

CONNETTORI E CAVI AUDIO NELLO STUDIO RADIOFONICO

Chi non ha imprecato almeno una volta cercando di eliminare quel fastidioso ronzio a 50 Hz, generato dalla linea di rete o da interferenze elettromagnetiche?

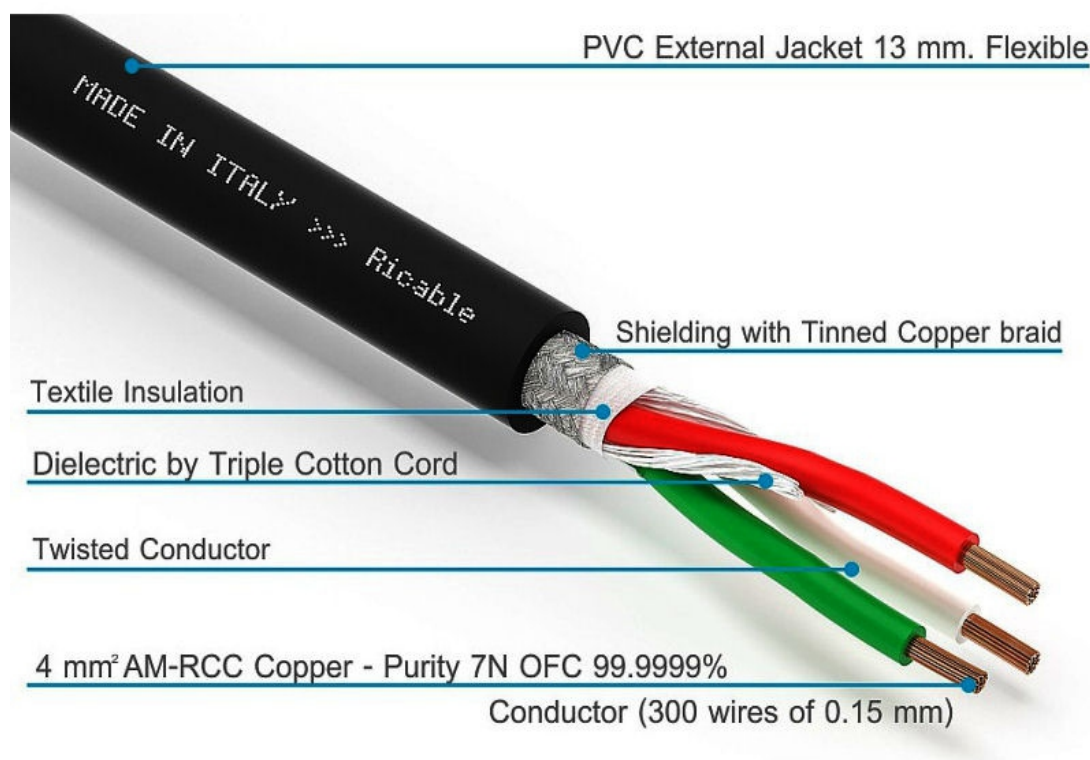
E chi non ricorda quando i trasmettitori venivano installati il più lontano possibile dalla sala di conduzione (spesso nel bagno) per evitare disturbi dovuti ai campi di radiofrequenza?

Solo le apparecchiature broadcast di fascia alta, dotate di collegamenti bilanciati su connettori XLR, riuscivano a mitigare il problema, seppur con risultati variabili.

Pochi editori erano disposti a investire cifre importanti per importare dagli Stati Uniti cavi schermati a doppia calza, con isolamento in Teflon (e non in PVC) e **addirittura un filetto di canapa o cotone per il controllo dell'umidità**.

Non ho mai creduto all'idea che un cavo "migliori" la qualità audio di un impianto, ma sono assolutamente certo del contrario: un cavo scadente può degradare qualunque segnale.

Per questo, in ambito analogico, si valutavano con attenzione le caratteristiche elettriche del cavo - resistenza, capacità e induttanza - insieme ai fenomeni di dispersione e attenuazione, che aumentavano con la lunghezza o con una costruzione poco accurata. Con il digitale, molti di questi problemi sono stati quasi del tutto superati.



Il filo di cotone riempie gli spazi interni e **mantiene i conduttori perfettamente centrati**.

Evita che il rame si muova, si torca o si schiacci quando il cavo viene piegato o calpestato.

Il cotone, essendo un materiale **dielettrico leggero e stabile**, aiuta a mantenere costante questa distanza.

- Nei cavi microfonic professionali è fondamentale
- Il cotone assorbe piccole quantità di umidità e contribuisce a stabilizzare l'ambiente interno del cavo
- Questo aiuta a mantenere costanti le proprietà dielettriche nel tempo.

Per i segnali AES3 (AES/EBU), così come per il DMX, sono necessari cavi con impedenza caratteristica di 110 Ohm: più questo valore è preciso e con tolleranze ridotte, minore è la probabilità di errori di trasmissione.

In condizioni standard, un segnale AES3 può percorrere fino a 100 metri. Esiste anche una versione su connettore BNC, oggi quasi scomparsa, e la variante consumer nota come S/PDIF. Vale la pena ricordare anche il manuale del processore Orban 8000: nei primi anni '80 si raccomandava che il cavo composito non superasse i 13 cm...

Storia e considerazioni

Uno dei compiti più delicati per un tecnico audio è garantire un segnale analogico pulito e stabile lungo l'intera catena. In questo contesto, cavi e connettori hanno sempre avuto un ruolo fondamentale.

I primi studi utilizzavano connettori DIN, circolari, con piedini disposti radialmente.

Erano molto diffusi nelle piastre di registrazione perché permettevano di trasportare contemporaneamente ingressi, uscite e massa comune. Tuttavia, l'uso di cavi sottili raccolti in un'unica calza e la scarsa schermatura del connettore li rendevano vulnerabili a ronzii e interferenze.

Successivamente arrivarono gli RCA ("pin"), che migliorarono la situazione grazie alla separazione dei canali, riducendo parzialmente la suscettibilità ai disturbi. Poi fu la volta dei jack, molto diffusi in ambito musicale e semi-professionale, fino all'adozione dei connettori XLR e TRS, che introdussero il trasporto bilanciato del segnale.

Il bilanciamento rappresentò un vero salto di qualità: la reiezione dei disturbi di modo comune permise collegamenti più lunghi, stabili e affidabili, diventando lo standard negli studi professionali.

Buone pratiche negli studi moderni

- Negli studi radiofonici attuali si utilizzano esclusivamente cavi bilanciati (due conduttori più calza), che consentono la cancellazione del rumore captato lungo il percorso tramite il principio della *Common Mode Rejection*

- Per installazioni fisse in rack sono preferibili cavi con schermatura in foglio di alluminio (foil) e filo di dreno: sottili, ordinati e ideali per cablaggi ad alta densità
- Per i cavi microfonici mobili è invece consigliata la schermatura a treccia di rame, più robusta alle sollecitazioni meccaniche. Nei cavi di fascia alta, la presenza di un filo di cotone interno aiuta a gestire l'umidità e a stabilizzare la struttura nel tempo
- Evitare di far correre i cavi di bassa frequenza parallelamente ai cavi di alimentazione elettrica (Perché la 50hz è come il demonio, la trovi ovunque)
- Se l'incrocio è inevitabile, farlo a 90° per ridurre l'induzione di ronzio generata dai campi magnetici variabili.

In ambienti con elevato inquinamento elettromagnetico (prossimità di trasmettitori, router, server o linee di potenza), è consigliato l'uso di cavi **Star-Quad**.

- Quattro conduttori intrecciati in configurazione simmetrica
- Migliore reiezione del rumore indotto rispetto ai cavi bilanciati standard
- **Riduzione tipica del rumore di 10-15 dB in condizioni critiche**
- Un cavo non etichettato a entrambe le estremità è da considerarsi inutilizzabile durante un'emergenza tecnica. Raccomandazioni:
 - Applicare etichette stampate su entrambi i lati.
 - Proteggere le etichette con **guaine termorestringenti trasparenti** per garantirne la leggibilità nel tempo.



Attenzione ai Cannon fasulli, preferite i Neutrik

Raggio di curvatura

- Non piegare mai i cavi ad angolo retto.
- Rispettare un raggio di curvatura minimo pari a **5-10 volte il diametro del cavo**, per evitare micro-fratture dei conduttori e deterioramento della schermatura.

Saldature e crimpature

- La saldatura a stagno **lead-free** rimane lo standard per l'assemblaggio dei connettori XLR
- Per patch-bay ad alta densità, le connessioni a **crimpare** o a **perforazione d'isolante (IDC)** garantiscono maggiore velocità di cablaggio, uniformità e affidabilità meccanica.

Standard di riferimento

- Per i cavi, lo standard consolidato nel settore professionale è **Belden**
- Per i connettori, la serie **Neutrik XX** rappresenta la scelta di riferimento per robustezza, qualità dei contatti e durata operativa.

La differenza tra audio bilanciato e sbilanciato riguarda principalmente la gestione del rumore e delle interferenze: il bilanciato è progettato per ridurle, lo sbilanciato no.

Audio sbilanciato

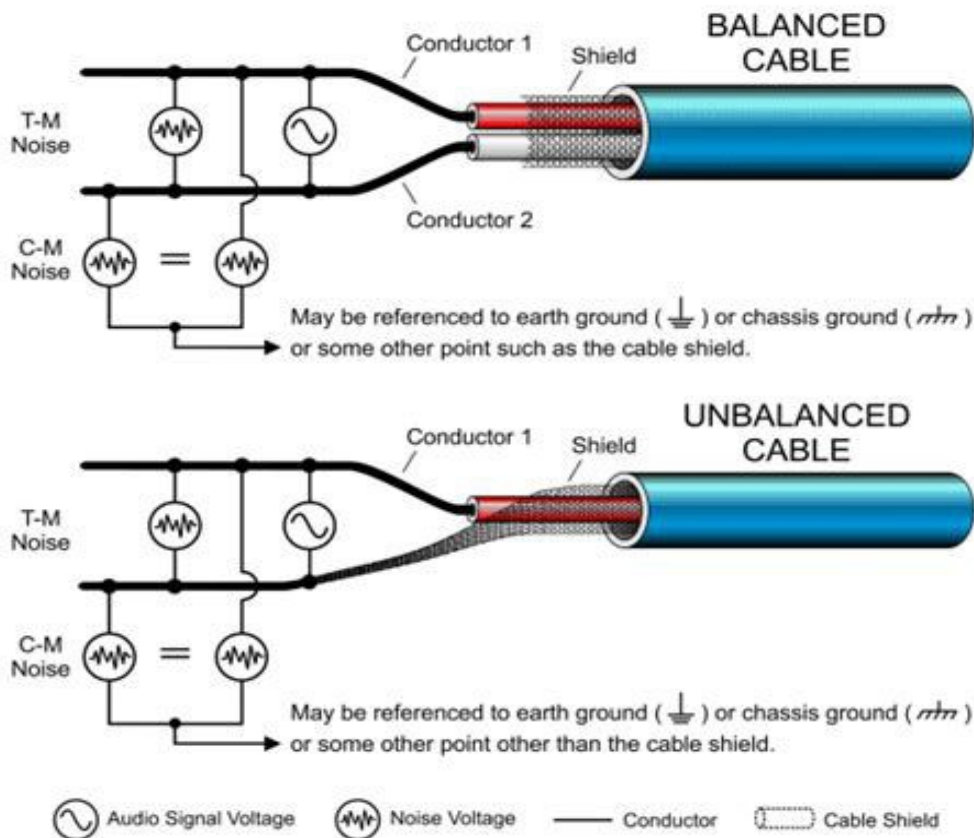
- **Struttura del segnale:** utilizza due conduttori: uno porta il segnale, l'altro funge da massa/schermatura
- **Connettori tipici:** jack TS (mono), RCA
- **Vantaggi:** semplice, economico, diffuso in strumenti musicali e apparecchi consumer
- **Svantaggi:** suscettibile a interferenze elettromagnetiche e radiofrequenze, soprattutto su lunghe distanze
- **Uso ideale:** collegamenti brevi (entro 5-6 metri), strumenti musicali, hi-fi domestico.

Audio bilanciato

- **Struttura del segnale:** utilizza tre conduttori: segnale positivo (+), segnale negativo (-, in controfase) e massa/schermatura
- **Connettori tipici:** XLR, jack TRS
- **Vantaggi:** il rumore captato lungo il cavo viene annullato perché presente in entrambe le linee e si cancella al momento della somma
- **Svantaggi:** costo maggiore, connettori più ingombranti

- **Uso ideale:** collegamenti professionali, lunghe distanze (anche oltre 100 metri), ambienti con molte apparecchiature elettroniche.

Aspetto	Sbilanciato	Bilanciato
Conduttori	2 (segnale + massa)	3 (segnale +, segnale -, massa)
Connettori tipici	RCA, TS (jack mono)	XLR, TRS (jack stereo)
Reiezione del rumore	Bassa: molto sensibile a interferenze, loop di massa e disturbi RF	Alta: cancellazione del rumore per differenza, ottima immunità ai disturbi
Lunghezza consigliata	Qualche metro (2-5 m)	Oltre 100 m senza degrado significativo
Uso tipico	Hi-fi domestico, strumenti musicali, apparecchi consumer	Studi radiofonici, broadcast, live, installazioni professionali



Cavi digitali negli studi radiofonici

Beati coloro che non hanno dovuto combattere con ronzii, disturbi indotti da campi magnetici o interferenze radiofrequenza. Chi ha iniziato recentemente a lavorare in questo settore ha avuto la fortuna di cablare direttamente con **cavi digitali**.

I cavi digitali hanno rivoluzionato il trasporto del segnale all'interno degli studi radiofonici. A differenza dei cavi analogici, non veicolano un'onda continua ma pacchetti di dati binari (0 e 1), riducendo in modo drastico il rischio di degradazione del segnale lungo il percorso.

Caratteristiche principali

- **Trasmissione del segnale:** il dato digitale è meno sensibile a interferenze e disturbi elettromagnetici, purché il cavo sia di buona qualità
- **Standard più diffusi:** AES/EBU (su XLR bilanciato), S/PDIF (su RCA o ottico), e connessioni ottiche Toslink
- **Lunghezza massima:** i cavi digitali hanno limiti più rigidi rispetto agli analogici; oltre certe distanze possono verificarsi errori di trasmissione o perdita di sincronizzazione
- **Schermatura:** fondamentale per evitare jitter e drop-out, soprattutto in ambienti ricchi di apparecchiature elettroniche.

Peculiarità

- **Qualità costante:** finché il segnale digitale arriva integro, la qualità rimane invariata; non esistono "sfumature" come nell'analogico (o funziona, o non funziona)
- **Fragilità meccanica:** i cavi ottici, pur garantendo un'ottima immunità ai disturbi, sono più delicati e sensibili a piegature e urti
- **Compatibilità:** è importante rispettare gli standard di trasmissione (AES/EBU vs S/PDIF) per evitare problemi di interfacciamento tra apparecchiature. In ambienti professionali, privilegiare lo standard **AES/EBU** su XLR, più robusto e affidabile rispetto a S/PDIF
- **AES/EBU e l'Impedenza:**
 - Sebbene l'XLR sia lo stesso dell'analogico, il cavo **deve** avere un'impedenza nominale di **110 Ohm**. Usare un cavo microfonico standard (circa 40-70 Ohm) per un segnale AES/EBU può causare riflessioni di segnale che portano a errori di clock intermittenti e "clic" digitali.
- **Il Jitter (L'instabilità temporale):**
 - Un cavo digitale scadente arrotonda i fronti dell'onda quadra, rendendo difficile per il ricevitore capire esattamente *quando* inizia un bit.
- **S/PDIF vs AES/EBU:**

- l'AES/EBU trasporta dati ausiliari (metadata) che lo S/PDIF spesso ignora. In radio, questo può fare la differenza per il trasporto di informazioni di stato del segnale
- **Word Clock:** Spiega che nei sistemi digitali complessi non basta il cavo di segnale; serve spesso un cablaggio dedicato per il clock (solitamente su cavo coassiale 75 Ohm con connettori BNC) per mantenere tutti gli apparati in perfetta sincronia. **Distanze:** Se devono superare i 100 metri, bisogna passare alla fibra ottica o all'AoIP, poiché l'AES/EBU tradizionale inizia a degradare sensibilmente.

Caratteristica	Cavi analogici	Cavi digitali
Tipo di segnale	Onda continua variabile	Dati binari (0 e 1)
Qualità del segnale	Può degradarsi gradualmente (rumore, fruscii, interferenze)	Qualità costante finché il segnale arriva integro
Sensibilità ai disturbi	Alta: molto suscettibili a interferenze EM/RF	Bassa: schermatura efficace, possibili jitter/clock error
Lunghezza massima	Estendibile con cavi schermati e bilanciati	Limitata: oltre certe distanze compaiono errori
Manutenzione	Richiede controlli frequenti (cavi, spinotti, ossidazione)	Meno soggetti a degrado, ma connettori/fibre delicati
Costo	Generalmente più basso	Più alto (AES/EBU, ottici, standard pro)
Applicazioni	Microfoni, strumenti musicali, mixer	Interfacce digitali, processori audio,

La mia opinione sui cavi

Il digitale ha semplificato la vita dei tecnici radiofonici, garantendo stabilità e qualità costante del segnale. Tuttavia, non bisogna cadere nell'illusione che "digitale" significhi "eterno": anche i cavi digitali invecchiano, i connettori si usurano e la manutenzione rimane un fattore chiave per la longevità dell'impianto.

Tipo di cavo	Pro	Contro
Analogici	Suono "caldo" e naturale, grande compatibilità	Degrado progressivo, suscettibilità a rumori e interferenze
Digitali	Stabilità, immunità ai disturbi, qualità costante	Fragilità meccanica, limiti di lunghezza, costo maggiore

CONNETTORI

Il Canon lo standard indiscusso per i segnali bilanciati.

- l'uso di connettori con **contatti dorati** come i Neutrik XX garantiscono la durata nel tempo. Nel 2026, con l'aumento delle micro-correnti nei preamplificatori digitali, l'ossidazione dell'argento può causare rumori quasi impercettibili (crackling) che rovinano una diretta.
- Le **schermature EMC** (come i Neutrik EMC-XLR), che integrano un filtro capacitivo per respingere le interferenze a radiofrequenza (RFI), vitali se lo studio è vicino al trasmettitore.

Jack TRS (6.35mm)

Il Jack è comodo ma "pericoloso" perché durante l'inserimento mette momentaneamente in corto i contatti. (**PRIMA DI INSERIRE UN JACK SAREBBE BENE SPEGNERE L'APPARATO**)

- In uno studio radiofonico, usa solo Jack **TRS (bilanciati)**. Evita i connettori economici in plastica; punta su corpi in metallo pressofuso per garantire una messa a terra efficace del corpo del connettore.

Connettori Multipolari (DB25 e RJ45)

Il cablaggio "punto a punto" sta lasciando spazio a soluzioni di massa.

- **DB25 (D-Sub):** È lo standard per collegare banchi analogici a interfacce AOIP (Dante/AES67). Il consiglio è di seguire rigorosamente lo **standard Tascam** per la piedinatura (pinout), che è il più universale. Chi è vecchio come me impiegherà del tempo a capire ma poi ci si fa.



 **Dante™**

- **RJ45 per l'Audio Analogico:** Molti produttori (come Wheatstone o Axia) usano connettori RJ45 e cavi CAT6 per trasportare audio analogico bilanciato (standard StudioHub). È una soluzione economica e veloce, ma richiede pinze a crimpare professionali per evitare falsi contatti.



Prima di dire Parolacce...

Ricordate che un connettore saldato bene ma teso male durerà pochi mesi.

- Verificate sempre l'efficacia del pressacavo. La guaina del cavo deve essere bloccata fermamente all'interno del connettore, in modo che la tensione meccanica non gravi sulle saldature.

Saldatura e Manutenzione

- Una saldatura "fredda" (opaca) è il fallimento di uno studio.
- Usate stagno di alta qualità (ormai obbligatoriamente *lead-free* per normativa RoHS, ma con aggiunta di argento per migliorare la conduzione).