

# Corso di Laurea in **SCIENZE E TECNOLOGIE PER I MEDIA (DM 270)**

## Corso di Laurea Triennale a numero programmato locale

Dedicarsi alle scienze ed alle tecnologie per i media significa saper sviluppare strumenti matematici, fisici ed informatici destinati alla comunicazione e all'intrattenimento, e utilizzarli in maniera creativa per questi fini. Ovvero saper mettere la scienza e la tecnologia al servizio della comunicazione di massa e della comunicazione multimediale.

Oggi tutti hanno a che fare con i mezzi di comunicazione: dal cinema - dove gli effetti speciali ci proiettano all'interno di mondi virtuali - alle pagine web; dai lettori MP3 - con cui ascoltiamo musica per giornate intere o con cui scarichiamo le trasmissioni radiofoniche preferite - ai canali televisivi digitali. Ma non si tratta solo di intrattenimento: le tecnologie si trovano in tutti i settori della nostra vita ed offrono ogni giorno delle possibilità nuove. Ad esempio oggi è possibile lavorare mentre si viaggia e acquistare, vendere, fare progetti, mandare una lettera in qualsiasi momento della giornata. Così come è possibile inviare foto e video da un treno o guardare un videoclip originale in cui musica e suoni sono combinati in maniera sorprendente, oppure giocare con videogiochi in cui la realtà virtuale è sempre più vicina al mondo reale. Per rendere possibile tutto questo occorrono appropriate interfacce software e hardware, suoni, rumori e musica con cui costruire le colonne sonore, grafica prospettica tridimensionale e rendering fotorealistico. Questi sono alcuni degli elementi di base delle scienze e delle tecnologie per i media, in sintesi scienza e tecnologia applicate alla creatività.

I nostri laureati in "Scienze e Tecnologie per i media" sono capaci di maneggiare la creatività della comunicazione multimediale combinandola con il rigore scientifico. Per questo la loro formazione in un corso di laurea come quello della Facoltà di Scienze dell'università di Roma "Tor Vergata" combina l'acquisizione di competenze artistiche e comunicative con quelle tecniche e scientifiche. Il Corso fornisce gli strumenti matematici, fisici ed informatici per gestire con creatività l'elaborazione digitale delle immagini, il compositing di filmati, l'elaborazione di suoni, rumori e musica, la generazione di documenti ipermediali e la loro catalogazione. I nostri laureati diventano così necessari dovunque si debbano maneggiare e sviluppare le tecnologie per l'informazione e la comunicazione, compresi gli ambiti in cui si creano i nuovi servizi per i cittadini: si pensi all'espansione della televisione digitale terrestre o alla semplificazione per l'accesso ai siti istituzionali. Dalla pubblica amministrazione, ai settori della produzione industriale, artistica e culturale, dal cinema agli enti di ricerca, dalla finanza alla pubblicità, gli esperti in scienze e tecnologie per i media possono trovare il loro ambito di competenza: *l'ambito della comunicazione globale*.

Oggi lo sbocco principale per i laureati in Scienze e Tecnologie per i Media sono le aziende che si occupano di cinematografia e video digitali, di rendering tridimensionale ed effetti speciali cinematografici, di modellazione ed animazione 3D, di elaborazione di fotografie e di immagini digitali, di comunicazione via Web, di comunicazione pubblicitaria, di produzione e postproduzione audio, di colonne sonore, di gestione di interfacce uomo-macchina, ma esistono moltissime altre possibilità in un mercato in continua espansione che deve rispondere alla crescente richiesta di integrazione tra "creatività" e tecnologia.

Questo Corso di Laurea è l'unico corso di laurea triennale che si indirizza alla formazione su base scientifica (anzitutto matematica, ma anche informatica e fisica) di esperti negli aspetti creativi e tecnici della comunicazione globale.

Gli studenti che scelgono di proseguire negli studi possono iscriversi a un corso di laurea magistrale orientato verso la Computer Graphics ed i videogiochi, oppure verso la Domotica, o ad uno dei master nei settori della comunicazione multimediale e delle interfacce, o della cinematografia digitale in animazione tridimensionale e videogiochi. In questo modo possono perfezionare la loro preparazione tecnica e specializzarsi in settori particolari delle scienze e tecnologie per i media e la comunicazione. Per favorire l'ingresso dei laureati nel mondo del lavoro, il corso di laurea in Scienze e Tecnologie per i Media (peraltro il primo di questo genere ad essere istituito in Italia, e tuttora l'unico a base scientifica) prevede dei periodi di stage nelle aziende che operano nei principali settori della comunicazione e della multimedialità. Ma anche prima della fine dei corsi, e quindi prima del periodo di stage, gli studenti frequentano i numerosi laboratori didattici dell'università, dove imparano diversi aspetti delle più recenti tecnologie multimediali tra

cui trattamento digitale delle immagini, produzione di fotografie digitali artistiche e tecniche di tutti i formati, montaggio video non lineare e compositing, basi della pubblicazione on line, progettazione di realtà virtuali, modellazione e visualizzazione 3D, 3D per lo web, produzione cinematografica con animazione ed effetti speciali, musica elettronica, sound design e composizione multimediale; interfacce e sistemi multimodali. I corsi base di matematica, fisica e informatica sono tenuti prevalentemente dai docenti della facoltà; altri corsi invece possono essere affidati a professionisti esterni di grande competenza, in particolare per ciò che riguarda aspetti tecnici, creativi e comunicativi.

Nel corso dei tre anni lo studente può scegliere il suo percorso formativo fra tre piani di studio previsti dal consiglio di corso di laurea:

1. Computer graphics
2. Comunicazione via Web.
3. Scienza del Suono.

Questi piani di studio sostituiscono, dall'anno accademico 2018-19, i precedenti, che erano quattro;

4. Computer graphics, fotografia e cinematografia digitale
5. Comunicazione via Web.
6. Interfacce uomo – macchina
7. Scienza del Suono.

Il profilo professionale del primo piano di studi riguarda la capacità scientifica, tecnica e professionale di gestire tutti gli aspetti della produzione di video e fotografia, ed anche modellazione 3D, animazione, effetti speciali, rendering 3D anche fotorealistico, produzione di software di rendering e shading e realtà virtuale, ed avviamento (per quanto possibile nell'arco dei tre anni, oppure tramite ulteriori stages esterni) al moderno campo della realtà aumentata, attualmente il pieno sviluppo.

Il secondo piano di studi conduce a profili che prevedono capacità scientifica, tecnica e professionale di gestire siti Web e filmati anche a scopo pubblicitario, nonché ambienti di comunicazione su Internet, ed ogni forma di pubblicità multimediale.

Il terzo piano di studi approda a profili che prevedono capacità scientifica, tecnica e professionale di gestire interfacce uomo-macchina, in particolare quelle di applicativi per computer e per smartphone, interazione con sensori e (nel caso di disponibilità di tempo e di risorse) anche domotica, oppure interfacce di social network.

Il quarto piano di studi produce profili di gestione e produzione di registrazione audio, colonne sonore, filtraggio di segnali, acustica ambientale, applicativi di analisi e modifica dell'acustica di ambienti anche ridotti, come l'interno della coclea.

Questo Corso di Laurea garantisce offerte formative particolari: accesso a laboratori avanzati ed a stages aziendali per tutti gli studenti capaci. Pertanto il numero massimo di immatricolazioni è subordinato ad un **numero programmato locale**, deciso in base alla disponibilità di queste offerte formative. Per il prossimo anno, il numero programmato è 30 posti. Viene emanato un bando di concorso sulla pagina Web di Ateneo. Gli studenti interessati debbono iscriversi entro il 30/07/2016 al sito <http://delphi.uniroma2.it> immettendo il proprio curriculum ed eventuale documentazione (copia del diploma di maturità o attestato equivalente). In seguito affrontano un quiz, che serve anche a valutare la propria preparazione in matematica (un test nazionale simile è comunque obbligatorio per legge anche per chi non vuole iscriversi a questo specifico Corso di Studi). Il test si tiene il 9 settembre 2016 alle ore 10:30 nei locali dell'edificio della Macroarea di Scienze, (i candidati potranno prendere visione dell'aula dove si svolgerà la prova consultando nei giorni immediatamente precedenti la prova il sito della Macroarea <http://www.scienze.uniroma2.it>), ed è gestito dal CISIA, e consiste delle prime 20 domande ("Matematica di base") del test offerto per l'accesso ai corsi di laurea in Biologia:

<http://www.cisiaonline.it/area-tematica-scienze/il-test-4/prova-di-ammissione/>

Un esempio del test di ammissione si trova a

[http://www.cisiaonline.it/mamawp/wp-content/uploads/2014/09/TEST\\_SELEZIONE\\_SCIENZE\\_2014\\_BQ.pdf](http://www.cisiaonline.it/mamawp/wp-content/uploads/2014/09/TEST_SELEZIONE_SCIENZE_2014_BQ.pdf)

(come già detto, gli studenti interessati all'iscrizione al Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie per i Media debbono solo affrontare la parte di Matematica di base, ossia le prime 20 domande). La partecipazione a questo test è obbligatoria per la selezione degli immatricolati, e prevede il versamento all'Ateneo di una piccola tassa di partecipazione, ma esenta dalla partecipazione al test nazionale e dalla relativa tassa. In base al curriculum ed all'esito del test viene stabilita una graduatoria.

I primi tre studenti nella graduatoria del test ricevono una borsa di incentivazione offerte dal ministero della ricerca e dell'università tramite la Macroarea di Scienze (pur di aver conseguito almeno 6 CFU nella sessione di febbraio 2017). Per informazioni più dettagliate si consulti il Regolamento Didattico al sito:

<http://www.scienzamedia.uniroma2.it>

Ordinamento degli Studi a partire dall'a.a. 2018-19  
Laurea Triennale "Scienze e Tecnologie per i Media"

<b>Piano di studi: Computer graphics, fotografia e cinematografia digitale</b>		
Attività formativa	SSD	CFU
Analisi Matematica 1	MAT/05	9
Analisi Matematica 2	MAT/05	8
Geometria	MAT/03	13
Calcolo delle Probabilità e Statistica	MAT/06	8
Complementi di Geometria (Geometria per la Computer Vision)	MAT/03	8
Fisica Generale 1	FIS/01	6
Fisica Generale 2	FIS/01	6
Programmazione in Java e Gestione della Grafica	INF/01	8
Trattamento Digitale Delle Immagini	INF/01	8
Analisi Numerica 1	MAT/08	8
Analisi Numerica 2	MAT/06	8
Metodi Matematici in Computer Graphics	MAT/08	8
Metodi Matematici per la Modellazione Geometrica (Metodi di Ottimizzazione per la Modellazione Geometrica)	INF/01	8
Cinematografia Digitale	INF/01	8
Laboratorio di Programmazione Strutturata	INF/01	10
Programmazione ad Oggetti e Grafica	INF/01	8
Fotografia Digitale	INF/01	8
Disegno e Modellazione 3D	ICAR/17	8
Teoria e tecnica della comunicazione di massa	SPS/08	8
Comunicazione in Lingua Italiana	L-LIN/02	1
Diritto	Jius/01	3
Lingua inglese	L-LIN/02	3
A libera scelta		12
Stage		1
Prova finale		4
		180

<b>Piano di studi: Comunicazione via Web</b>		
Attività formativa	SSD	CFU
Analisi matematica 1	MAT/05	9
Calcolo delle Probabilità	MAT/05	8
Geometria	MAT/03	13
Fisica Generale 1	FIS/01	6
Fisica Generale 2	FIS/01	6
Programmazione in Java e gestione gestione della Grafica	INF/01	8
Lab Prog. Strutturata	INF/01	10
Complementi di Geometria (Geometria della Computer Vision)	MAT/05	8
Analisi Matematica 2	MAT/05	8
Analisi numerica 1	MAT/08	8
Analisi numerica 2	MAT/08	8
Trattamento digitale delle Immagini	MAT/08	8

Sistemi operativi e reti	INF/01	8
Interfacce e sistemi multimodali	INF/01	8
Cinematografia Digitale	INF/01	8
Disegno e modellazione 3D	ICAR/17	8
Strutture dati per il web	INF/01	8
Basi di dati e sistemi web based	INF/01	8
Teoria e tecnica della comunicazione di massa	SPS/08	8
Comunicazione in Lingua italiana	L-LIN/02	1
Diritto	Jius/01	3
Lingua inglese	L-LIN/02	3
Libera scelta		12
Stage		1
Prova finale		4
		180

<b>Piano di studi: Scienza del Suono</b>		
Attività formativa	SSD	CFU
Analisi matematica 1	MAT/05	9
Calcolo delle Probabilità	MAT/05	8
Geometria	MAT/03	13
Fisica Generale 1	FIS/01	6
Fisica Generale 2	FIS/01	6
Programmazione in Java e gestione gestione della Grafica	INF/01	8
Lab Prog. Strutturata	INF/01	10
Analisi Matematica 2	MAT/05	8
Analisi Matematica 3 (Serie e Integrale di Fourier)	MAT/05	8
Analisi numerica 1	MAT/08	8
Analisi numerica 2	MAT/08	8
Teoria e tecnica della comunicazione di massa	SPS/06	8
Laboratorio di fisica 2	FIS/01	8
Cinematografia digitale	INF/01	8
Laboratorio 3	FIS/01	8
Acustica	FIS/01	8
Musica 1	L-ART/07	8
Musica Elettronica	L-ART/07	8
Sistemi operativi e reti	INF/01	8
Lingua inglese	L-LIN/02	3
Diritto	SPS/08	3
Comunicazione in Lingua italiana	L-LIN/02	1
Libera scelta		12
Stage		1
Prova finale		4
		180

Ordinamento gli Studi per studenti immatricolati fino all'a.a. 2017-18:

<b>Piano di studi: Computer graphics, fotografia e cinematografia digitale</b>		
Attività formativa	SSD	CFU
Analisi matematica 1	MAT/05	8
Analisi matematica 2	MAT/05	9
Geometria	MAT/03	13
Fisica Generale 1	FIS/01	6
Fisica Generale 2	FIS/01	6
Programmazione in Java e gestione gestione della Grafica	INF/01	10
Trattamento digitale immagini	INF/01	8
Analisi matematica 3	MAT/05	8
Analisi di Fourier	MAT/05	8
Analisi numerica 2	MAT/08	8
Analisi numerica 1	MAT/06	8
Metodi matematici in computer graphics	MAT/08	8
Cinematografia Digitale	INF/01	8
Lab Prog. Strutturata	INF/01	8
Programmazione ad oggetti e grafica	INF/01	8
<i>Fotografia Digitale</i>	INF/01	8
<i>Fotografia a medio e grande formato</i>	INF/01	8
Disegno e modellazione 3D	ICAR/17	8
Teoria e tecnica della comunicazione di massa	SPS/08	8
Comunicazione in Lingua italiana	L-LIN/02	1
Diritto	Jus/01	3
Lingua inglese	L-LIN/02	3
Libera scelta		12
Stage		1
Prova finale		4

180

<b>Piano di studi: Comunicazione via Web</b>		
Attività formativa	SSD	CFU
Analisi matematica 1	MAT/05	8
Analisi matematica 2	MAT/05	9
Geometria	MAT/03	13
Fisica Generale 1	FIS/01	6
Fisica Generale 2	FIS/01	6
Programmazione in Java e gestione gestione della Grafica	INF/01	10
Trattamento digitale immagini	INF/01	8
Analisi matematica 3	MAT/05	8
Analisi di Fourier	MAT/05	8
Analisi numerica 1	MAT/08	8
Analisi numerica 2	MAT/08	8
Calcolo delle Probabilità e Statistica	MAT/06	8
Sistemi operativi e reti	INF/01	8
Interfacce e sistemi multimodali	INF/01	8
Cinematografia Digitale	INF/01	8

Disegno e modellazione 3D	ICAR/17	8
Strutture dati per il web	INF/01	8
Basi di dati e sistemi web based	INF/01	8
Teoria e tecnica della comunicazione di massa	SPS/08	8
Comunicazione in Lingua italiana	L-LIN/02	1
Diritto	Jus/01	3
Lingua inglese	L-LIN/02	3
Libera scelta		12
Stage		1
Prova finale		4

180

<b>Piano di studi: Interfacce Uomo macchina</b>		
Attività formativa	SSD	CFU
Analisi matematica 1	MAT/05	8
Analisi matematica 2	MAT/05	9
Geometria	MAT/03	13
Fisica Generale 1	FIS/01	6
Fisica Generale 2	FIS/01	6
Programmazione in Java e gestione gestione della Grafica	INF/01	10
Lab Prog. Strutturata	INF/01	8
Analisi matematica 3	MAT/05	8
Analisi di Fourier	MAT/05	8
Analisi numerica 2	MAT/08	8
Analisi numerica 1	MAT/08	8
Calcolo delle Probabilità e Statistica	MAT/06	8
Sistemi operativi e reti	INF/01	8
Interfacce e sistemi multimodali	INF/01	8
Laboratorio di fisica 2	FIS/01	8
Disegno e modellazione 3D	ICAR/17	8
Strutture dati per il web	INF/01	8
Laboratorio 3	FIS/01	8
Basi di dati e sistemi web based	INF/01	8
Comunicazione in Lingua italiana	L-LIN/02	1
Diritto	SPS/08	3
Lingua inglese	L-LIN/02	3
Libera scelta		12
Stage		1
Prova finale		4

180

<b>Piano di studi: Scienza del Suono</b>		
Attività formativa	SSD	CFU
Analisi matematica 1	MAT/05	8
Analisi matematica 2	MAT/05	9
Geometria	MAT/03	13
Fisica Generale mod.1	FIS/01	6
Fisica Generale mod. 2	FIS/01	6
Lab Prog. Strutturata	INF/01	8

Programmazione in Java e gestione gestione della Grafica	INF/01	10
Analisi matematica 3	MAT/05	8
Analisi di Fourier	MAT/05	8
Analisi numerica 1	MAT/08	8
Analisi numerica 2	MAT/08	8
Calcolo delle Probabilità e Statistica	MAT/06	8
Laboratorio di fisica 2	FIS/01	8
Cinematografia digitale	INF/01	8
Laboratorio 3	FIS/01	8
Acustica (Acustica 1 mod. +Elab suono A.A. 2010/11)	FIS/01	8
Musica 1	L-ART/07	8
Musica Elettronica (Tecnologie circuitali per il suono)	L-ART/07	8
Sistemi operativi e reti	INF/01	8
Lingua inglese	L-LIN/02	3
Diritto	SPS/08	3
Comunicazione in Lingua italiana	L-LIN/02	1
Libera scelta		12
Stage		1
Prova finale		4
		180

*Si può scegliere, fra i corsi a libera scelta, qualsiasi insegnamento.*

Laboratorio di matematica	4	I anno
Ritocco digitale di ritratti fotografici	3	I anno
Comunicazione sonora multimediale	3	III anno
Colonne sonore digitali e restauro audio digitale	3	III anno
Sviluppo e produzione di video digitali	3	III anno
Produz.cinem.con animazione ed eff.speciali	3	III anno
Comunicazione pubblicitaria multimediale	3	III anno
Statistica	8	III anno
Codifica e compress. di segn. e immagini	8	III anno

### **Indicazioni generali**

Lo studente segue quelli fra i corsi qui elencati che appartengono all'indirizzo prescelto. La durata di un corso è proporzionale al numero dei suoi crediti. Ogni credito corrisponde a circa 25 ore di attività dello studente delle quali 8 ore in classe o 12 ore in laboratorio ed il resto di studio individuale (incluse nel totale le ore di esercitazione e di test). Tipicamente, un corso di 6 crediti dura circa quattro mesi. Per informazioni specifiche sugli esami di indirizzo, visita il sito:

<http://www.scienzamedia.uniroma2.it>

#### Iscrizione agli anni successivi

Per iscriversi al secondo anno di corso lo studente deve aver conseguito almeno 20 crediti nel primo anno. Per iscriversi al terzo anno di corso lo studente deve avere acquisito complessivamente almeno altri 60 crediti. Lo studente che non abbia conseguito i crediti minimi per l'iscrizione all'anno di corso successivo, dovrà iscriversi allo stesso anno come ripetente, conservando i crediti acquisiti.

#### Stage e prova finale

La prova finale consiste nella discussione di una tesina basata su pubblicazioni inerenti ai settori disciplinari in oggetto

e reperibili a stampa od online, oppure di una relazione (tesi) basata sull'attività di sviluppo svolta in uno stage presso strutture imprenditoriali o enti pubblici o interna alla facoltà.

#### Debiti formativi

Nel periodo iniziale del primo anno di corso vengono verificate le conoscenze di base della matematica e della lingua italiana. Al momento il Corso di Laurea è a numero programmato locale, e le conoscenze di matematica sono accertate nel test di ingresso.

Agli studenti che entrano in graduatoria ma non ottengono un punteggio sufficiente al test di ingresso viene consigliato un apposito insegnamento chiamato Laboratorio di Matematica.

Il secondo tipo di verifica accerta che gli studenti posseggano sufficienti competenze lessicali, grammaticali e sintattiche per una perfetta capacità di comunicare in lingua italiana. Queste competenze sono accertate nel corso del primo semestre di studi. Gli studenti che non superano il test di accertamento sono tenuti a frequentare il corso di "Lingua Italiana", con obbligo di frequenza del 70%, che non produce credito ma solo il recupero del debito formativo. Alla fine del ciclo di lezioni gli studenti dovranno sostenere di nuovo il test di verifica delle conoscenze acquisite. Il mancato superamento del debito formativo di lingua italiana permette l'accesso agli esami di profitto, ma non all'esame di laurea.

Il mancato superamento di tutti gli esami del primo anno non consente l'accesso a nessuno di quelli del terzo anno.

#### Numero di esami

Il numero massimo di esami di profitto con verbalizzazione con voto è 20. Si eccettuano gli esami a libera scelta degli studenti, quelli con giudizio di idoneità senza voto, gli esami di accertamento preliminare del debito formativo e tutti i test intermedi dei vari moduli didattici. Un esame verbalizzato con voto normalmente raggruppa diversi moduli didattici,

#### Obbligo di frequenza

La frequenza a ciascun insegnamento può essere richiesta (e verificata) a giudizio del docente, per almeno il 70% delle lezioni ed esercitazioni. Deroghe possono essere concesse agli studenti iscritti a tempo parziale, o eccezionalmente per particolari e documentati motivi.

#### Propedeuticità:

##### *Modulo didattico*

Acustica  
Analisi matematica 2  
Analisi matematica 3  
Analisi di Fourier  
Analisi numerica 1 e 2  
Calcolo delle Probabilità e Statistica  
Laboratorio di Fisica 2  
Laboratorio 3  
Metodi matematici in Computer Graphics  
Basi di Dati e Conoscenza  
Musica elettronica  
Disegno e modellazione 3D  
Programmazione a oggetti e grafica  
  
Fotografia digitale  
Fotografia di medio e grande formato

##### *Propedeuticità necessarie*

Fisica Generale 1 e 2  
Analisi matematica 1  
Analisi matematica 2, Geometria  
Analisi Matematica 3, Geometria  
Analisi Matematica 2, Geometria  
Analisi Matematica 1  
Fisica Generale 1 e 2  
Laboratorio di Fisica 2  
Analisi di Fourier  
Programmazione Web  
Musica 1, Acustica, Analisi di Fourier  
Geometria  
Programmazione in Java e gestione della grafica, Laboratorio di programmazione strutturata, Metodi matematici in computer graphics  
Trattamento digitale delle immagini  
Fotografia digitale

**Inoltre, ogni esame del primo anno è propedeutico a tutti gli esami del terzo anno. In altre parole, gli studenti non sono ammessi agli esami del terzo anno se non hanno superato tutti quelli del primo. Nel caso di valutazione insufficiente al test di orientamento iniziale, ci sono ulteriori restrizioni (si veda l'Introduzione).**

Per maggiori dettagli consultare il Regolamento Didattico al sito:

<http://www.scienzamedia.uniroma2.it>,



# Programmi dei corsi

Per i corsi ancora non assegnati sono citati i docenti dell'anno precedente

**Acustica** **8 CFU**  
**Docenti: Prof. Giuseppe Pucacco**

## 1. Parte Istituzionale

Onde in mezzi elastici, fluidi e solidi. Equazione delle onde, velocità del suono. Intensità e livelli sonori. Richiami di analisi armonica, distribuzione spettrale. Emissione, propagazione e ricezione del suono in aria. Riflessione, assorbimento e diffusione del suono. Interferenza e diffrazione. Onde stazionarie. Campi sonori in ambienti confinati: campo vicino e campo riverberato. Trasmissione del suono e delle vibrazioni. Sistemi lineari. Equivalenza elettrico-meccanico-acustica. Funzioni di trasferimento. Risposta in frequenza e nel tempo. Reti, filtri e trasduttori lineari. Orecchio umano e introduzione alla psicoacustica. Microfoni, altoparlanti, registrazione e riproduzione del suono. Formati audio digitali, compressione audio. Strumenti musicali, sale da concerto, teatri d'opera.

## 2. Parte Sperimentale

Richiami di elettroacustica ed elettronica analogica, reti lineari equivalenti. Simulazione al computer di sistemi elettroacustici. Misure elettriche ed acustiche, risposta in frequenza e nel tempo misure di distorsione. Sistemi di altoparlanti: criteri di progetto e analisi. Misure su altoparlanti: tecniche MLS e sinusoidali, verifiche di progetto. Microfoni e tecniche di registrazione. Acustica architettonica (Auditorium, sale da concerto, studi e control room, sale d'ascolto). Misure in ambiente (Riverbero, fonoassorbimento, onde stazionarie, diffusione). Criteri soggettivi e oggettivi della valutazione di un ambiente d'ascolto e della riproduzione dei suoni. Rumore e inquinamento acustico, misura del livello equivalente e degli indicatori statistici, controllo del rumore e fonoisolamento.

**Obiettivi formativi:** completa e profonda comprensione degli argomenti del corso, con la capacità di svolgere progetti ad essi inerenti e di applicarli ai corsi correlati.

**Modalità d'esame:** vengono verificate le conoscenze pregresse degli studenti, vengono somministrati due test intermedi. Tipicamente l'esame finale avviene attraverso una prova scritta obbligatoria sulla parte istituzionale, tesina su argomento concordato col docente sulla parte sperimentale, eventuale prova orale.

## 1. Foundations

Waves in elastic fluids and solid bodies. Wave equation and velocity of sound. Intensity and sound levels. Review of harmonic analysis - spectral distributions. Emission, propagation and detection of sound. Reflection, absorption and scattering of sound. Interference and diffraction - Standing waves. Sound fields in closed environments: near field and far (diffused) field. Transmission of sound and vibrations. Linear systems - Electrical-Mechanical-Acoustic equivalence. Transfer function - Frequency and time response.

Networks, filters and linear transducers. The Ear and the psychoacoustics. Microphones, loudspeakers, recording and reproduction of sound. Digital audio formats, audio compression. Musical instruments and concert halls.

## 2. Applications

Review of analogic electronic and electro-acoustic, equivalent linear. Networks. Computer simulation of electro-acoustical systems. Electrical and acoustical measurements, frequency and time response, distortion. Loudspeaker systems: design criteria and analysis. Measures on loudspeakers: MLS and sinusoidal techniques, design tests. Microphones and recording techniques. Acoustics of rooms and concert halls. Measurement of reverberation and standing waves of rooms. Objective and subjective criteria of evaluation of a listening room. Noise and sound pollution.

**Teaching goals:** full and deep understanding of the course's topics, with the ability of developing related practical projects and to apply this knowledge to related courses.

**Exam procedure:** checks the students' prior knowledge, two tests are administered intermediates. Typically, the final exam is based upon a written test on the institutional, term paper on a topic agreed with the teacher on the experimental part, possible oral examination.

**Analisi Matematica 1** **9 CFU**  
**Docente: Prof. Roberto Peirone**

*La frequenza alle lezioni è fortemente raccomandata*

Numeri naturali, interi e razionali, numeri reali: proprietà e costruzione a partire dai numeri naturali. Estremo superiore

ed estremo inferiore. Numeri complessi. Concetto di funzione. Funzioni monotone. Funzioni invertibili. Funzione inversa. Logaritmo. Insiemi aperti e chiusi e loro proprietà. Definizione di successione. Successioni monotone. Limiti di funzioni di successioni. Massimo e minimo limite. Insiemi compatti. Numero "e". Infiniti e infinitesimi: simboli  $O$  e loro proprietà. Limiti notevoli. Funzioni continue. Punti di discontinuità. Asintoti verticali, orizzontali ed obliqui. Serie numeriche e loro convergenza. Criterio di Cauchy.

Continuità della funzione composta e della funzione inversa. Proprietà delle funzioni continue ed invertibili sugli intervalli e sui compatti. Teorema di esistenza degli zeri. Metodo di bisezione e teorema di Weierstrass sui massimi e minimi delle funzioni continue sui compatti. Derivata di una funzione. Derivata della funzione composta e della funzione inversa. Teoremi di Rolle, Lagrange, Cauchy, Hospital. Studio del grafico di funzioni reali di variabile reale; funzioni convesse;

Formula di Taylor e sue applicazioni.

Funzioni primitive; integrali indefiniti, finiti e impropri; teorema fondamentale del calcolo; integrali per sostituzione e per parti; calcolo di aree; criteri di integrabilità; criterio di confronto fra serie ed integrali impropri.

**Obiettivi formativi:** completa e profonda comprensione degli argomenti del corso, con la capacità sia di risolvere problemi, sia di presentare enunciati e dimostrazioni di tutti i risultati in maniera corretta e comprendendo perché le ipotesi sono necessarie. Lo studente deve acquisire una assimilazione matura dei contenuti ed essere in grado di applicarli ai corsi correlati.

**Modalità d'esame:** all'inizio del corso vengono verificate le conoscenze pregresse degli studenti; vengono somministrati 3 test intermedi, sia a scopo di orientamento sia di accertamento del profitto. Tipicamente l'esame finale avviene attraverso una prova scritta ed una orale.

**Libro di testo;** Bertsch, Dal Passo, Giacomelli, "Analisi Matematica", McGraw Hill Italia

Natural numbers, integers, rational and real numbers: properties and construction starting with natural numbers: least upper bound and greater lower bound. Complex numbers. Functions. Monotonic functions. Invertible functions and their inverse. Exponential and logarithm. Open and closed sets and their properties. Sequences. Limits of functions and of sequences. Upper and lower limit. Compact sets. The number  $e$ . The  $o$  and  $O$  symbols and their properties. Examples of limits.

Continuous functions. Classification of discontinuities. Vertical, horizontal and oblique asymptots. Continuity of composition and of inverse. Properties of continuous invertible functions defined on intervals or on compact sets. Existence of zeroes of continuous functions. The bisection method and Weierstrass theorem for extreme points of continuous functions on compacta.

The derivative. Derivative of composite and inverse functions. Theorems of Rolle, Lagrange, Cauchy and Hospital. Analysis of the graph of a function. Convex functions. Taylor expansion (polynomials and series).

The antiderivative. Indefinite integrals, proper and improper. The fundamental theorem of calculus. Integration by parts. Integration by substitution. Computing areas.

**Teaching goals:** full and complete understanding of the course's topics. The students must be able to solve problems and to present all statements and proofs in full detail, and have a clear understanding of why the assumptions are needed. This understanding must be acquired in depth, with the capability of applying the contents to the contents of related courses.

**Exam procedure:** The students' prerequisites are tested at the beginning of the course. During the course the students take 3 intermediate tests, both for the purpose of bringing to evidence the parts of the syllabus that they don't understand in full and for evaluation. Typically, the final exam is based upon a written test and a colloquium.

**Textbook;** Bertsch, Dal Passo, Giacomelli, "Analisi Matematica", McGraw Hill Italia

## **Analisi Matematica 2**                      **8 CFU**

**Docente: Prof. Paolo Roselli**

### ***La frequenza alle lezioni è fortemente raccomandata***

Serie a termini positivi: criterio del confronto, del rapporto, della radice e delle somme diadiche. Serie a segni alterni e criterio di Leibniz. Convergenza assoluta e convergenza semplice. Riordinamento e teorema di Riemann. Serie di potenze; serie di Taylor.

Serie di funzioni; convergenza puntuale, uniforme e convergenza totale delle serie di funzioni.

Funzioni reali di più variabili: definizioni fondamentali di topologia in  $\mathbb{R}^2$ ; limiti e continuità in più variabili; derivate parziali e differenziale; derivazione delle funzioni composte (regola della catena); derivate successive; massimi e minimi liberi; studio della natura dei punti critici. Funzioni di più variabili a valori vettoriali: trasformazioni di coordinate; coordinate polari nel piano e coordinate sferiche nello spazio.

**Inoltre, per i piani di studio in Computer Graphics e Comunicazione via Web:** Calcolo integrale per funzioni di più variabili: integrazione multipla in  $\mathbb{R}^2$  e  $\mathbb{R}^3$ ; calcolo di integrali doppi o tripli mediante formule di riduzione;

integrazione in coordinate polari e in coordinate sferiche. Cambio di variabili in un integrale multiplo e jacobiano. Parametrizzazione di superficie regolari; integrali di superficie.

**Per il piano di studio in Scienza del Suono:** Introduzione all'integrale di Lebesgue, enunciati ed applicazioni dei suoi teoremi di convergenza. Lo spazio  $L^2$ . Prodotto scalare ed ortogonalità in  $L^2$ . Sistemi ortonormali e loro completezza.

*Tempo permettendo:* Curve e loro parametrizzazione: arco di curva continua e regolare; lunghezza di un arco di curva, parametro arco. Integrali curvilinei; lavoro di un campo di forze. Visualizzazione di argomenti tipici del Calcolo tramite Matlab. *Si noti che questi argomenti supplementari devono essere tralasciati se altrimenti la velocità di erogazione del corso risulta troppo rapida per un buon apprendimento.*

**Obiettivi formativi:** Acquisire conoscenze teoriche e capacità di saper risolvere problemi e svolgere esercizi utilizzando il calcolo differenziale e integrale per funzioni di due o più variabili reali a valori anche vettoriali (campi).

**Modalità d'esame:** all'inizio del corso vengono verificate le conoscenze pregresse degli studenti; vengono somministrati 3 test intermedi, sia a scopo di orientamento sia di accertamento del profitto. Tipicamente l'esame finale avviene attraverso una prova scritta ed una orale.

**Libro di testo;** Bertsch, Dal Passo, Giacomelli, "Analisi Matematica", McGraw Hill Italia

Numerical series. Cauchy convergence criterion. Series with positive terms: comparison test, ratio limit test, root limit test, dyadic sums test. Alternating sums and Leibniz theorem. Absolute convergence and simple convergence. Reordering and Riemann theorem. Power series.

Convergence criterion of numerical series by comparison with an improper integral. Series of functions: pointwise, uniform and total convergence.

Functions of several real variables. Elementary topological notions, limits and continuity for functions of several variables. Partial derivatives and the differential. Differentiation of composite functions: the chain rule. Higher order derivatives. Maxima and minima: the Hessian and classification and study of critical points.

Vector-valued functions of several variables. Coordinate transformations. Polar coordinates in the plane and spherical coordinates in three-dimensional space. Multiple integrals; computing multiple integrals in  $R^2$  e  $R^3$  via iterated one-dimensional integrals; integrals in polar and in spherical coordinates. Parameterization of a regular surface; surface integrals.

**Moreover, for the curricula in Computer Graphics and in Comunicazione via Web:** Multiple integrals in  $R^2$  e  $R^3$ ; computing double and triple integrals via reduction formulas; change of variables in multiple integrals and the jacobian; integrating in polar and in spherical coordinates; parameterization of regular surfaces; surface integrals.

*If time allows:* Curves and their parameterization. Arc length of a continuous regular curve, the arc length parameter. *If time permits:* line integrals of vector fields. Visualization in MatLab of selected topics in Calculus. *These topics will be dropped if otherwise the teaching becomes too fast.*

**Teaching goals:** To acquire theoretical knowledge and ability to solve problems and exercises by using differential and integral calculus for functions of two or more variables, having possibly vector values (i.e. fields).

**Exam procedure:** The students' prerequisites are tested at the beginning of the course. During the course the students take 3 intermediate tests, both for the purpose of bringing to evidence the parts of the syllabus that they are not fully understanding and for evaluation. Typically, the final exam is based upon a written test and a colloquium.

**Textbook;** Bertsch, Dal Passo, Giacomelli, "Analisi Matematica", McGraw Hill Italia

### **Analisi Matematica 3                      8 CFU**

**Docente: Prof. Riccardo Molle**

*La frequenza alle lezioni è fortemente raccomandata*

Spazi lineari normati. Norma  $L_2$  e ortogonalità. Successioni di Cauchy e completezza. Norma uniforme.

Convergenza uniforme e convergenza puntuale di successioni e serie di funzioni. Integrale di Lebesgue e passaggio al limite sotto il segno di integrale. Integrali multipli e Teorema di Fubini. Norme  $L_p$ . Densità delle funzioni continue in  $L_p$ . Densità delle funzioni  $C_1$  a tratti negli spazi  $L_p$ . Inclusioni fra spazi  $L_p$ . Spazi di Hilbert. Sistemi ortonormali, disuguaglianza di Bessel. Sistemi ortonormali completi, identità di Parseval e sviluppi ortonormali. Proiezioni ortogonali e migliore approssimazione nella norma hilbertiana.

**Obiettivi formativi:** Obiettivo del corso è presentare argomenti di analisi reale e teoria della misura che sono preliminari ai moderni sviluppi sia dell'analisi funzionale e analisi di Fourier che della teoria della probabilità. Grande importanza è data alla chiarezza dell'esposizione tramite esempi e osservazioni.

**Modalità d'esame:** all'inizio del corso vengono verificate le conoscenze pregresse degli studenti; vengono

somministrati 3 test intermedi, sia a scopo di orientamento sia di accertamento del profitto. Tipicamente l'esame finale avviene attraverso una prova scritta ed una orale.

**Libri di testo:** P. Cannarsa, T. D'Aprile, "Introduzione alla teoria della misura e all'analisi funzionale", Springer Italia 2008; M. Picardello, "Analisi armonica: aspetti classici e numerici" (disponibile online a [http://www.mat.uniroma2.it/~picard/SMC/didattica/materiali\\_did/home\\_materiali\\_STM.html](http://www.mat.uniroma2.it/~picard/SMC/didattica/materiali_did/home_materiali_STM.html))

**Nota:** nell'anno accademici 2019-20, questo insegnamento potrebbe non essere attivato. Dall'anno accademico 2019-2020 o successivi il corso sarà rinominato "Serie ed Integrale di Fourier", spostato al terzo anno ed il programma cambierà come segue:

Approfondimenti sulla nozione di misura e sulla misura e integrale di Lebesgue. La misura Delta di Dirac. Approfondimenti sulla convergenza di serie di funzioni. Integrali multipli e Teorema di Fubini. Norme  $L_p$ . Densità delle funzioni continue in  $L_p$ . Densità delle funzioni  $C^1$  a tratti negli spazi  $L_p$ . Serie di Fourier (trigonometriche ed in forma complessa): convergenza  $L^2$ , puntuale ed uniforme. Richiami su disuguaglianza di Bessel e identità di Parseval. Ordine di infinitesimo dei coefficienti di Fourier. Fenomeno di Gibbs (tempo permettendo). Identità approssimate. Convoluzioni e nuclei di sommabilità (cenni). Trasformata di Fourier in  $L^1$  ed in  $L^2$ . Trasformata di Fourier della derivata e della convoluzione. Teorema di inversione e teorema di Plancherel. Classe di Paley-Wiener. Formula di somma di Poisson. Campionamento. Teorema di Shannon. Aliasing.

*Tempo permettendo:* Trasformata di Fourier discreta e sue proprietà. Trasformata rapida di Fourier. Trasformata discreta dei coseni.

Normed linear spaces.  $L_2$  norm and orthogonality. Cauchy sequence and completeness. The sup norm. Uniform and pointwise convergence for sequences and series of functions. The Lebesgue integral and limits under the integral sign. Multiple integrals and Fubini's theorem.  $L_p$  and  $l_p$  norms. Density of continuous functions in  $L_p$ . Inclusion of  $L_p$  spaces. Density of piecewise  $C^1$  functions in  $L_p$ . Inclusions between  $l_p$  spaces. Hilbert spaces. Orthonormal systems, Bessel inequality. Complete orthonormal systems, Parseval identity, orthonormal expansions. Orthogonal projections and best approximation in the Hilbert norm. Trigonometric and complex exponential.

**Teaching goals:** The goal of the course is to present the subjects of real analysis and theory of measure which are introductory to the modern developments of functional analysis and Fourier analysis as well as probability theory. Particular emphasis is on the clarity of presentation by examples and remarks.

**Exam procedure:** The students' prerequisites are tested at the beginning of the course. During the course the students take 3 intermediate tests, both for the purpose of bringing to evidence the parts of the syllabus that they are not fully understanding and for evaluation. Typically, the final exam is based upon a written test and a colloquium.

**Textbooks:** P. Cannarsa, T. D'Aprile, "Introduzione alla teoria della misura e all'analisi funzionale", Springer Italia 2008; M. Picardello, "Analisi armonica: aspetti classici e numerici" (disponibile online a [http://www.mat.uniroma2.it/~picard/SMC/didattica/materiali\\_did/home\\_materiali\\_STM.html](http://www.mat.uniroma2.it/~picard/SMC/didattica/materiali_did/home_materiali_STM.html))

**Warning:** in the year 2019-20 this course might not be offered. Since 2020-2021, the course will be renamed "Fourier series and integral", moved to the last year of the curriculum and its syllabus will change as follows:

Complements on the definition of measure and on Lebesgue measure and integral. The Dirac measure. Complements of convergence of series of functions.  $L_p$  and  $l_p$  norms. Density of continuous functions in  $L_p$ . Inclusion of  $L_p$  spaces. Density of piecewise  $C^1$  functions in  $L_p$ . Inclusions between  $l_p$  spaces. Fourier series:  $L^2$  convergence, pointwise and uniform convergence. Recall of Bessel inequality and Parseval identity. Rate of decay of Fourier coefficients. Gibbs phenomenon (if there is time). Approximate identities. Convolutions and summation kernels (outline).

Fourier transforms in  $L^1$  and  $L^2$ . Fourier transform of derivatives and of convolution. The inversion theorem and the Plancherel theorem. The Paley-Wiener class. Poisson summation formula. Uniform sampling. The Shannon sampling theorem. Aliasing.

*If time allows:* The Discrete Fourier Transform and its properties. The Fast Fourier Transform. The Discrete Cosine Transform.

**Analisi di Fourier**                      **8 CFU**  
(Mutuato da "Analisi Armonica", LM Matematica)  
**Docente: Prof. Sorrentino**

*La frequenza alle lezioni è fortemente raccomandata*

Serie di Fourier (trigonometriche ed in forma complessa): convergenza  $L_2$ , puntuale ed uniforme. Ordine di infinitesimo dei coefficienti di Fourier. Fenomeno di Gibbs (tempo permettendo). Identità approssimate. Convoluzioni e nuclei di sommabilità (cenni). Trasformata di Fourier in  $L^1$  ed in  $L^2$ . Trasformata di Fourier della derivata e della convoluzione. Teorema di inversione e teorema di Plancherel. Classe di Schwartz. La trasformata di Fourier nella classe di Schwartz. Classe di Paley-Wiener. Formula di somma di Poisson. Distribuzioni temperate e loro trasformata

di Fourier (trattazione completa o per cenni a seconda della disponibilità di tempo). Trasformata di Fourier di distribuzioni discrete e periodiche e relazione con la serie di Fourier. Campionamento. Teorema di Shannon. Aliasing. Trasformata di Fourier discreta e sue proprietà. Trasformata rapida di Fourier. Trasformata discreta dei coseni.

**Obiettivi formativi:** completa e profonda comprensione degli argomenti del corso, con la capacità sia di risolvere problemi, sia di presentare enunciati e dimostrazioni di tutti i risultati in maniera corretta e comprendendo perché le ipotesi sono necessarie. Lo studente deve acquisire una assimilazione matura dei contenuti ed essere in grado di applicarli ai corsi successivi.

comprendendo perché le ipotesi sono necessarie. Lo studente deve acquisire una assimilazione matura dei contenuti

**Modalità d'esame:** all'inizio e durante tutto il corso vengono verificate le conoscenze pregresse degli studenti; vengono somministrati 3 o più test intermedi, a scopo sia di orientamento sia di accertamento. L'esame finale avviene attraverso una prova scritta ed una orale, più una verifica dei prerequisiti. Può essere assegnata agli studenti la lettura individuale di piccole parti di altri libri o articoli, che poi gli studenti presentano sotto forma di seminario. La frequenza in classe è obbligatoria per l'ammissione all'esame.

**Libro di testo:** M. Picardello, "Analisi armonica: aspetti classici e numerici" (disponibile online a [http://www.mat.uniroma2.it/~picard/SMC/didattica/materiali\\_did/home\\_materiali\\_STM.html](http://www.mat.uniroma2.it/~picard/SMC/didattica/materiali_did/home_materiali_STM.html))

Fourier series: L2 convergence, pointwise and uniform convergence. Rate of decay of Fourier coefficients. Gibbs phenomenon (if there is time). Approximate identities. Convolutions and summation kernels (outline).

Fourier transforms in L1 and L2. Fourier transform of derivatives and of convolution. The inversion theorem and the Plancherel theorem. The Schwartz class. Fourier transform on the Schwartz class. The Paley-Wiener class. Poisson summation formula. Tempered distributions and the Fourier transform (in detail or outline according to time availability). Fourier transform of discrete periodic distributions and connection with Fourier series. Uniform sampling. The Shannon sampling theorem. Aliasing. The Discrete Fourier Transform and its properties. The Fast Fourier Transform. The Discrete Cosine Transform.

**Teaching goals:** full and complete understanding of the course's topics. The students must be able to solve problems and to present all statements and proofs in full detail, and have a clear understanding of why the assumptions are needed. This understanding must be acquired in depth, with the capability of applying the contents to the contents of related courses.

**Exam procedure:** at the beginning and during all the development of the course, the students' are tested on their previous knowledge of the mathematical prerequisites; 3 or more intermediate tests are offered in order to point out problems in understanding and also for the evaluation purpose: these tests that are taken into account for the final evaluation. Typically, the final exam is based upon a written test and a colloquium; the students may also be asked to develop small software packages to deal with the numerical aspects of the topics explained in the course, or else to read small parts of appropriate papers or books and present the results therein. Students who do not attend most of the lectures are not accepted at the exams.

**Textbook:** M. Picardello, "Analisi armonica: aspetti classici e numerici" (disponibile online sul sito web [http://www.mat.uniroma2.it/~picard/SMC/didattica/materiali\\_did/home\\_materiali\\_STM.html](http://www.mat.uniroma2.it/~picard/SMC/didattica/materiali_did/home_materiali_STM.html))

## **Analisi Numerica 1**                      **8 CFU**

**Docente: Prof. Carmine Di Fiore**

Aritmetica di macchina e teoria dell'errore, indice di condizionamento di una funzione. Norme vettoriali e matriciali. Matrici hermitiane, matrici unitarie, autovalori e raggio spettrale di una matrice, teoremi per la localizzazione degli autovalori, sistemi lineari  $Ax=b$ , dove  $A$  è una matrice  $n \times n$  e  $b$  è un vettore  $n \times 1$ . Dipendenza di  $x$  da  $A$  e  $b$ , numero di condizionamento di  $A$  e sua valutazione. Matrici elementari di Gauss e di Givens, metodi diretti per la risoluzione di  $Ax=b$ , il metodo di Gauss e le sue varianti, il metodo di Givens, il metodo di Cholesky per sistemi in cui  $A$  è definita positiva. Sistemi  $x=Px+q$  equivalenti ad  $Ax=b$ , metodi iterativi per la risoluzione di  $x=Px+q$ , condizioni necessarie e sufficienti per la convergenza degli stessi. Metodi iterativi di Jacobi, Gauss-Seidel, Richardson-Eulero e Southwell. Cenni sulle tecniche di preconditionamento per aumentare la rapidità di convergenza dei metodi iterativi, i casi speciali in cui la matrice  $A$  è strutturata o sparsa. L'algebra delle matrici circolanti associata alla trasformata discreta di Fourier. Precondizionatori circolanti per sistemi di Toeplitz.

**Obiettivi formativi:** Insegnare le nozioni di base e i problemi dell'algebra lineare numerica con qualche applicazione ad altri argomenti dell'analisi numerica, sottolineando i concetti di buon condizionamento e complessità di un problema, e di costo computazionale e stabilità (rispetto alla propagazione degli errori) di un algoritmo per la risoluzione di tale problema.

**Modalità d'esame:** all'inizio del corso vengono verificate le conoscenze pregresse degli studenti; vengono somministrati 3 test intermedi, sia a scopo di orientamento sia di accertamento del profitto. Tipicamente l'esame finale avviene attraverso una prova scritta ed una orale.

**Libro di testo:** D. Bini, M. Capovani, O. Menchi, "Metodi Numerici per l'Algebra Lineare", Zanichelli, 1988, appunti e testi d'esame/esonero degli anni precedenti presso il Focal Point di Sogene.

Floating point arithmetic operations and error theory, conditioning index of a function. Vector and matrix norms. Hermitian matrices, unitary matrices, eigenvalues and spectral radius of a matrix, theorems for localizing the eigenvalues, linear systems  $Ax=b$ , where  $A$  is a  $n \times n$  matrix and  $b$  is a  $n \times 1$  vector. Dependence of  $x$  on  $A$  and  $b$ , conditioning number of  $A$  and its evaluation. Elementary Gauss and Givens matrices, direct methods for solving  $Ax=b$ , the Gauss method and its variants, the Givens method, the Cholesky method for positive definite systems. Systems  $x=Px+q$  equivalent to  $Ax=b$ , iterative methods for solving  $x=Px+q$ , necessary and sufficient conditions for their convergence. > The Jacobi, Gauss-Seidel, Richardson-Euler and Southwell iterative methods. A short account on the preconditioning techniques for improving the rate of convergence of iterative methods, the particular cases where the matrix  $A$  is structured or sparse. The algebra of circulant matrices associated with the discrete Fourier transform. Circulant preconditioners for Toeplitz systems.

**Teaching goals:** Teach the basic notions and problems of the numerical linear algebra, with some applications to other subjects of numerical analysis, underlying the concepts of well conditioning and complexity of a problem, and of computational cost and stability (with respect of the errors propagation) of an algorithm for solving such problem.

**Exam procedure:** The students' prerequisites are tested at the beginning of the course. During the course the students take 3 intermediate tests, both for the purpose of bringing to evidence the parts of the syllabus that they are not fully understanding and for evaluation. Typically, the final exam is based upon a written test and a colloquium.

## **Analisi Numerica 2                    9 CFU**

**Docente: Prof.ssa Francesca Pelosi**

Richiami su serie e trasformata di Fourier.

Trasformata wavelet e sue proprietà. Le wavelets di Haar: definizione e proprietà .

Analisi in Multirisoluzione definizione ed esempi. Algoritmi di decomposizione e ricostruzione.

Costruzione di wavelets ortonormali. La famiglia di wavelets di I. Daubechies.

Compressione e denoising. Wavelets bidimensionali con struttura di prodotto tensoriale.

Applicazioni all'elaborazione di immagini. Esempi e visualizzazioni in MatLab.

**Obiettivi formativi:** Fornire i concetti di basi riguardo alla costruzione e proprietà delle funzioni wavelets e loro applicazioni nell'ambito del trattamento di immagini.

**Modalità d'esame:** all'inizio del corso vengono verificate le conoscenze pregresse degli studenti; vengono somministrati 2 test intermedi. Tipicamente l'esame finale avviene attraverso una prova scritta ed una orale.

Short summary about Fourier series and Fourier transform.

Wavelet transform and its properties. Haar wavelets: definition and properties. Multiresolution analysis: definition and examples. Decomposition and reconstruction algorithms. Construction of orthonormal wavelets. The family of Daubechies wavelets. Compression and denoising. Tensor product bidimensional wavelets.

Applications to image processing.

Examples using MatLab.

**Teaching goals:** The course is aimed to provide basic concepts about construction and properties of wavelets and their use in image processing.

**Exam procedure:** at the beginning of the course are tested students' prior knowledge; 2 intermediate tests are assigned. Typically, the final exam is based upon a written test and an oral discussion.

## **Basi di dati e comunicazione                    8 CFU**

**(Mutuato da "Gestione dei Dati e della Conoscenza 1", LT Ingegneria Gestionale)**

**Docente: Prof. Roberto Basili**

Introduzione, evoluzione e storia dei sistemi per la gestione di banche dati. Modelli logici per l'organizzazione e la struttura dei dati. Algebra e calcolo relazionale. Modello concettuale dei dati; disegno logico e fisico DB. Forme normali. Query language (SQL); transazioni; Locking ; gestione degli indici; Trigger e Stored Procedure. Implementazioni su piattaforma di riferimento (MySQL): architettura; storage engines; processo di ottimizzazione. Sistemi informativi: introduzione; tipologie ed evoluzione. Sistemi per il web. architetture a più livelli. Il collegamento tra DBMS e applicazione: possibilità e differenze. Sviluppare un sistema dinamico per il web: architetture; analisi, progettazione e sviluppo; implementazione sulle piattaforme di riferimento (Apache, PHP). Architetture e tecnologie per il miglioramento dell'affidabilità, delle performance o della sicurezza. Basi di dati a oggetti, basi di dati XML, basi di dati GIS. Architetture per l'analisi dei dati: data warehouse, data mining e tecnologie collegate.

**Obiettivi formativi:** completa e profonda comprensione degli argomenti del corso, con la capacità di applicarli ai corsi

correlati e di svolgere autonomamente progetti ad essi inerenti.

**Modalità d'esame:** tipicamente l'esame finale avviene attraverso una prova scritta e/o la presentazione di un progetto su un argomento concordato con il docente ed eventualmente una prova orale.

Introduction, history and development of systems for managing databases. Logical models for the organization and structure of data. Relational algebra and calculus.

Conceptual data model, logical design and physical DB. Normal forms. Query language (SQL); transactions; Locking, management of indices, triggers and stored procedures. Implementations on the target platform (MySQL): architecture, storage engines, the optimization process. Information Systems: Introduction, types, and evolution. Systems for the web. architectures at multiple levels. The connection between DBMS and application: possibilities and differences. Develop a dynamic system for the web: architecture, analysis, design and development, implementation on target platforms (Apache, PHP). Architectures and technologies for improving reliability, performance or safety. Object databases, XML databases, GIS databases. Architectures for the data analysis: data warehouse, data mining and related technologies.

**Teaching goals:** full and deep understanding of the course's topics, with the ability to autonomously develop related practical projects and to apply this knowledge to related courses.

**Exam procedure:** typically, the final exam is based upon a written test and/or a project on a topic agreed with the professor and an oral test if necessary.

**Calcolo delle Probabilità            8 CFU**  
**(mutuato da "Calcolo delle Probabilità", LT Informatica)**  
**Docente: Prof. Claudio Macci**

Spazi di probabilità. Probabilità condizionali, eventi indipendenti. Probabilità uniformi, elementi di calcolo combinatorio. Variabili aleatorie (v.a.) discrete e loro leggi. Leggi congiunte. V.a. indipendenti. Leggi binomiali, geometriche, di Poisson. Cenni sui modelli continui. Leggi normali e leggi Gamma. Speranza matematica. Momenti di una v.a., varianza, disuguaglianza di Chebyshev, covarianza.

La legge dei grandi numeri. Teorema limite centrale, approssimazione normale.

**Obiettivi formativi:** completa comprensione degli argomenti del corso, con la capacità di connettere perfettamente le idee matematiche di base, risolvere problemi e comprendere enunciati e dimostrazioni di tutti i risultati. Lo studente deve essere in grado di capire a fondo ed applicare i contenuti ai corsi correlati.

**Modalità d'esame:** tipicamente l'esame finale avviene attraverso una prova scritta ed una orale.

Probability spaces. Conditional probabilities, independent events. Uniform probabilities, elements of enumerative combinatorics. Discrete random variables and their distributions. Joint distributions. Independent random variables. Binomial, geometric and Poisson distributions.

Continuous models. Normal and Gamma distributions. Expected value. Moments, variance, Chebyshev inequality, covariance. Law of large numbers. Central limit theorem, Normal approximation.

**Teaching goals:** full understanding of the course's topics. The students must be able to solve problems and to understand all statements and proofs. This understanding and know-how must be acquired in depth, with the capability of applying the contents to related courses.

**Exam procedure:** typically, the final exam is based upon a written test and an oral colloquium.

**Cinematografia digitale            8 CFU**  
**(Digital movies and non-linear editing)**  
**Docente: Prof. Daniele Barillà**

Il corso si articola in tre momenti di studio: lo studio della storia del cinema, l'analisi del film e gli elementi di narratologia e lo studio delle moderne tecniche di editing digitale. Vengono analizzate le varie fasi del racconto filmico e degli elementi costitutivi: scala dei piani, incidenza angolare, profondità di campo, pianosequenza, movimenti della mdp, descrizione dei dispositivi narrativi, transizioni, rapporto suono/immagine, inquadrature oggettive e soggettive, dialettica campo/fuori campo etc. Questa introduzione all'estetica e al linguaggio del cinema sarà integrata da un laboratorio di sceneggiatura.

Componenti di cinematografia digitale Differenze tra il cinema digitale e quello su pellicola. Visione di sequenze di film girati in digitale. Approfondimento delle tecniche di sceneggiatura e story-boarding. Lezioni specifiche saranno

dedicate al montaggio audiovisivo (le regole grammaticali cinematografiche valide anche per il digitale) e al linguaggio dello spot pubblicitario. Digitalizzazione del materiale, hardware necessari, la telecamera analogica e la DV, i Codec e i vari formati di compressione, montaggio lineare e non lineare. La parte tecnico-pratica del corso prevede l'utilizzo dei software Adobe Premiere ed Adobe After Effects. Vengono introdotte le competenze principali per la cinematografia digitale, le varie tecniche di montaggio e compositing, gli strumenti necessari per la realizzazione di: titolazioni, transizioni, dissolvenze, correzione colore, compositing, matte painting, tracciati vettoriali, motion tracking, motion stabilization ed effetti speciali cinematografici.

**Obiettivi formativi:** completa e profonda comprensione degli argomenti del corso, con la capacità di applicarli ai corsi correlati e di svolgere autonomamente progetti ad essi inerenti.

**Modalità d'esame:** durante il corso vengono somministrati due test intermedi. Tipicamente l'esame finale avviene attraverso due prove pratiche al computer scritta, la presentazione di un progetto per la realizzazione di uno spot commerciale di 30" concordato con il docente e la presentazione dello spot realizzato.

The course is divided into three parts: history of cinema, analysis of movies and elements of narration. Students are led to acquire elements of structural analysis, and then to apply them to individual scenes and sequences, splitting the story into its elements of movie language: scale of planes, incidence angle, depth of field, plane sequence, camera motions, description of narrative elements, transitions, relation between soundtrack and image, objective and subjective shooting, in range and out of range...

After this introduction to the aesthetics and the language of cinema the students attend a screenplay lab that deal with the following subjects.

Basic elements of cinematography. Differences between digital cinema and classic one. Vision of digital film sequences. Deepening of story-boarding techniques. Specific lessons will be dedicated to audiovisual post production and advertising style. Digitalization and necessary hardware, analog camera and digital camera, Codecs and formats of clips, linear and not linear post-production. The technical-practical part of the course makes use of the following software: Adobe Premiere and Adobe After Effects. We explain several techniques of post production and compositing: tools for the realization of: titles, fading's, color correction, compositing, matte painting, vector graphics, motion tracking, motion stabilization and special effects.

**Teaching goals:** full and deep understanding of the course's topics, with the ability to autonomously develop related practical projects and to apply this knowledge to related courses.

**Exam procedure:** during the course the two intermediate tests are administered. Typically the final exam takes place through two practice tests, the presentation of a project for the creation of a 30 "commercial SPOT agreed with professor and finally the presentation of the realized SPOT.

**Seminario: Teoria e tecnica della comunicazione sonora multimediale** **3 CFU**

**Seminario: Colonne sonore digitali e restauro audio digitale** **3 CFU**

**Prof. Paolo Panfilo**

Le basi teorico pratiche della creazione di contenuti sonori da integrare in un contesto multimediale, Filmati (Film, Corti, Sport pubblicitari, Sigle televisive), Giochi, Iper testi sia autonomi che come pagina web. Cenni sulle forme della comunicazione multimediale e delle relative problematiche di creazione/composizione dei contenuti sonori integrati ovvero l'impatto dei suoni e dei rumori nelle varie forme di comunicazione multimediale: A) l'ipertesto; B) il gioco; C) le immagini; D) i filmati. L'importanza di delineare "il profilo utente" per usare in maniera coordinata con le altre componenti del messaggio di comunicazione multimediale, il linguaggio dei suoni, dei rumori e quello musicale. Strategie compositive per rispondere coerentemente alle specifiche di progetto di un messaggio/opera multimediale. Processo di produzione in dettaglio nei suoi aspetti pratico/teorici ed il Sound Design.

**Obiettivi formativi:** completa e profonda comprensione degli argomenti del corso, con la capacità di applicarli ai corsi correlati e di svolgere autonomamente progetti ad essi inerenti.

**Modalità d'esame:** c'è un accertamento del profitto, tipicamente attraverso prove pratiche ed un progetto concordato con il docente.

**Comunicazione in Lingua italiana** **1 CFU**

**Prof.ssa Ilaria Merlini**

Teoria del testo. Confronto tra codici testuali diversi. Linguaggio tecnico scientifico. Sintassi dell'oralità. Guida alla stesura di curriculum europeo.

**Obiettivi formativi:** completa comprensione degli argomenti del corso, con la capacità di comunicare correttamente ed



efficacemente in lingua italiana.

**Modalità d'esame:** vengono verificate le conoscenze pregresse degli studenti, durante il corso vengono somministrate prove intermedie. Tipicamente l'esame finale avviene attraverso una prova scritta ed una prova orale.

Theory of test. Comparison between different textual codes. Scientific technical language. Syntax of orality. Guide to writing Europass CV.

**Teaching goals:** full understanding of the course's topics, with the ability for correct and effective verbal and written communication in Italian.

**Exam procedure:** the students' prior knowledge is verified; many tests are assigned during the lectures. Typically, the final exam is based upon a written test and an oral test if necessary.

### **Diritto della Comunicazione                      3 CFU** **Prof.ssa Lorenza Furgiuele**

Elementi della giurisprudenza e della prassi giuridica relativa alla comunicazione, con particolare riferimento alla comunicazione online, alla privacy ed al copyright.

**Obiettivi formativi:** completa comprensione degli argomenti del corso.

**Modalità d'esame:** esame orale.

**Libro di testo:** note del docente.

Basic law issues, laws and practice, concerning communication, particularly online communication, privacy and copyright.

**Teaching goals:** full understanding of the course's topics.

**Exam procedure:** oral exam.

**Textbook:** printed notes distributed by the instructor.

### **Disegno e modellazione 3D                      8 CFU** **Prof. Fernando Tornisiello**

La geometria descrittiva e l'unicità della rappresentazione. Proiezioni parallele ortogonali ed oblique. Proiezioni centrali. Generalità sulla modellazione. Modellatori poligonali e NURBS: primitive e trasformazioni (rotazione, traslazione, scalamento). Strumenti di modellazione e di editazione poligonale e NURBS. Lo "scene-graph" e la gerarchia della scena. Formati di rappresentazione dei dati tridimensionali, formati di interscambio e conversione di formato. La luce: colore, tipo, posizione, calcolo delle ombre portate, penombra, riflessioni, rifrazioni, caustiche. Il rendering: rimozione delle facce nascoste e modelli di illuminazione. Gli algoritmi di illuminazione diretta e di illuminazione globale: ray-tracing, ambient occlusion, final gathering, image based lighting, photon mapping e relative calibrations. La definizione degli attributi di apparenza: mapping bitmap e procedurale, normal mapping e tecniche di "shape from shading". L'ottica: lunghezza focale, profondità di campo, motion blur, taglio e formato dell'inquadratura. Impostazioni di definizione e ottimizzazione del rendering. Il movimento e la simulazione dinamica. La legge del moto: velocità e accelerazione. Simulazione della scena: attori, camera, luci. Tecniche di animazione tridimensionale: quadri chiave, percorsi, movimento vincolato, simulazione della dinamica e cenni di cinematica diretta e inversa. Espressioni e scripting nella modellazione e nell'animazione.

**Obiettivi formativi:** completa e profonda comprensione degli argomenti del corso, con la capacità di applicarli ai corsi correlati e di svolgere autonomamente progetti ad essi inerenti.

**Modalità d'esame:** durante il corso vengono somministrati due test intermedi. Tipicamente l'esame finale avviene attraverso una prova scritta, la presentazione di un progetto su un argomento concordato con il docente ed eventualmente una prova orale.

Descriptive geometry and the uniqueness of representation. Parallel orthogonal and oblique projections. Central projections. Introduction to modeling. Polygonal and NURBS modelers: primitives and transformations (rotation, translation, scaling). Polygonal and NURBS modeling and editing tools. The "scene-graph" and the hierarchy of the scene. 3D data representation formats, interchange formats and format conversion. The light: color, type, position, shadowing, penumbra, reflections, refractions, caustics. Rendering: removing hidden faces and lighting models. and models of direct illumination and global illumination algorithms: ray-tracing, ambient occlusion, final gathering, image based lighting, photon mapping and related calibrations. The definition of the attributes of appearance: bitmap and procedural mapping, normal mapping and techniques of "shape from shading". Optics: focal length, depth of field, motion blur, frame size and aspect ratio. Settings and optimization of rendering. Movement and dynamic simulation. The laws of motion: speed and acceleration. Simulation of the shooting set: actors, camera, lights. Three

dimensional animation techniques: key frames, path, constraints, dynamics and introduction to direct and inverse kinematics. Expressions and scripting in modeling and animation.

**Teaching goals:** full and deep understanding of the course's topics, with the ability to autonomously develop related practical projects and to apply this knowledge to related courses.

**Exam procedure:** the students' prior knowledge is verified; many tests are assigned during the lectures. Typically, the final exam is based upon a written test, a project on a topic agreed with the professor and an oral test if necessary.

## **Fisica Generale mod.1**

**6 CFU**

**Prof. Amedeo Balbi**

Le misure: lunghezza, tempo, massa - Moto rettilineo: velocità media e istantanea, accelerazione - Vettori - Moto in due e tre dimensioni: moto dei proiettili, moto circolare uniforme - Forza e moto: leggi di Newton e applicazioni, attrito, velocità limite - Energia cinetica e lavoro: forza gravitazionale, forza elastica, forza generica variabile - Energia potenziale e conservazione dell'energia - Centro di massa e quantità di moto: sistemi di particelle, urti in una e due dimensioni, sistemi a massa variabile - Rotazione: variabili, accelerazione angolare costante, momento d'inerzia - Rotolamento, momento torcente e momento angolare: corpo rigido, conservazione del momento angolare - Equilibrio ed elasticità - Gravitazione: legge di gravitazione di Newton, leggi di Keplero - I fluidi - Le oscillazioni: moto armonico semplice, smorzato e forzato - Onde - Temperatura, calore e primo principio della termodinamica - Teoria cinetica dei gas - Entropia e secondo principio della termodinamica.

**Obiettivi formativi:** completa e profonda comprensione degli argomenti del corso, con la capacità di applicarli ai corsi correlati e di risolvere problemi.

**Modalità d'esame:** vengono somministrati vari test; tipicamente l'esame finale avviene attraverso una prova scritta ed una orale.

**Libro di testo:** David Halliday , Robert Resnick, Jearl Walker "Fondamenti di Fisica: Meccanica, Termologia"

Measurements: length, time, mass - Rectilinear motion: average and instantaneous speed, acceleration - Vectors - Two and three dimensional motion: projectile motion, uniform circular motion - Force and motion: Newton laws and applications, friction, speed limit - Kinetic energy and work: gravitational force, elastic force, variable general force - Potential energy and energy conservation - Center of mass and momentum: particle systems, one- and two-dimensional impacts, variable-mass systems - Rotation: variables, constant angular acceleration, moment of inertia - Rolling, torque and angular momentum: rigid body, conservation of angular momentum - Balance and elasticity - Gravitation: Newton's law of gravitation, Kepler's laws - Fluids - Oscillations: simple, softened and forced harmonic motion - Waves - Temperature, heat and the first principle of thermodynamics - Kinetic theory of gases - Entropy and the second principle of thermodynamics of conservation laws; reversibility and irreversibility; description of complex systems by means of mean quantities.

**Exam procedure:** intermediate tests are assigned during the lectures; typically, the final exam is based upon a written test and an oral discussion.

**Teaching goals:** Full and deep understanding of the course's topics, with the ability to autonomously develop related practical projects and to apply this knowledge to related courses

**Textbook:** David Halliday , Robert Resnick, Jearl Walker, "Fundamentals of physics".

## **Fisica Generale 2**

**6 CFU**

**Docente: Prof. Luigi Mancini**

Cariche elettriche e proprietà, isolanti e conduttori; legge di Coulomb. Campo elettrico statico, sovrapposizione e conservatività; campi elettrici di distribuzioni di cariche: casi notevoli; moto di particelle cariche in un campo elettrico uniforme. Potenziale elettrico ed energia potenziale; potenziale dovuto a distribuzioni di cariche: casi notevoli. Legge di Gauss. Capacità elettrica; calcolo della capacità elettrica: casi notevoli. Energia immagazzinata in un condensatore carico; densità di energia del campo elettrico. Condensatori e dielettrici; l'aspetto atomico. Differenza di potenziale e corrente elettrica, densità di corrente; resistenza, legge di Ohm e interpretazione microscopica; lavoro elettrico; forza elettromotrice. Leggi di Kirchhoff; circuiti dissipativi (RC). Campi magnetici; forza di Lorentz; moto di una carica in campo magnetico uniforme; forza magnetica su un conduttore percorso da corrente; momento torcente su una spira percorsa da corrente in un campo magnetico uniforme. Legge di Biot-Savart e casi notevoli. Forza magnetica tra correnti stazionarie. Legge di Ampere. Legge di Gauss per i campi magnetici. Le equazioni di Maxwell nel caso stazionario. Caso non stazionario: flusso magnetico e induzione; legge di Lenz; fem indotta e campi elettrici indotti. Corrente di spostamento. Le equazioni di Maxwell nel caso non stazionario. Autoinduttanza; circuiti RL; energia associata al campo magnetico; mutua induttanza. Oscillazioni nei circuiti LC. Oscillazioni smorzate nei circuiti RLC;

analogia tra sistemi elettrici e meccanici.

Moto ondulatorio; onde elastiche, caratteristiche principali ed esempi. Energia associata alla perturbazione e intensità dell'onda. Legge generale di propagazione, equazione d'onda; onde sinusoidali; sovrapposizione e interferenza; riflessione e trasmissione; onde sinusoidali, velocità di propagazione, esempi; battimenti; onde stazionarie. Onde di forma qualunque: teorema di Fourier e analisi armonica (cenni). Onde elettromagnetiche; le equazioni di Maxwell e gli esperimenti di Hertz; equazione d'onda; onde em piane; energia trasportata da un'onda em, intensità; spettro em. Polarizzazione. Ottica geometrica e sua validità; riflessione e rifrazione; il principio di Huygens. Immagini formate da specchi (piani, sferici); immagini formate per rifrazione; lenti sottili; sistemi ottici: esempi. Interferenza; condizioni per l'interferenza; l'esperimento di Young. Cambiamenti di fase dovuti a riflessione; interferenza su pellicole sottili. Diffrazione; diffrazione da singola e doppia fenditura; diffrazione attraverso un foro circolare: risoluzione. Reticoli di diffrazione.

**Obiettivi formativi:** conoscenza delle leggi fisiche alla base dei fenomeni elettromagnetici e ottici; capacità di comprendere e risolvere semplici problemi di elettromagnetismo e ottica.

**Modalità d'esame:** all'inizio del corso vengono verificate le conoscenze pregresse degli studenti; vengono somministrati vari test intermedi. Tipicamente l'esame finale avviene attraverso una prova scritta ed una orale.

**Libro di testo consigliato:** David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker "Fondamenti di Fisica: Elettromagnetismo, Ottica"

Properties of electric charges; insulators and conductors; Coulomb's law. Static electric field, superposition and conservativity; electric fields of charge distributions: examples; motion of charged particles in a uniform electric field. Electric potential; examples with different charge distributions. Potential energy. Gauss's law. Capacitance; energy stored in a charged capacitor; energy density of the electric field. Capacitors with dielectrics; microscopic description. Potential difference and electric current, current density; resistance and Ohm's law; microscopic model. Electrical power. Electromotive force; Kirchhoff's rules. Dissipative circuits (RC).

Magnetic fields; Lorentz force; motion of a charged particle in a uniform magnetic field; magnetic force on a current-carrying conductor; torque on a current loop in a uniform magnetic field. Biot-Savart law – examples; magnetic force between two parallel conductors. Ampere's law. Gauss's law for magnetism. Induction; Lenz's law; induced emf and electric fields. Displacement current. Maxwell's equations. Self-inductance; RL circuits, energy in a magnetic field; mutual inductance. Oscillations in an LC circuit. The RLC circuit. Analogies between electrical and mechanical systems.

Wave motion, elastic waves, general description and examples; linear wave equation; superposition and interference; reflection and transmission; sinusoidal waves; speed of waves: examples; beats; standing waves. Non-sinusoidal wave pattern; Fourier's theorem (outline).

Electromagnetic waves; Maxwell's equation and Hertz's discoveries; wave equation; plane em waves; energy carried by em waves; intensity; spectrum of em waves. Polarization. Geometric optics; reflection and refraction; Huygens's principle. Images formed by mirrors (flat, spherical); images formed by refraction; thin lenses; optical systems: examples.

Interference; conditions for interference; Young's double-slit experiment; change of phase due to reflection; interference in thin films.

Diffraction; diffraction from narrow slit and double slit; resolution of single slit and circular apertures; the diffraction grating.

**Teaching goals:** Knowledge of physical laws at the foundation of electromagnetic and optical phenomena; capability to understand and solve basic problems in the fields of electromagnetism and optics.

**Exam procedure:** the students' prior knowledge is verified at the beginning; then some intermediate tests are assigned during the lectures. Typically, the final exam is based upon a written test and an oral discussion.

**Suggested textbook:** David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker "Fundamentals of physics: Electromagnetism and Optics"

**Fotografia digitale**                      **8 CFU**  
*(Digital photography)*

**Docente: Prof. Massimo Picardello**

*La frequenza alle lezioni è obbligatoria*

Correzione cromatica avanzata di immagini digitali nello spazio di colore CIE-LAB. Uso dei canali LAB per maschere e rinforzo del colore e del contrasto. Eliminazione di dominanti di colore nei canali A e B. Unsharp masking in LAB. Conversione automatica a toni di grigio confrontata con il canale L. Correzione di ombre e luci in LAB. Trasferimenti fra spazi di colore e colori fuori gamut: LAB come spazio di riferimento universale. Colori inesistenti parametrizzabili in LAB. Mescolamento condizionale di livelli in LAB ed il suo uso per sostituzione di colori. Effetti del ritocco per cambiamento di saturazione nei canali A e B. Confronto fra curve di modifica in RGB e LAB. I canali A e B usati per mescolamenti.

Basi tecniche della fotografia: messa a fuoco, il piano di messa a fuoco, lunghezza focale, apertura del diaframma, caduta di luce ai bordi e vignettatura. Obiettivi basculanti e correzione della prospettiva e cambio del piano di messa a fuoco. Macrofotografia: lenti di close-up, tubi di prolunga e soffiati. Il tetraedro EV: valori di diaframma, tempi di esposizione e sensibilità ISO.

Inquadratura, composizione ed intento in fotografia: studio approfondito tramite l'analisi di immagini appropriate anche di fotografi famosi. Valutazione dell'interesse e della qualità di un'immagine fotografica.

L'illuminazione in fotografia: luci dirette e diffuse, uso di sistemi di flash e di diffusori o riflettori.

Esperienza pratica nello studio fotografico: disposizione delle luci da studio, luci dirette e luci diffuse, sincronizzazione dei flash sulle due tendine, ritratti, still life, close up, macrofotografia, uso dei flash stroboscopici, fotografia high-speed. Gli studenti fungono da modelli per i ritratti. Vengono assegnati progetti fotografici individuali.

**Lo studente deve utilizzare una propria macchina fotografica reflex digitale ed i propri obiettivi fotografici.**

**Obiettivi formativi:** completa comprensione e operatività degli aspetti scientifici, tecnici, creativi ed artistici della fotografia e delle immagini digitali; capacità di scattare foto di livello professionale in studio od in esterni; capacità di posare o di dirigere la posa di modelle e modelli per scatti fotografici di qualità; capacità di scattare fotografie di qualità professionale di prodotti, o close-up; completa padronanza delle luci in tutti questi tipi di fotografia; capacità di punta nella post-produzione, con una comprensione completa dei suoi principi, metodi e strategie; capacità di svolgere in totale autonomia un progetto fotografico individuale.

**Modalità d'esame:** viene assegnato un test intermedio durante il corso; l'esame finale può includere un test pratico, ed include sempre un progetto fotografico individuale su un tema precedentemente convenuto con il docente, ed un colloquio orale. Lo studente deve utilizzare il proprio equipaggiamento per il progetto, così come per le lezioni. La frequenza in classe ed in laboratorio è prerequisito per l'ammissibilità all'esame.

#### **Libri di testo:**

- D. Margulis: "Photoshop Lab Color: the Canyon Conondrum and other Adventures in the most colorful Colorspace"
- L. Ghirri, "Lezioni di fotografia"
- M. Freeman, "L'occhio del fotografo"
- M. Freeman, "La mente del fotografo"
- M. Freeman, "La visione del fotografo"
- M. Freeman, "L'esposizione fotografica"
- B. Peterson, "Understanding exposure"
- B. Peterson, "Learning to see creatively"
- B. Peterson, "Understanding close-up photography".

Advanced color correction of digital images in the CIE-LAB absolute colorspace. Use of LAB channels for masking and color and contrast enhancing. Eliminating casts in the A and B channels. Unsharp masking in LAB. The L channel versus automatic grayscale conversion. Shadow-highlights corrections in LAB. Color mode conversion and out-of-gamut colors: LAB as universal reference space. Inexistent colors parameterized in LAB. Conditional layer blending in LAB and its use for color replacement. Retouching by saturation changes in A and B. RGB versus LAB curves. Channel blending with the A and B channels.

Technical basics of photography: focusing, the focusing plane, focal length, aperture, depth of field, vignetting and peripheral fallout of luminosity. Correction of perspective via lens shift. Change in focusing plane via lens tilt. Macro photography: close-up lens, extension tubes and bellows. The EV tetrahedron: F-stops, exposure time and ISO sensitivity.

Framing, composition and intent in photography: an in-depth study with analysis of selected photographs, also of well-known photographers. Evaluation of interest and quality of photographs.

Lighting in photography: direct and diffuse lights, the use of flash systems, reflectors and diffusors, synchronization of flash on the first or second shutter.

Practical experience in photographic studio: lighting, placement of lights and its effects, portraits, still life, close-up photography, high-speed photography and macro photography.

Individual photographic projects on photographic themes previously discussed with the teacher.

**Students must be equipped with their own digital reflex cameras and lenses.**

**Teaching goals:** complete understanding and know-how of the technical, scientific, creative and artistic sides of digital photography; ability to shoot professional quality photos in studio and outdoors; ability to model and to direct models for top rate portrait photography; ability to shoot state of the art product photography; ability to shoot leading edge macro photography; mastering lights in all these types of photography; top rate skills in post-production, with complete understanding of its principles and methods, and choice of retouching strategy; ability to complete an individual,

completely autonomous photo project.

**Exam procedure:** during the course, an intermediate test is assigned. The final exam may include a practical test, and always includes a photography project on a theme previously agreed with the professor and a colloquium. The candidates must use their own equipment to complete the project. Students who do not attend most of the lectures are not accepted at the exams.

**Textbooks:**

- D.Margulis: "Photoshop Lab Color: the Canyon Conondrum and other Adventures in the most colorful Colorspace"
- L. Ghirri, "Lezioni di fotografia"
- M. Freeman, "L'occhio del fotografo"
- M. Freeman, "La mente del fotografo"
- M. Freeman, "La visione del fotografo"
- M. Freeman, "L'esposizione fotografica"
- B. Peterson, "Understanding exposure"
- B. Peterson, "Learning to see creatively"
- B. Peterson, "Understanding close-up photography"
- B. Peterson, "Understanding shutter speed"

**Fotografia per medio e grande formato** **8 CFU**

*(Medium format and large format photography)*

**Docente: Prof. Picardello**

***La frequenza alle lezioni è obbligatoria***

Il corso consiste di lezioni alla lavagna e sessioni in studio fotografico. Le lezioni illustrano le tipologie di apparecchi fotografici di medio formato (medio-piccolo, 6x4.5 cm, e medio-grande, 6x7 cm) e di banchi ottici (tipicamente, apparecchi a lastre di 10 x 12 cm). A questo scopo vengono riviste le basi teoriche della macrofotografia al fine di illustrare la messa a fuoco tramite soffietto, indispensabile in tutti gli apparecchi di formato superiore al 6x4.5. In studio, si approfondisce il calcolo dell'esposizione tramite esposimetri esterni, sia per luce diretta sia per flash singoli o multipli, e si fa pratica di fotografia per medio e grande formato di ritratti, di prodotti e macrofotografia, utilizzando apparecchi di medio e grande formato ed una varietà di diversi obiettivi di varie focali.

Viene anche insegnato come sviluppare le pellicole tramite reagenti chimici, e se ne fa pratica in camera oscura; se il numero di studenti e' sufficientemente piccolo e gli spazi disponibili sufficientemente larghi, si fa pratica anche di stampa tramite ingranditore e sviluppo in camera oscura dell'immagine stampata su carta (subordinatamente alla disponibilità di un ingranditore di medio formato).

Ove disponibili, vengono utilizzati dorsi digitali di altissima risoluzione di medio formato 6x4.5 per fotografia digitale di medio formato, e si utilizzano poi apparecchi di formato medio-grande o banchi ottici con questi stessi dorsi, facendoli traslare per ottenere tramite stitching immagini digitali di elevatissima risoluzione e dimensione. In alternativa, si sviluppano chimicamente le pellicole e le lastre e si procede alla loro digitalizzazione tramite scanner ad alta risoluzione e software avanzati di cattura da scanner. Queste immagini digitali vengono poi post-processate in applicativi software allo stato dell'arte, o se necessario nel caso di files troppo voluminosi si procede costruendo nostri pacchetti di software su mini-computer dedicati di alte capacità.

Per formati superiori al 6x4.5, si valuta la compatibilità della risoluzione dell'obiettivo con la risoluzione del sensore (più precisamente, con la grandezza dei pixel), e si passa ad una risoluzione inferiore ed una larghezza di pixel superiore per utilizzare gli obiettivi tradizionali di alta qualità; per il formato 6x4.5 si provano recenti obiettivi ad altissima risoluzione progettati apposta per i dorsi di risoluzione top di gamma.

**Obiettivi formativi:** completa comprensione e operatività degli aspetti scientifici, tecnici ed artistici della fotografia di medio e grande formato; capacità di scattare foto di livello professionale, con inquadratura, composizione, illuminazione e messa a fuoco corrette; capacità di posare o di dirigere la posa di modelle e modelli per scatti fotografici di medio e grande formato; capacità di usare macchine fotografiche di medio formato a pellicola o banchi ottici di formato 10x12 cm a lastre, di comprenderne le tecniche di messa a fuoco, i principi operative ed i gradi di libertà. Lo studente deve altresì acquisire dimestichezza con lo sviluppo della pellicola in camera oscura e deve essere capace di svolgere in autonomia un progetto fotografico individuale a medio formato.

**Modalità d'esame:** all'inizio o durante il corso, viene verificata la conoscenza pregressa degli studenti sulle basi ottiche e tecniche della fotografia. Durante il corso, viene verificata nello studio fotografico la capacità degli studenti di scattare foto di medio o grande formato correttamente composte, esposte e messe a fuoco: l'esito di queste verifiche può riflettersi sul voto finale. L'esame finale si basa su una sessione fotografica di prova in studio (o alternativamente

in camera oscura) ed una prova orale. La frequenza al corso ed al laboratorio è obbligatoria per l'ammissione all'esame.

**Libro di testo:** solo pratica in laboratorio, nessun libro di testo. Se necessario, gli studenti possono consultare alcuni manuali tecnici reperibili su Internet:

- Mamiya RZ67 middle format camera User's Manual
- Linhof Color optical bank User's Manual
- Sekonic L-758 Digital Master light meter User's Manual
- Kodak Developing Times Guide for film developing

This course has a part in the classroom and a part in the photo laboratory and darkroom and photographic studio. In the classroom we introduce the characteristics of medium and large format cameras (medium-small, 6x4.5 cm, and medium-large, 6x7 cm, and optical banks, typically 10x12 cm). For this goal, we review the conceptual framework of macrophotography in order to explain the bellows focusing system, unavoidable in all cameras whose format exceeds 6x4.5. In the photo studio, we practice on exposure metering via external high-precision light meters (incident and spot-reflected), and we use medium and large format cameras for portraits, product photography and macrophotography, equipped with a number of high-quality lenses of different focal lengths.

The lectures in the darkroom are aimed to teach film developing (with the appropriate chemical products), and, if there are not too many students and the available space is adequately large and a middle-format enlarger is available, also printing on photographic paper.

In the photo lab, we use very high resolution digital backs for medium format (6x4.5), and we also use these backs, through appropriate adapters, on medium-large format cameras and optical banks. By means of appropriate technical cameras, these backs are shifted to put together, via stitching, very large digital photos of extremely high resolution, that are later post-processed via the state of the art software packages. Alternatively, when the digital backs are not available, we develop the films and then scan them with high resolution flatbed scanners and state of the art capture software. The post-processing is done with state of the art photo-retouching software; if the file sizes are too large, then we may attempt to process them with our own software on dedicated mini-computers of high performance.

For cameras whose format exceeds 6x4.5, their lens resolution is compared with the sensor resolution of the digital back (or more precisely, the size of its pixels): we show how and when to lower the sensor resolution (thereby increasing its pixel size) in order to make the best use of high quality lenses for middle format cameras; for 6x4.5 cameras, we make use of recent lenses of very high resolution designed for the modern top quality digital backs.

**Teaching goals:** complete understanding and know-how of the scientific, technical and artistic sides of middle and large format photography; the student must be able to shoot middle and large format photographs with correct composition, shooting angle, lighting and focusing; must be able to model or direct models; must be able to use middle format cameras (6x6 or 6x7 cm) or optical banks (10x12 cm) and understand their focusing techniques, operating principles and degrees of freedom; must be acquainted with film developing with chemicals in the darkroom; must be able to complete an individual middle-format photography project.

**Exam procedure:** at the beginning of the course, the students' previous knowledge on the technical and optical aspects of photography is checked. During the course the students are tested in the studio on their performance on photography: their performance may influence their final score.

The final exam is based on a studio photography test session, or alternatively a darkroom test session, and a colloquium. Students who do not attend most of the lectures are not accepted at the exams.

**Textbook:** no textbook, but practice in the lab. If necessary, the students can consult some technical manuals available in Internet:

- Mamiya RZ67 middle format camera User's Manual
- Linhof Color optical bank User's Manual
- Sekonic L-758 Digital Master light meter User's Manual
- Kodak Developing Times Guide for film developing

*La frequenza alle lezioni è fortemente raccomandata.*

*Mod. 1*

Sistemi lineari e matrici. Metodi risolutivi e algoritmo di Gauss-Jordan. Matrici ed operazioni tra matrici. Rango di una matrice. Determinanti. Regola di Sarrus e Teorema di Laplace Spazi vettoriali. Dipendenza ed indipendenza lineare. Basi, dimensione, coordinate, cambiamenti di base. Applicazioni lineari e cambiamenti di base. Operatori lineari. Diagonalizzabilità di operatori lineari: polinomio caratteristico. Teorema di Hamilton-Cayley. Autovalori ed autospazi. Molteplicità algebrica e geometrica. Cenni sulla triangolarizzazione e forma canonica di Jordan. Spazi cartesiani. Elementi di geometria affine nel piano cartesiano  $R^2$  e nello spazio cartesiano  $R^3$ : punti, rette e piani, equazioni cartesiane e parametriche, interpretazione geometrica dei relativi coefficienti, formule di geometria affine. Elementi di geometria Euclidea: prodotto scalare canonico sullo spazio vettoriale  $R^n$  delle  $n$ -ple reali, ortogonalità, angoli, norma, distanza. Proiezioni ortogonali. Prodotto vettoriale e prodotto misto. Interpretazione geometrica del modulo del determinante: volumi. Diagonalizzazione di operatori autoaggiunti (o matrici simmetriche). Geometria Euclidea nel piano cartesiano  $R^2$  e nello spazio cartesiano  $R^3$ : formule di geometria euclidea Alcune isometrie ed affinità notevoli nel piano cartesiano  $R^2$  e nello spazio cartesiano  $R^3$ : traslazioni, rotazioni, riflessioni, dilatazioni.

*Mod. 2*

Affinità, similitudini e movimenti: traslazioni, omotetie, scalings, simmetrie, ribaltamenti, riflessioni, rotazioni, glissoriflessioni. Geometria proiettiva e descrittiva: Piano e spazio proiettivi. Coordinate omogenee. Equazioni omogenee di rette e piani. Cambiamenti di coordinate omogenee. Proiettività. Proiezioni. Teorema di Desargues. Proiezione centrale: punti, rette e piani. Proiezioni ortogonali di Monge. Rappresentazioni di oggetti in assonometria: punti, rette e piani. Assonometria obliqua e ortogonale. Per tutti i tipi di proiezione, condizioni di parallelismo di rette e di piani, condizione di appartenenza di una retta a un piano, condizione di complanarità di rette non parallele, appartenenza di un punto ad una retta.

**Obiettivi formativi:** completa e profonda comprensione degli argomenti del corso, con la capacità sia di risolvere problemi, sia di presentare enunciati e dimostrazioni di tutti i risultati in maniera corretta e comprendendo perché le ipotesi sono necessarie. Lo studente deve acquisire una assimilazione matura dei contenuti ed essere in grado di applicarli ai corsi correlati.

**Modalità d'esame:** vengono assegnati vari test intermedi. Tipicamente l'esame finale avviene attraverso una prova scritta ed una orale.

**Libri di testo:**

PARTE TEORICA

1. G. Marini, Note del corso di geometria a.a. 2013/14, a cura del Prof. G. Marini, reperibili al sito [http://www.mat.uniroma2.it/~marini/STM\\_home\\_geometria.html](http://www.mat.uniroma2.it/~marini/STM_home_geometria.html)
2. F. Flamini, A. Verra. - Matrici e Vettori. Corso di base di geometria e algebra lineare, Carocci Editore, 2007.
3. M. Abate. - Geometria, McGraw-Hill, 1996.

PARTE ESERCIZI

1. Materiale on-line su pagina web docente <http://www.mat.uniroma2.it/~flamini/>
2. Esercizi svolti del testo "F. Flamini, A. Verra. - Matrici e Vettori. Corso di base di geometria e algebra lineare, Carocci Editore, 2008", reperibili gratuitamente al sito <http://www.carocci.it>
3. G. Anichini, G. Conti, R. Paoletti "Algebra Lineare e Geometria Analitica. Eserciziario"; Pearson Italia, 2013.

ALTRI TESTI CONSIGLIATI

- Tom M. Apostol - Calcolo. Vol 2 - Geometria, Ed. Boringhieri.
- Serge Lang - Algebre Lineare, Ed. Boringhieri.
- Web page of Prof. Gavarini <http://www.mat.uniroma2.it/~gavarini/>
- Web page of Prof.ssa Geatti <http://www.mat.uniroma2.it/~geatti/>
- Web page of Prof. Letizia <http://www.mat.uniroma2.it/~letizia/>
- Web page of Prof. Marini <http://www.mat.uniroma2.it/~marini/>

*Mod. 1*

Linear systems and matrices. Gauss-Jordan algorithm. Matrices, operations among matrices. The rank of a matrix. Determinants. Sarrus rule and Laplace theorem. Vector Spaces. Linear independence. Bases, dimension, coordinates, base changes.

Linear maps and bases. Linear operators. Diagonal linear operators: the characteristic polynomial. Cayley - Hamilton theorem. Eigenvalues and eigenspaces. Basics on triangulation and Jordan normal form. Cartesian spaces. Affine geometry in the cartesian plane  $R^2$  and in the cartesian space  $R^3$ : points, straight lines and planes, parametric and cartesian equations, geometric meaning of the coefficients of the equations, formulae of affine geometry. Canonical

inner product in the vector space  $R^n$ , orthogonal vectors, angles, norm, distance. Orthogonal projections. Diagonalization of self-adjoint endomorphism (or symmetric matrices). Euclidean geometry in the cartesian plane  $R^2$  and in the cartesian space  $R^3$ . Cross (or vector) product and Scalar triple (or mixed) product of vectors in  $R^3$ . Geometric interpretation of the module of the determinant: volumes. Formulae of euclidean geometry. Some isometries and affinities of the cartesian plane  $R^2$  and of the cartesian space  $R^3$ : traslations, rotations, simmetries, shears. Basics on triangulation and Jordan normal form.

#### *Mod. 2*

Affine lines and planes. Affinity, similitudes and movements: translations, homoteties, scalings, symmetries, reflections, rotations. Projective and descriptive geometry. Projective lines and planes. Homogeneous equations of lines and planes. Projective changes of coordinates. Projectivities. Projections. Theorem of Desargues. Central projection: points, lines and planes. Monge orthogonal projections. Representation of objects in assonometry: points, lines and planes. Oblique and orthogonal assonometry. For all type of projections, conditions of parallelism between lines and planes, conditions under which points, lines, belong to other affine/projective objects, conditions under which lines belong to the same plane.

#### ***Attendance in class is strongly encouraged.***

**Teaching goals:** full and complete understanding of the course's topics. The students must be able to solve problems and to present all statements and proofs in full detail, and have a clear understanding of why the assumptions are needed. This understanding must be acquired in depth, with the capability of applying the contents to related courses.

**Exam procedure:** some intermediate tests are assigned during the lectures. Typically, the final exam is based upon a written test and an oral discussion.

#### **Textbooks:**

#### **LECTURES**

1. G. Marini, Note del corso di geometria a.a. 2013/14, a cura del Prof. G. Marini, reperibili al sito [http://www.mat.uniroma2.it/~marini/STM\\_home\\_geometria.html](http://www.mat.uniroma2.it/~marini/STM_home_geometria.html)

2. F. Flamini, A. Verra. - Matrici e Vettori. Corso di base di geometria e algebra lineare, Carocci Editore, 2007.

3. M. Abate. - Geometria, McGraw-Hill, 1996.

#### **EXERCISES**

1. Materiale on-line su pagina web docente <http://www.mat.uniroma2.it/~flamini/>

2. Esercizi svolti del testo "F. Flamini, A. Verra. - Matrici e Vettori. Corso di base di geometria e algebra lineare, Carocci Editore, 2008", reperibili gratuitamente al sito <http://www.carocci.it>

3. G. Anichini, G. Conti, R. Paoletti "Algebra Lineare e Geometria Analitica. Eserciziario"; Pearson Italia, 2013.

#### **FURTHER READINGS**

- Tom M. Apostol - Calcolo. Vol 2 - Geometria, Ed. Boringhieri.

- Serge Lang - Algebre Lineare, Ed. Boringhieri.

- Web page of Prof. Gavarini <http://www.mat.uniroma2.it/~gavarini/>

- Web page of Prof.ssa Geatti <http://www.mat.uniroma2.it/~geatti/>

- Web page of Prof. Letizia <http://www.mat.uniroma2.it/~letizia/>

- Web page of Prof. Marini <http://www.mat.uniroma2.it/~marini/>

## **Interfacce e Sistemi multimodali**

**8 CFU**

**Prof. Carlo Giovannella**

Introduzione alla comunicazione tra "information processors": regole di base. Interfaccia come luogo privilegiato dello scambio informativo: tipi di interfaccia e relative modalità comunicative. sensi artificiali e sensi naturali, tracciamento e senseware. Rappresentazione fisica e mentale, strategie decisionali ed interpretative. Paradigma conversazionale, paradigma tool, paradigma emozionale. Il fiore della convergenza. Progettazione di interfacce: conoscenze necessarie e strumenti. Il dialogo di interazione: tecniche di immissione ed emissione. Dispositivi logici e fisici: verso il wearable. Tasks semplici e complessi. Il caso del 3D. La realtà virtuale. Rappresentazione visiva: tipologie e sua progettazione. Layout dello schermo. Codice visivo. Studi di interfacce. Approfondimento del senso della vista.

**Obiettivi formativi:** completa e profonda comprensione degli argomenti del corso, con la capacità di applicarli ai corsi correlati e di svolgere autonomamente progetti ad essi inerenti.

**Modalità d'esame:** tipicamente, l'esame si basa su un progetto da svolgere in piccoli teams, concordato con il docente.

**Libri di testo:** note del docente, e materiale e prompts messi online dal docente.

Introduction to communication between "information processors": rules, interfaces, artificial and natural senses, Physical and mental map. Strategies. Interaction. Logical and physical devices: what is "wearable". 3D and virtual



reality. Enhanced eyesight.

**Teaching goals:** full and complete understanding of the course's topics, and know-how of the technical, scientific, creative sides. Ability to design and complete a team project.

**Exam procedure:** typically based on the discussion of a small-team project autonomously developed by small teams of students.

**Textbooks:** notes distributed by the instructor, additional material made available online, prompts online.

**Laboratorio di fisica sperimentale (ex Fisica Sperimentale) 8 CFU**  
(fruito da LT Scienza dei Materiali)  
**Docente: Prof. Claudio Goletti**

### 1. Errori di misura ed incertezze sperimentali.

- a. Inevitabilità dell'incertezza in una misura sperimentale. Stima delle incertezze: nella lettura della scala di uno strumento di misura, nella ripetizione di una misura. Migliore stima di una grandezza. Cifre significative. Confronto tra misure. Incertezze relative.
- b. Propagazione delle incertezze sperimentali. Misurazione diretta e valutazione indiretta di grandezze fisiche. Propagazione degli errori per misure affette da incertezze casuali ed indipendenti. Propagazione degli errori massimi.

### 2. Analisi statistica dei dati sperimentali.

- a. Errori casuali ed errori sistematici. Media e deviazione standard. Deviazione standard per una singola misura. Deviazione standard della media.
- b. La distribuzione di Gauss. Istogrammi e distribuzioni. Distribuzioni limite. La distribuzione normale. Deviazione standard e limite di confidenza. Il valor medio come miglior stima della misura di una grandezza. Deviazione standard della media.
- c. Rigetto dei dati sperimentali. Criterio di Chauvenet.
- d. La media pesata. Il problema della combinazione di misure diverse per una stessa grandezza.
- e. Il metodo dei minimi quadrati. Analisi della dipendenza lineare di dati sperimentali in un grafico:  $y=A+Bx$ . Valutazione dei coefficienti A e B della retta, e della loro incertezza. Minimi quadrati pesati. Regressione polinomiale. Regressione logaritmica.
- f. Covarianza e correlazione. Nuove considerazioni sulla propagazione degli errori. Il coefficiente di correlazione lineare r di Pearson.
- g. La distribuzione binomiale. Definizione e proprietà. Esempi.
- h. La distribuzione di Poisson. Definizione e proprietà. Esempi.
- i. Il test del  $\chi^2$  per una distribuzione. Definizione generale del  $\chi^2$ . Gradi di libertà e  $\chi^2$  ridotto. La probabilità per il  $\chi^2$ .

### 3. Esperienze di laboratorio.

- 1) Determinazione della accelerazione di gravità misurando la caduta di un grave.
- 2) Cannoncino balistico.
- 3) Misura della costante elastica di molle singole, in serie e in parallelo.
- 4) Moto di un volano lungo un piano inclinato: determinazione del momento di inerzia.
- 5) Moto di un pendolo semplice: valutazione della isocronicità e del termine correttivo anarmonico. Misura di g.
- 6) Dispositivo di Galton (quinconce).

### 4. Circuiti in corrente continua.

- a. Elementi di un circuito. Generatori ideali di tensione e corrente. Legge di Ohm. Principi di Kirchoff. Teorema di reciprocità. Teorema di sovrapposizione. Circuiti equivalenti. Teoremi di Thevenin e di Norton.
- b. Elementi reali di un circuito (generatori, resistori, capacitori, ecc.). Misura di intensità di corrente, di differenze di potenziale e di resistenze. Perturbazioni indotte dalla misura. Metodo volt-amperometrico.
- c. Il diodo. Determinazione sperimentale della sua curva caratteristica.
- d. Capacità di un condensatore. Carica e scarica di un condensatore.
- e.
- f. 2. Circuiti in corrente alternata.
- g. Grandezze elettriche alternate. Grandezze sinusoidali. Metodo simbolico per la loro rappresentazione. Impedenza. Caso di una resistenza, di un condensatore e di una induttanza. Impedenza complessa. Impedenza in serie e in parallelo. Elementi reali di un circuito: R, L e C. Potenza dissipata in un elemento di circuito (formula di Galileo Ferraris).

- h. Circuiti filtro: passa-alto e passa-basso. Analisi sperimentale dei circuiti RC e CR, RL e LR: misura della attenuazione e dello sfasamento in funzione della frequenza del segnale. Circuito integratore e derivatore.
- i. Oscilloscopio. Principi di funzionamento.
- j. Circuiti risonanti: RCL in serie e in parallelo. Fattore di merito di un circuito risonante.

### 5. Elementi di ottica.

- a. L'ottica geometrica. Le leggi della riflessione e della rifrazione. Dispersione della luce. Angolo di deviazione minima in un prisma.
- b. Cenni alla polarizzazione della luce. Riflessione e rifrazione di luce linearmente polarizzata. Angolo di Brewster.

7)

### 6. Esperienze di laboratorio.

- a. Misure di corrente e tensione con il multimetro digitale. Misura di resistenze con l'ohmetro. Metodo volt-amperometrico. Determinazione della resistenza interna di un generatore.
- b. Carica e scarica di un condensatore.
- c. Determinazione sperimentale della curva I-V caratteristica di un diodo al silicio.
- d. Uso dell'oscilloscopio (analogico e digitale).
- e. Circuiti filtro: misura dell'amplificazione e dello sfasamento per un circuito RC/RL in configurazione passa-alto.
- f. Circuiti filtro: misura dell'amplificazione e dello sfasamento per un circuito RC/RL in configurazione passa-basso.
- g. Circuito risonante RCL serie: misura di amplificazione e sfasamento.
- h. Circuito risonante RCL parallelo: misura di amplificazione e sfasamento.
- i. Misura dell'indice di rifrazione di materiali trasparenti: prisma in condizione di deviazione minima.
- j. Misura dell'indice di rifrazione di un materiale dielettrico: determinazione dell'angolo di Brewster.

**Obiettivi formativi:** completa e profonda comprensione degli argomenti del corso, con la capacità di applicarli ai corsi correlati e di condurre esperimenti e misure in laboratorio.

### Testi di riferimento:

- a. Marco Severi, "Introduzione alla sperimentazione fisica", Zanichelli.
- b. Mario Pezzi, "Elettrotecnica generale", Zanichelli.
- c. Dispense dei corsi di Sperimentazione di Fisica reperibili sul sito web del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "La Sapienza".
- d. Per la parte di statistica ed analisi dei dati: J.R. Taylor, "Introduzione all'analisi degli errori", Zanichelli.
- e. Per la parte di ottica: F.W. Sears, Ottica, Casa Editrice Ambrosiana, Milano.

**Laboratorio 3 (ex Elettronica Fisica) 8 CFU**  
(frutto da LT Fisica)

**Docente: Prof. Roberto Messi**

### Mod. 1

Segnali e DSP (Digital Signal Processing): una breve introduzione. Statistica, probabilità e rumore. Circuiti Analogici: richiami. Fasori. Grandezze elettriche in regime sinusoidale. Utilizzo di strumenti software per la simulazione analogica e di sistemi a segnali misti. Funzione di trasferimento. Filtri Passivi: richiami. La retroazione negli amplificatori. Amplificatori Operazionali: richiami. Fondamenti di Elettronica Digitale. Conversione AD & DA. Cenni sui Filtri Attivi. Sistemi numerici. Software e hardware DSP. Elaborazione digitale dei segnali. Sistemi lineari. Convoluzione, proprietà della convoluzione.

### Mod. 2

Richiami di grandezze elettriche, trasduttori da grandezze fisiche ad elettriche, sensori, apparati di laboratorio: generatore funzioni, alimentatori, oscilloscopio, multimetri. Microcontrollori: famiglia Microchip ed Atmel. Protocolli di comunicazione seriale, parallela e USB. Strutture di circuiti digitali ed analogici. Logica digitale integrata programmabile. Studio comparato di struttura interna di microcontrollori e DSP (Digital Signal Processing). Utilizzo di programmi di simulazione ed integrazione. Esercitazioni di progettazione, implementazione e controllo di un'interfaccia Integrata: ADC, DAC, Timers, Digital IO, Analog IO. Programmazione in assembler e C++ di un sistema DSP di test. Progettazione completa di un sistema che campiona e converte un segnale di una grandezza fisica in ambiente rumoroso e la processa (Fast Fourier Transform, Discrete Fourier Transform) tramite programmi scritti in

Matlab e/o Processing per ridurre il rumore, con output grafico in tempo reale.

**Obiettivi formativi:** completa e profonda comprensione degli argomenti del corso, con la capacità di applicarli ai corsi correlati, di sviluppare autonomamente un progetto collegato e di condurre esperimenti e misure in laboratorio.

**Modalità d'esame:** Tipicamente l'esame finale avviene attraverso una prova scritta, la presentazione di un progetto su un argomento concordato con il docente ed eventualmente una prova orale.

### **Mod. 1**

Signal and DSP (Digital Signal Processing): a short introduction. Statistics, probability and noise. Revision on Analog Circuits. Phasors. AC: electrical quantities. Software tools for simulating analog and mixed-signal systems. Transfer function. Revision on Passive Filters. The feedback in the amplifiers. Revision on Operational Amplifiers. Fundamentals of Digital Electronics. AD & DA conversion. A brief description of the Active Filters. Numeral systems. DSP software and hardware. Digital signal processing. Linear systems. Convolution, properties of convolution.

### **Mod. 2**

Electrical transducers, sensors, laboratory apparatus: function generator, power supplies, oscilloscope, multimeter. Microcontrollers: Atmel and Microchip family. Serial communication protocols, parallel and USB. Structures of digital and analog circuits. Digital logic integrated programmable. Comparative study of internal structure of microcontroller and DSP (Digital Signal Processing). Use of simulator and integration programs. Exercises design, implementation and monitoring of an integrated ADC, DAC, Timers, Digital IO, Analog IO. Programming in assembler and C++ for a DSP system. Complete design of a system that samples and converts a physical signal in presence of noise and processes it (via Fast Fourier Transform, Discrete Fourier Transform) by means of a programs written in Matlab and / or processing for noise reduction, plotting data in real time.

**Teaching goals:** full and deep understanding of the course's topics, with the capability of applying them to related courses, to complete individual related projects and to perform experiments and measurements in the lab.

**Exam procedure:** typically, the final exam is based upon a written test, a project on a topic agreed with the professor and an oral test if necessary.

## **Laboratorio di Programmazione Strutturata 10 CFU (fruito da "Laboratorio di Calcolo", LT Matematica) Prof.ssa Dora Giammarresi**

Nozioni di architettura dei calcolatori, gestione della memoria gestione della CPU.

Introduzione ai linguaggi di programmazione: il linguaggio C, tipi di dati fondamentali, operatori di assegnamento, operatori relazionali, operatori logici.

Strutture di controllo del flusso: if-else for while do while switch.

Input/Output su standard I/O e su file. Generazione di numeri pseudocasuali, diagrammi di flusso, definizione e struttura di un diagramma, rappresentazione di algoritmi attraverso diagrammi di flusso. Array, stringhe, puntatori.

Le funzioni nel linguaggio C: prototipi e dichiarazioni, chiamata per indirizzo e per valore, funzioni ricorsive e iterative, cenni sulla libreria matematica, algoritmi matematici, l'algoritmo di Euclide. La ricorsione Algoritmi ricorsivi, il fattoriale, la successione di Fibonacci. Algoritmi di ordinamento: SelectionSort InsertionSort

BubbleSort, MergeSort e Quicksort. Strutture dati astratte: Liste, Pile e Code, Grafi e alberi binari. Implementazioni in C tramite array e tramite liste di puntatori. Semplici algoritmi di visita di grafi e di alberi e loro implementazione in C.

**Obiettivi formativi:** comprensione dei principi della programmazione di computer; acquisizione di uno stile efficiente di programmazione; capacità operativa dell'uso del linguaggio C. Acquisizione di nozioni di base su strutture dati e semplici algoritmi.

**Modalità d'esame:** L'esame finale avviene attraverso una prova di laboratorio, una prova scritta e una prova orale.

-----  
Elements of Von Neumann computer architecture. Memory, CPU, I/O  
Introduction to structured programming: The C Programming Language.  
Elementary data types, assignment, relational and logical operators.  
Control flow: if-else; for; while; do-while; switch. Input./Output: File  
I/O and Standard I/O. Pseudorandom numbers. Block diagrams: definitions

and use of flowcharts. Graphical representations of algorithm using flowcharts..

Arrays, strings and pointers.

Function in C: Prototype and declarations of a function. Call-by-reference and call-by-value. Recursive and iterative functions. Functions in the C math library. Mathematical algorithms: Euclid algorithm. Recursion and recursive algorithms: Factorial and Fibonacci sequence. Sorting algorithms: SelectionSort - InsertionSort BubbleSort. Abstract Data structures: lists, stacks, queues, graphs, and binary trees. Implementation in C using arrays and linked structures. Simple algorithms of graphs and trees traversal and implementation in C.

**Teaching goals:** understanding computer programming; acquiring a good programming style; acquiring a good programming practice in C. Understanding basic tools on data structures and algorithms.

**Exam procedure:** The final exam is based upon a test on a computer, a written test, and an oral test.

### **Lingua Italiana (seminario di recupero di eventuale debito formativo, non eroga CFU)**

**Docente Prof.ssa Ilaria Merlini**

Grammatica normativa. Produzione scritta di varie tipologie di testi. Laboratorio di correzione e autocorrezione.

**Obiettivi formativi:** completa comprensione degli argomenti del corso, con la capacità di comunicare correttamente ed efficacemente in lingua italiana.

**Modalità d'esame:** test finale scritto.

Grammar rules. Production of various types of written texts. Lab correction and self-correction.

**Teaching goals:** full understanding of the course's topics, with the ability for correct and effective verbal and written communication in Italian.

**Exam procedure:** the exam is based upon a written test.

### **Laboratorio di Matematica 4 CFU**

**Docente: Prof.ssa Francesca Tovenà**

*La frequenza alle lezioni è obbligatoria; le lezioni sono considerate un laboratorio, quindi con 12 ore/CFU*

Logica e operazioni tra insiemi. Insiemi numerici. Proposizioni e proprietà. Proposizioni e proprietà. Insiemi definiti da proprietà.

Dimostrazioni: implicazioni e controesempi. Implicazioni e controesempi. Inclusione tra insiemi e implicazioni.

Negazioni e dimostrazioni. Negazione di una proposizione. Dimostrazioni per assurdo.

Calcolo letterale.

Polinomi. Prodotti notevoli, potenza di binomio. Scomposizione di polinomi. Frazioni algebriche. Divisione tra polinomi, teorema di Ruffini., fattorizzazione mediante il teorema del resto. Equazioni. Equazioni di primo e secondo grado. Equazioni di grado superiore abbassabili di grado. Equazioni biquadratiche, Equazioni trinomie e binomie (cenni). Equazioni razionali fratte. Sistemi di equazioni. Equazioni con termini in valore assoluto Disequazioni. Disequazioni di primo e secondo grado. Disequazioni di grado superiore al secondo. Disequazioni razionali fratte. Sistemi di disequazioni. Disequazioni con termini in valore assoluto. Geometria analitica nel piano. Il piano cartesiano. La retta. Intersezioni tra due rette. Parabola, circonferenza (equazione ), iperbole equilatera. Funzioni reali. Definizione, dominio, grafico. Funzioni iniettive e suriettive. Funzione inversa Funzione composta. Funzioni periodiche. Funzioni crescenti o decrescenti. Funzioni limitate. Funzioni simmetriche. Trasformazioni utili sui grafici (traslazioni , dilatazioni, contrazioni, modulo).

Equazioni e disequazioni risolubili graficamente. Trigonometria. Circonferenza goniometrica, funzioni trigonometriche, identità trigonometriche. Formule di addizione e sottrazione, formule di duplicazione, formule di bisezione. Teoremi sui triangoli rettangoli. Equazioni e disequazioni trigonometriche elementari. Equazioni con medesima funzione e argomenti diversi. Equazioni lineari in seno e coseno (cenni). Equazioni ( disequazioni) riconducibili a equazioni (disequazioni) elementari. Potenze e radici. Potenze con esponente intero. Radici. Potenze con esponente razionale. Potenze con esponente reale. Funzioni potenza. Estensione della funzione potenza. Equazioni

e disequazioni irrazionali. Esponenziali e logaritmi.

La funzione esponenziale. La nozione di logaritmo. La funzione logaritmica. Proprietà dei logaritmi. Equazioni esponenziali e logaritmiche. Disequazioni esponenziali e logaritmiche.

**Obiettivi formativi:** acquisizione della capacità di comprendere e connettere le idee matematiche, e di risolvere problemi. Lo studente deve acquisire una assimilazione completa dei contenuti ed essere in grado di applicarli ai corsi correlati.

**Modalità d'esame:** all'inizio del corso vengono verificate le conoscenze pregresse degli studenti; vengono somministrati 3 test intermedi, dei quali viene tenuto conto per la valutazione finale. Tipicamente l'esame finale avviene attraverso una prova scritta ed una orale.

#### **Libri di testo:**

- M.BRAMANTI, G. TRAVAGLINI, "MATEMATICA. QUESTIONE DI METODO", Ed. ZANICHELLI. CAP. 1,2,3,4,5.
- OSIMO, D' AMICO "MATEMATICA. PRECORSI", Ed. EGEA.
- G. MALAFARINA "MATEMATICA PER I PRECORSI", Ed McGraw-Hill

The course is aimed to establish the ability to interconnect mathematical ideas. Attention is focused on elementary logic and set theory, algebraic operations, polynomials, equations, solution of second degree polynomial equations, polynomial inequalities, systems of inequalities, elementary analytic geometry, functions and graphs, the cartesian plane and coordinates, elementary analytic geometry, operations on graphs and functions, monotonicity, trigonometry, exponentials, logarithms.

**Teaching goals:** full understanding of the course's topics, ability to interconnect mathematical ideas, problem solving.

**Exam procedure:** the students' prior knowledge is verified at the beginning; then some intermediate tests are assigned during the lectures. Typically, the final exam is based upon a written test and an oral discussion.

#### **Textbooks:**

- M.BRAMANTI, G. TRAVAGLINI, "MATEMATICA. QUESTIONE DI METODO", Ed. ZANICHELLI. CAP. 1,2,3,4,5.
- OSIMO, D' AMICO "MATEMATICA. PRECORSI", Ed. EGEA.
- G. MALAFARINA "MATEMATICA PER I PRECORSI", Ed McGraw-Hill

### **Metodi Matematici in Computer Graphics 8 CFU**

(mutuato da LM Matematica)

**Docente: Prof. Massimo Picardello**

Il corso copre gli algoritmi classici e moderni della Computer Graphics, con particolare riferimento agli aspetti analitici, probabilistici e numerici.

Vengono studiati in dettaglio molti dei seguenti argomenti: gli algoritmi di rimozione delle aree nascoste (z-buffer, ray tracing, partizione binaria, ordine di priorità, Atherton-Weiler ed altri), i modelli di illuminazione ed ombreggiatura, le mappe di tessitura, di rilievo, di riflessione e di occlusione, il rendering delle ombre e della trasparenza, il ray tracing ricorsivo, la radiosità e l'illuminazione globale.

**Obiettivi formativi:** completa e profonda comprensione degli argomenti del corso, con la capacità di connettere perfettamente le idee matematiche di base, risolvere problemi, comprendere a fondo enunciati e dimostrazioni di tutti i risultati in maniera corretta e sviluppare progetti software correlati. Lo studente deve acquisire una assimilazione matura dei contenuti ed essere in grado di applicarli ai corsi correlati.

**Modalità d'esame:** all'inizio e durante tutto il corso vengono verificate le conoscenze pregresse degli studenti; vengono somministrati 3 test intermedi, a scopo sia di orientamento sia di accertamento, dei quali viene tenuto conto per la valutazione finale. L'esame finale avviene attraverso una prova scritta ed una orale. Può essere chiesto agli studenti anche lo sviluppo di pacchetti individuali di software per il rendering fotorealistico di scene tridimensionali. La frequenza alle lezioni è prerequisito per l'ammissione all'esame.

#### **Libro di testo:**

- M. Picardello, "Rendering tridimensionale: metodi numerici, analitici e probabilistici" (disponibile online a [http://www.mat.uniroma2.it/~picard/SMC/didattica/materiali\\_did/Comp.Graph./Computer\\_Graphics.pdf](http://www.mat.uniroma2.it/~picard/SMC/didattica/materiali_did/Comp.Graph./Computer_Graphics.pdf))
- Bala, Bekaert, Dutre, "Advanced Global Illumination", 2<sup>nd</sup> edition, Taylor&Francis, 2006
- H. Wann Jensen, "Realistic Image Synthesis using Photon Mapping", Taylor&Francis, 2001

Classical and modern methods of Computer Graphics are covered, with emphasis on the mathematical aspects: analytic, probabilistic and numerical.

Many algorithms are presented in detail, including most of the following topics: hidden area removal (z-buffer, ray tracing, binary space partition and others), lighting and shading models, texture maps, bump maps, reflection maps, occlusion maps, rendering of penumbra and transparency, recursive ray tracing, radiosity and global illumination.

**Teaching goals:** full and complete understanding of the course's topics. The students must be able to connect perfectly all mathematical and programming ideas and algorithms, to understand in full all mathematical base ideas and all statements and proofs, to solve problems and to develop related software projects. This understanding and know-how must be acquired in depth, with the capability of applying the contents to related courses.

**Exam procedure:** at the beginning and during all the development of the course the students' are tested on their previous knowledge of the mathematical prerequisites; 3 or more intermediate tests are offered in order to point out problems in understanding and also for evaluation. Typically, the final exam is based upon a written test and a colloquium; the students may also be asked to develop their own software projects aimed to photorealistic rendering of 3D scenes. Students who do not attend the lectures are not admitted at the exams.

**Textbooks:**

- M. Picardello, "Rendering tridimensionale: metodi numerici, analitici e probabilistici" (disponibile online a [http://www.mat.uniroma2.it/~picard/SMC/didattica/materiali\\_did/Comp.Graph./Computer\\_Graphics.pdf](http://www.mat.uniroma2.it/~picard/SMC/didattica/materiali_did/Comp.Graph./Computer_Graphics.pdf))
- Bala, Bekaert, Dutre', "Advanced Global Illumination", 2<sup>nd</sup> edition, Taylor&Francis, 2006
- H. Wann Jensen, "Realistic Image Synthesis using Photon Mapping", Taylor&Francis, 2001

## Musica 1

8 CFU

**Prof. Enrico Cosimi**

La pratica della Musica elettronica: storia, programmazione, composizione, produzione.

Il corso fornisce strumenti critico-tecnici, non vincolati contestualmente e applicabili in maniera trasversale alle diverse piattaforme operative, che il musicista elettronico e - più in generale - il manipolatore timbrico deve affrontare nella sua professione.

**Teoria:** Storia della Musica elettronica, identificazione dei principali filoni culturali con ascolti critici. Colonna sonora e colonna effetti, evoluzione dell'integrazione professionale tra suono e immagine.

**Tecnica:** Breve panoramica sulla catena di acquisizione audio analogico: ripresa, immagazzinamento, modifica e riproduzione. Funzionamento dei microfoni, funzionamento e struttura del mixer analogico come modello applicabile alle strutture virtuali, editing audio digitale e sopravvivenza delle funzioni di modifica analogica, funzionamento dello speaker.

**Tecniche di sintesi sottrattiva, sintesi per modulazione di frequenza/fase, di ampiezza, bilanciata.** Piattaforme di programmazione Clavia Nord Modular G2, Native Instruments Reaktor 5.x, FM8, Absynth 5.x, Massive.

**Progettazione di strutture auto generative per la Drone e la Ambient Music.**

**Pratica:** Linee guida per la programmazione di timbriche a impiego mirato. Contestualizzazione e topoi sonori; (ri)progettazione di classiche strutture funzionali: sintetizzatore analogico generico, Swarmatron di Dewan, struttura drone, struttura per sequenced music, synth bass e sequenced bass.

**Esperienze di editing audio digitale per la modifica e l'ottimizzazione dei segnali; pratica con Audacity, i3 DSP-Quattro, Ocenaudio.**

**Valutazione:** Verifica intermedia di apprendimento mediante quiz a risposta multipla su Storia della Musica elettronica e Tecniche di Sintesi del suono. Risonorizzazione di segmenti estratti da L'angelo sterminatore di Luis Buñuel (1962); scelta stilistica di una chiave interpretativa, realizzazione della musica con tecniche a piacere. Valutazione sulla realizzazione tecnica vincolante alla votazione, valutazione stilistica e compositiva non vincolante alla votazione.

**Libro di testo:**

Alle dispense originali e agli ascolti critici forniti dal docente, saranno affiancate indicazioni bibliografiche e webgrafiche aggiornate al 2012.

**Obiettivi formativi:** conoscenza della storia e comprensione dei principi scientifici e degli aspetti tecnici della musica elettronica e della manipolazione del suono assistita da computer.

**Modalità d'esame:** vengono verificate le conoscenze pregresse degli studenti, durante il corso vengono somministrati due test intermedi. Tipicamente l'esame finale avviene attraverso una prova scritta, la presentazione di un progetto su un argomento concordato con il docente ed eventualmente una prova orale.

**Prerequisiti:** nozioni fondamentali di matematica e teoria musicale.

**Mod. 1:**

**Teoria del suono.** Elementi di fisica acustica ed acustica musicale. Elementi di psicoacustica. Elementi di elettroacustica. Rappresentazione numerica del suono. Rappresentazione nel dominio del tempo e della frequenza.  
**Sintesi del suono.** Oscillatore digitale. Sintesi additiva. Sintesi per modulazione d'ampiezza. Sintesi per modulazione frequenza. Sintesi sottrattiva. Tecniche PCM. Sintesi granulare. Sintesi per modelli fisici  
**Elaborazione digitale del suono.** Riverberazione del suono. Tempo reale e tempo differito. La spazializzazione del suono. Note sulla percezione sonora. Musica elettronica e simulazione d'ambiente. Algoritmo di Chowning per la localizzazione di una sorgente sonora virtuale.

**Mod. 2:**

**Tecniche di analisi della musica elettroacustica**

Cenni di storia della musica elettroacustica dagli anni '50 ad oggi. L'analisi musicale in generale e la tripartizione di Molino. Problematiche specifiche dell'analisi della musica elettroacustica. Schaeffer e l'"objet sonore". Il metodo percettivo-cognitivo di Doati ed il metodo estesico-cognitivo di Giomi e Ligabue. Emmerson e la relazione tra linguaggio e materiali. Introduzione alla teoria spettromorfologica di Smalley. Ascolto ed analisi di alcune opere rappresentative dagli anni '50 ad oggi, appartenenti ai vari generi della musica elettroacustica.

**Composizione di musica elettroacustica**

I generi della musica elettronica ed elettroacustica. Modulazione e messaggio musicale. Le scale dei tempi, sintesi e controllo del suono. Forma, formare: catalogo di possibilità, articolazioni, la macro-forma. Gli aspetti acustici e psicoacustici del materiale sonoro come base espressiva per la composizione elettroacustica. Composizione algoritmica: strategie e modelli; l'uso del caso. Comporre per mezzo della sintesi di masse sonore. Comporre come scolpire: la tecnica delle bande stratificate, sintesi dello spazio sonoro, costruzione di superfici (textures) sonore, costruzione di gesti (gestures) sonore, costruzione di strutture a più livelli, contrappunto spettrale.

**Obiettivi formativi:** acquisizione delle conoscenze relative all'acustica e alla psicoacustica e delle principali tecniche di sintesi, elaborazione e spazializzazione del suono. Acquisizione delle nozioni relative alla storia, all'analisi e alla composizione di musica elettroacustica.

**Modalità d'esame:** tipicamente l'esame finale avviene si basa su un progetto individuale ed una prova pratica od un colloquio orale.

**Libro di testo:** note del docente.

**Prerequisites:** Fundamentals of basic math and music.

**Mod. 1:**

**Theory of sound.** Elements of physical and musical acoustics. Elements of psychoacoustics. Elements of electroacoustics. Digital representation of Sound. Representation in time and frequency domain.

**Sound synthesis.** Digital oscillator. Additive synthesis. Amplitude modulation synthesis. Frequency modulation synthesis. Subtractive synthesis. PCM techniques. Granular synthesis. Physical modeling synthesis.

**Digital Sound Processing.** Sound Reverberation. Real time and deferred time. The sound spatialization. Perception of sound. Electronic music and simulation environment. Chowning algorithm for the localization of a virtual sound source.

**Mod. 2:**

**Analysis Techniques in Electro-acoustic Music**

Principles of history of electro-acoustic music from the '50s to this day. General musical analysis and Molino's tripartition. Specific problematics of electro-acoustic musical analysis. Schaeffer and "l'objet sonore". Doati's perceptive-cognitive method and Giomi and Ligabue's esthetic-cognitive method. Emmerson and the relationship between languages and materials. Introduction to Smalley's spectromorphologic theory. Listening and analysis of various representative works from the '50s to this day, belonging to the different subgenres of electro-acoustic music.

**Electro-acoustic music composing**

Electronic and electro-acoustic music genres. Modulation and musical message. Time scales, sound synthesis and controlling. Form and how to form: possibilities catalogue, articulations, macro-form. Acoustic and psycho-acoustic sides of sound material as an expressive background for electro-acoustic composition. Algorithmic composition: strategies and models; the use of random techniques. Composing through sound masses synthesis. Composing like carving: stratified bands technique, sound space synthesis, sound textures building, sound gestures building, multi-layers structures building, spectral counterpoint.

**Teaching goals:** acquisition of the basics of acoustics and psychoacoustics and sound synthesis, processing and spatialization techniques. Acquisition of knowledge on the history, analysis and composition of electroacoustic music.

**Exam procedure:** typically, the final exam is based upon an individual project or a practical test, and an oral discussion.

**Textbook:** notes distributed by the instructor.

### **Programmazione in Java e gestione della grafica 8 CFU**

Introduzione ai computer e alla programmazione. Introduzione alle applicazioni Java. Nozione di programmazione ad oggetti: classi e oggetti.

Il linguaggio Java. Tipi di dati, variabili, operatori, stringhe.

Controllo del flusso: istruzioni di selezione e istruzioni di iterazione.

Metodi. Array. Classi e oggetti. Variabili di classe e di istanza.

Packages. Ereditarietà. Polimorfismo. File e stream. L'interfaccia grafica in Java. Gestione delle eccezioni. Filtri.

Processi concorrenti. Pratica di programmazione in laboratorio.

**Obiettivi formativi:** lo studente dovrà acquisire competenze teoriche e pratiche sulla programmazione dei calcolatori e sulla tecnica di programmazione ad oggetti. Dovrà essere in grado di scrivere autonomamente semplici programmi in Java e di comprendere e riutilizzare del codice esistente.

**Modalità d'esame:** durante il corso vengono assegnati tre test intermedi, per aiutare gli studenti a verificare la propria comprensione e per scopi valutativi. L'esame finale avviene attraverso una prova di laboratorio e la presentazione di un progetto in Java.

-----  
Introduction to computers and computer programming. Java applications and object oriented programming. Data types, variables, operators, strings.

Flow control: instructions for iteration and selection. Arrays. Methods.

Classes and Objects. Class and Instance variables. Packages. Inheritance

and Polymorphism. Files and streams. Java graphical user interface. Handling of exceptions. Filters.

Threads. Programming practice in lab.

**Teaching goals:** the student will acquire theoretical and practical knowledge about computer programming and on the technique of object-based programming. Must be able to write independently simple java programs and to understand and reuse existing code.

**Exam procedure:** During the course some intermediate tests are assigned: their results help the students to verify their performance, and are considered for the final score. The final exam includes a programming test, and project consisting in a Java program.

### **Programmazione ad Oggetti e Grafica 8 CFU**

**Prof. Jacopo Zuliani, Prof. Fabrizio Bazzurri**

Mod.1: Approfondimenti nella programmazione in C++ .

Mod.2: Sviluppo individuale in C++ di renderers e shaders fotorealistici.

**Obiettivi formativi:** capacità operativa di programmazione nel linguaggio C++ ; capacità di sviluppare un renderer od



uno shader fotorealistico in C++.

**Modalità d'esame:** all'inizio del corso vengono verificate le conoscenze pregresse degli studenti. Tipicamente l'esame finale avviene tramite la valutazione di un progetto individuale concordato con il docente ed una prova orale.

**Libri di testo:**

- Deitel & Deitel, "C++"
- M. Picardello, "Algoritmi e metodi matematici in Computer Graphics" (disponibile online a [http://www.mat.uniroma2.it/~picard/SMC/didattica/materiali\\_did/home\\_materiali\\_STM.html](http://www.mat.uniroma2.it/~picard/SMC/didattica/materiali_did/home_materiali_STM.html))

Mod.1: Insights in C++ programming.

Mod.2: The students develop a photorealistic rendering and shading computer package of their own, written in C++.

**Teaching goals:** know-how of C++ programming; the student must individually program a photorealistic rendering or shading package of his own in C++.

**Exam procedure:** at the beginning of the course are tested students' prior knowledge; 3 intermediate tests are administered, which is taken into account for the final evaluation. Typically, the final exam is assessed by evaluating an individual project supervised by the instructor and an oral colloquium.

**Textbooks:**

- Deitel & Deitel, "C++"
- M. Picardello, "Algoritmi e metodi matematici in Computer Graphics" (disponibile online a [http://www.mat.uniroma2.it/~picard/SMC/didattica/materiali\\_did/home\\_materiali\\_STM.html](http://www.mat.uniroma2.it/~picard/SMC/didattica/materiali_did/home_materiali_STM.html))

## **Produzione Cinematografica con Animazione ed Effetti Speciali**                      3 CFU

*(Video production, animation and special effects)*

**Prof. Andrea Felice**

Il corso è articolato secondo tre aspetti fondamentali: la storia, il linguaggio, la tecnica; il fine è di fornire allo studente gli strumenti interpretativi sia dell'aspetto linguistico, sia di quello tecnico per la manipolazione dell'immagine nelle produzioni cinematografiche complesse. Il percorso formativo riassume e completa quello dei precedenti insegnamenti di cinematografia e ne verifica l'apprendimento anche grazie ad un progetto che ciascuno studente deve sviluppare.

L'analisi sull'argomento è strutturata sulle seguenti tematiche:

Studio delle fasi sequenziali di una produzione cinematografica con presenza di elementi in animazione tradizionale e 3D, nonché con effetti speciali (SFX).

Analisi di un prodotto di animazione attraverso materiali originali come story-board, bollettino del ritmo, scenografie, disegni, modelli 3D, SFX, ecc

**Obiettivi formativi:** comprensione della storia, linguaggio e tecnica della cinematografia e degli aspetti tecnici e creativi degli effetti speciali.

**Modalità d'esame:** Durante il corso saranno presentati alcuni film e commentati dal punto di vista della produzione attraverso le fasi di animazione, camera tracking, matte painting. Il candidato, scelto un prodotto cinematografico, effettua una analisi ed uno studio sistematico dell'opera e produce una raccolta di immagini fotografiche adeguata a descrivere i passaggi più significativi delle sequenze con SFX, compositing, matte painting ecc., e produce delle tavole in formato A3 e su CD-ROM in formato TIFF o JPG a 300 dpi con le composizioni di alcune scene significative. All'esame si dovrà mostrare anch'essa conoscenza di due libri a scelta tra quelli proposti nella bibliografia allegata al programma.

The course is divided into three fundamental aspects: the history, language, technology. The goal is to provide the linguistic interpretation and the technical manipulation of the image in complex film production.

The analysis covers the following topics:

Study of the sequential stages of film production with the presence of elements in traditional animation and 3D, as well as SFX.

Analysis of products through original materials such as storyboards, sheet patterns, sets, designs, 3D, SFX, etc

**Teaching goals:** understanding of history, linguistic and technical aspects of movie making and of technical and creative aspects of special effects

**Exam procedures:** During the course some movies will be presented and discussed in terms of animation, camera tracking, matte painting. The candidate will choose a movie, make a systematic study and analysis and produces a collection of photographs to describe what are the most significant passages sequences in terms of SFX, compositing, , matte painting etc; hence he will produce tables in A3 format and on CD-ROM in TIFF or JPG format at 300 dpi, with the compositions of some relevant scenes. At the exam, the candidate will also answer questions on the contents of two books chosen among those proposed in the bibliography attached to the program.

## **Sistemi Operativi e Reti**

**8 CFU**

**Prof. Alberto Berretti**

*Mod. 1 Sistemi operativi.*

Sistemi operativi, con particolare riferimento al sistema operativo Unix ed alle sue varianti.

*Mod. 2. Reti e sicurezza informatica.*

Protocolli applicativi in Internet. Il DNS e le problematiche del naming. L'email: l'architettura di un sistema di posta elettronica; MUA e MTA; SMTP, IMAP e POP. MIME. Protocolli per il Web: HTTP. Cenni su altri protocolli applicativi. Crittografia: Crittografia classica: cifrari a sostituzione e permutazione, One time pad, cenni sulla teoria di Shannon; Algoritmi simmetrici: a blocchi (DES, AES) e di flusso (LFSR, RC4); Modi di utilizzo dei cifrari a blocchi (ECB, CBC); Algoritmi di Key Exchange: Diffie-Hellmann; Algoritmi a chiave pubblica; Funzioni hash; Protocolli; Firma digitale. Cos'è

\* Cos'è la sicurezza informatica

\* Tecnologie per la sicurezza informatica: Firewall, Intrusion detection system, Network Access Control, VPN.

\* Il problema dell'autenticazione; Login/Password; One Time Password; Tecnologie basate su token; Tecnologie biometriche; Autenticazione a due fattori.

\* "Trusted computing"; Access Control List; Multilevel security.

\* La certificazione della sicurezza: dall'Orange Book ai Common Criteria.

**Obiettivi formativi:** comprensione del sistema operativo Unix; comprensione e capacità di risoluzione dei problemi posti dall'utilizzo concreto delle tecnologie di networking nel trattamento delle informazioni nel mondo reale.

**Modalità d'esame:** prova scritta e prova orale.

**Libri di testo:**

- Ross Anderson, Security Engineering, Wiley
- W. Cheswick, S. Bellovin, Firewalls and Internet Security, Addison-Wesley
- Bruce Schneier, Applied Cryptography, Wiley

*Mod. 1. Operating systems*

Operating systems, with specific emphasis on the Unix operating systems and its variants.

*Mod. 2. Computer networks and information security*

Application protocols on the Internet. DNS and the problems of naming. Email: architecture of email systems; MUA and MTA; SMTP, IMAP and POP. MIME. The HTTP protocol. Basic notions about other protocols. Cryptography: Classical cryptography: substitution ciphers and permutation ciphers, One time pads, basic notions about Shannon's theory; Symmetrical algorithms: block ciphers (DES, AES) and stream ciphers (LFSR, RC4); How to use a block cipher: ECB, CBC. Key exchange (Diffie-Hellmann); Public key cryptography; Hash functions; Protocols; Digital Signature. What is information security. Technologies for information security: firewalls, IDS, NAC, VPN. Authentication: login/password, one-time passwords, token-based authentication, biometrics, two factors authentication. Trusted Computing: access control lists, multilevel security. The problem of trust and the certification of security: from Orange Book to Common Criteria.

**Teaching goals:**

Know how of the Unix operating system; readiness to face the real-world problems posed by networking technologies and widespread use of digital technologies in the treatment of information.

**Exam procedures:** written test and colloquium.

**Textbooks:**

- Ross Anderson, Security Engineering, Wiley
- W. Cheswick, S. Bellovin, Firewalls and Internet Security, Addison-Wesley
- Bruce Schneier, Applied Cryptography, Wiley

## **Strutture dati e comunicazione per lo web**

**8 CFU**

**(mutuato da Programmazione Web, CL Ingegneria delle Tecnologie di Internet )**

**Prof. Loreti**

La rete internet: storia ed evoluzione; principi di funzionamento; panoramica sui servizi principali.

Il Web: particolarità ed evoluzione; concetto di documento ipertestuale, collegamento e sito; differenze di fruizione rispetto agli altri media; rapporto autore e lettore;

Analisi tecnica/comunicativa di un sito. Separazione di struttura, dati e presentazione: i linguaggi a marcatori; XML e tecnologie associate; XHTML e CSS.

Dal sito al sistema basato sul web: analisi, progettazione e sviluppo considerando i criteri di trovabilità, accessibilità e usabilità.

Sistemi web dinamici: cenni sull'architettura client-server, architettura three-tier; differenze con la programmazione "desktop-oriented".

Programmazione per il web client-side (Javascript) e server-side (PHP): caratteristiche, potenzialità e limiti; confronto con altre soluzioni; la sintassi di base: tipologie di dati; operatori e strutture di controllo; le funzioni predefinite di interazione con l'utente e la macchina host.

**Obiettivi formativi:** comprensione a livello operativo della programmazione html, xml e Javascript mirata alla creazione di siti Web.

**Modalità d'esame:** durante il corso vengono assegnati test intermedi; tipicamente l'esame finale avviene attraverso una prova scritta, la presentazione di un progetto su un argomento concordato con il docente ed eventualmente una prova orale.

The Internet: history and development, operating principles; main services overview.

Web: peculiarities and evolution, the concept of hypertext document, link and site; differences in use compared to other media report author and reader; Technical/communication analysis of a site. Separation of structure, data and presentation markup languages, XML and associated technologies, XHTML and CSS. From site to web-based system analysis, design and development whereas the criteria findable, accessibility and usability.

Dynamic web systems: basic client-server architecture, three-tier architecture, programming differences with the "desktop-oriented". Programming for the web client-side (JavaScript) and server-side (PHP): features, capabilities and limitations, comparison with other solutions, the basic syntax: data types, operators and control structures, predefined functions to interact with you and the host machine.

**Teaching goals:** full understanding and know-how of html, xml programming and Java scripting for web sites management.

**Exam procedure:** some intermediate tests are assigned during the course; typically, the final exam is based upon a written test, a project on a topic agreed with the professor and an oral test if necessary.

## **Teoria e Tecnica della Comunicazione di Massa      8 CFU**

*(Mass communication)*

**Docenti: Prof. Volterrani – Prof.ssa Candalino**

### **Mod 1**

Il modulo mira a sviluppare la conoscenza e l'analisi dell'immaginario collettivo mediale attraverso un approccio narrativo alle culture e ai media. Partendo dalla problematizzazione delle relazioni tra i tre mondi (pensiero, linguaggio, realtà) e con l'ausilio della scala di generalità, saranno esplorate le varie tipologie di immaginario, la loro genesi, i possibili percorsi di cambiamento e trasformazione. Saranno inoltre proposte agli allievi specifiche esercitazioni sulle narrazioni medialità e non per apprendere le nozioni elementari per la costruzione delle storie per e con i media

### **Mod. 2**

Si prosegue e si approfondisce l'analisi dell'immaginario collettivo mediale, esaminando le evoluzioni della contemporanea società dell'iperconsumo. In linea con un approccio narrativo alle culture e ai media, vengono inquadrati le relazioni tra forme di produzione e modalità di consumo partecipativo che caratterizzano la contemporanea 'cultura convergente'. Questo flusso di contenuti su più piattaforme possiede un 'valore esperienziale' che rilancia la produzione culturale nel processo di convergenza tra media. Alcuni casi di 'narrazioni medialità' le cui routine produttive sono fondate sulla frammentazione come esercizio di 'stile narrativo' e un corposo approfondimento sull'apparato paratestuale della comunicazione audiovisiva completano il corso.

**Obiettivi formativi:** Fornire competenze e conoscenze sul ruolo dei media nella società contemporanea.

**Modalità d'esame:** durante il corso vengono assegnati due test intermedi; tipicamente l'esame finale avviene attraverso una prova scritta, la presentazione di un progetto su un argomento concordato con il docente ed eventualmente una prova orale.

**Libro di testo:** Baym N. K. (2010), Personal connections in the digital age, Polity press, Cambridge; Brancato S. (2011), Post serialità, Liguori Napoli; Giovagnoli M. (2013), Transmedia, ApogeoNext editore; Stella R. (2012), Sociologia delle comunicazioni di massa, Utet Università, Torino

### **Mod 1**

The module aims at developing conscience and analysis of the collective imaginary through a different narrative approach to culture and media. From analyzing the issues related to the relations among the three worlds (thought, language and reality) and with the help of the generality scale, the course will go on exploring the various types of

imaginary, their genesis, the possible paths of change and transformation. The students will be asked to exercise specifically on the media narration with the aim at learning the elementary notions for the construction of the stories for and with the media.

### **Mod. 2**

This supplementary course will continue and deepen the analysis of the collective media imaginary, examining the evolutions of contemporary society's over-consumerism. According to the narrative approach to the cultures and the media, we will reference the relations among forms of production and participative consumerism modalities that make up today's 'convergent culture'. This flow of contents on multiple platforms possesses an 'experiential value' that addresses the cultural production in the processes of media's meeting points. Some cases of 'media narration' -- where its productive routines are founded on fragmentation as an exercise of 'narrative style', as well as a substantial analysis on the para-textual apparatus of the audiovisual communication -- will complete the course.

**Teaching goals:** Provide expertise and knowledge on the role of media in contemporary society

**Exam procedure:** two intermediate tests are assigned during the course; typically, the final exam is based upon a written test, a project on a topic agreed with the professor and an oral test if necessary.

**Textbook:** Baym N. K. (2010), Personal connections in the digital age, Polity press, Cambridge Brancato S. (2011), Post serialità, Liguori Napoli

Giovagnoli M. (2013), Transmedia, ApogeoNext editore Stella R. (2012), Sociologia delle comunicazioni di massa, Utet Università, Torino

## **Trattamento digitale delle Immagini (Digital image elaboration)**

**8 CFU**

**Prof. Picardello**

### ***La frequenza alle lezioni è obbligatoria***

Nozione di immagine digitale. Modelli di colore. Panoramica completa dell'elaborazione via software di immagini digitali, realizzata sulla base di tutorial al computer: selezione, spostamento, livelli, canali, maschere, colorazione, livelli di regolazione e ritocco digitale di fotografie, tracciati, forme, effetti digitali, filtri

Approfondimenti sul ritocco fotografico per la stampa tramite controllo del colore e del contrasto e mescolamento dei canali, basato su tutorial al computer. Strategie per la correzione professionale del colore: aumento del contrasto tramite manipolazione degli istogrammi dei valori dei pixel in ciascun canale, trasformazioni in e tra spazi di colore, mescolamento dei canali. Elaborazione di azioni efficienti per l'intensificazione di colore e contrasto, applicabili a tutte le immagini.

Tecniche per il ritocco digitale di ritratti.

**Obiettivi formativi:** completa comprensione delle immagini digitali e dei loro spazi di colore; apprendimento a livello operativo del software di ritocco fotografico Adobe Photoshop; profonda comprensione operativa e scientifica delle strategie e tecniche di ritocco di contrasto e di colore delle immagini digitali.

**Modalità d'esame:** durante il corso vengono assegnati tre test intermedi. Tipicamente l'esame finale avviene attraverso una prova scritta, una prova pratica di ritocco fotografico ed una prova orale.

### **Libri di testo:**

- "Adobe Photoshop CS6 Classroom in a Book", Adobe Press
- D. Margulis, "Modern Photoshop Color Workflow", MCW Publishing, 2013

The structure of digital images. Color models. A complete outline of digital image treatment, based on computer tutorials: selections, moving, layers, channels, coloring, adjustment levels, digital retouching of photographs, paths, shapes, digital effects, filters.

Detailed covering of digital image correction for printing and online publishing via control of color and contrast and channel mixing, explained with computer tutorials. Strategies for professional color correction: increasing contrast by modification of the histograms of various channels, transformations of channels within the same color space or between different color spaces, channel mixing. Deep study of advanced methods for improving color and contrast, applicable to all images.

Techniques of digital retouching of photographic portraits.

**Teaching goals:** full understanding of digital images and their color spaces; learning and usage of the photo retouching package Adobe Photoshop; deep understanding of scientific and practical strategies and techniques for contrast and color correction of digital images.

**Exam procedure:** three intermediate tests are assigned during the course. Typically, the final exam is based upon a

written test, a photoretouching test and an oral examination.

**Textbooks:**

- “Adobe Photoshop CS6 Classroom in a Book”, Adobe Press
  - D. Margulis, “Modern Photoshop Color Workflow”, MCW Publishing, 2013
- Scott Kelby, “Fotoritratto. Tecniche professionali di fotoritocco con Photoshop”, Pearson, 2011

-

Per avere maggiori informazioni sul Regolamento didattico, sui corsi e sugli orari visita il sito: <http://www.scienzamedia.uniroma2.it>,

Per informazioni di carattere generale, si visiti il sito:  
<http://www.uniroma2.it/>

Per la didattica programmata, si visiti il sito:  
<http://uniroma2public.gomp.it/manifesti/render.aspx?UID=8aeb8709-83cb-478b-abb2-0833ee0e39f2>

Per la didattica erogata, si visiti il sito:  
<http://uniroma2public.gomp.it/Programmazioni/render.aspx?UID=593d77d8-58ff-4a60-877d-28ac9b6c2cb9>