

Appunti

Chitarra e live electronics

Chiaravalle - Chitarra IN

16 novembre 2025

PREMESSE STORICHE SUL REPERTORIO CHITARRISTICO CON STRUMENTAZIONE ELETTRONICA

1. Chitarra con uso di amplificazione

Negli anni Settanta del secolo scorso il repertorio per chitarra che si avvicina all'ambito elettroacustico esce dalla fase puramente sperimentale e inizia ad affermarsi attraverso una varietà di applicazioni e contesti. Sempre più compositori, infatti, cominciano a indicare in modo esplicito la necessità di **amplificare** la chitarra nelle proprie partiture ¹.

Da Fabio Vacchi a Tomás Marco, emerge con chiarezza l'esigenza di un trattamento elettroacustico dello strumento ². Naturalmente, ogni opera va analizzata nel suo specifico contesto: amplificare una chitarra in un duo da camera non comporta le stesse problematiche né le stesse scelte tecniche di una chitarra solista in un concerto con orchestra. Tuttavia, l'elemento decisivo è che il chitarrista, a partire da questo periodo, può iniziare a considerare l'amplificazione come parte integrante della propria formazione e delle proprie competenze professionali, al pari di qualsiasi altra abilità esecutiva. Una delle costanti fondamentali di questa evoluzione è la catena elettroacustica di base, composta da tre elementi principali: microfono, amplificatore e diffusore acustico. In questo senso, rimanendo in un contesto degli studi italiani condotti dalla rivista "Il Fronimo", è particolarmente interessante l'articolo di **Stefano Landi**, che propone una riflessione sul repertorio "classico" attraverso l'esempio dell'amplificazione della chitarra nei Quintetti di Boccherini.

L'autore si sofferma sull'uso del microfono su asta, analizzandone le caratteristiche di direzionalità — in particolare la differenza tra cardioide e ipercardioide — e affrontando il problema storico del rapporto tra microfono e diffusore acustico, noto come "**effetto Larsen**" ³, ossia il fenomeno di retroazione che genera un fischio acuto quando il suono amplificato rientra nel microfono.

Questa situazione cambia sensibilmente quando la chitarra è inserita in un ensemble o in un contesto orchestrale, dove è necessario predisporre un sistema di amplificazione generale (PA system), in grado di garantire un equilibrio tra i vari strumenti e un controllo accurato delle frequenze.

¹ Per un breve elenco delle opere create negli anni Fabio

Vacchi, *Suite per flauto e chitarra amplificata* (1973)

William Keith Bland, *Duo per chitarra amplificata e pianoforte* (1976)

Dante Grela, *Reflexiones sobre el tiempo* per chitarra amplificata e pianoforte (1976)

Norbert Rosseau, *Contemplatie* per chitarra amplificata e percussioni (1972)

Leonardo Balada, *Persistencias: Sinfonía concertante* per chitarra amplificata e orchestra (1972) Tod

Machover, *Concerto* per chitarra amplificata e orchestra da camera (1978)

Tomás Marco, *Emec Concierto Eco* per chitarra amplificata e orchestra (1978) ²

F. Vacchi, *Suite per flauto e chitarra amplificata* (1971), Berben

³ L'effetto Larsen è un fenomeno di retroazione acustica che si verifica quando un suono amplificato rientra nel microfono viene riamplicato e si crea un circolo chiuso che produce un fischio o un suono continuo crescente

È importante ricordare che, nell'utilizzo di qualsiasi sistema elettroacustico, anche il più piccolo dettaglio tecnico può influire in modo significativo sull'efficienza complessiva del sistema. In questo quadro, la scelta e il posizionamento del microfono diventano elementi cruciali.

In conclusione, possiamo individuare **due principali tipologie di microfoni** utilizzati per la ripresa dal vivo della chitarra:

1. Microfoni dinamici cardioidi o ipercardioidi, caratterizzati da robustezza e resistenza ai livelli di pressione sonora elevati;
2. Microfoni a condensatore, generalmente più sensibili e dettagliati, che richiedono alimentazione phantom ma garantiscono una riproduzione più fedele e naturale del suono dello strumento.

Ricordando che, nell'utilizzo di qualsiasi sistema elettroacustico, anche il dettaglio più piccolo può influenzare in modo significativo l'efficienza complessiva del sistema, risulta fondamentale la scelta e il corretto impiego del microfono. Possiamo distinguere due tipologie principali di microfoni utilizzati per la ripresa dal vivo: **i microfoni dinamici cardioidi o ipercardioidi** e **i microfoni a condensatore**, che richiedono **alimentazione phantom** ma offrono una resa sonora più accurata e naturale.

Nella struttura qui proposta utilizzerò un **microfono DPA**, rinomato per l'elevata qualità timbrica e la precisione nella cattura del suono della chitarra ⁴.

2. Chitarra con uso di amplificazione e nastro magnetico

A pochi anni di distanza da *Musica su due dimensioni* di **Bruno Maderna**, per flauto, percussioni e nastro magnetico (1952), il panorama del repertorio che combina esecuzione strumentale dal vivo e nastro magnetico comincia ad ampliarsi, estendendosi anche all'ambito chitarristico ⁵. Questa pratica segna una delle prime e più significative forme di interazione tra l'interprete e una componente elettroacustica pre-registrata, aprendo la strada a nuove modalità di dialogo tra gesto strumentale e suono fissato su nastro.

Il nastro magnetico rappresenta il primo vero strumento tecnologico a essere integrato stabilmente nella catena elettroacustica, anticipando l'attuale uso del computer e del "soundfile" come mezzi di riproduzione sonora. Si tratta, naturalmente, di una dimensione oggi percepita come "arcaica", in cui gli antichi nastri su bobine venivano fisicamente collegati al sistema di diffusione sonora e gestiti in tempo reale durante l'esecuzione. Tuttavia, la conoscenza di questa tecnologia resta fondamentale per comprendere la filologia del suono analogico e la sua relazione con l'evoluzione digitale.

Il suono analogico registrato — su una o più piste — si distingue per una resa timbrica caratterizzata da una diversa risposta dinamica e da una minor pulizia tecnica rispetto al digitale, ma anche da una qualità percepita come più "calda" e naturale, che molti considerano filologicamente più idonea alla ricostruzione di certe estetiche sonore del secondo Novecento. Conoscere e preservare questa dimensione significa custodire la memoria di un'epoca e del livello tecnologico che l'ha resa possibile.

Dal punto di vista della distribuzione del suono, il nastro introduce una spazialità più articolata: il sistema diventa almeno stereofonico, con la possibilità di gestire l'amplificazione attraverso almeno due diffusori indipendenti. Questo comporta la nascita di una nuova figura professionale, il regista del suono, responsabile del bilanciamento e dell'interazione tra sorgenti sonore acustiche e riprodotte durante l'esecuzione. Si tratta di un ambito che richiede una regolamentazione e uno studio approfondito, finalizzati a garantire una visione globale

⁴ Il DPA 4099 Guitar è un microfono professionale a clip progettato per catturare il suono naturale della chitarra acustica o classica con la massima fedeltà. Utilizza la tecnologia CORE by DPA, che riduce la distorsione e offre una maggiore chiarezza e apertura sonora su tutta la gamma dinamica. È leggero (17 g), discreto e dotato di collo d'oca flessibile e clip dedicata che consente un montaggio sicuro senza danneggiare lo strumento. Grazie al diagramma polare supercardioide, isola efficacemente la sorgente sonora principale riducendo il rumore ambientale e il rischio di feedback (effetto Larsen).

⁵ Azio Corghi, *Consonancias y redobles* per chitarra amplificata e nastro magnetico (1972)

José Ramón Encinar, *Abhava* per chitarra amplificata e nastro magnetico (1972)

Bjørn Fongaard, *Concerto for Guitar and Tape* (1976)

Yori-Aki Matsudaira, *Spectra* per chitarra amplificata e due chitarre su nastro (1979)

dell'evento performativo, concepito, come vedremo, in un'ottica che potremmo definire "da camera" elettroacustica, dove la tecnologia entra a far parte del processo estetico.

Pur appartenendo a un repertorio ormai storico, le opere di questo periodo presentano dettagli tecnici tutt'altro che marginali. Un esempio significativo è dato da *Consonancias y redobles* di **Azio Corghi**, che ipotizza un uso quadrifonico del sistema di diffusione, ampliando la spazialità sonora e il rapporto tra suono vivo e suono registrato. Quest'opera risulta particolarmente stimolante anche per un altro aspetto: l'autore lascia infatti all'interprete-elettroacustico la possibilità di montare e organizzare i frammenti del nastro, costruendo così la propria versione dell'opera. In questo modo, l'interprete non si limita a eseguire, ma partecipa attivamente al processo di composizione e configurazione del materiale sonoro, confermando la natura profondamente collaborativa e sperimentale della musica elettroacustica di quegli anni.

Non ultimo l'utilizzo dell'amplificazione. Amplificare la chitarra in un contesto elettronico è un'operazione diversa rispetto all'amplificazione analogica tradizionale. Non si tratta solo di aumentare il volume, ma di inserire il suono in uno spazio acustico costruito artificialmente. Nei contesti elettroacustici, come quelli nati dallo studio del nastro magnetico, il suono viene sempre trattato: riverbero, equalizzazione, echo e spazializzazione ne determinano la percezione. Allo stesso modo, una chitarra amplificata elettronicamente non può essere confinata a una sorgente monofonica: il suono va diffuso e collocato nello spazio.

Per questo l'uso di **riverbero** e **spazializzatore** è fondamentale — non come effetto accessorio, ma come parte integrante del suono stesso. È ciò che nel missaggio si cerca di ricreare: la profondità, la presenza e la dimensione reale del suono nello spazio.

3. Chitarra con uso di amplificazione e live electronic

La composizione per chitarra con trasformazioni sonore in tempo reale si colloca pienamente nell'ambito della tecnologia digitale, e, più in generale, nel processo evolutivo che ha accompagnato lo sviluppo dei microprocessori e dei sistemi di elaborazione del segnale (*Digital Signal Processing*, **DSP**). Tuttavia, le fondamenta di questa pratica risalgono ai grandi centri di ricerca della musica elettroacustica del secondo dopoguerra, che hanno definito i paradigmi tecnici ed estetici di riferimento: Studio für Elektronische Musik della WDR di Colonia (fondato nel 1951) Bell Laboratories di New Jersey (attivo già dal 1950) Groupe de Recherches Musicales (GRM) di Parigi (1958) Studio di Fonologia Musicale della RAI di Milano (1955) IRCAM di Parigi (1970)

Questi centri hanno posto le basi per la diffusione delle tecnologie elettroniche e digitali nella composizione musicale, influenzando sia la produzione industriale (sintetizzatori, registratori a nastro, processori di segnale) sia la nascita di una nuova liuteria elettroacustica, orientata all'integrazione tra strumenti tradizionali e sistemi di trasformazione elettronica.

Sebbene le tecniche digitali odierne rappresentino uno sviluppo successivo, esistono numerosi esempi di opere risalenti al periodo analogico che possono essere considerate "opere aperte", cioè strutture compositive non vincolate a una strumentazione specifica, ma che trovano nella chitarra un potenziale mezzo di realizzazione performativa. In questo contesto è impossibile non citare **Karlheinz Stockhausen**, tra i principali pionieri della musica elettroacustica, e in particolare la sua opera *Spiral* (1968) ⁶, un lavoro storico concepito per esecutore e modulatore di frequenze di onde corte radio, tuttora oggetto di reinterpretazioni e adattamenti anche in contesti chitarristici contemporanei.

Un caso emblematico di integrazione tra chitarra e *live electronics* è rappresentato da **Klaus Hinrich Stahmer** con la composizione *Erinnerungen aus den Wassern der Tiefe* (1978), per chitarra, nastro magnetico e *live electronics ad libitum*. L'opera prevede una serie di trasformazioni sonore specifiche, ciascuna associata a un trattamento elettronico:

⁶ Nicola Bernardini: *Spiral* di Karlheinz Stockhausen (versione per chitarra e ricevitore a onde corte)

Sigla	Tipo di Trasformazione	Descrizione
A	<i>Artificial Echo</i>	Ritardo artificiale o eco modulato
B	<i>Ring Modulation</i>	Modulazione ad anello tramite sintetizzatore ⁷
C	<i>Additional Amplification</i>	Amplificazione oltre il livello standard, introducendo saturazione
D	<i>Bass Filter</i>	Filtro passa-basso
E	<i>Treble Filter</i>	Filtro passa-alto
F	<i>Flutter Echo</i>	Eco a breve ritardo con feedback ridotto

Da queste elaborazioni si possono individuare alcune categorie fondamentali di processi:

- Delay e riverbero (A, F) – basati su ritardi temporali controllati del segnale;

Erinnerungen aus den Wassern der Tiefe

Klaus Hinrich Stahmer (1978)

The musical score is presented on six staves. It begins with a treble clef and a key signature of one sharp (F#). The notation includes various musical symbols such as notes, rests, and dynamic markings. Circled letters 'A' and 'B' are placed above certain sections of the music, corresponding to the transformations defined in the table above. The score includes time stamps at intervals: 0'10, 0'20, 0'30, 0'40, 0'50, 1'00, 1'10, 1'20, 1'30, 1'40, 1'50, 2'00, 2'10, 2'20, 2'30, 2'40, 2'50, and 3'00. Performance instructions like 'gliss. mit Glas' and '(simile)' are also present.

© 1980 by Musikverlag Zimmermann, Frankfurt am Main

ZM 2224

- Moltiplicazione o modulazione di ampiezza (B) – mediante dispositivi di *ring modulation*;
- Distorsione e saturazione del segnale (C) – ottenute attraverso l'amplificazione oltre la soglia lineare del sistema.

K.H.Stahmer, *Erinnerungen aus den Wassern der Tiefe* (1978), per chitarra w nastro (live electronics ad libitum)

Tali trasformazioni venivano realizzate attraverso dispositivi analogici dedicati, come EMS VCS3, Synthi AKS, Revox, ARP, e Echolette (multitap delay).

La proposta di Stahmer si rivela particolarmente significativa nel contesto storico, poiché anticipa, in forma analogica, ciò che sarebbe poi divenuto lo standard nelle moderne Digital Audio Workstations (DAW) e nella miriade di plug-in di elaborazione audio oggi disponibili: un ambiente di manipolazione sonora flessibile, interattivo e in tempo reale, capace di estendere le possibilità espressive dello strumento acustico.

⁷Il primo vero ring modulator utilizzato in ambito musicale risale ai primi anni '50, presso lo Studio für Elektronische Musik della WDR di Colonia, fondato nel 1951 da Herbert Eimert e successivamente diretto da Karlheinz Stockhausen

4. Prassi esecutive contemporanee e repertori elettroacustici tra chitarra acustica ed elettrica

Un discorso a parte va riservato alla prassi esecutiva della musica contemporanea per chitarra e alle possibilità che, dal secondo dopoguerra, si sono progressivamente sviluppate nell'estensione verso strumenti affini, in particolare la chitarra elettrica. Molti chitarristi e compositori di formazione classica hanno avuto un ruolo significativo nell'utilizzo della chitarra elettrica o nella collaborazione con compositori interessati alle sue potenzialità timbriche. Tra questi ricordiamo **Bjørn Fongaard**, **Karl-Heinz Böttner** (collaboratore di Stockhausen) e **Claude Pavy**, che ha lavorato con i compositori francesi Hugues Dufourt e Tristan Murail.

Giungendo ai giorni nostri, è importante sottolineare come le classi di chitarra contemporanea a Darmstadt abbiano rappresentato un punto di incontro tra la prassi classica e quella elettrica, grazie a chitarristi che hanno saputo coniugare le due dimensioni, come **Tom Pauwels** e, in tempi più recenti, **Yaron Deutsch**.

In ambito italiano, va ricordato il contributo di chitarristi che hanno promosso una visione versatile dello strumento, aperta alla commistione tra acustico ed elettrico. Un esempio emblematico è quello di **Bruno Battisti D'Amario**⁸, la cui attività può essere considerata una sintesi significativa di un percorso che, sin dalle prime generazioni accademiche dei Conservatori di musica, ha favorito l'integrazione della chitarra elettrica nella formazione e nella pratica concertistica.

Il punto centrale è che, al di là della destinazione strumentale — classica o elettrica —, la musica contemporanea di oggi può attingere alla formazione accademica per svilupparsi in direzione della chitarra elettrica. È infatti più frequente che opere come *La Cité des Saules* di **Hugues Dufourt** o *Trash TV Trance* di **Fausto Romitelli** vengano eseguite da chitarristi con una solida formazione accademica piuttosto che da esecutori provenienti dalla cultura rock.

Un ruolo non secondario in questo processo è stato svolto dalla musicologia dedicata alla chitarra. Il contributo più rilevante in questo ambito è quello di **John Schneider** con *The Contemporary Guitar* (1985, rivisto e ripubblicato nel 2015⁹), testo che ha messo in evidenza i passaggi fondamentali della ricerca elettroacustica sulla chitarra elettrica e sulle sue varie tipologie, con particolare riferimento al capitolo "Guitar & Live Electronics" (p. 257), che integra efficacemente la trattazione delle opere per chitarra acustica ed elettrica.

Preziose sono anche le opere di **Vincenzo Pucci**¹⁰, che ha dedicato un'ampia sezione alla chitarra elettrica, e la più recente pubblicazione di **Sergio Sorrentino**¹¹ che aggiorna il panorama del repertorio e delle prassi esecutive con un approccio critico e sistematico.

APPUNTI PER UNA STRUTTURA ELETTROACUSTICA NELL'ESECUZIONE CON CHITARRA DELLA LIVE ELECTRONICS

La scelta dell'interfaccia audio, insieme al computer, rappresenta il punto essenziale di tutta la catena elettroacustica. La storia delle tecnologie legate alle interfacce audio è stata complessa e in continua evoluzione, ma il risultato più significativo raggiunto nel tempo è la loro crescente autonomia rispetto alla gestione hardware e software del computer. L'interfaccia audio determina in larga misura la qualità del suono e svolge un ruolo di regolatore centrale all'interno della catena, al punto che, in contesti di piccole dimensioni o in set live ridotti, può di fatto sostituire il mixer, un tempo protagonista indiscusso della fase analogica. La grande varietà di interfacce oggi disponibili non deve far perdere di vista il loro scopo principale: garantire una conversione stabile, precisa e a bassa latenza tra il dominio analogico e quello digitale. In alcuni casi, come nel sistema **Kyma / Capamara**¹², l'interfaccia si spinge oltre la semplice conversione, integrando una propria **Audio Processing Unit** (APU) dedicata, capace

⁸ Si veda anche il contributo di Bruno Battisti D'Amario con *Il principio* per chitarra amplificata e nastro magnetico

⁹ John Schneider, *The contemporary guitar*, Rowman & Littlefield, Lönfödon 2025

¹⁰ V. Pucci, *The Guide to the guitarist's. Modern and contemporary repertoire*, 2021 ed. V.P.

¹¹ Sergio Sorrentino, *La chitarra elettrica nella musica da concerto*, Arcana, Roma 2019.

¹² Pacamara, è un'unità di processamento audio (APU) progettata per eseguire Kyma, un ambiente di sound design e sintesi sonora molto avanzato. Pacamara funge da interfaccia audio e MIDI USB-C con fino a 8 canali configurabili, integrandosi in

di gestire elaborazioni complesse in modo autonomo. Tuttavia, si tratta ancora di un caso particolare e non di uno standard diffuso nel panorama delle interfacce audio contemporanee.

1. Catena Hardware

Microfono. Come visto in precedenza, il microfono rappresenta il primo anello della catena audio. La scelta dipende dal tipo di utilizzo — nel caso specifico, live e non in studio. Il modello DPA garantisce un buon equilibrio tra fedeltà e isolamento, con un raggio di ripresa di circa 110° e una leggera risposta posteriore (effetto di captazione posteriore). Un'attenzione particolare deve essere rivolta al posizionamento e alla stabilità del microfono. È fondamentale mantenere una distanza costante per ridurre al minimo la colorazione del suono e mantenere una risposta il più possibile piatta.

Interfaccia audio. Il microfono converte la pressione acustica del suono in un segnale elettrico, che viene inviato all'interfaccia audio, responsabile della conversione da analogico a digitale. Con il tempo, l'interfaccia audio è diventata un dispositivo centrale, capace di sostituire in parte le funzioni di un mixer (come nel caso qui proposto). È necessario garantire un corretto equilibrio tra qualità e tempi di elaborazione in tempo reale. Il parametro principale è la latenza, ovvero l'intervallo di tempo tra l'ingresso del segnale e la sua uscita. Poiché la percezione sonora differita ha un limite fisiologico, la latenza deve rimanere al di sotto dei 10 millisecondi ¹³ per evitare la sensazione di raddoppio del suono o perdita di sincronizzazione.

Protocollo di comunicazione Thunderbolt / USB3. È fondamentale garantire una trasmissione dei dati alla massima velocità possibile. Nel cosiddetto ecosistema Mac, le porte Thunderbolt rappresentano un importante traguardo tecnologico. Molte interfacce audio utilizzano questa connessione, che già con Thunderbolt 1 offriva una velocità di 10 Gbps. Le versioni più recenti, come Thunderbolt 5, raggiungono velocità comprese tra 80 e 120 Gbps. Dal punto di vista tecnico, la connessione si basa sul protocollo PCI Express (PCIe), che consente uno scambio diretto e a bassa latenza tra computer e interfaccia audio ¹⁴. Va aggiunta l'attuale situazione relativa alle criticità della Thunderbolt: Intel e Wintel non hanno sviluppato questo collegamento e l'attuale situazione è totalmente dipendente da Apple. Il caso RME, nonostante la l'interfaccia UFX+ anche con connessione Thunderbolt è stata dismessa nelle versioni UFX II e UFX III ¹⁵.

modo stretto con il software Kyma per applicazioni di sound design complesso, effetti in tempo reale e integrazione con DAW e ambienti MIDI. Non è una scheda audio tradizionale focalizzata su conversione AD/DA o 1/0 di alto canale, ma un processore DSP hardware dedicato, utilizzato soprattutto in ambiti di performance sonora, film, games e ricerca sonora.

¹³ Ad es. Con un buffer di 128 campioni, la latenza è di circa 2,90 ms a 44.1 kHz, 2,67 ms a 48 kHz, 1,45 ms a 88.2 kHz e 1,33 ms a 96 kHz. Questo accade perché, aumentando il sample rate, i campioni vengono elaborati più velocemente: il buffer si svuota in meno tempo e quindi

$$\text{Latenza (ms)} = \frac{\text{Buffer (samples)}}{\text{Sample Rate (Hz)}} \times 1000$$

il suono impiega meno millisecondi per uscire.

¹⁴ Thunderbolt è una tecnologia di comunicazione dati ad altissima velocità, inventata da Intel insieme ad Apple nel 2011 per unificare trasmissione dati e video in un unico cavo, inizialmente con connettore Mini DisplayPort e poi evoluta verso USB-C

¹⁵ RME nasce con le interfacce PCI e PCIe, schede interne collegate direttamente alla scheda madre del computer. Queste offrivano latenza quasi nulla e massima stabilità, ma nessuna portabilità. Negli anni 2000 arriva lo standard FireWire (IEEE 1394), che garantisce buona banda e bassa latenza su collegamento esterno, ma viene progressivamente abbandonato per limiti di compatibilità con i nuovi sistemi operativi e hardware. La vera rivoluzione arriva con USB 2.0 e 3.0, quando RME sviluppa un sistema di comunicazione completamente personalizzato basato su FPGA (Field Programmable Gate Array), un chip programmabile che consente di gestire internamente il flusso dati audio senza dipendere dai controller standard di Windows o macOS. Questo approccio permette a RME di controllare direttamente tempi, buffer e priorità di trasferimento, ottenendo prestazioni paragonabili a PCIe e Thunderbolt ma con maggiore compatibilità. L'architettura FPGA offre latenza bassissima, assenza di drop o disconnessioni anche sotto carichi pesanti, e piena compatibilità multiplatforma. Nel caso della Fireface UFX+, la connessione USB 3.0 Type-B SuperSpeed sfrutta appieno la potenza del sistema FPGA: a 48 kHz e buffer di 256 campioni, la round-trip latency media è di circa 3,0–3,5 ms, mantenendo una gestione stabile fino a 188 canali (MADI + analog + digitale). Il sistema USB 3 RME, grazie al controllo FPGA, raggiunge quindi prestazioni molto simili a Thunderbolt, ma con una robustezza, compatibilità e supporto driver superiori, garantendo nel tempo la stessa efficienza anche su porte USB 2.0 legacy.

Computer / CPU. Il processore del MacBook Pro (2,2 GHz) costituisce il nucleo dell'elaborazione audio digitale. A questa frequenza, la CPU dispone di circa 12,8 milioni di cicli di clock per ogni blocco audio di 256 campioni a 44.100 Hz, corrispondenti a circa 5,8 ms di tempo reale. Entro tale intervallo devono essere completate tutte le operazioni di calcolo; oltre questa soglia, possono verificarsi instabilità o interruzioni del segnale. Il flusso audio viene trasferito tra la CPU e la RME UFX+ tramite connessione Thunderbolt, che garantisce un collegamento diretto e a bassa latenza tra i convertitori A/D–D/A e il sistema di elaborazione del computer.

2. Catena Software

Chip OSX Mojave. Nella catena software dedicata alla gestione dell'audio, è essenziale considerare il ruolo del sistema operativo e del framework audio che ne regola il funzionamento. In macOS, il framework CoreAudio controlla il flusso dei dati e la sincronizzazione tra hardware e software, lasciando all'utente un margine di intervento limitato. Il clock di riferimento viene impostato direttamente dalla scheda audio, che in questo caso opera a 44.100 Hz, determinando la frequenza di campionamento e il ritmo generale di elaborazione del segnale.

Audio Status (Max/MSP). Max garantisce un'elevata precisione nel trattamento del segnale audio grazie a tre parametri fondamentali: Scheduler, che gestisce il tempo degli eventi logici (come *bang*, *metro* e *messaggi*) assicurando la regolarità del flusso operativo; Overdrive, che aumenta la priorità e la precisione temporale degli eventi, utile quando è richiesta una sincronizzazione perfetta tra controllo e suono; Audio Interrupt, che assegna la massima priorità all'elaborazione audio, prevenendo distorsioni o interruzioni del segnale nei momenti di maggiore carico di calcolo. Insieme, questi elementi consentono a Max di mantenere un flusso audio stabile, coerente e con un'elevata qualità temporale anche in condizioni di elaborazione complessa.

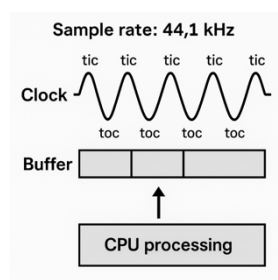
Nel contesto della chitarra amplificata e della live electronics, il riverbero svolge un ruolo fondamentale: consente di evitare che il suono catturato dal microfono risulti chiuso o artificiale, poiché il microfono registra solo una parte del campo sonoro reale. L'aggiunta di un ambiente simulato, anche leggero, restituisce profondità, naturalezza e presenza, integrando lo strumento nello spazio acustico della performance.

All'interno di **Max/MSP**, è possibile implementare riverberi **senza ricorrere a plugin esterni**, evitando così un sovraccarico della CPU e mantenendo il controllo totale del segnale audio. Due modelli storici di riferimento per la progettazione di riverberi digitali sono quelli di **Manfred R. Schroeder** e **Jon Dattorro**, entrambi realizzabili con i moduli nativi di Max/MSP.

- **Modello Schroeder/Moorer:** si basa su una rete di **comb filter** e **allpass filter** disposti in serie e parallelo. Produce un ambiente sonoro pulito, stabile e prevedibile, adatto per simulazioni acustiche semplici e per evitare eccessiva densità del suono.
- **Modello Dattorro:** evoluzione più musicale e raffinata, ispirata ai riverberi **Lexicon**. Utilizza una rete di diffusione con **modulazioni di fase e ampiezza** che creano un effetto più **organico, fluido e realistico**. La sua architettura permette di gestire parametri come **decay**, **damping**, **mod depth** e **diffusione**, ottenendo una risposta più dinamica e naturale ¹⁶.

In applicazioni di **chitarra live**, il modello **Dattorro** risulta spesso preferibile per la sua capacità di **ricreare spazi profondi e armonici**, donando vitalità al suono amplificato senza snaturarlo. Implementarlo direttamente in **Max/MSP**, grazie alla flessibilità del linguaggio e alla precisione del calcolo in tempo reale, consente di ottenere **un riverbero di alta qualità con bassa latenza e minimo consumo di risorse**, perfettamente integrato nel flusso di elaborazione audio interattiva.

Buffer. Il Vector Size (che rappresenta il buffer reale) indica quanti campioni audio Max elabora in un unico blocco prima di inviarli al processore o alla scheda audio. Con un valore di 256 campioni a 44.100 Hz, la latenza corrisponde a circa 5,8 millisecondi, ossia il tempo necessario perché un blocco audio venga elaborato e inviato all'uscita. Valori più piccoli (es. 64 o 128) riducono ulteriormente la latenza ma aumentano il carico della CPU, mentre valori più grandi (es. 512 o 1024) rendono il sistema più stabile ma con una risposta più lenta. Il Signal Vector Size (SVZ) definisce invece quanti campioni vengono calcolati internamente da Max per ogni ciclo DSP, cioè all'interno della patch, prima di essere inviati al buffer principale. In pratica, Vector Size determina la comunicazione con l'hardware, mentre il SVZ gestisce l'elaborazione interna del segnale; la loro combinazione permette di bilanciare efficienza e reattività nel flusso audio complessivo.



¹⁶ A.Cipriani-M.Giri, *Musica Elettronica e Sound Design*, Vol.3, Contemponet, Roma 2021 (pp. 87)

ESEMPI: JAMES DASHOW E ROLAND BRUCE SMITH

James Dashow, nato a Chicago nel 1944, Dashow è una delle menti più curiose e rigorose della generazione che ha accompagnato la nascita del suono digitale, muovendosi tra ricerca musicale, riflessione teorica e sperimentazione tecnologica. La sua formazione affonda le radici nella grande scuola americana, con maestri come J.K. Randall, Arthur Berger e Seymour Shifrin, ma si apre presto all'Europa: nel 1969, con una borsa Fulbright, si trasferisce in Italia per studiare con Goffredo Petrassi, approfondendo anche la musica di Luigi Dallapiccola. È in questo incontro tra metodo costruttivo e sensibilità timbrica che matura la sua visione musicale.

Negli anni Settanta Dashow è tra i primissimi a comporre musica attraverso la **sintesi digitale**. Invitato da Giuliano Tisato al *Centro di Sonologia Computazionale* dell'Università di Padova, realizza le prime composizioni di computer music in Italia. Parallelamente, entra in contatto con la comunità internazionale che gravita intorno al MIT, dove Barry Vercoe stava sviluppando MUSIC11, il linguaggio che diventerà poi **Csound**.

```
<CsoundSynthesizer>
<CsOptions>
  -odac      ; output audio in tempo reale
</CsOptions>

<CsInstruments>
; ===== ORCHESTRA =====
sr = 44100
kr = 4410
ksmps = 10
nchnls = 1
outfs = 1

instr 1
kplay chnget "play"
if (kplay == 1) then
  k2arm expseg 200, p3/2, 234, p3/2, 200
  k3arm expseg 300, p3/2, 333, p3/2, 300
  k4arm expseg 400, p3/2, 376, p3/2, 400
  k5arm expseg 500, p3/2, 527, p3/2, 500
  k6arm expseg 600, p3/2, 609, p3/2, 600
  k7arm expseg 700, p3/2, 715, p3/2, 700
  k8arm expseg 800, p3/2, 853, p3/2, 800

  afond oscili 0.1, 100, 1
  arm2 oscili 0.1, k2arm, 1
  arm3 oscili 0.1, k3arm, 1
  arm4 oscili 0.1, k4arm, 1
  arm5 oscili 0.1, k5arm, 1
  arm6 oscili 0.1, k6arm, 1
  arm7 oscili 0.1, k7arm, 1
  arm8 oscili 0.1, k8arm, 1

  asig = afond + arm2 + arm3 + arm4 + arm5 + arm6 + arm7 + arm8
  out asig * 0.2
endif
endin
</CsInstruments>

<CsScore>
; ===== SCORE =====
f1 0 4097 10 1
i1 0 3600      ; lo lascio acceso per 1 ora (controlli real-time via GUI)
e
</CsScore>
</CsoundSynthesizer>
```

Codici nel linguaggio Csound di sintesi additiva in "Il Suono virtuale"¹⁷

Dashow, in quegli anni, crea il suo linguaggio **MUSIC30**, un sistema per la sintesi del suono digitale, ed entra in dialogo con Vercoe e con altri ricercatori, condividendo un'idea rivoluzionaria: che il compositore possa scrivere **il codice stesso del suono**, agendo non solo sulla forma musicale ma sulla struttura microscopica della materia sonora. È proprio in questo contesto che nasce uno dei contributi più originali di James Dashow: il **sistema delle diadi**, o *Dyad System*. Per Dashow, la diade non è semplicemente un intervallo, ma una **unità compositiva fondamentale**. Non è la singola nota a definire la musica, ma la relazione tra due suoni: la distanza, la tensione, l'intervallo che li unisce. Da questa relazione Dashow ricava i parametri della sintesi additiva: le frequenze, le ampiezze relative, la scelta delle forme d'onda. In altre parole, la diade diventa un modello matematico e poetico insieme, capace di generare non solo la struttura armonica ma anche il timbro, la qualità stessa del suono. Nei suoi scritti teorici — in particolare nei tre testi intitolati *The Dyad System* — Dashow mostra come trasformare le relazioni intervallari in regole per la generazione del suono. È un approccio che unisce logica e sensibilità: il

¹⁷ R.Bianchini-A.Cipriani, *Il Suono Virtuale*, Contemponet, Roma 2001

calcolo diventa espressione, la sintesi additiva si fa linguaggio compositivo. L'idea centrale è che timbro e struttura non siano più due piani separati, ma **due facce della stessa logica sonora**. L'intervallo determina la distribuzione dei parziali, e quindi il colore del suono, ma anche la sua funzione formale.

In questa direzione anche il pezzo per chitarra integra le relazioni intervallari dello strumento dal vivo con la logica elettronica:

*“Uno dei motivi principali per cui ho sviluppato il mio **Dyad System** è quello di integrare i suoni strumentali dal vivo con suoni elettronici accuratamente costruiti... permettendo a ciascuno di avere il proprio spazio, di risuonare con le proprie caratteristiche, e tuttavia in modo **complementare**, spesso fondendosi in modi musicalmente espressivi, entrambi partecipando a modo loro alla struttura complessiva dell'opera.*

*La mia musica elettronica dipende in gran parte da una **fraseggio accurato** e da una **evoluzione timbrica, dinamica e spaziale precisa**. Non voglio che tutto questo venga alterato dalle incertezze del suono dal vivo; perché, per quanto accurato possa essere l'esecutore, le caratteristiche acustiche — a quello che potremmo chiamare un livello “microscopico” — delle sorgenti sonore dal vivo inevitabilmente influenzeranno le caratteristiche del suono elettronico..¹⁸”*

Note del compositore su *Sounding in Pure Duration n.3 Per chitarra e suoni elettronici esafonici (2010-11)* ¹⁹

¹⁸ Richard Karpen, *An Interview with James Dashow*, Computer Music Journal,

¹⁹ Il titolo *Soundings in Pure Duration* riprende le teorie di Henri Bergson *La pensée et le mouvant* (*The Creative Mind* nella traduzione inglese, ripubblicata nel 2002). Altri testi di Bergson che contengono eccellenti riflessioni su tempo, durata e temi affini sono *Materia e memoria* e *L'evoluzione creatrice*, entrambi disponibili in nuove edizioni tradotte in inglese. Gran parte dell'opera di Michel Serres è stata tradotta in inglese. Una buona introduzione al suo pensiero si trova in *Hermes: Literature, Science, Philosophy*. Due libri di particolare interesse sono *Genesis* e *Il contratto naturale*. (in R.Karpen, op. cit.)

JAMES DASHOW 3

SOUNDINGS IN PURE DURATION N.4
PER CHITARRA E SUONI ELETTRONICI ESATONICI
(2010-11)

PER FRANCESCO CUOGHI

PART 1
♩ = 112

Il terzo brano della serie "Soundings" approfondisce ulteriormente le dimensioni altezza-timbro del mio Dyad System, utilizzando qui la chitarra come voce principale. Le interazioni altamente sincronizzate tra la chitarra e i suoni elettronici creano diverse percezioni di "ensemble", differenti in ciascuna sezione dell'opera. Le sezioni sono costruite come un lungo ciclo di simultaneità e timbri, con delle "sotto-spirali" strutturali che sviluppano localmente il materiale musicale — tanto per la chitarra quanto per l'elettronica. La spazializzazione del suono è un elemento fondamentale di questi sviluppi: contribuisce in modo decisivo alla dinamica e all'evoluzione globale dell'intera composizione. Ogni sezione è caratterizzata dal proprio tipo di spazio, generato dal posizionamento statico dei suoni, dal loro movimento nello spazio, o addirittura dalla creazione dello spazio stesso attraverso il movimento del suono. E al centro di questo universo di movimento sonoro, c'è sempre un punto unico di attrazione gravitazionale: la chitarra²⁰.

Esecuzione:

Microfono, Scheda audio, Computer / DAW, Metronomo in cuffia
P.A. system: esafonico con chitarra frontale Mixer e casse acustiche (eventuale realizzazione in stereofonia)

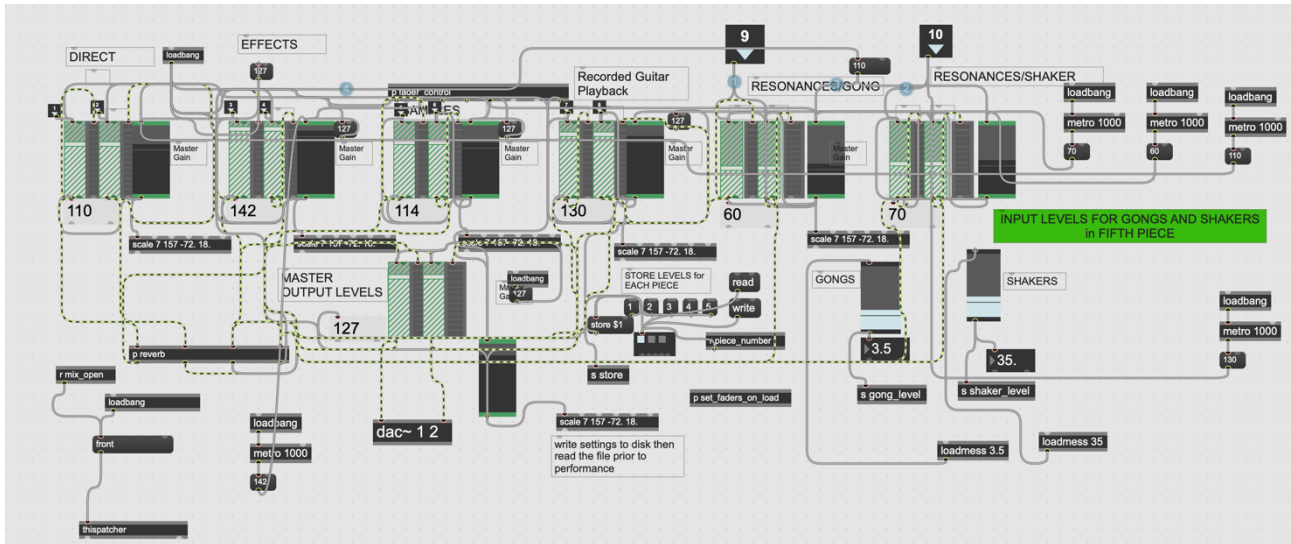
Ronald Bruce Smith è un compositore canadese la cui ricerca si muove con naturalezza tra il mondo acustico e quello elettronico. La sua musica, spesso definita "fresca e luminosa" o "seducente e unica" dalla critica internazionale, rivela una costante attenzione alla risonanza, al colore e alla capacità del suono di espandere lo spazio dell'ascolto. Nelle sue opere emerge un linguaggio non seriale, ma profondamente influenzato dall'esperienza della **minimal music**: un modo di costruire il tempo e la forma attraverso processi lenti, sovrapposizioni, vibrazioni e microvariazioni che fanno del suono stesso il vero protagonista della composizione. Il rapporto con l'elettronica è centrale: per Smith, l'elettronica non è mai un semplice supporto o effetto, ma un'estensione del gesto musicale, una **continuità del respiro acustico** nello spazio virtuale. La sua scrittura esplora le soglie tra suono reale e suono elaborato, tra presenza fisica e presenza virtuale, in un equilibrio che mantiene sempre viva la percezione del corpo sonoro. Nei lavori per strumento solo e elettronica, Smith recupera l'idea di una **"musica da camera" contemporanea**²¹, in cui il solista non dialoga con un ensemble esterno ma con il proprio doppio: il suono

²⁰ Cfr.: <https://theremin.music.uiowa.edu/PostersPrograms/10.23.2011.pdf>

²¹ *Live-Electronic Music Composition, Performance, Study*, Edited by Friedemann Sallis, Valentina Bertolani, Jan Burle and Laura Zattra, Routledge, New York 2018 (Instrumentalists on solo works with live electronics: towards a contemporary form of chamber music? 101 FRANÇOIS-XAVIER FÉRON AND GUILLAUME BOUTARD p.101)

registrato, trasformato e riflesso. L'elettronica diventa così un interlocutore interno, un compagno che moltiplica la voce dello strumento, creando un rapporto intimo ma complesso tra la materia sonora e la sua ombra digitale. È in questa dimensione che la poetica di Ronald Bruce Smith trova la sua forza: nel concepire la musica elettronica non come un linguaggio alternativo, ma come **uno spazio di estensione e di ascolto**, dove il suono, più che essere prodotto, viene rivelato nelle sue possibilità infinite.

In **Five Pieces for Guitar and Live Electronics**, Smith utilizza **Max/MSP** come vero e proprio **spazio performativo**, un *ambiente sonoro attivo* e plastico, capace di reagire in tempo reale all'esecuzione del chitarrista. Non si tratta soltanto di un software di supporto, ma di un **ecosistema musicale autonomo**, aperto e modulare, in cui ogni gesto dell'esecutore genera una costellazione di risposte sonore.



subpatch per il routing del segnale con MaxMSP

L'opera si fonda su due principi chiave:

1. **Tempo reale e libertà esecutiva** – L'interprete non segue alcun metronomo o cronometro: il flusso musicale si costruisce istante per istante, come in un dialogo cameristico, dove il software risponde e si adatta ai gesti, alle risonanze e alle micro-variazioni dell'esecuzione.
2. **Interazione strutturale** – L'esecutore stesso diventa il motore del processo compositivo, attivando attraverso **trigger** la successione delle **patches**, moduli di elaborazione che aprono scenari sonori sempre nuovi. Ogni patch è pensata come una scena teatrale autonoma, un *teatro musicale virtuale* che si modella sul tempo dell'esecutore, senza alcuna griglia temporale prestabilita.

In questo contesto, **Max/MSP** non è un semplice processore di segnali: è un **partner creativo**, capace di trasformare, moltiplicare e riscrivere in tempo reale la materia sonora della chitarra. Il software gestisce un **routing dinamico** del suono, distribuendolo verso molteplici percorsi di elaborazione: effetti in tempo reale, duplicazioni, stratificazioni e ritardi, sintesi diretta sul segnale d'ingresso.

Grazie alla flessibilità di Max, ogni parametro può essere ridefinito, ricombinato, aperto a nuove possibilità. L'ambiente si espande come uno spazio infinito di variazioni, dove il limite non è imposto dal codice ma dall'immaginazione del compositore. Smith dimostra così come la tecnologia possa farsi **strumento poetico**, capace di restituire al suono una dimensione vitale, imprevedibile e sempre in divenire.

N.B.I Five Pieces for Guitar and Live Electronics di Ronald Bruce Smith pongono il chitarrista in una relazione interattiva con diversi tipi di elaborazione digitale del suono, creando una sorta di **“iper-chitarra”**. Oltre alla varietà dei processi elettronici, Smith esplora anche differenti stili di esecuzione chitarristica all'interno del ciclo. Nel **primo movimento**, ritardi variabili catturano note ripetute e rapide scale, proiettandole in un paesaggio sonoro metallico e sintetico. Il **secondo brano** costruisce una trama esotica e meditativa su un bordone che richiama la musica classica indiana, con processi di modulazione che alterano l'intonazione dei suoni ripetuti e con rintocchi di campane che segnano i punti d'arrivo. Nel **terzo movimento**, accordi bruschi, figure legate e brevi effetti percussivi attivano ritardi rapidamente decrescenti; il materiale tematico si sviluppa per sovrapposizione progressiva, mentre, a metà del pezzo, un armonizzatore aggiunge un registro più grave che fa da ombra alla parte chitarristica. Il **quarto brano** utilizza un effetto di flanger liquido, che arricchisce ampi accordi armonici di una qualità vellutata, a tratti quasi **satiana**. Infine, Smith descrive così il trattamento elettronico che genera i suoni di gong e campane all'inizio del **quinto movimento**: *“modelli di risonanza eccitati dal rumore inviato loro dal chitarrista.”* Una figura ripetuta e inquieta della chitarra viene campionata e diventa un tappeto su cui si innalza una linea solistica libera e rapsodica. Nella sezione conclusiva, tecniche estese non intonate sulla chitarra si fondono con suoni tintinnanti dell'elettronica, fino a una **scala discendente scintillante** che chiude il brano.

I
Echoes
(quasi una toccata)

Ronald Bruce Smith
(2007)

♩ = 112 *quickly and evenly*

Guitar Solo

Electronics