprese, amministrazioni pubbliche, enti pubblici o privati ivi compresi quelli del terzo settore, ordini e collegi professionali, sulla base di apposite convenzioni".

l'acquisizione dei CFU relativi alle attività a scelta autonoma è richiesto il "superamento dell'esame o di altra forma di verifica del profitto" (Art. 5, c. 4 del D.M. 270/2004).

4. Il piano di studi sintetizza la struttura del corso elencando gli insegnamenti previsti suddivisi per anno di corso ed eventualmente per curriculum. Alla fine della tabella del piano di studi sono elencate le propedeuticità previste dal Corso di Studi. Il piano degli studi offerto agli studenti, con l'indicazione dei settori scientifico-disciplinari e dell'ambito di afferenza, dei crediti, della tipologia di attività didattica è riportato nell'Allegato 1 al presente Regolamento.

Art. 10

Obblighi di frequenza¹¹

1. In generale, la frequenza alle lezioni frontali è a) fortemente consigliata ma non obbligatoria. In caso di singoli insegnamenti con frequenza obbligatoria, tale opzione è indicata nella relativa Schedina insegnamento/attività disponibile nell'Allegato 2.
2. Qualora il docente preveda una modulazione del programma diversa tra studenti frequentanti e non, questa è indicata nella singola Scheda Insegnamento pubblicata sulla pagina web del corso e sul sito docentiUniNA.
3. La frequenza alle attività seminariali che attribuiscono crediti formativi è obbligatoria. Le relative modalità per l'attribuzione di CFU è compito della CCD.

Art. 11

Propedeuticità e conoscenze pregresse

1. L'elenco delle propedeuticità in ingresso (necessarie per sostenere un determinato esame) e in uscita è riportato alla fine dell'Allegato 1 e nella Schedina insegnamento/attività (Allegato 2).
2. Le eventuali conoscenze pregresse ritenute necessarie sono indicate nella singola Scheda Insegnamento pubblicata sulla pagina web del corso e sul sito docentiUniNA.

Art. 12

Calendario didattico del CdS

Il calendario didattico del CdS viene reso disponibile sul sito web del dipartimento prima dell'inizio delle lezioni.

Art. 13

Criteri di riconoscimento dei crediti acquisiti in altri Corsi di Studi della stessa classe¹²

Per gli studenti provenienti da corsi di studi della stessa classe la Commissione di Coordinamento Didattico assicura il riconoscimento del maggior numero possibile di crediti formativi universitari acquisiti dallo studente presso il Corso di studi di provenienza, secondo i criteri di cui al successivo articolo 14. Il mancato riconoscimento di crediti formativi universitari deve essere adeguatamente motivato. Resta fermo che la quota di crediti formativi universitari relativi al medesimo settore scientifico-disciplinare direttamente riconosciuti allo studente, non può essere inferiore al 50% di quelli già conseguiti.

¹¹ Art. 20, c. 8 del Regolamento Didattico di Ateneo.

¹² Art. 16 del Regolamento Didattico di Ateneo.

Art. 14

Criteri di riconoscimento dei crediti acquisiti in Corsi di Studi di diversa classe, attraverso corsi singoli, presso Università telematiche e in Corsi di Studi internazionali¹³

1. Per gli studenti provenienti da corsi di studi di diversa classe i crediti formativi universitari acquisiti sono riconosciuti dalla struttura didattica competente sulla base dei seguenti criteri:
 - Analisi del programma svolto
 - Valutazione della congruità dei settori scientifico disciplinari e dei contenuti delle attività formative in cui lo studente ha maturato i crediti con gli obiettivi formativi specifici del Corso di Studi e delle singole attività formative da riconoscere, perseguendo comunque la finalità di mobilità degli studenti.

Il riconoscimento è effettuato fino a concorrenza dei crediti formativi universitari previsti dall'ordinamento didattico del Corso di Studi. Il mancato riconoscimento di crediti formativi universitari deve essere adeguatamente motivato.
2. L'eventuale riconoscimento di CFU relativi ad esami superati come corsi singoli potrà avvenire entro il limite di 36 CFU, ad istanza dell'interessato e in seguito all'approvazione delle strutture didattiche competenti. Il riconoscimento non potrà concorrere alla riduzione della durata legale del Corso di Studi, così come determinata dall'Art. 8, c. 2 del D.M. 270/2004, fatta eccezione per gli studenti che si iscrivono essendo già in possesso di un titolo di studio di pari livello¹⁴.

Art. 15

Criteri per l'iscrizione a corsi singoli di insegnamento attivati nell'ambito dei Corsi di Studi

L'iscrizione a singoli corsi di insegnamento, previsti dal Regolamento di Ateneo¹⁵, è disciplinata dal Regolamento di Ateneo per l'iscrizione a corsi singoli di insegnamento attivati nell'ambito dei Corsi di Studi¹⁶.

Art. 16

Caratteristiche e modalità di svolgimento della prova finale

Fonte: SUA

Quadro: A5a (RAD) e A5b

La prova finale consiste nella discussione di una tesi elaborata dallo studente che riporti risultati originali riferiti a temi avanzati di interesse ingegneristico. L'elaborato dovrà rispondere al requisito di bilanciare opportunamente l'analisi del problema ingegneristico e lo sviluppo degli strumenti della modellistica matematica funzionali alla sua risoluzione. La tesi sarà predisposta dal candidato sotto la guida di uno o più relatori anche esterni al corso di laurea magistrale. La preparazione della tesi potrà anche essere svolta presso aziende pubbliche o private, nonché presso centri di ricerca o laboratori universitari per un periodo di tempo congruente con i crediti assegnati.

La prova per il conseguimento del titolo finale consiste in una discussione pubblica dell'elaborato di tesi, presentato anche in forma scritta, dinanzi ad una commissione di esame, secondo le modalità disciplinate dal Regolamento Didattico di Ateneo. La discussione mira ad accertare le capacità di sintesi e la maturità culturale raggiunta dallo studente a conclusione del curriculum di

¹³ Art. 16 del Regolamento Didattico di Ateneo.

¹⁴ D.R. n. 1348/2021.

¹⁵ Art. 16, c. 6 del Regolamento Didattico di Ateneo.

¹⁶ D.R. n. 3241/2019.

studi, nell'ambito delle competenze previste negli obiettivi formativi del corso di studio. In particolare lo studente dovrà dimostrare la padronanza degli argomenti trattati, la capacità di operare in modo autonomo ed un buon livello di capacità di comunicazione.

Art. 17

Linee guida per le attività di tirocinio e stage

1. Gli studenti iscritti al CdS possono decidere di effettuare attività di tirocinio o *stage* formativi presso Enti o Aziende convenzionati con l'Ateneo. Le attività di tirocinio e *stage* non sono obbligatorie, e concorrono all'attribuzione di crediti formativi per le Altre attività formative a scelta dello studente inserite nel piano di studi, così come previsto dall'Art. 10, comma 5, lettere d ed e, del D.M. 270/2004¹⁷.
2. Le modalità di svolgimento e le caratteristiche di tirocini e *stage* sono disciplinate dalla CCD in un apposito regolamento.
3. L'Università degli Studi di Napoli Federico II, per il tramite di ORIENTA UNINA <https://www.orientamento.unina.it> assicura un costante contatto con il mondo del lavoro, per offrire a studenti e laureati dell'Ateneo concrete opportunità di tirocini e *stage* e favorirne l'inserimento professionale. Il Corso di Studi partecipa alle azioni intraprese dalla Scuola Politecnica e delle Scienze di Base, come gli eventi "La Scuola incontra le Aziende" e il "Career Day", e collabora al popolamento della piattaforma jobservice della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base, che costituisce uno strumento importante per l'entrata degli studenti nel mondo del lavoro.

Art. 18

Decadenza dalla qualità di studente¹⁸

Incorre nella decadenza lo studente che non abbia sostenuto esami per otto anni accademici consecutivi, a meno che il suo contratto non stabilisca condizioni diverse. In ogni caso, la decadenza va comunicata allo studente a mezzo posta elettronica certificata o altro mezzo idoneo che ne attesti la ricezione.

Art. 19

Compiti didattici, comprese le attività didattiche integrative, di orientamento e di tutorato

1. I docenti e ricercatori svolgono il carico didattico assegnato secondo quanto disposto dal Regolamento didattico di Ateneo e nel Regolamento sui compiti didattici e di servizio agli studenti dei professori e ricercatori e sulle modalità per l'autocertificazione e la verifica dell'effettivo svolgimento¹⁹.
 2. Docenti e ricercatori devono garantire almeno due ore di ricevimento ogni 15 giorni (o per appuntamento in ogni caso concesso non oltre i 15 giorni) e comunque garantire la reperibilità via posta elettronica.
 3. Il servizio di tutorato ha il compito di orientare e assistere gli studenti lungo tutto il corso degli studi e di rimuovere gli ostacoli che impediscono di trarre adeguato giovamento dalla frequenza dei corsi, anche attraverso iniziative rapportate alle necessità e alle attitudini dei singoli.
- L'Università assicura servizi e attività di orientamento, di tutorato e assistenza per l'accoglienza e il sostegno degli studenti. Tali attività sono organizzate da ORIENTA UNINA (Orientamento e Placement www.orientamento.unina.it) e dal Centro SInAPSI di Ateneo (per tutti gli studenti che

¹⁷ I tirocini *ex lettera d* possono essere sia interni che esterni; tirocini e *stage ex lettera e* possono essere solo esterni.

¹⁸ Art. 21 del Regolamento Didattico di Ateneo, come modificato con D.R. n. 1782/2021.

¹⁹ D.R. n. 2482//2020.

si sentono esclusi dalla vita universitaria a causa di disabilità, Disturbi Specifici dell'Apprendimento (www.sinapsi.unina.it), in collaborazione con le singole Strutture Didattiche, secondo quanto stabilito dal RDA nell'articolo 8.

Art. 20

Valutazione della qualità delle attività svolte

1. La Commissione di Coordinamento Didattico attua tutte le forme di valutazione della qualità delle attività didattiche previste dalla normativa vigente secondo le indicazioni fornite dal Presidio della Qualità di Ateneo.
2. Al fine di garantire agli studenti del Corso di Studi la qualità della didattica nonché di individuare le esigenze degli studenti e di tutte le parti interessate, l'Università degli Studi di Napoli Federico II si avvale del sistema di Assicurazione Qualità (AQ)²⁰, sviluppato in conformità al documento "Autovalutazione, Valutazione e Accreditamento del Sistema Universitario Italiano" dell'ANVUR, utilizzando:
 - indagini sul grado di inserimento dei laureati nel mondo del lavoro e sulle esigenze post-lauream;
 - dati estratti dalla somministrazione del questionario per la valutazione della soddisfazione degli studenti per ciascun insegnamento presente nel piano di studi, con domande relative alle modalità di svolgimento del corso, al materiale didattico, ai supporti didattici, all'organizzazione, alle strutture.

I requisiti derivanti dall'analisi dei dati sulla soddisfazione degli studenti, discussi e analizzati dalla Commissione di Coordinamento Didattico e dalla Commissione Paritetica Docenti Studenti (CPDS), sono inseriti fra i dati di ingresso nel processo di progettazione del servizio e/o fra gli obiettivi della qualità.

3. L'organizzazione dell'AQ sviluppata dall'Ateneo realizza un processo di miglioramento continuo degli obiettivi e degli strumenti adeguati per raggiungerli, facendo in modo che in tutte le strutture siano attivati processi di pianificazione, monitoraggio e autovalutazione che consentano la pronta rilevazione dei problemi, il loro adeguato approfondimento e l'impostazione di possibili soluzioni.

Art. 21

Norme finali

1. Il Consiglio di Dipartimento, su proposta della Commissione di Coordinamento Didattico, sottopone all'esame del Senato Accademico eventuali proposte di modifica e/o integrazione del presente Regolamento.

Art. 22

Pubblicità ed entrata in vigore

1. Il presente Regolamento entra in vigore il giorno successivo alla pubblicazione all'Albo ufficiale dell'Università; è inoltre pubblicato sul sito d'Ateneo. Le stesse forme e modalità di pubblicità sono utilizzate per le successive modifiche e integrazioni.
2. Sono parte integrante del presente Regolamento l'Allegato 1 (Struttura CdS) e l'Allegato 2 (Schedina insegnamento/attività).
3. Sono altresì parte integrante del presente Regolamento l'Allegato 3 (criteri per l'accesso al percorso formativo previsto dal doppio titolo universitario (*Double Degree*) e periodo di svolgimento delle attività didattiche all'estero) e l'Allegato 4 (Tabella di corrispondenza delle Attività formative).

²⁰ Il sistema di Assicurazione Qualità, basato su un approccio per processi e adeguatamente documentato, è progettato in maniera tale da identificare le esigenze degli studenti e di tutte le parti interessate, per poi tradurle in requisiti che l'offerta formativa deve rispettare.



ALLEGATO 1.2

REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDI MATHEMATICAL ENGINEERING

CLASSE LM-44

Scuola: SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

Dipartimento: DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E APPLICAZIONI R. CACCIOPPOLI

Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 23-24

PIANO DEGLI STUDI A.A. 23-24

LEGENDA

Tipologia di Attività Formativa (TAF):

B = Caratterizzanti

C = Affini o integrativi

D = Attività a scelta

E = Prova finale e conoscenze linguistiche

F = Ulteriori attività formative

Curriculum A

I Anno

Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Or e	Tipologia Attività	T AF	Ambito disciplinare	obbligatorio /a scelta
Real and Functional Analysis	MAT/05	unico	9	72	Lezione frontale/MOOC	B	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	Obbligatorio
Mathematical Physics Models	MAT/07	unico	9	72	Lezione frontale/MOOC	B	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	Obbligatorio
Numerical Methods	MAT/08	unico	9	72	Lezione frontale/MOOC	B	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	Obbligatorio
Thermodynamics and Transport Phenomena	ING-IND/22	unico	9	72	Lezione frontale	B	Discipline ingegneristiche	Obbligatorio
Nonlinear Systems	ING-INF/04	unico	9	72	Lezione frontale	B	Discipline ingegneristiche	Obbligatorio
Mathematical Methods for Engineering	MAT/05	unico	6	48	Lezione frontale/MOOC	B	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	uno a scelta dal GRUPPO 1
Calculus of Variations	MAT/05	unico	6	48	Lezione frontale/MOOC	B	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	
Stochastic Processes	MAT/06	unico	6	48	Lezione frontale/MOOC	B	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	
Operational Research	MAT/09	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	
Algebraic Structures and Advanced Linear Algebra	MAT/02	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	
Mathematics for Cryptography	INF/01	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	
Algorithms and Parallel Computing	INF/01	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	
Statistical Methods and Signal Theory	SECS-S/02	Modulo 1: Statistical Methods for Industrial Process Monitoring	6	48	Lezione frontale	C	Discipline economiche e statistiche/ingegneristiche	uno a scelta dal GRUPPO 3
	ING-INF/03	Modulo 2: Signal theory	6	48	Lezione frontale	C		
Statistical Methods and Economic Theory	SECS-S/02	Modulo 1: Statistical Methods for Industrial Process Monitoring	6	48	Lezione frontale	C	Discipline economiche e statistiche	
	SECS-S/06	Modulo 2: Economic theory	6	48	Lezione frontale	C		
Modern and Solid State Physics	FIS/01	Modulo 1: Modern Physics	6	48	Lezione frontale	C	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	
	FIS/03	Modulo 2: Solid State Physics	6	48	Lezione frontale	C		

II Anno

Computational Fluid Dynamics	ING-IND/06	unico	9	72	Lezione frontale	B	Discipline ingegneristiche	Obbligatorio
Electrodynamics of continuous media	ING-IND/31	unico	9	72	Lezione frontale	B	Discipline ingegneristiche	Obbligatorio
Optoelectronics	ING-INF/01	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline ingegneristiche	uno a scelta dal GRUPPO 2
Electromagnetic Fields	ING-INF/02	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline ingegneristiche	
Information Theory	ING-INF/05	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline ingegneristiche	
Systems Identification	ING-INF/04	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline ingegneristiche	
A scelta autonoma			12			D		
Ulteriori Conoscenze			3			F		
Prova finale			18			E		

Curriculum B								
I Anno								
Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Or e	Tipologia Attività	T AF	Ambito disciplinare	obbligatorio /a scelta
Real and Functional Analysis	MAT/05	unico	9	72	Lezione frontale/MOOC	B	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	Obbligatorio
Mathematical Physics Models	MAT/07	unico	9	72	Lezione frontale/MOOC	B	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	Obbligatorio
Numerical Methods	MAT/08	unico	9	72	Lezione frontale/MOOC	B	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	Obbligatorio
Thermodynamics and Transport Phenomena	ING-IND/22	unico	9	72	Lezione frontale	B	Discipline ingegneristiche	Obbligatorio
Nonlinear Systems	ING-INF/04	unico	9	72	Lezione frontale	B	Discipline ingegneristiche	Obbligatorio
Differential Geometry	MAT/03	unico	6	48	Lezione frontale/MOOC	B	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	uno a scelta dal GRUPPO 1
Discrete Mathematics	MAT/02	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	
Partial Differential Equations	MAT/05	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	
Advanced Applied Engineering Mathematics	MAT/07	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	
Computational Complexity	INF/01	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	
Geometric Structures and Topology	MAT/03	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	
Statistical Methods and Chemical Process	SECS-S/02	Modulo 1: Statistical Methods for Industrial Process Monitoring	6	48	Lezione frontale	C	Discipline economiche e statistiche/ingegneristiche	uno a scelta dal GRUPPO 3
	ING-IND/26	Modulo 2: Chemical Process Analysis and Simulation	6	48	Lezione frontale	C		
Statistical Methods and Economic Theory	SECS-S/02	Modulo 1: Statistical Methods for Industrial Process Monitoring	6	48	Lezione frontale	C	Discipline economiche e statistiche	
	SECS-S/06	Modulo 2: Economic theory	6	48	Lezione frontale	C		
Modern and Solid State Physics	FIS/01	Modulo 1: Modern Physics	6	48	Lezione frontale	C	Discipline matematiche, fisiche, informatiche	
	FIS/03	Modulo 2: Solid State Physics	6	48	Lezione frontale	C		
II Anno								
Computational Fluid Dynamics	ING-IND/06	unico	9	72	Lezione frontale	B	Discipline ingegneristiche	Obbligatorio
Electrodynamics of continuous media	ING-IND/31	unico	9	72	Lezione frontale	B	Discipline ingegneristiche	Obbligatorio
Mechanical Vibrations	ING-IND/13	unico	6	48	Lezione frontale/MOOC	B	Discipline ingegneristiche	uno a scelta dal GRUPPO 2
Electromagnetic Fields	ING-INF/02	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline ingegneristiche	
Waves	ING-IND/06	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline ingegneristiche	
Heat Transfer	ING-IND/10	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline ingegneristiche	
Analysis and Control of Complex Systems	ING-INF/04	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline ingegneristiche	
Nonlinear Dynamics and Control	ING-INF/04	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline ingegneristiche	
Environment Fluid Mechanics and Hydraulics	ICAR/01	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline ingegneristiche	
Theory of Elasticity	ICAR/08	unico	6	48	Lezione frontale	B	Discipline ingegneristiche	
A scelta autonoma			12			D		
Ulteriori Conoscenze			3			F		
Prova finale			18			E		

ALLEGATO 2

REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDI MATHEMATICAL ENGINEERING

CLASSE LM-44

Scuola: SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

Dipartimento: DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E APPLICAZIONI R. CACCIOPPOLI

Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 23-24

Insegnamento: ADVANCED APPLIED ENGINEERING MATHEMATICS	
SSD: MAT/07	CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Introduction to mathematical modelling for Engineering. The course presents diffusion models, wave motion models, steady-state models, Euler-Bernoulli model for beams, Finite Difference Method and Finite Element Method for Partial Differential Equations.	
Obiettivi formativi: Introduction to mathematical modelling for Engineering. The course presents diffusion models, wave motion models, steady-state models, Euler-Bernoulli model for beams, Finite Difference Method and Finite Element Method for Partial Differential Equations.	
Propedeuticità in ingresso:	
Propedeuticità in uscita:	
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral examination.	

Insegnamento: ALGEBRAIC STRUCTURES AND ADVANCED LINEAR ALGEBRA	
SSD: MAT/02	CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Symmetric bilinear and hermitian forms. Diagonalization of symmetric bilinear forms and Gauss's theorem. Sylvester's theorem. Tensor products of vector spaces. Symmetric tensors. Orthonormal bases and Gram-Schmidt process. Normal matrices. Spectral theorem. Projectors and spectral decomposition of Normal matrices. Hadamard's inequality. Gram matrices. Singular Value Decomposition. Matrix norms. Spectral norm. Exponential of a matrix. Dynamic mode decomposition of a linear system. Polar decomposition and Classical groups. LU, Choleski and QR factorizations.	
Obiettivi formativi: To provide students with a good understanding of the concepts and methods of advanced linear algebra aimed at solving engineering problems.	
Propedeuticità in ingresso:	
Propedeuticità in uscita:	
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral examination.	

Insegnamento: ALGORITHMS AND PARALLEL COMPUTING		
SSD: INF/01		CFU: 6
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Classification and main functional characteristics of the parallel architectures. Parallel Algorithms Performance Evaluation Parameters. Methodologies to design and develop parallel algorithms and their strong dependency by the hardware/software architectures. Performance Evaluation and Scalability of parallel algorithms. Math model for analyzing parallel algorithms Load Balancing. Fault and Latency tolerant algorithms. Programming models and paradigms: cluster computing, multicore computing, network computing, GPU computing. The present cases of grid and cloud computing. Implementation of several algorithms in distributed and shared memory environments: examples of matrix computation and array sorting algorithms. Use of tools for message passing and for shared memory.		
Obiettivi formativi: To deal with the basic ideas, methodologies, tools and software to design and develop algorithms in High Performance Parallel/Distributed Computing Environments. The Lab practice plays a key role in this one-semester course.		
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Lab tests during the course; final written/oral test.		

Insegnamento: ANALYSIS AND CONTROL OF COMPLEX SYSTEMS		
SSD: ING-INF/04		CFU: 6
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Introduction to complex systems and networks. Elements of graph theory and macroscopic observable of a network system. Networked dynamical systems: emerging properties. Consensus and Synchronization in Complex Networks. Stability and Convergence of network systems: the master stability function approach; contraction theory and incremental stability; Lyapunov based approaches. Observability and Controllability of a complex network. Centralized, decentralized and distributed control of complex systems. Adaptive control of networks. Applications to Engineering.		
Obiettivi formativi: This course aims at introducing students to the key theoretical and numerical tools for the analysis and control of complex systems and networks of interconnected dynamical systems. The theoretical concepts will be illustrated via a set of representative examples from Engineering and Applied Science.		
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral examination and project work.		

Insegnamento: CALCULUS OF VARIATIONS		
SSD: MAT/05		CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B 3 CFU in presence, 3 CFU MOOC (Massive Open Online Courses)	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Introduction to Calculus of Variations, classical problems and examples. Function spaces. Weak and strong minimizers. Frèchet and Gâteaux differentiation. Fundamental lemma, DuBois-Raymond lemma, one-dimensional Euler-Lagrange equations. Problems with free ends, piecewise functions and minimization. Erdmann-Weierstrass equations. Regularity of solutions. One-dimensional Poincaré and Wirtinger inequalities. Second Euler-Lagrange and Erdmann-Weierstrass equations. Minimization with constraints. Geodesics on surfaces. Hamiltonian formulation. Hamilton-Jacobi equations. Optimal control problems and examples. Pontryagin principle. Convex functionals. Jacobi and Weierstrass conditions. Excess. Legendre condition. Second variation of a functional. Lipschitz minimizers and regularity. Absolutely continuous minimizers and regularity. Existence and regularity of minimizers of one-dimensional problems. Multidimensional problems. Dirichlet functional and harmonic functions. Euler equations in the multidimensional case. Dirichlet functional: existence, uniqueness and regularity of minimizers. Poincaré inequalities. Isoperimetric problems. Worked examples.		
Obiettivi formativi: The course aims to provide a basic knowledge of Calculus of Variations with particular focus on the application to optimization methods for engineering and scientific problems.		
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral examination.		

Insegnamento: COMPUTATIONAL COMPLEXITY		
SSD: INF/01		CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Problems and algorithms: intuitive formulations and their formalizations through multi-string Turing Machines and languages. Appropriate measures of space and time requirements. Speedup theorems. Comparison with other formalizations of computations and Church's thesis. Complexity classes, hierarchy theorems, and Savitch's theorem. Reductions and completeness (respectively) as formalizations of the relative difficulty and characteristic complexity of problems. NP-complete and coNP-complete graph and set problems. Cook's theorems. The polynomial hierarchy and PSPACE. Relationships with modern cryptography. A glimpse beyond PSPACE: problems that need exponential resources and undecidable problems.		
Obiettivi formativi: This course is the ideal complement of a course in algorithmics. It provides an in-depth knowledge of the inherent complexity of problems and the resources needed to solve them with algorithms. As such, it provides criteria for assessing the optimality of algorithms. The course expands on the relationships between memory and time requirements, and on the role of nondeterminism in assessing the difficulty of problems whose complexity is not exactly known. This part has important links with cryptography, operational research, and combinatorial optimization.		
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Written and oral examination.		

Insegnamento: COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS		
SSD: ING-IND/06		CFU: 9
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: The Finite-Difference method for partial differential equations. Applications to model differential equations describing steady and unsteady convection-diffusion transport phenomena. Methods for the numerical solution of ordinary differential equations. Writing of numerical codes for the simulation of 1D and 2D spatial-temporal linear transport equations and comparison with analytical solutions. Numerical solution of the Navier-Stokes (NS) equations for incompressible flows: projection methods. Numerical treatment of convective terms in incompressible NS equations using finite-difference and finite-volume methods. Analysis of the conservation properties of the discretizations. Vorticity-streamfunction and Harlow-Welch methods and their generalizations. Outline of high-order and spectral methods.		
Obiettivi formativi: The aim of the course is to provide students with the theoretical foundations of numerical discretization of fluid flow equations, as well as to permit them to understand and apply the basic techniques of modern Computational Fluid Dynamics.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Written text on a case study and oral examination.		

Insegnamento: DIFFERENTIAL GEOMETRY		
SSD: MAT/03		CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B 3 CFU in presence, 3 CFU MOOC (Massive Open Online Courses)	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: The exact program will be decided during the course, depending on the interests and background of the students. It will be a subset of the following topics: - Charts and atlases, smooth structures, topology induced by an atlas, smooth manifolds. Smooth maps. Tangent and cotangent vectors. Tangent map. Vector bundles, local frames. The tangent bundle, vector fields. Tensors and tensor fields. Differential forms. De Rham cohomology. Integration. - Lie groups (definition and examples). Matrix groups, a few elementary results: the exponential map, Lie algebra, closed-subgroups theorem. - (Pseudo-)Riemannian manifolds. Existence of Riemannian structures. Gradiend, divergence, rotor, laplacian. Divergence theorem and Green identities. Connections on vector bundles, geodesics and parallel transport. The geodesic field. The exponential map. Levi-Civita connection and Koszul formula. Riemannian geodesics and Riemannian distance. The Riemann and Ricci tensors, scalar curvature, Weyl tensor. Conformally flat manifolds. Sectional curvature. Manifolds with constant sectional curvature. A glance at Killing-Hopf and Cartan-Hadamard theorems. - Symplectic and Poisson manifolds.		
Obiettivi formativi: The aim is to provide students with a good understanding of the concepts and methods of differential geometry.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral examination.		

Insegnamento: DISCRETE MATHEMATICS	
SSD: MAT/02	CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: The course will be accomplished through different topics. First of all the basic concepts and terminology of the Set Theory will be introduced; in particular, the use of Mathematical induction will be relevant. Moreover, the arithmetic properties of the integer numbers and the modular arithmetic will be presented, and the most relevant properties of the following structures will be illustrated: groups, finite fields, polynomials rings. Also the basic concepts of Linear Algebra will be introduced.	
Obiettivi formativi: The aim of the course is to introduce students to mathematical ideas and techniques that will be useful in different types of applications. In particular, students will learn the basic algebraic concepts and terminology, so that they will be able how to use and analyse recursive definitions, and to work inside some different types of discrete structures. Moreover, they will learn techniques for constructing mathematical proofs, with the support of various examples.	
Propedeuticità in ingresso:	
Propedeuticità in uscita:	
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral examination.	

Insegnamento: ELECTRODYNAMICS OF CONTINUOUS MEDIA	
SSD: ING/IND-31	CFU: 9
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Introduction to electromagnetism and Maxwell equations. Electrodynamics potentials. Radiation of a point dipole and general aspect of radiation. Maxwell-Lorentz model and relation between microscopic and macroscopic electromagnetism. Elements of special relativity. Conductive materials. Elements of Magneto-Hydro Dynamics (MHD). Dielectric materials and Electrostatics. Introduction to circuit theory. Magnetic Materials, Magnetostatics, Electromechanics. Elements of Micromagnetic Theory. Mathematical methods.	
Obiettivi formativi: The aim of the course is to attain a general understanding of Classical Electrodynamics with a special attention to the mathematical aspects of the theory. A central theme in the course is the description, within the continuum approach, of the interactions of electromagnetic fields and material media.	
Propedeuticità in ingresso:	
Propedeuticità in uscita:	
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral interview.	

Insegnamento: ELECTROMAGNETIC FIELDS		
SSD: ING-INF/02		CFU: 6
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Engineering and Electromagnetic Fields. Maxwell's equations in integral and differential form, the inductive approach, physics as semantic for electromagnetic fields, energy and electromagnetic fields. Deductive approach, mathematics as syntax of electromagnetic fields, from Maxwell equations to the theorems, validity limits and meanings. Engineering and representations of electromagnetic fields in the various domains: time, phasor, frequency and wave number domain. Constitutive relations: models, formulation and meaning. Canonical solutions for the various domains. Source free solutions: propagation. Solutions in the presence of sources: Green's method, radiation. Role of initial conditions, integral-differential formulations and their solution. Role of the boundary conditions; geometry and symmetry (planar, circular, spherical) for canonical problems in electromagnetic fields. Applications and techniques: cavity, waveguides, transmission lines. Ideal and actual boundary conditions: perturbative approaches to solutions. Engineering parameters and paradigms for propagation. Engineering parameters and paradigms for radiation. Deterministic and stochastic approaches to the solution of electromagnetic field problems in engineering. Approximate solutions to the propagation and radiation. Asymptotic and series expansion solutions: method, validity, meaning, applications. Solutions in engineering of electromagnetic field problems: methods, validity, reliability.		
Course aims: The course introduces Engineering and Mathematical Engineering paradigms to support comprehension and exploitation of Electromagnetic Fields. Theory, techniques, methods, algorithms and engineering applications are presented.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral interview and discussion.		

Insegnamento: ENVIRONMENT FLUID DYNAMICS AND HYDRAULICS		
SSD: ICAR/01		CFU: 6
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Mass and momentum conservation equations. Transition from laminar to turbulent conditions. Time and phase averages. Reynolds equations. Balance of the kinetic energy of the averaged field. Balance of the turbulent kinetic energy. Energy transfer among the velocity components. Wall turbulence. Turbulence models: algebraic and differential (with one and two equations) models. Introduction to the equations of unsteady water flow at different dimensionality (1D: de Saint-Venant equations, 2D: Shallow water equations), conservative and non conservative (classical) formulations. Characteristics method for the De Saint-Venant equations. Finite volume discretization of model equations. Implicit and explicit schemes. Riemann problems and approximate Riemann solvers for the numerical flux evaluation.		
Obiettivi formativi: The course will provide students with an introduction to the problem of the closure of fluid dynamic turbulence. Some models of zero, one and two equations will be illustrated. An application problem will be solved by using a commercial software for the numerical solution of the presented equations. The course will develop a comprehensive view of		

unsteady free surface flows of water, considered as an incompressible fluid, at a large scale (rivers, lakes) by recovering the fundamental equations in 1 and 2 spatial dimensions. Numerical solutions by finite volume and finite difference methods will be developed for 1D and 2D models.
Propedeuticità in ingresso:
Propedeuticità in uscita:
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral examination.

Insegnamento: GEOMETRIC STRUCTURES AND TOPOLOGY		
SSD: MAT/03		CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Topological and metric structures. Compactness. Path connected spaces. Basic homotopy theory: deformations, retracts, homotopy equivalences. Fundamental group. Basic Homological Algebra. Singular homology groups.		
Obiettivi formativi: The course aims to provide basic knowledge in General and Algebraic Topology, especially to students with an unsatisfactory background in Geometry.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral examination.		

Insegnamento: HEAT TRANSFER		
SSD: ING-IND11		CFU: 6
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Conduction: The governing equation. Steady one-dimensional heat conduction. Steady two-dimensional heat conduction. Analytical solutions. Transient conduction. Numerical methods. Convection: The governing equations for: mass, momentum and energy transport. Forced and natural convection: boundary layer; boundary layer equations; dimensionless parameters; analytical solutions; external and internal flow; correlations. Radiation: Introduction. Processes and characteristics. Characteristics of real surfaces. Diffuse and directional gray surface radiation heat transfer. Semi-transparent radiative media. Combined heat transfer mechanisms. Heat exchangers: Basics and definitions. Project equations.		
Obiettivi formativi: The course introduces basic concepts and principles of heat transfer. It covers analytical, empirical and numerical techniques for the solution of heat transfer problems. The aim of the course is to understand the fundamentals of heat transfer mechanisms and their applications in various heat transfer equipment.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Written and oral examination, project discussion.		

Insegnamento: INFORMATION THEORY		
SSD: ING-INF/05		CFU: 6
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: The course explores the basic concepts of Information theory. Self information, mutual information, discrete memoryless sources, entropy, source coding for discrete memoryless channels. Data compression to the entropy limit. Huffman coding. Arithmetic coding. Discrete memoryless channels, channel capacity, converse to the coding theorem, noisy channel coding theorem, random coding exponent, Shannon limit. Gaussian channels. Kolmogorov complexity. Asymptotic equipartition property. Applications to communication and data compression.		
Obiettivi formativi: The field is at the intersection of mathematics, statistics, computer science. The course is highly recommend for students and researchers in fields of communications, data compression, and statistical signal processing. However it would be invaluable also for students, planning to delve into fields ranging from neuroscience, to machine learning. Students will acquire high familiarity with measures of information and uncertainty such as mutual information, entropy, and relative entropy. Students in probability and statistics will gain an appreciation for the interplay between information theory, combinatorics, probability, and statistics.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Written/oral examination.		

Insegnamento: MATHEMATICAL METHODS FOR ENGINEERING		
SSD: MAT/05		CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B 3 CFU in presence, 3 CFU MOOC (Massive Open Online Courses)	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Complex number system. Functions of complex variable: holomorphic functions and Cauchy-Riemann conditions; harmonic functions. Taylor series expansions. Laurent series expansions. Residues. Difference equations. Introduction to measure theory; Lebesgue measure and integral. Fourier transform and inversion formula; properties of the transform, convolution. Fourier series, convergence theorems. Distributions. Laplace transform and inversion formula; properties of the transform, applications to differential models.		
Obiettivi formativi: To provide the fundamental concepts and results, in view of applications, related to the theory of analytic functions, distributions, Fourier series, Fourier and Laplace transforms and their applications.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Written and oral examination.		

Insegnamento: MATHEMATICAL PHYSICS MODELS		
SSD: MAT/07		CFU: 9
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B 6 CFU in presence, 3 CFU MOOC (Massive Open Online Courses)	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Degree of Freedom. D'Alembert Principle. Lagrange Equations. Hamilton. Equations. Variational Principles. Vector Spaces. Affine Euclidean Point Spaces. Tensor Algebra. Curvilinear Coordinates in Euclidean Spaces. Elements of Continuum Classical Mechanics.		
Obiettivi formativi: The course is an introduction to mathematical modeling of physical processes. The course presents Lagrange model of Mechanics, Tensor Calculus and elements of Continuum Mechanics.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral examination.		

Insegnamento: MATHEMATICS FOR CRYPTOGRAPHY		
SSD: INF/01		CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Elementary Number Theory: notation and basic properties; divisibility and the Euclidean algorithm; congruences; modular arithmetic; basic arithmetic functions (the Euler totient function, the Moebius function); the Chinese Remainder Theorem with some applications; polynomial congruences modulo a prime number (the Lagrange Theorem); quadratic residues; the Legendre symbol; the Jacobi symbol; quadratic reciprocity law; finite fields Computational Number Theory: times estimates for doing elementary arithmetic; basic notions on computational complexity and classification of the algorithms; estimating the number of bit operations needed to perform some number theoretic tasks by computer, such as the Euclidean algorithm, the repeated squaring method and the Jacobi algorithm; the discrete logarithm problem; the distribution of prime numbers with applications to the computational complexity Primality: pseudoprimes (the Fermat pseudoprimes, the Euler pseudoprimes, the strong pseudoprimes); Carmichel numbers; primality test (Solovay-Strassen and Miller -Rabin); times estimates for primality tests Factoring: basic facts on the factoring problem; the Erathostenes method; the Fermat method; the Pollard method; smooth numbers; the quadratic sieve method; some notes on the Number Field Sieve. The arithmetic of the elliptic curves: basic facts on the elliptic curves; primality test; the Lenstra factorization method; the discrete logarithm problem on the elliptic curves. Cryptography: some simple cryptosystems; symmetric keys; public key cryptography; the Diffie-Helmann problem; the RSA protocol; elliptic curve cryptosystems; cryptanalysis.		
Obiettivi formativi: The purpose of the course is to introduce the student to number theoretic topics, both ancient and very modern, which are at the center of interest in contemporary cryptography, especially in the most known public key cryptosystems such as RSA; an algorithmic approach is taken, emphasizing estimates of the efficiency of the techniques that arise from the theory.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Written dissertation and oral colloquium.		

Insegnamento: MECHANICAL VIBRATIONS		
SSD: ING-IND/13		CFU: 6
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B 3 CFU in presence, 3 CFU MOOC (Massive Open Online Courses)	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Conservative and non-conservative lumped parameters systems: Technical relevance of the problem. Matrix equations of motion. Modal analysis method: free and forced vibrations by action of: harmonic, periodic and random forces. Considerations on damping proportional or not. Frequency response function. Dynamics of elastically suspended rigid body: Definition of the mathematical model. Determination of the matrices of the masses and stiffness. Discrete and continuous elements suspension systems. Determination of forcing actions. The vehicle suspensions: Requirements of a suspension system. Types of suspensions. The dynamics of the suspended mass with respect to the ride comfort. Simple and compensated air suspensions. Conjugate suspensions. Forced torsional oscillations: Historical Introduction to the study of torsional oscillations and technical relevance of the problem. Lumped system determination. Particular equivalent systems: system of naval propulsion and transmission system of a motor vehicle. Exciting causes of forced vibration. Critical speeds. Amplitudes of forced elastic vibrations for a system of n masses. Flexional vibrations and critical speed: Historical Introduction to the study of flexional vibrations and technical relevance of the problem. Simple system. Disk effect. Systems n concentrated masses, isostatic and statically indeterminate. Method of transfer matrix.		
Obiettivi formativi: The course intends to provide the necessary concepts for the identification, mathematical formulation, simulation and testing of the most significant dynamic phenomena in the field of machines and mechanical systems, with particular reference to the flexional critical speeds, torsional oscillations and the elastically constrained rigid body dynamics.		
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral examination.		

Insegnamento: MODERN AND SOLID STATE PHYSICS		
Modulo 1: MODERN PHYSICS		
SSD: FIS/01		CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: C	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Introduction to the “Special Relativity”: The constancy of the speed of light and the Michelson - Moreley experiment. The Lorentz transformations. Consequences of special relativity: time dilation and length contraction. Introduction to the 4-vectors: the 4-velocity. Some notion of relativistic kinematics: the 4-momentum and the Einstein relation $E=mc^2$. The Lorentz group and the transformation properties of the electric and magnetic fields. Introduction to the quantum mechanics: The Black body radiation. The Rayleigh-Jeans law and the Plank hypothesis. Photoelectric and Compton effect. Rutherford’s atomic model and the Bohr’s hypothesis. The de Broglie hypothesis and the wave-particle duality. The Schroedinger equation. Some method of solution for the partial differential equations: the separation of the variables. Some applications of the Schroedinger equation: a free particle; a particle in an infinite well; the Heisenberg uncertainty principle; the mean value of the observables; the Ehrenfest’s theorem; the potential barrier and the tunnel effect; the quantum oscillator; the hydrogen atom. A short introduction to the theory of General Relativity: From the equivalence principle to the Riemmanian manifolds. The Hilbert-Einstein equation. The weak field approximation: Newtonian mechanics, gravitational waves, the bending of light. The model of Friedmann-Lemaître- Robertson-Walker The standard cosmological model. The Standard model of elementary particle physics (a very short overview) Open problem of Modern Physics.		
Obiettivi formativi: The course aims to provide an introduction to fundamental aspects of 20th century physics: special relativity, quantum mechanics, elementary particle physics, general relativity and cosmology.		
Modulo 2: SOLID STATE PHYSICS		
SSD: FIS/03		CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: C	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Single particle electronic states in one-dimensional double and multiple quantum wells; Kroenig-Penney model; Bloch theorem in one dimension; Nearly free electron. Bravais Lattices in different dimensions; Reciprocal lattices and Brillouin zone; Bloch theorem in any dimension; Tight-binding method for electronic band structures; Electronic states of Graphene. One band model for metal; Two-band model for semiconductors; Thermodynamic properties of metals and intrinsic semiconductors. Hartree and Hartree-Fock approximation; Jellium model. Dielectric constant; Screening effects in metals; Dielectric properties of semiconductors; Impurities in metals and semiconductors; Chemical potential of extrinsic semiconductors. Vibrational degrees of freedom; Harmonic approximation for solids; Classical normal modes; Phonons; Thermodynamic properties due to phonons. Transport properties. Drude model for metals and semiconductors; Semiclassical dynamics and Boltzmann equation.		
Obiettivi formativi: Fundamental aspects of solid state physics. Phenomenological and microscopic description of metals and semiconductors. Transport, thermodynamic and dielectric properties of solids.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral examination.		

Insegnamento: NONLINEAR DYNAMICS AND CONTROL		
SSD: ING-INF/04		CFU: 6
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: <u>Part 1</u> Introduction and background: Introduction, Elements of matrix theory. <u>Part 2</u> Graph theory: Elements of graph theory, Linking graphs and matrices. <u>Part 3</u> Analysis and control of networks of linear dynamical systems: consensus problem: Discrete-time consensus problem, Continuous-time consensus problem, Convergence rates, Consensus problems on time-varying graphs. <u>Part 4</u> Networks of nonlinear dynamical systems: synchronization: Networks of nonlinear dynamical systems, Synchronization. <u>Part 5</u> Control of networks of nonlinear dynamical systems: Decentralized control of network of nonlinear systems, Emerging problems and advanced network control techniques.		
Obiettivi formativi: The course aims at providing students with a set of tools for the analysis and control of networks of dynamical systems, with a special emphasis on their optimization and safety, and on their possible use for the design and management in diverse engineering applications.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral examination.		

Insegnamento: NONLINEAR SYSTEMS		
SSD: ING-INF/04		CFU: 9
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: 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: piecewise smooth systems, nonsmooth stability analysis.		
Obiettivi formativi: The aim of the course is to introduce students to the foundations of the mathematical theory of nonlinear systems of ODEs and to illustrate the theory via some representative examples from applications.		
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral examination and project discussion.		

Insegnamento: NUMERICAL METHODS		
SSD: MAT/08		CFU: 9
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B 6 CFU in presence, 3 CFU MOOC (Massive Open Online Courses)	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Numerical linear algebra: conditioning, error analysis, iterative and exact (factorization based) methods. Eigenproblems: basic numerical approaches. Interpolazione Lagrangian interpolation, splines, numerical quadrature. Differential operator discretization; their representation and solution by finite difference numerical approximations. Linear differential problems and application: Laplace and Poisson equations, FFTs, linear convection. General techniques for solving ordinary differential equations, like Runge-Kutta and linear multistep methods. Laboratory classwork and problem sets require some knowledge of problem solving environments (MATLAB, Python,...).		
Obiettivi formativi: The primary goal is to provide a basic knowledge of numerical methods, enabling students to work with mathematical models of technology and systems.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral examination, written test.		

Insegnamento: OPERATIONAL RESEARCH		
SSD: MAT/09		CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Introduction to Operational Research and Optimization. Linear Programming (LP): Introduction to LP and form of a LP problem; Geometry of continuous LP; The Simplex Method. Integer Linear Programming (ILP): Introduction to ILP; Linear Programming Relaxation; Special ILP problems with unimodular constraints matrix: the Transportation Problem, the Assignment Problem. Solution methods: Exact Methods: Branch & Bound; Cutting Planes, Dynamic Programming; Approximation Methods; Heuristic and Metaheuristic Methods; The 0/1 Knapsack Problem and the Fractional Knapsack Problem. Network flows and graph problems: The Minimum Vertex Cover Problem; The Minimum Spanning Tree Problem; Shortest Path Problems; Project Scheduling Problems: Critical Path Method (CPM); Path Evaluation and Review Technique (PERT); Post-optimization analysis. Nonlinear Optimization: Unconstrained Nonlinear Optimization: Optimality conditions; Gradient Methods: Convergence, Descent Directions and Stepsize Rules; Newton's Method and Variations; Least Squares Problems: the Gauss-Newton Method, Incremental Gradient Methods; Coniugate Direction Methods; Quasi-Newton Methods; Nonderivative Methods. Optimization over a Convex Set; Lagrange Multiplier Theory; Lagrange Multiplier Algorithms.		
Obiettivi formativi: The main objective of the course is the introduction of the students to the use of mathematical programming models. Both linear and nonlinear optimization models (with both continuous and integer variables) are studied, and their applications in real-world fields, including communications, logistics, services, and industrial production. As concerns nonlinear programming models, the course aims at providing a comprehensive and rigorous treatment of classical topics, such as descent algorithms, Lagrange multiplier theory, and duality. In addition, some of the more sophisticated methods are also covered, such as interior point methods, penalty and barrier methods, least squares problems, and conditional gradient and subgradient optimization.		

Propedeuticità in ingresso:
Propedeuticità in uscita:
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Written and oral examination.

Insegnamento: OPTOELECTRONICS		
SSD: ING-INF/01		CFU: 6
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: As optical microsystems continue to increase in functionality while decreasing in volume, integrated optics is becoming increasingly relevant for a wide spectrum of applications. In an integrated optical circuit, light is guided via optical waveguides, an approach which allows integration of numerous optical functions on a single semiconductor, glass or dielectric substrate. This course is designed to provide an overview of integrated optics, from the system point to view. The course will present the basic concepts of integrated optics, including materials and fabrication technologies as well as the major integrated optical devices.		
Obiettivi formativi: To provide the fundamental concepts and results, in view of applications, related to the theory of analytic functions, distributions, Fourier series, Fourier and Laplace transforms and their applications.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Student will be evaluated on the base of an original Elaboration and Discussion on a pre-assigned topic, and oral examination on the course contents.		

Insegnamento: PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS		
SSD: MAT/05		CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Physical and probabilistic interpretation of the Laplacian. Laplace equation: fundamental solution and Newtonian potential. Harmonic functions: mean value theorem, maximum principle, Liouville theorem, Harnack inequality, Weyl lemma, analiticity of harmonic functions. Uniqueness of solutions of Dirichlet and Neumann problems. The Green function of a general domain. Explicit computation of the Green function in a half space and in a ball. Dirichlet principle for Poisson equation. The heat equation: fundamental solution, mean value theorem, maximum principle and regularity of solutions. Uniqueness and backward uniqueness. Energy methods. Transport equation. Wave equation. Explicit solutions of the wave equation in dimensions 1, 2 and 3. The characteristic cone and the finite speed propagation of the initial data. Energy methods. Separation of variables and explicit solutions of Poisson equation, heat equation and porous media equation. Fourier transform and its application to solve explicitly Poisson, heat and wave equations, Schrödinger equation and the telegraph equation. Laplace		

transform and applications. Sobolev functions: definition, basic properties, $H=W$, approximation by smooth functions, extension domains, traces, embedding and compact embedding theorems, Poincaré inequality. Weak solution of an elliptic equation. Existence of weak solutions, regularity. Compact operators. Fredholm alternative. Eigenvalues and spectrum of a linear operator. Eigenvalues and eigenfunctions of the Laplacian.

Obiettivi formativi: The first objective of the course is to provide the basic results on existence, uniqueness and qualitative properties of solutions of classical PDEs such as: Laplace, Poisson, heat, transport and wave equations; the second objective is to give the basic tools for solving explicitly in special cases the above equations using variables separations, series expansion, Fourier or Laplace transforms; the third objective is to provide a thorough introduction to Sobolev functions with the aim of accomplishing the fourth objective of the course, that is an introduction to weak solutions of a linear elliptic equation in divergence form and the corresponding existence, uniqueness and nonuniqueness, and regularity results.

Propedeuticità in ingresso:

Propedeuticità in uscita:

Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral examination.

Insegnamento: REAL AND FUNCTIONAL ANALYSIS		
SSD: MAT/05		CFU: 9
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B 6 CFU in presence, 3 CFU MOOC (Massive Open Online Courses)	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Topological spaces. Metric spaces. Completeness. Compactness. Complete metric spaces: Banach spaces, Hilbert spaces. Orthonormal basis and Fourier series in Hilbert spaces. Linear and continuous operators between normed spaces. Compact operators. Adjoint operators. Spectral decomposition of self-adjoints operators. Spectrum of Laplace operator. Weak topologies. Reflexive spaces. Separable spaces. L^p spaces. Sobolev spaces and variational formulation of boundary value problems for partial differential equations. Introduction to Galerkin methods and finite elements methods in a model case.		
Obiettivi formativi: The aim of this course is to provide students with basic knowledge of Real Analysis and Functional Analysis, particularly topics that are useful for the study of many other Mathematical Engineering courses.		
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Tests in itinere and/or oral examination.		

Insegnamento: STATISTICAL METHODS AND CHEMICAL PROCESS		
Modulo 1: STATISTICAL METHODS FOR INDUSTRIAL PROCESS MONITORING		
SSD: SECS-S/02		CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: C	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:		
Elements of classical Statistical Process Control: Control Charts for variables. Control Charts for attributes. Number of samples and sampling frequency. Sample size and control effectiveness. The Multivariate Quality-Control Problem: Overview and Learning Objectives. Description of Multivariate Data. Descriptive statistics and graphical displays. The geometry of a multivariate sample. Sample mean, covariance and correlation. Generalized variance and total variance. The metric induced by the covariance matrix. Data representation and dimensional reduction. The analysis of the covariance structure. Inference about mean vectors. The multivariate normal distribution, the Wishart distribution, the F distribution. Hotelling T2 test. Confidence regions and simultaneous comparisons of component means. The Bonferroni method for multiple comparisons. Family-wise Error Rate (FWER). Comparisons of several multivariate means. Inference for Linear Models. Engineering approach to modern Process Monitoring and Control. The Hotelling T2 Control Chart. Latent Structure Methods. Engineering examples through software environment R. Introduction to functional data analysis and control charts for statistical monitoring of functional data. Functional data analysis. Statistical monitoring of functional data. Industrial case studies and applications.		
Obiettivi formativi: Statistical Methods for Industrial Process Monitoring is a methodological –applicative course whose aim is to train students on statistical tools for monitoring complex technological systems. Application (illustrated through opensource statistical software environment R) of interpretable statistical techniques for decision-making, possibly scalable also up to big data frameworks. Teamwork on data-analysis projects developed along the course that are gathered from real-world industrial problems (problem-based learning). Students should improve the ability to recognize the most suitable mathematical space to immerse the data and statistical techniques to solve the problem at hand as well as the skill of communicating relevant results and the impact of the analysis also to non-statistician		
Modulo 2: CHEMICAL PROCESS ANALYSIS AND SIMULATION		
SSD: ING-IND/26		CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: C	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Introduction to the methodological basis for the modelling of chemical processes of interest in industrial applications. Dynamics of Reaction in a non-isothermal CSTR: Stationary states, Oscillatory behaviour, Complex oscillations and chaos. Dynamics in Autocatalytic systems. Model characterization through computer simulations.		
Obiettivi formativi: The course will focus on the mathematical description of chemical and physical phenomena that occur in the process industry equipments.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Written and oral examination.		

Insegnamento: STATISTICAL METHODS AND ECONOMIC THEORY		
Modulo 1: STATISTICAL METHODS FOR INDUSTRIAL PROCESS MONITORING		
SSD: SECS-S/02		CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: C	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:		
Elements of classical Statistical Process Control: Control Charts for variables. Control Charts for attributes. Number of samples and sampling frequency. Sample size and control effectiveness. The Multivariate Quality-Control Problem: Overview and Learning Objectives. Description of Multivariate Data. Descriptive statistics and graphical displays. The geometry of a multivariate sample. Sample mean, covariance and correlation. Generalized variance and total variance. The metric induced by the covariance matrix. Data representation and dimensional reduction. The analysis of the covariance structure. Inference about mean vectors. The multivariate normal distribution, the Wishart distribution, the F distribution. Hotelling T2 test. Confidence regions and simultaneous comparisons of component means. The Bonferroni method for multiple comparisons. Family-wise Error Rate (FWER). Comparisons of several multivariate means. Inference for Linear Models. Engineering approach to modern Process Monitoring and Control. The Hotelling T2 Control Chart. Latent Structure Methods. Engineering examples through software environment R. Introduction to functional data analysis and control charts for statistical monitoring of functional data. Functional data analysis. Statistical monitoring of functional data. Industrial case studies and applications.		
Obiettivi formativi: Statistical Methods for Industrial Process Monitoring is a methodological –applicative course whose aim is to train students on statistical tools for monitoring complex technological systems. Application (illustrated through opensource statistical software environment R) of interpretable statistical techniques for decision-making, possibly scalable also up to big data frameworks. Teamwork on data-analysis projects developed along the course that are gathered from real-world industrial problems (problem-based learning). Students should improve the ability to recognize the most suitable mathematical space to immerge the data and statistical techniques to solve the problem at hand as well as the skill of communicating relevant results and the impact of the analysis also to non-statistician		
Modulo 2: ECONOMIC THEORY		
SSD: SECS-S/06		CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: C	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Part I Mathematical techniques for equilibrium analysis: real analysis; metric spaces; topology; measures; convexity; separation theorems; contraction mapping; fixed point theorems; probability and information structures. Part II Applications to the study of existence and optimality properties of competitive equilibrium (CE): existence and efficiency of CE; core, value and fairness properties of CE; core, value and fairness properties of CE in asymmetric information economies; alternatives to the expected utility theory.		
Obiettivi formativi: The course introduces students to a rigorous investigation of equilibrium concepts in microeconomic theory, including cooperative and non-cooperative solution concepts in general equilibrium models with uncertainty and asymmetric information.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Written and oral examination.		

Insegnamento: STATISTICAL METHODS AND SIGNALS THEORY		
Modulo 1: STATISTICAL METHODS FOR INDUSTRIAL PROCESS MONITORING		
SSD: SECS-S/02		CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: C	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:		
Elements of classical Statistical Process Control: Control Charts for variables. Control Charts for attributes. Number of samples and sampling frequency. Sample size and control effectiveness. The Multivariate Quality-Control Problem: Overview and Learning Objectives. Description of Multivariate Data. Descriptive statistics and graphical displays. The geometry of a multivariate sample. Sample mean, covariance and correlation. Generalized variance and total variance. The metric induced by the covariance matrix. Data representation and dimensional reduction. The analysis of the covariance structure. Inference about mean vectors. The multivariate normal distribution, the Wishart distribution, the F distribution. Hotelling T2 test. Confidence regions and simultaneous comparisons of component means. The Bonferroni method for multiple comparisons. Family-wise Error Rate (FWER). Comparisons of several multivariate means. Inference for Linear Models. Engineering approach to modern Process Monitoring and Control. The Hotelling T2 Control Chart. Latent Structure Methods. Engineering examples through software environment R. Introduction to functional data analysis and control charts for statistical monitoring of functional data. Functional data analysis. Statistical monitoring of functional data. Industrial case studies and applications.		
Obiettivi formativi: Statistical Methods for Industrial Process Monitoring is a methodological –applicative course whose aim is to train students on statistical tools for monitoring complex technological systems. Application (illustrated through opensource statistical software environment R) of interpretable statistical techniques for decision-making, possibly scalable also up to big data frameworks. Teamwork on data-analysis projects developed along the course that are gathered from real-world industrial problems (problem-based learning). Students should improve the ability to recognize the most suitable mathematical space to immerge the data and statistical techniques to solve the problem at hand as well as the skill of communicating relevant results and the impact of the analysis also to non-statistician		
Modulo 2: SIGNALS THEORY		
SSD: ING-INF/03		CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: C	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Basic concepts about probability and random variables. Characterization of continuous-time and discrete-time random signals in the time domain and in the frequency-domain. Representation of periodic signals. Representation of continuous-time and discrete-time signals in the frequency domain. Filtering in the time-domain and in the frequency domain. Digital processing of signals: basic concepts and implementation issues.		
Obiettivi formativi: The aim of the course is to provide the basic tools for the analysis of deterministic signals and for their processing using linear systems, both in the time and frequency domain. A further goal is to introduce the basic concepts of probability theory and random processes.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Written and oral examination.		

Insegnamento: STOCHASTIC PROCESSES		
SSD: MAT/06		CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B 3 CFU in presence, 3 CFU MOOC (Massive Open Online Courses)	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Review of definitions and fundamental theorems of probability measure theory. Conditioned averages with numerous application examples. Stopping times. Martingales and convergence results. Examples. Brownian motion. Main laws of Brownian motion. Markov processes. Analytical approach to Brownian motion. Stochastic integration. Ito's formula and stochastic differential equations.		
Obiettivi formativi: The course intends to recover the basic knowledge of Probability theory (by making them more complete and rigorous) through the re-proposition, in a marked formalism, of fundamental contents. Concepts, contents and tools are provided, such as definitions, properties and theorems regarding conditional means, stopping times, martingale, Brownian motion, Markov processes and stochastic integration, which represent the basis both for a more in-depth study of the theory and for a conscious use in the applications of stochastic processes.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Written and oral examination.		

Insegnamento: SYSTEM IDENTIFICATION		
SSD: ING-INF/04		CFU: 6
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: 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.
Obiettivi formativi: 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.
Propedeuticità in ingresso:
Propedeuticità in uscita:
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral examination.

Insegnamento: THEORY OF ELASTICITY	
SSD: ICAR/08	CFU: 6
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Basic vector and tensor calculus: the index notation. Specialization of Continuum Mechanics equations to linear elastic solids: compatibility, equilibrium, linear elastic constitutive behavior. Weak and strong forms for structural problems: the principle of virtual displacements - theoretical formulation and mechanical interpretation. Equations of elastic equilibrium of one-, two- and three-dimensional elements. Modeling of structural problems by finite element analysis: modeling of geometry (meshing), material, loads and restraints. Solving procedures and rendering of results by professional software.	
Obiettivi formativi: The main objective of the course is to make the students get acquainted with the general concepts of continuum mechanics and to operatively apply them for the solution of basic problems in linear elasticity. The principal topics dealt with are: Tensor analysis, infinitesimale and finite deformations; Lagrangian and Eulerian strain measures. Mechanical balance laws: Cauchy continuum and stress measures. Constitutive laws. Principle of material frame indifference. Variational techniques and finite element method.	
Propedeuticità in ingresso:	
Propedeuticità in uscita:	
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral examination.	

Insegnamento: THERMODYNAMICS AND TRANSPORT PHENOMENA		
SSD: ING-IND/22		CFU: 9
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Elements of standard thermodynamics. Balance equation for mass, momentum, and energy. Linear constitutive equations for momentum, energy and mass transport. Newtonian fluid and viscosity. Fourier fluid and thermal conductivity. Fick equation for diffusive mass flux. Non-dimensionalization of balance equation and the introduction of non-dimensional groups (e.g., Reynolds number, Peclet number, etc...). Introduction to turbulence and simple description of turbulent transport phenomena through non-dimensional numbers. Solving of paradigmatic problems relative to the above contents.		
Obiettivi formativi: The aim of the course is to introduce the main concepts of thermodynamics, and the concept of balance equation for momentum, energy and mass and their mathematical formulation in terms of continuum thermo-mechanics. Solving of basic problems for the description of transport phenomena will also be tackled.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral examination.		

Insegnamento: WAVES		
SSD: ING-IND/06		CFU: 6
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Hyperbolic and dispersive waves; waves and first order equations; Burgers' equation; gasdynamics waves; the wave equation: acoustics, elasticity, electromagnetic waves; linear dispersive waves; group velocity; water waves; instability; brief overview of solitary waves.		
Obiettivi formativi: The behaviour of water waves and the propagation characteristics of sound and light are familiar from everyday experience. This course accounts for the physical description and the underlying mathematical theory of various wave phenomenologies, with emphasis on unifying ideas.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral examination.		

ALLEGATO 2

REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDI MATHEMATICAL ENGINEERING

CLASSE LM-44

Scuola: SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

Dipartimento: DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E APPLICAZIONI R. CACCIOPPOLI

Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 23-24

Attività formativa: Further activities (ex art. 10, comma 5, lettera d)	
Attività: Linguistic knowledge, Soft skills, Training activities, Orientation activities	CFU: 3
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: F
Contenuti della Attività coerenti con gli obiettivi formativi del corso: - Language courses: linguistic knowledge - Soft skill: technical competences useful to increasing the relevance of learning and qualifications in the labour market - Training and internships orientation: activities aimed at facilitating professional choices	
Obiettivi formativi: These activities are intended to contribute to the achievement of the training objectives of the Mathematical Engineering Master Program.	
Propedeuticità in ingresso:	
Propedeuticità in uscita:	
Tipologia delle prove di verifica del profitto: pass/fail evaluation	

ALLEGATO 3

REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDI MATHEMATICAL ENGINEERING

CLASSE LM-44

Scuola: SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

Dipartimento: DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E APPLICAZIONI R. CACCIOPPOLI

Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 23-24



DOUBLE MASTER'S DEGREE PROGRAMME in MATHEMATICAL ANALYSIS AND MODELLING between

**University of Augsburg, University of Naples Federico II, University of Rouen, University of
Sevilla, Tomsk State University.**

This Double Degree regards the following diplomas:

- - the Master's Degree of the University of Augsburg "Mathematical Analysis and Modelling",
- - the Master's Degree of the University of Napoli Federico II "Mathematical Engineering",
- - the Master's Degree of the University of Napoli Federico II "Mathematics",
- - the Master's Diploma of the University of Rouen "Mathématiques et applications", parcours "Mathematical Analysis and Modelling" (MAM),
- - the Master's Diploma of the University of Sevilla "Máster Universitario en Matemáticas" (University Master in Mathematics),
- - the Master's Diploma of the Tomsk State University "Mathematics", program "Mathematical Analysis and Modelling" (MAM).

The Agreement concerns the students of one of the partner universities enrolled in one the Master's programs listed above, who will follow the corresponding Master's program at one of the other universities.

The students, who will pass the examinations, will be awarded two Master's diplomas, one at the home university and the other at the host university.

Course of study

During the first year of the Master's program, students will study at their home university.

Students will carry on their studies according to the following schedule: the third or the third and fourth semesters will be studied at the host university.

The learning program at the host university during the mobility must be approved by the Steering Committee members of both home and host universities, and take into account the wishes of the student.

The language of instruction will be English as soon as necessary. It may be the local language if it is commonly understood by all students.

The partner universities undertake to inform and support the first-year Master, Bachelor and Engineering students about the conditions of the Double Degree Agreement in an appropriate way.

Examination and assessment

Students must comply with the training and examination procedures existing at the home and host university.

The following rules apply:

- A student should have obtained a minimum of 45 ECTS at the home university to be accepted at the host university.
- In order to obtain a double diploma, a student must obtain 120 ECTS, with a minimum of 60 ECTS obtained at the home university, and a minimum of 15 ECTS obtained at the host university (in addition to 30 ECTS of the master thesis).

Master's thesis

For the Master's thesis within the Double Master's Degree Programme, each student has two supervisors, one from the home university and the other one from the host university. The Master's thesis is written and is defended in English.

The Master's thesis defence takes place at the home or host university, after positive reports of two referees, one from the home and the other from the host university. The thesis defence is held according to the rules of the partner university where it takes place. The supervisor and, if requested, other members of the other university are invited to attend the defence, possibly by videoconference.



ALLEGATO 4

REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDI MATHEMATICAL ENGINEERING

CLASSE LM-44

Scuola: SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

Dipartimento: DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E APPLICAZIONI R. CACCIOPPOLI

Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 23-24

Double Degree Program

This Double Degree regards the following diplomas:

- - the Master's Degree of the University of Augsburg "Mathematical Analysis and Modelling",
- - the Master's Degree of the University of Napoli Federico II "Mathematical Engineering",
- - the Master's Degree of the University of Napoli Federico II "Mathematics",
- - the Master's Diploma of the University of Rouen "Mathématiques et applications", parcours "Mathematical Analysis and Modelling" (MAM),
- - the Master's Diploma of the University of Sevilla "Máster Universitario en Matemáticas" (Universitary Master in Mathematics),
- - the Master's Diploma of the Tomsk State University "Mathematics", program "Mathematical Analysis and Modelling" (MAM).

During the first year of the Master's program, students will study at their home university. Students will carry on their studies according to the following schedule: the third or the third and fourth semesters will be studied at the host university. The learning program at the host university during the mobility must be approved by the Steering Committee members of both home and host universities, and take into account the wishes of the student. Credits will be recognized identifying groups of exams that give the same skills, which does not necessarily involve the same knowledge.

University of Rouen Normandy, France

Content:

Semestre 1 (30 crédits)
UE 1 : Analyse fonctionnelle (7 crédits)
UE 2 : Probabilités (5 crédits)
UE 3 : Analyse des EDP (5 crédits)
UE 4 : Compléments d'analyse (5 crédits)
UE 5 : Anglais (2 crédits)
UE 6 : Préprofessionnalisation (1 crédit)
UE 7 : Analyse Numérique des EDP (5 crédits)
Semestre 2 (30 crédits)
UE 1 : Initiation à la recherche mathématique (4 crédits)
UE 2 : Modélisation par les ODE-Contrôle (7 crédits)
UE 3 : Modélisation par des EDP en Sciences (7 crédits)
UE 4 : Anglais – Obligatoire (2 crédits)
UE 5 : Calcul scientifique (5 crédits)
Modélisation par les probabilités (5 crédits)
Semestre 3 (30 crédits)
UE 1 : Cours communs
Outils informatiques, Documentation (3 crédits)
Cours de langue (3 crédits)
UE 2 : Cours de base Statistique asymptotique (6 crédits)
UE 3 : Options au choix (18 crédits)
3 options de 6 crédits à choisir parmi
Analyse des EDP A
Calcul scientifique A
Contrôle et optimisation A
Contrôle et optimisation B
Statistiques A
Semestre 4 (30 crédits)
UE 1 : Cours de langue (3 crédits)
UE 2 : Cours thématique (6 crédits)
Le cours thématique sera choisi par l'étudiant parmi les options offertes au niveau master dans le but de compléter sa formation et d'approfondir la thématique de son mémoire ou stage.
UE 3 : Mémoire recherche ou Stage en entreprise (21 crédits)

The University of Naples, Italy

Content:

I YEAR				
TEACHING	ECTS	Courses	ECTS/ Course	Typology
Institutions of Higher Analysis	12	1	12	Characterizing - advanced theoretical training
Institutions of Higher Mathematical Physics	9	1	9	Characterizing - modeling application training
Scientific Calculus	9	1	9	Characterizing - modeling application training
Optional in the table B1/1	12	2	6	Characterizing - advanced theoretical training
Optional in the table B1/2	18	3	6	Characterizing - modeling application training
TOTAL I YEAR	60			

II YEAR					
TEACHING	ECTS	Courses	ECTS/ course	Typology	
2 courses optional in the table B1/3	12	2	6	Affine or integrative	
Optional in the tables B1/1, B1/2 and B1/3	12			Optional	
Language and computer science	4			Other activities	
Thesis	32			Thesis	
TOTAL II YEAR	60				

TABLE B1/1
(Teachings characterizing advanced theoretical training)

TEACHINGS	ECTS	Courses	ECTS/course	Typology
Real Analysis	6	1	6	Characterizing
Calculus of Variations	6	1	6	Characterizing
Functional Analysis	6	1	6	Characterizing
Partial differential equations	6	1	6	Characterizing

TABLE B1/2
(Insegnamenti caratterizzanti formazione applicativa modellistica)

TEACHING	ECTS	Courses	ECTS/course	Typology
Stochastic processes	6	1	6	Characterizing
Stochastic models and statistical methods	6	1	6	Characterizing
Fluid Dynamics	6	1	6	Characterizing
Higher Mechanics	6	1	6	Characterizing
Continuum Mechanics	6	1	6	Characterizing
Evolutionary processes in Mathematical Physics	6	1	6	Characterizing

Numerical methods for Ordinary Differential Equations	6	1	6	Characterizing
Numerical methods for the data analysis	6	1	6	Characterizing
Numerical methods for the datamining	6	1	6	Characterizing
Risoluzione Numerica di Equazioni alle Derivate Parziali	6	1	6	Characterizing
Combinatorial Ottimization	6	1	6	Characterizing
Operational Research	6	1	6	Characterizing

TABLE B1/3
(Affine or supplemental training)

TEACHINGS	ECTS	Courses	ECTS/course	Typology
Modern Physics	6	1	6	Affine
Complements of Physics	6	1	6	Affine
Preparing Educational Experiences	6	1	6	Affine
Physics Didactics	8	1	8	Affine
Programming Laboratory 2	6	1	6	Affine
Parallel and Distributed Calculation	6	1	6	Affine
Elements of Mathematical Economics	6	1	6	Affine

Insegnamento o attività formativa	CFU	SSD	Tip.	Ambiti Disciplinari
Real and Functional Analysis	9	MAT/05	B	Mat., Fis., Inf.
Mathematical Physical Models	9	MAT/07	B	Mat., Fis., Inf.
Numerical Methods	9	MAT/08	B	Mat., Fis., Inf.
Thermodynamics and Transport Phenomena	9	ING-IND/22	B	Ingegneristico
Nonlinear Systems	6	ING-INF/04	B	Ingegneristico
A scelta nel Gruppo I	6		B	
A scelta nel Gruppo III	6		C	
Computational Fluid Dynamics	9	ING-IND/06	B	Ingegneristico
Electrodynamics	9	ING-IND/31	B	Ingegneristico
A scelta nel Gruppo II	6		B	Ingegneristico
A scelta nel Gruppo III	6		C	
A scelta autonoma dello studente	12		D	
Ulteriori conoscenze	3		F	
Prova finale	21		E	

CURRICULUM A

Gruppo	Insegnamento o attività formativa	CFU	SSD	Tip.
I	Geometric Structures and Topology	6	MAT/03	B
	Mathematical Methods for Engineering*	6	MAT/05	B

	Calculus of Variations*	6	MAT/05	B
	Discrete Mathematics	6	MAT/02	B
	Stochastic Processes	6	MAT/06	B
	Operational Research	6	MAT/09	B
	Algebraic Structures and Advanced Linear Algebra*	6	MAT/02	B
	Mathematics for Cryptography	6	INF/01	B
	Computational Complexity	6	INF/01	B
II	Optoelectronics	6	ING-INF/01	B
	Electromagnetic Fields	6	ING-INF/02	B
	Algorithms and Parallel Computing	6	ING-INF/05	B
	Information Theory	6	ING-INF/05	B
	Systems Identification	6	ING-INF/04	B
III	Signals Theory*	6	ING-INF/03	C
	Economic Theory*	6	SECS-S/06	C
	Statistical Quality Control	6	SECS-S/02	C
	Modern Physics*	6	FIS/01	C
	Solid State Physics	6	FIS/03	C

CURRICULUM B

Gruppo	Insegnamento o attività formativa	CFU	SSD	Tip. (*)
I	Geometric Structures and Topology	6	MAT/03	B
	Mathematical Methods for Engineering*	6	MAT/05	B
	Partial Differential Equations *	6	MAT/05	B
	Advanced Applied Engineering Mathematics*	6	MAT/07	B
	Differential Geometry	6	MAT/03	B
	Operational Research	6	MAT/09	B
II	Mechanical Vibrations	6	ING- IND/13	B
	Waves	6	ING- IND/06	B
	Heat Transfer	6	ING- IND/10	B
	Electromagnetic Fields	6	ING- INF/02	B
	Analysis and Control of Complex Systems	6	ING- INF/04	B
	Nonlinear Dynamics and Control		ING- INF/04	B
	Hydraulics		ICAR/01	B
	Theory of Elasticity		ICAR/08	B
III	Chemical Process Analysis and Simulation*	6	ING- IND/26	C
	Economic Theory*	6	SECS- S/06	C
	Statistical Quality Control	6	SECS- S/02	C
	Modern Physics*	6	FIS/01	C
	Solid State Physics	6	FIS/03	C

Tomsk State University, Russia

Content:

№	Title blocks, modules, courses, practices, research	The distribution of disciplines per semesters				
		Total Credits (ECTS)	1	2	3	4
Block 1. Disciplines		59				
Basic courses (General Science)		21				
B.1.1	Philosophy and methodology of scientific knowledge	3				3
B.1.2	History and methodology of mathematics	3		3		
B.1.3	Modern computer technologies	5	3	2		
B.1.4	Mathematical models	5		5		
B.1.5	Foreign language (English)	5			2	3
	Foreign language (Russian)					
	Foreign language (French)					
Options (Professional Courses)		25				
O.1.1	Additional chapters of mathematical analysis	5	5			
O.1.2	Stochastic Modelling	6	6			
O.1.3	Numerical methods	6		6		
O.1.4	Optimization methods	5		5		
O.1.5	Option 1	3			3	
Options (Elective Courses)		13				
O.1.6	Option 2	4	4			
O.1.7	Option 3	3			3	
O.1.8	Option 4	3			3	
O.1.9	Option 5	3				3
Block 2. Research and internship		55				
B.2.1	Research	49	12	9	19	9
B.2.2	Internship	6				6
Block 3. Thesis with defense		6				
B.3.1	Thesis with defense	6				6
Total		120	30	30	30	30

List of options

Option 1 (S3)	Industrial mathematics
	Modern methods of data mining
Option 2 (S1)	Functional analysis and its applications
	Qualitative analysis of ODE
Option 3 (S3)	Statistical analysis and forecasting of time series
	Multivariate statistical methods
Option 4 (S3)	Methods of spline functions
	Methods of solving ill-posed problems
Option 5 (S4)	Methods of parallel computing
	Organization and Software High

University of Seville, Spain

Content:

PRIMER CUATRIMESTRE		
Asignatura	Crédito ECTS	Carácter
Algorítmica	3	Optativo
Análisis Funcional	6	Optativo
Análisis Real y Armónico	6	Optativo
Ecuaciones en Derivadas Parciales y Aplicaciones	6	Optativo
Geometría Algebraica	6	Optativo
Geometría SemiRiemanniana	6	Optativo
Lógica Computacional y Teoría de Modelos	6	Optativo
Minería Estadística de datos	6	Optativo
Modelado y Predicción estadística	6	Optativo
Optimización	6	Optativo
Procesos Estocásticos. Aplicaciones	6	Optativo
Sistemas Dinámicos	6	Optativo
Teoría de Grafos y Geometría Computacional	6	Optativo
Teoría de la Complejidad Computacional	3	Optativo
Topología Algebraica	6	Optativo
SEGUNDO CUATRIMESTRE		
Asignatura	Créditos	Carácter
Álgebras no Asociativas y Teoría de Representaciones	6	Optativo
Análisis Numérico de Ecuaciones Diferenciales	6	Optativo
Criptografía	6	Optativo
Fractales y Proceso Iterativos	3	Optativo
Modelos Matemáticos en Logística y Transporte	6	Optativo
Modelado y Simulación Numérica	3	Optativo
Modelado y Simulación Topológica	3	Optativo
Teoría de Juegos	3	Optativo
Variable Compleja y Operadores	6	Optativo
Trabajo Fin de Máster (Módulo III)	9	Obligatorio

PRIMER/SEGUNDO CUATRIMESTRE (MÓDULO II)	
Introducción al Trabajo Fin de Máster	9
Prácticas Externas Optativas	9

University of Augsburg, Germany

Content:

Semester 1
Preparatory module: Supplements on Analysis (6 credits)
Preparatory module: Functional Analysis/Partial Differential Equations (6 credits)
Calculus of Variations (9 credits)
Stochastic Differential Equations(9 credits)
Semester 2
Preparatory module: Supplements on Numerics (6 credits)
Nonlinear Partial Differential Equations (9 credits)
Softskill module (9 credits)
Seminar on Analysis (6 credits)
Semester 3
Software project (6 credits)
Control theory (9 credits)
Mathematical Modelling (9 credits)
Advanced Seminar on Analysis (6 credits)
Semester 4
Master thesis incl. presentation (30 credits)

GRADING CONVERSION CHART

	FAIL	PASS	SATISFACTORY	GOOD	VERY GOOD	EXCELLENT
FRANCE	0-9,99	10-11,99	12-13,99	14-15,99	16-17,99	18-20
GERMANY	4,01-5	3,51-4	2,51-3,50	1,51-2,50	1,50-1	
ITALY (regular courses)	0-17	18-21	22-25	26-27	28-29	30
ITALY (Master's thesis)	0	1-2	3-4	5-6	7-8	9
RUSSIA	Failed	Satisfactory		Good		Excellent
SPAIN	0-4,9	5-6,9		7-8,9	9-10	