

Conservatorio “L. Marenzio” – Brescia
Scuola di Musica Elettronica
Anno Accademico 2017/18

Docente: Marco Marinoni
Storia della musica elettroacustica 1 – Lezione 2a

***SINTESI ED ELABORAZIONE DEI SUONI:
I PIONIERI DELLA MUSICA ELETTRONICA***

Indice

1. *Sintesi del suono*
 1. *Utilizzo musicale della sintesi del suono*
 2. *Sintesi analogica e sintesi digitale*
2. *Elaborazione del suono*
 1. *Tecniche di base di elaborazione del suono*
3. *Sintesi ed elaborazione del suono: una prospettiva storica*
 1. *Parigi*
 2. *Colonia*
 3. *Milano*

1. Sintesi del suono

- La musica è materia sonora e ha una fonte.
 - Sintetizzare il suono significa dunque **trovare quante più fonti possibili per fare scaturire la musica**
 - che è costituita da **onde**, con una **durata** e un'**intensità**.



1. Sintesi del suono

- Da quando esiste la radio sappiamo che **le onde possono essere "captate" cioè prese, catturate.**
 - Se poi deve essere l'ambiente a suonare, allora il sogno della costruzione di una macchina pre-radio esiste dall'**arpa eolia**, considerato il primo *strumento "automatico"*, in grado di suonare grazie all'energia del vento.
 - Lo strumento possedeva due supporti sui quali venivano poste le corde e veniva posizionato su una finestra: le corde venivano messe in vibrazione dall'aria. Invece che essere di differenti lunghezze, le corde erano di pari lunghezza e pari accordatura. Solo il loro differente spessore produceva variazioni di intonazione. Strumento aleatorio.
- Inizio di un **rapporto di mediazione tra sostanze sonore, tra oggetti di innesco e ricettori.**



1. Sintesi del suono

- La storia della sintesi del suono è un insieme di
 - **artefatti**
 - **riflessioni** scientifiche
 - **approcci** razionali e spontanei
 - storie di **invenzioni** di macchine futuribili
 - alcune fallite e dimenticate, altre divenute patrimonio naturale dell'ambiente.



1. Sintesi del suono

- L'utopia della creazione ex-novo attraverso la macchina, prende corpo in un testo di **Athanasius Kircher**, *Musurgia Universalis* (1650)
 - nel quale si descrive un congegno meccanico in grado di produrre un gioco di assemblaggio mediante sequenze musicali preordinate.
- Kircher adoperava numeri e relazioni aritmetiche per rappresentare *relazioni di scala, ritmo e tempo*, assemblate su tavolette di legno o carta, per un progetto definito *Arca Musarithmica*.



1. Sintesi del suono

- *Arca Musarithmica*



Marco Marinoni - Conservatorio
"L. Marenzio" di Brescia



1. Sintesi del suono

- Anche il filosofo inglese **Francis Bacon** quando trattò l'utopia scientifica nella *Nuova Atlantide* (1626), dichiarò:
 - "abbiamo sound-houses dove realizziamo e dimostriamo tutti i suoni e la loro generazione".
- Chissà cosa ci sarebbe capitato di udire in quelle case dei suoni, visto che dovranno passare duecento anni prima che un documento attesti *la nascita della musica elettronica come realizzazione concreta dell'utopia nuovista*.



1. Sintesi del suono

- Il primo generatore di suono elettrico nasce dal **telefono**.
 - Il segnale telefonico via cavo viene adoperato per generare un suono musicale.
- **Elisha Gray** brevettò il suo modello di telefono solo un'ora dopo che **Bell** ne aveva già depositato la proprietà, ma verrà anche ricordato per essere l'ideatore del *Telegrafo musicale* (1874).
 - Gray scoprì per caso di poter **controllare il suono attraverso un circuito elettromagnetico auto-vibrante**.
 - Il telegrafo musicale conteneva oscillatori a tono singolo [patch *oscillatore*], in grado di 'suonare' due ottave.



1. Sintesi del suono

- *Telegrafo musicale*



Marco Marinoni - Conservatorio
"L. Marenzio" di Brescia

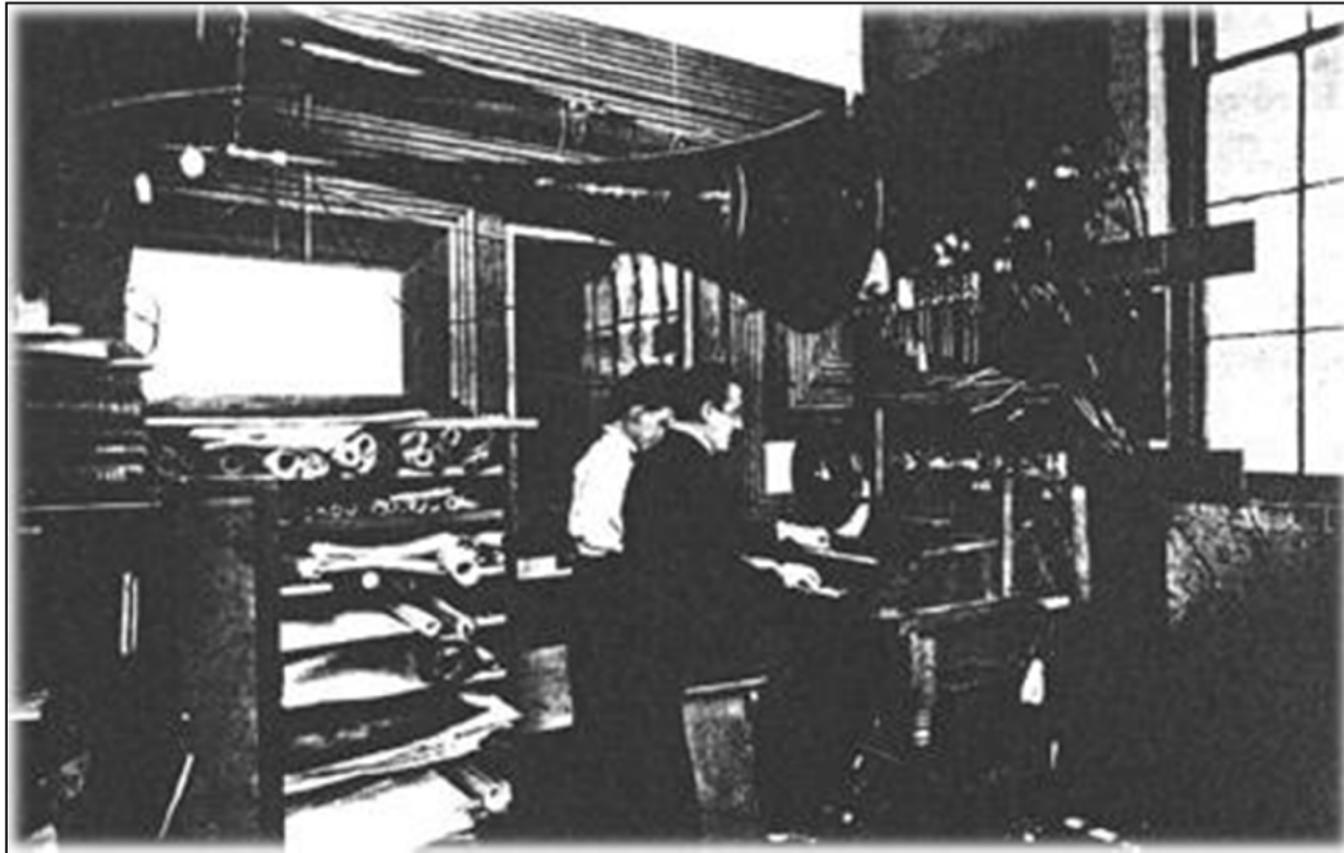
1. Sintesi del suono

- L'inizio del Novecento annuncia la vera nascita dell'era elettronica con uno strumento tecnologicamente avanzato e pesante quasi quanto un transatlantico:
 - il *Telharmonium* (dinamofono), di Thaddeus Cahill primo strumento elettronico, del peso di 200 tonnellate.
 - Presentato al pubblico nel 1907, era basato su un insieme di 145 dinamo modificate e induttori che producevano correnti alternate di differenti frequenze, controllate da tastiere polifoniche di 7 ottave sensibili alla velocità.
 - L'amplificazione era devoluta a ricevitori telefonici collegati a corni acustici oppure a speciali traduttori chiamati «soundboards».



1. Sintesi del suono

- *Telharmonium*



Marco Marinoni - Conservatorio
"L. Marenzio" di Brescia



1. Sintesi del suono

- L'apparecchio di **Theodore Cahill**, precedendo l'invenzione dell'amplificatore di vent'anni, pur producendo una potenza sufficiente da non dover appoggiare l'orecchio ai diffusori, non era però utile a produrre suoni accettabili all'ascolto dell'epoca.

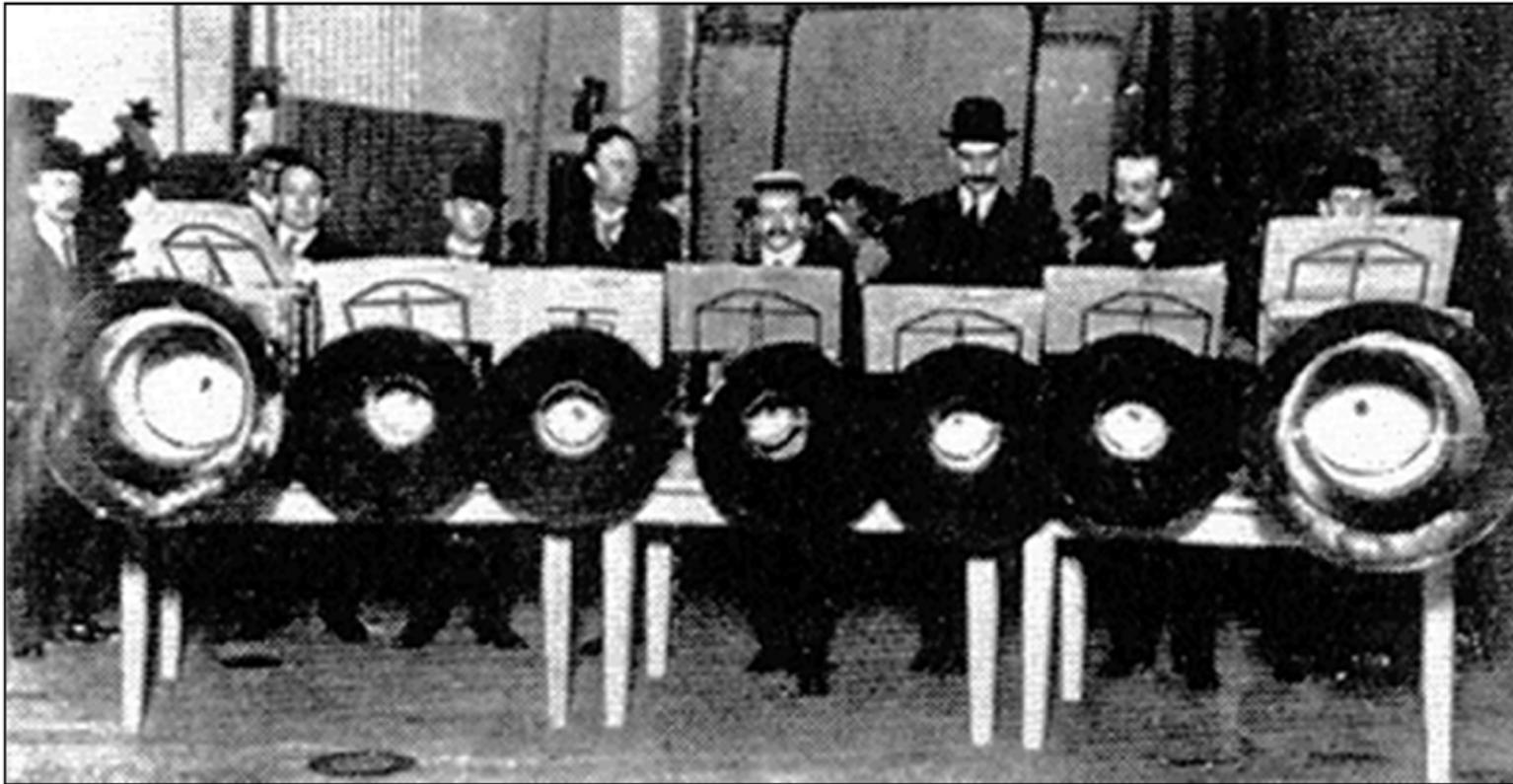


1. Sintesi del suono

- Ad inizio novecento, il futurista **Luigi Russolo** teorizzò un uso musicale del rumore con la costruzione dell'*Intonarumori*
 - un'apparecchiatura formata da diversi elementi sfruttando congegni elettrici o meccanici, per la produzione di diversi suoni e la possibilità di una loro integrazione in esecuzioni orchestrali.
- Nel 1922 costruì il *Rumorarmonio*, mezzo necessario ad amplificare gli effetti musicali creati dall'*Intonarumori*.
 - Questa esperienza, sistematizzata nel volume «L'arte dei rumori» precorre quella della *musique concrète*.

1. Sintesi del suono

- *Intonarumori*



Marco Marinoni - Conservatorio
"L. Marenzio" di Brescia

1. Sintesi del suono

- La sperimentazione andava in tutte le direzioni: sembra che anche **Lenin**, mente della prima rivoluzione socialista ed elettrica, s'interessasse alle tendenze dell'elettronica e avesse richiesto lezioni di *Rythmicon* che verrà poi reso noto col nome di *Theremin*, dal nome del suo inventore **Lev Sergeevic Termen**.
 - Il *Theremin* consisteva in due oscillatori che producevano due frequenze vicine ma differenti, che provocavano battimenti.
 - Fu ideato da radio-ingegneri che sperimentavano con valvole radio sottovuoto, i quali notarono con preoccupazione che *avvicinando il corpo all'apparecchio, si provocavano variazioni di frequenza*.



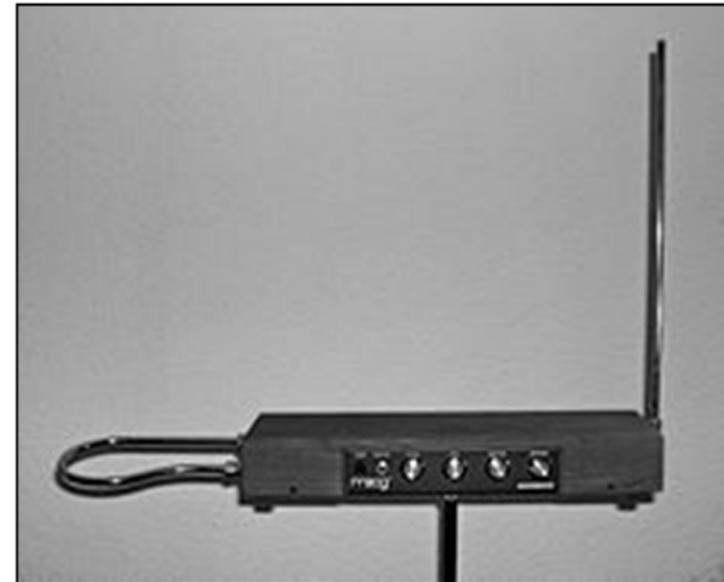
1. Sintesi del suono

- Quello che era un problema divenne un'opportunità: il *Theremin* o *Eterofono* si suonava muovendo le mani attorno ad un cerchio di metallo per modificare il volume e attorno ad un'antenna per modificare l'intonazione.
- Lo strumento è composto fondamentalmente da **due antenne poste sopra e a lato di un contenitore nel quale è alloggiata tutta l'elettronica.**
- Il controllo avviene allontanando e avvicinando le mani alle antenne:
 - mediante quella superiore (posizionata verticalmente) si controlla l'altezza del suono, quella laterale (posta orizzontalmente) permette di regolarne l'intensità.
 - Il suono può variare tra quello di un violino e quello vocale.



1. Sintesi del suono

- Un moderno theremin transistorizzato, *l'etherwave-Theremin* assemblato da un kit di **Robert Moog**:
 - l'antenna a sinistra controlla il volume mentre l'antenna in posizione verticale controlla il pitch (la frequenza).



1. Sintesi del suono

- L'oscillatore a valvole, cuore del Theremin, fu la base della successiva ricerca elettronica, fino all'avvento del transistor.
- Con l'avvento delle *Onde Martenot* (1928) (costruite seguendo il principio del Theremin, ma adoperando un elettrodo, al posto dell'antenna radio, in grado di produrre varianti di capacità), si avvera il sogno produttivo della sintesi: *la **sintesi sottrattiva***.
- **Laurence Hammond** al contrario adopererà la ***sintesi additiva*** per costruire un organo costituito di 91 generatori a disco elettromagnetico pilotati da un motore sincronizzato.
- Nasce l'idea della sintesi, cioè **mettere insieme parti o elementi in modo da formare un tutto**.
 - *La sintesi sonora è basata su modelli fisici che non modellano il suono ma il meccanismo di produzione del suono.*



1. Sintesi del suono

- Macchine musicali di consistenza **concepite per i suoni e non per riprodurli**, in grado di molecolarizzare ed atomizzare la materia sonora.
- Lo svelamento prodotto dal sintetizzatore nelle sue forme arcaiche o evolute, consiste nel **rendere udibile il processo sonoro**, nell'**evidenziarne il procedimento di produzione**: la sintesi che si produce è quella del molecolare e del cosmico, del materiale e della forza, non più quella della forma e della materia.
- **Forma, contenuto e materia divengono un tutt'uno.**
 - *Ciò che rende reale il procedimento di sintesi è la sua sottile discernibilità. La descrizione dell'essenziale che va a costituire il tutto. In opposizione alle idee di riproduzione e di concreto, che invece attingono ad una supposta naturalità come fonte attraverso cui giungere al suono.*



1. Sintesi del suono

- **Sintesi** = gr. *synthesis* *composizione*, composto da SYN *con, insieme* e THESIS *azione di porre* formato sulla base di TI-THEMI / fut. THESO / *pongo*
 - Unione, composizione; metodo filosofico che **discende dai principi alle conseguenze.**



1. Sintesi del suono

- La strada dell'**invenzione** e quella della **riproduzione** percorrono fino ad ora cammini separati
 - da un lato la creazione dall'informe, dall'altro la tensione verso la ri-creazione e la clonazione dell'identico.
 - Viene dalla Germania del Terzo Reich, e lì all'inizio rimane, il primo **nastro magnetico di registrazione sonora**, grazie alle industrie BASF/AEG unitesi per giungere a questo risultato.
 - Le US Forces erano riuscite a produrne solo un modello a filo (*wire recorder*) di qualità e potenzialità limitate.



1.1 Utilizzo musicale della sintesi del suono

- Nel 1939 **John Cage** compone *Imaginary Landscape 1* [file cage_imaginary_landscape_1_VID.mp4] utilizzando un giradischi a velocità variabile con dischi su cui erano incise frequenze di prova.
 - Nel '39 non esistevano ancora gli studi di musica elettronica, ma esistevano dei dischi che riportavano incise delle frequenze sinusoidali fisse a scopo di misura (ad esempio per tarare i trasmettitori radiofonici).
 - Cage usa 2 di questi di questi dischi piazzati su giradischi a velocità variabile in modo da ottenere molte altre frequenze e anche glissati semplicemente variando la velocità di rotazione del piatto.



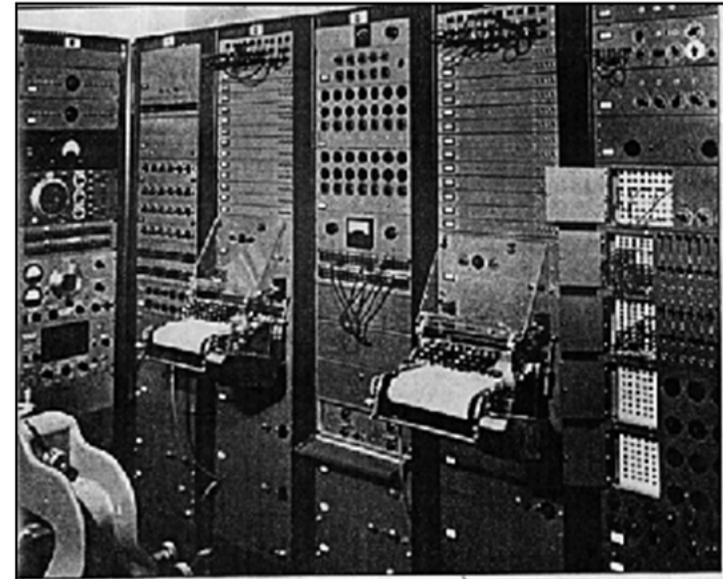
1.1 Utilizzo musicale della sintesi del suono

- Nel 1952-54 **Karlheinz Stockhausen** compone presso lo studio di Colonia *Studie I* [file *Stockhausen_Studie_I.mp3*] e *Studie II* [file *Stockhausen_Studie_II.mp3*].
 - Si tratta di musica totalmente elettronica in cui cerca di realizzare pienamente le istanze del serialismo integrale estendendolo anche al timbro.



1.1 Utilizzo musicale della sintesi del suono

- Nel 1955 **Olson e Belar** costruiscono per la RCA il primo sintetizzatore composto da oscillatori e filtri (**sintesi additiva e sottrattiva**) con controlli elettro-meccanici basati su nastro perforato: *RCA Electronic Music Synthesizer MKI*.



1.1 Utilizzo musicale della sintesi del suono

- Nel 1957 **Henri Pousseur** compone Scambi [file *pousseur_scambi.wav*] presso lo Studio di Fonologia Musicale della RAI di Milano
- Nel 1959-60 **Karlheinz Stockhausen** compone Kontakte [file *stockhausen_kontakte.wav*] per suoni elettronici su 4 canali a Colonia.



1.1 Utilizzo musicale della sintesi del suono

- Nel 1959 viene costruito il *MarkII*, sintetizzatore dotato di generatori che producono energia elettrica trasformata in onde sonore, modificate, controllate e filtrate.
 - Il *MarkII*, custodito oggi nello studio della Columbia University a New York, divenne lo strumento per la prima composizione per sintetizzatore di **Milton Babbitt** nel 1964, *Ensembles for Synthesizer* [file *babbitt_ensembles_for_synthesizer.mp3*], eseguita grazie alla somministrazione di schede perforate.
- Nel *MarkII* ogni unità (box) era fisicamente separata dall'altra e in grado di produrre o di modificare il segnale. Le connessioni tra box avvenivano attraverso cavi e le infinite possibilità di connessione generavano suoni difficilmente ripetibili senza un'accurata memorizzazione. Grande libertà compositiva e ridotta capacità pratica e di movimento.



1.1 Utilizzo musicale della sintesi del suono

- Negli stessi anni **Max Mathews** ai Bell Labs inizia le ricerche per sintetizzare suono con un computer e scrive i programmi di sintesi *Music I* fino a *Music V*, antenati dell'attuale *CSound*.
- Nel 1961 **Robert Moog** inizia la produzione dei suoi famosi *sintetizzatori controllati in tensione*.
 - Max Mathews scrive *Bicycle Built for Two* [file *mathews_bicycle_built_for_two.mp3*] (1962) per suoni generati da computer. Inizia la produzione di circuiti integrati su larga scala (VLSI).



1.1 Utilizzo musicale della sintesi del suono

- Nel 1968 **John Cage** e **Lejaren Hiller** utilizzano materiale audio generato da calcolatore in una composizione multimediale di vaste proporzioni:
 - *HPSCHD* per 7 clavicembali dal vivo, 52 nastri magnetici con suoni di clavicembalo sintetizzato che eseguono materiali basati su temperamenti che vanno da 5 a 56 divisioni per ottava e vengono inviati a 52 canali di amplificazione audio, filmati NASA di voli spaziali distribuiti su 7 proiettori, 6400 diapositive visualizzate da 80 proiettori su uno schermo circolare lungo più di 100 metri con un pubblico di 6000 persone per una performance di 4h30'.



1.1 Utilizzo musicale della sintesi del suono

- L'anno seguente **Peter Zinovieff** e **David Cockerell** fondano la *EMS (London) Ltd* che costruirà alcuni dei più innovativi sintetizzatori analogici fra cui il *VCS3* (anche in versione portatile) e il *Synthi 100* largamente utilizzato da Stockhausen.
- Risale al 1970 la versione commerciale del *Mellotron* (prototipo 1963), antenato dei campionatori.
 - Riproduceva il suono di vari strumenti mediante nastri preregistrati e sarà utilizzato da vari gruppi rock, primi fra tutti i **King Crimson**.



1.1 Utilizzo musicale della sintesi del suono

- Il primo *personal computer* è l'*Altair 8800*, datato 1974.
- Nel 1977 a Parigi, **Pierre Boulez** fonda l'IRCAM (Istituto per la Ricerca e Coordinazione Acustica - Musica).
 - Nascono i primi sintetizzatori interamente digitali suonabili in tempo reale.
 - Parte la rivoluzione del personal computer (*Apple II, Commodore, RadioShack*).



1.1 Utilizzo musicale della sintesi del suono

- Nel 1979 gli australiani **Peter Vogel** e **Kim Ryrie** producono il *Fairlight CMI (Computer Music Instrument)*: il primo sistema musicale commerciale basato su personal computer.
- Tre anni dopo nasce il CD, grazie a Philips e Sony e nel 1981 la IBM presenta il PC.
- Nello stesso anno viene compilato lo *Standard MIDI* dalla Sequential Circuits e l'anno seguente Yamaha produce il *DX7*, primo sintetizzatore interamente digitale di massa basato sulla sintesi in modulazione di frequenza sviluppata da **John Chowning** alla Stanford University.
 - Si inizia a parlare di **sintesi analogica e digitale**.



1.1 Utilizzo musicale della sintesi del suono

- Dai tempi del MKII le tecniche di sintesi hanno subito radicali mutamenti, ma il concetto che le definisce è rimasto inalterato: ***partire con un segnale generato elettronicamente, processare il segnale attraverso un metodo elettronico ed uscire con un unico suono irriproducibile con altri strumenti.***



1.2 Sintesi analogica e digitale

- Nella **sintesi analogica** (utilizzo di funzioni continue) il segnale viene processato usando filtri e amplificatori
- Nella **sintesi digitale** (utilizzo di funzioni discrete) il segnale generato analogicamente viene sostituito con rappresentazioni numeriche, utilizzando un calcolatore per processare e convertire i numeri in suoni.



1.2 Sintesi analogica e digitale

- Entrambe le sintesi possono essere suddivise in sei aree (1):
 - ***sintesi additiva***: sommatoria di più onde sinusoidali a differente frequenza. Si basa sul teorema di Fourier (ogni suono può essere scomposto nella somma di più componenti sinusoidali). Può essere sviluppata sia con tecnica analogica che con tecnica digitale;



1.2 Sintesi analogica e digitale

- Entrambe le sintesi possono essere suddivise in sei aree (2):
 - ***sintesi sottrattiva***: utilizza un suono grezzo e ricco di armoniche (raw) che viene filtrato, con rimozione di parte dello spettro. Può essere sviluppata sia con tecnica analogica che con tecnica digitale;



1.2 Sintesi analogica e digitale

- Entrambe le sintesi possono essere suddivise in sei aree (3):
 - ***sintesi wavetable***: sintesi interamente digitale: le forme d'onda sono registrate all'interno della macchina in tabelle di numeri (campioni) e la sintesi consiste nella lettura dell'informazione numerica;



1.2 Sintesi analogica e digitale

- Entrambe le sintesi possono essere suddivise in sei aree (4):
 - **sintesi FM**: sintesi per modulazione di frequenza realizzata nella Stanford University (USA). Si basa sulla modulazione tra due frequenze, una portante e una modulante: in questo modo è possibile modificare lo spettro di un suono, arricchendolo di armoniche;



1.2 Sintesi analogica e digitale

- Entrambe le sintesi possono essere suddivise in sei aree (5):
 - ***sintesi per modelli fisici***: tentativo di tradurre in algoritmi matematici le proprietà fisiche dei fenomeni acustici. Il primo sintetizzatore sul mercato ad utilizzare questa sintesi è stato lo Yamaha VL1 nel 1994, interamente digitale;



1.2 Sintesi analogica e digitale

- Entrambe le sintesi possono essere suddivise in sei aree (6):
 - ***sintesi per LPC – Linear Prediction Code***: Sintesi attraverso predittori lineari.



2. Elaborazione dei suoni

- L'idea di **elaborare un suono** (modificarlo nelle sue componenti) richiede come presupposto **la possibilità d "cristallizzarlo" su un supporto al fine di rendere possibile la sua riproduzione.**



2. Elaborazione dei suoni

- L'idea di **costruire una macchina in grado di riprodurre la musica** è sempre esistita.
 - La colossale statua di Memnone a Tebe era stata costruita intorno al 1500 AC.
 - **Memnone** è un personaggio omerico: re etiope, figlio dell'Aurora, accorse in aiuto di Troia e perì sotto le sue mura per mano di Achille. Nell'immaginazione dei visitatori di età classica, l'eroe raffigurato nella statua salutava la madre (l'alba) con quel suono come di corde di cetra che si spezzassero. La cosa è stata spiegata con la presenza, nella quarzite in cui è intagliata la statua, di cristalli, i quali in un certo qual modo si assestano in seguito alla differenza di temperatura, notevole in quella zona, tra la notte ed il giorno (ipotesi del prof. **Claudio Barocas**, in quanto la statua è andata distrutta nel 27 dC a causa di un terremoto).



2. Elaborazione dei suoni

- Risale al 1502 il più antico *carillon automatico* pervenutoci.
 - Il *rullo* fu il primo meccanismo utilizzato per "incidere" brani musicali per mezzo di rilievi che, durante la rotazione, vanno a toccare corde, campane o lamelle (come nel caso del carillon). Il termine "incidere", usato anche per le registrazioni attuali, viene da qui.



2. Elaborazione dei suoni

- Gli **automi musicali** erano dei congegni meccanici, spesso di forma umana, in grado di eseguire dei brani.
 - Il '700 fu letteralmente affascinato dagli automi e ne vennero costruiti di tutti i tipi. E' il secolo in cui **Jacques de Vaucanson** passò alla storia per aver realizzato tra il 1737 e il 1741 una serie di automi che si muovevano grazie ad un sistema di pesi, canne e leve. La sua creazione più celebre raffigurava un suonatore di flauto in grado di eseguire con il suo strumento undici melodie differenti. Riscosse un grande successo popolare una sua anitra capace di imitare perfettamente i movimenti reali dell'animale, di beccare del grano e, tramite una soluzione chimica, di "metabolizzarlo" in maniera del tutto simile a quella naturale.
 - Anche qui, la volontà di animare figure antropomorfe, di renderle più simili all'uomo, quasi a riprodurre il mito della genesi, ha radici che si perdono nella notte dei tempi: i primi automi di cui abbiamo notizia furono costruiti dai greci e utilizzavano l'acqua in caduta come sorgente di energia.



2. Elaborazione dei suoni

- I più celebri e straordinari oggetti di questo genere giunti fino a noi sono quelli di **Pierre Jaquet-Droz**, costruiti tra il 1768 e il 1774 da questo orologiaio svizzero e dal figlio, oggi visibili al Musée d'Histoire di Neuchatel.
 - Si tratta di tre personaggi, due bambini e una giovane donna.
 - Il primo, chiamato Charles, rappresenta uno scrivano, può scrivere, infatti, un messaggio lungo fino a quaranta lettere, andare a capo, lasciare spazio, intingere la penna d'oca nel calamaio.
 - Il secondo, Henry, detto il disegnatore, può eseguire quattro diversi schizzi a matita: un bambino con una farfalla, un ritratto di Luigi XV, i profili di Giorgio III e della moglie Charlotte di Mecklenberg e, per ultimo, un cagnolino.



2. Elaborazione dei suoni

- (2) I più celebri e straordinari oggetti di questo genere giunti fino a noi sono quelli di **Pierre Jaquet-Droz**, costruiti tra il 1768 e il 1774 da questo orologiaio svizzero e dal figlio, oggi visibili al Musée d'Histoire di Neuchatel.
 - Si tratta di tre personaggi, due bambini e una giovane donna.
 - Il terzo automa è forse il più affascinante: si tratta di una vezzosa giovane intenta a suonare un organetto a canne. Realizzato nel 1773 da **Henry-Louis Jaquet-Droz** è in grado di eseguire cinque melodie differenti seguendo con gli occhi la tastiera. Inoltre "respira" tramite un sistema di mantici che le fa alzare e abbassare il petto, e compie tutta una serie di movimenti del capo che ne accrescono l'effetto di notevole realismo. Il suo nome è Marianne, a ricordo della giovane e defunta moglie di J. Droz.



2. Elaborazione dei suoni

- Nel 1804 il francese **Joseph Marie Jacquard** aveva inventato un telaio automatico a vapore i cui movimenti erano controllati da un nastro perforato.
 - Quest'idea fu adattata al controllo di un organo da **Charles Dawson** che lo esibì alla Esposizione Mondiale di Londra del 1851.



2. Elaborazione dei suoni

- **Edouard-Leon Scott de Martinville**, a Parigi, creò il *Fonograf* che incidereva le onde sonore su un cilindro su cui era steso uno strato di carbone, grazie a uno stilo collegato a un diaframma che veniva messo in vibrazione dai suoni.
 - Questo dispositivo, però, non registrava veramente il suono, ma solo una immagine grafica bidimensionale dell'onda sonora. Esso costituì, tuttavia il punto di partenza per numerosi altri studiosi che capirono che, una volta registrata l'onda sonora, si trattava 'solo' di trovare il modo per riprodurla.
 - **Helmholtz** si indirizzò verso l'elettromagnetismo
 - **Bell** fu il primo a usare un elettromagnete per far vibrare un diaframma (come i coni delle casse acustiche attuali).
 - Chi arrivò per primo al traguardo fu, però, **Edison**.



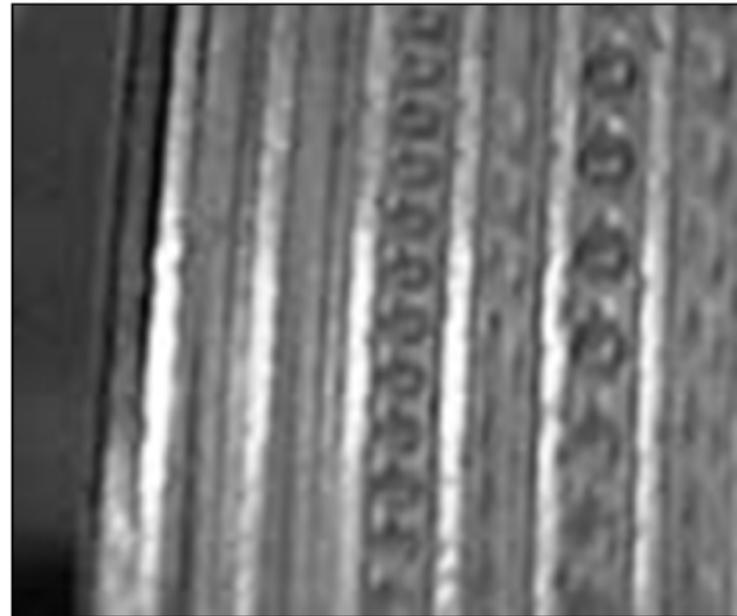
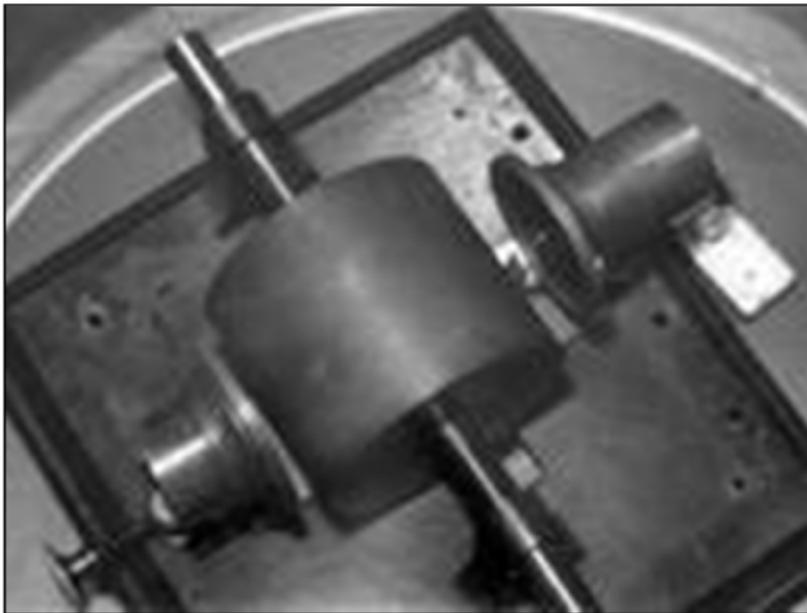
2. Elaborazione dei suoni

- Edison registra la voce umana ("Mary had a little lamb") mediante solchi incisi su un cilindro di stagno.
 - Il fonografo fu brevettato nel 1878.
 - Negli anni seguenti altri inventori cercarono di migliorare il prototipo di Edison apportando varianti tali da giustificare altri brevetti.
- Nel 1885, **Bell e Tainter** brevettarono il *Grafonono* che usava cilindri ricoperti di cera mentre, nel 1887, **Berliner** creò il *Grammofono* che incideva un disco al posto del cilindro.
 - Quest'ultimo fu il primo ad arrivare alla produzione di massa nel 1888 con un disco di 7 pollici che girava a 30 giri/min. (2 min di durata).
- Malgrado l'invenzione di Berliner, un anno dopo, **Edward D. Easton** fondò la Columbia Phonograph Co. con l'idea di commercializzare un sistema a cilindri.



2. Elaborazione dei suoni

- Il *fonografo di Edison* e i solchi di «Mary had a little lamb»



2. Elaborazione dei suoni

- Nel 1890 il primo *juke-box a cilindri* fu esposto al San Francisco's Palais Royal Saloon e, funzionante a monete, incassò più di \$ 1000 in 6 mesi nonostante disponesse di soli 4 cilindri.
- Nel 1893 Berliner vende 1000 grammofoni e 25000 dischi.
- Nel 1894 **Marconi** inventa la *radio*.
- Nel 1898 Il danese **Poulsen** effettua la prima registrazione magnetica utilizzando un filo metallico al posto del nastro.
 - In pochi anni vengono fondate varie etichette discografiche, fra cui Victor e Odeon.
- Nel 1903, in Europa, si vendono dischi da 10 pollici (circa 25 cm, durata 4 minuti) di artisti famosi come Caruso. Viene registrato l'Ernani, di Verdi, su 40 dischi. Si realizza un prototipo di disco inciso su ambo i lati.



2. Elaborazione dei suoni

- Nel 1925 in un articolo **Chester William Rice** e **Edward W. Kellogg** suggeriscono il cono pilotato da un elettromagnete come base di un sistema di riproduzione e nello stesso anno l'elettricità rimpiazza i sistemi meccanici nella tecnologia di incisione.
- Appare il sistema *Ortofonico* della Western Electric presso i Laboratori Bell dell'AT&T.



2. Elaborazione dei suoni

- **Edward Kellogg** (a sinistra) il 26 luglio 1926 presso il General Electric Research Laboratory



Marco Marinoni - Conservatorio
"L. Marenzio" di Brescia



2. Elaborazione dei suoni

- Nel 1928 **Georg Neumann** introduce il *microfono a condensatore*, primi esemplari basti sul principio utilizzato attualmente.
- L'anno seguente la RCA inizia a sperimentare dischi in vinile a 33 1/3 rpm (revolutions per minute), come conseguenza del salto di qualità dovuto ai sistemi elettrici.
 - 33 1/3 rpm sarà la velocità standard del vinile;
 - i vecchi dischi a 78 rpm, però, resteranno i più diffusi fino alla fine degli anni '40.



2. Elaborazione dei suoni

- Nel 1931 in Germania, **Pfleumer**, che aveva brevettato nel 1928 un sistema per applicare particelle magnetiche a una striscia di materiale plastico, e AEG costruiscono il prototipo di un *registratore a nastro magnetico*.
 - Apre la EMI con il più grande studio di registrazione al mondo e nel 1932 BASF inizia la produzione di nastri magnetici.
 - Nel 1935 il gruppo tedesco BASF/AEG mostra il primo registratore a nastro.



2. Elaborazione dei suoni

- Il primo registratore a nastro



Marco Marinoni - Conservatorio
"L. Marenzio" di Brescia



2. Elaborazione dei suoni

- Nel 1947 i laboratori Bell sviluppano il *transistor*.
 - La possibilità di riprodurre musica a basso costo e con praticità d'uso diede un'accelerazione anche alla sperimentazione.
- Le potenzialità manipolative del nastro magnetico furono tali da creare una vera e propria corrente estetica: la *musica concreta*, fondata nel 1949 da **Pierre Schaeffer** che, insieme all'ingegnere **Jacques Poullin** aveva intrapreso esperimenti sonori usando magnetofoni.
 - L'ideale della corrente concreta consisteva nell'**attingere ad immagini sonore del mondo esterno ed elaborarle attraverso il nastro**, che consentiva l'alterazione infinita della fonte registrata.



2. Elaborazione dei suoni

- *L'analisi e la decostruzione della materia sonora diventano lo scopo cui giungere attraverso vie d'accesso eterogenee.*
 - *L'artigianalità tecnologica del nastro si affianca alla gelida alchimia dei laboratori di acustica ed elettronica in cui si sperimentava sulle tecniche di sintesi.*



2. Elaborazione dei suoni

- **Elaborare** = *lat.* E-LABORARE *affaticarsi con zelo* composto dalla particella intensiva E = EX e LABORARE *lavorare, affaticarsi, studiarsi*
 - Fare con molta diligenza ed arte; nel linguaggio dei fisiologi, riferito a cibo, Concuocerlo negli organi digerenti, disponendolo all'assimilazione.



2. Elaborazione dei suoni

- Nel 1949-50 **Pierre Schaeffer e Pierre Henry** (1927-96), con **Jacques Poullin**, compongono la *Symphonie pour un homme seul* (prima es. 18/03/1950).
- Nello stesso anno **Olivier Messiaen** compone *Modes de valeur et d'intensité* [file *Messiaen - Quatre Études de Rythme - II Mode de valeurs et d'intensités.mp4*] (in *Quatre études de rythme*, 1949–50), primo esempio di serialismo integrale.
- Nel 1955 **Karlheinz Stockhausen** compone *Gesange der Jünglinge* [file *Stockhausen_Gesang_der_Jünglinge.mp3*] che fonde suoni elettronici con voci reali.
 - A questo punto le strade della sintesi si intersecano con quelle dell'elaborazione e l'unico motore di discernimento è il pensiero compositivo individuale.



2.1 Tecniche di base di elaborazione del suono

- Le tecniche di manipolazione (**modifiche apportate a un suono preesistente**) utilizzate per la prima volta dai compositori della corrente di *musica concreta* sono costituite essenzialmente da due tipi di trattamento:
 - *manipolazioni del nastro e/o*
 - *elaborazione elettronica.*



2.1 Tecniche di base di elaborazione del suono

- *Manipolazioni del nastro*

- *Cambi di velocità*

- Il nastro può essere ascoltato a velocità diversa da quella di incisione. Accelerando il nastro, il suono si alza e diventa più breve, mentre rallentandolo si ha l'effetto inverso (un fattore di accelerazione/rallentamento pari a 2 produce un cambiamento di 1 ottava). Variando la velocità si ottengono glissando.

- **Iannis Xenakis**, la utilizzò significativamente in *Bohor* [file *xenakis_Bohor.mp3*] (1962).



2.1 Tecniche di base di elaborazione del suono

- *Manipolazioni del nastro*
 - *Inversione della direzione del nastro*
 - Si sente il suono dalla fine all'inizio. Se il suono è in evoluzione libera, come nel caso di percussioni, pianoforte, strumenti a pizzico, o si tratta di un insieme di suoni il cambiamento è notevole.



2.1 Tecniche di base di elaborazione del suono

- *Manipolazioni del nastro*
 - *Taglio e giunzione del nastro*
 - Ogni parte del suono può essere isolata e tolta oppure messa da parte per essere poi ricongiunta ad altri frammenti ottenendo suoni composti di natura totalmente nuova. I tagli possono essere calibrati per ottenere attacchi e decadimenti graduali e permettono montaggi millimetrici con una precisa determinazione delle durate e dei punti di entrata.



2.1 Tecniche di base di elaborazione del suono

- *Manipolazioni del nastro*
 - *Tape loops (anelli di nastro)*
 - Un nastro tagliato e richiuso ad anello ripeterà sempre lo stesso frammento di suono. In tal modo si può creare un ostinato con una piccola parte del suono, oppure utilizzare piccoli frammenti, ripetuti ad alta velocità per creare nuovi suoni
 - sistema utilizzato da **Karlheinz Stockhausen** nella realizzazione di *Kontakte* [file *stockhausen_kontakte.wav*].



2.1 Tecniche di base di elaborazione del suono

- *Manipolazioni del nastro*
 - *Sovrapposizione e miscelazione*
 - Più suoni possono essere sovrapposti l'uno all'altro sia parzialmente che totalmente. Di particolare interesse è la sovrapposizione totale per creare nuove sonorità e la giunzione parziale in dissolvenza per trasformare un suono in un altro (*crossfade*).



2.1 Tecniche di base di elaborazione del suono

- *Elaborazione elettronica*

- *Filtraggio*

- Il filtraggio consente di eliminare/evidenziare varie bande di frequenza dallo spettro di suono mutandone, anche radicalmente, il timbro.



2.1 Tecniche di base di elaborazione del suono

- *Elaborazione elettronica*
 - *Modifiche dell'involuppo*
 - Ridisegnano il profilo di variazione in ampiezza del suono.



2.1 Tecniche di base di elaborazione del suono

- *Elaborazione elettronica*
 - *Ring modulation (modulazione ad anello)*
 - Un sistema di modulazione in frequenza che permette di intervenire sul timbro del suono aggiungendo componenti sia armoniche che inarmoniche.
 - Utilizzato da **Karlheinz Stockhausen** in *Mantra* per costruire un alone di inarmonicità intorno al pianoforte.



2.1 Tecniche di base di elaborazione del suono

- *Elaborazione elettronica*
 - *Riverberazione*
 - Simulazione delle riflessioni che creano l'effetto di riverbero tipico degli ambienti grandi e chiusi.



3. Sintesi ed elaborazione del suono: una prospettiva storica

- Dopo il secondo conflitto mondiale, le radio escono rafforzate. In molte di esse nascono studi di musica elettronica per far fronte a necessità interne, quali:
 - la realizzazione di laboratori con strumentazione di misura e di manutenzione;
 - la ricerca di nuovi sistemi di produzione del suono;
 - la realizzazione di sigle e stacchi pubblicitari.
- Dell'utilizzazione e dell'interesse limitati da parte delle stesse stazioni radio approfittano una serie di giovani compositori per esplorare le possibilità dei nuovi strumenti elettronici.
- Tra gli studi sorti in questo periodo, i tre più importanti sono:
 - Il *Groupe de Recherches Musicales* (GRM) di Parigi;
 - Lo *Studio für Elektronische Musik* di Colonia;
 - Lo *Studio di Fonologia Musicale* di Milano.



3.1 Parigi

- Come accennato sopra, **Pierre Schaeffer**, annunciatore per la *Radiodiffusion Française* (RF), nel 1942, durante l'occupazione delle truppe tedesche, fondò a Parigi un piccolo studio di ricerca sonora.
 - Dapprima chiamato *Studio d'Essai*, venne ribattezzato nel 1946 *Club d'Essai* e servì a **sperimentare e a costruire suoni per la radio e per la composizione musicale.**



3.1 Parigi

- La caratteristica principale dell'approfondimento sonoro di **Schaeffer** e della corrente di **musica concreta** fu l'uso di registrazioni di *rumori* come ingredienti per la composizione.



3.1 Parigi

- La fortuna della musica concreta è legata alla particolare coincidenza di **presupposti tecnologici** (lo sviluppo delle tecniche di riproduzione e la crescente capacità di manipolazione delle tecniche di riproduzione) e **sociali** (l'accresciuta importanza della radio come mezzo di comunicazione, la necessità della costituzione di una drammaturgia radiofonica e la progressiva accettazione del suono riprodotto) del tempo.
- L'estetica della musica concreta *emancipa il rumore* e porta nel contempo l'attenzione del compositore **sull'elaborazione del timbro sonoro**.
 - In questo senso viene rivalutato l'objet sonore come elemento primordiale del più elaborato objet musical.



3.1 Parigi

- Le prime composizioni che utilizzarono **solo suoni registrati**, furono cinque brevi studi, tutti composti nel 1948 da **Schaeffer**:
 - 1. *Etude aux Chemins de Fer* [file *schaeffer_studio_1.wav*] che usa come palette sonora i suoni della locomotiva a vapore e può considerarsi un primo approccio alle tecniche sopracitate;



3.1 Parigi

- Le prime composizioni che utilizzarono **solo suoni registrati**, furono cinque brevi studi, tutti composti nel 1948 da **Schaeffer**:
 - 2. *Etude aux Tourniquets* [file *schaeffer_studio_2.wav*] che usa suoni di coperchi e di strumenti a percussione. Questo studio approfondisce l'interazione tra ritmo interno dell'oggetto sonoro e ritmo imposto, e le possibilità tematiche e lineari (tecniche canoniche, antifonali, etc.) di brevi cellule contenute negli oggetti sonori;



3.1 Parigi

- Le prime composizioni che utilizzarono **solo suoni registrati**, furono cinque brevi studi, tutti composti nel 1948 da **Schaeffer**:
 - 3. *Etude aux Piano I (Violette)* [file *schaeffer_studio_3.wav*] che introduce per la prima volta oggetti sonori tratti da uno strumento musicale (il pianoforte, suonato da **Pierre Boulez**) e ne approfondisce l'elaborazione temporale (suoni rovesciati, elisione degli attacchi, etc.);



3.1 Parigi

- Le prime composizioni che utilizzarono **solo suoni registrati**, furono cinque brevi studi, tutti composti nel 1948 da **Schaeffer**:
 - 4. *Etude aux Piano II (Noire)* [file *schaeffer_studio_4.wav*] che estende l'elaborazione degli oggetti sonori agli aspetti inarmonici del timbro ed alle sonorità collaterali sino ad un completo snaturamento degli oggetti in sé;



3.1 Parigi

- Le prime composizioni che utilizzarono **solo suoni registrati**, furono cinque brevi studi, tutti composti nel 1948 da **Schaeffer**:
 - 5. *Etude aux Casseroles (Pathétique)* [file *schaeffer_studio_5.wav*] che usa suoni di barche, pentole, voce, armonica e piano. Questo studio è il più sofisticato della serie: prende in considerazione la dimensione fisica dell'oggetto sonoro e ne elabora la musicalità nascosta.



3.1 Parigi

- In queste composizioni, denominate successivamente dallo stesso **Schaeffer** *Les Incunables*, il rumore viene considerato a tutti gli effetti uno strumento musicale;
 - questa rivalutazione del rumore come strumento musicale era stata anticipata dal movimento futurista (lo stesso **Schaeffer** si rifà nel suo diario a "**Luigi Russolo** come precursore del montaggio di rumori radiofonico").



3.1 Parigi

- Per comporre *Les Incunables*, **Schaeffer** utilizzò dei dischi di cera con solchi chiusi (per costruire **loop**).
- Le uniche variazioni possibili erano l'accumulo di segnali sugli stessi dischi di cera (utilizzando la **ri-incisione**) e la **variazione della velocità dei fonografi**.
 - Gli anelli (o loop) limitavano le registrazioni dei suoni dal punto di vista temporale e aggiungevano rumore alle operazioni di overdubbing; ovviamente anche la velocità dei fonografi aveva un limite: questo si traduceva in una limitata possibilità di trasposizione in ambito tempo-frequenza.



3.1 Parigi

- Dopo aver riscontrato un buon successo con una trasmissione radiofonica degli *Etudes* (il cosiddetto *Concerts de Bruits*), **Schaeffer** riuscì ad affiancarsi alcuni giovani collaboratori, tra cui **Pierre Henry e Jacques Poullin**.
- Nel 1951 lo studio fu ribattezzato *Groupe de Recherche de Musique Concrète* e attirò da subito molti compositori, tra cui **André Hodeir, Pierre Boulez, Olivier Messiaen, Karlheinz Stockhausen, Michel Philippot, Pierre Henry ed Edgar Varèse** (quest'ultimo vi compose alcune parti del nastro di *Dèserts* [file varesse_deserts_interpolation.wav]).



3.1 Parigi

- Nel 1958, dopo essersi distaccato dal primo studio, **Schaeffer**, con **Luc Ferrari** e **François-Bernard Mâche**, ne costituisce un altro, detto *Groupe de Recherches Musicales* (GRM). Di quest'ultimo fece parte anche **Iannis Xenakis**, il quale vi compose, tra le altre cose, *Concret PH* [file *xenakis_concret_PH_1958.mp3*] (1958).
- Tra le opere principali della corrente concreta possiamo ricordare:
 - *Orphée* (**Pierre Schaeffer** e **Pierre Henri**);
 - *Déserts* (**Edgar Varèse**);
 - *Visage V* [file *luc_ferrari_Visage_V.mp3*] (**Luc Ferrari**);
 - *Concrete PH* (**Iannis Xenakis**).



3.2 Colonia

- Nel 1948 **Homer Dudley**, dei Bell Telephone Laboratories di Murray Hill (NJ – USA), visita **Werner Meyer-Eppler**, direttore dell'Istituto di Fonetica all'Università di Bonn.
 - Dudley mostra a Meyer-Eppler un *Vocoder*: uno strumento per modificare elettronicamente la voce.



3.2 Colonia

- Dopo un anno Meyer-Eppler usò esempi registrati con il vocoder per illustrare un articolo a una conferenza a Detmold. Qui conobbe **Robert Meyer**, che lavorava alla Westdeutscher Rundfunk (WDR) a Colonia.
 - Iniziò un proficuo sodalizio tra i due che portò - tra gli altri - alla conoscenza di **Herbert Eimert**.



3.2 Colonia

- I tre fondarono alla fine del 1951 lo *Studio für Elektronische Musik* negli studi della Westdeutscher Rundfunk di Colonia.
 - Quasi contemporaneamente (all'inizio del 1952), **Bruno Maderna** lavorava con Meyer-Eppler a Bonn alla composizione e realizzazione della prima versione di *Musica su due dimensioni* [file *Bruno Maderna - Musica su due dimensioni - Vers 1952.wav*], per flauto, voce e nastro. La composizione fu presentata la stessa estate alla scuola estiva di Darmstadt. Fra il pubblico c'erano **Pierre Boulez**, **Karel Goeyvaerts**, **Gottfried Michael Koenig** e **Karlheinz Stockhausen**: tutti vennero invitati a lavorare allo studio di Colonia.



3.2 Colonia

- *Musica su due dimensioni* (1952) fu la prima opera associata allo studio, ma non ne esprimeva a pieno l'estetica poiché l'idea di Eimert era quella che la musica elettronica fosse un'estensione del serialismo.
- *Una differenza fondamentale con lo studio di Parigi fu la scelta dei suoni: nello studio di Colonia i suoni saranno prodotti (almeno per le prime produzioni) solo con sorgenti di sintesi artificiali.*
 - L'equipaggiamento consisteva in:
 - un generatore di onde sinusoidali;
 - un generatore di rumore bianco;
 - il *Melochord* di **Harald Bode** (una sorta di *Trautonium* che possedeva anche un filtro controllabile da una seconda tastiera ed un dispositivo per il vibrato);
 - un modulatore ad anello;
 - un filtro; etc.



3.2 Colonia

- **Karlheinz Stockhausen** iniziò a lavorare nel 1952 nello studio di Colonia.
 - Qui compose e realizzò, tra gli altri:
 - Studie I (1952),
 - Studie II (1954),
 - Gesang der Jünglinge (1956),
 - Kontakte (1960),
 - Hymnen (1967).
- Tra i compositori che frequentarono lo studio si possono ricordare: **Giselher Klebe, Gottfried Michael Koenig, Ernst Krenek, Franco Evangelisti, György Ligeti, Mauricio Kagel, Peter Eötvös, Bernd Alois Zimmermann, Iannis Xenakis.**



3.3 Milano

- Lo *Studio di Fonologia Musicale* viene creato ufficialmente nel 1955 nella sede della *Radio Audizioni Italiane (RAI)* di Milano. I fondatori sono **Bruno Maderna e Luciano Berio** come direttori artistici, insieme al fisico **Alfredo Lietti** e al tecnico **Marino Zuccheri**.



3.3 Milano

- La caratteristica di questo studio era quella di una apertura e di un interesse a tutte le varietà di elaborazione sonora.
 - Per un periodo fu uno degli studi all'avanguardia in Europa: poteva infatti vantare **9 oscillatori**, dei **generatori di rumore**, vari **modulatori**, un **pannello di filtri**, un ***Tempophon*** (un regolatore di tempo e frequenza che permetteva di variare la durata del tempo di registrazione mantenendo inalterata l'altezza), etc.



3.3 Milano

- Tra i lavori più importanti possiamo menzionare:
 - *Mutazioni* (**Luciano Berio**, 1956);
 - *Thema - Omaggio a Joyce* (**Luciano Berio**, 1958);
 - *Continuo* (**Bruno Maderna**, 1958);
 - *Musica su due dimensioni* (**Bruno Maderna**, 1958);
 - *Invenzione su una voce* (**Bruno Maderna**, 1960);
 - *Omaggio a Vedova* (**Luigi Nono**, 1960);
 - *Visage* (**Luciano Berio**, 1961);
 - *Le Rire* (**Bruno Maderna**, 1962);
 - *La fabbrica illuminata* (**Luigi Nono**, 1964);
 - *Ricorda cosa ti hanno fatto in Auschwitz* (**Luigi Nono**, 1966).



3.3 Milano

- Se a **Parigi** prevale l'ottica *concretista* e a **Colonia** prevale il *purismo elettronico*, **Milano** si pone nel mezzo, tentando da subito un superamento della contrapposizione.
 - Negli anni sessanta, la nascita della *computer music* da una parte e del *live electronics* dall'altra ripropone il problema:
 - da una parte il calcolatore elettronico come generatore di suoni sintetici *ex nihilo* a fini musicali, dall'altra il calcolatore come strumento di intervento sul suono al fine di ri-plasmarlo secondo il volere del compositore.

