

## CORSO: MATEMATICA (I ANNO)

Conservatorio "G. Rossini", Pesaro – A. A. 2022/23

**DOCENTE: CARMINE-EMANUELE CELLA**

Web: [www.carminecella.com](http://www.carminecella.com)

Email: [carmine.emanuele.cella@gmail.com](mailto:carmine.emanuele.cella@gmail.com)

---

### INTRODUZIONE

Il corso si propone di dare un quadro matematico generale per la rappresentazione e la comprensione dei segnali, fondato su un'interpretazione *geometrica* dei concetti di analisi e sintesi. La teoria di Fourier è un elemento centrale di questa interpretazione e verrà esaminata in dettaglio. La quasi totalità del corso è di tipo teorico, ad eccezione di una fase finale di implementazione dell'*analisi/sintesi eterodina* su Max. Il corso richiede uno sforzo di astrazione per abituarsi a concetti nuovi e non abitualmente insegnati nelle scuole superiori.

---

### PREREQUISITI

Elementi di matematica e fisica delle scuole superiori; conoscenza elementare di teoria musicale; conoscenza di base di Max e familiarità con l'algebra lineare potranno essere utili ma non sono requisiti di accesso al corso. Il linguaggio Python verrà usato occasionalmente durante il corso, solo per illustrare concetti; non è richiesta la conoscenza del linguaggio da parte dello studente.

---

### OBIETTIVI

Alla fine del corso, lo studente sarà in grado di:

- pensare al suono come a un oggetto multidimensionale;
- comprendere in profondità i concetti di analisi e sintesi;
- comprendere il senso della serie e della trasformata di Fourier;
- scrivere una patch in Max che fa l'analisi e la sintesi di un segnale;
- usare l'oggetto *poly~* di Max;
- leggere un codice Python di base.

---

### TESTI E MATERIALI

1. [CE1] C. E. Cella, *A geometric interpretations of signals*, scaricabile da [www.carminecella.com](http://www.carminecella.com)
2. [CE2] C. E. Cella, *Chi ha paura dei numeri complessi?*, scaricabile da [www.carminecella.com](http://www.carminecella.com)
3. [CE3] C. E. Cella, *On room impulse response measurements with sine sweeps*, scaricabile da [www.carminecella.com](http://www.carminecella.com)
4. [STR] J. Strawn (editor), *Digital signal processing – an anthology*, capitolo 1
5. [SMI] J. Smith, *The mathematics of the DFT*, capitolo 5 (scaricabile gratuitamente al seguente [link](#))
6. [WAG] J. Wagner, Slides sulla fisica del suono, UC Berkeley Music 108

Tutti i materiali (slides, note, articoli, codice, campioni, video-lezioni, ecc.) saranno distribuiti su [www.carminecella.com](http://www.carminecella.com).

---

## CRITERI DI VALUTAZIONE

Il voto finale è in trentesimi; lo studente sarà valutato secondo i seguenti criteri:

Esame finale	50%
Test assegnati	30%
Partecipazione alla lezione	20%

**ESAME FINALE:** L'esame finale consiste in un colloquio di circa 30 minuti in cui verranno rivisti tutti i concetti presentati durante il corso. E' possibile che durante l'esame venga richiesto di risolvere un esercizio con carta e penna.

**PARTECIPAZIONE:** Una parte importante per la valutazione dello studente è rappresentato dall'attività in classe. Uno studente che si mostra attento, chiede chiarimenti o aiuta gli altri a progredire sarà valutato meglio rispetto ad uno studente che rimane passivo.

**TEST ASSEGNATI:** Il docente potrà assegnare dei test da fare a casa (generalmente due o tre durante il corso) che dovranno essere consegnati entro la data stabilita. I test potranno essere esercizi da fare con carta e penna o patch di Max.

Il docente si riserva il diritto di modificare i criteri di valutazione se l'andamento generale della classe lo richiede.

---

## INFORMAZIONI GENERALI

### CONDOTTA ACCADEMICA

La classe è da considerarsi un ambiente di rispetto degli altri e della diversità. Comportamenti intolleranti, aggressivi o volgari produrranno sanzioni disciplinari. Lo studente ha il diritto di richiedere al docente di essere chiamato come preferisce, ma ha l'obbligo di rispettare la medesima richiesta da parte degli altri componenti della classe.

La presenza in classe è obbligatoria per l'80% delle lezioni. Il docente non registrerà come presente uno studente che non si è presentato alla lezione e tale richiesta produrrà sanzioni disciplinari. E' responsabilità dello studente mantenersi informato su eventuali cambiamenti di orario del corso, sui test assegnati e sugli altri aspetti didattici.

La lettura dei testi assegnati è obbligatoria. Si consiglia vivamente di progredire con la lettura durante il corso e non rimandare tutto al giorno prima di un test o dell'esame.

Barare durante i test o durante l'esame è considerato un'irregolarità grave e produrrà sanzioni disciplinari. Usare il lavoro di un'altra persona facendolo passare per proprio è considerato plagio e produrrà sanzioni disciplinari.

### TEST ASSEGNATI

I test vanno sempre fatti individualmente. Vanno consegnati al docente in classe o per email, in base alla richiesta specifica, nel giorno designato. Lo studente sarà responsabile per la perdita di dati o del lavoro e questa circostanza non sarà considerata scusante in nessun caso. I test consegnati in ritardo verranno ridotti di voto, nella misura di un punto per ogni giorno di ritardo. Eccezioni specifiche potranno essere discusse con il docente ma non sono garantite.

### ESAME

Allo studente è richiesto di presentarsi all'esame in orario. Ciò significa che sarà opportuno arrivare al LEMS prima della convocazione ufficiale per poter testare eventuali connessioni audio/video e per preparare tutti i materiali richiesti. Lo studente dovrà presentarsi all'esame munito di computer, carta e matita. Altri materiali potranno essere concordati preventivamente col docente.

## CALENDARIO DEL CORSO

Il corso si terrà sempre al LEMS (terzo piano), con orario 10-13. Il corso è diviso in quattro moduli, ognuno in un mese diverso. Alla fine di ciascun modulo è assegnato un test che va consegnato all'inizio del modulo successivo.

DATA	ARGOMENTO	TESTI	NOTE
<b>MODULO 1</b>			
17/11, gio,	Presentazione del corso; cenni di fisica del suono ed introduzione al timbro musicale	Slides; [CE2] par. 1; [WAG] le due serie di slides (opzionale)	
18/11, ven	Introduzione agli spazi vettoriali; metriche di uno spazio vettoriale; prodotto scalare	Slides; [CE1] par. 1, 2.1, 2.2; [SMI] 5.2-5.8 (opzionale)	
19/11, sab	Colinearità e ortogonalità; concetto di proiezione; ricostruzione di un vettore	Slides; [CE1] par. 2.3, 2.4; [SMI] 5.9 (opzionale)	Test 1 assegnato
<b>MODULO 2</b>			
7/12, mer	Span e base di uno spazio vettoriale	Slides; [CE1] par. 2.5	<b>Test 1 da consegnare</b>
8/12, gio	Interpretazione geometrica di analisi e sintesi	Slides; [CE1] par. 3.1, 3.2	
9/12, ven	Introduzione ai numeri complessi; cenni di trigonometria; identità di Eulero	Slides; [CE1] par. 2-6; [STR], cap. 1 parte I (opzionale)	
10/12, sab	Introduzione alla serie di Fourier; trasformata continua e discreta	Slides; [CE1] par. 7-8; [CE2] par. 3.3; [SMI] 5.1 (opzionale); [STR] cap. 1 parte II (opzionale)	
20/12, ven	Convoluzione e sua interpretazione geometrica; deconvoluzione	Slides; [CE2] par. 4	
21/12, sab	Applicazioni della convoluzione della deconvoluzione	Slides; [CE3] tutto	Sessione di laboratorio con Python; test 2 assegnato
<b>MODULO 3</b>			
26/1, gio	Introduzione al concetto di <i>feature maps</i> ; generalizzazione del dualismo tempo/frequenza; analisi wavelet; applicazioni	Slides	Sessione di laboratorio con Python; <b>test 2 da consegnare</b>
27/1, ven	Concetto di kernel convolutivo; autovettori e autovalori; cenni sulle reti neurali convolutive (CNN)	Slides	Test 3 assegnato
<b>MODULO 4</b>			
16/3, gio	Analisi eterodina: implementazione su Max 1/2		Sessione di laboratorio con Max; <b>test 3 da consegnare</b>
17/3, ven	Analisi eterodina: implementazione su Max 2/2		Sessione di laboratorio con Max
18/3, sab	Ripasso generale sulle nozioni viste durante il corso; conclusioni		