

Corso di Tecnologie e tecniche audio in studio e dal vivo

Lezione 7 - Il mixer digitale

I mixer digitali (in fig. 1 il modello DM2000 della Yamaha), esteriormente, potrebbero confondersi con i mixer analogici, in quanto ripropongono, visivamente, l'architettura e i comandi degli apparecchi tradizionali, per cui avremo dei moduli di ingresso, fader, panning, peak-meter, ecc.



fig.1: il mixer digitale

Le funzioni dei mixer digitali corrispondono per la gran parte a quelle dei mixer analogici, ma quello che possono offrire in aggiunta, a livello di controlli sui singoli processi del segnale, era in gran parte inimmaginabile solo una decina di anni prima di ora. Per dare un'idea del rapporto basta immaginare che per eguagliare le possibilità di un mixer digitale occorre immaginare un mixer analogico tre-quattro volte più grande e dotato di un paio di armadi rack pieni di apparecchi aggiuntivi (outboards). Nonostante questo aumento della complessità delle funzioni svolte, l'architettura fisica del mixer digitale è molto più semplice, in quanto la diversificazione delle funzioni è assegnata esclusivamente al software. Prima di entrare nella descrizione delle funzioni peculiari dei mixer digitali vediamo brevemente la loro architettura.

Architettura del mixer digitale

Le parti fondamentali di un mixer digitale sono:

- 1) Ingressi (Convertitori A/D)
- 2) Circuiti DSP
- 3) Uscite (Convertitori D/A)

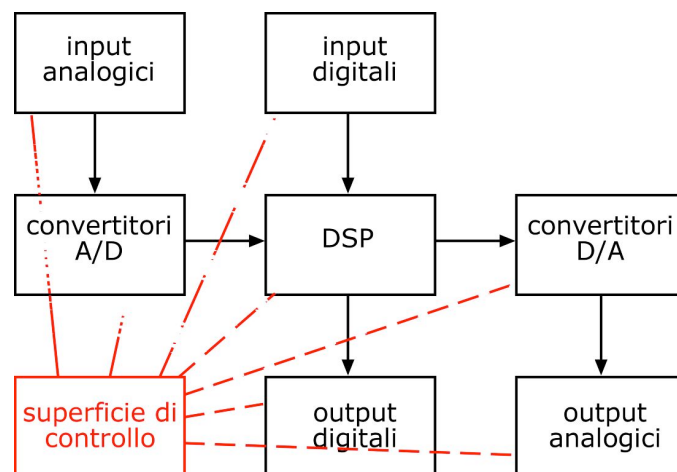


fig. 2: architettura fisica del mixer digitale

Come evidenziato nel diagramma in fig. 2, gli ingressi possono naturalmente essere di due tipi: digitale o analogico. Nel primo caso il segnale non necessita di trasformazioni sostanziali, ad eccezione della traduzione dai vari protocolli digitali, per cui avremo l'opportunità di avere ingressi AES/EBU¹, SPDIF², TDIF³, ADAT⁴ o MADI⁵. Spesso i mixer digitali non hanno un solo protocollo per entrare digitalmente, ma sono forniti di "cassetti" opzionali (input card) con i quali è possibile configurare l'apparecchio a seconda dello standard richiesto. Dei protocolli elencati, lo SPDIF è riservato ad entrate e uscite stereo, mentre l'ADAT, il TDIF e il MADI sono utilizzate in ingressi (e uscite) multiple, e l'AES/EBU lo si trova in entrambi gli utilizzi. È da evidenziare che ognuno di questi protocolli sfrutta la tecnica "multiplex", ossia la trasmissione alternata delle parole digitali di ogni canale, per trasmettere più di un canale sullo stesso cavo. Questo vale sia nei collegamenti stereo che nei collegamenti a 8 e a 64 canali, per cui avremo ad es. un unico cavo bilanciato AES/EBU intestato XLR per trasmettere una coppia di canali audio.

Nella tabella di seguito sono evidenziati i connettori e i cavi dei vari protocolli:

Protocollo	canali	multiplex	connettore		cavo
			multiplo	stereo	
AES/EBU	8/2	2	DB 25	XLR	Bilanciato 110 Ohm
SPDIF	2	2	-	RCA Toslink	Coassiale 75 Ohm Fibra ottica
TDIF	8	2	DB 25	-	Sbilanciato
ADAT	8	8	Toslink	-	Fibra ottica
MADI	28/56/64	28/56/64	BNC SC	-	Coassiale 75 Ohm Fibra ottica

¹ Audio Engineering Society/European Broadcasting Union

² Sony/Philips Digital Interface

³ Tascam Digital Interface

⁴ Apparecchio digitale multitraccia prodotto dalla Alesis

⁵ Multichannel Audio Digital Interface

Oltre ai connettori di cui abbiamo già parlato in precedenza, ne vediamo in questa tabella alcuni di nuovi: il connettore DB 25 (fig. 3), il connettore Toslink (fig. 4), il connettore BNC (fig. 5) e il connettore SC (fig. 6).



fig. 3: il connettore DB 25



fig. 4: il connettore Toslink



fig. 5: il connettore BNC



fig. 6: il connettore SC

Gli ingressi analogici, anch'essi espandibili con cassette opzionali, saranno naturalmente forniti di convertitori AD, con definizione e risoluzione selezionabili via software, e parte di questi, o anche tutti, di preamplificatori microfonici. Generalmente, il guadagno d'ingresso del canale e il PAD, essendo a monte della conversione AD, vengono controllati con potenziometro rotativo analogico e switch.

I circuiti DSP

Il motore dell'elaborazione digitale è rappresentato dai circuiti DSP (Digital Signal Processing), i quali provvedono all'amplificazione, all'equalizzazione, alla somma, al routing, alle mandate ausiliarie, all'inserimento di linee di ritardo, compressori, riverberi ed altri effetti, e tutte le funzioni caratteristiche dell'apparecchio. Alcuni mixer digitali hanno adottato una soluzione che prevede il distacco fisico dei circuiti DSP dalla superficie di controllo, ed il loro alloggiamento all'interno di box contenenti anche i connettori di ingresso e uscita; i DSP sono collegati alla superficie

di controllo tramite un unico cavo, il quale non porta i segnali audio ma solo i comandi per i DSP. In questo modo è possibile tenere le connessioni e i DSP sul palco e collegare in modo molto più agile il palco con la regia. Inoltre, è possibile collegare ad un gruppo DSP più di una superficie di controllo, superando i problemi legati allo splitting dei microfoni. Nella fig. 7 si può osservare il mixer Yamaha PM1D con i rack contenenti i DSP e le connessioni IN/OUT.



fig. 7: il mixer Yamaha PM1D

Dal punto di vista della qualità del segnale audio riveste molta importanza la risoluzione interna dei processi di calcolo. Mentre gli ingressi nei vari protocolli accettano parole digitali con risoluzione abbastanza definita (generalmente 16, 20 o 24 bit) i DSP devono essere in grado di espletare i calcoli ad una risoluzione molto maggiore, per non rischiare una rapida saturazione nel momento in cui si andassero a sommare anche solo due segnali. Per tale motivo, i mixer digitali sono forniti di processori in grado di lavorare con risoluzioni superiori, in una varietà di configurazioni: da 32 a 64 bit a parola intera e da 32 a 40 bit floating point.

Le uscite, come gli ingressi, possono essere digitali o analogiche (con convertitori DA), e possono avvalersi di cassette opzionali così come gli ingressi. A valle della conversione DA possono esserci ulteriori controlli analogici, come i livelli per speaker e cuffie.

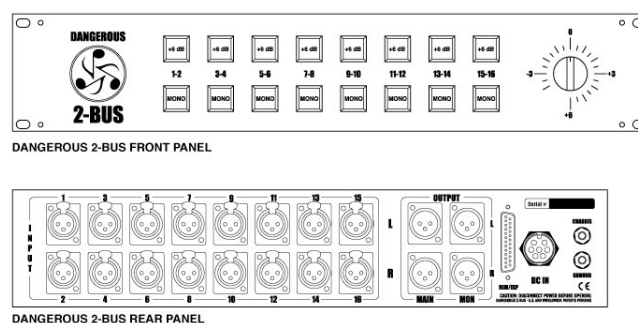


fig. 8: un sommatore analogico

Una pratica che è entrata in uso negli ultimi anni da parte di molti studi di registrazione che lavorano con mixer o con workstation digitali è quella di avvalersi in missaggio di apparecchi analogici chiamati “Sommatori” (vedi fig. 8), i quali svolgono appunto la funzione di somma finale di diversi pre-missaggi del materiale complessivo musicale, con l’obiettivo di alleggerire il lavoro dei DSP offrendo in più una “rifinitura” di tipo analogico al lavoro.

Il wordclock

Una caratteristica peculiare dei mixer digitali, comune d’altra parte a tutti gli apparecchi che lavorano in questo dominio e che necessitano di essere interfacciati in digitale con altri apparecchi, è la necessità di impostare un wordclock, e tale operazione, da cui sono ovviamente esenti i mixer analogici, è una delle più importanti e delicate. Il segnale digitale, a differenza di quello analogico costituito da un flusso continuo di corrente alternata, è formato da una sequenza di stringhe numeriche corrispondenti ai campioni del segnale audio. Per la corretta elaborazione di tali stringhe è necessario un segnale che, oltre alle parole digitali che formano il segnale audio, porti l’informazione relativa alla posizione d’inizio di tali parole. La conseguenza di un mancato sincronismo delle parole digitali è un errore chiamato “jitter” che si manifesta sotto forma di udibili rumori impulsivi (ticks) e può portare anche alla ricostruzione non corretta dell’onda originale.

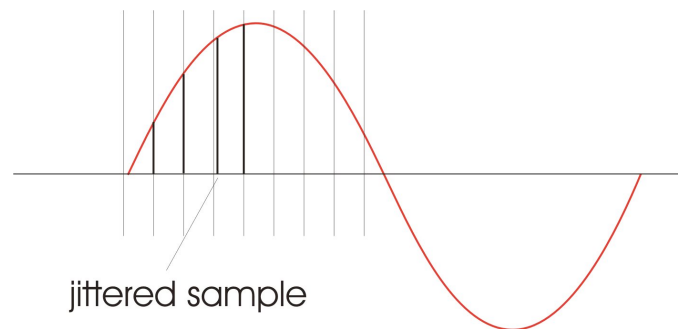


fig. 9: jitter da campionamento

Se osserviamo la fig. 9, in cui è rappresentato un jitter in fase di campionamento, vediamo come l’inaccuratezza della frequenza di clock porta ad un impreciso valore del campione, che può portare ad una imprevedibile distorsione del segnale originale.

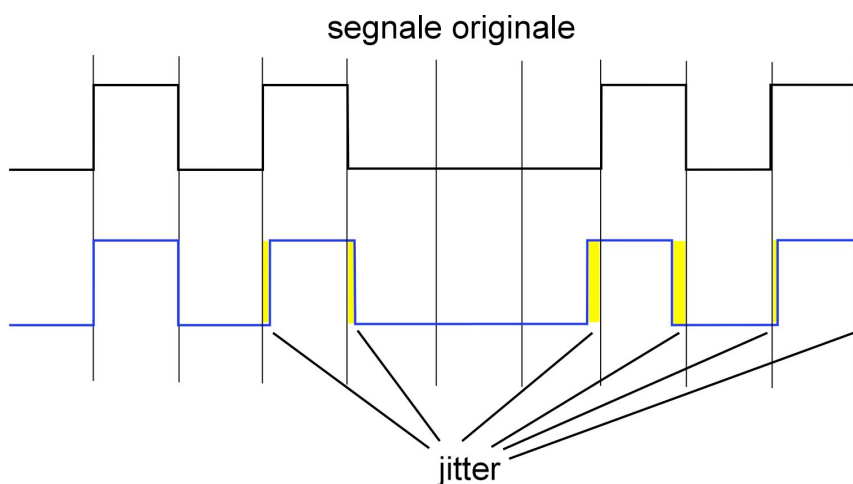


fig. 10: gli errori di clock generano jitter

Nella fig. 10 vediamo la rappresentazione della sequenza di parole digitali: la mancanza dell'informazione corretta di clock può portare a una errata trasmissione dell'informazione binaria. Per questo motivo, in collegamenti tra apparecchiature digitali che consistano di due o più elementi, è necessario che il segnale di clock sia generato da uno e uno solo degli apparecchi (master), e che gli altri (slaves) abbiano la possibilità di ricevere tale segnale e agganciarsi (lock) ad esso. L'informazione di clock, essendo contenuta nello stesso collegamento digitale che porta l'informazione audio, può essere trasmessa, senza altri collegamenti esterni, in caso di un semplice interfacciamento tra due apparecchi, settando opportunamente l'apparecchio a valle. Nell'audio professionale generalmente ogni apparecchio digitale ha la possibilità di dare, ricevere e gestire l'informazione di wordclock indipendentemente dall'informazione contenuta nel collegamento audio. Tale collegamento avviene tramite connettori BNC (wordsync in e wordsync out) su linea a 75 Ohm, ed il settaggio avviene via software tramite appositi switch oppure tramite un menu dedicato (come nel caso dei mixer digitali), all'interno del quale si potranno scegliere le diverse opzioni di wordclock, che saranno tipicamente:

- a) Internal
- b) ADAT, SPDIF, TDIF, ecc.
- c) Wordsync

È quindi di fondamentale importanza stabilire la gerarchia di clock nei collegamenti digitali, stabilendo quale apparecchio deve assumere il ruolo di master e settando tutti gli altri per ricevere da esso il wordclock. Se il wordclock del mixer è settato su "internal" s'intende che o il mixer sta funzionando da solo senza collegamenti digitali o, nel caso fosse digitalmente collegato ad altri apparecchi, è il mixer a ricoprire il ruolo di master clock. Nella fig. 11 vediamo una sequenza in cui il master clock è dato dal convertitore A/D e gli apparecchi successivi nella catena sono agganciati a questo clock. Questa tecnica di concatenazione è nota come "daisy chain".

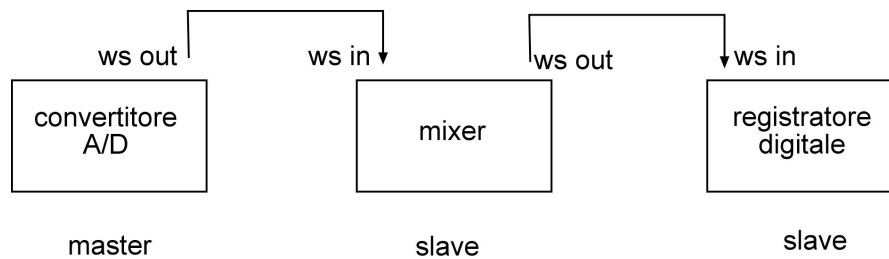


fig. 11: gerarchia master/slave in daisy chain

Quando l'insieme degli apparecchi digitali diventa complesso la configurazione in daisy chain presenta una serie di problemi: ad ogni passaggio in un apparecchio la frequenza entrante viene rigenerata secondo la tecnica del PLL (Phase-Locked Loop), e tale rigenerazione introduce un ritardo; alla fine della catena il wordclock può essere sostanzialmente diverso dall'originale.



fig. 12: connettore BNC a T

Un sistema per ovviare a questo inconveniente potrebbe essere quello di adoperare per ogni collegamento un connettore BNC a T, come quello raffigurato in fig. 12, in modo da "splittare" sempre lo stesso segnale su tutti gli apparecchi, come illustrato in fig. 13. Sfortunatamente, come sempre quando si parallelano delle connessioni, si genera un problema di impedenza (gli ingressi wordsync sono a "matching impedance" a 75 Ohm), per cui il segnale si perderebbe per strada, a meno che gli apparecchi non siano dotati di switch per convertire gli ingressi wordsync da alta impedenza a terminazione a 75 Ohm. In tal caso, l'ultimo apparecchio della catena avrà la terminazione attivata.

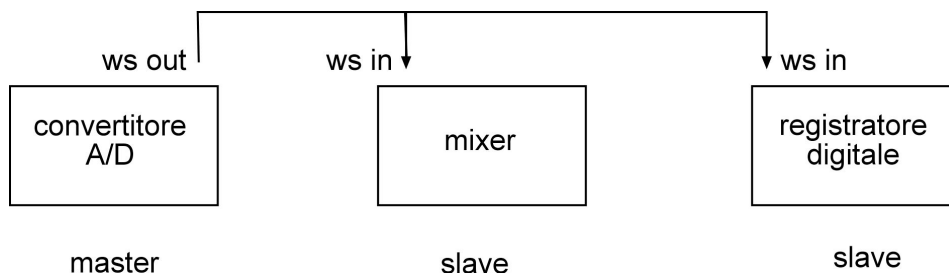


fig. 13: wordclock "splittato"

Ove ce ne sia la possibilità, un'altra valida soluzione è rappresentata da un "Master Clock Generator", ossia di un apparecchio dedicato alla generazione di un segnale di wordclock da fornire a tutti gli apparecchi facenti parte della rete digitale. Nella fig. 14 osserviamo la stessa catena asservita ad un Master Clock Generator.

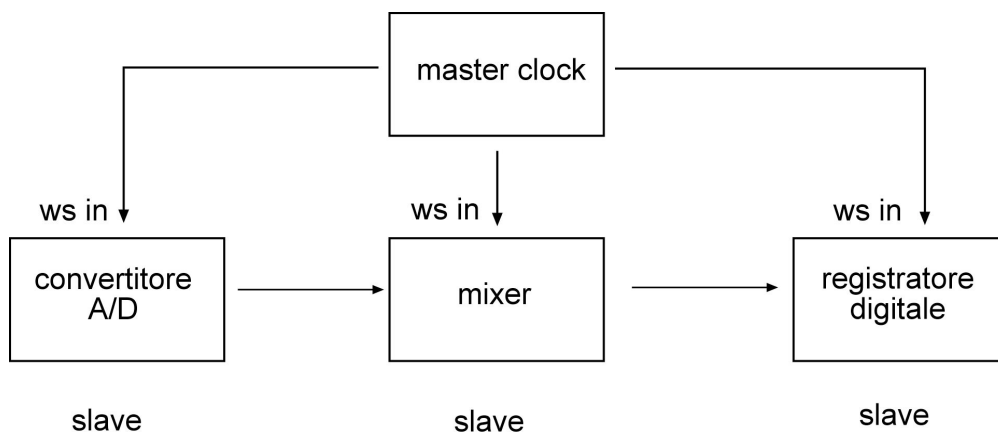


fig. 14: il master clock

La superficie di controllo

La superficie di controllo del mixer digitale, anticipata in fig. 2 e di cui vediamo un esempio in fig. 15, malgrado, come già detto, visivamente possa essere confusa con quella dei mixer analogici, è sostanzialmente diversa, in quanto ad ogni controllo manuale possono corrispondere funzioni differenti.

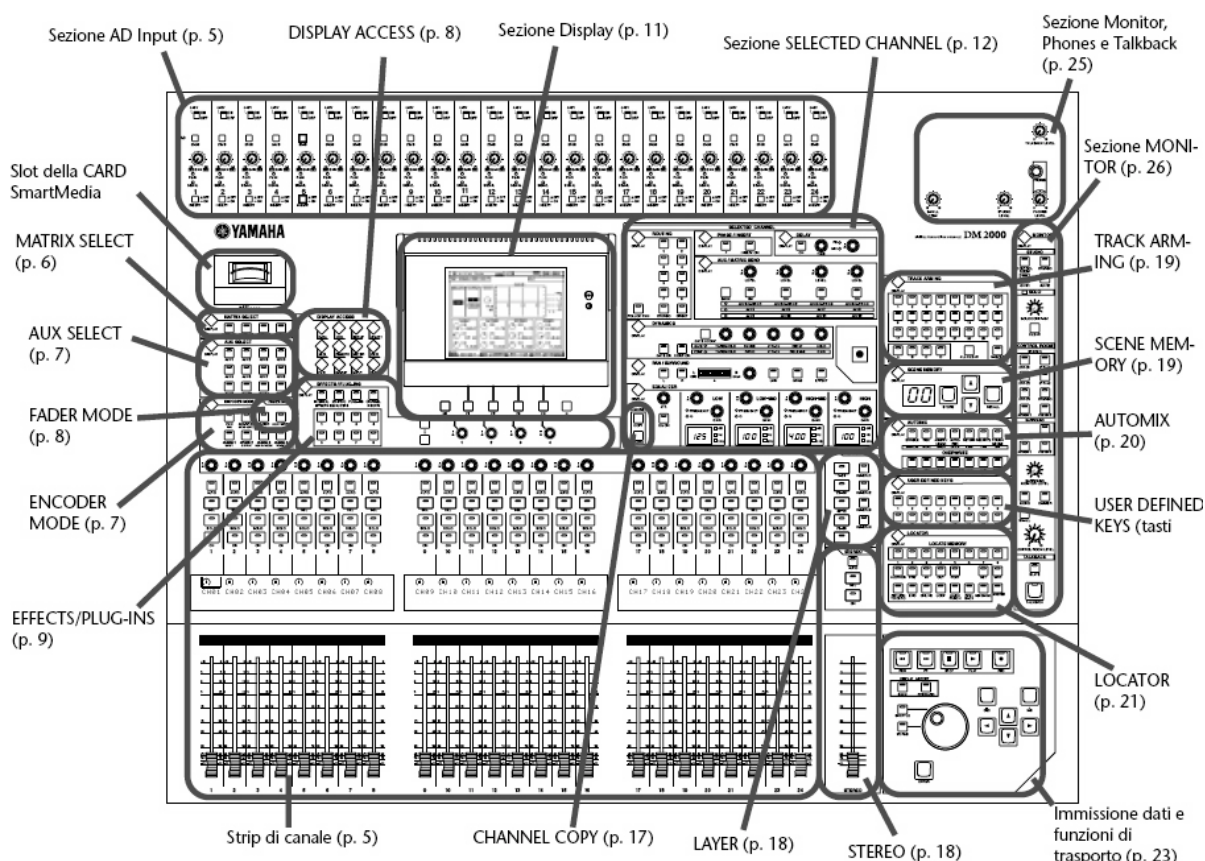


fig. 15: la superficie di controllo

Di più, ogni mixer digitale, al contrario dei mixer analogici che hanno un loro layout abbastanza definito, come abbiamo visto nella precedente lezione, ha una sua propria disposizione dei comandi e dei display, per cui, oltre ad avere in comune l'alloggiamento dei fader nella parte inferiore della superficie, possono non esserci altre similitudini nei comandi e nei controlli, il che comporta per l'ingegnere del suono una certa preparazione e la lettura attenta dei manuali, poiché certe azioni che nei mixer analogici sono intuitive nei mixer digitali non lo sono per niente e richiedono una conoscenza precisa delle funzioni e delle procedure dell'apparecchio. Tutti i mixer digitali possiedono uno o più display alloggiati nella superficie di controllo mediante i quali si controllano tutte le funzioni e si possono richiamare i menu. Una caratteristica peculiare dei mixer digitali è quella di avere la possibilità di centralizzare tutti i controlli che nei mixer analogici alloggiavano nei moduli di ingresso, per cui avremo una zona della superficie di controllo dedicata, ad es. all'equalizzazione, che viene assegnata di volta in volta ai singoli canali o ai master di uscita. Lo stesso discorso vale per le altre funzioni: mandate ausiliarie, routing, ecc. In questo modo, ogni canale è dotato di un tasto di selezione "SEL" attivando il quale richiama a sé le zone di equalizzazione, routing, ecc. L'unico controllo che rimane al di fuori della centralizzazione delle funzioni è quello del fader, in modo da poter lasciare all'operatore la manualità necessaria al controllo del missaggio. Anche il fader, tuttavia, non ha un assegnamento univoco, come vedremo qui avanti. C'è infine da aggiungere che essendo la superficie di controllo del mixer digitale sostanzialmente un "remote control" dei circuiti DSP, tale funzione di controllo può, in alcuni modelli, essere svolta da un computer laptop tramite apposite connessioni, per cui l'ingegnere del suono può decidere quali settaggi conviene ergonomicamente fare da computer e quali direttamente sul mixer, e può, alla fine della giornata, portarsi via sul computer un backup del lavoro di setup.

I layers

La possibilità di rendere indipendenti i controlli dalle elaborazioni ha permesso di compattare ulteriormente l'ingombro fisico dei mixer digitali, usando la tecnica dei layers. In pratica, il numero totale dei canali del mixer viene suddiviso in gruppi più piccoli, e ogni gruppo rappresenta uno strato (layer) della superficie di controllo, come esemplificato nel disegno di fig. 16.

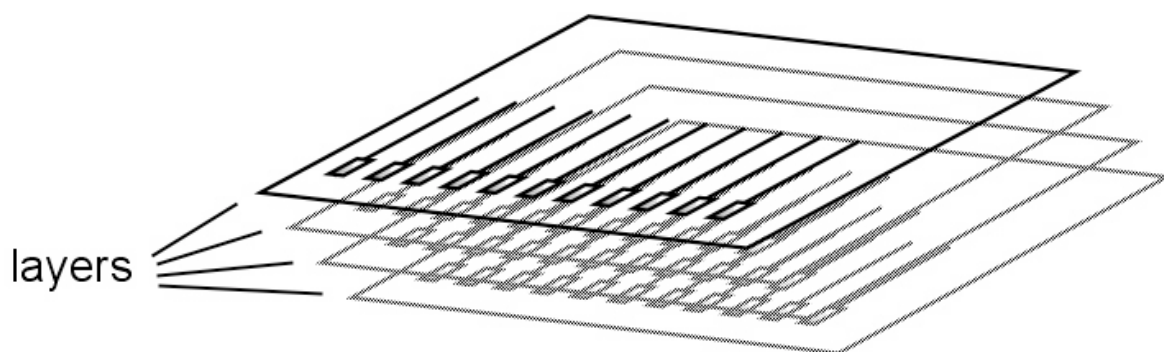


fig. 16: i layers

Avremo quindi mixer dotati ad es. di 24 fader che in realtà ne gestiscono 96, in quanto i canali sono suddivisi in 4 layer, ognuno richiamabile con un comando apposito. Esiste poi uno o più layer aggiuntivi che svolgono il compito di controllo generale d'uscita dei sottogruppi, delle mandate ausiliarie e del master stereo. In ciascun layer, infine, i fader possono con un apposito comando passare dalla funzione principale di controllo del volume del canale a quella di controllo delle mandate ausiliarie. Tutti i mixer digitali sono dotati di fader motorizzati, in modo da ritrovare istantaneamente la posizione nel momento in cui vengano richiamati per l'una o l'altra funzione o per l'uno o l'altro layer.

Il repatching

Un'altra prerogativa dei mixer digitali è quella di rendere indipendenti le connessioni di ingresso e di uscita dal percorso reale di elaborazione del segnale, ossia di poter ricollegare ("repatching") le connessioni fisiche a qualsiasi percorso interno, evitando così, come avviene nei mixer analogici, di dover scollegare e ricollegare fisicamente le connessioni in caso di cambiamento.

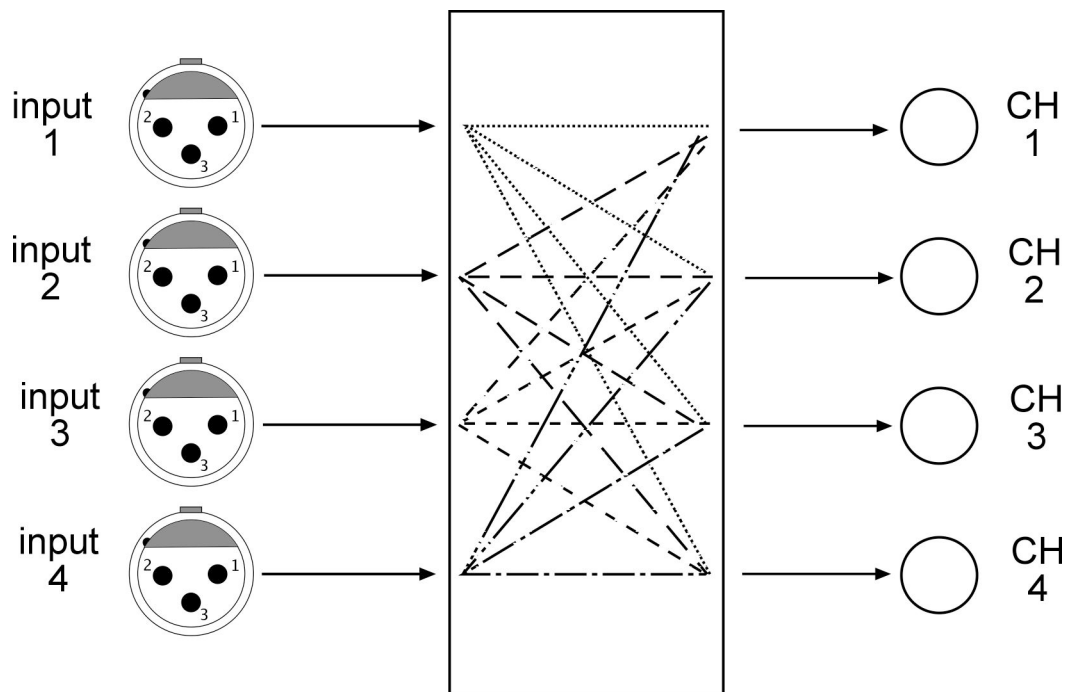


fig. 17: il repatching

Come esemplificato in fig. 17, la funzione di repatching consente di assegnare ad ognuna delle entrate (o delle uscite) fisiche, siano esse analogiche o digitali, un percorso all'interno del mixer, per cui se noi ci troviamo ad avere, ad es., parte delle uscite ausiliarie collegate ad apparecchi analogici e parte ad apparecchi digitali, abbiamo la possibilità di interfacciare correttamente tutte le connessioni agendo sulla funzione di repatching.

Lo storing

Il mixer digitale consente un altro enorme vantaggio: quello di poter memorizzare qualsiasi parametro sia stato settato nel dominio digitale, nelle seguenti modalità:

- a) Memorie statiche
- b) Sequenza di scene
- c) Automazione

Le memorie statiche (Scene Memories) non sono altro che la “fotografia” del setup del mixer nel momento dello storing, con tutti i valori di fader, eq, compressione, delay, routing, ecc. In alcuni mixer esistono memorie separate per il repatching o altre funzioni, come ad es. i nomi assegnati ai canali, per permettere un interscambio più veloce con nuovi setup. La sequenza di scene è un ordinamento dato alle Scene Memories, in modo da poter eseguire un evento live con la successione corretta di impostazioni del mixer, similmente ad un mixer luci. L’automazione, di cui abbiamo accennato anche a proposito dei mixer analogici, è la programmazione dinamica di un messaggio asservita ad un Time Code, ed è pratica corrente del lavoro di studio. La completezza sul richiamo delle memorie, statico è dinamico, è naturalmente molto superiore nei mixer digitali: basti pensare che nella maggior parte dei mixer analogici dotati di automazione questa si limita ai fader e ai mute, usando talvolta dei sistemi numerici di resettaggio dei parametri analogici.

Digitale vs analogico

Al di là di qualsiasi considerazione che possa portare a compiere una scelta obbligata verso il digitale o analogico, è evidente, come abbiamo sottolineato all’inizio, della disparità di potenza dell’una o dell’altra soluzione. È altresì evidente come un tale aumento di complessità e di potenzialità comporti da parte dell’ingegnere del suono una preparazione e una concentrazione maggiori, soprattutto in considerazione del fatto che nel mixer digitale manca il “colpo d’occhio” sulla superficie di controllo che invece nel mixer analogico può far prendere decisioni tempestive e può prevenire disastri acustici. Mentre il mixer analogico è istantaneamente “pronto per l’uso”, il mixer digitale richiede un preventivo lavoro di setup che deve essere della massima accuratezza. Possono esservi situazioni, soprattutto nel live, dove i tempi di lavoro sono molto stretti e non permettono una preparazione del mixer digitale effettuata con la necessaria cura, mentre possono esservene altre in cui tali tempi sono previsti con larghezza. Alcuni fattori di scelta favorevoli al digitale possono essere:

- a) Impossibilità fisica di allestire una regia analogica di pari potenzialità
- b) Necessità di sfruttamento estensivo delle funzioni di storing
- c) Obbligo di interfacciamento con altre apparecchiature digitali

Naturalmente possono sussistere altre e svariate ragioni per far propendere la scelta verso l’una o l’altra soluzione, ma volendo essere sintetici potremmo riassumere i vantaggi e gli svantaggi nel prospetto che segue:

	Analogico	Digitale
Qualità sonora	Ottima sui mixer di costo elevato	Ottima (dipendente dalla bontà dei convertitori)
Completezza di funzioni	Peggior	Migliore
Manovrabilità generale	Migliore	Peggior
Ergonomicità	Migliore	Peggior
Ingombro fisico	Peggior	Migliore
Storing	Peggior	Migliore
Tempi di setup	Migliore	Peggior
Possibilità di connessione	Fissa	Espandibile
Scelta per lo studio	Peggior	Migliore
Scelta per il live	Valida	Valida