

MIXER ANALOGICI E DIGITALI

La storia della radio può essere letta anche attraverso l'evoluzione dei suoi mixer. Ogni generazione di apparecchiature racconta un modo diverso di intendere la diretta, il ruolo del fonico, la qualità del suono e persino il modello economico delle emittenti.

La distinzione tra mixer analogici e digitali non è soltanto tecnica: è culturale, ergonomica, industriale. È il passaggio da un'epoca fatta di componenti discreti, **saldature e "ammendatine"**, a un'altra dominata da DSP, protocolli di rete e superfici di controllo programmabili.

Il fonico, quello vero, gestisce flussi, protocolli, scene, automazioni. La radio è diventata un ecosistema digitale, e il mixer ne è il cervello.

Il Mixer audio Broadcast è uno strumento generalmente funzionante 24 ore al giorno per molto tempo. La prima, migliore attenzione, è rivolta all'alimentatore multi tensione ormai da molti anni separato dal banco di mixaggio per motivi riconducibili alle temperature d'esercizio e ronzii vari.

In genere, i voltaggi più utilizzati vanno dai 12/15Volts. Per le spie - led - preamp, ai 47/48/50Volts per le schede Phantom, qualche modulo master e le eventuali motorizzazioni.

Specifico che ogni minima variazione di alimentazione compromette la qualità audio.

Il voltaggio del segnale d'uscita in ambito professionale più utilizzato è +4dBu = 1,23Volts dove il riferimento sullo 0db è pari a 0.775Volts.

Questo ci fa capire quanto importante debba essere la qualità dei componenti dell'alimentatore e tra le tante verità di ogni componente elettronico, **l'unica verità "vera" è la qualità costante nel tempo.**

Parliamo ora dei preamplificatori audio e del "trattamento" cui viene sottoposto il segnale all'interno di un mixer analogico. Analizziamo, per esempio, una tipica entrata linea. Contiamo le interruzioni di pista: **N°1** Prg/Aud/ Sub (switch); **N°2** Modulo insert; **N°3** Pfl; **N°4** Treble+eq; **N°5** Mid+eq; **N°6** Bass+eq (Fader); **N°7** Slider (a variazione di tensione) Modulo Master; **N°8** Prg/Aud/Sub (switch e Fader). Quante volte è stata interrotta la pista per prelevare il segnale?

"Ancora oggi sono operativi banchi analogici in funzione da decenni; **tuttavia, chi li utilizza spesso non è pienamente consapevole del fatto che le prestazioni originali risultano drasticamente compromesse.**

L'invecchiamento dei componenti critici, come i condensatori elettrolitici ormai esauriti, i potenziometri ossidati e i trasformatori di alimentazione inefficienti, causa cali di tensione e instabilità nei circuiti.

Il risultato è una degradazione visibile e udibile: i meter perdono precisione e la risposta dinamica del banco si riduce, allontanandosi drasticamente dagli standard tecnici di progetto."



“Il Mixer Comel/Power 1017 (metà anni 80) determinò un sostanziale passo in avanti verso le consolle broadcast: slider 100mm con fader start, talk back, partenze remote a tasto per le jingle machine, control room , esclusione curva eq”.

Cosa accade realmente a un banco analogico "stanco"

Il decadimento di una console analogica non è sempre immediato, ma è spesso un processo subdolo di **deriva dei parametri**:

Il degrado dei Condensatori (Recapping)

I condensatori elettrolitici hanno una vita utile limitata (spesso 10-20 anni). Quando si "asciugano":

- **Perdita di basse frequenze:** Il banco suona "sottile" perché i condensatori di disaccoppiamento non lasciano più passare le frequenze gravi.
- **Aumento del rumore di fondo (Hum):** I condensatori di filtraggio nell'alimentatore non livellano più correttamente la corrente alternata, introducendo ronzii a 50Hz.
- **Perdita di "Punch":** I condensatori nel percorso del segnale non riescono più a gestire i transienti rapidi.

Trasformatori e Alimentatori (PSU)

Non sono solo i trasformatori audio a invecchiare, ma quelli di **alimentazione**:

- **Calo del "Headroom"**: Se l'alimentatore non eroga più i voltaggi corretti (es. i classici +/- 15V , 18V 47 V), i circuiti operazionali entrano in distorsione (clipping) molto prima del previsto. Il banco ha meno "respiro" e suona compresso e aspro.

Meter e Indicatori vari

Nei banchi vintage, i **VU-meter analogici** soffrono dell'indebolimento dei magneti e dell'indurimento delle parti meccaniche.

- La velocità di risposta dell'ago diventa pigra o imprecisa.
- Questo porta l'operatore a commettere errori di guadagno, saturando involontariamente il segnale in uscita o, al contrario, mantenendo un livello troppo basso rispetto al rumore di fondo.

Contatti e Cross-talk

L'ossidazione di fader, commutatori e connettori non causa solo "scricchiolii", ma aumenta il **cross-talk** (interferenza tra i canali). Il segnale del canale 1 "sanguina" nel canale 2, compromettendo l'immagine stereo che il misuratore di fase (di cui parlo dettagliatamente sul capitolo degli indicatori e meter) dovrebbe monitorare correttamente.



Il celebre Harris Allied Stereo 80

Il Primo mixer non si scorda mai

La prima volta che vidi un mixer radiofonico rimasi colpito da quelle grosse manopole che fungevano da slider. Era lo standard americano del tempo, arrivato anche in Europa quasi senza mediazioni.

Ero un ragazzino, e mi trovavo negli studi di una vecchia stazione radio genovese ormai chiusa da anni. Il "miscelatore", un Pacific Recorder color crema, offriva sei ingressi e due canali in uscita.

Essenziale fino all'osso: niente fronzoli, nessun potenziometro superfluo, solo quelle manopole al posto dei cursori, ciascuna con la sua scanalatura per accogliere il dito indice.

Solo col tempo, molto tempo, compresi quanto fosse cruciale non interrompere le "piste", e quanto quella ergonomia apparentemente bizzarra fosse in realtà frutto di una logica precisa.

Negli anni successivi avrei rotto, smontato e per quanto possibile, riparato e usato decine di mixer. Ma all'inizio, in Italia, non esisteva nulla di progettato specificamente per il broadcast.

Si adattavano strumenti nati per la musica dal vivo, per gli studi di registrazione o per l'uso semi-professionale. I fonici delle prime radio private erano costretti a improvvisare: modifiche artigianali, saldature notturne, potenziometri sostituiti al volo, interruttori aggiunti dove servivano.



I mixer semprini pensati per la radio

Fu solo con la crescita del settore che alcune aziende italiane iniziarono a intuire il potenziale di un mercato nuovo. Ricordo i Laboratori Pirovano, Lem, Steg, Montarbo, Munter, FBT: ognuna con il suo stile, i suoi limiti, le sue soluzioni più o meno felici. Purtroppo non erano, nella maggior parte dei casi prodotti per la radiofonia ma adattati alla meno peggio.

I preascolti, canali stereo, cursori destinati ad uso intensivo, fader start, linee ausiliari, ingressi rii, sub gruppi, erano ancora difficili da trovare. Furono i mixer Semprini a segnare un punto di svolta.

Robusti, affidabili, costruiti con una logica finalmente orientata alla diretta radiofonica. Erano strumenti che parlavano la lingua dei fonici: pulsanti grandi, percorsi del segnale chiari, componentistica facilmente sostituibile.

Col tempo le esigenze aumentarono, (moduli dedicati, channel strip, insert esterni,) arrivarono dunque competitor esteri con prodotti più costosi ma indubbiamente migliori sotto il profilo qualitativo.

Gli inglesi **Sonifex, Chilton, Allen & Heath, D&R** (Paesi Bassi). I Tedeschi **Studer, Klotz, Soundcraft**, e e anche qualche americano.

Ho già scritto che la distorsione e il deterioramento del segnale audio sono direttamente proporzionali al numero di fattori o strumenti che si frappongono tra l'input e l'output, pertanto vi renderete conto quanto la qualità e la vetustà di ogni singolo transistor o condensatore all'interno di un mixer o preamplificatore analogico possano determinare una variazione del segnale originale.

Nel periodo compreso tra la fine degli anni '70 e la prima metà degli anni '80, alcune aziende produttrici di apparecchiature audio professionali adottavano pratiche di protezione del know-how oggi considerate non convenzionali.

Una delle più diffuse consisteva nell'applicare uno strato di cera lacca sui transistor discreti, con l'obiettivo di occultarne il codice identificativo.

Tale operazione impediva di risalire al produttore, alla classe di selezione o al lotto di provenienza, rendendo più complesso il reverse engineering dei moduli di potenza e dei preamplificatori.

La scelta non era puramente commerciale: in un'epoca in cui la selezione dei semiconduttori incideva in modo determinante sulla stabilità termica e sulla risposta dinamica dei circuiti, la disponibilità di un componente "giusto" rappresentava un vantaggio competitivo.

L'occultamento del seriale evitava che concorrenti o tecnici indipendenti potessero replicare topologie di stadio finale particolarmente performanti.

Nel mio caso specifico, operavo, tra gli altri, su vari mixer - Power **Comel 1205/1705** - di produzione francese, molto diffuso nel settore radiofonico per via della sua elevata capacità di pilotaggio e della buona resa timbrica.

L'architettura interna, tuttavia, presentava una criticità ricorrente: i transistor montati sulle schede sembrava non fossero adeguati alle nostre esigenze.

L'editore, consapevole della criticità, reperiva transistor da fornitori diversi e da mercati paralleli.

I lotti in arrivo presentavano spesso differenze significative in termini di hFE, tensione, comportamento termico e resa sonora, rendendo necessaria una continua attività di selezione e abbinamento per garantire un funzionamento migliore.

Questo scenario rappresenta bene la realtà tecnica dell'epoca: apparecchiature progettate con soluzioni avanzate ma non sempre ottimizzate, componentistica soggetta a forte variabilità e una manutenzione che richiedeva competenze pratiche, capacità diagnostica e interventi frequenti.

La radiofonia privata di quegli anni si reggeva anche su questo: un equilibrio delicato tra progettazione, improvvisazione tecnica e disponibilità immediata di ricambi.

I primi, Broadcaster Italiani, agli inizi degli anni '80, "ponticellavano" tutte le interruzioni di pista Bypassando i potenziometri. Intervento determinante per migliorare la qualità audio e al quale avrebbero pensato da lì a poco le principali Aziende produttrici di Mixer audio professionali.

Alla fine degli anni '80 erano disponibili sul mercato Banchi Radiofonici di alta qualità con moduli dedicati e alimentatori separati.

Nonostante molte aziende Broadcast abbiano definitivamente abbandonato la produzione di Mixer analogici, sono ancora presenti sul mercato macchine dalle prestazioni (e dal prezzo) sbalorditive.

Concludo con un dato impensabile per un mixer analogico: i digitali di qualità oggi a 24 Bit, raggiungono 144,5 db di dinamica.

SLIDER (cursori)

Chi ha lavorato professionalmente con un banco radio analogico ricorderà bene la manutenzione continua: potenziometri da pulire, condensatori da sostituire, relè da controllare. Il punto più critico, però, erano quasi sempre gli slider, soggetti a usura rapida, ossidazione e accumulo di polvere.

Bastava una stagione di dirette per trasformare un fader in una sorgente di fruscii, salti di livello e interruzioni improvvise.

I primi cursori e potenziometri di qualità realmente affidabile **furono gli ALPS**. Non erano eterni, ma rappresentavano un salto in avanti: con un prezzo tutto sommato accessibile, un cursore ALPS poteva resistere almeno sei mesi di utilizzo intensivo, un risultato notevole per l'epoca.

Per molte radio private, abituate a sostituire componenti ogni poche settimane, era già una piccola rivoluzione.

Poi arrivarono sul mercato i potenziometri Penny & Giles (UK), e la vita dei tecnici cambiò davvero. Erano più costosi, certo, ma anche infinitamente più robusti. La pubblicità su *CQ Elettronica* prometteva: "*Garantiamo un milione di alzate senza problemi*".

Per chi passava le giornate a combattere con fader rumorosi e piste consumate, quella frase aveva il sapore della fantascienza.

Costavano un botto, è vero, ma ogni tecnico sapeva che ne valeva la pena: significavano meno interventi, meno interruzioni, meno emergenze in diretta.

Con i Penny & Giles si entrava in un'altra era: il mixer non era più un oggetto da "tenere in vita" con manutenzione costante, ma uno strumento finalmente progettato per reggere il ritmo della radio moderna.



Lo Slider Penny & Giles

Manutenzione Perenne

Tarare un mixer analogico per uso radiofonico è un'arte che unisce orecchio, metodo e conoscenza della catena audio. Non è una semplice "regolazione dei volumi": è l'impostazione di un livello di riferimento stabile

In radio, lo standard più comune per i mixer analogici è:

- 0 VU = +4 dBu
- Livello nominale di lavoro: segnali che oscillano intorno allo 0 VU, con picchi moderati.

Questo è il punto di partenza: tutto il resto della catena (processore, codec, trasmettitore) si aspetta questo livello. Attenzione, perché +4 dbu devono corrispondere a 1.23 V RMS indipendentemente dall'impedenza.

Se il voltaggio è inferiore vanno sostituiti i condensatori delle schede master. Questa è una procedura molto importante perché tutta la catena audio si aspetta quella tensione.

Taratura delle tensioni

Sui trasformatori toroidali, vanno misurate tutte le tensioni. In genere le tensioni che alimentano i moduli, i meters/clock/ ed i sub gruppi sono diverse tra loro.

Uscita master

Qui si gioca la partita vera.

- Riproduci un segnale test a 1 kHz a 0 dB o un tono nominale.
- Regola il master del mixer affinché l'uscita sia +4 dBu reali.
- Verifica che il processore di emissione riceva esattamente quel livello.

Se il master è troppo alto → il processore lavora male, comprime troppo, distorce. Se è troppo basso → la radio suona debole, rumorosa, inconsistente.

Regola d'oro: Il mixer deve consegnare un segnale pulito, stabile e prevedibile

Frequentemente i segnali delle uscite analogiche vengono convertite in digitale (audio card). Teniamone conto per le soglie headroom.

Il concetto di *headroom* è fondamentale per mantenere la qualità audio in un impianto broadcast. Headroom significa la distanza, in dB, tra il livello nominale di funzionamento e il livello massimo che il sistema può gestire senza distorsione.

Nella maggior parte degli impianti professionali:

- il livello nominale è +4 dBu,
- il livello massimo prima del clipping è +24 dBu.

Questo garantisce 20 dB di headroom, considerati lo standard per un sistema broadcast ben progettato.



Mixer Ibrido Analogico/Digitale

Mixer Digitale vs Analogico

*Premetto di avere lavorato con ottimi mixer analogici e pessimi mixer digitali e viceversa. Prima di entrare nel dettaglio, richiamo l'attenzione sulla qualità progettuale e componentistica degli apparati. **Il confronto tra i primi convertitori a 1bit (fine anni '80) e i collaudati banchi Tedeschi o Americani non regge.***

Ogni considerazione è "tarata" in ambito attuale e Broadcast. Nella fase introduttiva di questa relazione ho in parte descritto la fragilità del segnale analogico e considerando che tutta la catena del trasferimento si basa sul rapporto S/N, non c'è modo di rigenerare un segnale ormai compromesso. Certamente anche l'ambito digitale risente varie problematiche (Dithering, oversampling, clipping, ecc) aldilà di un campo teorico spaventosamente complicato rivolto perlopiù agli ingegneri, l'operatore "B.F" dovrà preoccuparsi esclusivamente di non modificare la "Quadra".

La rivoluzione digitale: il mixer come sistema

L'arrivo del digitale ha cambiato tutto. Non si è trattato di un semplice aggiornamento tecnologico, ma di un cambio di paradigma. Il mixer non era più un oggetto "chiuso", ma un sistema complesso, fatto di DSP, software, protocolli di rete e superfici di controllo programmabili.

Caratteristiche tecniche

- Conversione A/D e D/A all'ingresso e all'uscita
- DSP interni per equalizzazione, dinamica, routing e automazioni
- Scene richiamabili, utili per studi condivisi o programmi diversi
- Routing virtuale, non più vincolato alla fisicità delle piste
- Integrazione con reti audio (AES/EBU, MADI, Dante, Ravenna, Livewire)
- Ridondanza e failover, fondamentali per le emittenti H24/7.

Il vantaggio del digitale

Il digitale ha portato:

- Flessibilità totale: ogni ingresso può diventare qualsiasi cosa
- Riduzione dei guasti meccanici: meno potenziometri, più logica
- Automazione: preset, scene, richiamo istantaneo di configurazioni complesse
- Qualità costante: niente rumore, niente drift dei componenti.

Il mixer diventa un "router audio intelligente", più vicino a un computer che a una macchina elettromeccanica. Non più apparati stand alone ma matrici collocabili anche nella sala macchine attigua.

Headroom nei sistemi digitali

Gli stessi principi dell'analogico valgono per il digitale.

Le uniche eccezioni sono i sistemi che usano floating point per calcolare e distribuire i dati, ma: *"Il floating point nei mixer digitali è uno di quei concetti che sembrano astratti finché non li colleghi alla pratica quotidiana in regia. Poi tutto diventa chiarissimo: è il motivo per cui un mixer digitale "non clippa mai" internamente, anche quando i meter sembrano impazzire."*

- l'A/D converter può comunque saturare,
- la saturazione digitale è brusca e irreversibile,
- non bisogna mai far andare un registratore digitale "nel rosso".

I limiti del digitale nei mixer di broadcast

Nonostante i vantaggi evidenti in termini di flessibilità, automazione e integrazione, i mixer digitali presentano una serie di criticità che un tecnico deve conoscere a fondo.

Alcune derivano dalla natura stessa della conversione A/D e D/A, altre dal modo in cui il segnale viene elaborato, altre ancora dall'architettura software che governa la macchina.

- Nel dominio digitale non esiste un sovraccarico morbido: superare lo 0 dBFS significa generare una distorsione dura, immediata e irreversibile.
- A differenza dell'analogico, che può saturare in modo progressivo e spesso gradevole, **il digitale non perdona**: un picco non controllato può rovinare un'intera registrazione o un'intera diretta.
- Questo richiede una gestione rigorosa dei livelli, dei limiter e dei gain staging interni.

Dipendenza totale dalla conversione A/D e D/A

- La qualità del suono dipende dalla bontà dei convertitori, dei clock e dei filtri digitali.
- Clock instabile → **jitter** → micro-variazioni temporali → perdita di definizione, immagine stereo meno stabile, sensazione di "vetrosità".
- Filtri mal progettati → pre-ringing o post-ringing, percepibili su transienti rapidi.



Latenza intrinseca

- Ogni processo digitale introduce ritardo: conversione, DSP, routing interno, plug-in, automazioni.
- In un ambiente broadcast, anche pochi millisecondi possono creare problemi. E' importante capire bene la catena del world clock per determinarne l'efficacia. Meglio, utilizzare una centralina di sincronizzazione.s

Dipendenza dal software e rischio di crash

- Il mixer digitale è un computer mascherato da mixer.
- Firmware, moduli DSP, librerie interne: tutto può bloccarsi, richiedere reboot o aggiornamenti.
- Nell'analogico, un guasto è spesso circoscritto a un modulo; nel digitale può coinvolgere l'intero sistema.

Complessità operativa e rischio di errori umani

- Menu, sottomenù, layer, snapshot, routing virtuale: la potenza del digitale può diventare un'arma a doppio taglio.
- Un errore di configurazione può:
 - silenziare un'intera sezione
 - creare loop digitali
 - introdurre latenze impreviste
 - mandare in onda la sorgente sbagliata
- L'analogico, per sua natura, è più leggibile e immediato.

Obsolescenza più rapida

- L'analogico può funzionare per decenni.
- Il digitale è soggetto a:
 - fine supporto software
 - incompatibilità con nuovi protocolli
 - componenti informatici che diventano irreperibili
- Un mixer digitale può diventare "vecchio" molto prima di un analogico.

Errori tipici da evitare sui mixer digitali

Lavorare troppo vicino allo 0 dBFS

Molti tecnici abituati all'analogico tendono a "tirare su" i livelli. Nel digitale è un errore grave: basta un picco imprevisto per generare clipping duro e irreversibile. Regola d'oro: lascia sempre margine. Un digitale ben gestito non deve mai "toccare il soffitto".

Ignorare il clock e la sincronizzazione

Un sistema digitale senza un clock stabile è come un'orchestra senza direttore: ognuno va per conto suo. Sintomi: immagine stereo instabile, transienti sfocati, sensazione di "vetrosità".

Prevenzione: un solo master clock, distribuzione pulita, niente improvvisazioni. Nonostante i banchi di regia professionali siano equipaggiati di ottimi world clock, rimango dell'opinione che un modulo master clock esterno sia da preferire...

Sovraccaricare la catena DSP

Troppi processi in serie (EQ, compressori, filtri, plug-in) possono introdurre latenza e degradazione cumulativa. Consiglio: usa solo ciò che serve davvero. Il digitale permette tutto, ma non tutto è necessario.

I limiti del digitale: quando la perfezione diventa fragile

Per anni il digitale è stato raccontato come la soluzione definitiva a ogni incertezza dell'audio. Nessun fruscio, nessuna deriva termica, nessuna tolleranza dei componenti. Tutto perfetto, tutto ripetibile.

Ma chi lavora davvero in regia sa che la perfezione, nel digitale, ha un prezzo: è una perfezione fragile, che richiede disciplina, consapevolezza e un rispetto quasi rituale per i suoi confini.

Il primo confine è quello dello **0 dBFS**, una soglia che non ammette trattative. Nell'analogico, un picco improvviso può trasformarsi in una saturazione morbida, quasi musicale; nel digitale, invece, diventa un taglio netto, una frattura che rovina irrimediabilmente il segnale.

È come camminare su un ponte sospeso: finché resti al centro sei al sicuro, ma basta un passo oltre il limite per precipitare.

Poi c'è il mondo invisibile dei **convertitori** e del **clock**, un universo fatto di microsecondi e oscillatori che devono essere perfetti, sempre. Un clock instabile introduce jitter, e il jitter non fa rumore: fa peggio.

Sfuma i contorni, indebolisce i transienti, appiattisce la scena stereo. È un deterioramento subdolo, che non si manifesta come un difetto evidente, ma come una perdita di vita, di presenza, di "aria".

La **latenza**, invece, è un limite molto più umano: la percepisci quando parli e ti senti rispondere da te stesso con un ritardo innaturale. Anche pochi millisecondi possono trasformare una diretta in un esercizio di autocontrollo.

E più il mixer è complesso, più la latenza cresce: conversioni, DSP, routing, plug-in, reti. Ogni passaggio aggiunge un granello di ritardo, e quei granelli, sommati, diventano sabbia negli ingranaggi della diretta.

Ma il digitale ha un altro tallone d'Achille: **il software**. Un mixer digitale è, in fondo, un computer travestito da mixer. E come ogni computer può bloccarsi, riavviarsi, aggiornarsi nel momento meno opportuno.

Un bug può spegnere un banco, un preset può corrompersi, un routing può sparire. Nell'analogico un guasto è quasi sempre localizzato; nel digitale, quando cade un modulo, cade l'intero castello. Anche gli algoritmi DSP non sono tutti uguali. Un EQ mediocre può rendere il suono duro, un compressore mal progettato può pompare, un limiter economico può introdurre artefatti più fastidiosi del problema che dovrebbe risolvere.

Il digitale non è automaticamente sinonimo di qualità: è sinonimo di possibilità. E le possibilità, se implementate male, diventano trappole. A questo si aggiunge la **complessità operativa**. Layer, pagine, snapshot, routing virtuali: la potenza del digitale è anche la sua opacità.

Un errore di configurazione può silenziare un'intera sezione, creare un loop digitale, introdurre una latenza imprevista. L'analogico, almeno, è leggibile: vedi un cavo, segui un percorso. Nel digitale, spesso, devi fidarti della macchina.

E poi c'è la rete. **Dante, AES67, Ravenna: il mixer non è più un'isola, è un nodo.** E ogni nodo dipende da switch, protocolli, pacchetti, sincronizzazioni. Un pacchetto perso può diventare un click in onda. Un clock non allineato può generare artefatti. Una VLAN configurata male può spegnere un'intera infrastruttura audio. Il tecnico audio, oggi, deve essere anche un tecnico di rete.

Infine, c'è un limite meno tecnico e più percettivo: il digitale, per molti, suona diverso. Più preciso, certo, ma anche più controllato, più "quadrato". Meno organico. Non è un difetto, è una caratteristica. Ma è una caratteristica che va conosciuta, accettata e gestita. Il digitale è straordinario, ma non è infallibile. È uno strumento potente, che richiede consapevolezza, metodo e rispetto. Conoscere i suoi limiti non significa diffidarne: significa usarlo meglio, con la maturità di chi sa che la tecnologia non è mai neutra, e che ogni scelta sonora è sempre, inevitabilmente, una scelta culturale.

Aspetto	Vantaggi del digitale	Limiti del digitale
Gestione del segnale	Nessun rumore, nessuna deriva, stabilità totale.	Clipping duro oltre 0 dBFS; niente saturazione morbida.
Conversione / qualità audio	Convertitori accurati; elaborazioni complesse.	Dipendenza da clock; jitter e artefatti dei filtri.
Elaborazione DSP	EQ, dinamiche e routing avanzati; alta precisione.	Qualità variabile; DSP economici → durezza/artefatti.
Routing / flessibilità	Routing virtuale, snapshot, automazioni, layer.	Complessità; rischio errori o loop di segnale.
Latenza	Molto bassa nei sistemi pro; compensazioni automatiche.	Latenza cumulativa; problemi nei rientri cuffia.
Affidabilità operativa	Nessuna ossidazione; niente potenziometri rumorosi; nessuna deriva.	Dipendenza dal software: crash, freeze, bug, reboot.
Integrazione di rete	Dante, AES67, Ravenna, MADI: grande scalabilità.	Rischi di rete: pacchetti persi, clock instabile, switch errati.
Manutenzione	Nessuna taratura; aggiornamenti migliorativi.	Obsolescenza rapida; hardware/protocolli che cambiano.
Ergonomia / workflow	Layout personalizzabili, memorie, automazioni.	Layer/menu possono nascondere errori; meno immediatezza.
Carattere sonoro	Precisione, trasparenza, ripetibilità.	Percezione di minor organicità; transienti più "quadrati".

Limiti del digitale

- Clipping digitale duro e irreversibile oltre 0 dBFS; nessuna saturazione "morbida"
- Dipendenza totale da clock e convertitori; rischio di jitter, pre-ringing, artefatti dei filtri
- Algoritmi variabili per qualità; DSP economici possono introdurre durezza, pumping, artefatti
- Complessità operativa; errori di configurazione possono silenziare intere sezioni o creare loop
- Latenza cumulativa da conversioni, DSP, rete; problemi nei rientri cuffia e nel parlato in diretta
- Dipendenza dal software: crash, freeze, bug, necessità di reboot o aggiornamenti
- Rischi di rete: pacchetti persi, clock non sincronizzato, switch mal configurati.

Il mercato internazionale

Negli anni 2000 e 2010 emergono marchi che definiscono lo standard:

- Axia / Telos Alliance, pionieri dell'audio over IP
- Lawo, riferimento per broadcast di alto livello
- Studer, con superfici di controllo ergonomiche
- DHD, molto diffuse nelle radio europee
- Wheatstone, Americani ricercati anche in Europa
- **Datemi l'ergastolo ma chiudetemi in cella con un mixer Mandozzi**

Il mercato si sposta verso soluzioni modulari, reti AoIP / Dante _ Ravenna o altri e superfici di controllo leggere, spesso senza audio al loro interno.

Un sistema audio Dante o RAVENNA in ambito radiofonico funziona come una rete audio-over-IP professionale: invece di usare cavi analogici o AES/EBU punto-punto, tutto l'audio viaggia su una normale rete Ethernet, con qualità broadcast e latenza molto bassa.

Per una radio moderna è una rivoluzione: routing flessibile, ridondanza, sincronizzazione precisa e gestione centralizzata.

Di seguito una panoramica chiara e completa, pensata proprio per il tuo contesto tecnico-editoriale.

Come funziona Dante o Ravenna in una radio

Concetto base: Audio-over-IP (AoIP)

- L'audio viene convertito in pacchetti IP
- I pacchetti viaggiano su una rete Ethernet standard (1 GbE è più che sufficiente)
- Ogni dispositivo diventa un "nodo" della rete: mixer, codec, processori, PC, interfacce, trasmettitori.

Clock e sincronizzazione

La radio richiede sincronizzazione perfetta per evitare click, drift o artefatti.

Dante

- Usa PTP v1 (Precision Time Protocol) per sincronizzare tutti i dispositivi
- Elegge automaticamente un master clock
- Latenza configurabile (tipicamente 1 ms o meno).

Ravenna

- Usa PTP v2, più preciso e robusto
- Pensato per ambienti broadcast complessi (EBU, AES67)
- Latenza anche sotto 250 μ s con hardware adeguato.
-

Routing dell'audio

Il routing non è più fisico ma logico.

Dante

- Si usa Dante Controller:
 - Vedi tutti i dispositivi in rete
 - Clicchi "trasmetti → ricevi" e la patch è fatta
 - Routing immediato, molto intuitivo.

Ravenna

- Routing tramite NMOS IS-04/05 o interfacce proprietarie (Lawo, Merging, ecc.).
- Più complesso ma estremamente flessibile e standardizzato.

Ridondanza

Fondamentale in radio.

- DANTE: modalità Primary/Secondary su doppia rete fisica
- RAVENNA: ridondanza SMPTE ST 2022-7 (seamless switching), livello broadcast televisivo.

Compatibilità AES67

Entrambi possono parlare AES67, lo standard comune

- DANTE: compatibilità AES67 attivabile (non su tutti i device)
- RAVENNA: nativamente AES67.

Questo permette a mixer, processori, codec e playout di marche diverse di interoperare.

Applicazioni tipiche in una radio

- Collegamento mixer → processore → codec → trasmettitore senza cavi audio
- Distribuzione audio tra studi diversi
- Integrazione con sistemi di automazione (mixer virtuali, playout)
- Routing dinamico per regie mobili o eventi
- Monitoraggio e controllo centralizzato.

Differenze operative sintetiche

Aspetto	Dante (dettagliato)	RAVENNA (dettagliato)
Facilità d'uso	Configurazione molto semplice tramite Dante Controller; discovery automatico dei dispositivi; patching intuitivo; ideale per installazioni rapide e personale non tecnico.	Richiede competenze di rete più avanzate; configurazione manuale più articolata; maggiore flessibilità ma meno immediata; pensato per ambienti broadcast strutturati.
Clock	Usa PTP v1 (IEEE 1588-2002); sufficiente per reti mediopiccole; sincronizzazione stabile ma meno precisa rispetto a PTP v2; tollerante a switch non ottimizzati.	Usa PTP v2 (IEEE 1588-2008); precisione molto elevata; ideale per reti broadcast complesse; supporta boundary/transparent clock; richiede switch professionali configurati correttamente.
Latenza	Latenza bassa e configurabile (tipicamente 1–5 ms); ottima per live, installazioni e studi radio; performance costante anche su reti non dedicate.	Latenza molto bassa (anche sotto 1 ms); progettato per applicazioni critiche broadcast; gestione avanzata dei buffer; prestazioni ottimali su reti dedicate e ben configurate.
Ridondanza	Schema Primary/Secondary semplice e robusto; failover rapido; ideale per installazioni live e corporate; configurazione immediata.	Supporto nativo a ST 20227 (seamless protection switching); ridondanza "hitless" senza perdita di pacchetti; standard broadcast di alto livello.
Interoperabilità	Ottima all'interno dell'ecosistema Dante; compatibilità AES67 possibile ma non sempre immediata; richiede configurazioni specifiche per bridging con altri sistemi.	Interoperabilità nativa AES67 ; integrazione diretta con sistemi broadcast ST2110; massima apertura verso standard IP professionali.
Target	Studi radio, live, installazioni fisse, teatri, corporate AV; ideale per chi vuole semplicità, stabilità e rapidità di deployment.	Broadcast professionale, TV, grandi reti IP, infrastrutture complesse; scelto quando servono precisione, ridondanza avanzata e standard aperti.

Perché una radio dovrebbe scegliere Dante o Ravenna

- Dante: rapidità, semplicità, enorme ecosistema
- Ravenna: standard aperto, precisione, robustezza broadcast, integrazione con Lawo, Merging, Riedel.

Conclusione: la maturità del digitale

Arrivati a questo punto, è evidente che il digitale non è né un nemico né un salvatore. È uno strumento complesso, raffinato, capace di risultati straordinari, ma che pretende dal tecnico un livello di attenzione superiore rispetto all'analogico.

Dove l'analogico perdona, il digitale punisce; dove l'analogico mostra i suoi limiti in modo evidente, il digitale li nasconde dietro numeri perfetti e interfacce eleganti.

La vera differenza non sta nella tecnologia, ma nella **cultura operativa**. Un mixer digitale dà il meglio di sé quando chi lo usa conosce i suoi confini: sa gestire i livelli con disciplina, controlla la latenza, cura il clock, verifica la rete, mantiene aggiornato il firmware senza improvvisazioni. È un ecosistema, non un semplice banco.

Eppure, proprio questa complessità è ciò che ha reso il digitale lo standard del broadcast moderno. La possibilità di richiamare una configurazione in un istante, di distribuire l'audio su una rete, di integrare DSP avanzati, di automatizzare processi che un tempo richiedevano mani esperte e tempi lunghi: tutto questo ha trasformato il modo di lavorare in regia.

Il digitale non è perfetto, ma è **coerente**: fa esattamente ciò che gli chiedi, nel bene e nel male. E questa coerenza, se compresa e rispettata, diventa un alleato formidabile.

Il tecnico di oggi non deve scegliere tra analogico e digitale: deve conoscere entrambi, comprenderne la logica, e decidere quale usare in base al contesto, non alla nostalgia o alla moda.

In definitiva, il digitale è uno strumento potente che richiede maturità. Non basta accenderlo: bisogna capirlo. E quando lo si capisce davvero, smette di essere fragile e diventa ciò che deve essere: un'estensione precisa, affidabile e flessibile della volontà del tecnico.

Non una sostituzione, ma un'eredità

Il digitale non ha cancellato l'analogico: lo ha trasformato.

Il gesto del fonico, la sensibilità per il suono, la logica del flusso radiofonico restano le stesse. Cambiano gli strumenti, non il mestiere.

Eppure, chi ha lavorato con un mixer analogico sa che c'era qualcosa di irripetibile: il profumo della polvere calda, il fader che opponeva resistenza, il rumore di fondo che raccontava la vita della macchina. Il digitale ha portato efficienza, precisione e affidabilità, ma l'analogico ha lasciato un'eredità emotiva e culturale che nessun DSP potrà mai replicare.