

Marco Marinoni

ACUSTICA E PSICOACUSTICA MUSICALE

Lezione 11 – L'eco (M. Graziani)

Indice

1. *Introduzione*
2. *L'eco*
3. *La simulazione*
4. *L'eco in musica*

1. Introduzione

- Da tempo, tutti i sintetizzatori e i software di sintesi e/o elaborazione del suono offrono la possibilità di generare **echi, riverberi, chorus, phaser** e altre diavolerie di questo tipo.
- Inoltre, sia nelle sale di registrazione che dal vivo, i processori per effetti sono largamente usati.
- Generalmente tutti questi effetti vengono utilizzati per arricchire il suono e migliorare il suo impatto sonoro, ma, nella pratica, vi sono molti casi in cui gli effetti contribuiscono a creare determinate situazioni sonore e a caratterizzare un brano.

1. Introduzione

- Alcuni esempi tipici tratti da una comune attività professionale:
 - in fase di missaggio è necessario portare in primo piano un determinato strumento rispetto alla massa sonora sottostante, oppure si desidera creare un effetto di suono che sfuma in distanza come accade spesso nelle colonne sonore filmiche o teatrali.
 - Uno sprovveduto può risolvere entrambi i problemi utilizzando semplicemente il volume ottenendo nel primo caso l'effetto di uno strumento che suona più forte degli altri e nel secondo una semplice sfumatura che non dà, però, la sensazione di allontanamento.

In realtà è con un accorto uso degli effetti che si risolvono questi problemi.

1. Introduzione

- Esistono molti tipi di effetti alcuni dei quali sono *simulazioni di fenomeni acustici che si manifestano anche in natura* (**eco**, **riverbero**, **chorus**), altri, invece, sono puramente *sintetici*.
 - Certamente, fra i primi, l'**eco** è, insieme al **riverbero**, uno dei più utilizzati a tutti i livelli ed è di lui che ci occuperemo in questa lezione nella quale indagheremo come e perché questo fenomeno si genera in natura.
 - Per arrivarci in modo comprensibile, però, dobbiamo partire da alcune fondamentali nozioni di acustica che esporremo in modo sufficientemente rigoroso, pur senza entrare in dettagli matematici.
 - Tenete conto, inoltre, che quanto diciamo qui risulterà essenziale per la comprensione di altri effetti, come il **riverbero**, che dell'eco sono una diretta conseguenza.

2. L'eco

- Tutti sanno che cos'è un'eco.
 - Non scandalizzatevi per l'apostrofo: la parola, in origine, è femminile essendo il nome di una ninfa dei boschi e delle sorgenti, invano innamorata del bel Narciso a tal punto da struggersi per lui fino a scomparire e diventare una voce che ripete le ultime sillabe delle parole che vengono pronunciate (anche se molti dizionari non disdegnano l'indicazione di 'femminile o maschile' perché ormai di uso comune).

2. L'eco

- La spiegazione scientifica dell'**eco**, invece, è assai meno poetica.
- Il suo verificarsi, infatti, dipende essenzialmente dal fatto che la velocità del suono nell'aria è molto bassa: solo 344 metri al secondo (a 20°, perché la velocità dipende anche dalla temperatura e dalla densità). Ora, il suono si sposta nell'aria sotto forma di **onda** che, se trova un ostacolo viene
 - in parte **riflessa**,
 - in parte **assorbita**,
 - in piccola parte **trasmessa** al di là dell'ostacolo.

2. L'eco

- Il suono che ritorna, quindi, è una versione del suono originale **indebolito in ampiezza e filtrato sulle frequenze alte.**
- Perché filtrato sulle frequenze alte? Per due ragioni:
 - 1. quasi tutti i materiali assorbono di più le frequenze alte rispetto a quelle basse;
 - 2. l'aria assorbe un po' di frequenze alte.

2. L'eco

- Ovviamente, **non tutti i materiali sono ugualmente riflettenti.**
 - Infatti, esistono anche materiali che assorbono quasi tutte le onde sonore che intercettano e sono utilizzati per l'insonorizzazione ambientale.
- A titolo di curiosità, vi diamo [slide successiva] i **coefficienti di assorbimento** di alcuni materiali a diverse frequenze: *quasi tutti i materiali, infatti, assorbono più le frequenze alte rispetto a quelle basse*, il che spiega perché, nell'insonorizzare un ambiente, sia tanto facile attutire gli acuti, ma più difficile eliminare i bassi.

2. L'eco

Materiale	125 Hz	500 Hz	4000 Hz
Cemento a vista	0.01	0.02	0.04
Mattoni a vista	0.02	0.03	0.06
Marmo	0.01	0.01	0.01
Vetro	0.008	0.008	0.01
Legno a vista	0.01	0.04	0.04
Linoleum	0.02	0.03	0.05
Tappeto pesante	0.09	0.21	0.31
Tappezzeria in velluto	0.05	0.35	0.36
Truciolato assorbente	0.20	0.64	0.69
Pannello in fibra di vetro - max	0.60	0.90	0.90

2. L'eco

- Detto in breve, tutto questo significa che se un suono a 500 Hz. e volume 100 colpisce una parete di **marmo**, si origina un eco a volume 99 (lo 0.01, cioè 1, viene assorbito, il resto riflesso), mentre se la parete è in **velluto**, l'eco ha volume 65 (lo 0.35 è assorbito, il resto riflesso). Con un materiale come il **truciolato forato**, il suono restituito è solo lo 0.36 dell'originale, ovvero ha volume 36, ma oggi esistono materiali sintetici ancora più assorbenti.

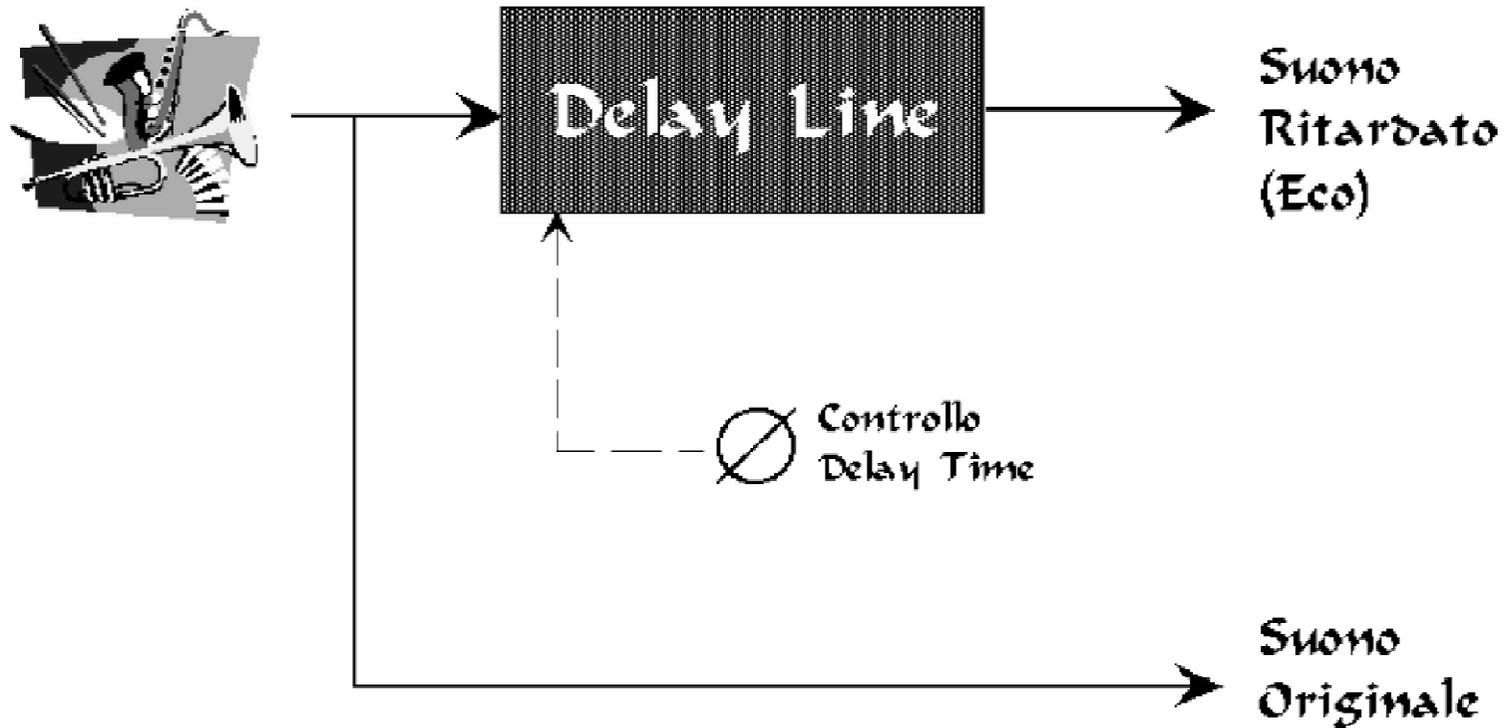
2. L'eco

- A tutto ciò bisogna aggiungere altri due fattori che contribuiscono a ridurre il volume dell'eco rispetto alla sorgente:
 - il primo è l'assorbimento dell'aria che è sensibile soprattutto alle alte frequenze;
 - il secondo è il fatto che l'intensità dell'onda sonora diminuisce notevolmente con la distanza percorsa nello spazio essendo, per la precisione, **inversamente proporzionale al quadrato di quest'ultima**
 - ovvero, se un suono ha una certa intensità a una certa distanza, al raddoppiarsi di quest'ultima l'intensità diventa un quarto, al triplicarsi, un nono e così via.

3. La simulazione

- L'eco, quindi, è sempre di intensità minore del suono originale e di timbro più cupo.
- Per simularlo, i processori di segnale, ormai tutti digitali, usano un meccanismo software chiamato "**delay line**" (**linea di ritardo**) o più semplicemente "**delay**".
 - Senza entrare in particolari di programmazione un **delay** può essere visto come una scatola nera che campiona il segnale in input, lo immagazzina in memoria e lo manda in uscita con un certo ritardo rispetto al suo arrivo.
 - Tale ritardo è regolabile tramite il parametro "**delay time**" (**tempo di ritardo**, generalmente in millisecondi) che esiste su tutte le apparecchiature di questo tipo e **corrisponde alla distanza dell'ostacolo riflettente che genera l'eco.**

3. La simulazione



3. La simulazione

- La lunghezza del ritardo dipende dall'apparecchiatura: è intuibile che, per ottenere ritardi più lunghi serve una quantità di memoria maggiore.
- **In effetti, la memoria necessaria dipende dal tempo di ritardo e dalla frequenza di campionamento:**
 - se, per esempio, tale frequenza è di 44100 campioni al secondo, per ottenere 1 secondo di ritardo sarà necessario memorizzare, appunto, 44100 numeri. Se ogni campione occupa 2 bytes (16 bit), la quantità di memoria necessaria per un ritardo di 1 secondo è 88100 bytes.

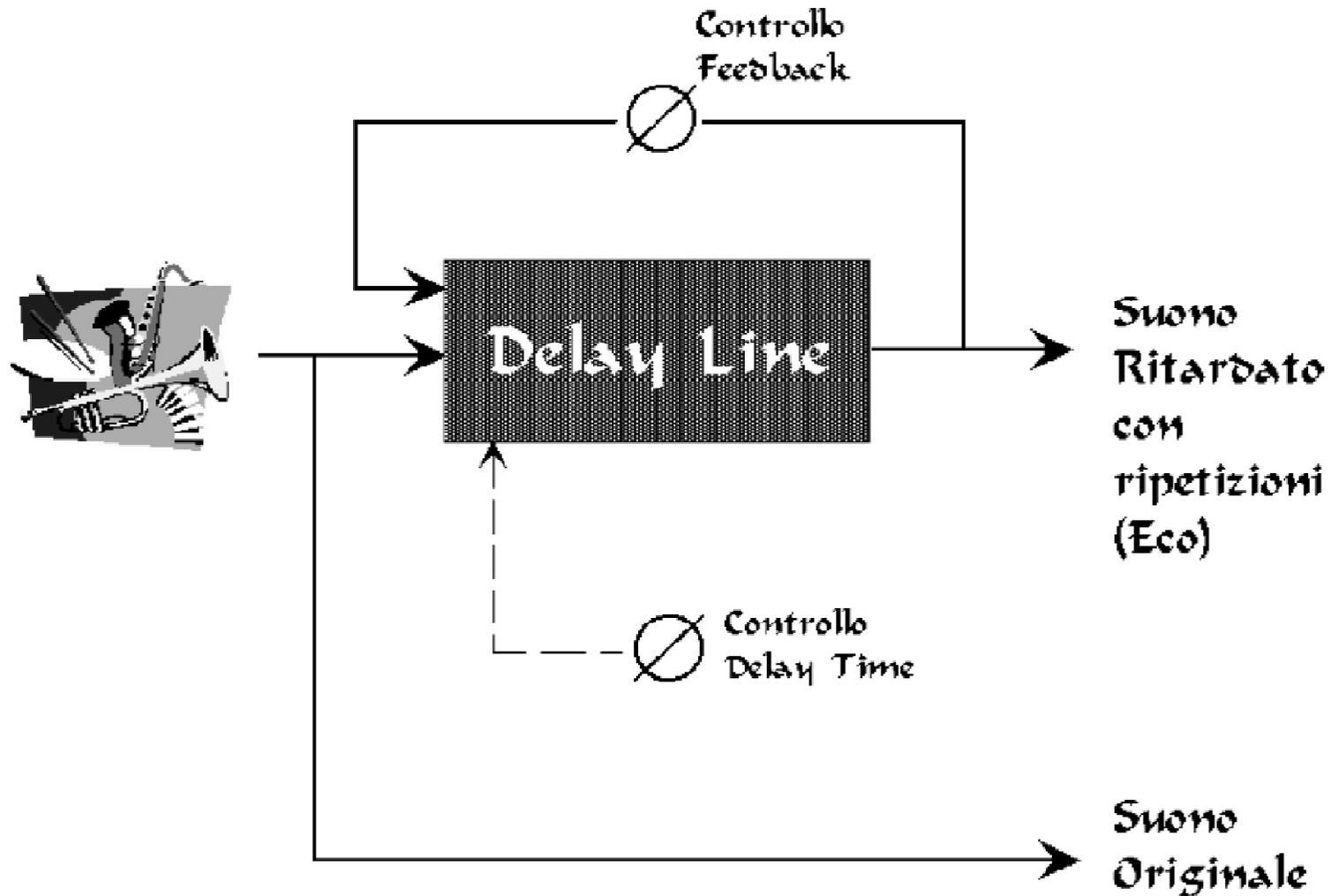
3. La simulazione

- Un secondo parametro disponibile è quello di **"feedback" (rigenerazione)** che **controlla la quantità di ripetizioni dell'eco.**
 - Una linea di ritardo singola, come quella che abbiamo visto finora genera una sola eco.
 - Per ottenere il classico effetto d'eco a molte ripetizioni basta prendere l'uscita, cioè il segnale già ritardato e rimetterlo in input.
 - A questo punto, tale segnale verrà a sua volta ritardato e, rimesso in entrata produrrà un segnale a sua volta ritardato e così via.

3. La simulazione

- Serve, naturalmente, un controllo di volume, che costituisce il cosiddetto guadagno del feedback, in modo da reintrodurre il suono a un volume leggermente inferiore a quello in uscita altrimenti la ripetizione si riprodurrebbe all'infinito.

3. La simulazione

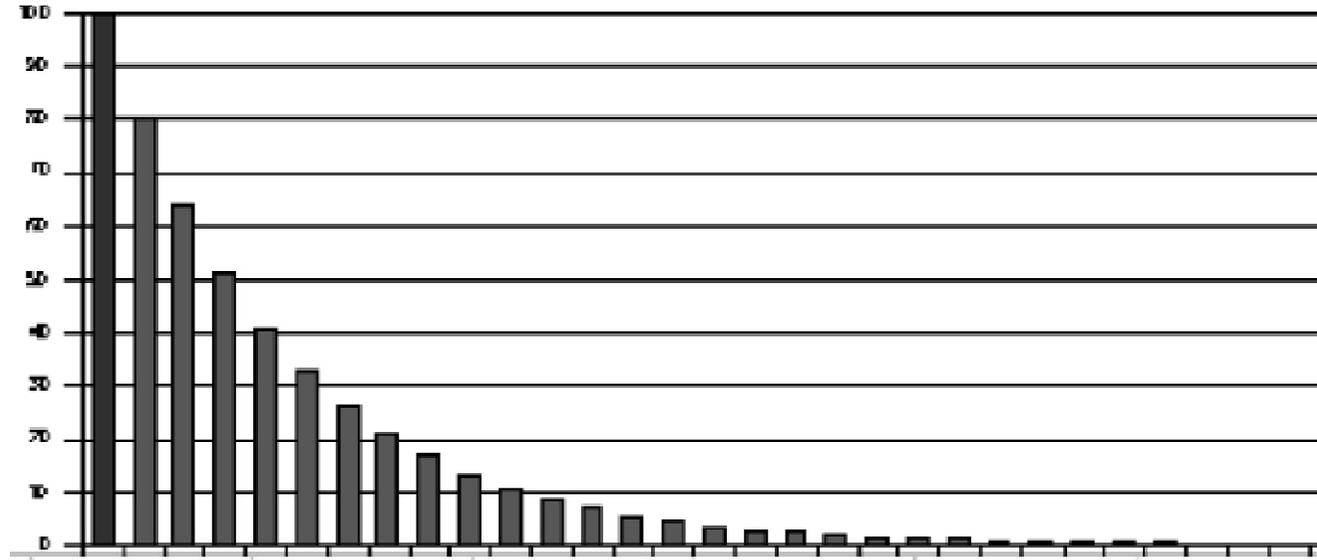


3. La simulazione

- In tal modo, se il controllo del feedback è regolato opportunamente, si ottiene una serie di ripetizioni a volume via calante fino alla scomparsa del segnale.
 - Il limite rispetto al fenomeno naturale è, forse, la regolarità estrema tipica della macchina dell'intervallo fra le varie ripetizioni, cosa che non sempre accade in natura.
 - Questo non è, però, un limite nel caso di un uso musicalmente strutturato dell'eco in cui, per esempio, le ripetizioni devono seguire il tempo musicale in modo regolare.

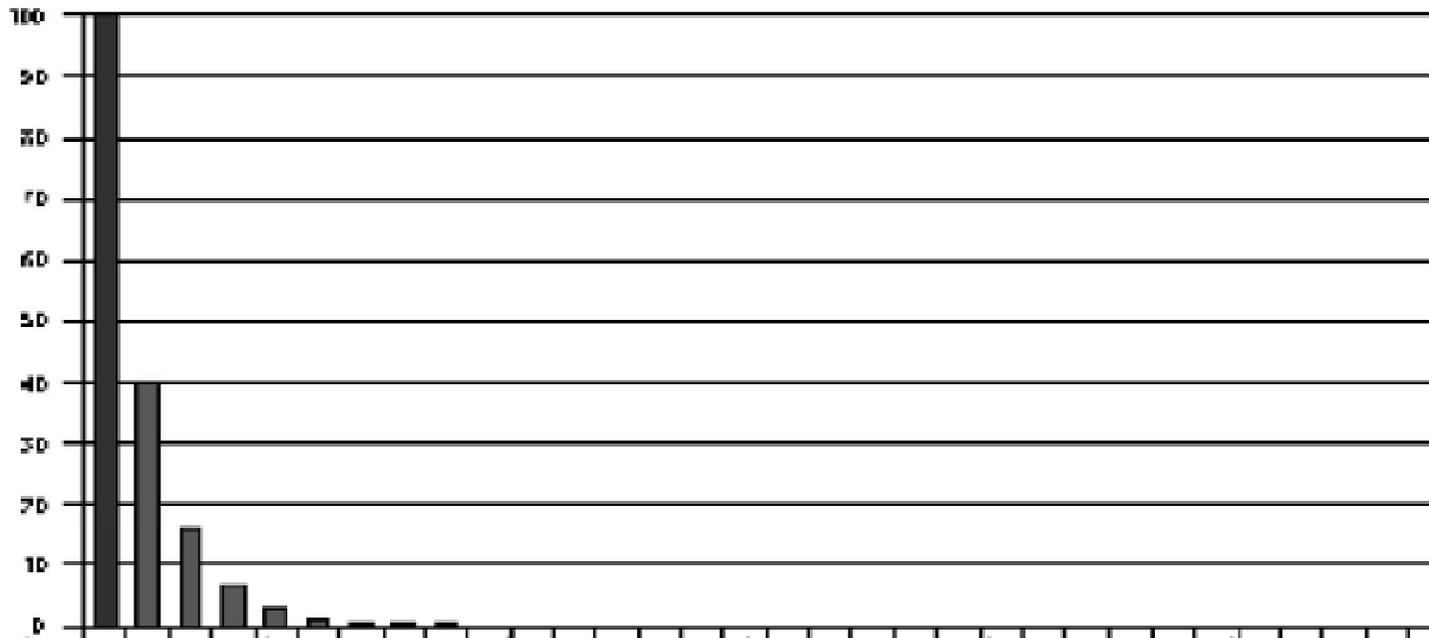
3. La simulazione

- Un buon modo per studiare il comportamento di una unità di questo tipo e capire che eco genera è quello della **risposta all'impulso**: si manda in entrata un singolo, semplice 'toc' (l'impulso, in rosso), di durata minimale e si vede che tipo di eco ne viene fuori. Il grafico mostra la risposta all'impulso per questa unità, con fattore di feedback uguale a 80%



3. La simulazione

- In questo grafico il guadagno è ridotto al 40%. Come si vede, otteniamo una serie di echi regolarmente spaziatati nel tempo e con ampiezza decrescente.



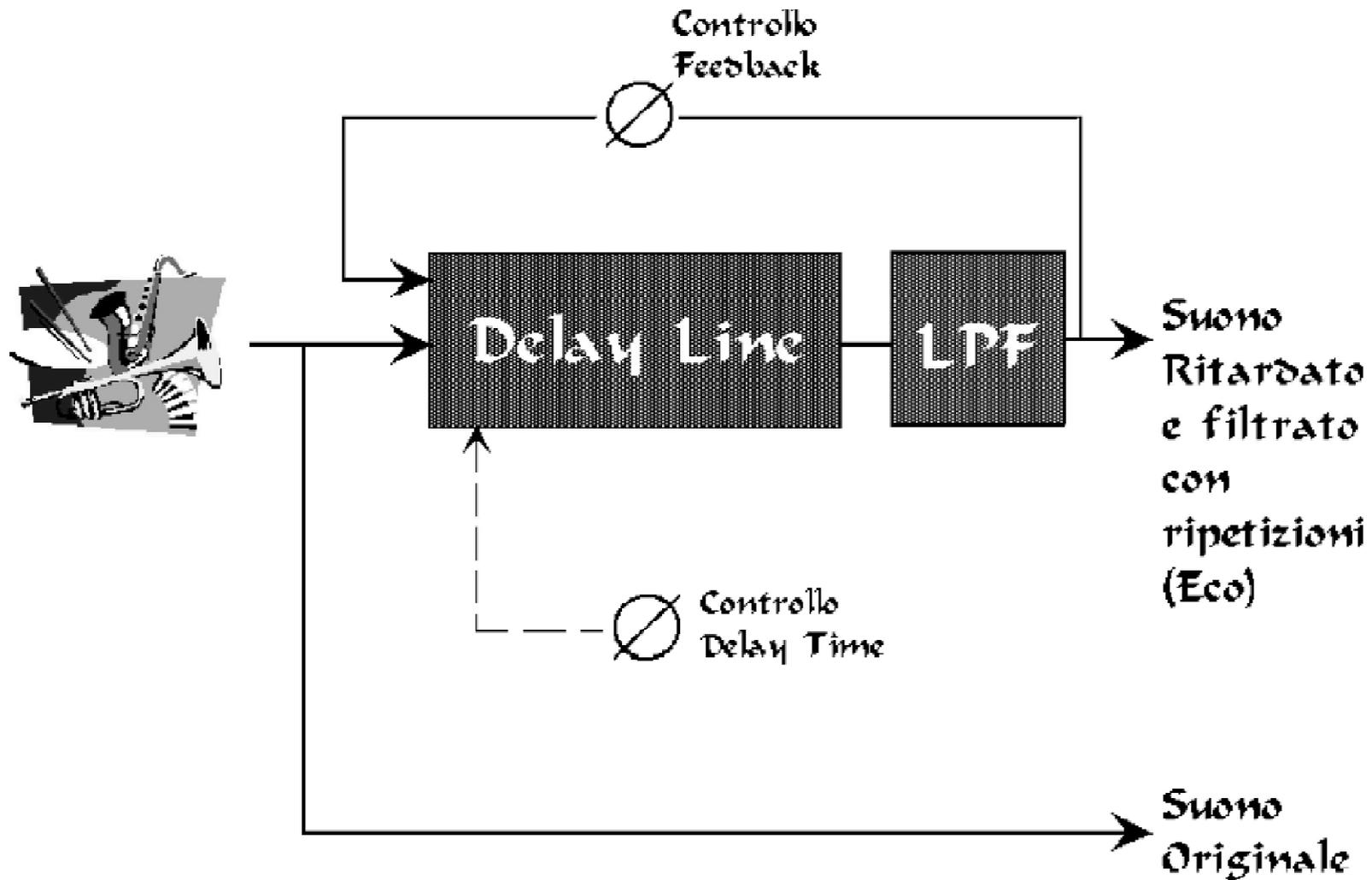
3. La simulazione

- La **densità degli echi**, poi, è facilmente controllabile agendo sul **fattore di feedback**:
 - se esso è pari a uno, avremo una **ripetizione infinita** (opzione presente su molti processori in commercio e nota come "**infinite repeat**"), se, invece, è zero, avremo una sola ripetizione.
 - Per valori intermedi, possiamo regolare accuratamente la lunghezza del repeat.

3. La simulazione

- Un altro controllo che molte unità mettono a disposizione è quello sul **filtro passa-basso**.
 - Abbiamo già visto come, in natura, gli echi abbiano un timbro più cupo del segnale originale. Si spiega, così, perché, in molte linee di ritardo, i programmi per creare degli echi includano un filtro passa-basso (LPF: low pass filter), regolabile dall'utente, che serve, appunto, a filtrare le componenti alte rendendo il segnale ritardato più cupo rispetto all'originale.

3. La simulazione



3. La simulazione

- Notare la posizione del passa-basso. Esso è posto **subito dopo il delay e non nel loop**. In tal modo, anche il primo echo viene filtrato.
 - Questa unità è generalmente *un filtro del primo ordine la cui curva di risposta decresce con una certa regolarità su quasi tutto il campo frequenziale da 0 a $SR/2$, con pendenza maggiore sugli alti ma senza mai tagliare del tutto, se non a frequenze molto alte.*
 - In tal modo, ad ogni ripetizione, le alte frequenze risultano sempre più attenuate mentre le basse restano tali a simulare l'assorbimento dell'aria che è quasi nullo sui bassi, ma ben pronunciato sugli alti. Questo effetto dipende dalla temperatura e dall'umidità.

3. La simulazione

- A 2 kHz, l'assorbimento è tipicamente di 0.5 dB per ogni 100 metri percorsi dall'onda sonora con umidità relativa del 20% e temperatura di 20° C, ma, con le stesse condizioni, raggiunge i 2 dB/100m per frequenze di 4 kHz.

3. La simulazione

- Per ottenere un'eco realistica, dunque, **l'azione del filtro dovrebbe essere tanto più accentuata quanto più il ritardo è lungo.**
- *Il tempo di ritardo, infatti, dipende solo dalla distanza dell'ostacolo riflettente:*
 - indipendentemente dalla sua natura, più esso è lontano, più il suono deve viaggiare nell'aria che, di per sé, attenua le alte frequenze.

3. La simulazione

- Abbiamo fin qui delineato le caratteristiche e i controlli di un programma di eco molto semplice dotato dei soli tre controlli che possono essere considerati essenziali.
 - Normalmente i programmi di eco che si trovano sui processori di effetti sono più complessi (tipo **dual echo, ping-pong echo** e così via).
 - A volte, però, la semplicità aiuta ad ottenere degli effetti più caratterizzati e incisivi (soprattutto in musica).
 - Vedremo nella prossima parte vari esempi di utilizzo musicale di un eco di questo tipo.

4. L'eco in musica

- Nella sezione precedente abbiamo esaminato l'**eco** sia dal punto di vista **acustico** che da quello della **simulazione mediante una linea di ritardo digitale**.
 - Un semplice eco digitale dotato solo dei controlli di tempo di ritardo, feedback e filtro passa-basso può essere utilizzato in molti contesti musicali, sia come semplice effetto che come un vero e proprio elemento strutturale.

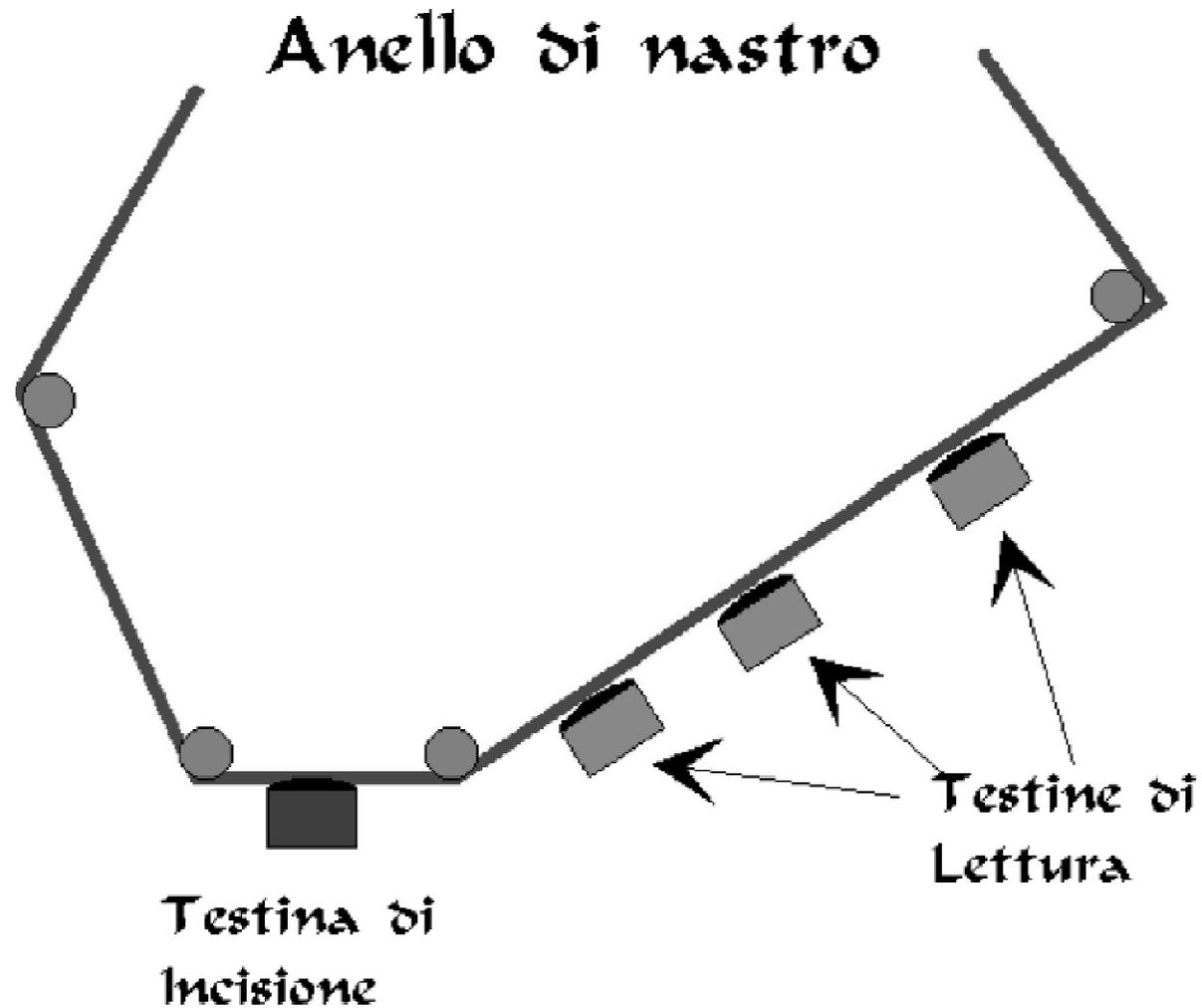
4. L'eco in musica

- La differenza fra i due casi è semplice.
- Nel primo, *l'eco è usata come un effetto a sé stante che abbellisce e caratterizza un punto preciso del brano*. In pratica, può essere considerata come **un abbellimento** e la sua presenza **non è essenziale**.
- Nel secondo caso, invece, l'eco non è più distinguibile come tale, ma diventa **parte integrante della linea melodica o ritmica**, risultando **essenziale** nell'esecuzione del brano.
 - Ovviamente, in questo caso, la lunghezza del ritardo deve essere sincronizzata con il metronomo in modo da integrare perfettamente la linea principale e l'eco.
 - La cosa è molto semplice con i delay attuali nei quali si può regolare il tempo di ritardo in millisecondi (più avanti in questo articolo troverete una formula e una tabella per ottenere la sincronizzazione), ma era ben più complessa all'epoca dei primi esperimenti.

4. L'eco in musica

- Se escludiamo qualche sporadico tentativo risalente agli anni '50 (lo slap-back degli accompagnamenti anni '50), i primi esempi di utilizzo strutturale dell'eco nella musica pop si trovano nella produzione dei **Pink Floyd** alla fine degli anni '60 quando si utilizzavano ancora gli echi a nastro.
 - Queste macchine erano formate da un anello di nastro su cui una testina di incisione registrava il segnale in input mentre varie testine di lettura, poste in serie a valle di quella di incisione e attivabili singolarmente, generavano i segnali ritardati (vedi schema in figura slide seguente).

4. L'eco in musica



4. L'eco in musica

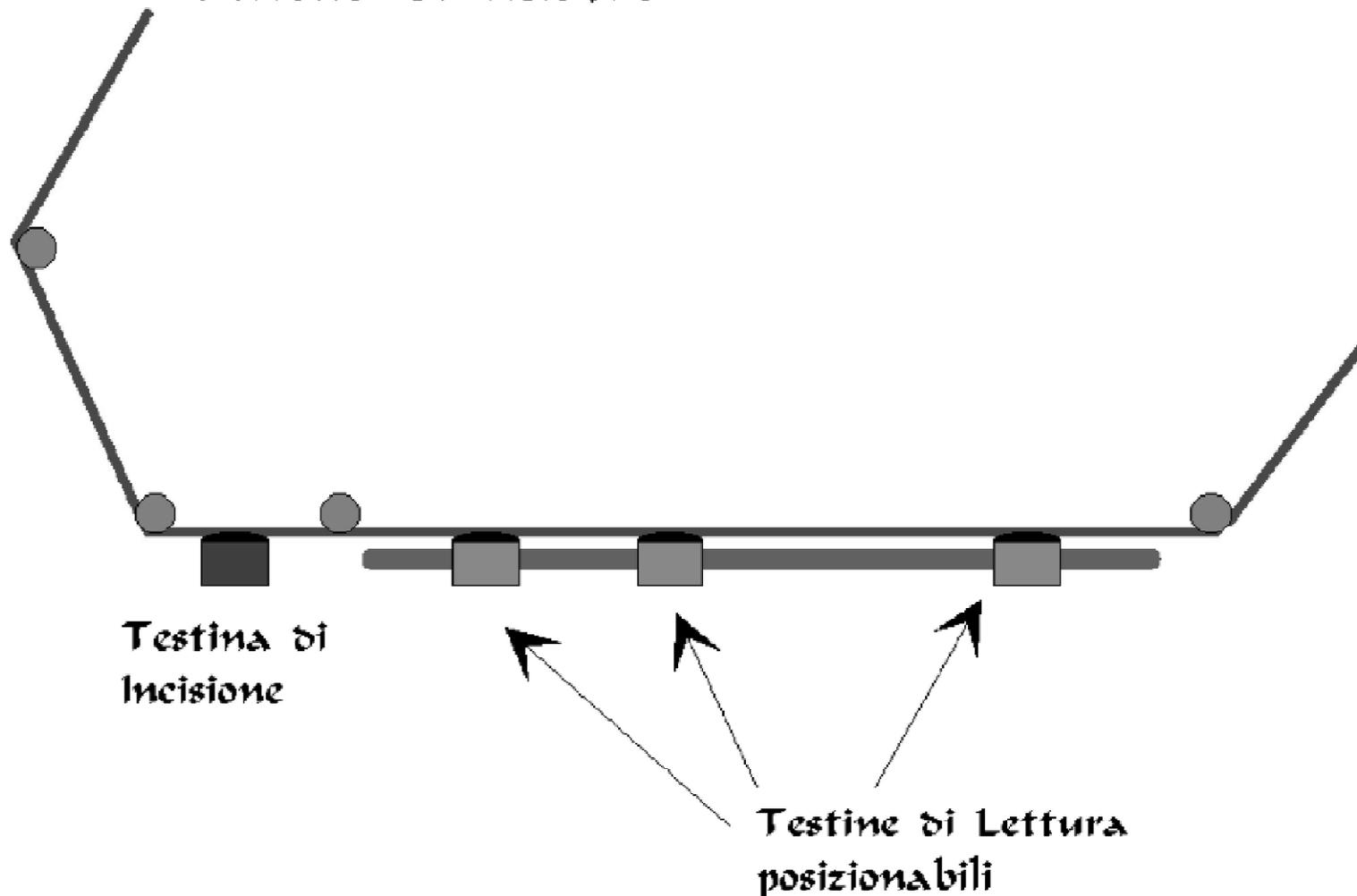
- *La lunghezza di ogni ritardo* era determinata
 - dalla **distanza fra la testina di incisione e quella di lettura**
 - dalla **velocità del nastro**.
- Le possibilità di una simile macchina erano, dunque, molto limitate a causa del basso numero delle testine, normalmente 4 o 5, in grado di generare soltanto altrettanti ritardi fissi.

4. L'eco in musica

- Una versione di questa macchina dotata di **testine di lettura posizionabili a piacere su un asse di scorrimento lungo diversi metri**, offrendo quindi la possibilità di variare i tempi di ritardo, era stata realizzata negli anni '60 allo studio di musica elettronica di Colonia da **Karlheinz Stockhausen**, ma si era dimostrata troppo poco pratica per la commercializzazione.
 - Vale comunque la pena di notare che tale macchina, che consentiva di ottenere anche ritardi intorno ai 20 secondi, può essere considerata come l'antenato dei più recenti Frippertronic, di cui parleremo più avanti.

4. L'eco in musica

Anello di nastro



4. L'eco in musica

- Con queste macchine, era **compito dell'esecutore sincronizzarsi con l'eco** perché il ritardo non poteva essere definito con precisione come accade invece negli effetti digitali che offrono una precisione al millisecondo.
 - Se si considera che la velocità di metronomo indica il numero di battiti al minuto, è abbastanza facile calcolare il tempo in millisecondi per sincronizzare il ritardo con una durata metronomica, per esempio, la semiminima.

4. L'eco in musica

- Nel caso di metronomo a 120 alla semiminima, infatti, ogni quarto dura $60/120$ secondi, cioè 0.5 secondi che, in millisecondi, diventano $0.5 * 1000 = 500$.
 - Basterà, quindi, porre il controllo del tempo di ritardo a 500 millisecondi per sincronizzare l'eco alla propria esecuzione.
 - Chiaramente, se si desiderasse sincronizzare l'eco alla croma o alla semicroma basterà dividere questo numero rispettivamente per 2 e per 4.

4. L'eco in musica

- In termini generali, la formula per calcolare il tempo di ritardo in millisecondi pari a una durata metronomica è

$$60 * 1000 / MM$$

dove MM rappresenta il valore metronomico.

- Il risultato corrisponde alla durata dell'unità metronomica di riferimento (generalmente la semiminima).

4. L'eco in musica

- Nella seguente tabella [slide 40] vi diamo i tempi per semiminima ($1/4$), croma ($1/8$) e semicroma ($1/16$) corrispondenti a valori di MM da 30 a 250 alla semiminima, a passi di 10.

Metronomo (semiminima)	Delay in msec. per Semiminima	Idem per la Croma	Idem per la Semicroma
30	2000	1000	500
40	1500	750	375
50	1200	600	300
60	1000	500	250
70	857	429	214
80	750	375	188
90	667	333	167
100	600	300	150
110	545	273	136
120	500	250	125
130	462	231	115
140	429	214	107
150	400	200	100
160	375	188	94
170	353	176	88
180	333	167	83
190	316	158	79
200	300	150	75
210	286	143	71
220	273	136	68
230	261	130	65
240	250	125	63
250	240	120	60

4. L'eco in musica

- Notate che alcuni valori sono arrotondati in quanto il tempo può essere impostato solo a passi di 1 millisecondo, mentre il risultato della divisione dà un numero con la virgola.
 - Nella maggior parte dei casi questa approssimazione, che corrisponde ad alcuni decimillesimi di secondo, non è sensibile, ma, se l'esecuzione è automatica (per es. proveniente da un sequencer) e il feedback è elevato, si può produrre un leggero sfasamento.

4. L'eco in musica

- Notate anche che i tempi di ritardo relativi alla croma ed alla semicroma sono ottenuti da quello della semiminima dividendolo, rispettivamente, per 2 e per 4.
 - Ovviamente, se il tempo è terzinato o se si desidera ottenere i valori per durate terzinate, sarà invece necessario dividere per 3 e per 6.

4. L'eco in musica

- Gli utilizzi di questa "**eco-a-tempo**" sono moltissimi e adattabili sia agli strumenti che alla voce.
 - Si possono trovare svariati esempi dell'uso di questo effetto più o meno ovunque, andando dal doppiaggio di uno dei tamburi della batteria (tipicamente il rullante) fino alla ripetizione di alcuni passaggi vocali o alla realizzazione di arpeggi a doppie note da parte dei chitarristi.

4. L'eco in musica

- Questo ultimo effetto, largamente usato, è illustrato in figura [slide successiva] e consiste nell'esecuzione di un normale arpeggio con un eco a distanza di croma.
 - In questo caso, se il feedback è nullo, si ha una sola ripetizione e si ottiene un arpeggio a doppie note, come in figura, nel pentagramma in basso.
 - Aumentando, via via, il feedback, l'effetto si avvicina sempre più a quello di un accompagnamento fluido e continuo in cui gli accordi si fondono gli uni negli altri.

4. L'eco in musica

The image displays a musical score for a piece titled "L'eco in musica". It consists of three staves, each in 4/4 time and using a treble clef. The first staff, labeled "Esecuzione", shows a melodic line with a sequence of eighth notes: G4, A4, B4, C5, B4, A4, G4, F4, E4, D4, C4. The second staff, labeled "Eco", shows a delayed version of the same sequence, starting with a quarter rest followed by the notes G4, A4, B4, C5, B4, A4, G4, F4, E4, D4, C4. The third staff, labeled "Risultato", shows the two lines combined, with the original melody and the delayed echo playing together. Vertical lines separate the two measures of the piece.

4. L'eco in musica

- Esempi dell'uso di **eco-a-tempo** si possono trovare nella produzione di vari gruppi inglesi fra cui **Pink Floyd, Bowie, King Crimson, Japan, Fripp, Eno**.
- Naturalmente non è detto che l'**eco-a-tempo** debba sempre essere a distanza di croma o semicroma.
 - Se, per esempio, si lavora con un ritardo pari a $1/8 + 1/16$ (basta sommare i tempi di croma e semicroma) e si esegue un arpeggio come quello della figura precedente si ottiene la figurazione in semicrome visibile in figura [slide seguente], di complessità superiore.

4. L'eco in musica

The image displays a musical score for a piece titled "L'eco in musica". It consists of three staves, each in 4/4 time and using a treble clef. A vertical line is drawn between the first and second measures of each staff to illustrate the concept of an echo.

- Esecuzione (Execution):** The first staff shows a melodic line starting with a quarter note on G4, followed by eighth notes on A4, B4, and C5, then a quarter note on B4, and another quarter note on A4. This sequence is repeated in the second measure.
- Eco (Echo):** The second staff shows the same melodic line as the first staff, but it begins with a quarter rest in the first measure, indicating a delay before the sound is repeated.
- Risultato (Result):** The third staff shows the combined effect of the original sound and its delayed repetition, resulting in a more complex rhythmic pattern with overlapping notes.

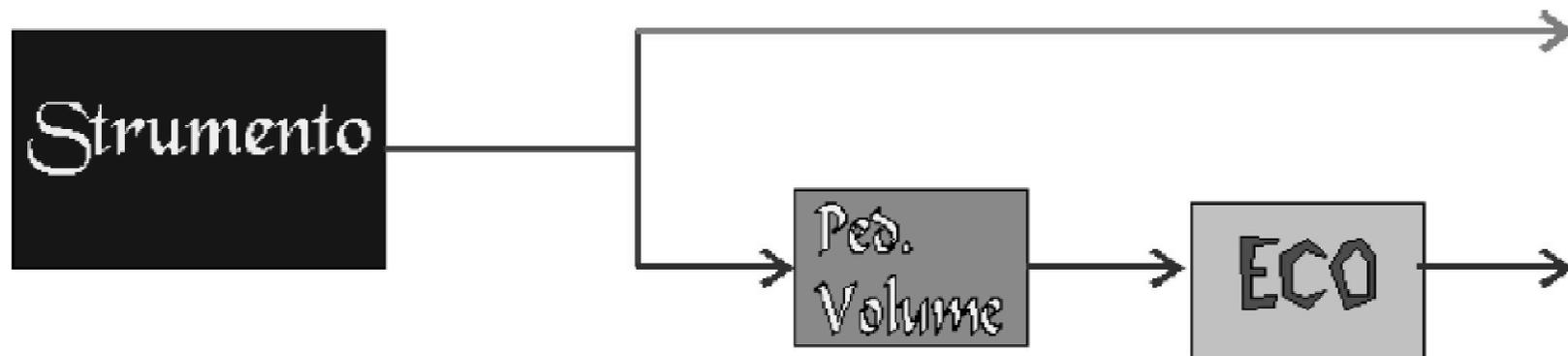
4. L'eco in musica

- Grazie all'eco, quindi, è facile ottenere figurazioni complesse eseguendo parti semplici. Naturalmente, in questi casi, è necessario stare ben attenti ad eseguire la propria parte senza farsi fuorviare dall'eco.
 - Buona parte delle basi degli ormai antichi **Tangerine Dream** (non so quanti di voi siano abbastanza "anziani" da conoscerli) erano realizzate in questo modo.

4. L'eco in musica

- Il gioco si fa ancora più interessante se è possibile **pilotare l'eco in modo selettivo**, cioè inviare all'effetto solo alcuni passaggi.
 - Il modo più facile per ottenerlo consiste nello sdoppiare il cavo di uscita dallo strumento ottenendo una linea che porta il suono privo di effetto (*dry*) e va direttamente all'amplificazione e un'altra che viene fatta passare attraverso l'eco che, in questo caso, dovrà essere programmato in modo da far uscire solo il suono "effettato" (*wet*) senza mixarlo con quello diretto.
- Naturalmente parliamo di esecuzioni live: in sala il problema non si pone perché gli effetti possono essere aggiunti in seguito.

4. L'eco in musica



4. L'eco in musica

- A questo punto basta inserire un pedale del volume sulla linea diretta all'effetto e utilizzarlo come uno switch per far passare solo le note desiderate. Ovviamente, se qualcuno possiede un vero e proprio switch, il gioco è ancora più semplice, ma il pedale del volume ha maggiori potenzialità perché permette di graduare le entrate e anche se usato in modo brutale non provoca alcun click. Al primo tentativo può essere difficile eseguire la propria parte e pilotare contemporaneamente il pedale, ma con un po' di esercizio si possono raggiungere ottimi risultati. **Robert Fripp** ha usato spesso questa tecnica.

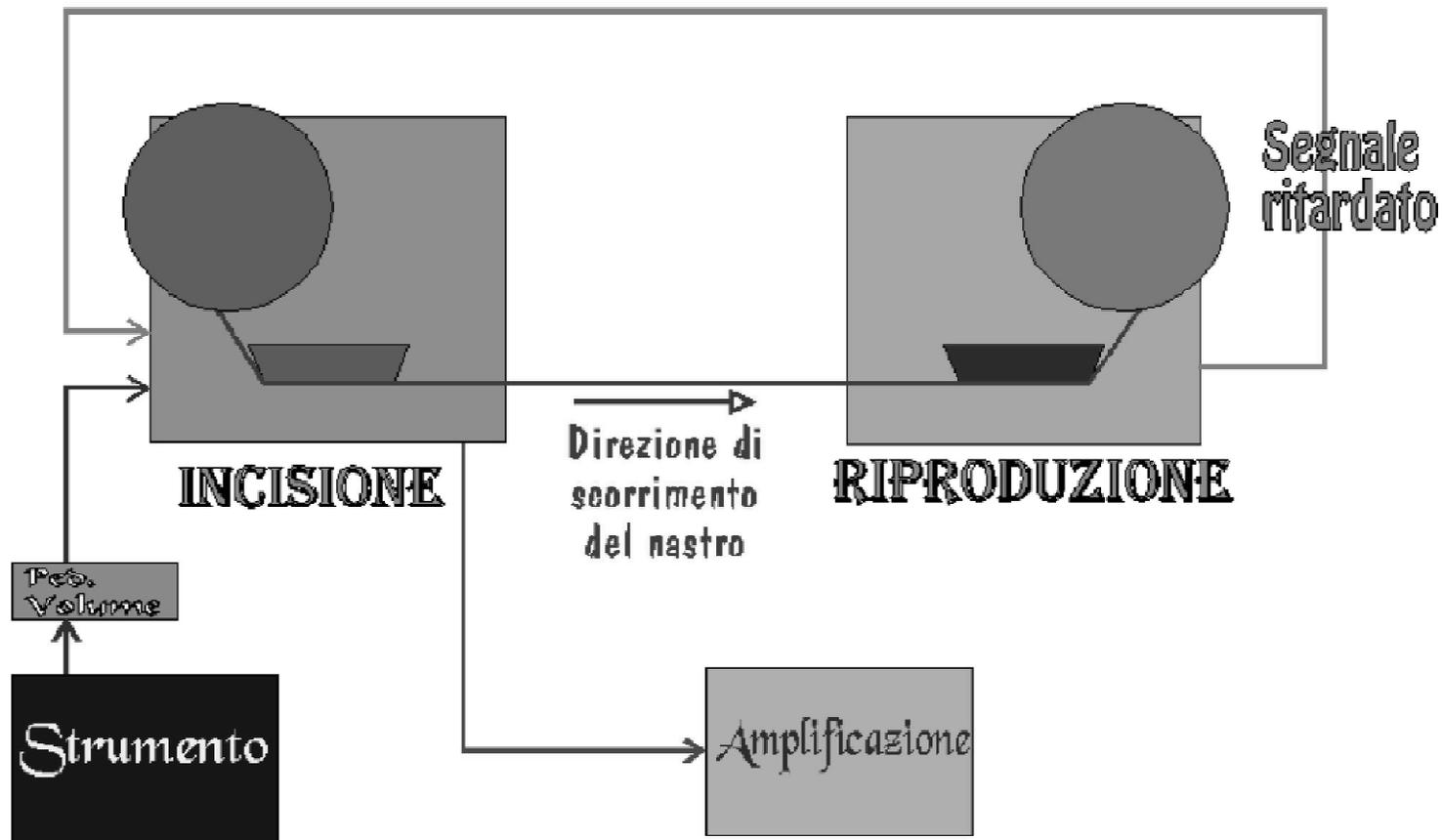
4. L'eco in musica

- Lo stesso **Fripp** con **Eno** ha, a suo tempo, reso famoso un sistema denominato *Frippertronics* che permette a un singolo strumentista di generare, da solo, del materiale stratificato alquanto complesso.
 - Non si trattava di un sistema nuovo, essendo stato già utilizzato sia nella musica elettronica di area colta, che dai minimalisti americani (**Terry Riley**).
 - Il sistema in questione è schematizzato nella figura seguente.

4. L'eco in musica

Registratore
a nastro 1

Registratore
a nastro 2



4. L'eco in musica

- Consisteva in due registratori Revox con il nastro che viaggiava dalla bobina debitrice del primo alla bobina raccoglitrice del secondo passando sulle testine di entrambi. Il primo incideva il segnale proveniente dallo strumento che veniva, poi, letto dal secondo con un ritardo dipendente dalla velocità del nastro e dalla distanza fisica delle macchine. Questo segnale, quindi, era già un eco che veniva re-inviato al primo registratore per essere re-inciso generando un feedback.
 - Con tale sistema era possibile ottenere ritardi molto lunghi (fino a 5/6 secondi e oltre), non disponibili con i normali echi a nastro: si trattava, in pratica, di **un'eco particolarmente lunga e di buona qualità**.

4. L'eco in musica

- Abbiamo parlato al passato in quanto, ormai, non si usano più i registratori per fabbricare ritardi.
- Oggi la stessa cosa può essere ottenuta con gli echi digitali anche se, data la notevole quantità di memoria necessaria, tempi così lunghi sono disponibili solo su macchine particolari. Basta, comunque, utilizzare un PC portatile con apposito software e scheda audio I/O full duplex (in grado, cioè, di suonare anche mentre acquisisce), per ottenere ritardi di lunghezza smisurata.

4. L'eco in musica

- L'effetto di questa tecnica può essere sentito chiaramente in vari dischi di Fripp & Eno, per es. nel brano "*The Heavenly Music Corporation*" incluso nel disco "No Pussyfooting" del 1973 (incisione Polydor Special 2343 095 ristampato in CD EEGCD2) o nel brano di Eno "*Discreet Music*" (nell'omonimo disco Obscure num. 3 del 1975 ristampato in CD EEGCD 23) o ancora nel brano "1988" incluso nella compilation "Angels in Architecture" (compact EEGCD 47) o ancora nel brano di Terry Riley "*Poppy Nogood and the Phantom Band*" di cui potete ascoltare un estratto sul sito di Terry Riley.

4. L'eco in musica

- **ASCOLTI**

- B. Eno, R. Fripp, *The Heavenly Music Corporation* (1973)

- Pt. 1

- Pt. 2

- Pt. 3

- Pt. 4

- Pt. 5

- B. Eno, *Discreet Music* (1975)

4. L'eco in musica

- In realtà, una procedura compositiva di questo tipo è nota in musica fin dal 1300 con il nome di **canone**, il cui esempio più noto al grande pubblico è Frère Jacques (Fra Martino).
 - Ampiamente utilizzato in brani sia vocali che strumentali fino ai nostri giorni, il periodo d'oro del canone va dall'Ars Nova fino a Bach.

4. L'eco in musica

- **CANONE**

- Esso consiste nel fare iniziare una melodia da una sola parte (detta **antecedente**) e nel farla seguire, dopo un certo tempo, da una diversa parte (detta **conseguente**) che imita rigorosamente il disegno melodico della precedente (**canone diretto**), anche partendo da una nota diversa (**canone diretto con trasposizione**).
- La pratica del canone prevede anche altre possibilità come quella di ripetere la melodia originaria all'inverso (dalla fine all'inizio: il cosiddetto **canone cancrizzante**) oppure **con intervalli invertiti**: la nuova melodia sale dove quella originaria scende e viceversa) o applicando altri artifici (**umentazione** o **diminuzione** di tempo).
- É divertente notare come si sia arrivati oggi a riproporre, in forma tecnologica, una procedura compositiva già nota da circa 700 anni.

4. L'eco in musica

- **ASCOLTO**

- J. Pachelbel, Canon in D Major (1680)
- B. Eno, Fullness of wind (Three variations on the Canon in D major by J. Pachelbel)
- B. Eno, French Catalogues (Three variations on the Canon in D major by J. Pachelbel)
- B. Eno, Brutal Ardour (Three variations on the Canon in D major by J. Pachelbel)

4. L'eco in musica

- Infine, una curiosità sull'utilizzo del **delay digitale** che non ha niente di musicale, ma forse è sconosciuta al grande pubblico.
 - Questo strumento viene utilizzato anche per rimuovere le parolacce dalle trasmissioni radio in diretta e sostituirle con il classico beep.
 - L'audio della trasmissione, infatti, viene inviato in un delay e trasmesso via radio con un ritardo di circa 5 secondi rispetto alla sua emissione reale. All'uscita del delay, inoltre, è posto uno switch che seleziona il segnale proveniente dagli studi o il beep. In tal modo, un tecnico che ascolta la diretta sente l'eventuale parolaccia pronunciata dall'ospite o dalla persona che telefona, 5 secondi prima che la stessa vada effettivamente in onda e ha il tempo di contare e premere il pulsante che attiva il beep, mascherando, così, la parola da eliminare.