

Metodo SIMPEST+

Audio Cables Tests Made Easy

**Un metodo di valutazione dell'integrità del segnale per cavi audio basato sullo strumento
SIMPEST+**

Per. Ind. Giampiero Vecchio
Alias Juan Del Vecchio

Indice

Introduzione	3
Quadro teorico	4
Metodo di misura	7
Note di lettura dei dati	13
Risultati sperimentali	14
Interpretazione dei Risultati	18
Classifica dei cavi testati	20
Confronto con gli strumenti di misura e metodi esistenti	21
Applicazioni nell'ingegneria audio e Conclusioni	22
Disponibilità dei Dati	23
Ringraziamenti - Saluti	24
Riferimenti	24

Introduzione

I cavi impiegati nei sistemi di riproduzione audio, siano essi di potenza o di segnale, hanno da sempre suscitato polemiche dividendo letteralmente in due, appassionati, tecnici e operatori di settore, una spaccatura vera e propria che divide tra chi - da una parte - sostiene che i cavi incidono sull'esperienza di ascolto e chi invece sostiene a spada tratta che questi, purché di sezione adeguata, non hanno alcuna influenza sul segnale elettrico che vi transita e quindi sull'ascolto finale della musica.

Una diatriba che dura da decenni e che ha visto coinvolte decine, se non centinaia di migliaia di persone in tutto il mondo, non può essere basata sul nulla, pertanto sarebbe davvero sciocco pensare che la verità stia da una parte soltanto o semplicisticamente stia in mezzo.

Che invece, alla base di tutto questo esistano delle ragioni ben precise, sarebbe la cosa più logica da pensare ed è per questo che in passato molti tecnici e/o appassionati con competenze elettriche ed elettroniche si siano spesi per dimostrare l'una o l'altra tesi.

E via con misure di resistività, impedenza e capacità parassite, risposte in frequenza, risposte all'impulso, immunità ai disturbi indotti e chi più ne ha, più ne metta.

Tutti gli studi condotti ad oggi, hanno alla fine rafforzato l'idea che un cavo ben progettato, ben realizzato e ben dimensionato per l'applicazione specifica in cui viene impiegato, non può alterare il segnale musicale al punto da influenzarne l'esperienza di ascolto.

Le teorie e ancora di più le migliaia di prove eseguite e sperimentate sui cavi, hanno indotto buona parte della comunità scientifica e, ovviamente anche buona parte degli appassionati a sostenere che i cavi per applicazioni audio, non hanno alcuna influenza sostanziale sull'esperienza di ascolto, neppure su impianti audio di livello molto elevato o High End che dir si voglia.

La diretta conseguenza di tale assunto, è stata quella di collocare - chi invece continua a sostenere che le differenze all'ascolto esistono - in una particolare categoria di persone affette da una sorta di auto-suggestionabilità, accusandole di soffrire un pre-condizionamento che ne altera l'esperienza di ascolto e che nulla ha a che vedere con la reale differenza sulla riproduzione audio tra l'impiego di uno specifico cavo e un'altro.

E al fine di rincarare la dose nei confronti di quest'ultimi, sono intervenuti con le sessioni di ascolto in cieco e in doppio cieco, cercando in tutti i modi di dimostrare e in ultimo confermare, che cavi diversi non fanno differenza ai fini dell'ascolto.

Ma allora è proprio vero che questo enorme gruppo di persone in grado di sentire / percepire differenze tra diversi cavi impiegati, sia davvero auto suggestionato e pre condizionato al punto da avere - per così dire - delle vere e proprie travisazioni uditive?

Personalmente, da grande appassionato di musica e studioso di elettronica e fisica acustica, mi sono trovato più volte ad affrontare l'argomento, trovandomi io stesso a sperimentare - seppur piccole -

differenze all'ascolto impiegando cavi differenti tra loro.

Sono più volte giunto ad un livello di curiosità tale, da realizzare dei commutatori radiocomandati che permettessero la commutazione dei cavi “al volo” durante le sessioni di ascolto, proprio al fine di smentire o confermare le differenze che “avevo sentito” e i risultati di tali commutazioni, sono spesso stati sorprendenti.

Con mio grande stupore, ho avuto modo di osservare che le differenze all'ascolto non erano costanti e che queste assumevano maggiore evidenza con brani diversi e soprattutto a diversi livelli (nel senso del volume) di ascolto.

Il dato certo è, che anche io dunque avevo rilevato differenze all'ascolto e che quindi, da tecnico, mi ero reso conto che doveva necessariamente esserci qualcosa che andava oltre quanto sin ora rilevato a livello strumentale, le attuali teorie e lo stato della tecnica.

Ciò mi ha spinto a riprendere la ricerca e a valutare la possibilità di utilizzare metodi alternativi di analisi del fenomeno, rispetto a quelli adottati sino adesso.

Quadro teorico

L'analisi del comportamento di un cavo elettrico al passaggio del segnale audio, non può prescindere dall'analisi di quest'ultimo.

Partendo dalle origini della sua composizione possiamo affermare che si tratta di un segnale composto dove sono presenti – istante per istante – una miscela di segnali con intensità e frequenze tra loro diverse.

Ogni strumento contenuto nel programma musicale contribuisce al mix con una propria frequenza base e le rispettive armoniche, lo stesso avviene per le voci umane e il canto.

Questo insieme di segnali elettrici che vengono miscelati danno dunque origine – come dicevo prima – ad un segnale composto le cui correnti sono in taluni istanti di segno opposto, ovvero in opposizione di fase.

Ma prima di procedere con questa disamina, per spiegare meglio ciò che ho osservato, procediamo con un esempio: trascuriamo per il momento il complesso armonico dei segnali musicali e concentriamo la nostra attenzione su dei segnali primari privi di contenuto armonico (segnali con frequenze multiple e intensità via via decrescente rispetto alla frequenza principale).

Ipotizziamo dunque di miscelare due segnali di pari frequenza e pari ampiezza di tensione ma in opposizione di fase: il segnale risultante sarà pari a zero, perché ovviamente i due segnali, trovandosi in opposizione di fase si annulleranno.

Per una migliore comprensione dei non addetti ai lavori, mi si conceda un ulteriore esempio con delle pile.

Se colleghiamo 4 pile da 1,5 volts ciascuna in serie tra loro, rispettando la polarità, ovvero collegando il positivo della prima al negativo della successiva fino all'ultima pila, all'estremità della serie avremo $1,5V \times 4 =$ una tensione totale di 6 volts.

Ora, se prendiamo una pila della serie di 4 e ne invertiamo la polarità, questa annullerà una delle altre 3 pile e dunque alle due estremità della serie, avremo una tensione di $(3 \times 1,5V) 4,5V - 1,5V = 3V$: ebbene sì, la tensione della pila con la polarità invertita andrà a sottrarsi alla tensione totale della serie.

Ne risulta ovvio che, se invertiamo la polarità di due pile anziché una, la tensione alle estremità della serie risulterà completamente annullata, cioè $3V - 3V = 0$ Volts

Con questo esempio chiariamo che le tensioni e dunque i segnali in opposizione di fase si sottraggono fino ad annullarsi completamente quando la loro ampiezza si equivale.

Dunque il principio, come avviene per la tensione a corrente continua delle pile, è identico per i segnali a corrente alternata e frequenza variabile dei segnali musicali.

Torniamo adesso ai nostri due segnali audio di pari frequenza ma in opposizione di fase; se la loro intensità fosse uguale, come abbiamo visto, il segnale miscelato risultante sarebbe pari a zero, ma cosa succede se il secondo segnale (che ricordiamo essere in opposizione di fase) avesse una ampiezza di solo il 10% rispetto al primo?

In questo caso il mix risulterebbe in una attenuazione del 10% e il valore in uscita risulterebbe con una ampiezza pari al 90% del segnale maggiore all'ingresso del mixer.

Fatta questa osservazione, riportiamo adesso l'ampiezza del secondo segnale al pari del primo, ma spostiamo la sua frequenza verso l'alto di un fattore 3; poniamo il primo segnale A ad esempio ad una frequenza di 1000 Hz ed il segnale B ad una frequenza di 3000 Hz.

Se andiamo ad osservare adesso i due segnali attraverso un oscilloscopio, in modo tale che siano visivamente sovrapposti, possiamo verificare come ciclicamente i due segnali si intersecano in opposizione di fase: il fronte di salita di A incrocia il fronte di discesa di B, dando origine - in corrispondenza di tali incroci - di fatto a correnti contrastanti, alias in opposizione di fase tra loro, i quali producono delle (continue) micro (nano) attenuazioni / cancellazioni.

Ecco, questo è il nuovo punto di osservazione sul quale mi sono concentrato e che in questa opera ho inteso portare alla luce. Definire e in definitiva misurare le perdite dovute alle correnti contrastanti nei segnali musicali che, a mio modesto parere, vanno oltre la semplicistica definizione di distorsione di intermodulazione dei segnali e che, potrebbero essere alla base delle pur lievi differenze che in molti rilevano durante l'ascolto della musica attraverso l'uso di cavi tra loro differenti.

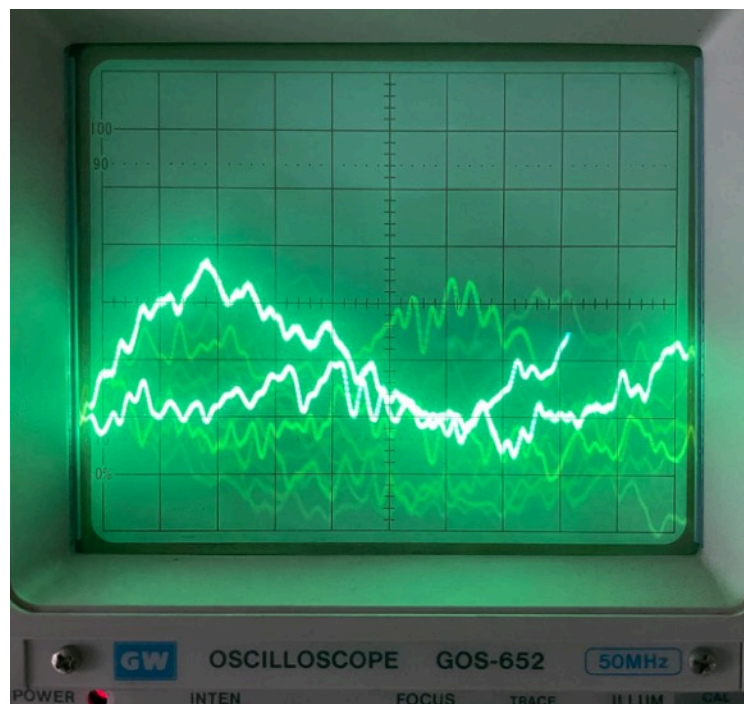
La mia domanda è: ci sono dunque delle perdite nei cavi legate alle “correnti contrastanti”

intrinseche nei segnali musicali che possono variare con le caratteristiche fisiche di quest'ultimi? E se queste esistono, possono essere misurate?

Per rispondere a queste domande è indispensabile cambiare in modo radicale l'approccio al problema, il metodo di misura e valutazione dei parametri fisici ed elettrici dei cavi e - paradossalmente - bisognerà mettere da parte la canonica legge di Ohm universalmente utilizzata per il loro dimensionamento, in quanto relativa al trasporto dell'energia elettrica e andare invece a vedere cosa succede davvero all'interno del cavo, mentre è sottoposto a campi elettrici che in modo ciclico e continuo danno luogo a istanti con correnti tra loro in opposizione di fase.

Come si comporta il flusso elettronico? Quale è la massa elettronica coinvolta? Quali fattori esterni ne influenzano il comportamento?

Il lavoro di ricerca è tutt'altro che compiuto e per il momento, nel tentativo di gettare le basi per dare una risposta a queste domande, andiamo a realizzare uno strumento che ci permetta di confrontare in modo credibile ciò che “entra” con ciò che “esce” da un cavo interessato al passaggio (trasporto) di un segnale musicale complesso.



In figura un istante fotografico di un brano musicale in transito sul cavo: E' possibile osservare una moltitudine di segnali concorrenti sia in fase che in opposizione di fase appunto come dicevamo prima.

Metodo di misura

In questa analisi andremo ad analizzare in primo luogo il comportamento dei cavi di potenza, ovvero i cavi che tipicamente collegano gli amplificatori ai diffusori acustici.

Messa da parte la questione legata alla portata in corrente e le potenziali cadute di tensione del cavo, visto che quel tipo di indagine in passato non ha condotto a risposte adeguate e ha invece favorito conclusioni in antitesi con la nostra premessa, ci concentreremo sull'analisi delle differenze (se queste esistono davvero) tra ciò che esce dall'amplificatore e ciò che giunge effettivamente al diffusore.

Per farlo, avremo bisogno di uno strumento di misura differenziale in grado di rilevare segnali molto piccoli e confrontarli, mostrandone il risultato su un display in grado di visualizzare sia grandezze positive sia grandezze negative.

La necessità di potere rilevare anche grandezze negative, ovvero casi in cui il segnale complesso A all'ingresso del cavo potesse in talune circostanze risultare “minore” del segnale complesso B rilevato all'uscita del cavo, è dovuta al fatto che - come vedremo più avanti - (e il fenomeno è tutt'altro che remoto) in talune circostanze, le rotazioni di fase e gli anticipi, nonché le attenuazioni istantanee di cui dicevo prima, possono far sì che all'uscita del cavo il segnale sia in valore assoluto maggiore di quello in entrata.

Ma vediamo come avvengono le misure. Sia il segnale all'ingresso del cavo (uscita dell'amplificatore) che quello all'uscita del cavo (ovvero all'ingresso del diffusore), vengono prelevati per il tramite di due sonde e portati sullo strumento di misura.

Ciascun segnale viene convertito in unidirezionale per il tramite di un raddrizzatore di precisione a doppia semionda, esso è realizzato con degli amplificatori operazionali dedicati i quali garantiscono che sul segnale trattato non vi siano perdite apprezzabili ai fini del confronto e dunque delle misure.

I due segnali A e B ormai perfettamente raddrizzati, sono mantenuti alternati ma unidirezionali. Prima di giungere allo stadio amplificatore differenziale, anch'esso realizzato per il tramite di amplificatori operazionali di precisione, questi vengono appoggiati ad un buffer che ne stabilizza l'andamento e lo rende immune da disturbi esterni o perdite dovute al “carico” dello stadio successivo.

A valle dei due buffer, ho previsto la possibilità di inserire dei condensatori di filtro che permettono di rendere il segnale stabile e continuo (non più pulsante).

L'inserimento di tali condensatori in sede di misura, introduce una sorta di funzione “SLOW” sulla variabilità del segnale e questo permette di visualizzare differenze su valori medi di ciascun ramo, mentre la loro esclusione, permette la lettura del segnale in modo dinamico istante per istante.

I due segnali, con o senza condensatori di filtro, vengono dunque confrontati per il tramite di un amplificatore differenziale il cui segnale in tensione V alla sua uscita - ulteriormente amplificato -

va a gestire (attualmente) uno strumento di misura analogico con zero centrale.

Gli ingressi dello strumento hanno una impedenza molto elevata e comunque tale da non incidere in alcun modo sul carico dell'amplificatore o sul cavo stesso. La misura inoltre può essere effettuata agevolmente sul segnale reale, cioè la musica nelle condizioni reali di utilizzo, ovvero ai volumi di ascolto desiderati.

Lo strumento consente dunque di analizzare il comportamento del cavo alle reali condizioni d'uso e non con il canonico segnale di prova sul banco del laboratorio.

Prima di definire e giungere ai due metodi di misura che andrò a mostrare più avanti, è necessario dire che sono state effettuate diverse centinaia di misure alle più disparate condizioni (combinazioni di sorgenti – ampli – altoparlanti, frequenze – livello di potenza) su cavi di diversa tipologia, lunghezza e condizioni di posa.

Gli strumenti e gli apparecchi utilizzati per tali misure sono:

- App Signal GEN Generatore di segnali digitale iOS
- App Generatore di Frequenza Multi Task – Android
- Multimetro digitale Fluke 177
- Multimetro digitale HT 25N
- Oscilloscopio GW GOS-652
- Carico resistivo 8 Ohm

- Lettore CD Pioneer PD S605
- Lettore CD Sony CDP AX50ES
- Amplificatore Harman Kardon PM 645
- Amplificatore AERON A 4P II
- Amplificatore Tower TEN DM22
- Amplificatore Key Silence SE6550D

- Diffusori Wharfedale Diamond 9.1
- Diffusori JBL L100 Classic
- Diffusori Key Silence All Round Symphony 82
- Carico fittizio Resistivo 8 Ohm

- Strumento di analisi differenziale SIMPEST+ alla base del metodo

Tra i cavi utilizzati per il testing, di seguito quelli dei quali riporterò in sintesi i dati rilevati:

1. Cavo twistato in rame argentato 2 x 1 mmq
2. Coppia unifilare in rame da 25 mmq
3. Coppia multipolare twist 2 x 6 x 0,35 mmq (sezione equivalente 2 x 2,1 mmq)

4. Cavo 4 poli 2,5mmq utilizzato in coppie
5. Cavo multipolare strutturato SIGNAL PATH - OVERTURE 2 x 4 x 2,5 mmq
6. Coppia 2 poli 2 x 2 x 1 mmq
7. Coppia unifilare in rame da 2,5 mmq
8. Coppia unifilare in rame da 2,5 mmq twistato manualmente

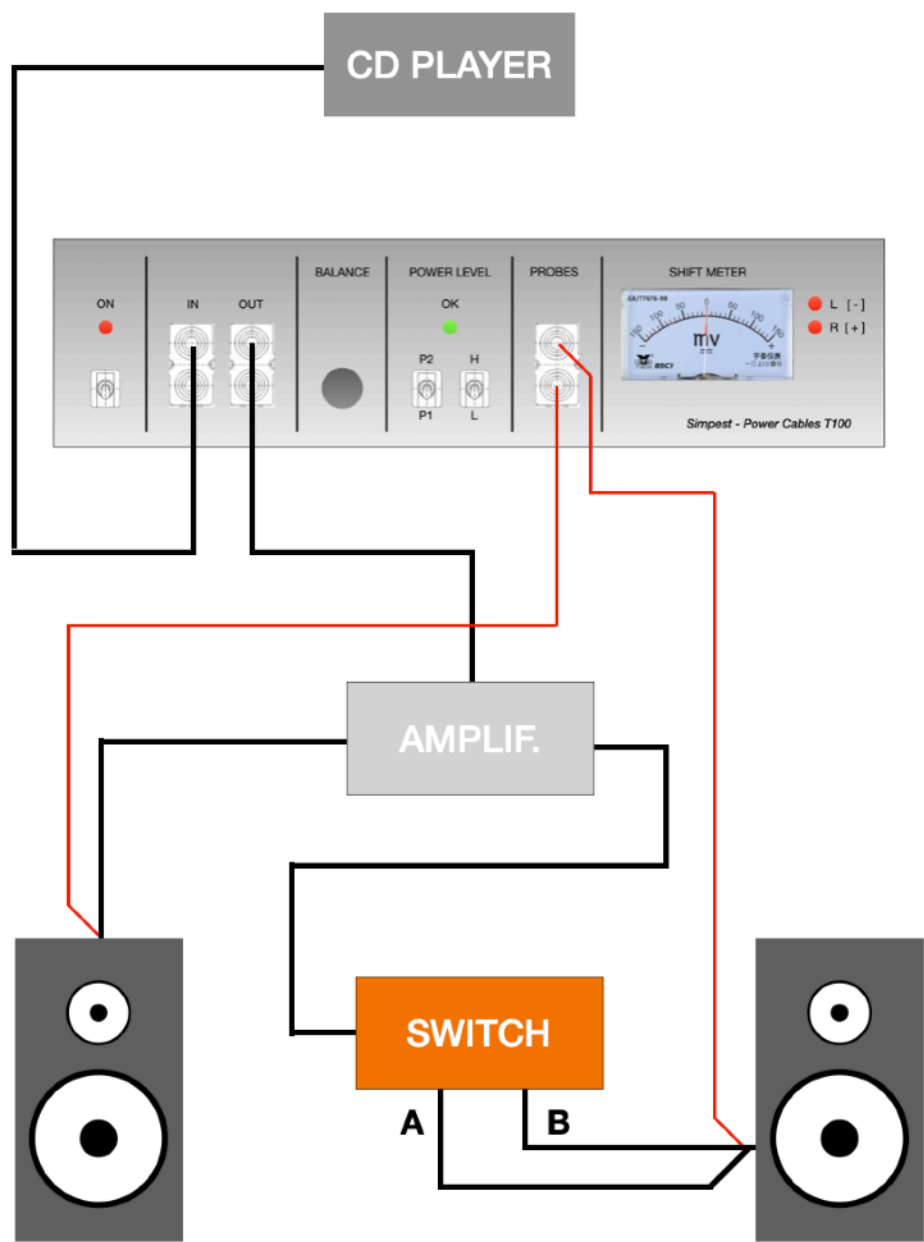
Le modalità con cui è possibile effettuare le misure sul comportamento dei cavi di potenza sono due: il primo prevede il confronto tra due cavi collegando il cavo A al canale destro ed il cavo B sul canale sinistro e alimentando l'amplificatore con lo stesso identico segnale audio perfettamente bilanciato tra i due canali; e il secondo metodo, sul quale ci concentreremo perché a mio avviso più diretto, immediato e con meno possibilità di errore, rilevando il segnale all'inizio e alla fine del cavo in esame.

Le figure che seguono, mostrano il diagramma delle connessioni del primo e del secondo metodo ed una variante di quest'ultimo. Naturalmente il simbolo del diffusore è generico e può rappresentare anche un carico fittizio resistivo in luogo di un sistema di altoparlanti reale.

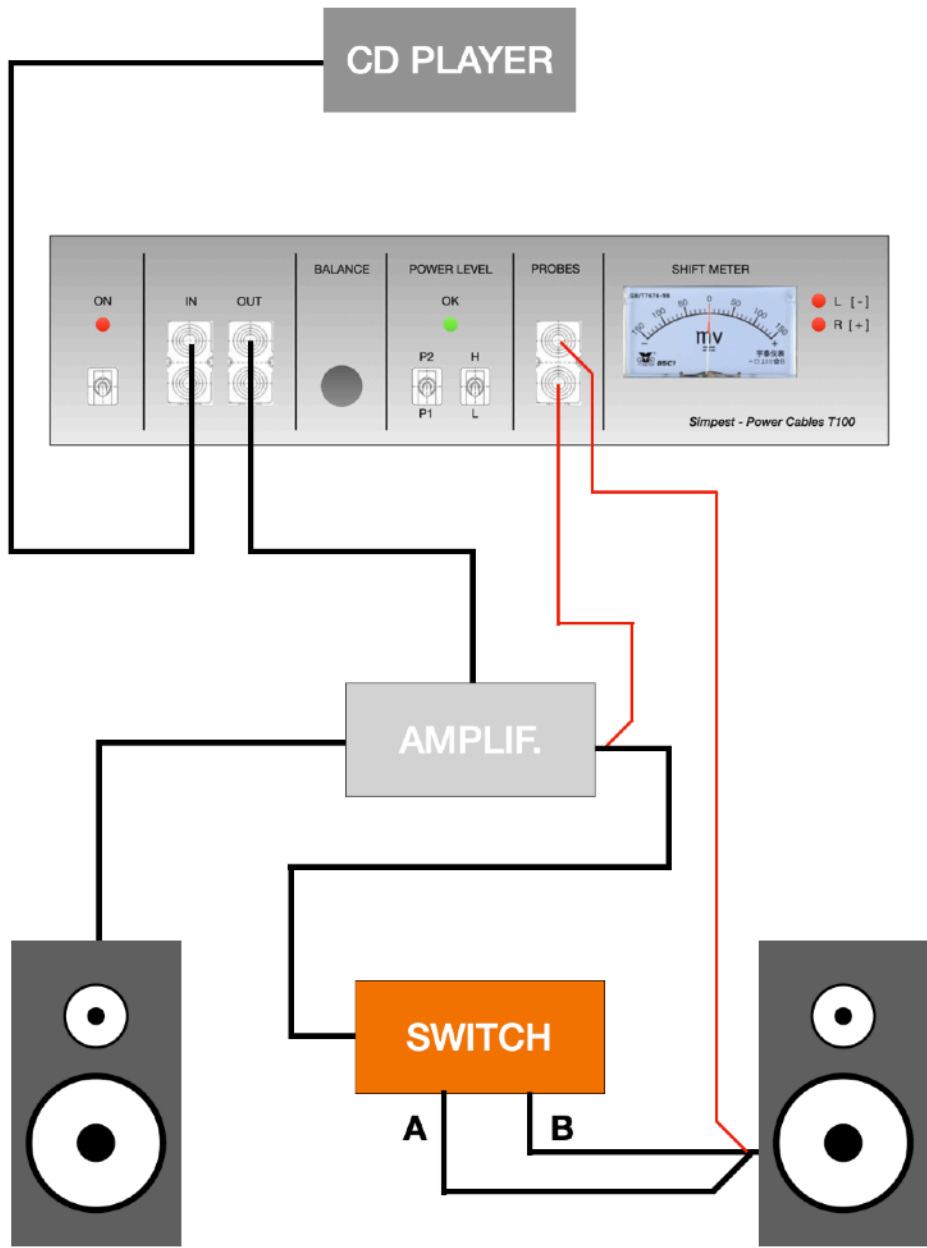
Il CD Player che funge da sorgente può ovviamente essere sostituito da un generatore di segnali.

Nel Caso dei metodi di misura 2A e 2B, essendo il rilievo effettuato su un unico cavo, la sorgente può anche essere collegata all'amplificatore direttamente, ovvero senza transitare dallo strumento che ne permette il bilanciamento tra i due canali.

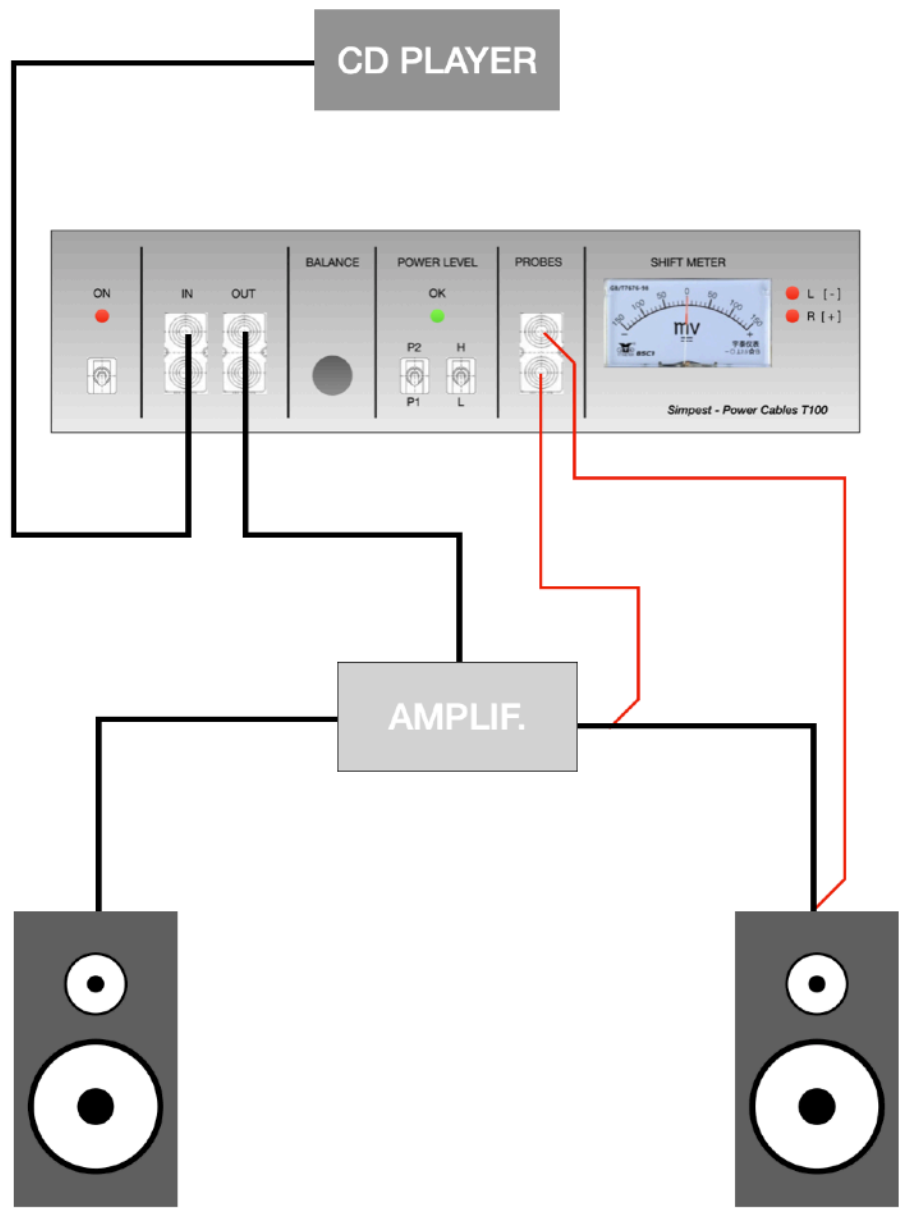
Metodo 1



Metodo 2 A



Metodo 2 B



Metodo 2 B

Il set di misure che si riportano di seguito sono realizzate su CARICO FITTIZIO RESISTIVO alle seguenti condizioni di potenza: $V_{pp} = 30$; $V_{rms} = 10,64$; $R_L = 8,25 \text{ Ohm}$; **POT. RMS 13,66 W**

- Sorgente: App Generatore di Frequenza Multi Task – Android
- Amplificatore: Key Silence Mod. Tower TEN DM22

Pavimento in ceramica e solaio in cemento armato con intermezzi in laterizi (mattoni forati).

Tutte le linee testate hanno lunghezza di 4 metri +/- 20%

Note di lettura dei dati

- * **Segnale in ingresso:** è il segnale iniettato all'amplificatore con ampiezza specificata di 30V picco picco
- * **Variazione:** è la variazione letta sullo strumento espressa in Volt. Per piacere riferirsi alla tabella allegata per la corrispondenza tra il valore indicato dallo strumento ed il valore reale in milliVolts della tensione misurata.
- * **Rumore:** è il valore di segnali spuri misurati sul tratto + del cavo quando attraversato dal segnale composto indicato in tabella
- * **Phase Shift:** indica se durante l'applicazione del segnale variabile le perdite di trasferimento TL cambiano segno oppure no. (Per valori di segnale al di sotto di 18 Vpp, tutti i cavi presentano delle inversioni di fase sulle perdite a differenti livelli di frequenza)
- * **TL Transfer Losses:** Perdite di trasferimento, valore di tensione misurata ai capi della linea (all'uscita dell'amplificatore e all'ingresso del diffusore o del carico fittizio) e confrontata per differenza; rappresenta la caduta di tensione globale al transito dei segnali singoli e composti.

$$TL = \sqrt{Sm} * Sc$$

Dove Sm è la media delle variazioni con segnale singolo ed Sc è la variazione con segnale combinato.

Esempio del primo cavo in tabella:

$$TL = \sqrt{(2 + 4,6 + 8)/3} * 4,8 = 10,58$$

- * **IQI Integrated Quality Index:** Indice di qualità integrato, tiene conto delle perdite di trasferimento TL nonché del livello di rumore CN che si genera al passaggio del segnale combinato Sc. Nella relazione che definisce IQI, i due parametri hanno pari peso e vengono posti al denominatore in modo tale da determinare un indice crescente al diminuire del loro valore. Valori minori di TL e CN determinano un IQI più grande che

identifica un cavo con prestazioni superiori.

$$IQI = 100 * 1 / \sqrt{TL * CN}$$

Esempio del primo cavo in tabella:

$$IQI = 100 * 1 / \sqrt{10,58 * 2,5} = 19,44 \Rightarrow 19,5$$

Risultati sperimentali

Cavo Twistato rame argentato (2 x 1 mmq)

Segnale Ingresso	Variazione	Rumore	Phase Shift
50 Hz	2	-	-
5 KHz	4,6	-	-
15 KHz	8	-	-
50 Hz + 5 KHz + 15 KHz	4,8	(CN 2,5) ~ 250 mV	-
50 Hz ÷ 18 KHz	-	-	No

TL=10,58 (TL Transfer Losses) - **IQI=19,5** (IQI Integrated Quality Index)

Cavo Unipolare N07VK 2 x (25 mmq)

Segnale Ingresso	Variazione	Rumore	Phase Shift
50 Hz	2,2	-	-
5 KHz	2,5	-	-
15 KHz	8	-	-
50 Hz + 5 KHz + 15 KHz	4	(CN 1,5) ~ 150 mV	-
50 Hz ÷ 18 KHz	-	-	No

TL=8,22 (TL Transfer Losses) - **IQI=28,5** (IQI Integrated Quality Index)

Cavo treccia multipolare 2 x (6 x 0,35 mmq)

Segnale Ingresso	Variazione	Rumore	Phase Shift
50 Hz	1,6	-	-
5 KHz	4,6	-	-
15 KHz	8	-	-
50 Hz + 5 KHz + 15 KHz	4	(CN 2,4) ~ 240 mV	-
50 Hz ÷ 18 KHz	-	-	No

TL=8,67 (TL Transfer Losses) - **IQI=21,5** (IQI Integrated Quality Index)

Cavo 4 poli FROR 2 x (2 x 2,5 mmq)

Segnale Ingresso	Variazione	Rumore	Phase Shift
50 Hz	1,5	-	-
5 KHz	5,2	-	-
15 KHz	8	-	-
50 Hz + 5 KHz + 15 KHz	3,6	(CN 0,8) ~ 80 mV	-
50 Hz ÷ 18 KHz	-	-	No

TL=7,96 (TL Transfer Losses) - **IQI=39** (IQI Integrated Quality Index)

Cavo SIGNAL PATH OVERTURE 2 x (4 x 2,5 mmq)

Segnale Ingresso	Variazione	Rumore	Phase Shift
50 Hz	1,6	-	-
5 KHz	4,6	-	-
15 KHz	8	-	-
50 Hz + 5 KHz + 15 KHz	4,4	(CN 0,4) ~ 40 mV	-
50 Hz ÷ 18 KHz	-	-	No

TL=9,57 (TL Transfer Losses) - **IQI=51** (IQI Integrated Quality Index)

Cavo 2 poli FROR 2 (2 x 1 mmq)

Segnale Ingresso	Variazione	Rumore	Phase Shift
50 Hz	1,9	-	-
5 KHz	4,5	-	-
15 KHz	8	-	-
50 Hz + 5 KHz + 15 KHz	3,8	(CN 2,7) ~ 270 mV	-
50 Hz ÷ 18 KHz	-	-	No

TL=8,32 (TL Transfer Losses) - **IQI=21** (IQI Integrated Quality Index)

Cavo Unipolare N07VK 2 x (2,5 mmq)

Segnale Ingresso	Variazione	Rumore	Phase Shift
50 Hz	1,8	-	-
5 KHz	4,6	-	-
15 KHz	8	-	-
50 Hz + 5 KHz + 15 KHz	2,1	(CN 3,7) ~ 370 mV	-
50 Hz ÷ 18 KHz	-	-	No

TL=4,60 (TL Transfer Losses) - **IQI=24** (IQI Integrated Quality Index)

Cavo unipolare N07VK 2 x (2,5 mmq), Twistato a mano

Segnale Ingresso	Variazione	Rumore	Phase Shift
50 Hz	2	-	-
5 KHz	5	-	-
15 KHz	8	-	-
50 Hz + 5 KHz + 15 KHz	3	(CN 1,9) ~ 190 mV	-
50 Hz ÷ 18 KHz	-	-	No

TL=6,70 (TL Transfer Losses) - **IQI=28** (IQI Integrated Quality Index)

Dai rilievi e dal loro confronto possiamo evidenziare che ad influire sulle TL Transfer Losses (in italiano PT “Perdite di Trasferimento”) del segnale musicale non è soltanto la sezione in rame del conduttore, ma anche la morfologia costruttiva e le condizioni di posa.

Infatti, in particolare con il cavo unipolare N07VK da 25 mmq, sono state eseguite ripetute misure con due differenti modalità di posa, oltre a quello sopra riportato in tabella che vede i due cavi paralleli posati a pavimento a forma di arco: dall’amplificatore raggiungono il diffusore in posizione leggermente avanzata formando appunto un leggero arco.

Nella prima variante, i cavi sono stati sollevati da terra attraverso l'impiego di custodie CD posti con un passo di circa 35 Cm; In queste condizioni è stato rilevato quanto segue:

Le perdite di trasferimento a 50 Hz sono sostanzialmente invariate mentre le perdite di trasferimento a 5KHz e 15KHz risultano rispettivamente diminuite del 60% e 20% - Il livello di rumore è diminuito di solo un 10%. Pertanto le performance generali del cavo, seppur di poco, risultano migliorate. Sarebbe interessante verificare queste variazioni con il cavo posato su un solaio completamente in legno e su uno integralmente in cemento armato o acciaio.

Probabilmente vedremmo variazioni sensibilmente diverse a seconda del tipo di ambiente.

Nota: Se questo è vero, *il Cavo di potenza audio in funzione, quando poggiato su un solaio con abbondante materiale ferromagnetico sembra comportarsi come il primario di un trasformatore "a vuoto" cioè senza carico sul secondario con un proprio autoconsumo.*

Un altro importante aspetto che possiamo osservare, è che le perdite di trasferimento TL possono risultare più elevate anche su cavi di sezione maggiore e ancora diminuire a parità di sezione dei conduttori a seconda che questi siano twistati o meno.

I multi-filari twistati tendono ad avere prestazioni migliori per quanto riguarda il rumore in generale anche alle potenze più elevate; questa potrebbe essere una delle ragioni per cui il bi-wiring appare molto apprezzato nel Fine Tuning degli impianti.

Interpretazione dei Risultati

Osservando la tabella delle equivalenze dove è possibile ricavare il significato dei numeri che rileviamo sullo strumento, scopriamo che le perdite di trasferimento, a parità di ampiezza del segnale applicato, variano in funzione non solo della frequenza (nel caso dei segnali singoli) ma soprattutto con le molteplici combinazioni di segnali composti.

Ora, premesso che un programma musicale è naturalmente di gran lunga più complesso del segnale composto che abbiamo utilizzato allo scopo del test, le perdite di trasferimento per quanto di entità limitata, possono senz'altro incidere sulla esperienza di ascolto.

In seno alle perdite di trasferimento TL, a "farne le spese" sono principalmente i segnali più deboli, ovvero le armoniche via via crescenti del programma musicale.

La perdita degli armonici e le micro attenuazioni che hanno sempre e comunque luogo (già al di sopra di 3 - 4 Watt RMS) incidono naturalmente sul risultato finale della riproduzione.

Sembrerebbe inutile dirlo ma ricordiamo che stiamo parlando di differenze che possono essere rilevate attraverso un ascolto attento e allenato su impianti di livello adeguato.

INSTRUMENT VALUES - VALORI SULLO STRUMENTO

Real Vpp Signal	50 Hz			1 KHz			5 KHz			15 KHz		
	In A	In B	0	In A	In B	0	In A	In B	0	In A	In B	0
0,2	2	2	0	2	2	0	2,2	2,4	-0,2	2,2	2,6	-0,4
0,5	5	5	0	4	4	0	5,2	3,1	2,1	5,4	2	3,4
1	6,5	6	0,5	6	5,5	0,5	7,6	4,6	3	8	5,2	2,8
1,6	7,2	6,6	0,6	7	6,2	0,8	8	7,2	0,8	8	7,4	
2,4	7,5	7	0,5	7,6	6,5	1,1	8	7,4		8	7,4	
4	7,7	7,1		8	7,1		8	7,4		8	7,4	
6	7,8	7,2		8	7,4		8	7,4		8	7,4	

In Figura è possibile osservare la tabella delle equivalenze tra l'indice dello strumento e il valore reale dell'attenuazione alle diverse frequenze

Tornando alle misure e al loro significato, tra il segnale all'ingresso del cavo ed il segnale alla sua uscita, sono state rilevate differenze che variano da 200 mVpp fino a ben 2,4 Vpp

Sul set di rilievi, il cavo “peggiore” che è individuato come il Twistato 2 x 1 mmq con conduttori in rame argentato, ha registrato ad esempio variazioni fino a 1,6 Vpp al di sopra dei 12 KHz, con valori medi di circa 0,75 Vpp

Posto che abbiamo alimentato il cavo con segnali di ampiezza pari a 30 Vpp, calcoliamo una attenuazione in DB pari a:

$$20 * \text{Log} (V_{out}/V_{in}) = 20 * \text{Log} ((30-1,6)/30) = 0,48 \text{ DB (Sopra i 12 KHz)}$$

e

$$20 * \text{Log} (V_{out}/V_{in}) = 20 * \text{Log} ((30-0,75)/30) = 0,22 \text{ DB}$$

Oltre a mostrare una risposta diversa alle varie frequenze ed ai segnali combinati, i cavi testati presentano livelli diversi di “Rumore”: Si tratta di un segnale rilevato alle due estremità del polo positivo della linea nel momento in cui questo è sottoposto al trasporto del segnale combinato.

La sua entità sembra essere slegata dalle variazioni che danno luogo alle perdite di trasferimento TL e sembrano slegate altresì dalla sezione dei conduttori: sono stati rilevati infatti valori anche molto diversi tra loro, a prescindere dai dati dimensionali e dalle perdite di trasferimento.

Il livello di “Rumore” rilevato sul conduttore, sembra essere legato alla sua morfologia e pare diminuire con cavi multi conduttore.

Il segnale spuria rilevato ha raggiunto nel caso peggiore un valore di circa 270 mV: (Si ricorda che

la misura si riferisce al cavo con in transito segnali concomitanti di 50Hz, 5KHz e 15KHz eventi ampiezza di 30 Vpp).

Non so dire al momento se e quanto questo possa incidere realmente sul famigerato “silenzio infrastrumentale” e dunque sul livello di dettaglio nella riproduzione musicale.

È tuttavia probabile che un tale segnale si trasferisca di fatto sugli altoparlanti e risulti miscelato al programma musicale originario.

Al di sopra dei 13KHz, con segnali in transito di intensità maggiori di 10/12 Vpp, tutti i cavi mostrano un aumento repentino delle perdite che, come si può vedere su ciascuna tabella, a 15KHz - 30Vpp raggiungono tutti una variazione pari a 8, equivalente a differenze di potenziale tra ingresso e uscita superiori a 1 / 1,6 Vpp dovuti naturalmente alla componente induttiva della linea.

Nella tabella che segue riporto una sintesi dei cavi testati in ordine di performances definite dalle perdite di trasferimento TL e dall'Indice di Qualità Integrato IQI facenti riferimento ai test eseguiti con il Carico Fittizio Resistivo pari a 8,25 Ohm.

Non riporto per ragioni di spazio i valori rilevati con i vari diffusori e/o altri amplificatori utilizzati nell'esperimento, ne i risultati delle commutazioni “al volo” dei cavi sul circuito che saranno oggetto di un approfondimento futuro.

Le performances dei vari cavi su carichi reali possono ovviamente variare anche di parecchio, restano tuttavia proporzionali ai valori rilevati sul carico resistivo, pertanto ritengo quest'ultimo significativo e potenzialmente fruibile come standard di riferimento.

Classifica dei cavi testati

Cavo	Perdita di Trasferim. medio Sm	Perd. Trasn. Comb. Sc	Rumore CN	Transfer Losses	IQI
Cavo OVERTURE 2 x 4 x 2,5 mmq	4,73	4,4	0,40	9,57	51,1
FROR 4 x 2,5mmq	4,9	3,6	0,80	7,97	39,6
Cavo Unipolare 25 mmq	4,23	4	1,50	8,23	28,5
Unipolare 2,5 mmq twist manuale	5	3	1,90	6,71	28,0
Unipolare 2,5 mmq	4,8	2,1	3,70	4,60	24,2
Multipolare 6x0,35 mmq	4,73	4	2,40	8,70	21,9

Cavo	Perdita di Trasferim. medio Sm	Perd. Trasf. Comb. Sc	Rumore CN	Transfer Losses	IQI
Cavo FROR 2 x 2 x 1 mmq	4,8	3,8	2,70	8,33	21,1
Cavo bipolare twist 1 mmq	4,86	4,8	2,50	10,58	19,4

Dalla tabella sopra possiamo vedere una classifica di cavi con al primo posto un esemplare che nonostante perdite di trasferimento TL non proprio tra le più basse ha, in confronto agli altri, un livello di Rumore molto contenuto.

IQI Indice di Qualità Integrato, rappresenta qui il punteggio globale del cavo in funzione appunto delle perdite globali di trasferimento TL e del Rumore CN generato al passaggio dei segnali composti di prova. Un punteggio IQI più elevato mostra un cavo che nelle più disparate combinazioni Amplificatore | Diffusore avrà sempre performance superiori.

Se poi in talune circostanze sarà da preferire un cavo con un livello di rumore CN minore o un cavo con predite di trasferimento TL in valore assoluto più contenute lo vedremo in approfondimenti futuri.

Ulteriori dati potranno essere raccolti e pubblicati da chi vorrà - anche in autonomia - proseguire lo studio e la sperimentazione partendo dal metodo SIMPEST+ annunciato e messo a disposizione in questo Paper.

Confronto con gli strumenti di misura e metodi esistenti

Tra i principali metodi di analisi dei cavi audio e del loro comportamento al transito di segnali elettrici troviamo i canonici sistemi di misura dei parametri elettrici quali resistenza, reattanza capacitiva e reattanza induttiva, la misura e la rappresentazione grafica della loro risposta in frequenza e la misura della così detta CdT, ovvero Caduta di Tensione: banalmente le perdite legate alla componente resistiva della linea come se i segnali di un programma musicale fossero paragonabili ad un segnale elettrico “semplice” o mono frequenza.

Uno dei lavori più estesi per combinazioni di Amplificatori - Cavi - Diffusori testati è quello condotto dal Dott. Renato Giussani e Enzo Messina nell’Opera intitolata “Mito e realtà dei cavi di collegamento nei sistemi hi-fi”

Entrando nel merito dei test eseguiti, troviamo la semplice e semplicistica soluzione dell’equazione che vede coinvolti i parametri del cavo di cui dicevamo sopra.

Le conclusioni, puntualmente finiscono per contrastare con le differenti “percezioni di ascolto”

correttamente riportate da molti appassionati e finemente liquidate con un semplicistico rimando alla psicoacustica, misurando e mostrando praticamente una “risposta in frequenza” che nulla dice su quelle differenze riportate dagli appassionati.

Senza volere discutere qui sulla materia psicoacustica e tutto ciò che riguarda il mondo della suggestionabilità, una cosa dovrebbe essere chiara: i test effettuati al banco per la misura della risposta in frequenza delle varie combinazioni di cavi, che prevede l’iniezione di un segnale a frequenza progressiva variabile entro la gamma udibile, non ha alcuna rilevanza ai fini di verificare la reale capacità del cavo di supportare un segnale audio complesso senza introdurre perdite consistenti o quantomeno apprezzabili.

È come pretendere di testare le reali capacità di carico di un ponte facendo transitare su di esso una autovettura per volta. Ciò non certifica che il ponte sia realmente in grado di reggere un transito costante a pieno carico su tutte le corsie contemporaneamente e non verifica che le oscillazioni siano realmente all’interno dei valori ammessi a progetto.

SIMPEST+ non misura una risposta in frequenza ma le differenze ai capi della linea a “pieno carico” ovvero con un segnale musicale vero e in condizioni di ascolto reali.

Qualcosa di apparentemente più evoluto è stato fatto negli anni scorsi sui cavi di segnale con un esperimento chiamato NULL TEST che porta con sé degli errori di fondo che - anche in quel caso - ne stravolgono il risultato finale, ma di questo - per ovvie ragioni di spazio e di contesto - parlerò in modo dettagliato in altra sede.

Applicazioni nell'ingegneria audio e Conclusioni

Dalla miriade di misure effettuate, nonostante la quantità limitata a disposizione di amplificatori, sistemi diffusori e tipologie di cavi, emerge che talune combinazioni sembrano funzionare meglio di altre e che alcune tipologie di cavi tendono a performare meglio di altri a seconda del contesto.

Sebbene le linee costituite da più conduttori paralleli appaiono avere - nel loro complesso - perdite di trasferimento sensibilmente minori, siano da preferire per ascolti a volumi contenuti, cavi con un livello di “Rumore” CN più basso appaiono maggiormente indicati per ascolti a volumi sostenuti e con l’impiego di diffusori “ostici”.

Lungi dall’essere una sentenza definitiva, questo studio dimostra - per la prima volta - che le “impressioni di ascolto” di molti appassionati sono tutt’altro che psicoacustica e che invece ha parametri definiti e misurabili.

Il metodo SIMPEST+ vuole essere così un punto di partenza per ulteriori approfondimenti e affinamenti con l’obiettivo di aiutare produttori e appassionati a confrontarsi su un terreno noto e definito, gettando le basi per una classificazione dei cavi audio basata su parametri appunto misurabili.

Conservando la consapevolezza che si sta operando in ambito di “Fine Tuning” e non di cambiamenti radicali delle performances di un impianto audio: montare delle ruote più larghe ad una Fiat Panda non la trasformerà in un’auto da corsa, così la sostituzione di un cavo su un impianto che non sia già ottimizzato nei suoi componenti, non sia collocato in ambiente in modo corretto ed il locale stesso non sia sufficientemente adeguato, non potrà migliorare in alcun modo l’esperienza di ascolto di una riproduzione musicale.




Disponibilità dei Dati

Questo studio, tutte le attrezzature utilizzate allo scopo, incluso lo strumento di misura SIMPEST+ nonché il suo metodo di utilizzo sono liberamente utilizzabili e rilasciati sotto la licenza Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

Il testo integrale della licenza è disponibile al link che segue: [Creative Commons](#)

Gli approfondimenti, lo schema per la realizzazione dello strumento, il metodo dettagliato per le misure e le certificazioni dei cavi sono disponibili nei rispettivi repository, quanto eventualmente non pubblicato o ulteriori informazioni sono disponibili a richiesta scrivendo a assistenza@keysilence.com con oggetto SIMPEST+ Info Request.

Le condizioni d’uso del metodo sono specificate nella Licenza d’Uso e in sintesi:

-  **Puoi:** Condividere e adattare il materiale.
-  **Devi:**
 - **Attribuire** la paternità dell'opera (indicare autore + link alla licenza + modifiche effettuate).
 - Usare il materiale **solo per scopi non commerciali**.
 - Rilasciare opere derivate con la **stessa licenza (BY-NC-SA 4.0)**.
-  **Non puoi:**
 - Usare il materiale per fini commerciali.
 - Applicare restrizioni aggiuntive o licenze incompatibili alle opere derivate.

Ringraziamenti - Saluti

Il mio pensiero va ai miei maestri: Luigi e Umberto Nicolao, Paolo Viappiani, Bartolomeo Aloia, uomini di grande talento e generosità, da sempre fonte di ispirazione e punto di riferimento;

A mio padre e alle sue ultime parole prima di andare: “Non smettere mai di studiare...”

Riferimenti

- *An electrical study of single-ended analog interconnect cables* - Milind N. Kunchur - University of South Carolina, Columbia, South Carolina, U.S.A.
- *Cable pathways between audio components can affect perceived sound quality* - Milind N. Kunchur - *Journal of Audio Engineering Society*, Volume 69 Issue 6 pp. 398-409, June 1st 2021 - University of South Carolina, Columbia, SC 29208, U.S.A.
- *Remote psychoacoustic experiments on audio - visual interactions* - Hugo Fastl, Tobias Fleischer - AG Technische Akustik, MMK, Technische Universität München, Germany - and Jörg Stelkens accSone, München, Germany
- *Mito e realtà dei cavi di collegamento nei sistemi hi-fi* - Renato Giussani e Enzo Messina
- *Segnali Elettrici - Elettronica Verso l'Integrazione* - Daniele Fuselli
- *Manuale di Elettronica e Telecomunicazioni* - G. Biondo E. Sacchi - Hoepli

Metodo SIMPEST+ Audio Cables Tests Made Easy

Autore:

Per. Ind.le Giampiero Vecchio

Alias Juan Del Vecchio

