

## Alternanza Scuola/Lavoro

# Progetto Musica Elettronica Dal Reale al Virtuale (40 ore)



# INDICE

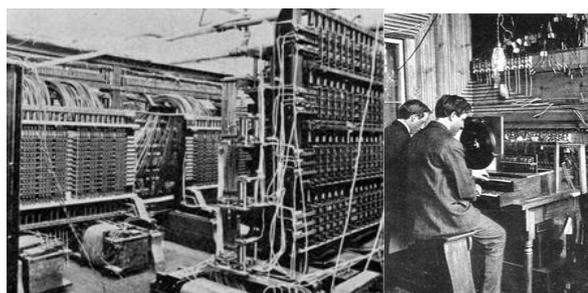
|   |           |
|---|-----------|
| <b>INDICE.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>INTRODUZIONE.....</b>                                      | <b>3</b>  |
| <b>UN PERCORSO SULLA MUSICA ELETTRONICA.....</b>              | <b>6</b>  |
| <b>PERCHÉ QUESTO PERCORSO? .....</b>                          | <b>7</b>  |
| <b>SOLO PAROLE E LUCIDI ALLA LAVAGNA? .....</b>               | <b>8</b>  |
| <b>MOTIVAZIONI DIDATTICHE .....</b>                           | <b>8</b>  |
| <b>OBIETTIVI:.....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>RISULTATI ATTESI: .....</b>                                | <b>9</b>  |
| <b>DESTINATARI. ....</b>                                      | <b>10</b> |
| <b>METODOLOGIA UTILIZZATA.....</b>                            | <b>10</b> |
| <b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ.....</b>                         | <b>11</b> |
| <b>GLI STRUMENTI.....</b>                                     | <b>13</b> |
| Oscillatore base a transistor .....                           | 13        |
| Fisica e Musica: uno strumento dal passato, il Theremin ..... | 15        |
| Arpa Laser .....  | 17        |
| VCV Rack.....   | 18        |

# Introduzione

Era il 1877 quanto l'inventore statunitense **Thomas Alva Edison**, dopo aver progettato il *fonografo*, effettua la prima registrazione della storia. Si avvera così l'antico sogno di "catturare" il suono e poterlo riascoltare un numero infinito di volte prescindendo dagli esecutori. Il *fonografo* di Edison è un oggetto piuttosto rudimentale, dalla qualità sonora assai scarsa se paragonata agli standard attuali. Dieci anni più tardi, nel 1887, **Emile Berliner** trasforma il cilindro di Edison in un disco e chiama *grammofono* la macchina utilizzata per leggerlo. Si tratta del primo antenato del disco in vinile che dominerà il consumo musicale per gran parte del ventesimo secolo.



In quegli stessi anni si sviluppa una grande ricerca in ambito musicale nel tentativo di dare vita a nuovi strumenti musicali, nuove musiche e nuove modalità di fruizione musicale. Nel 1897 l'inventore statunitense **Thaddeus Cahill** costruisce il *Telharmonium*, primo strumento che usa l'elettricità per produrre i suoni. Lo strumento è composto da una doppia testiera e da una fitta rete di cavi e ingranaggi.



L'intuizione di utilizzare la tensione elettrica per produrre suono genera nuove idee. E' il 1919 quanto **Léon Theremin** costruisce il *Thereminvox*.



Lo strumento si presenta dotato di due antenne capaci di captare la distanza delle mani dell'esecutore: una controlla l'altezza del suono, l'altra controlla l'intensità. Il *Thereminvox* è uno strumento che ha avuto un buon successo soprattutto nella realizzazione di colonne sonore di film di fantascienza. Negli anni successivi vedranno la luce le *Onde Martenot* (1928), il *Trautonium* (1930) e l'organo *Hammond* (1935). Proprio quest'ultimo strumento avrà una grande diffusione tra i musicisti jazz e rock. In Italia, intorno al 1910, Luigi Russolo inventa l'*Intonarumori*, strumento realizzato nell'intento di riuscire a manipolare ronzii, gorgoglii, rumori ecc. Contemporaneamente a quel che accade a livello tecnologico, anche i compositori iniziano a sviluppare nuovi linguaggi musicali che, con il progredire delle macchine a disposizione, si allontanano sempre di più dai linguaggi tradizionali. In Europa le nuove tendenze musicali trovano corpo in Francia e in Germania. Nel primo caso, nascono gli **Office de Radiodiffusion Télévision Française** dove verso la fine degli anni Quaranta inizia a lavorare Pierre Schaeffer dando vita alla *Musica Concreta*. Quasi contemporaneamente in Germania nascono gli studi **Westdeutscher Rundfunk** dove si lavora alla ricerca di nuovi suoni attraverso generatori elettrici: questo approccio prenderà il nome di *Musica Elettronica*. Tra gli esponenti più importanti della corrente è **Karlheinz Stockhausen**. In Italia lavorano presso gli studi di fonologia della RAI compositori come Bruno Maderna, Luigi Nono e Luciano Berio. Negli anni Sessanta nascono nuove macchine capaci di produrre nuovi suoni e controllarli comodamente dal vivo: sono i **sintetizzatori**. Il primo sintetizzatore è realizzato nel 1964 da **Robert Moog**.



Grazie alla novità dei suoni generati, alla comodità della tastiera, ai comandi posti sul pannello frontale e alla facile mobilità dello strumento, il sintetizzatore avrà un enorme successo presso i musicisti di ogni stile. Infatti, i sintetizzatori vengono inseriti nei concerti jazz, rock, d'avanguardia ecc. Nel 1957 nasce un programma per compositori e ricercatori che segna una svolta epocale: con **MUSIC I** inizia l'era della musica digitale. Anche a livello istituzionale si registra un grande interesse per le nuove tecnologie in ambito musicale, nascono quindi centri come l'IRCAM a Parigi, il Centro di Sonologia Computazionale di Padova, il centro Tempo Reale a Firenze ecc. Nella seconda metà degli anni Ottanta si assiste all'espansione dei software per la programmazione musicale: nel 1983 nasce il protocollo MIDI e sempre negli stessi anni si diffonde il *compact disc*.



Il CD sfrutta la tecnologia digitale per la registrazione e questo, oltre a offrire una qualità audio molto elevata, consente di riprodurre un numero infinito di volte le tracce audio. Negli anni **Novanta** si assiste a una nuova, radicale rivoluzione tecnologica: la nascita di **Internet**. Con l'estensione della rete internet e la conseguente diffusione dei computer si è progressivamente abbandonato l'utilizzo dei supporti fisici (disco, CD) a vantaggio di formati audio facilmente trasferibili per posta elettronica, bluetooth e sistemi di messaggia: si tratta dell'**MP3**.

La diffusione dell'informatica provoca due effetti: la possibilità per ogni musicista di autoprodurre i risultati della propria creatività contenendo i costi, e la successiva entrata in crisi dei centri di ricerca e dell'industria discografica.



A partire dai primi anni **Duemila** si è assistito alla diffusione di tablet e smartphone in grado di riprodurre interfacce di strumenti elettronici e analogici. L'avvento di questi apparecchi ha accelerato ulteriormente il processo di allontanamento da una fruizione musicale basata sul supporto fisico incoraggiando la dematerializzazione del prodotto discografico. Le *app* stanno rapidamente sostituendo i software per ragioni di prezzo e praticità di utilizzo.



Oggi si può assistere con sempre maggiore frequenza a concerti in cui l'interfaccia digitale dialoga con strumenti acustici, o concerti in cui l'interfaccia funziona da controllo remoto per altre macchine (live electronics).

## Un Percorso sulla musica elettronica

L'idea proposta in questo progetto è molto semplice: **realizzare un percorso sperimentale che illustri i principali argomenti legati alla musica elettronica attraverso l'utilizzo di strumenti e/o software di sintesi sonora (VCV Rack)**. Questo percorso sarà allestito con strumenti e/o apparati resi disponibili dalla nostra Associazione per le scuole interessate ai nostri progetti di Alternanza Scuola/Lavoro.

Gli strumenti ed apparati sono stati selezionati per la loro semplicità di utilizzo ed immediatezza nel raggiungere il risultato pratico.

Le attività pratiche proposte all'interno del percorso sono i seguenti:

1. Introduzione storica all'argomento
2. Il concetto di oscillatore in elettronica
3. Realizzazione di un oscillatore sinusoidale a transistor
4. Realizzazione di un oscillatore sinusoidale con un integrato 555
5. Gli strumenti elettroacustici storici: il Theremin
6. Gli strumenti innovativi: l'Arpa Laser
7. I software di emulazione Hardware
8. VCV: presentazione del progetto
9. Utilizzo di VCV per la realizzazione di un oscillatore modulato
10. Interfacciamento MIDI di VCV
11. Il modulo Macroscillator
12. Esperimenti con macroscillator
13. Interfacciamento dell'Arpa Laser con VCV
14. Realizzazione di un controller MIDI con Teensy (Tubofono)

Ognuno delle attività proposte si presenta in forma completa, cioè sono compresi tutti gli apparati e accessori per la corretta esecuzione degli esperimenti, la raccolta e l'analisi dei dati. ogni esperimento Per è presente una scheda storica, una scheda didattica per l'analisi dei dati.

## **Perché questo percorso?**

L'idea di questo percorso è nata dalla sollecitazione di molti docenti di materie tecnologiche, ad avviare un modulo che preveda l'utilizzo di strumenti ed apparati tipici delle sale di registrazione e di post-produzione musicale.

Per rispondere a questa esigenza, abbiamo immaginato un percorso di 40 ore destinato agli studenti del Liceo musicale dove l'usuale approccio teorico alle idee fondamentali alla base della tecnologia

musicale non sempre viene accompagnato da sessioni di Laboratorio con strumenti ed apparati che permettono approcci di tipo quantitativo dalla formulazione e soluzione di quesiti specifici.

## **Solo parole e Lucidi alla lavagna?**

NO! Il nostro corso è prevalentemente pratico. I nostri esperti realizzeranno a scuola un vero e proprio Laboratorio per lo studio dei fondamenti della musica elettronica, (sarà predisposto un laboratorio mobile comprendente tutte le tecnologie specifiche) portando presso la sede dell'attività tutte le attrezzature necessarie come di seguito elencato.

## **Motivazioni didattiche**

Le motivazioni didattiche sono diverse, alcune più relativamente "Esterne" al processo di apprendimento, altre, più interessanti, "Interne".

Motivazioni "esterne" sono quelle che mettono in evidenza i vantaggi per la comprensione degli argomenti di Acustica musicale offerti da questo tipo di approccio (Laboratorio Sperimentale con l'utilizzo di apparati e strumenti specifici – risoluzione di esercizi legati all'argomento affrontato).

Le motivazioni "Interne" tendono a mettere in evidenza i miglioramenti nel processo di apprendimento che le sessioni di Laboratorio possono apportare alle situazioni di apprendimento e quindi all'acquisizione stessa dei concetti.

Le attività eseguite in Laboratorio permettono di creare situazioni tipo direttamente e nella loro complessità.

Questo può arricchire la fenomenologia osservabile, fornendo esempi tangibili di situazioni sperimentali semplici e non, non descrivibili in termini di andamenti ideali, semplificati e noti (equazioni, teoremi, tecniche di risoluzione dei problemi).

L'attività pratica torna in questo modo ad assumere il ruolo che gli è proprio di situazione problematica, complessa, non univocamente determinata, che resta tale finché non si riesce, con un processo concettuale ed operativo, a ricondurla ad un insieme di problemi limitati, ben specificati e quindi schematizzabili.

Un'altra motivazione importante è legata ad una caratteristica centrale dell'approccio laboratoriale: i fenomeni sono osservabili mentre avvengono. Questo offre la possibilità di intervento immediato sulla situazione sperimentale,

Gli allievi, grazie all'utilizzo di sistemi e tecnologie on line anche connesse ad un Computer sono sollevati dallo sforzo di elaborazione manuale e di analisi dei dati, possono concentrarsi sull'osservazione dei fenomeni e sull'astrazione dei concetti e delle relazioni per schematizzarli.

## **Obiettivi:**

- Approcciare la risoluzione di problemi ed esercizi legati alle tecniche di generazione di suoni di sintesi;
- Individuare strategie risolutive derivate dall'osservazione sperimentale;
- Approfondire tecniche di Laboratorio Tecnologico/Musicale;
- Effettuare osservazioni di fenomeni analizzandoli attraverso l'ausilio di modelli e strumenti appositamente realizzati;
- Stimolare la curiosità scientifica e lo spirito d'osservazione attraverso il metodo sperimentale (osservazione, domanda, ipotesi e verifica);
- Approfondire le conoscenze acquisite mettendole in relazione con la realtà quotidiana;
- Acquisire l'utilizzo di strumentazione tecnologica di settore.

Il "Saper Fare" torna in questo modo ad assumere il ruolo che gli è proprio di situazione problematica, complessa, non univocamente determinata, che resta tale finché non si riesce, con un processo concettuale ed operativo, a ricondurla ad un insieme di problemi limitati, ben specificati e quindi schematizzabili.

## **Risultati attesi:**

In funzione dei contenuti individuali per il progetto, riportiamo una serie di risultati possibili:

- Aumento delle competenze nell'utilizzo di strumentazione e/o software per la musica elettronica;
- Promozione della qualità dei sistemi di istruzione;
- Avvicinare e, per quanto possibile, stimolare i discenti alla familiarizzazione con le strategie risolutive dei problemi di sintesi dei suoni;
- Creare percorsi laboratoriali specifici che introducano i temi legati alle moderne tecnologie musicali.

# Destinatari.

Classi dei Licei Scientifici musicali in Alternanza Scuola/Lavoro

## Metodologia utilizzata.

- Cooperative Learning, per lo sviluppo integrato di competenze cognitive, operative e relazionali.
- Case Study, situazioni specifiche appartenenti al campo delle riprese elettroacustiche.
- Peer Education e discussione di gruppo.
- Lezioni frontali con l'utilizzo di lucidi Power Point.
- Realizzazione di scenari di lavoro specifici attraverso l'utilizzo di strumentazione professionale che permetta misure quantitative.
- Utilizzo di strumentazione Tecnologica/musicale professionale.

Opus Lab Ass. Culturale  
Responsabile progetti didattici  
dott. Nica Vespasiano





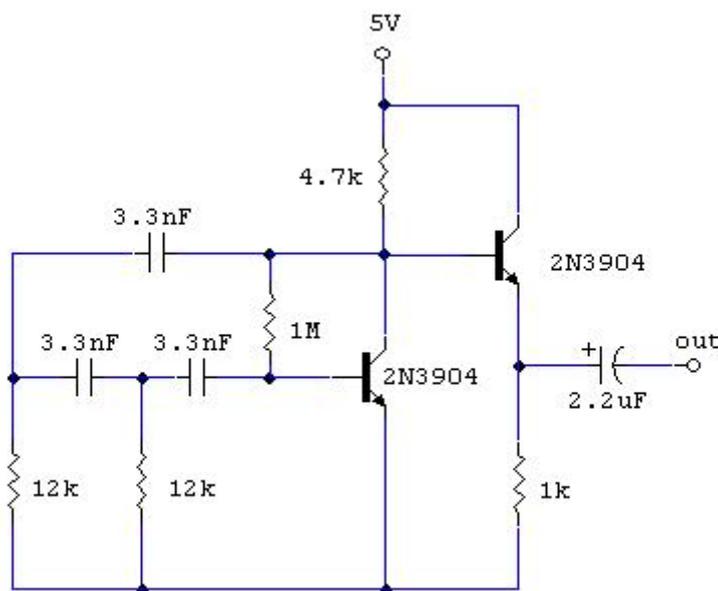
# Gli strumenti

Saranno utilizzati fundamentalmente strumenti hardware e software che andremo adesso a descrivere.

Di questi saranno resi disponibili i datasheet ed i manuali d'utilizzo.

## Oscillatore base a transistor

Possiamo adesso realizzare un piccolo oscillatore a transistor utilizzando Arduino per il monitoraggio del segnale in uscita. Si tratta di un oscillatore a sfasamento che produce una bella onda sinusoidale:



La frequenza del circuito si calcola con la formula:

$$\text{Hz} = 39.900 : (\text{nF} \times \text{KOhm})$$

Con i valori indicati si dovrebbe avere quindi

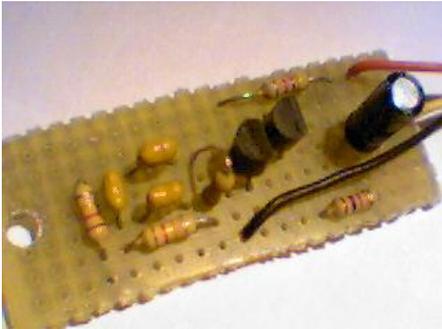
$$\text{Hz} = 39.900 : (3,3 \times 12) = 39.900 : 39,6 = 1007$$

In realtà, per le solite tolleranze dei componenti, la frequenza reale che ho misurato è di 1335 Hz.

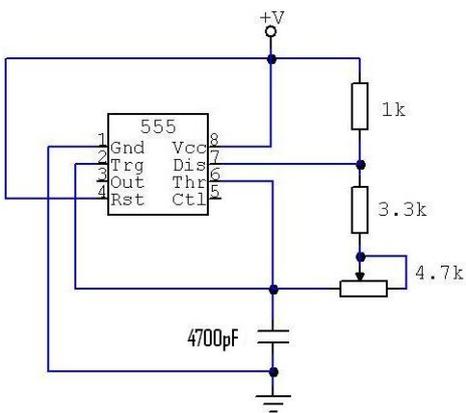
Se volete potete sostituire la resistenza da 1 KOhm con un trimmer, prelevando il segnale dal cursore. Questo vi permetterà di dosare l'ampiezza del segnale in uscita, che con un'alimentazione di 5V è di circa 3,4V pp. L'assorbimento è di ca. 3 mA.

Il circuito si può montare su una piastrina di pochi centimetri quadrati. Nell'immagine che segue

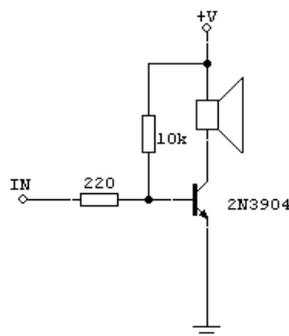
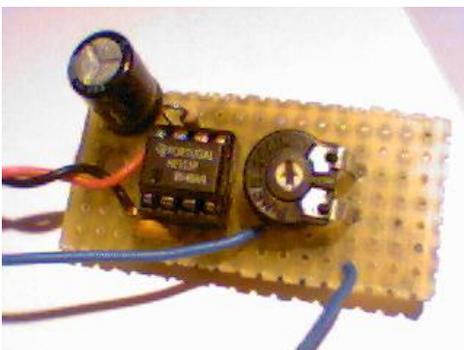
potete vedere il montaggio (uno dei tanti possibili):



Il circuito seguente appartiene agli anni '70, perché l'integrato 555 apparve sul mercato (negli USA) nel 1971.



Si tratta del classico multivibratore astabile. Con i valori indicati e un'alimentazione di 9V, la frequenza in uscita (piedino 3) spazia da 12KHz a 27KHz. Frequenze maggiori o minori si possono ottenere sostituendo la resistenza da 3,3 KOhm o il condensatore da 4700 pF.



Se collegate direttamente un altoparlante sull'uscita (tra il pin 3 e la massa), la frequenza si abbassa a causa del carico. Conviene allora interporre tra oscillatore e altoparlante un buffer tipo quello riportato sopra

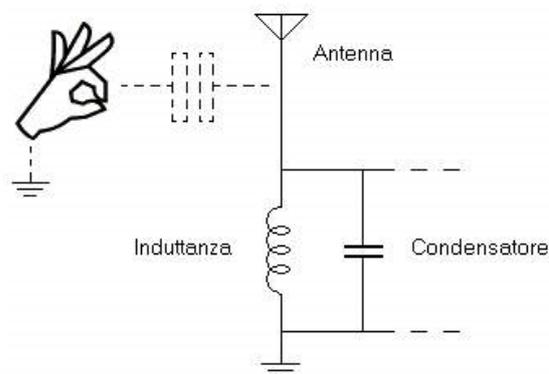
## Fisica e Musica: uno strumento dal passato, il Theremin

Il theremin (anche teremin) è il più antico strumento musicale elettronico conosciuto. È stato inventato dal fisico russo Leon Theremin nel 1920.



Questo 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'ampiezza. Il suono può variare tra quello di un violino a quello vocale. Lo strumento è considerato molto difficile da suonare proprio perché lo si suona senza toccarlo.

Il principio di funzionamento del Theremin si basa sul principio fisico del battimento di due onde. L'intuizione del suo inventore sta nell'accoppiamento di due oscillatori elettronici che producono due onde alla medesima frequenza non udibili (maggiori di 20 kHz). Tali onde, opportunamente miscelate, in stato di quiete non producono nessun suono poiché vibrano alla stessa frequenza.



Nello strumento perfezionato per l'esecuzione è presente un secondo stadio elettronico analogo al primo in cui la frequenza di battimento, generata con il medesimo principio, viene convertita in una tensione proporzionale a essa; il suono prodotto dal primo stadio viene quindi attenuato

proporzionalmente a questa tensione onde rendere lo strumento dinamico permettendo all'esecutore di variarne l'intensità avvicinando l'altra mano a un'altra antenna.

L'antenna dell'intensità è solitamente posta sulla sinistra dell'esecutore ed è un anello orizzontale, mentre l'antenna dell'altezza è posta sulla destra dell'esecutore ed è solitamente uno stilo verticale.



Il theremin è stato utilizzato soprattutto nelle colonne sonore dei film, in particolare *Io ti salverò* di Alfred Hitchcock e *Ultimatum alla Terra*. Altri esempi noti sono la sigla iniziale della serie originale di *Star Trek* e quella dei cartoni animati di *Scooby Doo*.

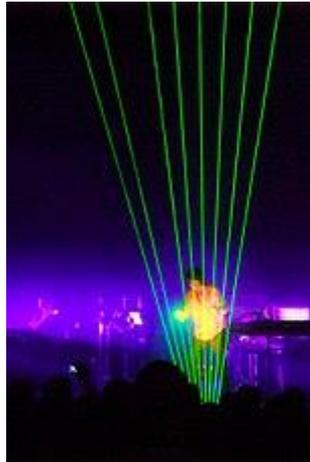
La più grande virtuosa dello strumento fu Clara Rockmore, una violinista russa che, non potendo proseguire per motivi di salute la sua attività, si dedicò al nuovo strumento.

In passato il Theremin è stato usato dal chitarrista dei Led Zeppelin, Jimmy Page, in molti live e nell'intermezzo di *Whole Lotta Love* (1969). È utilizzato spesso, in studio e nei concerti dal vivo, anche dalla Blues Explosion di Jon Spencer.

Attualmente il miglior interprete delle possibilità dello strumento è Jean-Michel Jarre che in *Zoolookologie* e altri brani lo usa con dei risultati eccellenti.

# Arpa Laser

L'**arpa laser** è uno strumento musicale elettronico formato da una serie di raggi laser che vengono suonati come fossero le corde di un'arpa, al fine di produrre suono. Jean-Michel Jarre l'ha resa nota utilizzandola in molti suoi concerti, solitamente nell'esecuzione del brano *Second Rendez-Vous*.



Il termine "arpa laser" e lo strumento stesso vennero coniati da Bernard Szajner nel 1981 (*Patent: FR2502823 (A1) Date de priorité: 1981-03-27*). Successivamente vennero inventati modelli dal design e dalle caratteristiche diverse, inclusa una versione MIDI inventata da Philippe Guerre.

L'Arpa laser "unframed" è generalmente costruita utilizzando un singolo laser, dividendo il suo raggio in una serie di raggi, disposti parallelamente o "a ventaglio". Per poter produrre suono, l'arpa va collegata ad un sintetizzatore o ad un computer, con cui si possono ottenere suoni particolari.

Il design è caratterizzato dall'assenza di un "telaio" (come dice il nome stesso) attorno ai raggi laser. Questa versione è più elaborata rispetto alla versione "framed" (provvista di telaio), che si basa su una luce riflessa su di un singolo fotodiode. Il fascio di raggi laser è costituito da un singolo raggio che viene scansionato in una matrice a ventaglio.

Eguagliando il tempismo del raggio riflesso, si può determinare quali raggi siano bloccati e quali debbano invece produrre suono. Versioni alternative fanno uso di raggi multipli: in queste versioni, ogni raggio può essere controllato singolarmente per simulare la riproduzione di note preregistrate.

Al fine di generare più suoni da poter controllare, per esempio un intervallo continuo di scale come era in molti controller MIDI, potevano essere utilizzati vari metodi: usare un generatore di raggi infrarossi o ultrasonici collegato allo strumento per determinare la posizione delle mani durante l'utilizzo dello strumento; utilizzare un generatore basato sul laser per determinare la distanza delle mani dall'inizio o dalla fine della zona sensibile del laser (rendendo così possibile l'utilizzo dei raggi come le corde di una chitarra); utilizzare una telecamera per tracciare la posizione e il movimento di un punto del laser sulle mani, o la lunghezza dell'esposizione del raggio visibile, per calcolare un valore continuo basato su un riferimento. Esistevano anche ulteriori possibilità per ampliare le capacità dell'arpa, ma si trattava di metodi più costosi e laboriosi rispetto ai suddetti.

# VCV Rack

Si tratta di un sistema modulare virtuale in formato Eurorack, che promette di avere grandi potenzialità e un nutrito numero di riproposizioni virtuali di moduli reali. Poiché sono attratto dal mondo dei modulari da molto tempo, ma visto l'elevato costo che comporta la realizzazione di un sistema del genere in "pannelli e circuiti", appena ho letto la notizia dell'uscita di questo software ho immediatamente pensato che potesse essere una buona occasione per muovere i primi passi a costo zero, senza le problematiche relative all'acquisto/rivendita di moduli con tutto quello che ne comporta. Pertanto inizio questa serie di tutorial insieme a voi, scoprendo ed esplorando insieme le potenzialità della sintesi ed elaborazione sonora offerte da questo sistema.

