



UNIVERSITÀ DI PISA

Programma del corso di  
“Elementi di Geometria Superiore 2: Matematica & Musica”  
(In collaborazione con Carlos Agon e Emmanuel Amiot)

- Rappresentazione e formalizzazione delle strutture musicali
  - Rappresentazioni geometriche e formalizzazioni algebriche [Gol00], [Mazzo02], [Tymo06], [Chemi07]
    - Il *Tonnetz* di Eulero
    - Rappresentazioni circolari e toroidali
    - Teoria degli *orbifolds*
    - Cenni dell’approccio categoriale
  - Strumenti informatici e rappresentazioni simboliche [Assa04], [Agon04]
    - Teoria della calcolabilità
    - Teoria della complessità
    - Calcolo informatico
    - Lambda-calcolo
    - Programmazione logica e calcolo concorrente
    - Analisi musicale assistita su calcolatore
- Enumerazione e classificazione delle strutture musicali
  - Lemma di Burnside e teoria dell’enumerazione di Polya [Ben06], [Jedr07], [Gilb07], [Oger08]
    - Classificazione paradigmatica degli accordi musicali (azioni del gruppo ciclico, diedrale e affine sul sistema temperato tradizionale)
    - Modi di Messiaen a trasposizione limitata
    - Serie dodecafoniche e serie omni-intervallari
    - Asimmetria ritmica
    - Spazi microtonali
  - La *Set Theory* d’Allen Forte [And03], [Jedr07]
    - Il vettore intervallare
    - Teorema dell’esacordo (Milton Babbitt)
    - La relazione  $Z$  e gli insiemi omometrici
- Teorie trasformazionali, diatoniche e neo-riemanniane
  - Il sistema d’intervalli generalizzati (GIS) di David Lewin [Amiot07], [Jedr07]
    - La funzione intervallare e la trasformata di Fourier discreta
    - Teorema generale dell’esacordo
  - Reticoli di Klumpenhouwer (*K-nets*) [Jedr07],
    - Isografie forti
    - Isografie positive
    - Isografie negative

- Teorie diatoniche [Amiot07], [Jun08], [Douth08]
  - Unicità della scala diatonica
  - Insiemi ripartiti in maniera massimale (*Maximally Even Sets*)
  - Scale ben formate (*Well-formed scales*)
  - Diatonismo vs cromatismo
- Teorie neo-riemanniane [Fiore05], [Crans08], [Noll08]
  - Dualità trasposizione / inversione
  - Cenni di grammatiche formali (*Christoffel words*)
- Tessellazioni musicali: la costruzione dei canoni ritmici a mosaico [Amiot04], [Fid08], [Gilb07]
  - Fattorizzazione di gruppi ciclici
    - Gruppi di Hajos e gruppi non-Hajos
    - Teorema di Hajos
    - Teorema di Redei
  - Fattorizzazioni polinomiali (polinomi ciclotomici)
    - Condizioni di Coven-Meyerowitz
  - Congiunture geometrico-algebriche
    - Congiuntura di Minkowski
    - Congiuntura di Keller
    - Congiuntura di Fuglede (congiuntura spettrale)
- Sequenze periodiche e calcolo delle differenze finite a valori in gruppi ciclici [And04], [Chemi04]
  - Sequenze riducibili, riproducibili e teorema di fattorizzazione
  - Applicazione alle grammatiche formali e alla teoria dell'imparità ritmica
- Ramificazioni filosofiche e cognitive dell'approccio algebrico in musica [And06]
  - L'eredità del positivismo logico del circolo di Vienna nella tradizione americana
  - Strutturalismo matematico e strutturalismo musicale

### **Bibliografia di base:**

[Agon04] C. Agon, M. Andreatta, G. Assayag et S. Schaub, "Formal aspects of Iannis Xenakis' Symbolic Music: a computer-aided exploration of some compositional processes", *Journal of New Music Research*, Juin 2004, vol. 33, n° 2, p. 145-159.

[Amiot04] E. Amiot, "Why Rhythmic Canons are Interesting", in E. Lluís-Puebla, G. Mazzola et T. Noll (eds), *Perspectives in Mathematical and Computational Music Theory*, EpOs, 190-209, Universität Osnabrück, 2004.  
<http://recherche.ircam.fr/equipes/repmus/mamux/IrcamTilingResearch.html>

[Amiot07] E. Amiot, "David Lewin and Maximally Even Sets", *JMM* 1 (3), 2007, 157-172.

[And04] M. Andreatta, D.T. Vuza e C. Agon, "On some theoretical and computational aspects of Anatol Vieru's periodic sequences", *Soft Computing*, 8, 2004, 588-596

[And06] M. Andreatta, “Mathématiques, musique et philosophie dans la tradition américaine : la filiation Babbitt/Lewin”, intervento al Seminario “Mathématiques/Musique et Philosophie”, ENS, 18 novembre 2006. Présentation PowerPoint, handout, registrazione audio e vidéo disponibili online all’indirizzo:  
<http://recherche.ircam.fr/equipes/repmus/moreno/>

[Assa04] G. Assayag, V. Cafagna, M. Chemillier, *Soft Computing - A Fusion of Foundations, Methodologies and Applications*, 8(9), September

[Chemi04] M. Chemillier, “Periodic musical sequences and Lyndon words”, in G. Assayag, V. Cafagna, M. Chemillier (eds.), *Formal Systems and Music*, special issue of *Soft Computing*, 8(9), pp. 611-616.

[Chemi07] M. Chemillier, “Représentations musicales et représentations mathématiques”, in *Musique et schème: entre percept et concept*, B. RamautChevassus (ed.), Presses Universitaires de SaintEtienne.

[Crans08] A. S. Crans, Th. M. Fiore, and R. Satyendra, « Musical Actions of Dihedral Groups » (June13, 2008)  
<http://arxiv.org/pdf/0711.1873>

[Fid08] G. Fidanza, *Canoni ritmici a mosaico*, tesi di laurea, Università degli Studi di Pisa, Facoltà di SSMMFFNN, Corso di laurea in Matematica, 2008.  
<http://recherche.ircam.fr/equipes/repmus/mamux/TesiFidanza.pdf>

[Fiore05] Th. M. Fiore e R. Satyendra, “Generalized Contextual Groups”, *Music Theory Online*, 11(3), settembre 2005  
[http://www.societymusictheory.org/mto/issues/mto.05.11.3/mto.05.11.3.fiore\\_satyendra.pdf](http://www.societymusictheory.org/mto/issues/mto.05.11.3/mto.05.11.3.fiore_satyendra.pdf)

[Gilb07] E. Gilbert, *Polynômes cyclotomiques, canons mosaïques et rythmes k-asymétriques*, mémoire de Master ATIAM, maggio 2007  
<http://recherche.ircam.fr/equipes/repmus/mamux/RapportGilbert.pdf>

[Gol00] E. Gollin, *Representations of Space and Conception of Distance in Transformational Music Theory*, PhD, Harvard University

[Jun08] J. Junod, *Etude combinatoire et informatique du caractère diatonique des échelles à sept notes*, Mémoire de Master ATIAM, Ircam/Université Paris 6, juin 2008.  
<http://recherche.ircam.fr/equipes/repmus/mamux/RapportATIAMJunod.pdf>  
Atlas interattivo dei modi disponibile all’indirizzo:  
<http://www.cloche-diatonique.ch/>

[Noll08] Th. Noll, “Le Pli Diatonique - Algebraic Combinatorics on Words applied to the Study of the Diatonic Modes”, Intervento al Seminario Mathématiques/Musique et Philosophie, ENS, 12 gennaio 2008  
<http://www.entretemps.asso.fr/math/Noll.htm>

[Oger08] B. Oger, *Les transpositions musicales et autres transformations de la gamme*, TIPE, Année scolaire 2007/2008.  
<http://recherche.ircam.fr/equipes/repmus/mamux/documents/Oger-TIPE.pdf>

[Tymo06] D. Tymoczko, “The Geometry of Musical Chords”, *Science* 313, 72-74, 2006

[Vuza01] D.T. Vuza e M. Andreatta, “On some properties of periodic sequences in Anatol Vieru’s modal theory”, *Tatra Mountains Math Publications*, vol. 23, 2001, 1-15  
<http://www.sav.sk/journals/uploads/0131105501ANDREA.ps>

### **Textbooks:**

[And03] M. Andreatta, *Méthodes algébriques en musique et musicologie du XX<sup>e</sup> siècle. Aspects théoriques, analytiques et compositionnels*, PhD, EHESS, 2003  
<http://recherche.ircam.fr/equipes/repmus/moreno/TesiMoreno.pdf>

[Ben06] Dave Benson, *Music: A Mathematical offering*, Cambridge University Press, 2006  
<http://www.maths.abdn.ac.uk/~bensondj/html/music.pdf>

[Mazzo02] G. Mazzola, *Topos of Music. Geometric Logic of Concepts, Theory, and Performance*, Birkhäuser, 2002.

[Jedr06] F. Jędrzejewski, *Mathematical Theory of Music*, Collection “Musique/Sciences”, Ircam/Delatour France, 2006

[Douth08] J. Douthett, Martha M. Hyde, C. J. Smith, *Music Theory and Mathematics. Chords, Collections, and Transformations*, University of Rochester Press.

### **Brani musicali analizzati durante il corso:**

- Arnold Schoenberg: *Klavierstück Op. 19 n° 4* (1911)
- Alexander Scriabin: *Etude Op. 65 No. 3* (1911-1912)
- Milton Babbitt: *Three composition for piano* (1947-1948)
- Olivier Messiaen: *Mode de valeurs et d'intensités* (1949)
- Pierre Boulez: *Structures pour deux piano Ia* (1951-1952)
- Karlheinz Stockhausen: *Klavierstück III* (1952)
- Milton Babbitt: *Semi-Simple Variations* (1956)
- Iannis Xenakis: *Herma* (1961)
- Iannis Xenakis: *Nomos Alpha* (1966)
- Elliott Carter: *A 90+* (1994)

Moreno Andreatta  
Equipe Représentations Musicales  
IRCAM-CNRS  
1, place I. Stravinsky  
F-75004 Paris  
email: [Moreno.Andreatta@ircam.fr](mailto:Moreno.Andreatta@ircam.fr)  
<http://recherche.ircam.fr/equipes/repmus/moreno/>

[Ottobre 2008]