

# Sorpresa: fa più rumore la testina del pre L'interfacciamento del fonorivelatore

*Non solo la risposta in frequenza, ma anche il rapporto segnale/rumore sono legati all'interfacciamento elettrico tra fonorivelatore e preamplificatore. Mentre con i fonorivelatori elettrodinamici il rapporto segnale/rumore della combinazione fonorivelatore-pre è funzione di entrambi gli elementi in gioco, nel caso dei fonorivelatori magnetodinamici il rapporto segnale/rumore è definito prioritariamente dalle caratteristiche elettriche del solo fonorivelatore.*

di Paolo Nuti

I problemi di interfacciamento del fonorivelatore possono essere suddivisi in elettrici (fonorivelatore / giradischi / preamplificatore) e meccanici (disco / puntina, fonorivelatore / braccio). La sezione prove di questo numero di AUDIOreview è dedicata ai primi.

Quello del fonorivelatore è probabilmente il più popolare e conosciuto tra i problemi di interfacciamento elettrico grazie all'attenzione che la maggior parte delle riviste specializzate italiane, sulla scia del lavoro svolto dalla nostra équipe sul tema "risposta in frequenza di interfaccia", ha dedicato all'argomento. All'interfacciamento elettrico fonorivelatore/preamplificatore sono però legati non solo la risposta in frequenza, ma anche, e questo è meno noto, il rapporto segnale/rumore. Senza trascurare il problema della risposta in frequenza, cui, non ci stancheremo mai di ripeterlo, sono intimamente e per vari aspetti legate le qualità soggettive dei suoni percepiti, ci soffermeremo sul problema del rapporto segnale/rumore proprio del fonorivelatore e quello della combinazione fonorivelatore / preamplificatore RIAA, problema noto da tempo a livello teorico, cui è però stato finora dedicato poco spazio a livello sperimentale, in particolare dalle riviste specializzate. In linea con la teoria dei cinque parametri fondamentali, suddivideremo l'argomento caratteristiche dei fonorivelatori in 1- distorsione lineare (risposta in frequenza), 2- distorsione non lineare (distorsione comunemente intesa), 3- livello di uscita, 4- rumore. Benché alcuni costruttori (Dynavector) attribuiscono un certo peso anche al tempo di propagazione delle sollecitazioni meccaniche lungo il cantilever, riteniamo lecito considerare il sistema invariante e quindi il quinto parametro (tempo) biunivocamente legato alla risposta in frequenza.

## La risposta in frequenza

È ormai riconosciuto (1) che principali responsabili delle differenze percepibili all'ascolto tra due sistemi di riproduzione del

suono sono differenze di risposta in frequenza di entità anche lieve. Diversamente da quanto di norma accade per l'amplificatore considerato a sé stante, la risposta in frequenza del fonorivelatore presenta in

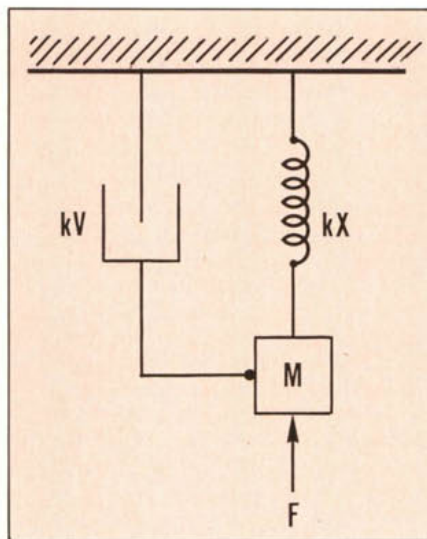


Figura 1 - Schema meccanico semplificato dell'equipaggio mobile di un fonorivelatore.

genere notevoli e percepibili irregolarità di origine sia meccanica che elettrica. L'equipaggio mobile del fonorivelatore può essere schematizzato (vedi figura 1) come un sistema meccanico costituito da massa, molla, elemento smorzante. Un sistema di questo tipo, sollecitato a muoversi a velocità costante, si comporta come indicato nella figura 2: la velocità si mantiene costante al variare della frequenza di sollecitazione fino in prossimità della risonanza in corrispondenza della quale si osserva un picco la cui ampiezza dipende dallo smorzamento totale (prevalentemente meccanico) del sistema.

A frequenze inferiori a quella di risonanza, la risposta in frequenza meccanica è lineare. La frequenza di risonanza meccanica (e di conseguenza la larghezza di banda) aumenta al diminuire della massa effettiva (massa dell'equipaggio mobile supposta concentrata nella puntina) e all'aumentare della costante elastica, cioè al diminuire della cedevolezza. Per estendere la risposta in frequenza del fonorivelatore si cerca di spostare a frequenza per quanto possibile elevata il picco di risonanza sia attraverso la riduzione della massa, di qui la ricerca di materiali leggeri, ma rigidi, per la costru-

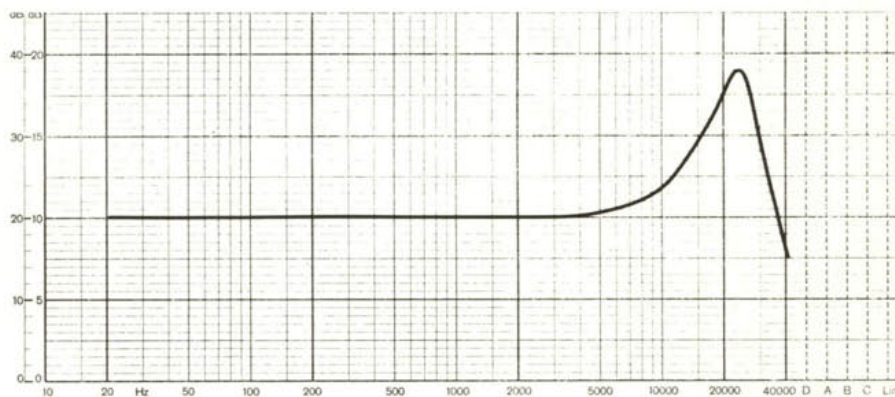


Figura 2 - Risposta in frequenza meccanica di un fonorivelatore. Nei fonorivelatori magnetici la forza elettromotrice (e) generata è proporzionale alla velocità dell'equipaggio mobile: per questo motivo i fonorivelatori magnetici vengono definiti trasduttori di velocità.

(1) Lipshitz S.P. and Vanderkooy J. - The Great Debate: subjective evaluation - JAES vol. 29, n. 7/8 Jul/Aug 81, pp. 482-490





*Prove*

zione della astina porta puntina (in inglese "cantilever"), sia attraverso un aumento della costante elastica che trova un limite nella volontà di costruire sistemi ad elevata cedevolezza (in inglese "compliance") per diminuire il peso di lettura. Vi è dunque un contrasto tra capacità di tracciamento ed estensione della risposta in frequenza che trova una soluzione solo attraverso la riduzione della massa effettiva. In pratica la frequenza di risonanza meccanica di un fonorivelatore di alta fedeltà è compresa tra i 15 e 50 kHz. Un altro parametro sul quale è possibile agire è lo "smorzamento meccanico"; aumentandolo diminuisce il "Q" del sistema, cioè l'entità del picco di risonanza. Lo smorzamento del sistema è affidato a polimeri ("gomma") opportunamente studiati il cui difetto principale è di veder mutare le proprie caratteristiche viscoelastiche con la temperatura. Da questo fenomeno traggono origine leggere variazioni di risposta in frequenza sul fianco della campana di risonanza in funzione della temperatura ambiente, variazioni peraltro trascurabili in fonorivelatori di un minimo di pregio ove la temperatura di impiego sia compresa nella ristretta fascia di temperatura caratteristica del "diagramma del benessere" estivo ed invernale. Chi può considerarsi turbato dalle variazioni della risposta in frequenza della testina piuttosto che dalle condizioni climatiche in un ambiente di ascolto a 5 o a 45°C? La risposta in frequenza dei fonorivelatori magnetodinamici è legata anche alle costanti R, L, C che compaiono nel circuito equivalente semplificato riportato in figura 3. In prima, ma più che valida, approssimazione, il fonorivelatore può essere schematizzato con un generatore di forza elettromotrice (proporzionale alla velocità dello stilo) in serie alla resistenza ed alla induttanza della bobina, caricato da una resistenza ed una capacità in parallelo. La risultante rete R, L, C costituisce un filtro passa basso a 12 dB/ottava con frequenza di taglio e smorzamento dipendenti anche dalla impedenza di carico. La risposta in frequenza complessiva è data dalla somma delle risposte meccanica ed elettrica. La

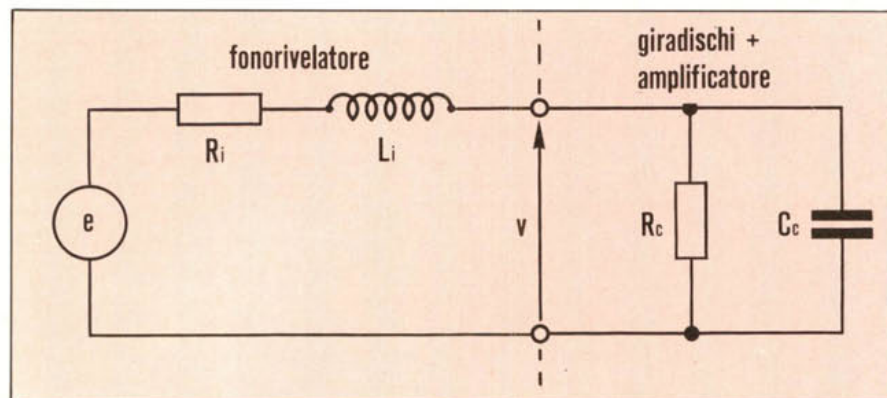


Figura 3 - Circuito elettrico equivalente semplificato del fonorivelatore. L'induttanza della bobina del fonorivelatore e la capacità di carico (somma della capacità dei cavi del giradischi e della componente capacitiva dell'impedenza di ingresso del fonorivelatore) costituiscono un filtro passa basso a 12 dB/ottava con frequenza di taglio e fattore di smorzamento variabili al variare della capacità di carico  $C_c$  e della resistenza di carico  $R_c$ .

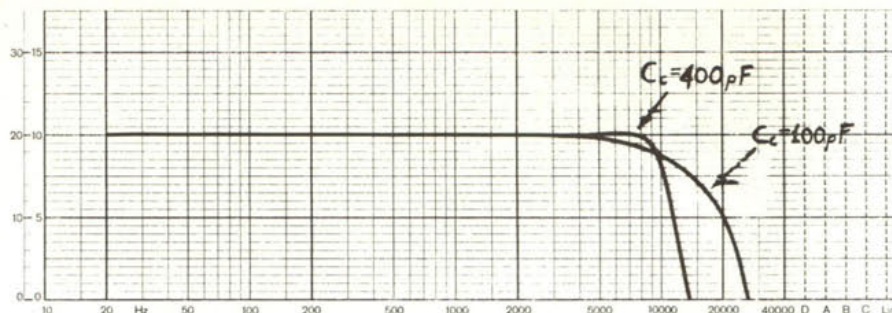


Figura 4 - Risposta in frequenza elettrica del fonorivelatore per due diverse capacità di carico. All'aumentare di  $C_c$  la frequenza di taglio diminuisce mentre aumenta il fattore di merito "Q" del sistema (sistema meno smorzato).

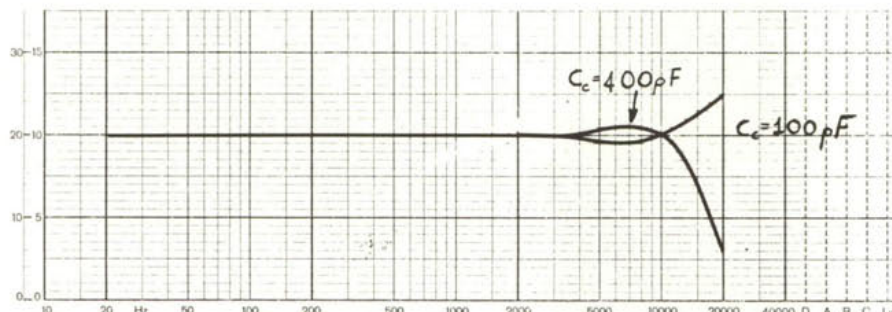


Figura 5 - Risposta in frequenza complessiva del fonorivelatore per due diverse capacità di carico. I valori estremamente ridotti di resistenza e capacità di carico caratteristici dei fonorivelatori a bobina mobile e di alcuni fonorivelatori magnetodinamici a bassa impedenza, ne rendono la risposta in frequenza praticamente indipendente dall'impedenza di carico.

figura 5 riporta appunto un esempio. Si noti come l'aumento della capacità di carico da un lato abbia l'effetto di una opportuna correzione della risonanza meccanica, dall'altro provochi, per l'aumento del fattore di smorzamento elettrico, un rinforzo a frequenze comprese tra i 5 e i 10 kHz. Poiché per effetto combinato della caratteristica fisiologica dell'orecchio e della distribuzione in frequenza dei segnali musicali un modesto incremento di livello in gamma 5-10 kHz è soggettivamente più percepibile di un taglio al di sopra dei 15 kHz, in genere l'aumento della capacità di carico comporta all'ascolto l'effetto solo apparentemente paradossale non di un taglio, bensì di una esaltazione degli alti. Per i fonorivelatori a bobina mobile e per quel-

li magnetodinamici a bassa impedenza, la risposta in frequenza è praticamente indipendente dall'impedenza di carico, benché in effetti il circuito elettrico equivalente resti assolutamente lo stesso. Questo diverso comportamento trae origine dai valori completamente diversi delle costanti in gioco: mentre la resistenza e l'induttanza di un fonorivelatore magnetodinamico variano rispettivamente nella gamma 500-1500 ohm e 0.1-1 henry, quelle di un elettrodinamico sono dell'ordine dei 2-30 ohm e 0.1-10  $\mu$ H. Di conseguenza la frequenza di taglio elettrica delle bobine mobile è così alta che la risposta in frequenza è, nella gamma audio, praticamente coincidente con quella meccanica a sua volta lineare fino alla risonanza senza gobbe di alcun genere. In altre parole, la risposta in frequenza delle testine a bobina mobile è largamente indipendente dall'impedenza di carico. Questo spiega ragionevolmente la buona fama, ad onta di picchi di risonanza pronunciati, di cui godono le bobine mobile grazie anche al pessimo interfacciamento con cui vengono in genere impiegate le magnetodinamiche. Sotto questo punto di vista (ed anche altri), le considerazioni svolte per i fonorivelatori elettrodinamici a bobina mobile possono essere direttamente estese ai magnetodinamici a bassa impedenza interna.

#### La risposta in frequenza di interfaccia

Chiarito che la risposta in frequenza delle testine magnetodinamiche dipende sensibilmente e percepibilmente dall'interfacciamento, resta il problema di come misurarla in modo utile all'utente finale. Nel



1978 il gruppo di lavoro costituito da Nuti, Morando, Gatta, Arnklit, Matijasevic mise a punto (2) un metodo denominato "misura della risposta in frequenza di interfaccia" che consente di rilevare direttamente la differenza tra la risposta in frequenza ottimale di un fonorivelatore e quella che si ottiene, per una data capacità del cavo del giradischi, con un certo amplificatore. Il metodo, la cui limitazione pratica consistette nel limitato numero e nella scelta dei fonorivelatori presi in considerazione, specie in

relazione al naturale ampliamento del mercato cui abbiamo assistito negli ultimi due anni, ha il merito di aver sensibilizzato al problema un notevole numero di appassionati.

Nel presentare ai lettori di AUDIOreview i risultati delle prove combinate di 20 fonorivelatori (4 a bobina mobile, 2 a bassa impedenza, 14 soggetti a problemi di interfacciamento anche come risposta in frequenza) con 13 amplificatori (di cui 3 senza ingresso per bobina mobile), si era ritenuto

in origine di pubblicare la risposta in frequenza di ciascuna delle 242 combinazioni; in pratica 20 strisciate simili a quella riportata in figura 6. Ma il pregio di una soluzione del genere (immediata e pratica applicazione) è solo apparente perché, dipendendo la risposta oltre che dall'impedenza di ingresso dell'amplificatore anche dalla capacità dei cavi del giradischi, la famiglia di curve avrebbe finito con l'avere una utilità marginale anche perché salvo tre amplificatori con resistenza di ingresso regolabile,

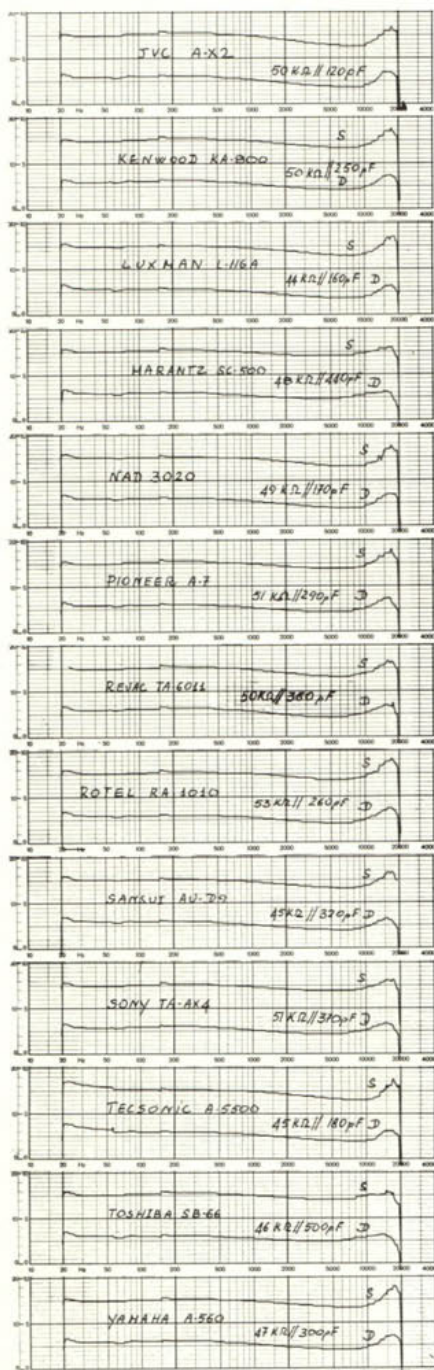


Figura 6 - Risposta in frequenza di un fonorivelatore magnetodinamico con 13 diversi preamplificatori. Capacità dei cavi del giradischi: 100 pF.

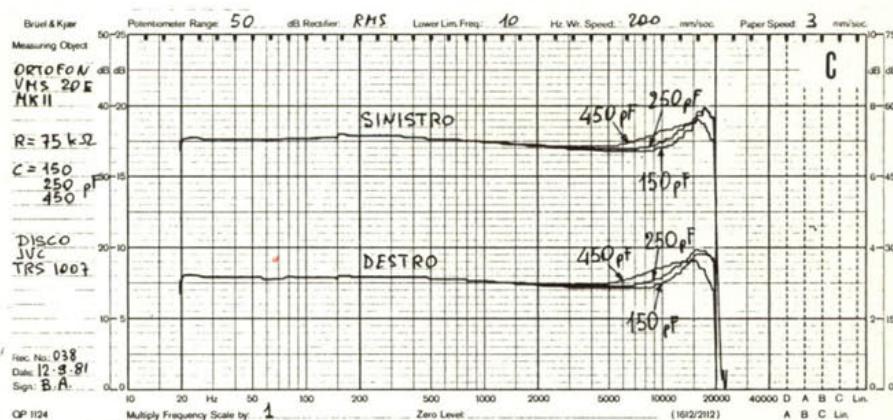
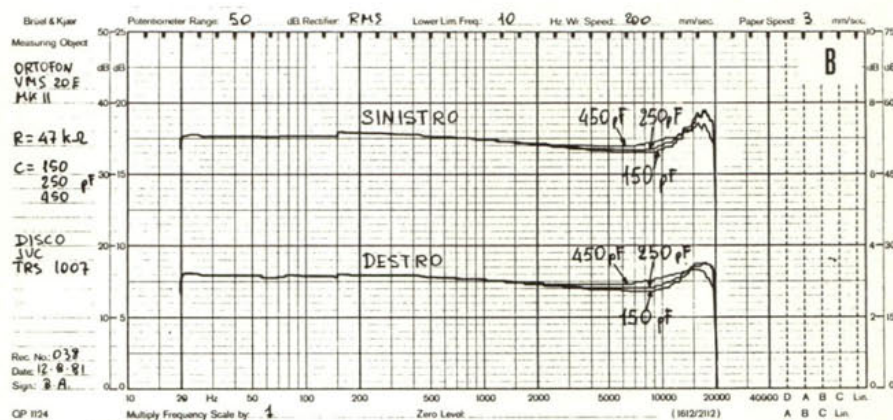
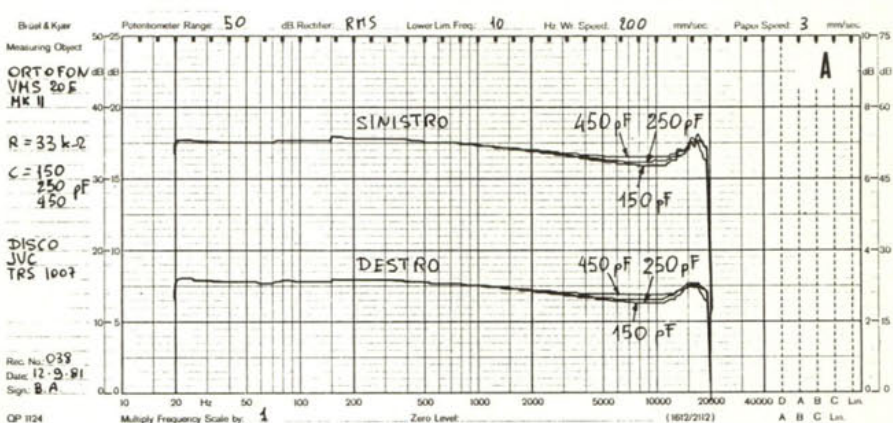


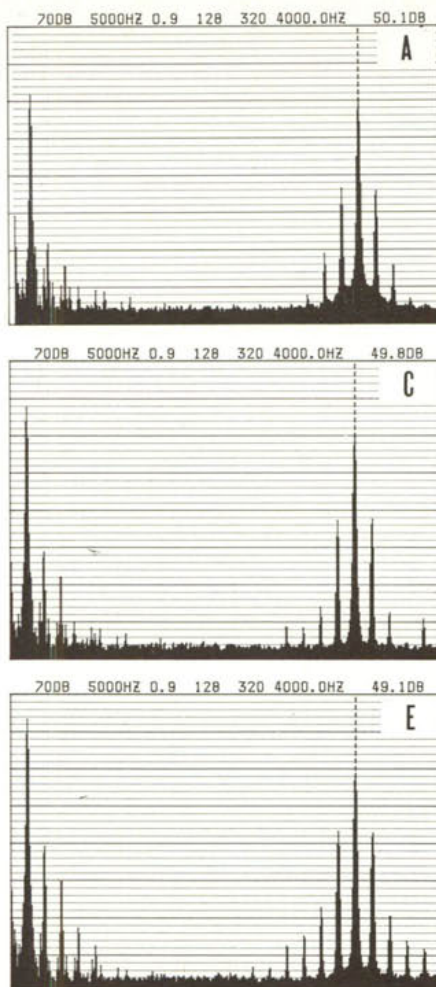
Figura 7 - Risposta in frequenza di un fonorivelatore al variare della resistenza e della capacità di carico.



la resistenza di ingresso era compresa in tutti i casi tra i 44 e i 53 kohm e la risposta in frequenza veniva in pratica a dipendere solo dalla capacità. Si è ritenuto pertanto molto più utile fornire per ciascun fonorivelatore una famiglia di curve (figura 7A, B, C) per tre diverse resistenze e tre diverse capacità di carico, oltre ad una risposta con l'impedenza di carico considerata ottimale dall'operatore. Resta così affidato al lettore l'onere di determinare l'effettiva curva di risposta della combinazione di suo interesse (anche al di fuori delle 242 presentate in questa sede), a partire dalla famiglia di curve fornita, dall'impedenza di ingresso dell'amplificatore e dalla capacità dei cavi del giradischi (da sommare alla componente capacitiva dell'impedenza di ingresso fono). È giusto e doveroso segnalare che benché le misure siano state effettuate con la massima cura ed attenzione per assicurarne la ripetibilità, questa può essere garantita solo per il particolare esemplare in prova: in base alla nostra esperienza è possibile rilevare tra esemplari diversi dello stesso fonorivelatore differenze di risposta in frequenza di entità generalmente, ma non sempre, trascurabile. Tali differenze appaiono più sensibili su campioni prelevati a distanza di tempo (p.e. un anno); sembra ragionevole attribuire tali differenze non solo a variazioni incontrollate della produzione, ma vere e proprie piccole modifiche introdotte, nel tempo, dal costruttore.

## Separazione

Appena due parole su questo parametro che, nel significato corrente che gli si attribuisce, appartiene, come la risposta in frequenza, al gruppo delle distorsioni lineari (N.B. Si può definire anche una diafonia non lineare). Per separazione si intende l'attenuazione del segnale non desiderato che un canale trasmette all'altro. La separazione è limitata dallo stesso processo di incisione e, in riproduzione, dalle caratteristiche geometriche del fonorivelatore: non solo taglio del diamante, ma anche montaggio della puntina sul cantilever (inclinazione avanti-dietro, destra-sinistra, rotazione), dal montaggio del cantilever (rotazione attorno al proprio asse, leggera inclinazione a destra o a sinistra), dal montaggio del circuito magnetico ed infine dal posizionamento del fonorivelatore sul braccio, operazione affidata all'utente. Pur senza poter intervenire sulle caratteristiche geometriche proprie del fonorivelatore, un accurato montaggio ottimizza (in genere si guadagna qualche dB nel verso peggiore) la separazione ed anche la distorsione. Purtroppo l'utente non ha generalmente i mezzi (disco prova, analizzatore di frequenza o almeno oscilloscopio) necessari per l'ottimizzazione del montaggio e deve quindi accontentarsi di un allineamento "a vista" sempre comunque raccomandabile ed utile se confrontato con i montaggi "a caso" nei quali capita sovente di imbat-  
tersi.



## Distorsione

La distorsione non lineare del fonorivelatore, o meglio del sistema fonorivelatore/disco, ha origini meccaniche ed elettriche. La distorsione non lineare di origine elettrica è però di entità generalmente trascurabile rispetto a quelle di origine meccanica. Il grosso della distorsione ha origine nel contatto puntina/solco e viene quindi a dipendere dal taglio del diamante, dal suo montaggio, dall'angolo di incisione del disco (nominalmente 20 gradi, ma spesso non perfettamente noto neanche al produttore discografico), dal montaggio della testina (sbalzo, tilt, rotazione), dall'errore radiale. Ciò premesso, la distorsione non lineare del fonorivelatore viene di solito rilevata in termini di intermodulazione con frequenze di prova 200 e 4000 Hz, livello della 4 kHz costante (-18 dB) e livello della 200 Hz crescente a passi di 3 dB da +6 a +18 dB; il riferimento è in entrambi i casi una ampiezza di picco di 11.2  $\mu$ m di picco corrispondente, a 1 kHz, a 5 cm/s efficaci; al massimo livello di prova lo spostamento di picco dello stilo raggiunge i 90.5  $\mu$ m. Generalmente la misura viene effettuata servendosi di un intermodulimetro SMPTE che presenta il pregio di una certa semplicità di impiego e lettura a scapito di una sgradita sensibilità al rumore di fondo. Impiegando sempre lo stesso segnale di

Figura 8 A, B, C, D, E - Analisi spettrale dei prodotti di intermodulazione 200/4000 Hz generati da un fonorivelatore al variare dell'ampiezza del segnale a 200 Hz a passi di 3 dB da +6 a +18 dB riferiti a 5 cm/s 1 kHz. Scala delle frequenze lineare 0-5000 Hz. Disco prova CBS STR 112,

prova inciso sul disco CBS STR 112, è possibile effettuare una analisi spettrale dei prodotti di distorsione. Le figure 8A, B, C, D, E illustrano i risultati ottenibili con un analizzatore FFT 2031 della Bruel e Kjaer. Sulla sinistra si può osservare il segnale a 200 Hz di livello gradualmente crescente (scala dei livelli 2 dB/divisione); a destra il segnale a 4000 Hz con le bande laterali prodotte dalla distorsione. Per comodità di lettura i risultati possono essere sintetizzati in un grafico simile a quello di figura 9, tracciato con elaboratore a plotter a partire dagli spettri acquisiti dal 2031, riportando in scala espansa solo la porzione utile delle analisi spettrali relative ai tre livelli di modulazione più elevati, ed i dati di identificazione del dispositivo in prova.

## Il rapporto segnale/rumore

Ed eccoci a quello che, a torto o a ragione, consideriamo il piatto forte di questo mese, il problema del rapporto segnale/rumore. Pur non essendo popolare quanto quello della risposta in frequenza di interfaccia, il problema del rapporto segnale/rumore, non è sconosciuto, almeno come tale, agli audiofili. Molti hanno notato come un certo preamplificatore faccia più rumore (fruscio) con una certa testina piuttosto che con un'altra. Ciò che è meno noto è che, salvo qualche eccezione, nel caso dei fono-



rivelatori magnetodinamici (per le bobina mobile il discorso è completamente diverso) il rapporto segnale/rumore complessivo viene a dipendere piuttosto dalla testina che non dal preamplificatore. Ma andiamo per ordine: cominciamo dal segnale, cioè dalla tensione di uscita del fonorivelatore da prendere come riferimento nel calcolo del rapporto segnale/rumore. Tradizionalmente questo valore viene espresso in millivolt per centimetro al secondo o in mV per 3.54 cm/s diagonale corrispondenti a 5 cm/s laterale. Da tempo si è ormai accettato a livello internazionale come livello di riferimento quello di 10 cm/s laterale a 1 kHz, 6 dB (due volte) più elevato del famoso 3.54. Tenuto conto sia delle raccomandazioni IEC, sia che la tensione di uscita, per la prima volta in Italia, sarebbe poi servita a definire un rapporto segnale / rumore e che questo numero doveva essere aderente alla realtà, sia del fatto che sui dischi di alta qualità si trovano velocità particolarmente elevate (anche superiori ai 100 cm/s, secondo i laboratori Pickering / Stanton), abbiamo ritenuto ragionevole modificare una consuetudine e pubblicare le tensioni di uscita per 7.07 cm/s ovvero 10 cm/s di modulazione laterale. L'esecuzione della misura è banale e la precisione legata solo a quella del disco prova (BK QR2010). Unica avvertenza degna di nota è che le tensioni di uscita devono essere misurate con il fonorivelatore terminato su di un carico di valore opportuno: a vuoto e su 47 kohm in parallelo a 250 pF per i sistemi magnetodinamici e a vuoto e su 100 ohm in parallelo a 250 pF per i sistemi elettrodinamici a bobina mobile ed assimilabili (magnetodinamici a bassa impedenza).

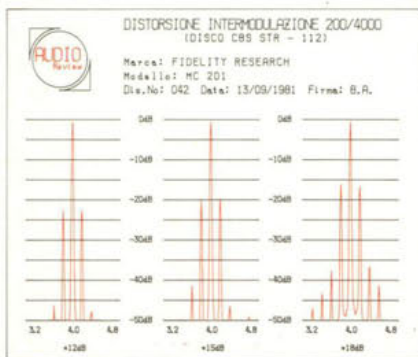


Figura 9 - Presentazione su scala espansa dei prodotti di intermodulazione generati dallo stesso fonorivelatore cui si riferisce la figura 8 ai tre livelli di prova più elevati.

### Il rumore

La misura del rumore generato da un preamplificatore fono viene di norma effettuata chiudendone l'ingresso su 600 ohm e/o in cortocircuito. Come prestazione si prende la tensione di rumore riportata all'ingresso (misura in cc, figura 10) o la somma delle tensioni di rumore termico della resistenza di chiusura, della tensione di rumore dell'amplificatore e della caduta

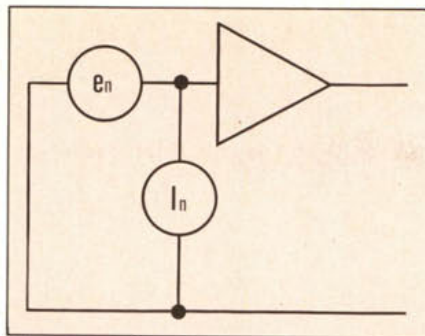


Figura 10 - Schema elettrico semplificato del preamplificatore con ingresso chiuso in cortocircuito per la misura della tensione di rumore.  $E_n$  = generatore di tensione di rumore,  $I_n$  = generatore di corrente di rumore.

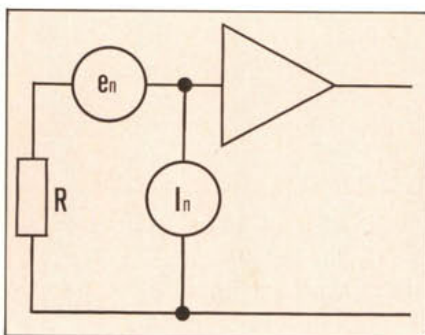


Figura 11 - Schema elettrico semplificato del preamplificatore con ingresso chiuso su una resistenza di valore noto. In questo caso alla tensione di rumore del preamplificatore si sommano la tensione di rumore termico della resistenza e la caduta di tensione generata nella resistenza R dalla corrente di rumore.

di tensione generata sulla resistenza di chiusura dalla corrente di rumore (figura 11).

La situazione di impiego reale del sistema non è però nessuna di queste due, bensì quella riportata in figura 12.

Ricordiamo che una resistenza, per il solo fatto di essere ad una temperatura superiore allo zero assoluto, è sede di una tensione di rumore termico data dall'espressione

$$V_n = 4 k T R \Delta f \quad (1)$$

con  $V_n$  = valore efficace della tensione di rumore termico

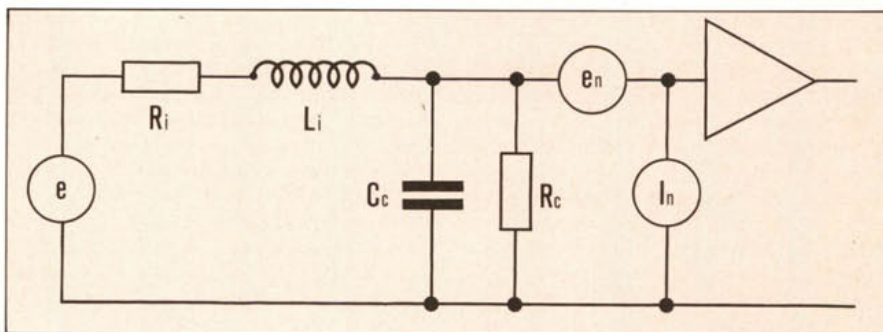


Figura 12 - Schema elettrico semplificato del preamplificatore connesso al fonorivelatore. L'effetto del circuito risonante  $R_i, L_i, C_c, R_c$  non può essere trascurato ai fini del calcolo della tensione di rumore generata dal fonorivelatore e neanche ai fini del calcolo del rumore generato dalla corrente di rumore dei preamplificatori. Se, come spesso accade, la corrente di rumore del preamplificatore è molto ridotta, il suo contributo può essere trascurato.

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ (W sec/K)}$$

= Costante di Boltzmann

$T$  = Temperatura assoluta in gradi Kelvin

$R$  = Valore della resistenza in ohm

$\Delta f$  = Larghezza di banda presa in considerazione

Nel caso del fonorivelatore, l'impedenza interna non è puramente resistiva, ma il rumore termico si calcola sempre con la stessa espressione sostituendo ad  $R$  il valore della parte reale dell'impedenza interna (resistenza interna). Il punto più importante è che il rumore così generato viene filtrato dalla rete  $R_i, L_i, C_c, R_c$  (figura 12); supponendo per il momento che la tensione e la corrente di rumore del preamplificatore RIAA siano nulle, il rumore del fonorivelatore, filtrato dalla rete descritta, viene ulteriormente filtrato dalla rete RIAA. Conoscendo la caratteristica di trasferimento RIAA e le quattro costanti  $R_i, L_i, C_c, R_c$ , è possibile calcolare la tensione di rumore filtrato RIAA non pesato (banda 22 - 22000 Hz) e pesato "A" generato dal fonorivelatore.

Non riportiamo tutte le formule necessarie ed avvertiamo che la quantità di lavoro da compiere per un singolo fonorivelatore è tale da sconsigliare qualsiasi approccio manuale. Noi ci siamo serviti di un personal computer HP 85; accontentandosi di una approssimazione leggermente minore, potrebbe bastare una buona (con un sufficiente numero di memorie) calcolatrice programmabile; se un certo numero di lettori manifesterà interesse per il calcolo in quanto tale, possiamo riaffrontare l'argomento pubblicando formule e programma in BASIC.

I risultati dei calcoli effettuati per i venti fonorivelatori dei quali ci occupiamo in questo numero sono riportati nella tabella 1. L'ultima colonna si riferisce al "rapporto segnale/rumore proprio" di ciascun fonorivelatore ottenuto dividendo la tensione di uscita precedentemente definita per la tensione di rumore pesata "A" calcolata a partire dall'impedenza interna e di carico.



FONORIVELATORE MARCA E MODELLO	RESISTENZA (ohm)	INDUTTANZA (Henry)	TENSIONE DI USCITA (mV)	TENSIONE RUMORE PESATA A (uV)	RAPPORTO S/N "A" PROPRIO (dB)
(magnetodinamici)					
ADC Astrion	809	.555	4.80	.492	77.5
ADC Integra XLM mkIII	710	.452	7.50	.430	82.1
ADC QLM 36 mkIII premount	758	.494	5.30	.456	78.8
Audiotechnica AT 155 LC	743	.558	11.65	.491	85.3
Glanz MFG 71 L	1570	.102	6.90	.300	83.2
Grado F 3+	702	.058	6.55	.197	86.3
Ortofon Concorde STD	556	.578	10.35	.493	84.4
Pickering Red Hot Needle	532	.365	9.40	.365	85.1
Pickering XSV 5000	614	.265	7.30	.303	83.9
Shure M 95 HE	1525	.704	10.20	.590	82.6
Shure V 15 IV	1387	.496	7.45	.487	80.9
Stanton 681 EEE	1201	.904	6.10	.661	77.8
Stanton 881 S	880	.541	9.00	.488	82.9
(elettrodinamici e assim.)					
Dynavector DV Karat	33.8	6.0	.520	.036	79.0
Fidelity Research FR 1 mkII	14.4	9.5	.251	.026	75.7
Fidelity Research MC 201	8.7	8.5	.280	.020	78.6
Ortofon MC 20 mkII	3.3	0.2	.180	.013	78.8
Pickering XLZ 7500 S	2.7	1029.0	.350	.019	82.4
Stanton 980 LSZ	2.6	941.0	.365	.018	83.2

Tabella 1 - Tensione di rumore pesata RIAA e "A" e rapporto segnale rumore proprio dei venti fonorivelatori in prova questo mese, calcolati a partire dal valore medio della resistenza, induttanza e tensione di uscita di ciascuno.

Attenzione: tutti i calcoli sono stati eseguiti a partire dalla media dei valori di impedenza e tensione di uscita dei due canali di ciascun fonorivelatore.

L'esame di queste due tabelle consente di trarre una prima interessantissima conclusione: per tutti i fonorivelatori presi in esame, il rapporto segnale/rumore proprio varia tra 75.7 e 86.3 dB; quello delle sole bobina mobile è compreso tra 75.7 e 79 dB; pur con un leggero svantaggio per le bobine mobile **non vi sono differenze particolarmente elevate nel rapporto segnale/rumore proprio** tra fonorivelatori magnetodinamici ed elettrodinamici; e questo nonostante differenze nelle tensioni di uscita di 20-30 dB. La cosa, apparentemente sorprendente, ha una sua logica: il rapporto segnale/rumore dipende oltre che dall'effetto di filtraggio del circuito equivalente, dall'energia del campo magnetico, in definitiva dal tipo di magnete impiegato e dall'efficienza del circuito magnetico in termini di contenimento del flusso disperso: con le bobine mobile il circuito magnetico è un po' più critico, ma in definitiva l'efficienza è simile per tutti i fonorivelatori.

Fino ad ora abbiamo completamente trascurato il rumore del preamplificatore, viceversa, come annunciato, anche sotto questo punto di vista c'è un problema di interfacciamento.

Dicevamo che il rumore del pre può essere attribuito all'effetto simultaneo di un generatore di tensione e di un generatore di corrente. Il valore da attribuire al generatore di tensione di rumore può essere misurato molto rapidamente ponendo l'ingresso in corto circuito (figura 10): in questo caso l'effetto del generatore di corrente è nullo e quella che si misura in uscita è la tensione di rumore moltiplicata per il guadagno.

Misurare la corrente di rumore è un poco più complicato: si termina l'ingresso su di una impedenza puramente resistiva di adeguato valore (nel caso del pre-fono vanno benissimo i soliti 600 ohm) e si misura la tensione di uscita. A meno del guadagno, la tensione di rumore così rilevata è risultato della somma quadratica (valore efficace) di tre diverse componenti: la tensione di rumore dell'amplificatore, il rumore termico della resistenza, la caduta di tensione prodotta nella resistenza dalla corrente di rumore dell'amplificatore. Il primo termine si misura secondo la configurazione sperimentale di figura 10, il secondo si calcola con la (1), il totale si misura con la configurazione di figura 11, un semplice calcolo consente di risalire a  $I_n$ .

Fintanto che l'impedenza di chiusura è puramente resistiva, posto di aver effettuato la misura a valle dell'amplificatore, anche con una risposta in frequenza non lineare (magari quella del filtro di pesatura), il valore totale della corrente di rumore così determinato è sufficiente all'effettuazione dei calcoli; se però l'impedenza di chiusura, come nel caso di figura 12, è complessa, allora per poter calcolare il valore totale della tensione di rumore generata dalla corrente di rumore occorre conoscerne la distribuzione spettrale. In teoria non è una cosa particolarmente difficile, basta ripetere la procedura prima descritta per bande di frequenza sufficientemente strette (p.e. terzi o dodicesimi di ottava); in pratica il procedimento è un po' laborioso e, pur riservandoci di riprendere in mano la faccenda, abbiamo rinunciato al calcolo teorico completo del rumore di interfaccia, accontentandoci di un calcolo approssimato per difetto (che però gode del vantaggio di essere alla portata di tutti i lettori) effettuato a partire dalla tensione di rumo-

FONORIVELATORI	ADC ASTRION	ADC INTEGRA XLM MK III	ADC QLM MK I
AMPLIFICATORI			
JVC A X2	0.67 uV (0.70) uV	0.63 uV (0.68) uV	0.65 uV (0.68) uV
KENWOOD KA 800	0.51 uV (0.52) uV	0.45 uV (0.48) uV	0.47 uV (0.50) uV
LUXMAN L 116 A	0.55 uV (0.60) uV	0.50 uV (0.53) uV	0.52 uV (0.55) uV
MARANTZ SC 500	0.52 uV (0.61) uV	0.47 uV (0.55) uV	0.49 uV (0.58) uV
NAD 3020	0.69 uV (1.00) uV	0.65 uV (0.89) uV	0.67 uV (0.89) uV
PIONEER A 7	0.51 uV (0.51) uV	0.45 uV (0.47) uV	0.47 uV (0.48) uV
REVA TA 6011	0.53 uV (0.93) uV	0.47 uV (0.79) uV	0.50 uV (0.89) uV
ROTEL RA 1010	0.63 uV (0.70) uV	0.59 uV (0.65) uV	0.61 uV (0.67) uV
SANSUI AU D9	0.50 uV (0.51) uV	0.44 uV (0.47) uV	0.47 uV (0.48) uV
SONY TA AX4	0.50 uV (0.67) uV	0.44 uV (0.57) uV	0.44 uV (0.61) uV
TECSONIC A 5500	0.52 uV (0.57) uV	0.46 uV (0.50) uV	0.49 uV (0.51) uV
TOSHIBA SB 66	0.51 uV (1.69) uV	0.46 uV (1.38) uV	0.48 uV (1.51) uV
YAMAHA A 560	0.51 uV (0.52) uV	0.45 uV (0.47) uV	0.48 uV (0.48) uV

re proprio pesata "A" del fonorivelatore (vedi tabella 1), salvo effettuare una verifica sperimentale dei risultati per le 242 combinazioni possibili di 13 amplificatori (3 dei quali privi di ingresso MC) e 20 fonorivelatori (6 dei quali a bobina mobile o assimilabili).

Bene, il risultato pratico di tutto questo è stato che, salvo casi eccezionali (vedi p.e. l'ingresso MM del Toshiba SB-66), l'errore commesso trascurando la corrente di rumore è inferiore a 3 dB su 80.

Le tabelle 2A e 2B pongono a confronto il valore efficace della tensione di rumore calcolata a partire dalla tensione di rumore pesata "A" dell'amplificatore e dalla tensione di rumore pesata "A" propria del fonorivelatore (tabella 1) mediante l'espressione

$$V_t = \sqrt{V_f^2 + V_n^2}$$

$V_t$  = tensione di rumore totale

$V_f$  = tensione di rumore proprio del fonorivelatore

$V_n$  = tensione di rumore del preamplificatore

con quello misurato direttamente con il fonorivelatore connesso all'ingresso fono. Dall'esame della tabella 2A possiamo trarre per il rumore pesato generato da preamplificatori equalizzatori RIAA il cui ingresso sia terminato su fonorivelatori ma-





AUDIO- TECNICA AT 155 LC	GLANZ MFG 71 L	GRADO F3 E+	ORTOFON CONCORDE STD	ORTOFON VMS 20 E MK II	PICKERING RED HOT NEEDLE	PICKERING XSV 5000	SHURE M 95 HE	SHURE V 15 IV	STANTON 681 EEE	STANTON 881 S
0.67 uV (0.68) uV	0.52 uV (0.60) uV	0.50 uV (0.54) uV	0.67 uV (0.70) uV	0.68 uV (0.70) uV	0.59 uV (0.62) uV	0.55 uV (0.58) uV	0.75 uV (0.80) uV	0.67 uV (0.71) uV	0.81 uV (0.81) uV	0.67 uV (0.70) uV
0.51 uV (0.51) uV	0.28 uV (0.36) uV	0.24 uV (0.30) uV	0.51 uV (0.51) uV	0.52 uV (0.53) uV	0.39 uV (0.44) uV	0.33 uV (0.38) uV	0.60 uV (0.61) uV	0.50 uV (0.54) uV	0.67 uV (0.64) uV	0.51 uV (0.53) uV
0.55 uV (0.60) uV	0.35 uV (0.43) uV	0.32 uV (0.35) uV	0.55 uV (0.58) uV	0.56 uV (0.58) uV	0.44 uV (0.50) uV	0.39 uV (0.45) uV	0.64 uV (0.70) uV	0.55 uV (0.60) uV	0.71 uV (0.75) uV	0.55 uV (0.58) uV
0.52 uV (0.63) uV	0.31 uV (0.41) uV	0.27 uV (0.30) uV	0.52 uV (0.60) uV	0.53 uV (0.60) uV	0.41 uV (0.49) uV	0.35 uV (0.42) uV	0.62 uV (0.74) uV	0.52 uV (0.61) uV	0.69 uV (0.78) uV	0.52 uV (0.61) uV
0.69 uV (0.97) uV	0.55 uV (0.74) uV	0.53 uV (0.71) uV	0.70 uV (0.97) uV	0.70 uV (0.97) uV	0.61 uV (0.81) uV	0.58 uV (0.77) uV	0.77 uV (1.06) uV	0.69 uV (0.98) uV	0.82 uV (1.11) uV	0.69 uV (0.95) uV
0.51 uV (0.51) uV	0.28 uV (0.36) uV	0.23 uV (0.25) uV	0.51 uV (0.51) uV	0.51 uV (0.51) uV	0.38 uV (0.41) uV	0.33 uV (0.36) uV	0.60 uV (0.62) uV	0.50 uV (0.52) uV	0.67 uV (0.66) uV	0.50 uV (0.52) uV
0.53 uV (0.99) uV	0.32 uV (0.45) uV	0.28 uV (0.38) uV	0.53 uV (0.91) uV	0.54 uV (0.87) uV	0.42 uV (0.71) uV	0.36 uV (0.55) uV	0.62 uV (1.17) uV	0.53 uV (0.87) uV	0.69 uV (1.31) uV	0.53 uV (0.91) uV
0.63 uV (0.70) uV	0.47 uV (0.53) uV	0.45 uV (0.48) uV	0.63 uV (0.70) uV	0.64 uV (0.68) uV	0.54 uV (0.60) uV	0.50 uV (0.57) uV	0.71 uV (0.80) uV	0.63 uV (0.70) uV	0.77 uV (0.83) uV	0.63 uV (0.70) uV
0.50 uV (0.52) uV	0.27 uV (0.36) uV	0.23 uV (0.25) uV	0.51 uV (0.51) uV	0.51 uV (0.51) uV	0.38 uV (0.41) uV	0.32 uV (0.36) uV	0.60 uV (0.61) uV	0.50 uV (0.52) uV	0.66 uV (0.66) uV	0.50 uV (0.51) uV
0.50 uV (0.70) uV	0.27 uV (0.40) uV	0.22 uV (0.26) uV	0.50 uV (0.65) uV	0.51 uV (0.64) uV	0.38 uV (0.49) uV	0.32 uV (0.42) uV	0.60 uV (0.81) uV	0.50 uV (0.65) uV	0.67 uV (0.89) uV	0.50 uV (0.65) uV
0.52 uV (0.56) uV	0.30 uV (0.46) uV	0.26 uV (0.37) uV	0.52 uV (0.56) uV	0.53 uV (0.55) uV	0.40 uV (0.47) uV	0.35 uV (0.39) uV	0.61 uV (0.69) uV	0.52 uV (0.56) uV	0.68 uV (0.75) uV	0.52 uV (0.57) uV
0.51 uV (1.85) uV	0.29 uV (0.61) uV	0.25 uV (0.35) uV	0.52 uV (1.61) uV	0.52 uV (1.51) uV	0.39 uV (1.12) uV	0.34 uV (0.88) uV	0.61 uV (2.09) uV	0.51 uV (1.53) uV	0.68 uV (2.33) uV	0.51 uV (1.61) uV
0.51 uV (0.51) uV	0.29 uV (0.37) uV	0.24 uV (0.30) uV	0.51 uV (0.51) uV	0.52 uV (0.51) uV	0.39 uV (0.41) uV	0.33 uV (0.37) uV	0.61 uV (0.63) uV	0.51 uV (0.52) uV	0.68 uV (0.68) uV	0.51 uV (0.52) uV

**Tabella 2A - Confronto tra la tensione di rumore effettivamente misurata delle 182 combinazioni di 13 preamplificatori e 14 fonorivelatori magnetodinamici e quella calcolata (trascurando la corrente di rumore) a partire dalla tensione di rumore pesata "A" dei preamplificatori e dei fonorivelatori (tabella 1). Si noti come, salvo qualche eccezione (principalmente il Toshiba SB 66), l'accordo possa essere definito ottimo.**

**Tabella 2B - Confronto tra la tensione di rumore effettivamente misurata delle 60 combinazioni di 10 preamplificatori MC e 6 fonorivelatori elettrodinamici o equiparabili e quella calcolata trascurando la corrente di rumore. L'accordo è ancora soddisfacente anche se meno stretto che nel caso dei fonorivelatori magnetodinamici. Alcuni paradossi (rumore misurato inferiore a quello calcolato) sono dovuti al particolare comportamento di alcuni pre MC il cui guadagno è funzione dell'impedenza interna del generatore.**

FONORIVELATORI	DYNAVECTOR DV KARAT RUBY	FIDELITY RESEARCH FR 1 MK II	FIDELITY RESEARCH MC 201	ORTOFON MC 20 MK II	PICKERING XL2 7500 S	STANTON 980 LSZ
<b>AMPLIFICATORI</b>						
KENWOOD KA 800	0.106 uV (0.142) uV	0.103 uV (0.144) uV	0.102 uV (0.147) uV	0.101 uV (0.163) uV	0.102 uV (0.191) uV	0.102 uV (0.162) uV
LUXMAN L 116 A	0.264 uV (0.271) uV	0.261 uV (0.266) uV	0.261 uV (0.269) uV	0.260 uV (0.252) uV	0.261 uV (0.330) uV	0.261 uV (0.287) uV
MARANTZ SC 500	0.145 uV (0.155) uV	0.142 uV (0.155) uV	0.141 uV (0.148) uV	0.141 uV (0.145) uV	0.141 uV (0.196) uV	0.141 uV (0.163) uV
PIONEER A 7	0.101 uV (0.107) uV	0.098 uV (0.098) uV	0.096 uV (0.100) uV	0.095 uV (0.096) uV	0.096 uV (0.126) uV	0.096 uV (0.116) uV
REVAC TA 6011	0.100 uV (0.144) uV	0.097 uV (0.102) uV	0.095 uV (0.103) uV	0.094 uV (0.095) uV	0.095 uV (0.158) uV	0.095 uV (0.112) uV
ROTEL RA 1010	0.135 uV (0.090) uV	0.133 uV (0.097) uV	0.132 uV (0.090) uV	0.131 uV (0.093) uV	0.131 uV (0.127) uV	0.131 uV (0.118) uV
SANSUI AU D9	0.073 uV (0.074) uV	0.068 uV (0.052) uV	0.066 uV (0.095) uV	0.064 uV (0.053) uV	0.066 uV (0.091) uV	0.066 uV (0.084) uV
SONY TA AX4	0.063 uV (0.069) uV	0.058 uV (0.062) uV	0.056 uV (0.059) uV	0.054 uV (0.054) uV	0.055 uV (0.081) uV	0.055 uV (0.093) uV
TOSHIBA SB 66	0.116 uV (0.105) uV	0.113 uV (0.099) uV	0.112 uV (0.098) uV	0.111 uV (0.100) uV	0.112 uV (0.130) uV	0.111 uV (0.119) uV
YAMAHA A 560	0.125 uV (0.120) uV	0.123 uV (0.114) uV	0.122 uV (0.136) uV	0.121 uV (0.124) uV	0.121 uV (0.202) uV	0.121 uV (0.154) uV

*Prove*

FONORIVELATORI	ADC	ADC	ADC	AUDIO-	GLANZ	GRADO	ORTOFON	ORTOFON	PICKERING	PICKERING
	ASTRION	INTEGRA	QLM 36	TECHNICA			CONCORDE	VMS 20 E	RED HOT	XSV 500
AMPLIFICATORI		XLM MK III	MK III P	AT 155 LC	MFG 71 L	F3 E+	STD	MK II	NEEDLE	
JVC A X2	76.3 dB (76.0) dB	82.2 dB (81.5) dB	78.1 dB (77.6) dB	84.3 dB (83.9) dB	82.3 dB (81.1) dB	81.9 dB (81.3) dB	83.2 dB (82.8) dB	83.3 dB (83.1) dB	83.8 dB (83.4) dB	82.1 dB (81.5) dB
KENWOOD KA 800	78.7 dB (78.5) dB	84.7 dB (84.6) dB	80.9 dB (80.4) dB	86.7 dB (86.6) dB	87.7 dB (85.4) dB	88.2 dB (86.4) dB	85.6 dB (85.6) dB	85.7 dB (85.5) dB	87.4 dB (86.4) dB	86.5 dB (85.3) dB
LUXMAN L 116 A	78.1 dB (77.4) dB	84.2 dB (83.6) dB	80.0 dB (79.3) dB	86.0 dB (85.3) dB	85.8 dB (84.1) dB	85.7 dB (84.9) dB	84.8 dB (84.4) dB	85.0 dB (84.7) dB	86.3 dB (85.2) dB	85.1 dB (83.9) dB
MARANTZ SC 500	78.5 dB (77.1) dB	84.7 dB (83.3) dB	80.5 dB (79.1) dB	86.5 dB (85.3) dB	86.8 dB (84.5) dB	87.2 dB (86.3) dB	84.2 dB (84.2) dB	85.5 dB (84.2) dB	86.9 dB (85.4) dB	86.0 dB (84.3) dB
NAD 3020	76.1 dB (72.9) dB	81.9 dB (79.2) dB	77.8 dB (75.4) dB	84.1 dB (81.1) dB	81.8 dB (79.2) dB	81.4 dB (78.8) dB	80.0 dB (80.0) dB	83.1 dB (80.3) dB	83.5 dB (81.0) dB	81.6 dB (79.1) dB
PIONEER A 7	78.7 dB (78.7) dB	85.1 dB (84.8) dB	80.9 dB (80.6) dB	86.7 dB (86.7) dB	87.7 dB (85.5) dB	88.6 dB (87.7) dB	85.6 dB (85.6) dB	85.8 dB (85.9) dB	87.6 dB (86.9) dB	86.5 dB (85.8) dB
REVAC TA 6011	78.4 dB (73.5) dB	84.7 dB (80.6) dB	80.3 dB (75.1) dB	86.3 dB (81.6) dB	86.5 dB (83.5) dB	86.9 dB (84.3) dB	80.6 dB (80.6) dB	85.4 dB (80.6) dB	86.7 dB (82.1) dB	85.8 dB (82.0) dB
ROTEL RA 1010	76.9 dB (76.0) dB	82.8 dB (81.9) dB	78.6 dB (77.8) dB	84.8 dB (83.9) dB	83.2 dB (82.1) dB	82.8 dB (82.2) dB	83.7 dB (82.8) dB	83.9 dB (83.3) dB	84.5 dB (83.6) dB	82.9 dB (81.8) dB
SANSUI AU D9	78.9 dB (78.7) dB	85.3 dB (84.8) dB	80.9 dB (80.7) dB	86.8 dB (86.5) dB	88.0 dB (85.5) dB	88.6 dB (87.7) dB	85.6 dB (85.6) dB	85.8 dB (85.8) dB	87.6 dB (86.8) dB	86.8 dB (85.7) dB
SONY TA AX4	78.9 dB (76.4) dB	85.3 dB (83.0) dB	81.1 dB (78.6) dB	86.8 dB (83.9) dB	88.0 dB (84.6) dB	89.0 dB (87.5) dB	85.8 dB (83.4) dB	85.8 dB (83.9) dB	87.6 dB (85.3) dB	86.8 dB (84.4) dB
TECSONIC A 5500	78.5 dB (77.8) dB	84.9 dB (84.2) dB	80.5 dB (79.8) dB	86.5 dB (85.9) dB	87.1 dB (83.4) dB	87.5 dB (84.6) dB	85.4 dB (84.8) dB	85.5 dB (85.3) dB	87.1 dB (85.7) dB	86.0 dB (85.1) dB
TOSHIBA SB 66	78.7 dB (68.3) dB	84.9 dB (75.4) dB	80.7 dB (70.7) dB	86.7 dB (75.5) dB	87.4 dB (80.9) dB	87.9 dB (84.9) dB	85.4 dB (75.6) dB	85.7 dB (76.4) dB	87.4 dB (78.1) dB	86.3 dB (78.0) dB
YAMAHA A 560	78.7 dB (78.6) dB	85.1 dB (84.8) dB	80.7 dB (80.6) dB	86.7 dB (86.7) dB	87.4 dB (85.2) dB	88.2 dB (86.2) dB	85.6 dB (85.6) dB	85.7 dB (85.9) dB	87.4 dB (86.8) dB	86.5 dB (85.5) dB

FONORIVELATORI	DYNAVECTOR	FIDELITY	FIDELITY	ORTOFON	PICKERING	STANTON
	DV KARAT	RESEARCH	RESEARCH	MC 20		
AMPLIFICATORI	RUBY	FR 1 MK II	MC 201	MK II	XLZ 7500 S	980 LSZ
KENWOOD KA 800	73.1 dB (70.7) dB	68.2 dB (65.7) dB	67.8 dB (65.0) dB	64.7 dB (60.5) dB	70.2 dB (65.2) dB	70.7 dB (67.0) dB
LUXMAN L 116 A	66.6 dB (66.6) dB	60.8 dB (60.8) dB	60.0 dB (60.0) dB	56.4 dB (57.0) dB	62.3 dB (60.6) dB	62.5 dB (62.0) dB
MARANTZ SC 500	70.4 dB (70.2) dB	65.5 dB (64.8) dB	65.0 dB (64.5) dB	61.8 dB (61.5) dB	67.4 dB (65.4) dB	67.9 dB (67.0) dB
PIONEER A 7	73.5 dB (73.2) dB	68.7 dB (68.7) dB	68.3 dB (68.0) dB	65.2 dB (65.1) dB	70.7 dB (68.7) dB	71.2 dB (69.7) dB
REVAC TA 6011	73.6 dB (72.6) dB	68.8 dB (68.4) dB	68.4 dB (67.5) dB	65.3 dB (65.2) dB	70.8 dB (66.5) dB	71.3 dB (70.0) dB
ROTEL RA 1010	68.5 dB (72.3) dB	64.8 dB (67.6) dB	64.8 dB (68.0) dB	62.1 dB (65.1) dB	68.0 dB (68.0) dB	68.0 dB (69.0) dB
SANSUI AU D9	76.4 dB (76.2) dB	71.8 dB (74.2) dB	71.6 dB (73.5) dB	68.6 dB (70.3) dB	74.0 dB (70.8) dB	74.5 dB (72.2) dB
SONY TA AX4	77.6 dB (76.7) dB	73.2 dB (72.6) dB	73.0 dB (72.0) dB	70.1 dB (70.1) dB	75.6 dB (72.3) dB	76.1 dB (71.8) dB
TOSHIBA SB 66	72.3 dB (73.4) dB	67.4 dB (68.8) dB	67.0 dB (68.0) dB	63.9 dB (64.8) dB	69.4 dB (68.5) dB	70.0 dB (69.5) dB
YAMAHA A 560	71.7 dB (72.3) dB	66.7 dB (67.5) dB	66.2 dB (66.0) dB	63.1 dB (62.9) dB	68.7 dB (64.7) dB	69.2 dB (67.6) dB

Tabella 3A -  
Rapporto/segno rumore  
misurato e calcolato per i  
fonorivelatori  
magnetodinamici.

Tabella 3B - Rapporto  
segno/segno rumore misurato e  
calcolato per i  
fonorivelatori  
elettrodinamici.



SHURE	SHURE	STANTON	STANTON
95 HE	V 15 IV	681 EEE	881 S
82.4 dB (81.9) dB	80.6 dB (80.1) dB	76.9 dB (76.9) dB	82.1 dB (81.7) dB
84.3 dB (84.2) dB	83.2 dB (82.4) dB	78.6 dB (78.9) dB	84.4 dB (84.1) dB
83.8 dB (83.0) dB	82.3 dB (81.6) dB	78.1 dB (77.7) dB	83.8 dB (83.2) dB
84.1 dB (82.5) dB	82.8 dB (81.4) dB	78.3 dB (77.3) dB	84.3 dB (82.8) dB
82.2 dB (79.4) dB	80.4 dB (77.3) dB	76.8 dB (74.2) dB	81.8 dB (79.0) dB
84.3 dB (84.0) dB	83.2 dB (82.7) dB	78.6 dB (78.8) dB	84.6 dB (84.2) dB
84.1 dB (78.6) dB	82.7 dB (78.3) dB	78.3 dB (72.8) dB	84.1 dB (79.4) dB
82.9 dB (81.8) dB	81.2 dB (80.2) dB	77.4 dB (76.7) dB	82.6 dB (81.7) dB
84.3 dB (84.3) dB	83.2 dB (82.8) dB	78.7 dB (78.7) dB	84.6 dB (84.4) dB
84.3 dB (81.7) dB	83.2 dB (80.8) dB	78.6 dB (76.1) dB	84.6 dB (82.3) dB
84.2 dB (83.2) dB	82.8 dB (82.2) dB	78.5 dB (77.7) dB	84.3 dB (83.5) dB
84.2 dB (73.5) dB	83.0 dB (73.5) dB	78.5 dB (67.8) dB	84.4 dB (74.5) dB
82.2 dB (84.0) dB	83.0 dB (82.7) dB	78.5 dB (78.5) dB	84.4 dB (84.2) dB

gnododinamici (magnete mobile, magnete indotto, riluttanza variabile etc.) le seguenti fondamentali conclusioni:

**A** - Nella maggior parte dei casi l'effetto della corrente di rumore è trascurabile rispetto al rumore proprio del fonorivelatore ed alla tensione di rumore del preamplificatore.

**B** - Nei preamplificatori di elevata qualità il rumore proprio del fonorivelatore ha un effetto preponderante sul rumore totale. Come conseguenza dei punti A e B, a meno di non incappare in un amplificatore con distribuzione spettrale della corrente di rumore particolarmente sfortunata (un solo caso su 13), tanto più è alta l'impedenza del fonorivelatore, tanto più il rumore totale è indipendente dal preamplificatore e le differenze nella tensione di rumore riportata all'ingresso dei preamplificatori di un certo livello divengono poco significative. Per preamplificatori equalizzatori RIAA ad alto guadagno terminati su fonorivelatori a bobina mobile o magnetodinamici a bassa impedenza e bassa uscita, possiamo invece affermare:

**A** - Il rumore comunque generato dal preamplificatore è preponderante su quello proprio del fonorivelatore.

**B** - Il rapporto segnale/rumore della combinazione è funzione delle caratteristiche

## Elettrodinamici e magnetodinamici

Il fonorivelatore, familiarmente noto come "testina" e talora indicato con il termine generico di "pickup", può funzionare secondo vari principi. Fonorivelatori particolarmente diffusi sono quelli ceramici (piezoelettrici), destinati ai fonoriproduttori più economici, e quelli magnetici, di impiego pressoché universale nei sistemi di alta fedeltà di qualsiasi prezzo. Sono stati proposti, senza un reale seguito, fonorivelatori capacitivi, ottici, a semiconduttore, a resistenza variabile (strain gage) etc. I fonorivelatori magnetici si suddividono in due grandi categorie: elettrodinamici e magnetodinamici.

I **fonorivelatori elettrodinamici** sono quelli a bobina mobile o a "flusso tagliato", i **fonorivelatori magnetodinamici** quelli in cui le bobine sono fisse e, con tecniche diverse, viene fatto variare il flusso magnetico "concatenato" con le bobine stesse. Ulteriori distinzioni sul come venga attuata questa variazione di flusso (magnete mobile, magnete indotto, riluttanza variabile, shunt magnetico variabile, moving flux, etc.) sono, dal punto di vista elettrico, di importanza secondaria.

Importantissimo è invece sottolineare come nella stragrande maggioranza dei casi i fonorivelatori elettrodinamici siano caratterizzati da impedenza e tensione di uscita (sarebbe più corretto esprimersi in termini di forza elettromotrice) molto basse, mentre, salvo poche eccezioni, la resistenza e la tensione di uscita dei fonorivelatori magnetodinamici sono superiori di due ordini di grandezza e l'induttanza di 4-5 ordini di grandezza rispetto a quelle degli elettrodinamici. Queste differenze giustificano da sole le notevoli differenze di interfacciamento delle due categorie sia dal punto di vista della risposta in frequenza che del rumore. Un'ultima definizione: tutti i fonorivelatori magnetici sono **trasduttori di velocità**. Con questa espressione si vuole significare che la forza elettromotrice (o la tensione misurata ai morsetti di uscita del fonorivelatore caricato) sono direttamente proporzionali alla velocità con la quale si muove la puntina, cioè alla velocità di incisione del disco. Ad esempio con l'espressione "tensione di uscita 6 mV per 10 cm/s" si intende che la tensione di uscita del fonorivelatore caricato sull'impedenza specificata è 6 mV quando la puntina nel seguire le ondulazioni del solco si sposta ad una velocità di 10 cm/secondo.

di entrambi gli elementi e precisamente della tensione di uscita del fonorivelatore e del rumore del preamplificatore.

Come conseguenza del punto A, il rapporto segnale/rumore della combinazione è sensibilmente peggiore del rapporto segnale/rumore proprio del fonorivelatore; in precedenza (tabella 1) abbiamo mostrato come il rapporto segnale/rumore proprio dei fonorivelatori magnetodinamici ed elettrodinamici sia sostanzialmente simile; il rapporto segnale/rumore di una combinazione preamplificatore fonorivelatore elettrodinamico è pertanto **intrinsecamente** peggiore di quello relativo ad una combinazione con fonorivelatore magnetodinamico.

I risultati sia teorici che sperimentali (vedi tabelle 3A e 3B) confermano questa affermazione: mentre con i fonorivelatori magnetodinamici il rapporto segnale/rumore complessivo supera in genere gli 80 dB ed è dunque largamente migliore di quello del disco, con quelli elettrodinamici tende a mantenersi al di sotto dei 70 dB con punte negative inferiori ai 60 dB.

Al di là di queste considerazioni, per altro di notevole interesse pratico, vogliamo sottolineare come per i fonorivelatori magnetodinamici i risultati dei calcoli di rumore e rapporto segnale/rumore effettuati a partire dal rumore proprio dei fonorivelatori (tabella 1) e dalla tensione di rumore con ingresso chiuso in corto dei preamplificatori, siano in eccellente accordo con i risultati delle misure dirette (tabelle 2A e 3A). Alcune modeste incongruenze (rumore misurato leggermente minore di quello previsto), trovano una loro logica spiegazione nelle semplificazioni introdotte nei calcoli e nei piccoli, inevitabili, errori di misura che, nel peggiore dei casi, si sommano tra loro: 1- errore di misura del rumore con

ingresso in corto, 2- errore di misura della resistenza e della induttanza del fonorivelatore, 3- approssimazione (necessaria per la compilazione della tabella 1) introdotta sostituendo a resistenza ed induttanza di ciascun canale la media dei valori dei due canali, 4- approssimazione introdotta (sempre al fine di dare alla tabella 1 un valore generale sia pure sotto qualche ipotesi semplificativa) nel calcolo del rumore proprio assumendo una impedenza di carico (amplificatore + giradischi) pari a 47 kohm e 250 pF.

Nel caso dei fonorivelatori a bobina mobile ed assimilati (tabelle 2B e 3B), si possono osservare un certo numero di anomalie relativamente più marcate che trovano una loro spiegazione nelle particolari caratteristiche (p.e. auto oscillazione quando l'ingresso è chiuso in corto) di alcuni stadi di ingresso per bobina mobile. Per questi amplificatori il calcolo teorico perde di validità ed è essenziale ricorrere alla prova pratica di interfacciamento.

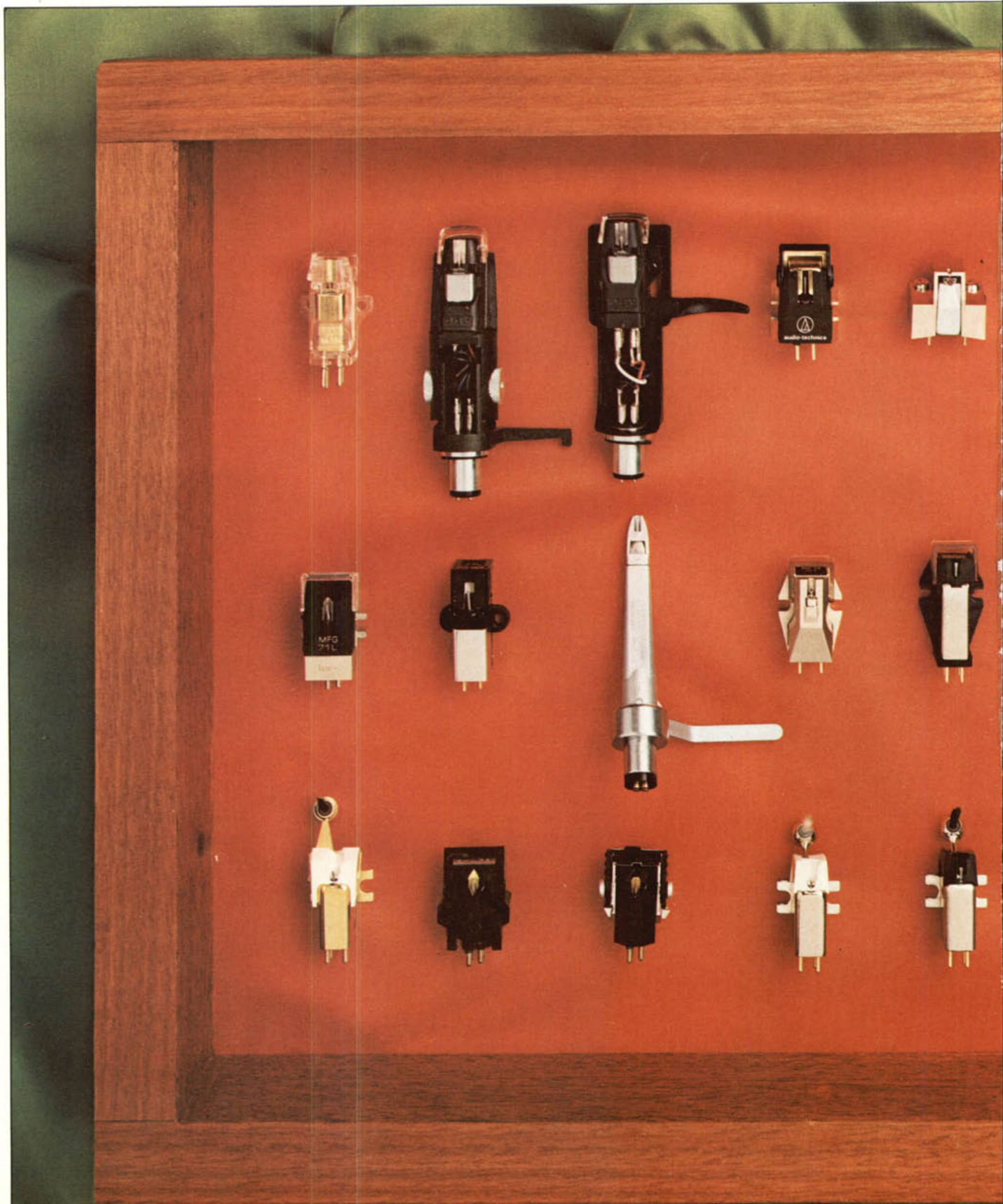
## Conclusioni

L'adozione di un fonorivelatore a bobina mobile, se elimina i problemi di interfacciamento per quanto riguarda la risposta in frequenza, impone la massima attenzione nella scelta dell'amplificatore, pena un rapporto segnale/rumore del tutto insoddisfacente.

Viceversa il fonorivelatore magnetodinamico impone la massima attenzione al corretto interfacciamento relativamente all'impedenza di carico pena sensibili alterazioni della risposta in frequenza, ma, dal punto di vista del rapporto segnale/rumore, garantisce una sensibile libertà nella scelta del preamplificatore.



# *Prove* Testine Amplificatori: 242





# prove di interfacciamento

*Prove*



*I risultati delle misure  
su venti fonorivelatori  
di tutti i tipi,  
provati sia singolarmente  
che "interfacciati" con  
tredici amplificatori integrati.*

**di Franco Gatta**

## **LE 20 TESTINE ...**

ADC Astrion  
ADC Integra XLM mk III  
ADC QLM 36 mk III P  
AUDIO TECHNICA  
AT 155 LC  
DYNAVECTOR DV Karat  
FIDELITY RESEARCH  
FR 1 mk II  
FIDELITY RESEARCH  
MC 201  
GLANZ MFG 71 L  
GRADO F 3E+  
ORTOFON Concorde STD  
ORTOFON MC 20 E mk II  
PICKERING  
Red Hot Needle  
PICKERING XLZ 7500 S  
PICKERING XSV 5000  
SHURE M 95 HE  
SHURE V 15 IV  
STANTON 881 S  
STANTON 681 EEE  
STANTON 980 LZS ... e una  
STEPHANORRHINA  
GUTTATA



*Risposta in frequenza e rapporto segnale rumore sono fra i più importanti parametri di valutazione dei fonorivelatori perché ad essi corrispondono precise, macroscopiche sensazioni d'ascolto.*

*Le condizioni di interfacciamento con l'amplificatore influiscono sensibilmente su entrambi, ma in misura diversa a seconda che si tratti di trasduttori elettrodinamici (bobina mobile o simili) o magnetodinamici (magnete mobile, ferro mobile o simili).*

### La risposta in frequenza

La risposta in frequenza è, tra i parametri fondamentali che determinano la qualità dell'ascolto, quello più importante: non solo per la dimostrata, altissima sensibilità dell'orecchio alle differenze di livello funzione della frequenza, ma anche perché le differenze di livello in oggetto sono comuni nell'ambito dei fonorivelatori: differenze tra fonorivelatore e fonorivelatore, irregolarità della risposta del singolo fonorivelatore, variazioni di queste irregolarità al variare delle caratteristiche del carico presentato al trasduttore (diversa capacità dei cavi del giradischi, diverse capacità e resistenza dell'ingresso degli amplificatori, diverse caratteristiche (quando regolabili dall'utente) degli ingressi fono dei singoli amplificatori).

La risposta in frequenza di una testina è quindi qualcosa di sicuramente diverso da quanto appare dalle caratteristiche dichiarate dal costruttore nei relativi manuali o

sui grafici di "calibrazione" forniti. Ma è anche qualcosa di diverso, se vogliamo, da quanto appare da un semplice grafico di risposta in frequenza ottenuto in sia pure controllatissime condizioni di prova: insomma, occorre conoscere il comportamento del fonorivelatore al variare del carico per poterne prevedere il comportamento nella situazione reale d'impiego.

Per questo motivo, nel decidere la presentazione dei risultati delle misure su venti fonorivelatori di tutti i tipi e di tutti i prezzi (dalle "magnete mobile" ai vari tipi di "ferro mobile", alle "bobine mobile", alle recenti magnete mobile a bassissima impedenza), abbiamo dato la dovuta importanza ai grafici di risposta in frequenza. Abbiamo volutamente trascurato (per problemi di spazio) la risposta in banda ultrasonica (20.000-50.000 Hz), utile per indagare il comportamento meccanico, ma in contrasto con la nostra volontà di privilegiare gli aspetti pratici, facilmente fruibili da tut-

ti, e per quanto possibile semplicemente correlabili con le sensazioni d'ascolto; presentiamo invece, per i fonorivelatori la cui risposta varia con il carico, tre famiglie di tre grafici, ciascuna ottenuti per valori di resistenza e capacità di carico ragionevolmente realizzabili variando l'impedenza dell'ampli (quando possibile), usando adattatori esterni (ce ne sono diversi in commercio: DSD, Conny, etc.) o, al massimo, accorciando i cavi del giradischi: nove grafici dai quali sarà al limite possibile, per interpolazione, ricavare la risposta di ciascun fonorivelatore nelle condizioni di carico presentate dall'"impianto". Naturalmente, come di consueto, diamo anche la risposta sul carico ottimale in tutti i casi in cui con ragionevoli interventi sul carico si riesce ad ottenere una "curva" sufficientemente lineare fino ad almeno 15 kHz; questo grafico sarà assente in linea di massima per le testine poco sensibili al carico: quindi le elettrodinamiche (bobina mobile o assimilabili) e le magnetodinamiche (magnete mobile o ferro mobile) a bassa impedenza interna. Per un paio di queste tuttavia (le originali "MM" Stanton e Pickering a bassa impedenza) presentiamo due curve di risposta: una rilevata sui 100 ohm consigliati, l'altra su 47 kohm (che equivale in pratica a resistenza infinita, per un fonorivelatore del genere). Questo per dimostrare come le due testine, pur avendo bassissima resistenza interna (circa 3 ohm, meno di tante moving coil), esibiscono una leggerissima sensibilità al carico nella zona delle alte frequenze, a causa della non trascurabile induttanza interna (circa 1 mH, cento/ducento volte maggiore delle comuni moving coil).

Notiamo che passando da una "famiglia" di grafici all'altra (cioè da un valore resistivo all'altro) è stato ogni volta ritoccato l'azzeramento a 1000 Hz, cioè è stata compensata la variazione di tensione d'uscita dovuta alla variazione del carico. Se queste variazioni sono trascurabili per le moving magnet (passando da 47 a 33 kohm di resistenza di carico, la risposta cala su tutta la gamma di soli 0,11 dB per una resistenza interna di 1500 ohm), molto meno lo sono per le moving coil, che si trovano comunemente a lavorare su impedenze di carico solo poche volte maggiori della loro impedenza interna. Il discorso, come vedremo più avanti, è soprattutto importante dal punto di vista del rapporto segnale / rumore.

### C'è pre-pre e pre-pre

Abbiamo visto come il rapporto segnale/rumore dei fonorivelatori a bobina mobile (o ad essi assimilabili) sia prevalentemente dovuto al rumore dell'amplificatore, piuttosto che al rumore proprio del trasduttore. Diventa quindi importante, per chi possiede un "MC", che l'ampli abbia un ottimo rapporto S/N (o meglio, un basso rumore riportato all'ingresso). Pickering e Stanton producono entrambi un fonorivelatore MM, ma assimilabile, per impedenza e tensione d'uscita, ad un MC: per consentirne il collegamento anche ad amplificatori sprovvisti di ingresso MC, viene fornito un semplice pre-pre (solo tre transistori per canale) di guadagno pari a circa 26 dB (20 volte). Abbiamo misurato il rapporto S/N della Stanton 980 LZS sia da sola, collegata all'ingresso MC degli ampli che ne erano dotati, che in unione al pre-pre BA 26, collegato questa volta all'ingresso MM: come si vede dalla tabella, il rapporto S/N nel secondo caso è praticamente uguale con tutti gli amplificatori ed è sensibilmente peggiore, salvo un paio di eccezioni, di quello rilevato nel primo caso.

Perciò, con le moving coil, solo amplificatori (e pre-pre) particolarmente curati dal punto di vista del rumore.

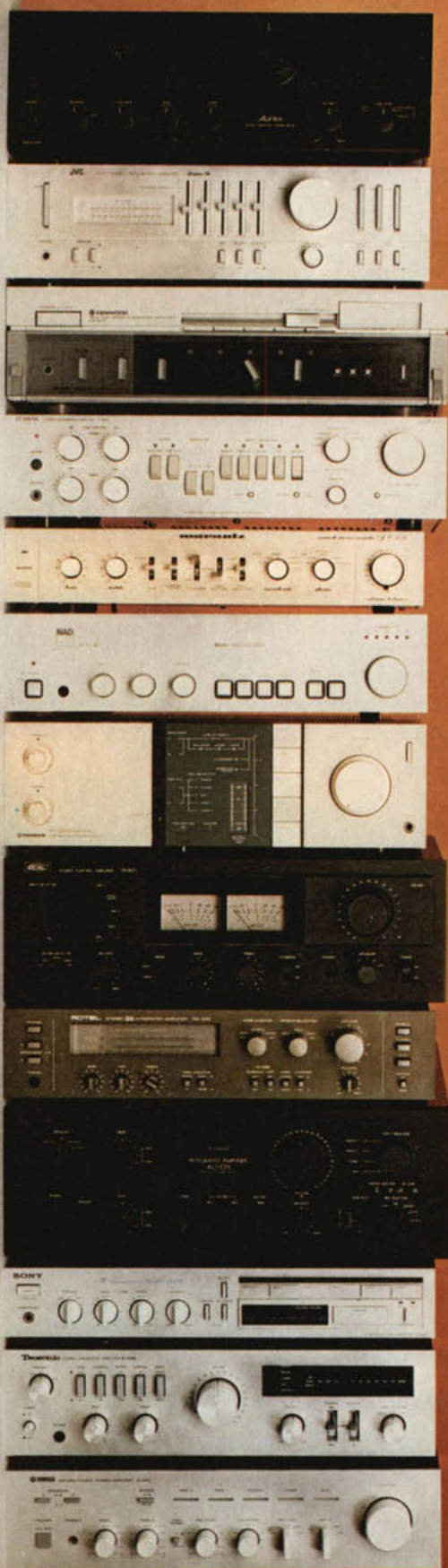
Rapporto segnale/rumore del fonorivelatore Stanton 980 LZS collegato a 10 amplificatori (dati relativi al canale sinistro).

(1) Entrando direttamente nell'ingresso MC

(2) Entrando nell'ingresso MM attraverso il pre-pre BA 26

Amplificatore	Rapporto segnale/rumore	
	(1)	(2)
Kenwood KA 800	67,0 dB	68,1 dB
Luxman L 116 A	62,0 dB	67,8 dB
Marantz SC 500	67,0 dB	67,8 dB
Pioneer A 7	69,7 dB	67,9 dB
Revac TA 6011	70,0 dB	67,3 dB
Rotel RA 1010	69,0 dB	67,7 dB
Sansui AU D9	72,2 dB	67,6 dB
Sony TA AX4	71,8 dB	67,9 dB
Toshiba SB 66	69,5 dB	67,8 dB





## ... E GLI AMPLIFICATORI

TOSHIBA SB-66

JVC A-X2

KENWOOD KA-800

LUXMAN L-116 A

MARANTZ SC-500

NAD 3020

PIONEER A-7

REVAC TA-6011

ROTEL RA-1010

SANSUI AU D-9

SONY TA-AX 4

TECSONIC A-5500

YAMAHA A-560

*Prove*






# Il rumore di 242 com

FONORIVELATORI AMPLIFICATORI	ADC ASTRION	ADC INTEGRA XLM MK III	ADC QLM 36 MK III	AUDIO- TECHNICA AT 155 LC	DYNAVECTOR DV KARAT RUBY	FIDELITY RESEARCH FR 1 MK II	FIDELITY RESEARCH MC 201	GLANZ MPG 71 L	GRADO F3 E+	ORTOFON CONCORDE STD
JVC A X2	0.70 uV 0.72 uV 76.0 dB 77.2 dB	0.68 uV 0.67 uV 81.5 dB 80.3 dB	0.68 uV 0.70 uV 77.6 dB 77.8 dB	0.70 uV 0.71 uV 83.9 dB 84.7 dB	(+)	(+)	(+)	0.60 uV 0.60 uV 81.1 dB 81.3 dB	0.54 uV 0.55 uV 81.3 dB 81.9 dB	0.70 uV 0.71 uV 82.8 dB 83.7 dB
KENWOOD KA 800	0.52 uV 0.50 uV 78.5 dB 80.4 dB	0.48 uV 0.49 uV 84.6 dB 83.0 dB	0.50 uV 0.48 uV 80.4 dB 81.0 dB	0.51 uV 0.49 uV 86.6 dB 87.9 dB	0.142 uV 0.150 uV 70.7 dB 71.5 dB	0.144 uV 0.132 uV 65.7 dB 66.5 dB	0.147 uV 0.137 uV 65.0 dB 67.2 dB	0.36 uV 0.36 uV 85.4 dB 85.7 dB	0.30 uV 0.30 uV 86.4 dB 87.3 dB	0.51 uV 0.50 uV 85.6 dB 86.8 dB
LUXMAN L 116 A	0.60 uV 0.61 uV 77.4 dB 78.7 dB	0.53 uV 0.56 uV 83.6 dB 81.7 dB	0.56 uV 0.57 uV 79.3 dB 79.5 dB	0.60 uV 0.63 uV 85.3 dB 85.8 dB	0.272 uV 0.290 uV 66.6 dB 67.2 dB	0.266 uV 0.286 uV 60.8 dB 60.2 dB	0.269 uV 0.276 uV 60.0 dB 61.5 dB	0.43 uV 0.43 uV 84.1 dB 84.3 dB	0.35 uV 0.36 uV 84.9 dB 85.6 dB	0.58 uV 0.60 uV 84.4 dB 85.3 dB
MARANTZ SC 500	0.61 uV 0.61 uV 77.1 dB 78.5 dB	0.55 uV 0.56 uV 83.3 dB 81.8 dB	0.58 uV 0.58 uV 79.1 dB 79.4 dB	0.63 uV 0.65 uV 85.3 dB 86.5 dB	0.155 uV 0.169 uV 70.2 dB 70.6 dB	0.155 uV 0.166 uV 64.8 dB 64.6 dB	0.148 uV 0.170 uV 64.5 dB 65.5 dB	0.41 uV 0.41 uV 84.5 dB 84.7 dB	0.30 uV 0.31 uV 86.3 dB 87.0 dB	0.60 uV 0.60 uV 84.2 dB 85.3 dB
NAD 3020	1.00 uV 0.77 uV 72.9 dB 76.6 dB	0.89 uV 0.73 uV 79.2 dB 79.6 dB	0.89 uV 0.76 uV 75.4 dB 77.0 dB	0.97 uV 0.77 uV 81.1 dB 84.0 dB	(+)	(+)	(+)	0.74 uV 0.64 uV 79.2 dB 80.7 dB	0.71 uV 0.58 uV 78.8 dB 81.5 dB	0.97 uV 0.76 uV 80.0 dB 83.2 dB
PIONEER A 7	0.51 uV 0.51 uV 78.7 dB 80.2 dB	0.47 uV 0.47 uV 84.8 dB 83.4 dB	0.48 uV 0.48 uV 80.6 dB 81.1 dB	0.51 uV 0.52 uV 86.7 dB 87.4 dB	0.107 uV 0.134 uV 73.2 dB 72.7 dB	0.098 uV 0.127 uV 68.7 dB 67.0 dB	0.100 uV 0.131 uV 68.0 dB 68.0 dB	0.36 uV 0.36 uV 85.5 dB 85.8 dB	0.25 uV 0.29 uV 87.7 dB 87.6 dB	0.51 uV 0.51 uV 85.6 dB 86.7 dB
REVAC TA 6011	0.93 uV 0.95 uV 73.5 dB 74.8 dB	0.79 uV 0.83 uV 80.6 dB 78.4 dB	0.85 uV 0.89 uV 75.1 dB 74.9 dB	0.99 uV 1.07 uV 81.6 dB 82.1 dB	0.114 uV 0.120 uV 72.6 dB 73.7 dB	0.102 uV 0.107 uV 68.4 dB 68.4 dB	0.103 uV 0.100 uV 67.5 dB 69.5 dB	0.45 uV 0.45 uV 83.5 dB 83.7 dB	0.38 uV 0.35 uV 84.3 dB 86.0 dB	0.91 uV 0.93 uV 80.6 dB 81.4 dB
ROTEL RA 1010	0.70 uV 0.67 uV 76.0 dB 77.8 dB	0.65 uV 0.63 uV 81.9 dB 80.7 dB	0.67 uV 0.64 uV 77.8 dB 78.5 dB	0.70 uV 0.68 uV 83.9 dB 85.1 dB	0.090 uV 0.086 uV 72.3 dB 73.7 dB	0.097 uV 0.080 uV 67.6 dB 69.5 dB	0.090 uV 0.081 uV 68.0 dB 71.0 dB	0.53 uV 0.55 uV 82.1 dB 82.1 dB	0.48 uV 0.50 uV 82.2 dB 82.8 dB	0.70 uV 0.67 uV 82.8 dB 84.3 dB
SANSUI AU D9	0.51 uV 0.55 uV 78.7 dB 79.5 dB	0.47 uV 0.47 uV 84.8 dB 83.4 dB	0.48 uV 0.50 uV 80.7 dB 80.7 dB	0.52 uV 0.52 uV 86.5 dB 87.5 dB	0.074 uV 0.064 uV 76.2 dB 79.0 dB	0.052 uV 0.058 uV 74.2 dB 73.6 dB	0.095 uV 0.061 uV 73.5 dB 74.5 dB	0.36 uV 0.36 uV 85.5 dB 85.7 dB	0.25 uV 0.25 uV 87.7 dB 88.6 dB	0.51 uV 0.51 uV 85.6 dB 86.7 dB
SONY TA AX4	0.67 uV 0.67 uV 76.4 dB 77.8 dB	0.57 uV 0.61 uV 83.0 dB 81.1 dB	0.61 uV 0.62 uV 78.6 dB 78.8 dB	0.70 uV 0.73 uV 83.9 dB 84.5 dB	0.069 uV 0.077 uV 76.7 dB 77.5 dB	0.062 uV 0.065 uV 72.6 dB 72.5 dB	0.054 uV 0.066 uV 72.0 dB 73.5 dB	0.40 uV 0.39 uV 84.6 dB 85.1 dB	0.26 uV 0.26 uV 87.5 dB 88.4 dB	0.65 uV 0.65 uV 83.4 dB 84.5 dB
TECSONIC A 5500	0.57 uV 0.77 uV 77.8 dB 76.6 dB	0.50 uV 0.73 uV 84.2 dB 79.5 dB	0.53 uV 0.76 uV 79.8 dB 77.1 dB	0.56 uV 0.75 uV 85.9 dB 84.3 dB	(+)	(+)	(+)	0.46 uV 0.59 uV 83.4 dB 81.5 dB	0.37 uV 0.54 uV 84.6 dB 82.1 dB	0.56 uV 0.75 uV 84.8 dB 83.4 dB
TOSHIBA SB 66	1.69 uV 1.40 uV 68.3 dB 71.4 dB	1.38 uV 1.21 uV 75.4 dB 75.2 dB	1.51 uV 1.29 uV 70.7 dB 72.5 dB	1.85 uV 1.69 uV 75.5 dB 77.2 dB	0.105 uV 0.114 uV 73.4 dB 74.3 dB	0.099 uV 0.083 uV 68.8 dB 70.3 dB	0.098 uV 0.081 uV 68.0 dB 71.5 dB	0.61 uV 0.51 uV 80.9 dB 82.7 dB	0.35 uV 0.32 uV 84.9 dB 86.6 dB	1.61 uV 1.35 uV 75.6 dB 78.2 dB
YAMAHA A 560	0.52 uV 0.52 uV 78.6 dB 80.0 dB	0.47 uV 0.47 uV 84.8 dB 83.2 dB	0.48 uV 0.49 uV 80.6 dB 80.8 dB	0.51 uV 0.52 uV 86.7 dB 87.5 dB	0.120 uV 0.110 uV 72.3 dB 74.5 dB	0.114 uV 0.101 uV 67.5 dB 68.8 dB	0.136 uV 0.097 uV 66.0 dB 70.0 dB	0.37 uV 0.38 uV 85.2 dB 85.0 dB	0.30 uV 0.29 uV 86.2 dB 87.6 dB	0.51 uV 0.51 uV 85.6 dB 86.7 dB



# binazioni testina-pre

*Prove*



ORTOFON MC 20 MK II	ORTOFON VMS 20 E MK II	PICKERING RED HOT NEEDLE	PICKERING XLZ 7500 S	PICKERING XSV 5000	SHURE M 95 HE	SHURE V 15 IV	STANTON 681 EEE	STANTON 881 S	STANTON 980 LZS	FONORIVELATORI
AMPLIFICATORI										
(+)	0.70 uV 0.71 uV 83.1 dB 84.2 dB	0.62 uV 0.65 uV 83.4 dB 83.5 dB	(+)	0.58 uV 0.60 uV 81.5 dB 82.0 dB	0.80 uV 0.80 uV 81.9 dB 82.4 dB	0.71 uV 0.73 uV 80.1 dB 80.4 dB	0.81 uV 0.93 uV -76.9 dB 78.6 dB	0.70 uV 0.71 uV 81.7 dB 82.5 dB	(+)	JVC A X2
0.163 uV 0.118 uV 60.5 dB 63.9 dB	0.53 uV 0.51 uV 85.5 dB 87.1 dB	0.44 uV 0.42 uV 86.4 dB 87.2 dB	0.191 uV 0.180 uV 65.2 dB 66.5 dB	0.38 uV 0.35 uV 85.3 dB 86.6 dB	0.61 uV 0.59 uV 84.2 dB 84.9 dB	0.54 uV 0.51 uV 82.4 dB 83.5 dB	0.64 uV 0.74 uV 78.9 dB 78.8 dB	0.53 uV 0.51 uV 84.1 dB 85.4 dB	0.162 uV 0.154 uV 67.0 dB 68.1 dB	KENWOOD KA 800
0.252 uV 0.252 uV 57.0 dB 57.7 dB	0.58 uV 0.61 uV 84.7 dB 85.6 dB	0.50 uV 0.52 uV 85.2 dB 85.4 dB	0.330 uV 0.373 uV 60.6 dB 60.5 dB	0.45 uV 0.45 uV 83.9 dB 84.6 dB	0.70 uV 0.72 uV 83.0 dB 83.2 dB	0.60 uV 0.62 uV 81.6 dB 81.9 dB	0.75 uV 0.72 uV 77.7 dB 79.1 dB	0.58 uV 0.60 uV 83.2 dB 84.1 dB	0.287 uV 0.306 uV 62.0 dB 62.2 dB	LUXMAN L 116 A
0.145 uV 0.149 uV 61.5 dB 61.9 dB	0.60 uV 0.61 uV 84.2 dB 85.3 dB	0.49 uV 0.50 uV 85.4 dB 85.8 dB	0.196 uV 0.218 uV 65.4 dB 65.0 dB	0.42 uV 0.42 uV 84.3 dB 85.2 dB	0.74 uV 0.74 uV 82.5 dB 83.0 dB	0.61 uV 0.61 uV 81.4 dB 81.9 dB	0.78 uV 0.76 uV 77.3 dB 78.6 dB	0.61 uV 0.61 uV 82.8 dB 83.8 dB	0.163 uV 0.183 uV 67.0 dB 66.6 dB	MARANTZ SC 500
(+)	0.97 uV 0.77 uV 80.3 dB 83.5 dB	0.81 uV 0.74 uV 81.0 dB 82.3 dB	(+)	0.77 uV 0.64 uV 79.1 dB 81.4 dB	1.06 uV 0.85 uV 79.4 dB 81.8 dB	0.98 uV 0.77 uV 77.3 dB 80.0 dB	1.11 uV 0.98 uV 74.2 dB 76.4 dB	0.95 uV 0.77 uV 79.0 dB 81.8 dB	(+)	NAD 3020
0.096 uV 0.120 uV 65.1 dB 63.8 dB	0.51 uV 0.52 uV 85.9 dB 86.9 dB	0.41 uV 0.42 uV 86.9 dB 87.3 dB	0.126 uV 0.168 uV 68.7 dB 67.4 dB	0.36 uV 0.35 uV 85.8 dB 86.7 dB	0.62 uV 0.62 uV 84.0 dB 84.5 dB	0.52 uV 0.52 uV 82.7 dB 83.3 dB	0.66 uV 0.54 uV 78.8 dB 81.6 dB	0.52 uV 0.52 uV 84.2 dB 85.2 dB	0.116 uV 0.148 uV 69.7 dB 68.4 dB	PIONEER A 7
0.095 uV 0.103 uV 65.2 dB 65.2 dB	0.87 uV 0.93 uV 80.6 dB 81.0 dB	0.71 uV 0.71 uV 82.1 dB 82.7 dB	0.158 uV 0.190 uV 66.5 dB 66.0 dB	0.55 uV 0.55 uV 82.0 dB 82.7 dB	1.17 uV 1.23 uV 78.6 dB 78.6 dB	0.87 uV 0.93 uV 78.3 dB 78.3 dB	1.31 uV 1.05 uV 72.8 dB 75.8 dB	0.91 uV 0.95 uV 79.4 dB 80.0 dB	0.112 uV 0.127 uV 70.0 dB 69.5 dB	REVAC TA 6011
0.093 uV 0.065 uV 65.1 dB 68.9 dB	0.68 uV 0.67 uV 83.3 dB 84.8 dB	0.60 uV 0.60 uV 83.6 dB 84.2 dB	0.127 uV 0.120 uV 68.0 dB 70.0 dB	0.57 uV 0.55 uV 81.8 dB 82.8 dB	0.80 uV 0.77 uV 81.8 dB 82.7 dB	0.70 uV 0.68 uV 80.2 dB 81.0 dB	0.83 uV 0.72 uV 76.7 dB 79.1 dB	0.70 uV 0.67 uV 81.7 dB 83.1 dB	0.118 uV 0.120 uV 69.0 dB 69.5 dB	ROTEL RA 1010
0.053 uV 0.046 uV 70.3 dB 72.0 dB	0.51 uV 0.53 uV 85.8 dB 86.8 dB	0.41 uV 0.43 uV 86.8 dB 87.2 dB	0.091 uV 0.074 uV 70.8 dB 74.3 dB	0.36 uV 0.35 uV 85.7 dB 86.7 dB	0.61 uV 0.64 uV 84.3 dB 84.3 dB	0.52 uV 0.53 uV 82.8 dB 83.2 dB	0.66 uV 0.82 uV 78.7 dB 78.0 dB	0.51 uV 0.52 uV 84.4 dB 85.2 dB	0.084 uV 0.073 uV 72.2 dB 75.0 dB	SANSUI AU D9
0.054 uV 0.054 uV 70.1 dB 70.7 dB	0.64 uV 0.67 uV 83.9 dB 84.8 dB	0.49 uV 0.51 uV 85.3 dB 85.6 dB	0.081 uV 0.097 uV 73.2 dB 71.8 dB	0.42 uV 0.41 uV 84.4 dB 85.4 dB	0.81 uV 0.83 uV 81.7 dB 82.1 dB	0.65 uV 0.67 uV 80.8 dB 81.2 dB	0.89 uV 0.84 uV 76.1 dB 77.7 dB	0.65 uV 0.67 uV 82.3 dB 83.1 dB	0.093 uV 0.064 uV 71.8 dB 75.6 dB	SONY TA AX4
(+)	0.55 uV 0.77 uV 85.3 dB 83.6 dB	0.47 uV 0.78 uV 85.7 dB 81.9 dB	(+)	0.39 uV 0.63 uV 85.1 dB 81.7 dB	0.69 uV 0.88 uV 83.2 dB 81.6 dB	0.56 uV 0.77 uV 82.2 dB 80.0 dB	0.75 uV 0.71 uV 77.7 dB 79.2 dB	0.57 uV 0.72 uV 83.5 dB 82.4 dB	(+)	TECSONIC A 5500
0.100 uV 0.068 uV 64.8 dB 68.7 dB	1.51 uV 1.33 uV 76.4 dB 78.8 dB	1.12 uV 1.04 uV 78.1 dB 79.3 dB	0.130 uV 0.151 uV 68.5 dB 68.2 dB	0.88 uV 0.71 uV 78.0 dB 80.6 dB	2.09 uV 1.77 uV 73.5 dB 75.5 dB	1.53 uV 1.33 uV 73.5 dB 75.2 dB	2.33 uV 0.90 uV 67.8 dB 77.2 dB	1.61 uV 1.37 uV 74.5 dB 76.8 dB	0.114 uV 0.093 uV 69.5 dB 72.5 dB	TOSHIBA SB 66
0.124 uV 0.086 uV 62.9 dB 66.7 dB	0.51 uV 0.52 uV 85.9 dB 86.9 dB	0.41 uV 0.42 uV 86.8 dB 87.2 dB	0.202 uV 0.142 uV 64.7 dB 68.5 dB	0.37 uV 0.36 uV 85.5 dB 86.4 dB	0.63 uV 0.63 uV 84.0 dB 84.5 dB	0.52 uV 0.52 uV 82.7 dB 83.3 dB	0.68 uV 0.64 uV 78.5 dB 80.1 dB	0.52 uV 0.51 uV 84.2 dB 85.4 dB	0.154 uV 0.123 uV 67.6 dB 70.6 dB	YAMAHA A 560



Prove

## Come si legge la tabella dei risultati (pagg. 56/57)

## FONORIVELATORI ADC

## ASTRION

## AMPLIFICATORI

JVC	0.70	uV	← Tensione di rumore riportata all'ingresso (canale sinistro)
A X2	0.70	uV	← Tensione di rumore riportata all'ingresso (canale sinistro)
	76.0	dB	← Rapporto segnale/rumore (canale sinistro)
	77.2	dB	← Rapporto segnale/rumore (canale destro)

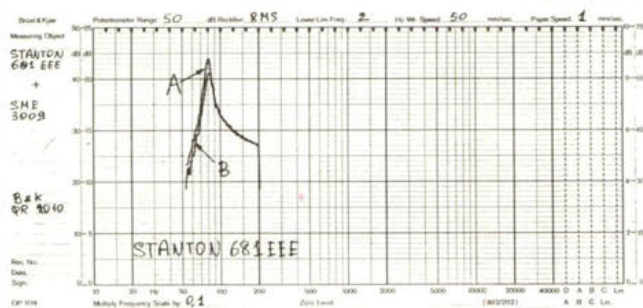
Per ciascuna delle 242 combinazioni testina-ampli esaminate, forniamo nella tabella riassuntiva quattro dati. I primi due sono relativi al "rumore pesato A riportato all'ingresso" della combinazione: prima il canale sinistro, poi il canale destro. I dati sono espressi in microvolt (la "μ" di μV diventa per l'occasione una "u" poiché la margherita metallica della nostra stampante Diablo non possiede quel carattere) e danno il rapporto tra tensione di rumore misurata all'uscita registratore (quindi all'uscita del pre-RIAA) e il guadagno dello stadio stesso.

I secondi due sono relativi al rapporto segnale/rumore (pesato A) della combinazione (sopra il canale sinistro, sotto il destro); i dati vengono espressi in dB e danno la differenza tra il livello d'uscita ai morsetti registratore, ottenuto per lettura del disco di riferimento, e il livello di rumore (sempre alle prese registratore) di cui sopra.

Notiamo che il rapporto S/N potrebbe essere calcolato, una volta fornito il dato di rumore all'ingresso, servendosi dei dati di tensione d'uscita dei fonorivelatori e di guadagno degli amplificatori (questi ultimi ricavabili dalle "tabelle misure" pubblicate sul numero scorso di AUDIOreview).

Alcune caselle della "scacchiera" sono vuote e contrassegnate da una crocetta (+): sono relative alle combinazioni tra fonorivelatori a bobina mobile (o assimilabili) ed amplificatori privi di ingresso "MC" ad alta sensibilità, per le quali ovviamente non ha senso effettuare misure.

## C'è pennellino e pennellino

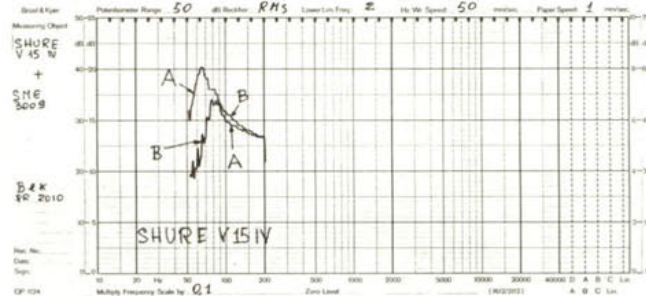
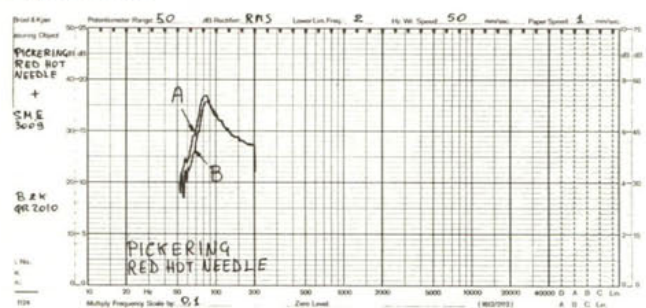


Alcuni dei fonorivelatori in prova sono dotati di pennellini incorporati nel corpo-stilo, eliminabili se l'utente lo desidera.

I pennellini dei tre Stanton e dei tre Pickering, molto simili tra loro sono amovibili, pesano poco più di un grammo, richiedono un aumento del peso di lettura complessivo di poco meno di un grammo e sono costituiti di sottili setole sintetiche; la loro funzione è, secondo il costruttore, anzitutto quella di asportare la polvere dai solchi, ma anche quella di aumentare la massa (o meglio l'inerzia) del sistema braccio-testina in direzione orizzontale (l'accessorio infatti è libero di muoversi nel piano verticale) così da differenziare le frequenze di risonanza orizzontale e verticale, contenendo, sia pure leggermente, l'ampiezza massima degli spostamenti del cantilever dovuti alla risonanza stessa.

Il pennellino della Shure V 15 IV è molto più leggero, è inamovibile (può solo essere sollevato per porlo fuori uso), richiede un aumento del peso di lettura di circa 1/2 grammo ed è incernierato su supporto viscoso; è costituito da sottili setole di fibra di carbonio conduttive che scaricano anche a massa l'elettricità statica accumulata sulla superficie del disco.

L'ampiezza e la frequenza del picco di risonanza di un sistema braccio-testina possono essere trovate dalla risposta in banda 5-20 Hz nella quale, per le caratteristiche di cedevolezza dei pickup e di massa complessiva delle possibili accoppiate braccio-testina, sicuramente viene a cadere la risonanza in questione. Ecco quindi nei grafici accanto la risposta dei fonorivelatori Stanton 681 EEE, Pickering Red Hot Needle e Shure V 15 IV, tracciate con (curve "B") e senza



(curva "A") pennellino in funzione: si vede come nei primi due casi il picco di risonanza rimanga quasi inalterato, mentre nel terzo caso, grazie allo smorzatore viscoso, la frequenza si sposta da 6,5 a 8,5 Hz e l'ampiezza massima si riduce di 7 dB, ma, soprattutto, si riduce il livello di 10-15 dB nella zona fino a 7 Hz, dove si situano le ondulazioni dei dischi.

Ricordiamo che l'attenuazione della risposta significa riduzione dell'ampiezza degli spostamenti indesiderati del cantilever, causa di variazione periodica del peso di lettura e quindi distorsione del pickup, ma anche di possibile saturazione di alcuni elementi della catena hifi, dal preamplificatore RIAA (se non dotato di filtro subsonico), agli altoparlanti (specialmente se caratterizzati da risposta molto estesa alle basse).



## Il rapporto segnale/rumore

Meno evidente del problema della risposta in frequenza solo per le caratteristiche dei dischi, affetti da un sensibile rumore di fondo (in primo luogo il fruscio di superficie, ma a volte anche il soffio del nastro master), il problema del rapporto segnale/rumore della coppia testina-amplificatore è altrettanto interessante e tende oggi ad acquistare importanza per il miglioramento della qualità dei "supporti" (vedi i vari dischi "pesanti", il vinile "vergine" etc.) e per il ritorno di moda dei fonorivelatori a bobina mobile, oggi meno costosi che alcuni anni fa, ma sempre più "rumorosi" (lo ha sperimentato chiunque) dei cugini magnetodinamici.

Abbiamo visto come al rapporto segnale/rumore del sistema contribuisca in maniera prevalente il fonorivelatore nel caso dei magnetodinamici, l'amplificatore nel caso degli elettrodinamici.

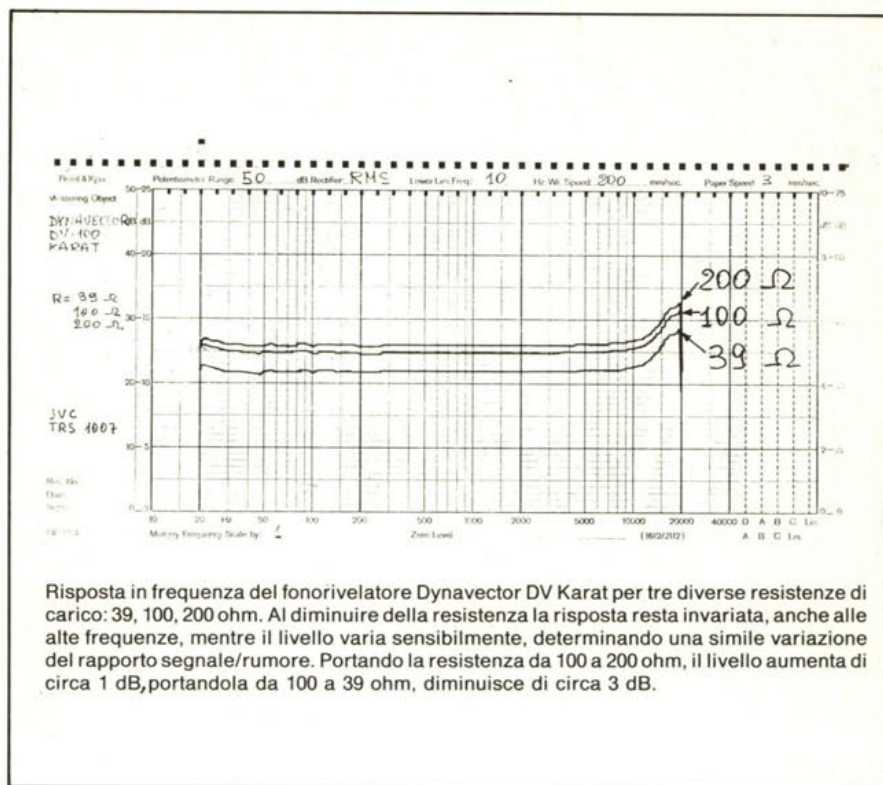
In ogni caso, la esatta determinazione a tavolino del valore di rapporto S/N complessivo richiede dei calcoli non proprio semplici, che pochi lettori probabilmente avrebbero voglia di eseguire. Inoltre, abbiamo visto, i dati calcolati soffrono, sia pure in misura modesta, delle approssimazioni accettate a livello teorico per semplificare i conteggi e delle anomalie di comportamento di alcuni preamplificatori, soprattutto nella sezione MC ad alto guadagno. Abbiamo quindi deciso di presentare, per tutte le combinazioni, i dati di rumore all'ingresso e di rapporto segnale/rumore misurati.

Il concetto di rumore riportato all'ingresso è noto da tempo ai nostri lettori; un modo per rilevarlo è quello di misurare il livello di rumore all'uscita diviso per il guadagno del dispositivo, nelle condizioni di chiusura dell'ingresso specificate (ad es. ingresso aperto, chiuso su 600 ohm, chiuso in corto circuito); nel nostro caso la "chiusura" è effettuata con il fonorivelatore e con circa 100 pF di cavi di collegamento in parallelo, un valore contenuto e abbastanza prossimo alla media dei cavetti per giradischi moderni.

Per questa misura, comunque, differenze di 100 ÷ 200 pF hanno effetto modesto sul dato di rumore, che ne viene alterato attraverso l'alterazione della risposta in frequenza; essendo poi il rumore che diamo quello pesato "A", l'importanza delle alte frequenze, dove risiedono le differenze di risposta, è del tutto trascurabile da questo punto di vista.

Perché diamo solo il rumore "A" e non, anche, il rumore "lineare"?

In primo luogo perché il rumore "A" è maggiormente correlato con le sensazioni uditive ed è quindi il dato più interessante dal punto di vista dell'utilizzatore; in secondo luogo perché, essendo il fonorivelatore per natura un'eccellente "antenna" per i campi elettromagnetici (parliamo di quelli di cui sono invase le nostre abitazioni a causa della rete elettrica), il dato di rumore lineare verrebbe a dipendere in ma-



Risposta in frequenza del fonorivelatore Dynavector DV Karat per tre diverse resistenze di carico: 39, 100, 200 ohm. Al diminuire della resistenza la risposta resta invariata, anche alle alte frequenze, mentre il livello varia sensibilmente, determinando una simile variazione del rapporto segnale/rumore. Portando la resistenza da 100 a 200 ohm, il livello aumenta di circa 1 dB, portandola da 100 a 39 ohm, diminuisce di circa 3 dB.

niera determinante dalla attitudine del dispositivo a captare il ronzio e quindi anche dalla posizione assunta nelle condizioni di prova. Questa attitudine è una caratteristica ben definita che va studiata a parte, con attrezzature particolari e in condizioni di misura ben controllate.

Il rapporto segnale/rumore è il rapporto tra la tensione in uscita dall'amplificatore quando la testina "legge" il disco di riferimento inciso a 10 cm/s laterale e la tensione di rumore presente alla stessa uscita quando il pickup viene sollevato: esattamente quello che ciascuno può "sentire" con le proprie orecchie durante l'uso dell'impianto.

### Alcune osservazioni

Dall'esame della tabella riassuntiva si può vedere come, per le testine magnetodinamiche (generalmente ad alta impedenza interna e alta tensione d'uscita) il rumore dipenda principalmente da queste, piuttosto che dall'amplificatore: si avvantaggiano naturalmente le testine a minore impedenza interna e, soprattutto, le testine a maggiore tensione d'uscita, quindi in generale le più economiche, anche se non mancano alcune interessanti eccezioni tra le più costose. Per quanto riguarda le elettrodinamiche (bobina mobile o assimilabili), si notano modeste variazioni del rumore dei diversi ampli al variare della testina collegata; mentre il rapporto S/N, naturalmente, varia da caso a caso in relazione alla tensione d'uscita del dispositivo in prova.

Notiamo che questi fonorivelatori sono chiamati a lavorare generalmente su di un carico di 100 ohm, che è in via di normaliz-

zazione a livello internazionale; gli amplificatori presentano nella maggior parte dei casi questo valore resistivo all'ingresso, ma ci sono alcune eccezioni, di cui due nel gruppo dei nostri dieci ampli dotati di prefono MC. Accade però che il valore della resistenza interna di molti fonorivelatori MC non sia affatto trascurabile rispetto a questi 100 ohm e ancora meno rispetto ai 39 ohm di qualche eccezione (vedi Rotel RA 1010): in alcuni casi perciò, oltre che il rumore riportato all'ingresso anche il rapporto segnale/rumore viene pesantemente condizionato dall'amplificatore, nella misura in cui con la sua bassa resistenza d'ingresso determina un calo sensibile della tensione d'uscita del fonorivelatore.

Riportiamo in figura un caso tipico, che mostra in un colpo due fatti interessanti: l'insensibilità della risposta in frequenza e la sensibilità del livello d'uscita (quindi del rapporto segnale/rumore) all'impedenza di carico, per le testine moving coil. La Dynavector DV Karat guadagna circa 1 dB portando il carico da 100 ohm (carico "standard") a 200 ohm (Luxman L 116, ad esempio) e perde circa 3 dB portando il carico a 39 ohm (Rotel RA 1010, ad esempio). Perciò, in un certo senso, nel caso delle MC, l'amplificatore è due volte "responsabile" del rapporto segnale/rumore complessivo.

Il problema è di non poca importanza perché con i fonorivelatori elettrodinamici questo dato è dieci-quindici dB più basso che con i magnetodinamici e comincia ad essere paragonabile a quello dei dischi, oggi in netto miglioramento.