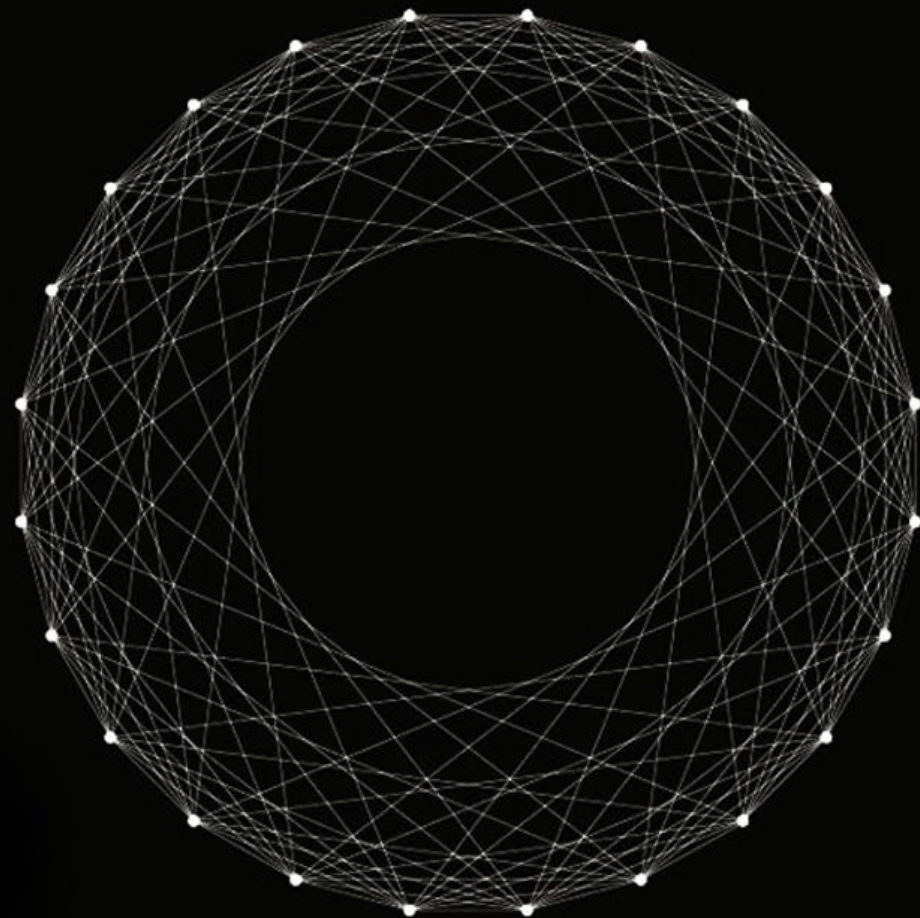
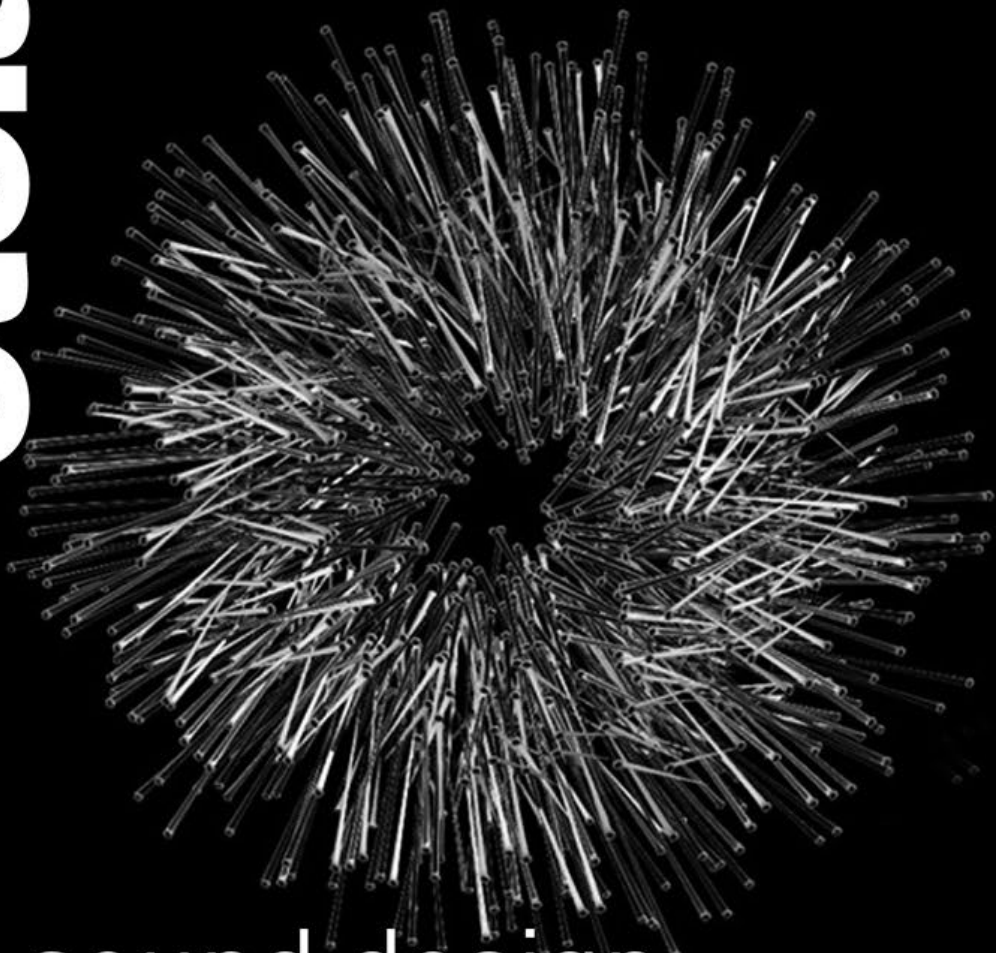




Sound Design

03 Suono di sintesi

otolab



sound design

NABA | Nuova Accademia di Belle Arti, Milano

NABA - Corso di Sound Design - otolab

otolab sito web: otolab didattica

<https://otolabdidattica.wordpress.com/otolab-naba/>

programma del corso:

<https://otolabdidattica.wordpress.com/otolab-naba/programma-naba-2018/>

canale youtube sound design:

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLIMENKKdKUMhpVt3KXo25yvZ5cMDktnOF>

Docente: **Fabio Volpi**

e-mail: **dies.project@gmail.com**

sito web: **dies-project.com**

Produzione del suono



Produzione e ripresa del suono

Esistono attualmente 4 modalità tecniche principali per produrre suoni:

- 1- Far vibrare un corpo e riprendere le sue oscillazioni e onde di pressione sonora attraverso un microfono (da energia cinetica a segnale elettrico).**
- 2- Far vibrare un corpo (ad esempio una corda metallica) e trasformare le vibrazioni in impulsi elettrici da amplificare (chitarra elettrica).**
- 3- Utilizzare un oscillatore stimolato elettricamente (VCO) ed amplificare il segnale sempre elettricamente.**
- 4- Simulare in maniera informatica le precedenti operazioni, attraverso sistemi di simulazione di tipo digitale (ad esempio con Virtual Analog).**

Produzione del suono



Suono naturale (acustico)

voce, strumenti acustici,
suoni ambientali...

Suono elettrificato (elettrofono)

chitarra elettrica, piano
elettrico, sintetizzatore
analogico, Theremin

Sintetico digitale

Synth digitale,
campionatore digitale,
virtual analog...

Microfono

conversione del suono
da onda di pressione
a segnale elettrico

Scheda Audio DAC

Conversione da segnale
elettrico a dati digitali

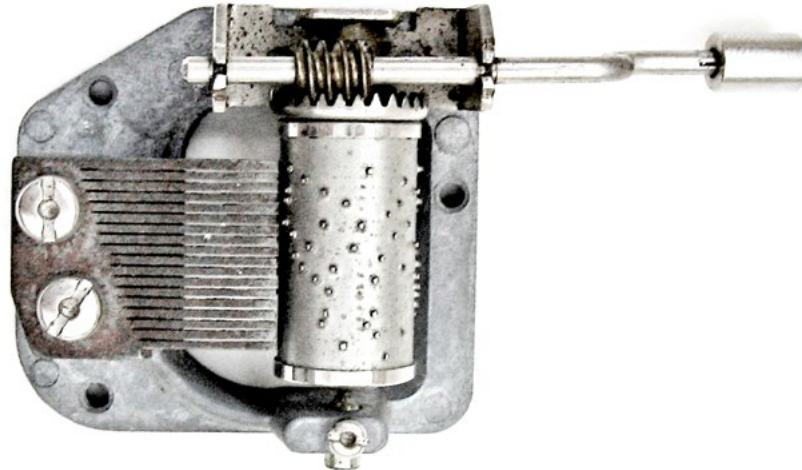
Scheda Audio DAC

Conversione da segnale
elettrico a dati digitali

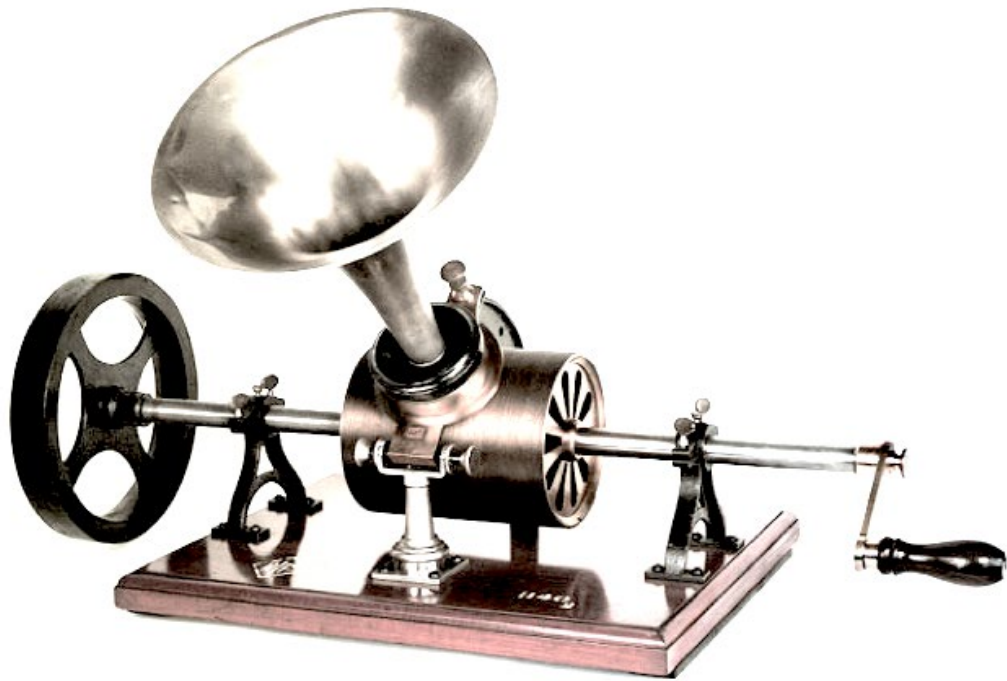
Manipolazione del suono - Editing

Breve storia della riproducibilità delle fonti sonore

Fino al 1877, anno della prima registrazione e riproduzione tramite fonografo, l'unica maniera per ascoltare musica era quella di **assistere ad un concerto o ad una esecuzione dal vivo**, oppure ascoltare il suono dei **carrillon**.



Quindi diventa così possibile ascoltare musica in maniera indipendente rispetto alla performance, **ascoltando a casa propria, fermando o ripetendo la riproduzione a proprio piacere**. Il disco, come supporto sonoro, risulta comunque di difficile manipolazione, anche se nel 1948 Pierre Shaeffer, chiudendo il solco del vinile e riproducendo il suono in **"loop"** effettua una delle prime operazioni creative con questo mezzo, dissociando e isolando una parte della composizione che **perde così il suo significato originale**.



fonografo (1877) e grammofono Victor (1906)

Breve storia della riproducibilità delle fonti sonore

Nel primo dopoguerra il mezzo ideale per le manipolazioni consapevoli dei suoni è il **nastro magnetico**, derivato da un'invenzione del 1928, "nella registrazione su nastro magnetico, le onde sonore fanno vibrare il diaframma del microfono e si trasformano in una variazione di corrente elettrica, che viene poi convertita in un campo magnetico variabile da un elettromagnete, che realizza una rappresentazione del **suono sotto forma di aree magnetizzate su un nastro di plastica** sul quale è stato steso un rivestimento magnetico". (tratto da [Wikipedia](#))

Che si accompagna al mezzo principale per trasformare il suono in un segnale elettrico che è il **microfono**, i primi esemplari compaiono attorno al 1915.

Iniziano così i primi esperimenti di "**musica concreta**" ovvero registrazioni di suoni ambientali che vengono ritagliati, riprodotti ciclicamente o al contrario oppure rallentati o velocizzati.

Pierre Shaffer

Pierre Henry 1953

Pierre Henry 1967/original version

Karlheinz Stockhausen 1952/1967



fmagnetofono AEG (1935)

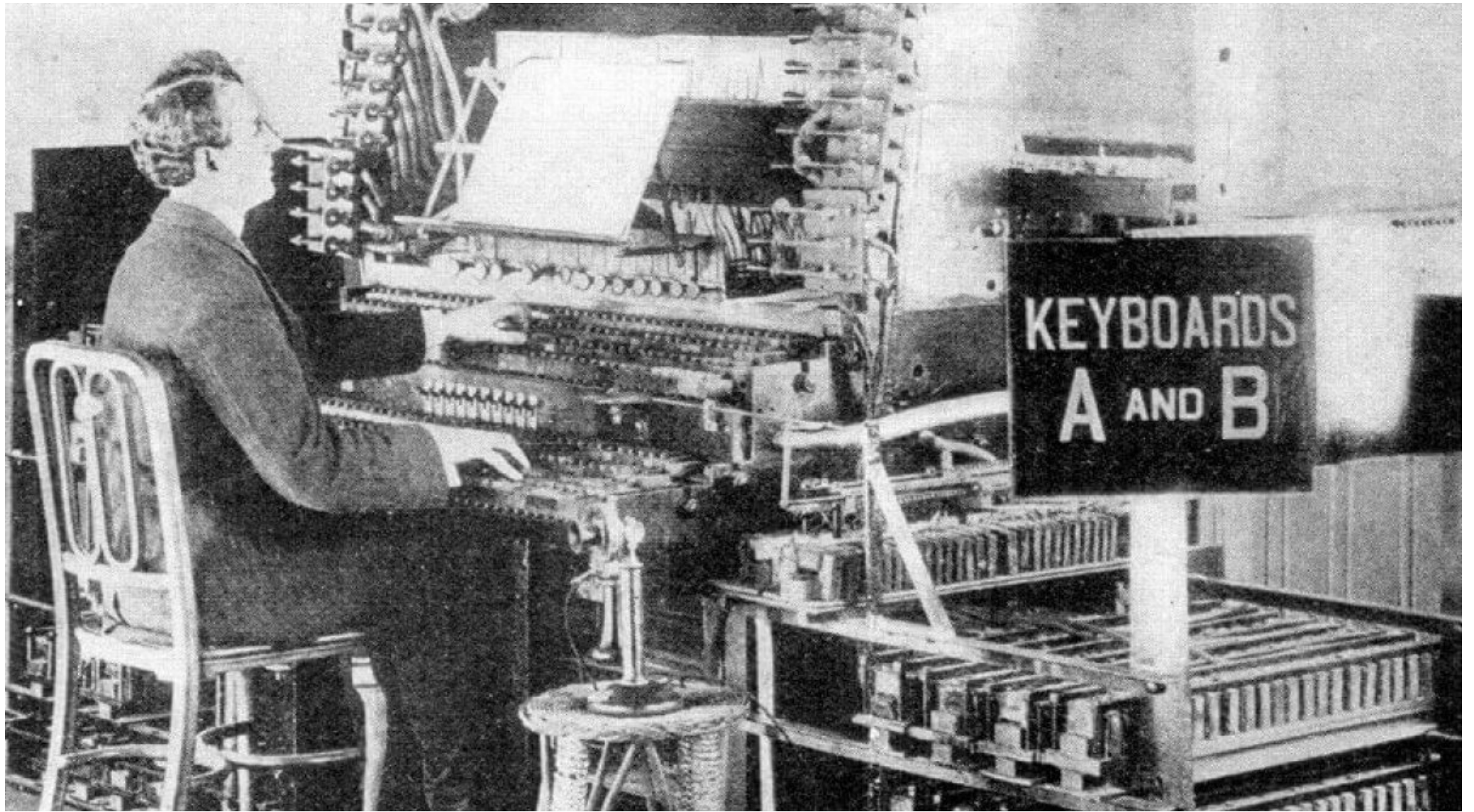
Breve storia della riproducibilità delle fonti sonore: la sintesi del suono: gli inizi fine '800

I sintetizzatori sono strumenti che possono generare imitazioni di strumenti musicali reali o creare suoni non esistenti in natura.

Nei "Synth" il segnale prodotto da un **oscillatore**, genera **forme d'onda** che vengono successivamente **filtrate** e **amplificate** per produrre suoni che all'inizio cercavano di simulare gli strumenti reali.

Il primo esempio di suono sintetico generato da un sistema elettromeccanico risale al **1896**, quando l'inventore americano Thaddeus Cahill propone un apparato chiamato **Telharmonium (Dinamofono)**.

Lo strumento gargantuesco era azionato da dodici motori a vapore, ed era già **polifonico**, poteva emettere più di una singola nota allo stesso tempo, ed era dotato di tasti sensibili alla dinamica come il pianoforte.



Telharmonium(1896)

Breve storia della riproducibilità delle fonti sonore: la sintesi del suono anni '20 e '30

Due decenni più tardi (ca. **1919**) l'inventore russo **Leon Theremin** inventa l'omonimo sintetizzatore che irradia attorno a sé un piccolo campo elettrico: due antenne poste ai lati del circuito elettrico percepiscono la vicinanza delle mani dello strumentista, che muovendole in aria modifica l'intonazione dell'onda emessa dal Theremin ed il suo volume.

In Europa si ricordano esperimenti analoghi come l'**Ondes Martenot**, del francese Maurice Martenot (1928) ed il **Trautonium** dei tedeschi Sala e Trautwien (1930).



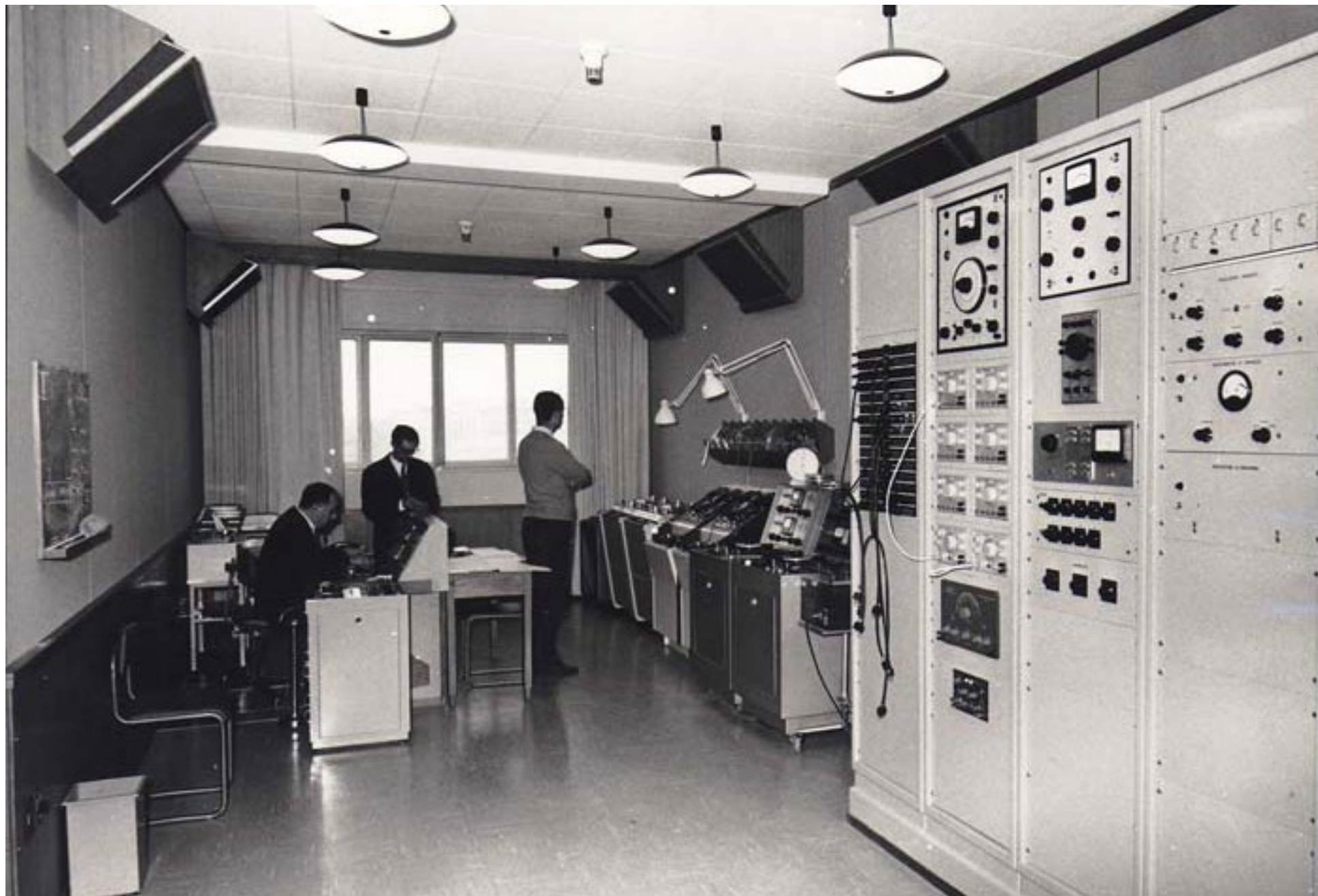
The Ecstasy of Gold (E.Morricone) - theremin & voice

Breve storia della riproducibilità delle fonti sonore: la sintesi del suono - anni '50

Gli anni '50 sono caratterizzati dalle ricerche nei centri universitari come la **RCA** (Columbia University) o studi di fonologia, come quello **RAI** a Milano, il **WDR** a Colonia e successivamente, nel 1970 l'**IRCAM** a Parigi.



Karlheinz Stockhausen 1967 (Telemusik) per NHK studios in Giappone
Bruno Maderna Electronic Music (1956-1962)

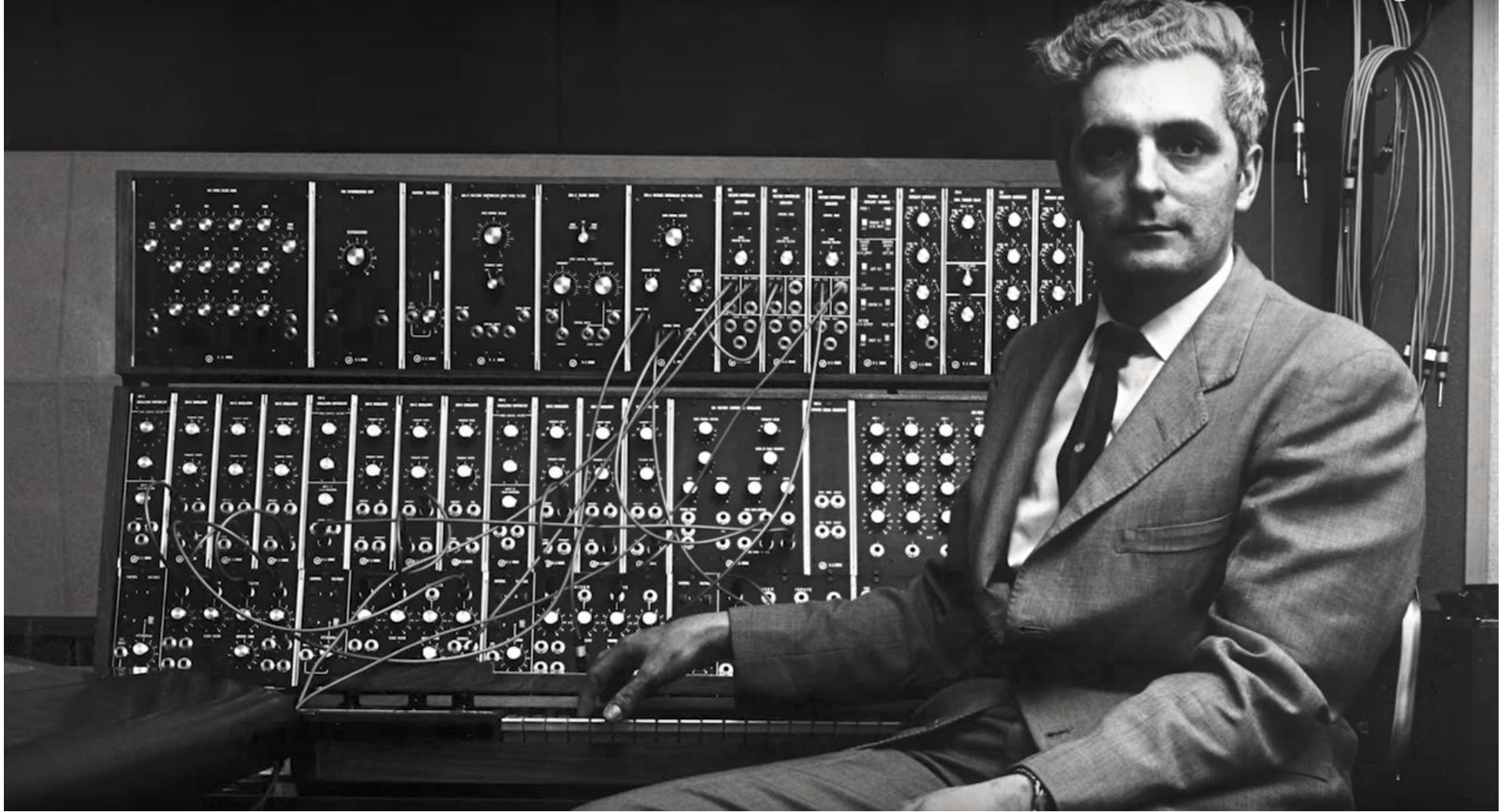


Studio Fonologia RAI a Milano, anni '50

Breve storia della riproducibilità delle fonti sonore: la sintesi del suono - anni '60

Uno dei progettisti del sintetizzatore come lo si intende oggi è **Robert A. Moog**, che nel **1964** inventa lo storico **sintetizzatore modulare (Moog Modular)**: la grande intuizione di "Bob" Moog sta nell'unire i **circuiti oscillatori** ad una vera e propria tastiera da organo.





Robert Moog

Breve storia della riproducibilità delle fonti sonore: la sintesi del suono - anni '70

Gli anni settanta sono caratterizzate dalle continue evoluzioni e sperimentazioni in campo analogico con i synth ARP, EMS ad esempio e l'arrivo dei marchi giapponesi come Korg e Roland. Si intravede all'orizzonte l'arrivo del digitale con il Synclavier. Dal punto di vista musicale il periodo è contraddistinto dalla **Space o cosmic Music, il progressive e alla fine dei'70 dal Synth Pop.**





NED Synclavier (1977)

Breve storia della riproducibilità delle fonti sonore: la sintesi del suono - anni '80-90

Negli anni '80 si affermano i sistemi digitali, è l'avvento del protocollo **MIDI** di comunicazione tra le macchine e della **Computer Music**.
Dal punto di vista musicale questi strumenti verranno utilizzati ad esempio nella **New Wave, Techno, industrial, EBM, Pop e Dance** music di quegli anni.



Yamaha Dx7 (1983)



Atari ST 1040 (1985)



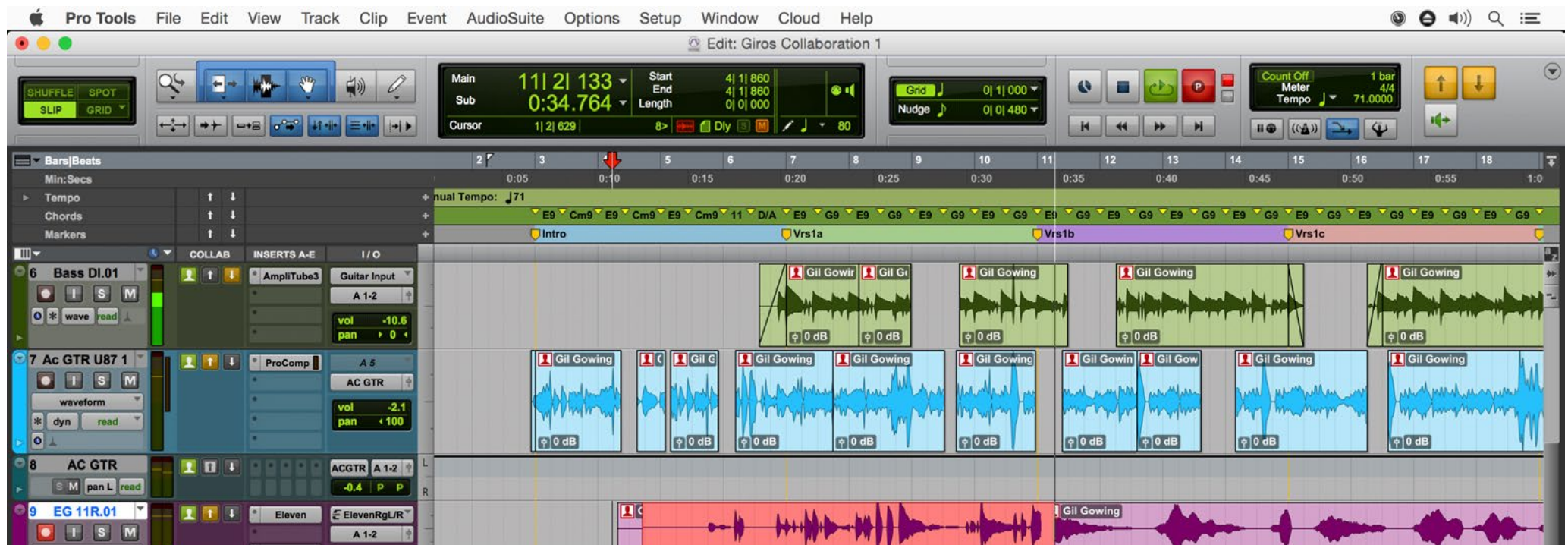
Roland TR 909 (1984) sound: Jeff Mills Exhibitionist



Workstation Korg M1 (1984)

Breve storia della riproducibilità delle fonti sonore: la sintesi del suono - anni '2000-2010

Negli anni 2000 la potenza di calcolo dei personal computer permette la creazione di stazioni digitali di produzione ed editing del suono (**DAW**) in maniera virtuale, dopo i primi software come **ProTools, Cubase e Logic**, il nuovo millennio vede Ableton come standard per il controllo ed editing dei suoni in **real time**.



Avid ProTools

Esempi di DAW

Ableton Live!

Bitwig studio

Cakewalk Sonar

FL studio

Logic Pro (Apple)

Propellerhead Reason

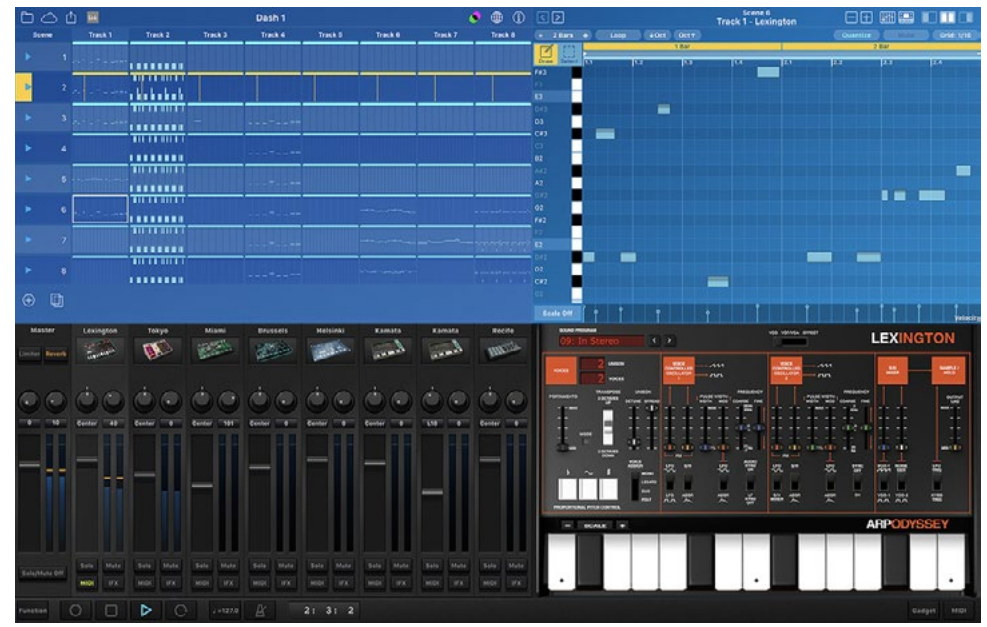
Pro Tools

Steinberg Cubase

PreSonus Studio One

Esempi di Audio application per I-Pad - I- Phone e Android

Animoog virtual synth, E909 virtual drum machine, Akai IMPC virtual sampler, Korg Gadget Digital Audio Workstation....



Esempi di Audio application per I-Pad - I- Phone e Android

Animoog - synth

Filtatron Moog- campionatore + synth

DRC - synth

Korg Gadget (solo Ios/Mac) DAW

Korg Ids 10/mono-poly/odyssey

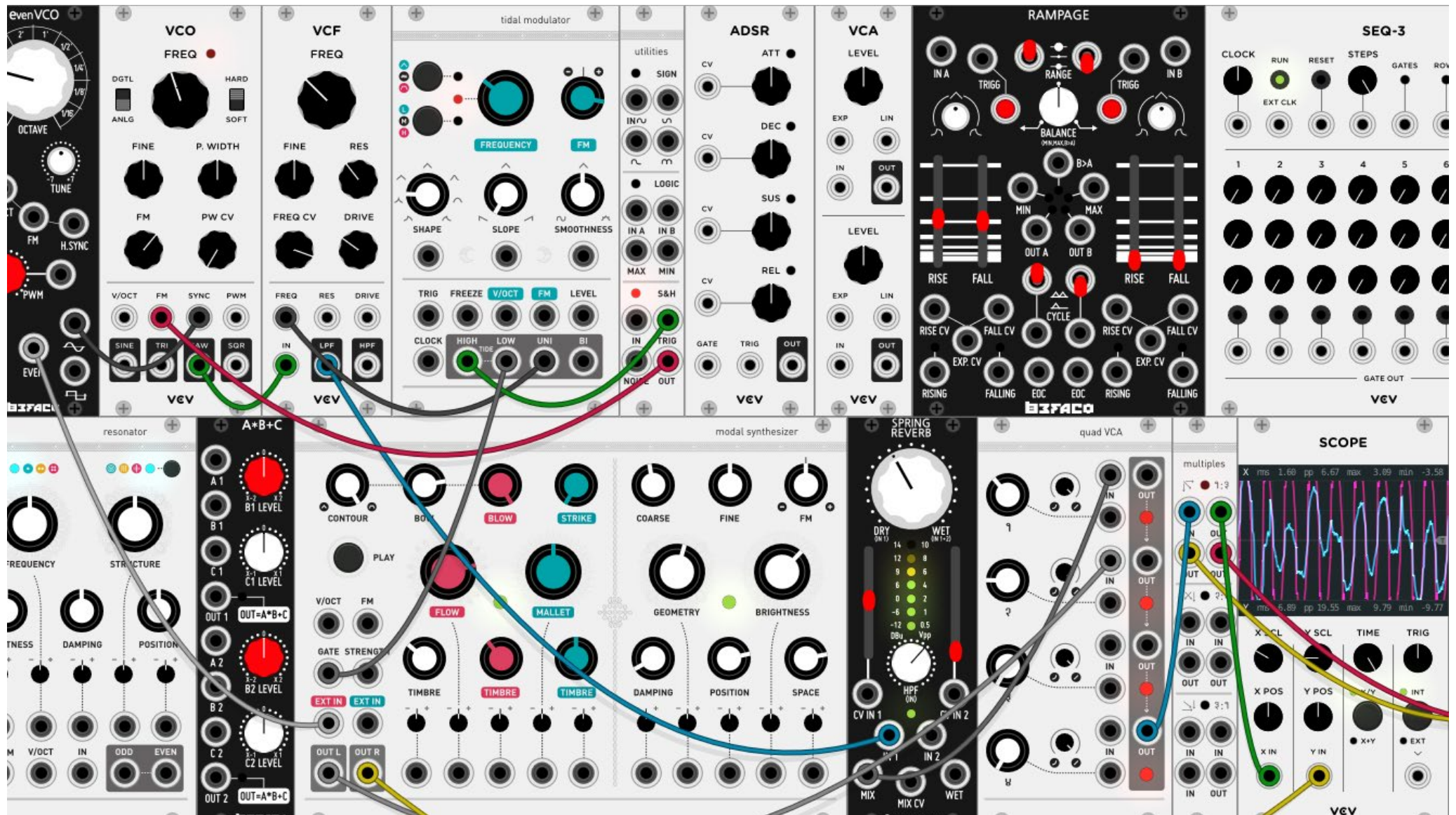
Korg Electribe – drum machine

Akai Impc – campionatore

Echo bus - effetti

Audiobus – per multi play – rack effetti

VCV open source virtual synth



Il sintetizzatore - funzionamento di base

Il sintetizzatore è uno strumento musicale che appartiene alla famiglia degli elettrofoni.

Il sintetizzatore o synth puo' generare autonomamente segnali audio sotto il controllo di un musicista o di un sequencer.

Con un sintetizzatore si possono generare imitazioni di strumenti musicali reali o creare suoni nuovi.

Qualunque tipo di suono (pianoforte, violino, basso, chitarra...) può essere ricondotto ad un segnale elettrico dotato di una determinata struttura.

tipologie di oscillatore nel tempo

I primi sintetizzatori prodotti negli **anni '60 e '70** usavano una tecnologia costruttiva detta **Analogica, Voltage Controlled Oscillator VCO** vuol dire che l'oscillatore è **controllato in tensione**.

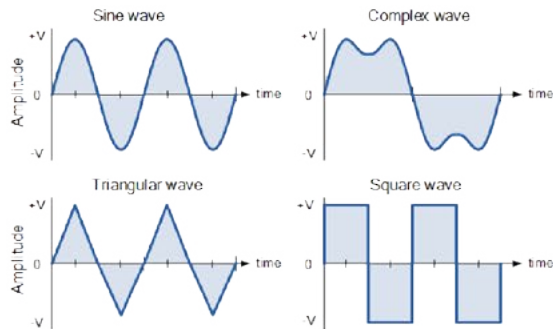
I synth prodotti negli **anni '80** usavano una tecnologia Digitale, **Digital Controlled Oscillator DCO** vuol dire che l'**oscillatore è controllato in digitale**.

I synth prodotti dagli **anni 90** in poi usano una tecnologia totalmente digitale detta **Virtual Analog** vuol dire che tutto l'oscillatore è **emulato digitalmente** usando potenti microprocessori chiamati **DSP Digital sound processor**.

Funzionamento base di un sintetizzatore (sintesi sottrattiva)



Voltage Controlled Oscillator
oscillazione - forma d'onda
sinusoidale, quadra,
triangolare, noise....

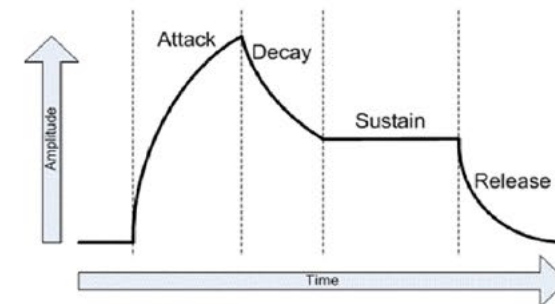


Voltage Controlled Filter
filtra i suoni - crea la timbrica



Voltage Controlled Amplifier
amplifica i suoni
abbinato a un generatore
di involuppo EG, gestisce
il comportamento del suono

Envelope Generator Stages



Principali metodi di sintesi

Sintesi sottrattiva

Al suono sorgente iniziale vengono sottratte (o modificate in ampiezza) armoniche (onda quadra, onda triangolare, dente di sega o rettangolare per maggiore complessità) si interviene con un sistema di filtri allo scopo di eliminare quelle porzioni del suono che non interessano; si definiscono pertanto filtri passa-basso, passa-banda, passa-alto e arresta-banda fino ad arrivare al suono voluto. Non è adatta per simulare strumenti acustici.

Sintesi additiva

Il principio di questo tipo di sintesi è **costruire un suono aggiungendo tutte le armoniche che lo compongono**. Teoricamente è la tecnica più potente e permette di ricreare qualsiasi suono, in pratica però è difficilmente gestibile perché ha bisogno di un numero molto alto di parametri indipendenti, per ogni armonica o parziale cioè il valore di frequenza, fase e ampiezza che variano nel tempo. La sintesi additiva è legata più di ogni altra allo sviluppo delle tecnologie digitali, in quanto è stato possibile sperimentarla praticamente soltanto con

Principali metodi di sintesi

Sintesi per modulazione di frequenza FM

La sintesi per modulazione di frequenza permette di ottenere sonorità interessanti con costi ridotti di progettazione e pochi parametri acusticamente significativi di programmazione.

La sintesi in FM è composta essenzialmente da due oscillatori, uno modulante (modulator) e uno portante (carrier). Il primo oscillatore modula in frequenza il secondo dando come risultante una terza forma d'onda che al contrario delle prime due (sinusoidi) è ricca di armoniche e parziali.

Sintesi granulare

Sistema di sintesi del suono che si basa su una concezione corpuscolare del suono; questo **viene generato mediante lo sviluppo di grani sonori che vengono poi sommati per generare suoni complessi.**

Principali metodi di sintesi

Sintesi per modelli fisici.

E' una tecnica di sintesi resa possibile (in tempo reale) solo negli ultimi anni, grazie alla elevata potenza di calcolo che i microprocessori hanno raggiunto.

Il principio su cui si base è il seguente : **i suoni vengono sintetizzati in base a dei modelli matematici (equazioni periodiche) prendendo in considerazione il sistema fisico che li produce e cercando quindi di rappresentarlo in base a variabili significative che influenzano il suono stesso.**

Alcuni esempi li troviamo nei sintetizzatori che simulano i synth analogici, in questo caso non abbiamo forme d'onda campionate dagli strumenti originali.

Controllare le macchine: MIDI (Musical Instrument Digital Interface)



MIDI (Musical Instrument Digital Interface)

MIDI e' l'acronimo di Musical Instrument Digital Interface, cioe' **interfaccia digitale per strumenti musicali.**

La sua nascita si deve principalmente a due fattori: il primo era l'esigenza di **collegare facilmente tra loro diversi strumenti musicali elettronici,** il secondo la crescente disponibilita' di tecnologie digitali a basso costo.

Il MIDI e' uno standard riconosciuto in tutto il mondo dai costruttori di strumenti musicali, computer e apparecchiature audio/video.

Esso stabilisce come devono essere costruite le porte midi, i cavi e i circuiti di trasmissione e ricezione dei messaggi.

Le specifiche software definiscono un linguaggio, stabilendo le modalita' con cui inviare i messaggi, quali sono le parole che lo formano e il loro significato.

Lo scopo del codice MIDI e' quello di trasformare in numeri, cioe' in messaggi numerici, ogni azione compiuta da un musicista nell'eseguire un brano, tanto da poter eventualmente permetterne una riesecuzione elettronica automatica.

Il campionamento digitale del suono



Il campionamento digitale del suono

Un segnale audio può essere registrato sia in modo analogico, trasferendone la modulazione di ampiezza su un supporto magnetico, sia in modo digitale attraverso **Il processo di campionamento che consente di convertire un segnale analogico in un segnale digitale.**

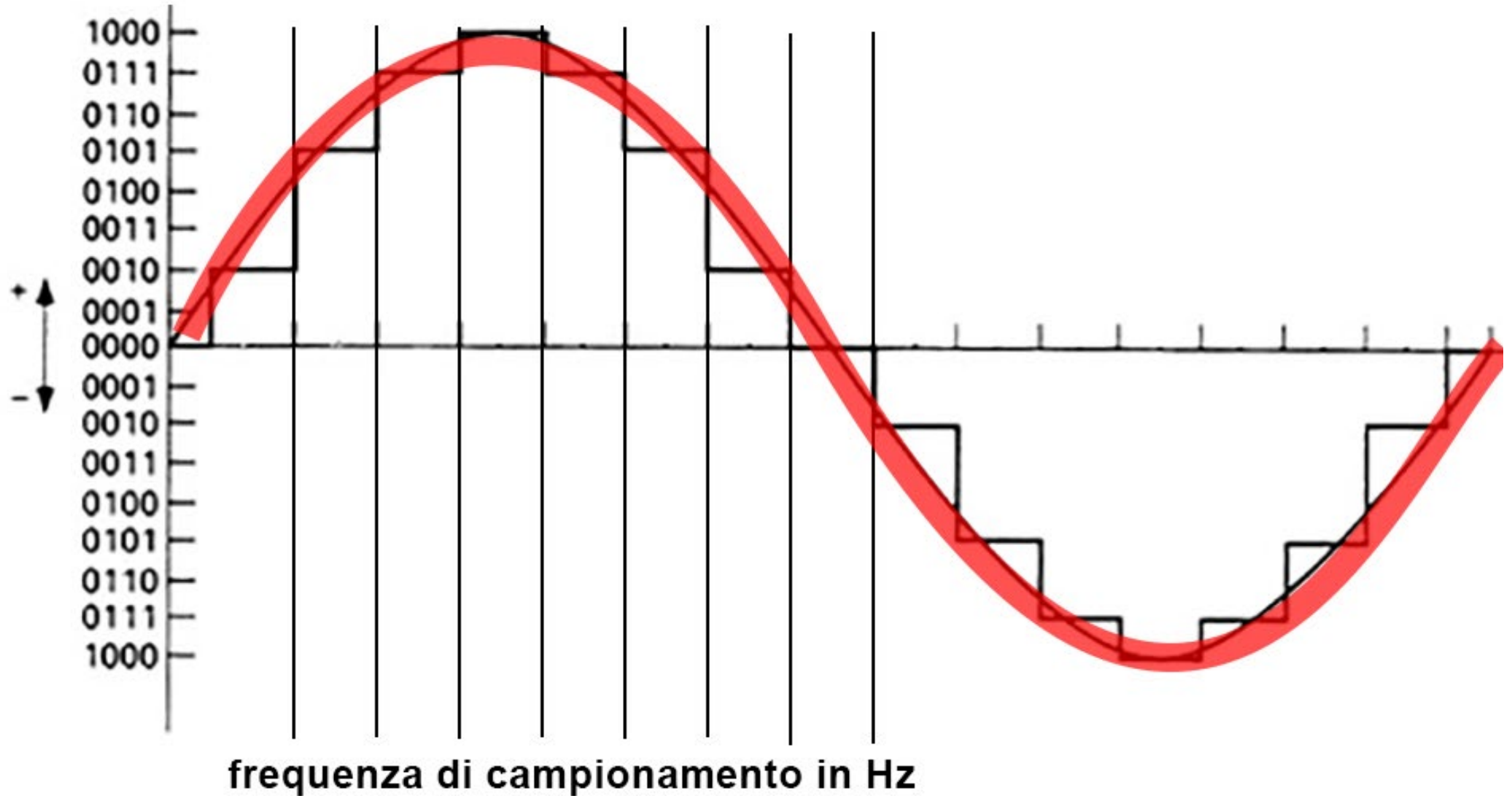
Questo processo consiste nel misurare e registrare, in precisi istanti di tempo (istanti di campionamento) il valore istantaneo del segnale analogico.

La sequenza di tali valori, detti **campioni**, costituisce **il segnale digitale.**

la registrazione può essere caratterizzata da i seguenti parametri:
il numero di bit di codifica (generalmente 8, 16 o 24 bit)
e la frequenza di campionamento (11, 22, 44, 96 o 192 kHz).

Il campionamento digitale del suono

valore binario



Il campionamento digitale del suono

Quindi riassumendo:

1_ La frequenza di campionamento (11, 22, 44, 96 o 192 kHz...)

E' il n. di volte al secondo in cui viene prelevato il segnale originale e trasformato in codice binario.

2_ il numero di bit di codifica (8, 16, 24 bit...)

Indica la qualità, la risoluzione di un campione, più è alto il n. di bit presenti in esso, maggiore sarà la fedeltà al suono originale.

Il campionamento digitale del suono: la Scheda Audio DAC



Il campionamento digitale del suono: la Scheda Audio DAC

La scheda audio dotata di **Digital Audio Converter** permette di convertire **i segnali elettrici (analogici) in entrata in segnali digitali** gestibili con le applicazioni da pc.

Esistono schede audio da 3 euro a 3000 euro e oltre, il costo è ovviamente riferibile alla qualità dei componenti, al numero di entrate e uscite gestibili, oltre che alla possibilità di avere ridotte latenze durante l'operazione di conversione in digitale delle fonti sonore in entrata.

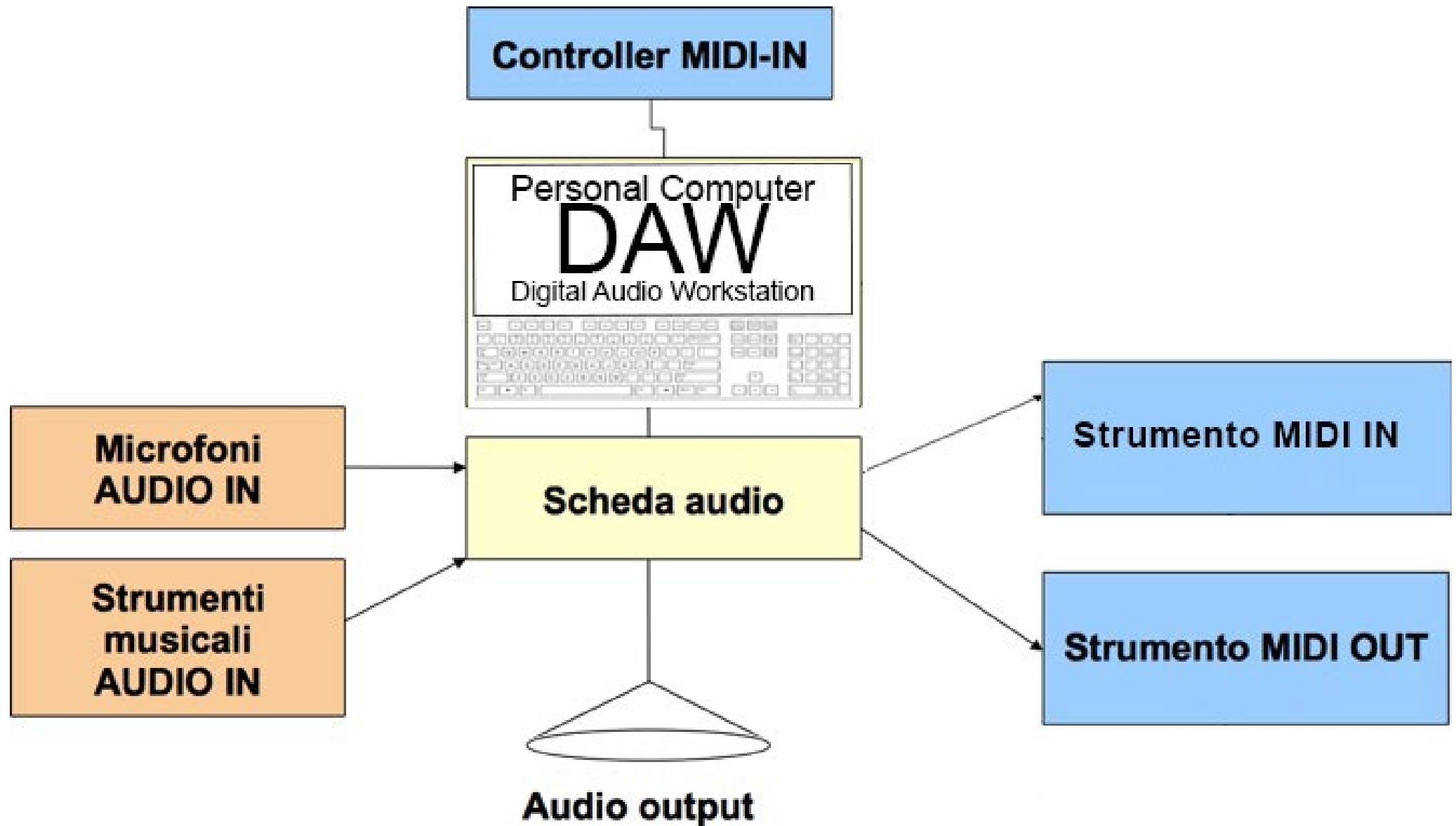
Le più piccole e generalmente economiche, hanno un'uscita usb da collegare al PC ed entrate e uscite di tipo mini jack, quelle più diffuse hanno collegamento usb o firewire ed entrate/uscite analogiche tipo jack o **XLR Cannon**. Oltre che quelle digitali tipo **SPDIF**

Le schede possono essere dotate anche di un proprio processore (CPU)

Setup Audio live analogico e digitale



Setup Audio live analogico e digitale



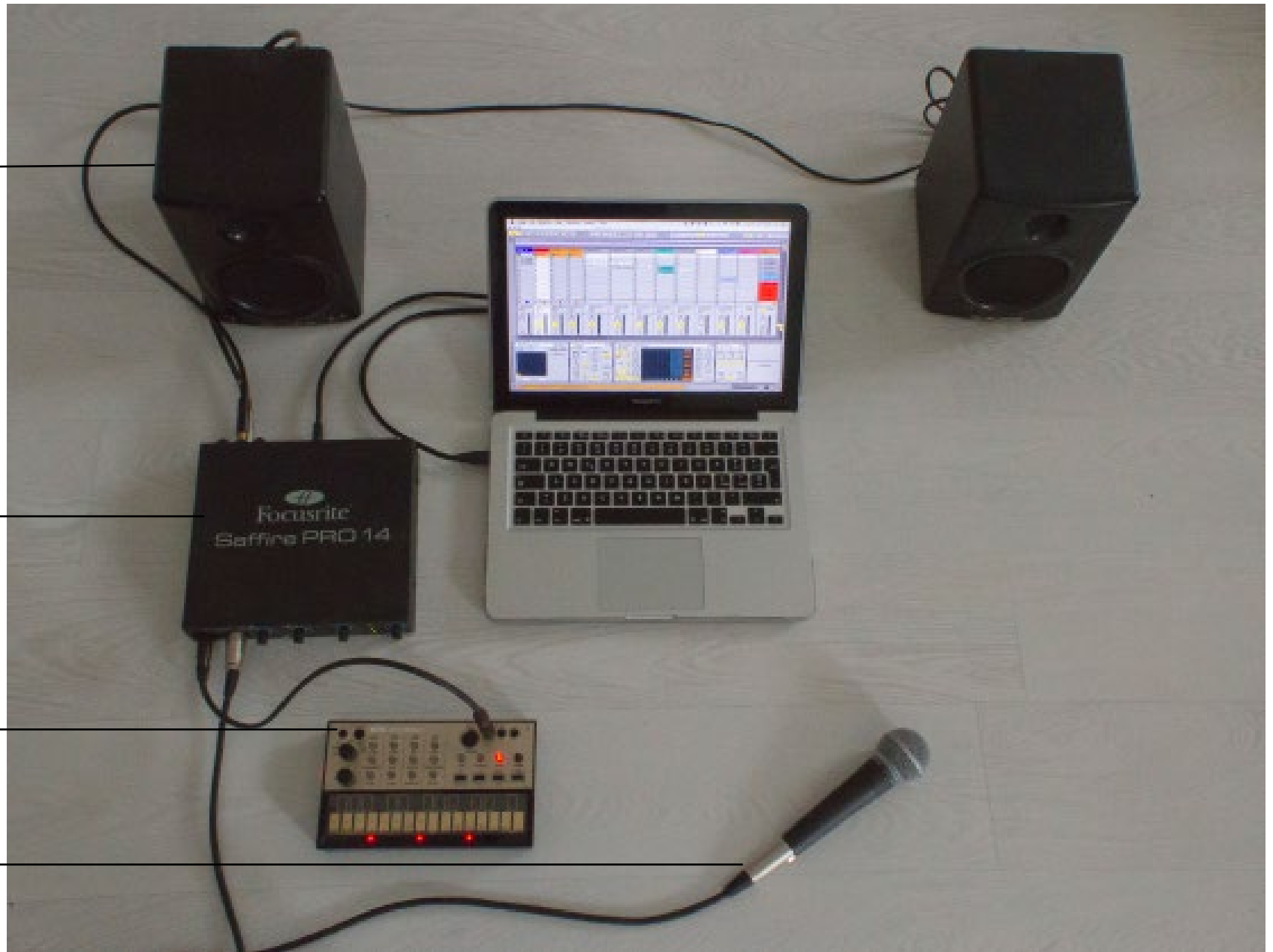
Setup Audio live analogico e digitale

Altoparlanti
stereo

Scheda Audio
DAC

Synth (Volca)

Microfono



Codec e formati audio compressi più utilizzati

MP3 (.mp3) è l'abbreviazione di **MPEG 1 layer III** e identifica i file audio che utilizzano questo algoritmo. **E' uno standard che elimina i suoni non udibili dall'orecchio umano.** In questo modo un brano mp3 a 128 kbps occupa uno spazio pari a 1/11 rispetto allo stesso in formato .wav o cd audio. Alcuni stimano un bitrate a 128 kbps come 'Cd Quality'; in realtà, le frequenze che vengono tagliate per risparmiare spazio sul disco rigido non sono tanto 'in-udibili'. A 192 i risultati cominciano ad essere buoni, e solo a 320 kbps si può parlare di CD Quality. **Un album di 600 MB in formato wav, andrà ad occupare circa 50 MB in mp3 128.**

WMA (.wma): formato **windows media audio**, compresso e molto simile a un mp3. Formato di compressione audio della Microsoft. I file compressi in questo formato sono di circa il 20 % più piccoli degli Mp3.

Codec e formati audio non compressi più utilizzati

WAV (.wav) contrazione di **WAVEform audio file format** (formato audio per forma d'onda). Il formato Wave non è altro che la registrazione in digitale di suoni reali, suoni che hanno avuto origine da una fonte esterna al PC.

Il metodo di campionamento è il **PCM pulse-code modulation** (letteralmente "modulazione codificata di impulsi"), un metodo di rappresentazione digitale di un segnale analogico.

Il metodo utilizza un campionamento dell'ascissa del segnale a intervalli regolari; i valori letti vengono poi quantizzati in ordinata ed infine digitalizzati (in genere codificati in forma binaria).

AIFF (.aif). **Audio Interchange File Format - Apple Interchange File Format.**

E' il formato audio Apple utilizzato dalla Apple per i Mac. E' in pratica l'equivalente del WAV che viene utilizzato da Windows.

FLAC (Free Lossless Audio Codec) è un codec audio libero con compressione dati lossless cioè senza perdita di qualità, questo tipo di compressione non rimuove informazioni dal flusso audio, risultando quindi adatto sia all'ascolto con lettori di musica digitale, sia all'archiviazione su memorie di massa

Ascolti: Etichette fondamentali per la musica pop elettronica 1978-2000

Mute (1978) Einstürzende Neubauten, Throbbing Gristle, Deutsch-Amerikanische Freundschaft (DAF), Cabaret Voltaire, Depeche Mode, Nitzer Ebb, Yazoo, Erasure, Goldfrapp, Moby...

Warp (1989) Aphex Twin, Boards of Canada, LFO, Autechre, Flying Lotus, Rustie, Oneohtrix Point Never, Brian Eno...

Ninja tunes (1991) Coldcut, The Cinematic Orchestra, Amon Tobin, Bonobo, The Bug, Modeselektor, 808 State, The Orb...

Mille Plateaux (1993) Akufen, Alec Empire, Cristian Vogel, DJ Spooky, DJ Vadim, Hanayo, Jim O'Rourke, Kid 606, Mouse On Mars, Oval, Scanner, Techno Animal, Thomas Köner, Vladislav Delay...

Raster Noton (1999) Frank Bretschneider, Carsten Nicolai, Olaf Bender alias Byetone, Atom, CoH, Emptyset, Ilpo Vaisanen + Mika Vainio (Pan Sonic), Rioji Ikeda, Ryuichi Sakamoto, William Basinski, Kanding Ray...

Siti web di riferimento:

120 Years of Electronic Music

Synthesizer History Timeline

The History of Electronic Music in 476 Tracks (1937-2001)

synthmania.com

vintagesynth.com