

---

### INTRODUZIONE

La finalità principale del corso è fornire gli elementi di base della sintesi sonora e del trattamento digitale dei segnali. Il corso verte sul dominio del tempo e affronta temi come l'oscillatore digitale e la sintesi additiva, il filtro digitale, la sintesi sottrattiva, le sintesi per modulazione (AM, RM, FM, granulare) e la sintesi per modelli fisici. Ogni argomento viene prima spiegato teoricamente e poi implementato attraverso il linguaggio di programmazione per l'audio Max.

---

### PREREQUISITI

Obbligatorio: corso di matematica (I anno).

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:

- comprendere ed utilizzare le principali sintesi audio nel dominio del tempo;
- comprendere in profondità i filtri digitali e le loro applicazioni;
- creare diversi effetti di trattamento audio tra cui il time stretch ed il pitch shift;
- scrivere patch relativamente avanzate in Max che processano segnali in tempo reale;
- leggere un codice Python di base.

---

### TESTI E MATERIALI

1. [CE1] C. E. Cella, Che cos'è la musica elettroacustica?, scaricabile da [www.carminecella.com](http://www.carminecella.com)
2. [CE2] C. E. Cella, Generalized series for spectral design, scaricabile da [www.carminecella.com](http://www.carminecella.com)
3. [CE3] C. E. Cella, Introduzione al filtro 1-polo, scaricabile da [www.carminecella.com](http://www.carminecella.com)
4. [CE4] C. E. Cella, On physically-inspired synthesis, scaricabile da [www.carminecella.com](http://www.carminecella.com)
5. [STR] J. Strawn (editor), *Digital signal processing – an anthology*, capitoli 1 e 2
6. [SMI] J. Smith, Digital filters, capitoli 1, 3, 4 (scaricabile gratuitamente al seguente [link](#))
7. [SMI] J. Smith, Physical audio signal processing, capitolo 1 (scaricabile gratuitamente al seguente [link](#))
8. [CG] A. Cipriani – M. Giri, Musica elettronica e sound design, ConTempoNet edizioni
9. [CHO] B. Schottstaedt, The simulation of natural instrument tones using frequency modulation with a complex modulating wave, *Computer Music Journal*, Nov. 1977 (scaricabile online al seguente [link](#))
10. [SMY] T. Smyth, Amplitude modulation (AM) synthesis, online publication
11. [GAB] D. Gabor, Acoustical quanta theory of hearing, *Nature*, 1947 (reperibile online)

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% (30% orale, 20% progetto)
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 verrà esaminato un progetto finale presentato dallo studente (vedi sotto).

**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.

**PROGETTO:** Lo studente dovrà preparare un progetto in Max basato su una o più patch viste durante l'anno, mirato a mostrare le conoscenze acquisite e il loro utilizzo creativo. Il progetto potrà essere costituito, ad esempio da: un nuovo algoritmo nato come combinazione di algoritmi presentati in classe, una nuova interfaccia che permette di usare le patch in modo più efficiente, ecc. Il progetto dovrà essere inviato al docente entro una data designata. La mancata consegna del progetto implica l'impossibilità di sostenere l'orale.

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. Il progetto finale deve obbligatoriamente essere fatto in modo individuale.

### CALENDARIO DEL CORSO

Il corso si terrà sempre al LEMS (terzo piano), con orario 14-17, fatta eccezione per il giorno 13/7 in cui ci saranno due sessioni (10-13 e 14-17). Il corso è diviso in tre 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>			
17/5, mer	Presentazione del corso; introduzione alla teoria del campionamento	Slides; [CE1] intero; [CG] cap. 1T, 1P; [STR] cap. 1 parte II (opzionale)	
18/5, gio	Cenni sull'oscillatore digitale; sintesi additiva: analisi storica e controllo ad alto livello ( <i>g-series</i> )	[CE2] intero; [CG] cap. 2T, 2P	Implementazione Max di un synth additivo
19/5, ven	Filtri digitali (1/2): forme FIR e IIR; equazione generale dei filtri digitali	Slides; [SMI] cap. 1 (opzionale); [STR] cap. 2 parte I	
20/5, sab	Filtri digitali (2/2): introduzione al filter design attraverso il caso 1-polo	Slides; [CE3] intero; [SMI] cap. 3, 4 (opzionali); [STR] cap. 2 parti II e III (opzionali)	Test 1 assegnato
<b>MODULO 2</b>			
8/6, gio	Sintesi sottrattiva: analisi storica e controllo ad alto livello ( <i>g-series</i> )	[CG] cap. 3T, 3P	Implementazione Max di un synth sottrattivo; <b>test 1 da consegnare</b>
9/6, ven	Introduzione alla sintesi per modelli fisici; cenni di fisica degli strumenti	Slides; [SMI] cap. 1 (opzionale)	
10/6, sab	Modelli pseudo-fisici e strumenti aumentati	Slides; [CE4] intero	Implementazione Max di un modello di strumento aumentato basico
29/6, gio	Sintesi per formanti		Implementazione Max di un generatore vocale per formanti
30/6, ven	Sintesi per modulazione: analisi storica e teorica dell'RM, AM, FM	Slides; [CG] cap. 4T, 4P; [SMY] intero; [SCH] intero	Implementazione Max di un synth FM; test 2 assegnato
<b>MODULO 3</b>			
1/7, sab	Sintesi granulare 1: introduzione storica e teorica	Slides; [GAB] intero	<b>Test 2 da consegnare</b>
13/7, gio (10-13)	Sintesi granulare 2: modelli asincroni prototipali		Implementazione Max di un granulatore prototipale
13/7, gio (14-17)	Sintesi granulare 3: modelli asincroni su campioni		Implementazione Max di un granulatore su campioni
14/7, ven	Introduzione alla sonificazione	Slides	
15/7, sab	Ripasso generale sulle nozioni viste durante il corso; conclusioni		