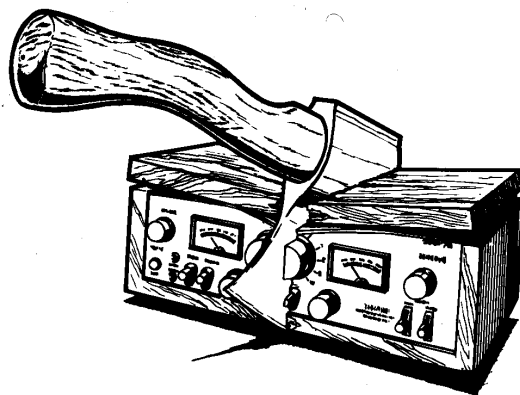


# sistema di cancellazione per modulazione incrociata



**Il punto più debole di un sistema hi-fi nei confronti della modulazione incrociata, è senza dubbio nel pickup. Una ditta giapponese, tuttavia, ha recentemente introdotto uno speciale sistema che, secondo il costruttore, migliora in modo eccezionale le prestazioni delle cartucce in questo senso. L'articolo che segue esamina l'interessante progetto.**

La riproduzione in stereo è ormai impiegata da una ventina d'anni all'incirca, ed i principi seguiti sono quindi ben noti. Vi sono due canali separati, che si attengono modulando su due piani diversi, il solco del disco. Queste "informazioni per il canale sinistro e destro" possono essere portate a due amplificatori separati che le applicheranno a gruppi separati di altoparlanti.

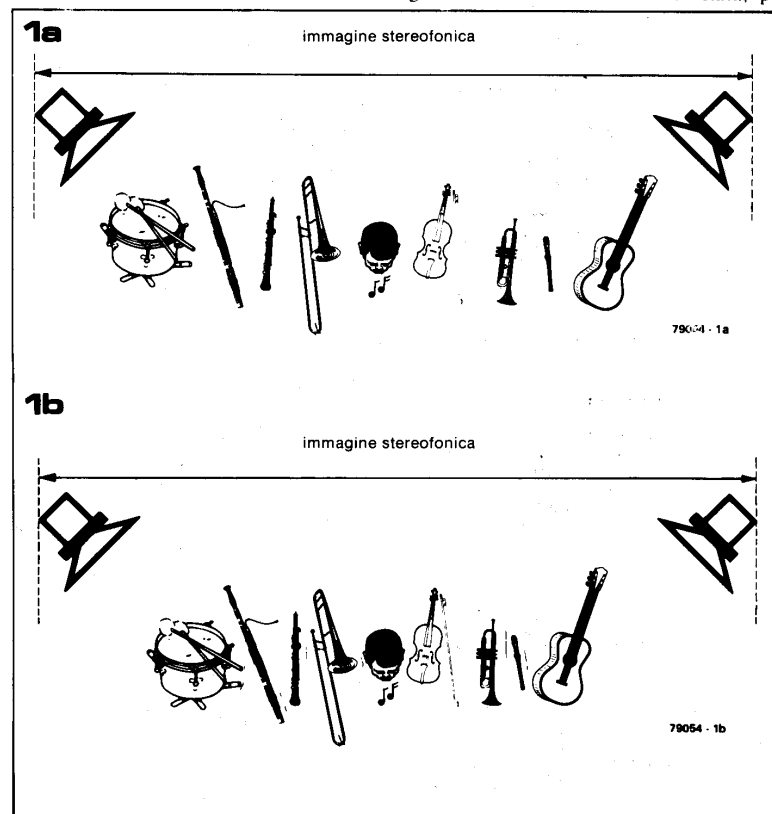
In tal modo, il risultato è un "posizionamento" più o meno accurato di ciascuno strumento nel quadro generale dell'immagine stereofonica come vien detta (vedi figura 1). La posizione di un particolare strumento, o di un cantante, ha la propria immagine stereo determinata dalla proporzione (e fase) del corrispondente segnale elettrico presente in ciascun segnale. Più grande è la differenza nell'ampiezza del segnale, più il suono risultante appare slittato verso l'altoparlante del canale dal quale scaturisce.

## Parlando di modulazione incrociata

Nella situazione ideale, le informazioni dei canali sinistro e destro sono unicamente combinate in forma di onde sonore che fuoriescono dagli altoparlanti e s'incontrano nel locale d'ascolto. In pratica, tuttavia, s'incontra spesso il caso sfortunato nel quale nessuno dei due canali è completamente privo d'informazioni relative al canale opposto, seppure in minima parte. L'effetto di ciò, è la riduzione della differenza tra i due canali che tendono ad offrire un suono analogo. Come si vede nella figura 2, il procedimento è simile alla miscela di una vernice bianca e di una nera, o viceversa.

Il risultato è sempre grigio, più o meno chiaro, che dà un contrasto molto meno pronunciato del puro bianco e nero.

Nella terminologia audio, questo effetto viene detto "modulazione incrociata". Più grande è la modulazione incrociata, più



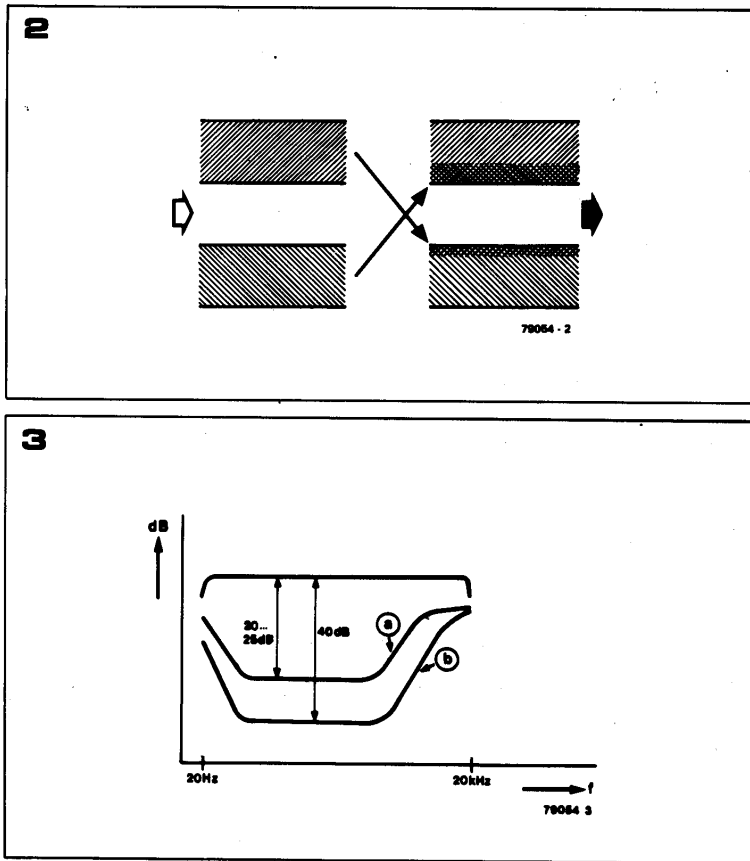


Figura 1. Risultato della modulazione incrociata in una immagine stereo; l'immagine appare "compressa", cioè i solisti ed i cantanti sembrano essere collocati in un punto intermedio.

Figura 2. Rappresentazione grafica del fenomeno di modulazione incrociata. Più è ampia l'area dell'intermodulazione, più l'inviluppo sonoro rassomiglia alla riproduzione monofonica. L'intermodulazione è rappresentata come simmetrica, a dire che si sviluppa da un canale all'altro e viceversa.

Figura 3. Separazione tra i canali come funzione della frequenza. (a) è soggetto alla modulazione incrociata e (b) ha la modulazione incrociata soppressa.

grande sarà la somiglianza nel suono emesso dai canali.

Il risultato è ovviamente un'immagine stereo ridotta (figura 1b) che approssima il suono stereo a quello mono.

La modulazione incrociata, può derivare, negli amplificatori, da accoppiamenti di tipo induttivo e capacitivo che sopravvengono nella filatura o tra le piste dei due canali; in alternativa, tramite la linea comune d'alimentazione.

I controlli di bilanciamento, progettati in modo rudimentale, sono un'altra causa comune di intermodulazione o modulazione incrociata.

Generalmente, comunque, la modulazione incrociata che interviene in un amplificatore è sempre di secondaria importanza; vi è un altro punto nell'assieme HI-FI, cioè la cartuccia, laddove la criticità è maggiore.

Volendo, è possibile eliminare virtualmente la modulazione incrociata negli amplificatori, se si vuole sopportare la spesa relativa, munendoli di alimentatori completamente separati; uno per il canale destro ed uno per quello sinistro (il concetto vale sia per i preamplificatori che per gli amplificatori di potenza), ed in più dividendo gli stampati dei due gruppi.

In sostanza, se si separano i due amplificatori, lasciando in comune il solo contenitore, si impiegano due "mono" il problema è superato.

Come abbiamo detto, il punto più debole del sistema, in relazione al "crosstalk" non è l'amplificatore, ma la cartuccia. Particolar-

mente nella cruciale banda di frequenze che corre tra alcune centinaia di Hz, ed alcune migliaia, la separazione tra i canali non è migliore di 25 dB. Alle frequenze più elevate, talvolta, la caratteristica è ancor minore, sebbene sia meno importante.

Le ragioni in base alle quali il responso della cartuccia per la separazione è scadente, sono assai complesse e richiederebbero una spiegazione molto approfondita.

Basterà dire che la cartuccia è sempre il primo colpevole, se si manifesta la modulazione ad incrocio.

#### Crosstalk "da sfasamento"

Su di un piano ideale, si potrebbe raggiungere una separazione tra i canali nella cartuccia nell'ordine dei 40 dB (un valore grosso modo compreso tra 40 e 50 dB è il migliore che si possa ottenere con l'attuale tecnica d'incisione per dischi, considerando le prestazioni dello stilo). Tuttavia, sembra possibile ottenere miglioramenti nel parametro impiegando una tecnica messa a punto da un'azienda giapponese, la Denon (vedi figura 3). Il circuito che, secondo la Denon, elimina virtualmente la modulazione incrociata nel pickup, è chiamato Phono Crosstalk Canceller (PCC).

I sistemi che utilizzano il principio di base, incorporati in una linea a parte di amplificatori Denon (la Ditta li vende separatamente dalla normale produzione), sono provvisti di quattro potenziometri, due dei quali sono impiegati per eliminare la modulazione incrociata (udibile), dal canale sinistro a quel-

lo destro, mentre gli altri due servono per eliminare la modulazione incrociata dal canale destro a quello sinistro. La procedura di regolazione va eseguita con una registrazione-campione.

Il sistema di lavoro del "cancellatore di modulazione incrociata" può essere meglio illustrato con riferimento ai diagrammi di relazione di fase che si vedono nella figura 4. Se una tensione è sommata con una seconda tensione che ha l'eguale ampiezza, ma è in controfase, il risultato è ovviamente zero. I vettori rappresentano due di queste tensioni come si vede nella figura 4a, e la somma dei due vettori è un terzo vettore dalla lunghezza zero ... come dire, nessun vettore in assoluto.

Stabilito che le due tensioni A e B abbiano una differenza di fase  $\phi$ , ed il corrispondente vettore formi a sua volta un angolo  $\phi$  (4b); la somma di queste due tensioni sarà rappresentata dal vettore C, e la differenza (A-B), dal vettore D.

Se, nella figura 4c, A rappresenta la tensione-segnale di un canale stereo, mentre B rappresenta la tensione di modulazione incrociata dell'altro canale, è possibile risolvere B nel componente di intermodulazione C, che è in fase con la tensione-segnale, e nella componente di intermodulazione o modulazione incrociata D, che è di  $90^\circ$  fuori fase rispetto alla tensione-segnale. È quindi possibile eliminare il segnale di modulazione incrociata introducendo i segnali C' e D' (che producono B') e sommandoli con la singola informazione per il canale, più il segnale di modulazione incrociata.

Lo stesso è vero per la figura 4d, nella quale si vede la modulazione incrociata B sfasata di  $180^\circ$  rispetto a quella di figura 4c.

Quando il valore di  $\phi$  e l'ampiezza del vettore della modulazione incrociata sono costanti, come dire indipendenti dalla frequenza, la soppressione dell'intermodulazione è completa.

Sfortunatamente, tuttavia, come si vede nella figura 3, non sempre la funzione è quella detta. Per altro, è innegabile che la soppressione della modulazione incrociata è più importante nella gamma dei toni intermedi, laddove, sia  $\phi$  che la lunghezza del vettore d'intermodulazione (separazione tra i canali in dB) sono più o meno costanti.

Il principio rimane quindi valido. In pratica vi sono dei pickup che hanno una tensione d'incrocio com'è mostrata sia nella figura 4c che 4d, che mostra che le tensioni C' e D' sono variabili indipendenti.

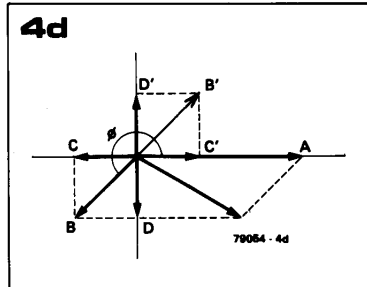
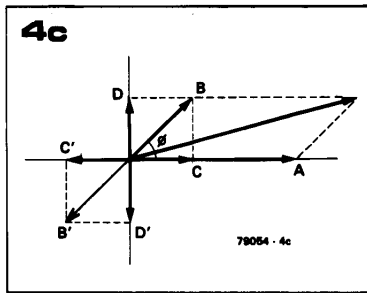
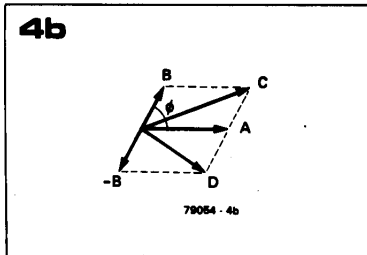
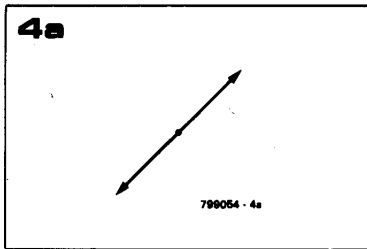
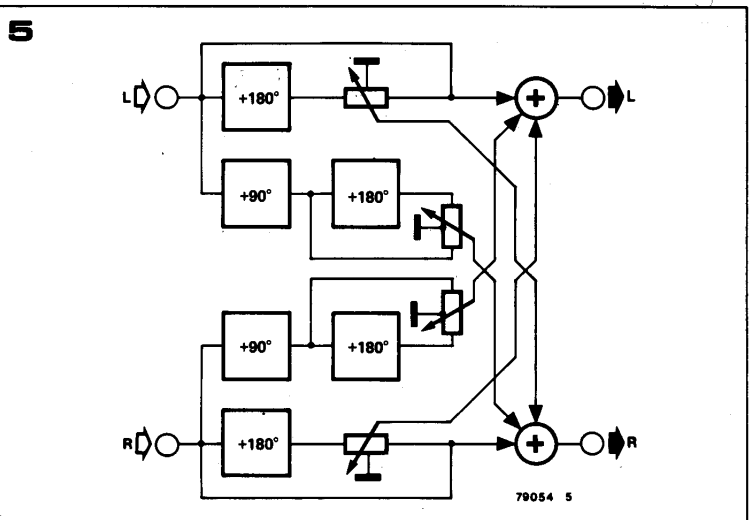


Figura 4. Il diagramma delle relazioni di fase illustra come il segnale della modulazione incrociata può essere eliminato comandando ad un altro segnale dell'ampiezza medesima ma dalla fase opposta.

Figura 5. Schema a blocchi del Cancellatore di modulazione incrociata della Denon Phono.

Figura 6. Schema elettrico del PCC-1000.



Per il controllo indipendente delle tensioni C' e D', sono necessari due potenziometri per canale, e visto che la modulazione incrociata da un canale all'altro non è necessariamente la stessa, perchè può evolversi diversamente (in effetti ciò in genere non avviene), sono necessari quattro potenziometri per la totale efficacia.

**Circuito a blocchi del PCC-1000**

La figura 5 mostra lo schema a blocchi del Denon Phono Crosstalk Canceller "PCC 1000". Ciascun canale comprende due sfasatori a 180° ed uno sfasatore a 90°, due potenziometri coassiali monocomandati, con presa di massa centrale, ed un circuito di somma. La tensione del cursore dei potenziometri in ciascun canale e portata al circuito di somma con l'altro canale.

La presa di massa centrale assicura che la tensione di compensazione sia disponibile in ambedue le polarità, in relazione al tipo di pickup impiegato.

**Il circuito**

Il circuito elettrico del PCC-1000 è mostrato nella figura 6. Il complesso va collegato tra l'uscita per nastro ed il relativo ingresso (monitor input) del preamplificatore.

Poiché gli zoccoli "nastro" del preamplificatore non sono sempre disponibili, il PCC-1000 prevede in sé le necessarie possibilità di connessione. S2 è il nuovo interruttore monitor del nastro, se necessario.

Il commutatore S3 seleziona nella posizione (1) "il solo canale sinistro"; nella posizione (3) "il solo canale destro"; nella posizione (2) la funzione "normale" (come dire stereo). S1 serve per bypassare tutto il complesso.

Vedendo il circuito dalle uscite, i transistori TR5, 7 e 9 (6, 8 e 10) più le relative parti passive di completamento, formano un amplificatore a somma che ha tre ingressi per i segnali (rivedi figura 5) che sono alimentati tramite R29, R31 ed R33 (R30, R32, R34). Il punto di giunzione di queste resistenze è la terra virtuale.

La tensione al collettore del TR1 (TR2) è in controfase rispetto alla tensione d'ingresso. La tensione al cursore del VR1 (VR2) determina l'ampiezza e la fase (polarità) della tensione di compensazione C' (rivedi le figure

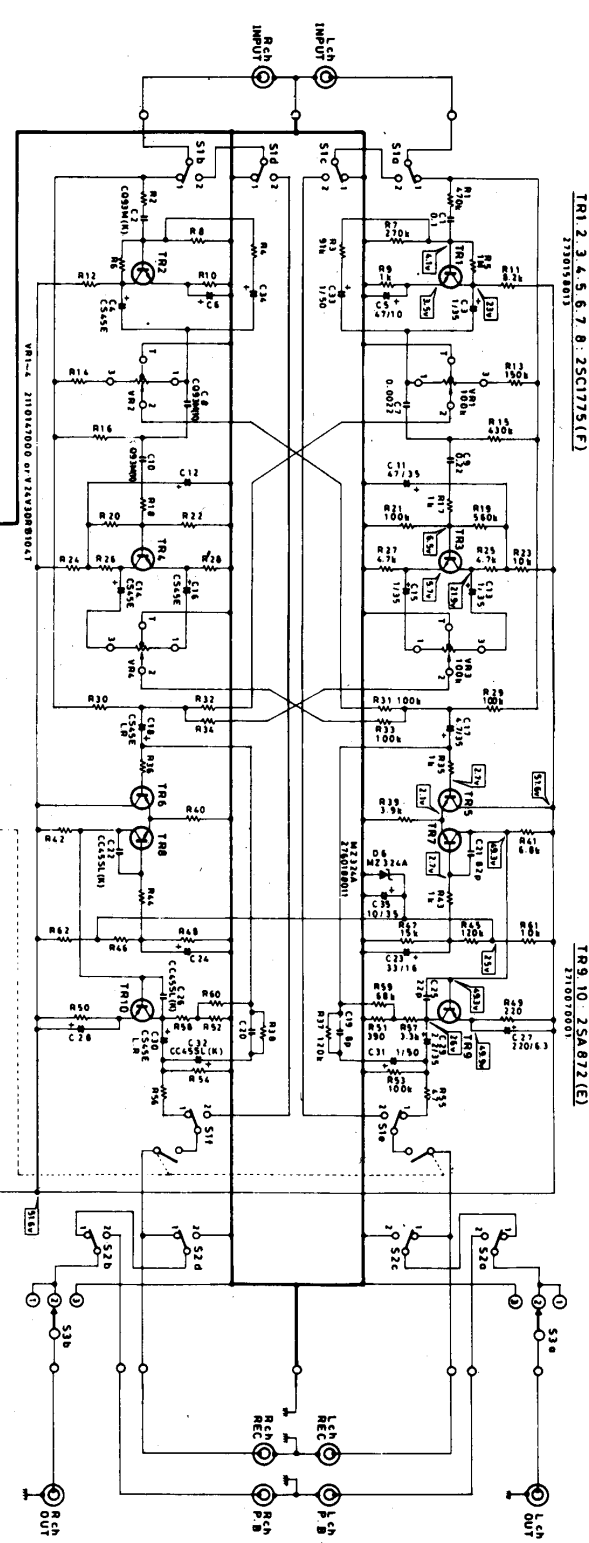
4c e 4d). Il sistema RC C7/R15 (C8/R16) introduce uno slittamento di fase di 90°, mentre TR3 causa un ulteriore sfasamento di 180° tra la tensione d'ingresso e quella d'uscita. Il livello e la polarità della tensione compensatrice D' sono determinati dalla regolazione di VR3 (VR4).

Di base, il circuito è tutto qui. Le parti rimanenti, appartengono più che altro all'alimentazione.

**Concludendo**

Il soppressore di modulazione incrociata PCC-1000 della Denon, è un dispositivo che reca un interessante concetto di base. Resta il dubbio se un miglioramento nella separazione dei canali è accompagnato da un eguale miglioramento nella qualità del suono risultante. Il problema di stimare le prestazioni degli apparecchi hi-fi è sempre viziato dal pericolo della soggettività, e non è certo ignoto a qualunque critico il fatto che la miglior immagine stereo offerta da un particolare pickup, ad esempio, può non coincidere con la spaziatura tra i canali, rispetto ad altri pickup in esame. Questo è un argomento sul quale speriamo di poter tornare in futuro. Alla fin fine, si può dire una sola cosa; chiunque sia interessato ai progressi dell'hi-fi, dovrebbe ascoltare il cancellatore di modulazione incrociata durante il funzionamento. Vale la pena di farsi un'idea diretta.

# CROSSTALK CANCELLER PCC-1000



TR1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8: 2SC1775(E)  
273019801

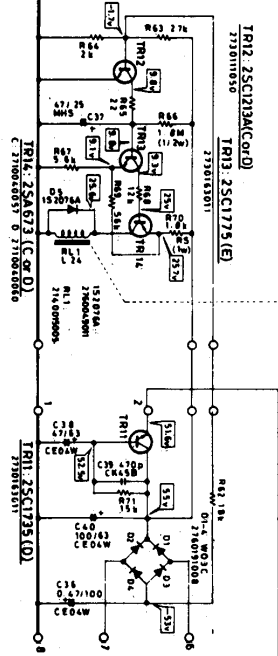
TR9, 10: 2SA872(E)  
271007001

S1a-f: P.C.C. (1, ON, 2, OFF)  
(273019806)

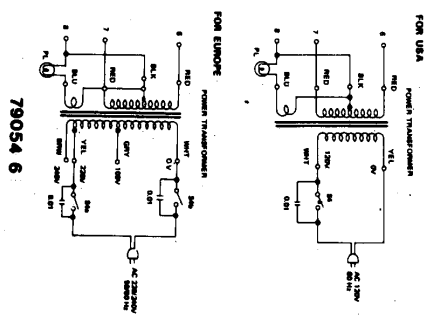
S2a-d: TAPE MONITOR (1, OFF, 2, ON)  
(273019807)

S3a-b: OUTPUT (1, Lch ONLY, 2, NORMAL, 3, Rch ONLY)  
(273019801)

TRANSISTOR		DIODE		
TR1-8	2SC1775(E)	2730198013	D1-4	2780191008
TR9, 10	2SA872(E)	271007001	D5	2780049011
TR11	2SC173A(D)	2730193011	D6	2780188011
TR12	2SC1213A(C)	2730111000		
TR13	2SC1775(E)	2730198026		
TR14	2SA673A(C)	2710005027		



NOTES  
ALL RESISTANCE VALUES IN OHMS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.  
ALL CAPACITANCE VALUES IN MICROFARADS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.  
EVERY VOLTAGE AND CURRENT IS MEASURED AT NO SIGNAL INPUT CONDITION.  
CIRCUIT AND PARTS ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT PRIOR NOTICE.



79054 6