

Elettroacustica tra suono digitale e suono analogico

Iniziamo con una premessa: il nostro intervento è dedicato all'esecuzione della musica con strumenti elettroacustici, all'interno di una catena di diffusione del suono che comprende mixer (analogici), casse acustiche (attive), microfoni e amplificatori per chitarra elettrica. Questo passaggio è fondamentale, poiché è importante considerare le indicazioni per l'esecuzione di opere elettroacustiche del passato, ripristinando una filologia della liuteria elettroacustica, e tenere presente gli strumenti che nel tempo hanno sostituito in modo congruo gli strumenti analogici.

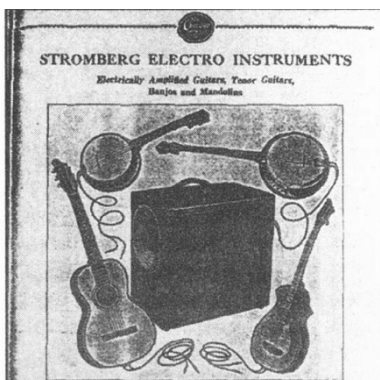
È evidente che le prerogative generali tra suono analogico e suono digitale devono sempre essere collegate alle rispettive catene. In sintesi, possiamo affermare che il suono analogico è rappresentato da **segnali continui**, il che significa che ogni variazione del suono viene catturata in modo fluido. Al contrario, il suono digitale è rappresentato da **segnali discreti**, convertiti in sequenze di bit. Entrambi i segnali presentano diverse tipologie e ottimizzazioni, anche se l'evoluzione dei computer e dei processori moderni consente un'ampia versatilità di utilizzo, come nel caso dei software dedicati alla musica elettronica, come MaxMSP.

Il caso della chitarra elettrica

Nascita della chitarra elettrica

La chitarra elettrica nasce negli Stati Uniti intorno agli anni '30. Pur esistendo strumenti simili con maggiori sonorità della "chitarra spagnola", come il *banjo*, *steel guitar* e strumenti con corde di metallo, suonate con plectro (che aumentava la potenza dell'attacco e quindi del suono), il problema del volume era un limite difficile da superare. Un limite che proprio in virtù dell'uso in ensemble e gruppi strumentali poneva la chitarra a cercare delle soluzioni.

Il primo modello che sfruttava l'amplificazione fu dello svizzero, poi naturalizzato negli USA (Los Angeles), **Adolph Rickenbacker** (1890-1976) che intuì il sistema del trasduttore attraverso l'uso di una bobina (pick up magnetico). "**Frying Pan**", letteralmente "padella per frittura" fu il punto di arrivo e di svolta, a cui collaborarono George Beauchamp (1899-1941), Paul Barth e John Dopyera, Harry Watson, per la creazione della chitarra elettrica.¹ La "Electro Spanish guitar" del 1932 prodotta della "Ro-Pat-In Corporation" (di cui Rickenbacker era



An advertisement for Rickenbacker Electro Instruments. It features two main images: a Hawaiian guitar (left) and a Spanish guitar (right), both shown with their respective amplifiers. The text in the center reads "The 'MIDGETS' of the Tonal World Attain to GIANTS Stature!" and "A MIRACLE has come to pass in the realm of beautiful tone. The soft, fairy-voiced Hawaiian guitar, the tinkling mandolin, the ethereal Spanish guitar—all have been liberated, dignified, and given their rightful place among orchestral instruments." Below this, it says "HOW? Touched with the magic wand of electrical genius the quality they lacked has been conferred upon them— VOLUME!" and "CONTROLLED VOLUME—more than sufficient for the largest orchestra. As much as or little as you want. You can start the tone softly and build up a tremendous crescendo, or execute a musically soft, without straining the strings again. You can follow every dynamic effect of wind or percussion with no trouble at all. Moreover, isn't it? Hardly believable till you hear it. In addition to the added volume, the tonal quality of each instrument have been vastly improved. The building of the instruments and the adjustment of the sound magnifying device have all been pointed to that end. There are no dampeners, or wires picked up to meet pure tone or damp vibration. What would you say if a Hawaiian guitar you could hear a quarter of a mile or a 1000 feet, or a Spanish guitar louder than any piano? That's what we have in the new RICKENBACKER ELECTRO INSTRUMENTS". At the bottom, it lists prices: "The complete six string Hawaiian Guitar Chorda consists of instrument, speaker, coil, and necessary cords and plugs. Complete with three ply Vinner shell National covered case. \$140.00" and "The complete seven string Hawaiian Guitar Chorda consists of instrument, speaker, coil, and necessary cords and plugs. Complete with three ply Vinner shell National covered case. \$150.00".

¹ Oltre al sistema della bobina, intorno alla metà degli anni '20 esistevano altre tipologie di amplificazione, tra cui quella a microfoni a carbone. Per dovere di cronaca il primo amplificatore per chitarra con corde di metallo fu della casa statunitense Stromberg-Voisinet. La "**Stromberg Electro Instruments**" fu il primo produttore per amplificare chitarre, mandolini e banjo montando il microfono dentro lo strumento e collegandolo con due cavi ad un cono amplificare, il modello è del 1928/29.

presidente) è stata la prima chitarra elettrica a entrare nel mercato delle chitarre elettriche ².

Per quanto riguarda la classificazione degli strumenti possiamo identificare la chitarra tra gli strumenti **elettrofoni elettromeccanici** ³. E nel caso specifico con la produzione del suono attraverso la variazione (meccanica) di elementi mobili del campo magnetico attraverso l' "induzione elettromagnetica" delle leggi Michael Faraday (1831) e Heinrich Friedrich Emil Lenz (1834).

1. Pick-up

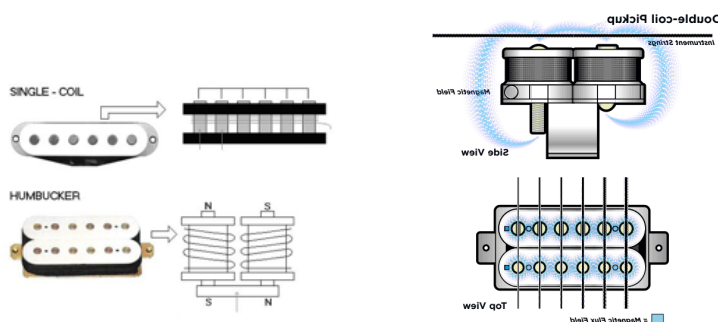
1. Il funzionamento del pick-up magnetico nella chitarra elettrica consiste nel mettere in vibrazione le corde, determinando una piccola variazione del "campo magnetico" tra il single coil (bobina in lega inizialmente in lega Alnico: alluminio, nichel, cobalto e ferro) e le stesse corde permettendo la trasduzione in corrente alternata⁴.

L'azione meccanica delle dita, sia sull'attacco diretto plettro/dita e sulla tastiera, trasferisce in modo straordinario l'intenzione musicale e il fraseggio sul pick-up e alla catena di amplificazione (pre e finale). In tal senso la chitarra elettrica rappresenta quasi un *unicum* negli strumenti elettrici, lasciando all'esecutore una serie infinita di sfumature per attaccare la corda ⁵. Quindi opportuno mettere in evidenza questa tipologia e tecnologia dello strumento proprio in ragione della sua essenza attraverso due evidenze offerte dal pick-up:

1.1 fenomeno acustico dell'induzione elettromagnetica

1.2 tecnica strumentale nell'attacco del suono sulla chitarra elettrica

a) fenomeno acustico dell'induzione elettromagnetica



Bisogna mettere in evidenza il fenomeno dell'induzione elettromagnetica partendo dalla sua applicazione e dalle intuizioni del fisico Faraday: *"se il flusso magnetico concatenato a un circuito varia nel tempo, si genera una forza elettromotrice indotta che produce una corrente nel circuito stesso"*.

b) tecnica strumentale nell'attacco del suono sulla chitarra elettrica

Le tecniche nell'attacco del suono chitarra fanno parte del background di ogni strumentista. L'uso del plettro esclusivo, l'uso misto e il solo uso delle dita sono tutt'ora un campo di discussione continuo. Esistono chitarristi di provenienza "classica", il caso di Matteo Mancuso, che utilizzano in modo esemplare l'uso esclusivo delle dita. Ma il punto fondamentale è l'attenzione sulle infinite possibilità che le più infinite sfumature sulle corde create vengono riprese esattamente dal sistema del pick-up, senza nessuna mediazione. Appunto per sottolineare la dualità peculiare della chitarra quale strumento elettrofono ma elettromeccanico.

2. Amplificazione a valvole della per chitarra elettrica

Anche in questo caso bisogna risalire al funzionamento primario ed entrare nella tecnologia della costruzione delle valvole termoioniche. Come sappiamo dopo Edison e Fleming e sarà **Lee De Forest** (1873-1961) che

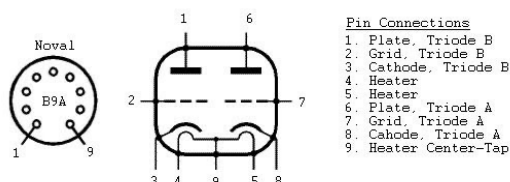
² T.Bacon, P.Giorno, *The Rickenbacker Book: una storia completa delle chitarre Rickenbacker*, 1994. Balafon books

³ https://www.suonoelettronico.com/cap_iii.htm

⁴ https://www.suonoelettronico.com/pickup_chitarra.htm

⁵ Vedi lo sviluppo del pianoforte e la possibilità dinamiche sviluppate dalla tecnologia

nel 1906, potrà a termine l'invenzione del terzo diodo (griglia di comando) della valvola termoionica ⁶. Questa invenzione portò ad un grande controllo sull'amplificazione e sul controllo del suono: *"la griglia di comando serve a controllare il flusso di elettroni tra il filamento (catodo) e la piastra (anodo), applicando una tensione alla griglia, è possibile modulare la corrente che passa attraverso il tubo, consentendo così l'amplificazione dei segnali elettrici"*.



Nonostante l'evento dei transistor e dei circuiti digitali l'amplificazione a valvole si è mantenuta in impianti di alta fedeltà e nell'industria musicale, specie negli amplificatori chi chitarre elettriche e bassi. Studiando il funzionamento di una valvola di pre-amplificazione possiamo capire meglio alcune peculiarità del suono (digitale ed analogico) ⁷.

Per gli amplificatori della chitarra elettrica si può far riferimento alla valvola 12 AX 7 /Ecc83. Questa valvola è diventata uno standard per la chitarra per motivi non solo squisitamente musicali, ma collegati alla tipologia del suono e all'impegno strumentale. Questa valvola viene usata nei *Marshall, Fender Vox, Mesa Boogie* ecc., e nel presente impianto *Hughes & Kettner* ⁸.

a) Uso del Gain/Guadagno

Il guadagno si riferisce all'amplificazione del segnale audio. In un amplificatore valvolare, il guadagno determina quanto il segnale in ingresso viene amplificato prima di essere inviato all'uscita. Funzionamento: Le valvole termoioniche, come le valvole a vuoto (ad esempio, le **valvole 12AX7**), hanno un fattore di guadagno intrinseco che varia a seconda del tipo di valvola. Quando un segnale audio entra nella valvola, l'energia del segnale viene amplificata grazie alla variazione della corrente attraverso la valvola stessa, creando un segnale di uscita più forte. Effetto sul suono: aumentare il guadagno può portare a una saturazione del suono, creando distorsione armonica, che è spesso desiderata nei generi musicali come rock e blues. Il guadagno e il volume interagiscono in modo complementare nelle valvole termoioniche. Il guadagno amplifica il segnale audio, mentre il volume controlla l'intensità del segnale amplificato in uscita. Questa interazione è fondamentale per modellare il suono e ottenere l'effetto desiderato negli amplificatori e negli strumenti musicali.

3. Catena elettroacustica della chitarra elettrica live ⁹

La catena elettroacustica tra la chitarra elettrica e l'amplificazione è il risultato di un processo tecnologico ed estetico dovuto ad una molteplicità di fattori. Qui parleremo dell'aspetto tecnico, mettendo in evidenza il tema generale dell'incontro, ovvero la bipolarità della tecnologia analogica e digitale. Inoltre, faremo delle ipotesi di lavoro attuali, prescindendo dalle fasi storiche che nel tempo hanno rappresentato dei riferimenti nello sviluppo del suono della chitarra elettrica. Come sappiamo ogni chitarrista elettrico trova nell'ampli e nella

⁶ Audion di Lee de Forest <https://en.wikipedia.org/wiki/Audion>

⁷ 1. Il **pickup** genera un segnale AC : Quando le corde della chitarra vibrano, il pickup converte queste vibrazioni in un segnale elettrico alternato (AC). Questo segnale contiene le informazioni sul suono prodotto dalle corde. 2. Il segnale AC viene applicato alla griglia : Il segnale in uscita dal pickup viene inviato alla griglia della valvola 12AX7. La griglia è un elettrodo che controlla il flusso di elettroni tra il catodo e l'anodo della valvola. 3. La griglia modula il flusso di elettroni : Le variazioni di tensione del segnale AC sulla griglia causano variazioni nel flusso di elettroni che attraversano la valvola. Quando la tensione sulla griglia aumenta, più elettroni passano attraverso la valvola, e viceversa. 4. Amplificazione del segnale: Grazie alla sua struttura interna, la valvola 12AX7 è in grado di amplificare notevolmente il segnale applicato alla griglia. Questo processo di amplificazione aumenta l'ampiezza del segnale audio, mantenendo però intatte le sue caratteristiche originali. 5. Il segnale amplificato viene inviato agli stadi successivi : Il segnale audio amplificato dalla 12AX7 viene poi inviato agli stadi successivi dell'amplificatore, come l'amplificatore di potenza e gli altoparlanti, per essere ulteriormente amplificato e convertito in suono udibile. In sintesi, la griglia della valvola 12AX7 rileva il segnale audio dal pickup e lo amplifica grazie alle sue proprietà elettroniche, consentendo di ottenere il suono caratteristico degli amplificatori a valvole per chitarra elettrica

⁸ <https://www.giuseppesottile.it/mathfis/valvola.php>

⁹ Cfr.: **J. Schneider**, *The contemporary guitar*. Rowman Littlefield, 2015

pedaliera il punto per perfezionare il proprio suono, un suono che varia a seconda delle esigenze e del contesto strumentale.

a) *set-up chitarristico*

Ogni chitarrista predispone un suo set-up adattato e funzionale alla performance, deve tenere conto di una serie di variabili, come gli strumenti con cui suona e lo spazio, e del repertorio che dovrà eseguire. Nel caso del concerto di Orta il set-up di base ha previsto unicamente come riferimento di base l'utilizzo di un Equalizzatore parametrico (Boss EQ 200) abbinato ad un Amplificatore a valvole. Inoltre è stata utilizzata una chitarra Ibanez (Prestige, 2002) con due pick-up (a magnete sistema Humbucker e piezo¹⁰). Una considerazione per questo set-up è legata all'utilizzo dell'equalizzatore. Si tratta di uno strumento digitale di alta qualità (conversione a 32 bit e 96 KHz) che oltre a enfatizzare/attenuare 10 tipologie di gamma di frequenze ha la possibilità di effettuare il boost¹¹.

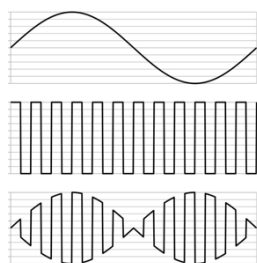
Il campo di azione è estremamente vasto e articolato. Si tratta di definire innanzi tutto il contesto e la formazione specifica, che in questo caso è soprattutto determinata da opere per chitarra elettrica sola¹² e in duo con le tastiere elettroacustiche. Ci limitiamo quindi ad esaminare la catena elettroacustica delle tre opere eseguite di Dufourt, Pavia e Sinigaglia.

a) *La cité des saules* di H.Dufourt (1997)¹³

L'opera è particolarmente stimolante in quanto predispone tutta una serie di possibilità, legate a due unità rack multieffetto: Boss GX-700 (1996) e Digitech TSR 24 (1993). Ambedue utilizzano la conversione A/D e D/A, nel caso del Boss 22 bit A/D (in ingresso) e 18 bit D/A time oversampling¹⁴ $\Delta\Sigma$ (Delta Sigma) mentre il Digitech sfrutta convertitori a AD e DA a 18 bit. Nella dinamica esecutiva il compositore indica due controlli di dinamica del segnale mediante un pedale analogico di volume: uno sul Digitech e un altro sul GX-700. Diciamo subito che per quanto riguarda il segnale sul Ditcher si tratta di un segnale

standard, ma che, e in qualche nodo appartiene alle pedaliera della chitarra: il MultiTap¹⁵. In questo caso si tratta di un segnale che il compositore definisce in 3 Taps: esattamente con ritardi misti di 340, 855, 1400 ms.

Con il Boss GX-700 Dufourt crea un peroccorso di 7 suoni diversi, sfruttando la tipologia combinatoria del rack. Senza entrare troppo nei dettagli abbiamo una



¹⁰ Il principio alla base del funzionamento di un pickup piezoelettrico si basa sulla capacità di alcuni materiali, come il quarzo, di generare una tensione elettrica quando vengono sottoposti a stress meccanico. Questo fenomeno è noto come effetto piezoelettrico. Quando le vibrazioni delle corde dello strumento si trasmettono al pickup, il materiale piezoelettrico si deforma, generando una piccola tensione elettrica proporzionale all'intensità e alla frequenza delle vibrazioni.

¹¹ il Boost serve per aumentare essenzialmente la saturazione del segnale e dunque far arrivare all' amplificatore, ed in particolare alle valvole un segnale più potente in modo da saturarle e rendere il suono più ricco di armoniche, graffiante, più compresso e colorato; solo in ultima istanza, anche di volume più elevato. L'ideale infatti è utilizzare il boost proprio abbinato ad amplificatori valvolari; con amplificatori a transistor perde un po' il suo senso nativo, ma può comunque essere utilizzato per colorare il suono.

¹² Cfr.: S. Sorrentino, *La chitarra elettrica nella musica da concerto. La storia. Gli autori. I capolavori*. Arcana, Roma 2019

¹³ Registrazione di Francesco Cuoghi <https://soundcloud.com/user-748564679>

¹⁴ *Oversampling*: L'oversampling è il processo di campionare un segnale a una frequenza molto più alta rispetto alla frequenza di Nyquist. Lo scopo è quello di aumentare la frequenza di *Nyquist* per fornire più "spazio" alle frequenze elevate, riducendo così l'*aliasing*.

¹⁵ MultiTap: Prima dell'invenzione della tecnologia di ritardo audio, la musica che impiegava un eco doveva essere registrata in uno spazio naturalmente riverberante, spesso un inconveniente per musicisti e ingegneri. La richiesta di un effetto eco in tempo reale facile da usare ha portato alla produzione di sistemi che offrono un'unità di effetti all-in-one che può essere regolata per produrre echi di qualsiasi intervallo o ampiezza. La presenza di più *tap* (testine di riproduzione) ha reso possibile avere ritardi a intervalli ritmici variabili; ciò ha consentito ai musicisti un ulteriore mezzo di espressione rispetto agli echi periodici natura

serie di suoni che riprendono suoni complessi e innovativi della musica elettronica accademica e popolare: *Ring Modulator*¹⁶, *Phasher*, compressore, ecc.

b) *Assonanze* di Marcela Pavia (2011)

Il brano di Pavia è stato adattato per chitarra elettrica dalla scrittura originale per chitarra acustica. La catena elettroacustica è stata implementata con due pedali: Boss Loop Station RC1 e Boss Rever RV 6 e un *Chorus* Digitech TSR-24. Con questi due pedali digitali di alta qualità (24 e 32 bit) è possibile creare alcune possibilità di ripetizione e interazione con l'effetto di riverbero ad eco.

c) *Circle* di Riccardo Sinigaglia (2024)

L'opera di Sinigaglia viene creata su una 'traccia acustica' con l'uso di strumenti acustici (gong e flauti) e sintetizzatori. La 'traccia acustica' viene sostituita dal live nella performance, e non esiste nessun nastro che viene mandato durante l'esecuzione. In questo caso vengono utilizzati i seguenti pedali: Boss Loop Station RC1, Chorus Digitech TSR-24, AMT WH-1¹⁷, Electronic bow¹⁸.

Conclusione

La conclusione di questo breve intervento conferma l'importanza delle peculiarità strumentali utilizzate. In questo caso le caratteristiche della chitarra elettrica, l'uso che è stato fatto sia in ambito neopopolare e in ambito accademico del suono. La chitarra elettrica ha una natura meccanica e analogica nelle sue componenti fondamentali. Il suono delle valvole prima, poi i transistor hanno rimarcato una "natura" un suono in parte distorto e in parte metallico, ma contemporaneamente espressivo e caldo.

¹⁶ La "Modulazione ad anello" combina due segnali audio in ingresso per creare un segnale completamente nuovo. In un modulatore ad anello, i due segnali in ingresso vengono miscelati insieme utilizzando un anello di diodi, un diodo è un componente elettronico che consente alla corrente di fluire in una sola direzione. Il segnale in uscita risultante ha una frequenza che è la somma e la differenza delle frequenze dei due segnali in ingresso. Ad esempio, se un segnale in ingresso ha una frequenza di 100 Hz e l'altro ha una frequenza di 300 Hz, il segnale in uscita avrà una frequenza di 400 Hz (la somma delle frequenze in ingresso) e una frequenza di 200 Hz (la differenza delle frequenze in ingresso). Il segnale in uscita risultante sarà una combinazione di queste due frequenze, con l'ampiezza di ciascuna frequenza determinata dalle ampiezze dei segnali in ingresso. Ciò può creare una gamma di suoni interessanti e insoliti.

¹⁷ il pedale wah modifica il suono attraverso un filtro di frequenze che può essere controllato dinamicamente dal musicista, questo permette di enfatizzare e modellare il timbro del suono, rendendolo uno strumento fondamentale per l'espressione musicale. Il circuito è analogico.

¹⁸ EBow (arco elettronico) è stato inventato da **Greg Heet** nel 1969 e introdotto nel 1976. Da allora, ha subito diverse evoluzioni, con l'ultima versione, il **Plus EBow**, che offre funzioni aggiuntive rispetto ai modelli precedenti. Anche in questo caso, come nel pick-up, si usa l'effetto del campo elettromagnetico.