

9

L'Audio nel Computer

Una caratteristica spesso dimenticata da chi si interessa di alta tecnologia è la strettissima relazione tra il numero di esemplari prodotti e venduti di un oggetto e il suo rapporto qualità/prezzo.

Per esempio, il miracolo di qualità rappresentato nella sua categoria di prezzo dal fonorivelatore Moving Coil Denon DL 103 non accade perché quelli della Denon sono tanto buoni (o fessi) o perché gli altri produttori di MC sono ladri, ma perché quella testina viene prodotta da 40 anni in quantità eccezionalmente elevate rispetto alle colleghe (era molto usata in ambito broadcast) e ormai i costi della progettazione e della ingegnerizzazione sono stati completamente ammortizzati. Viceversa chi si accinge oggi a progettare e produrre semi-artigianalmente una testina MC di alta qualità deve forzatamente fare pagare ai pochi clienti (il mercato broadcast per le testine è ormai finito e i DJ, per lo scratching, non usano

certo MC di qualità) non solo i costi del materiale ma anche quelli della progettazione e della lavorazione. È la stessa ragione per cui i gioielli e gli orologi costano molto di più del valore dell'oro usato per produrli

L'enorme diffusione dell'informatica, che ha smesso di essere solo una disciplina scientifica per divenire un fatto di costume che ormai incide in modo irreversibile (nel bene e nel male) sullo sviluppo dell'umanità, ha provocato una grande diffusione dei personal computer, una fortissima competizione tra i produttori e un rapporto prestazioni/prezzo che da tempo cresce in modo esponenziale. Dal punto di vista dell'audiofilo questo significa che certe applicazioni dei computer al trattamento dell'audio digitale, che prime erano impossibili o ristrette all'ambito professionale, oggi sono alla portata di tutti, spesso a costo zero. D'altra parte il suddetto audiofilo (magari un tipo schizzinoso che quando cambia la testina si mette i guanti bianchi di cotone) ha grossi problemi di coscienza di collegare alla sua creatura un brutto rumoroso scatolotto su cui campeggia idealmente la scritta "Made in Taiwan".

Hardware

Il computer

Le componenti fondamentali di un computer moderno per uso domestico sono il *case*, la scheda madre, la CPU, la memoria, uno o più *hard disk*, lettori di CD, DVD, masterizzatori, ecc.

Vediamo queste componenti con l'occhio dell'audiofilo, ovvero annotando ciò che interessa per la riproduzione audio

- **Case:** se lo volete mettere in salotto deve essere bello e silenzioso, se le ventole sono troppo rumorose bisogna collocarlo in un luogo isolato, allungando i cavi, oppure usare il computer solo per le elaborazioni fuori linea.
- **CPU:** al giorno d'oggi tutte le CPU sono abbastanza potenti per le applicazioni audio.
- **Scheda madre,** deve essere adeguata alla CPU, la sua qualità influenza l'affidabilità e le prestazioni ma non il segnale sonoro
- **Memoria,** sarebbe bene averne tanta, almeno 512Mb, meglio 1Gb.
- **Hard disk,** se vogliamo usare il computer per memorizzare musica devono essere capienti: al 23/2/2006, sul catalogo *Computer Shop* un hard disk SerialATA da 300 Gb costava 125 euro + IVA.
- **Lettori e masterizzatori** costano abbastanza poco rispetto ai loro equivalenti audio ma conviene sceglierli di buona qualità. Il loro comportamento può decisamente influenzare il suono. Dato il loro basso costo (intorno ai 50 euro, una cifra ridicola rispetto, per esempio, ai cavi di marca) potrebbe addirittura valere la pena di comprarne più di uno, provarli in ambito audio, scegliere il migliore e rivendere gli altri ad amici non audiofili.

- **porte di I/O.** È importante avere una buona versatilità nelle connessioni, oltre alle porte seriali (che non sono usate in ambito audio) ed Ethernet, (che potrebbero essere la base di un cablaggio musicale di tutta la casa), conviene avere sia quelle USB (la versione 1.1 regge 12Mbit/sec quella 2.0 arriva fino a 480Mbit/sec) e Fire-Wire (IEEE 1394, nota anche come i-Link da 400 e 800 Mbit/sec). Devono esserci anche le connessioni SP/DIF coassiali e/o ottiche.

Del pezzo più importante: la **scheda audio** vale la pena di parlare a parte.

La scheda audio

Vediamo che tipo di schede audio si trovano attualmente sul mercato. Se siete interessati alla storia di questi dispositivi e avete a portata di mano la vostra collezione di Audio Review, date anche voi una scorsa alle prove delle schede audio effettuate negli ultimi anni, resterete certamente affascinati dai progressi di questa tecnologia.

- **Scheda interna con solo I/O analogico.** Sono ormai molto rare, il prototipo è la vecchia, classica SoundBlaster Live. Avevano prestazioni limitate (buone giusto per la colonna sonora dei giochi e per suonare gli MP3 a bassa risoluzione) ma presentavano un prezzo allora accessibile quando un convertitore A/D “vero” costava milioni di vecchie lire.
- **Chip on-board** Oggi quasi tutte le schede madri hanno l’audio a 7+1 canali on-board. Questa non è una novità: sui Macintosh l’audio on-board era sempre presente sino dai primi modelli degli anni ottanta. Ovviamente questa risorsa è un bonus, praticamente regalato e dobbiamo aspettarci prestazioni medio-basse. Se esiste anche il connettore SP/DIF si può usarlo come porta di I/O collegandoci un convertitore “vero” e bypassando la parte analogica.
- **Scheda interna con I/O analogico e digitale SP/DIF** (per esempio Creative Audigy). Queste schede comunque forniscono una qualità superiore alla soluzione

precedente (costano da sole quanto l'intera scheda madre); anche loro hanno il vantaggio di poter escludere la sezione analogica ed usare un convertitore esterno di qualità elevata e maggiormente immune ai disturbi.

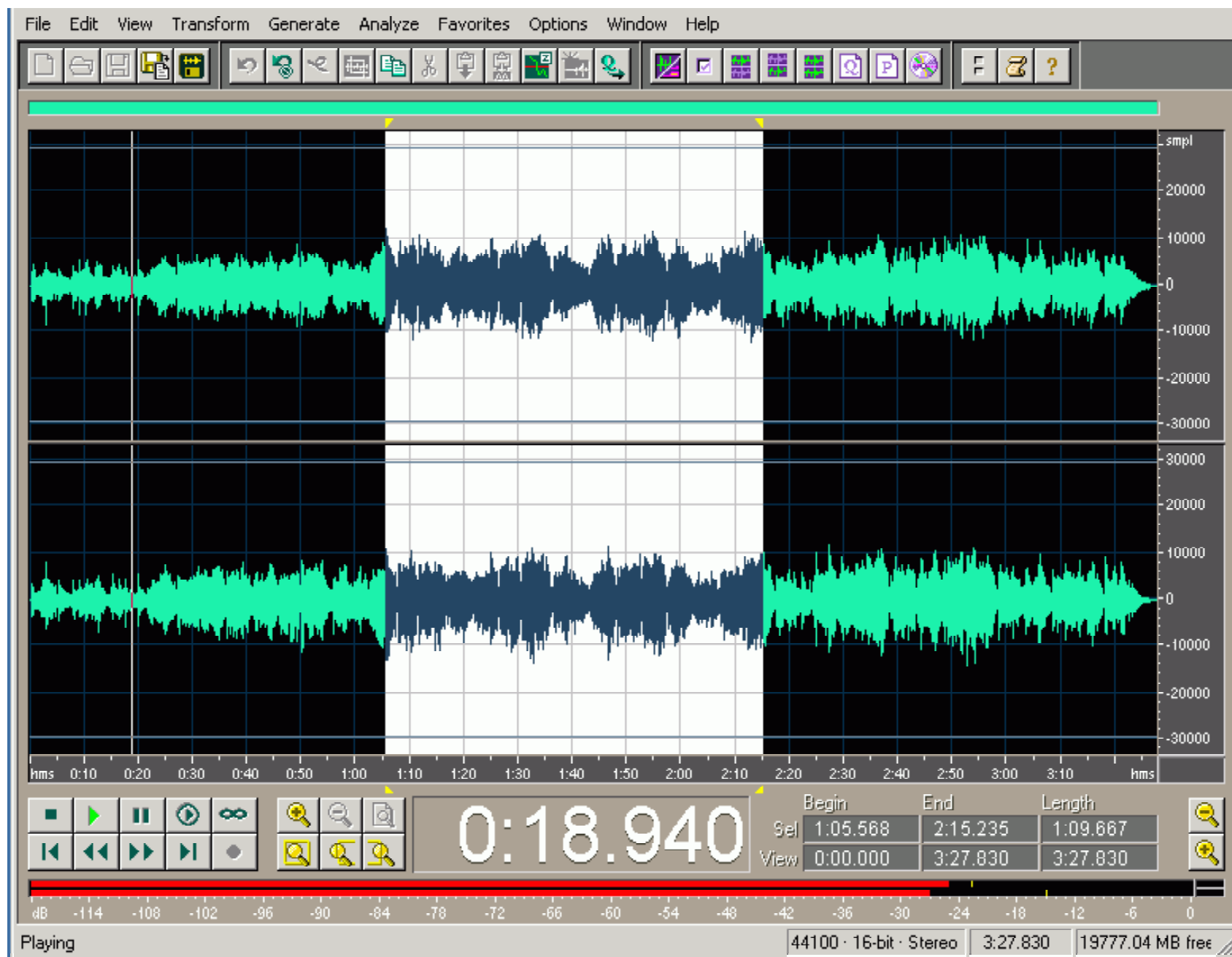
- **Scheda interna con connessioni sul frontalino** (per esempio Terratec Fire DMX 24/96). Le connessioni sul frontalino (cuffia, phono, microfono, MIDI, ecc), sono tanto comode ma il segnale analogico passa attraverso tutto l'interno del case, di solito con un cavo piatto non schermato e la qualità sonora ne risente nettamente.
- **Scheda esterna USB** (per esempio Creative Extigy, Edirol UA5). Questa è a mio parere la soluzione più interessante. Esistono sia modelli completi con ingressi microfono bilanciati, alimentazione phantom, uscite cuffia e monitor sia modelli minimali (con solo I/O analogico linea o linea+phono). Questi oggetti (non sono schede nel vero senso della parola) hanno il vantaggio che i convertitori sono fuori dal case (lontano quindi dalla interferenze più micidiali) e inoltre possono essere usati al volo con più di un computer: particolarmente indicato l'abbinamento ai portatili. Si noti che lo standard USB 1.1 non ha sufficiente larghezza di banda per permettere il passaggio di 4 canali 24/96 quindi le frequenze di campionamento più elevate possono essere utilizzate solo in playback o in registrazione ma non in full-duplex.
- **Schede professionali con connessioni digitali fire-wire e/o ADAT.** Tipicamente a molti canali hanno costo elevato ma non più inaccessibile e prestazioni virtualmente illimitate (basta pagare). Attenzione che l'hardware del PC ce la faccia a reggere la larghezza di banda necessaria.

Il sistema operativo

Il sistema operativo rappresenta l'anima del nostro computer e dà la misura di quanto e come possiamo interagirci. Come tra gli audiofili vi sono valvolisti e amanti dello stato solido, analogisti e digitalisti così, tra gli informatici spesso la scelta del S.O. è molto simile al tifo per la propria squadra di calcio. Cerchiamo di vedere i pro e i contro dei vari possibili sistemi (io su questo argomento sono freddo ed obiettivo come un romanista che parla della Lazio).

Windows

- **pro.** È il sistema operativo più diffuso (nelle sue varie versioni) ormai è praticamente (purtroppo?) uno standard. Si trova tutto il software e l'hardware che si possa desiderare, l'hardware costa poco, il software audio spesso viene rubato (*è un reato!*) ma esistono anche ottimi pacchetti freeware o a basso costo o ancora versioni LITE regalate legalmente con l'hardware.
- **contro** La stabilità non è il principale pregio dei sistemi Windows (io uso Windows XP Professional SP2 e non mi posso lamentare); per giocare con l'audio serve una certa esperienza anche se per farsela non è necessario essere ingegneri o informatici.



Una finestra di Cool Edit su Windows XP.

Linux

- **pro.** Il sistema operativo è a costo zero e gira sullo stesso hardware dei PC. È possibile adattarlo ad esigenze particolari costruendo su misura PC hi-fi (jukebox, video-registrazione, copia DVD, audio multiroom ecc.) con una versatilità praticamente illimitata. È un mondo in rapida evoluzione.
- **contro** È spesso difficile trovare software audio aggiornato (il software di solito lo fanno gli utenti non le case costruttrici dell'hardware). Bisogna essere esperti anche per far funzionare il mixer o ascoltare un CD (*in altre parole io non ci sono mai riuscito*).

Mac Os

- **pro** Interfaccia utente favolosa, facile da usare (mia figlia ha imparato a 4 anni), look fantastico, un gradino avanti per le possibilità offerte e per il design.
- **contro** Richiede le macchine Apple che hanno maggiore costo e minore diffusione.

Per fare un paragone automobilistico,

- **Windows** è come una buona utilitaria: economica solida e affidabile ma non dà molte emozioni.
- **Linux** è come un bulldozer ci si fanno cose fuori della portata delle automobili ma bisogna saperlo usare ed è scomodo per andarci al mare in vacanza.
- **Mac Os** è come una fuoriserie dà grandi soddisfazioni ma costa di più.

Cosa si può fare con il Computer

La infinita versatilità di un computer si riflette anche sulla ampia gamma di opzioni offerte in campo Audio.

Jukebox

In un disco da 160 Gbyte ci stanno 300 CD in formato NON compresso e 2000 in un formato compresso (buono). Con una scheda decente e un collegamento ad un impianto vero (anche se non Hi-End) si può ascoltare musica per mesi alzandosi dalla poltrona solo per andare in bagno (si può mangiare e dormire mentre si ascolta). *NB: nel costo bisogna considerare i soldi delle multe se non si possiedono gli originali.*

Registrazione.

Se si guarda un po' su e-Bay si trovano registratori multitraccia semiprofessionali (TEAC, Revox, ...) da 200 dollari in su. Sono macchine bellissime che ormai costano così poco perché la registrazione digitale è ormai una realtà diffusa universalmente. Questa situazione presenta solo vantaggi, da una parte chi ha spazio e si vuole divertire può giocare con macchine analogiche che hanno fatto la storia della riproduzione sonora e che se ben tarate possono pure suonare meglio del digitale, dall'altra, con le nuove schede, qualunque strimpellatore o cantante dilettante può prodursi i propri CD al costo di una serata in pizzeria.

Sintesi

Come qualunque testo scritto è composto da un insieme di singole lettere così qualunque traccia audio è composta di campioni e può essere generata anche per via sintetica. Questo approccio è insostituibile per le prove di laboratorio dove i segnali test vengono generati a partire dalle loro proprietà matematiche.

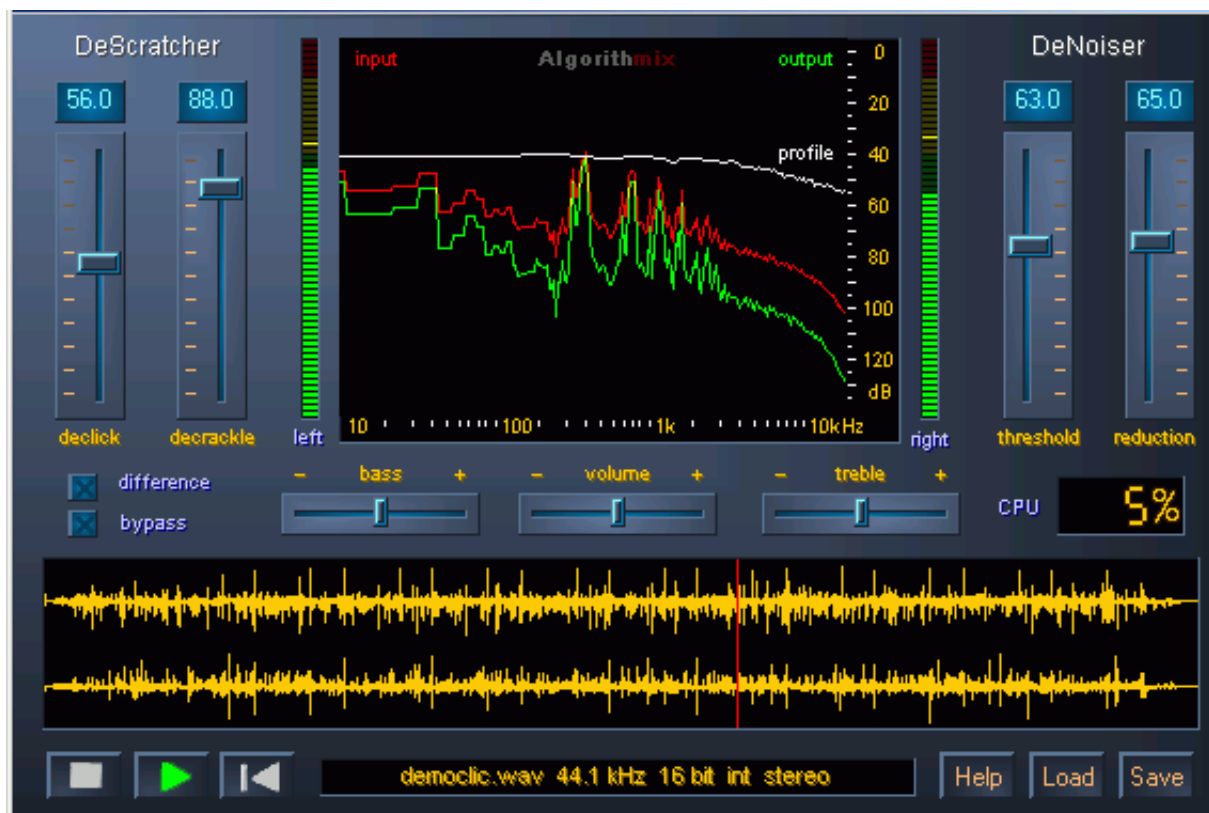
Anche dal punto di vista artistico esisto molti modi per generare musica al computer, sia cercando di simulare gli esecutori mediante orchestre virtuali che dovrebbero suonare come fossero reali, sia inventando nuovi strumenti e nuovi modi per suonarli con un ventaglio di possibilità praticamente illimitato, anche se, naturalmente, il gradimento del risultato resta una questione di gusti.

Elaborazione offline

Una volta che si hanno a disposizione i segnali digitalizzati questi possono essere elaborati e montati. I programmi di editing ed elaborazione mettono a disposizione tutti gli strumenti che una volta erano prerogativa degli studi (eco, pan potting, equalizzazione parametrica, compressione ed espansione di dinamica) più altri che sono frutto della tecnica digitale (restauro, aggiunta di distorsione "valvolare" o da "registratore magnetico"). L'entusiasmo suscitato da queste possibilità deve essere limitato dalla considerazione che la bontà dei risultati non dipende tanto né dalla potenza del computer né dalla presenza di software sofisticato, quanto dalla abilità dell'operatore e dalla sua sensibilità artistica. Anche considerando le incisioni tradizionali su CD o LP è ben noto che le migliori non sono quelle prodotte da professionisti "senza anima" magari in un grande studio ma quelle che scaturiscono dal lavoro appassionato ed entusiasta di abili amatori.

Elaborazione realtime

Con la potenza di calcolo oggi disponibile molte elaborazioni possono essere effettuate in tempo reale sia a livello di scheda audio sia nella stessa CPU. Una possibilità interessante si ha quando il restauro di materiale digitalizzato (da LP o da cassetta) può avvenire in tempo reale. La possibilità di aggiustare i parametri mentre si ascolta in cuffia quello che verrà conservato (oppure quello che invece viene buttato: il segnale differenza) permette, anche a dei dilettanti privi di orecchio e di esperienza come me, di tentare dei restauri senza perdere delle ore per trovare il settaggio giusto.



Il programma di restauro Sound Laundry della Algoritmix nella versione fornita di corredo alla scheda Terratec.

Multicanale

Tra le elaborazioni in tempo reale più utilizzate vi è naturalmente tutta la gestione dei segnali multicanale, sia a livello di decodifica sia per la correzione ambientale. In linea di principio non vi è differenza tra la qualità che si può ottenere da un elaboratore sonoro per Home Theater stand-alone e quella che produce un PC opportunamente programmato. La ovvia differenza sta sia nella qualità dei convertitori e della parte analogica sia nella difficoltà di trovare in versione PC il migliore software proprietario.

Le prove "fai da te" sulle schede audio

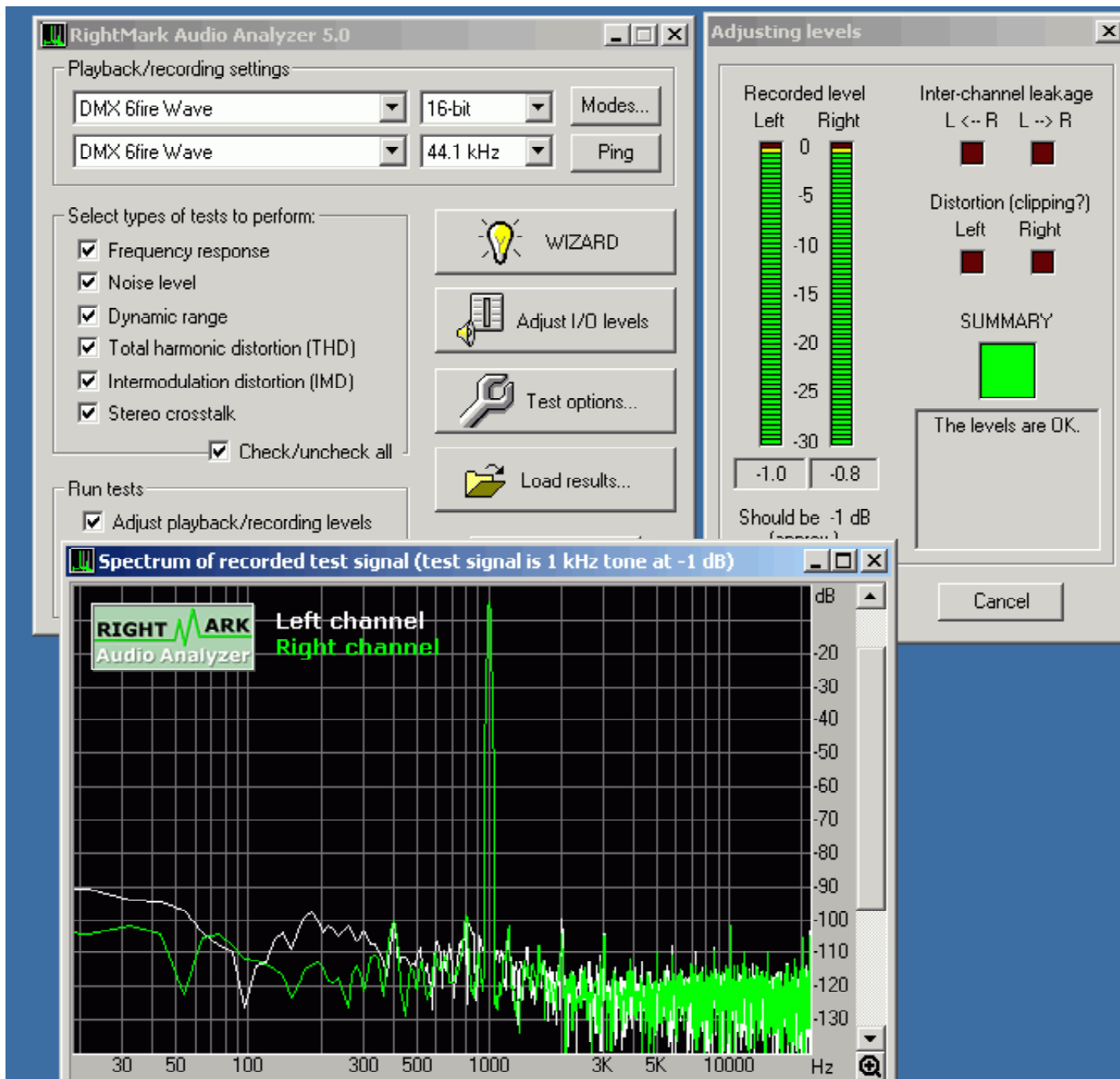
Di solito per provare la qualità di una scheda audio per PC si procede come per le apparecchiature HI-FI: ci si trova un laboratorio con strumentazione professionale e si tratta il PC alla stregua di un qualunque convertitore AD o DA commerciale. Per provare la sezione AD si iniettano segnali analogici di precisione analizzando per via digitale il segnale convertito. Viceversa per provare il convertitore DA si usano segnali digitali di sintesi e si studia il segnale analogico con la opportuna strumentazione (di solito analizzatori FFT che a lo volta digitalizzano di nuovo il segnale). La catena AD -DA può venire provata tutta in analogico come fosse un registratore a cassette. Apparecchiature da laboratorio del genere hanno un costo proibitivo, in ogni caso quello che viene provato è il PC della rivista e non il nostro, la presenza di un componente difettoso che irrorra di disturbi il NOSTRO PC non può venire rilevata in questo modo.

Fortunatamente ci viene in aiuto la matematica: la catena AD-DA è una catena lineare (con rumore e distorsioni additive) e le stesse prove possono essere fatte invertendo l'ordine dei blocchi ovvero analizzando la catena DA-AD. In questo modo i segnali di prova possono essere generati senza errori per via sintetica e i risultati analizzati direttamente in digitale utilizzando la potenza di calcolo del PC ospite. Il tutto è un ottimo metodo per provare il proprio sistema a costo nullo con un errore forse anche inferiore a quello che si otterrebbe utilizzando un laboratorio poco sofisticato.

Esiste già un software che fa tutto questo, si chiama **RightMark Audio Analyzer** (siamo alla versione 5.0) e *freeware* e rappresenta le zero lire meglio spese della mia vita.

Per utilizzarlo bisogna creare un loop DA-AD collegando in analogico l'uscita della scheda con la sua entrata (in alternativa si possono usare due schede su una o su due macchine). RMAA genera i segnali di test li converte in analogico, li riconverte in digitale e analizza i

risultati. le prove che sono possibili sono la risposta in frequenza (dell'intera catena), rumore, diafonia, gamma dinamica e distorsione (armonica e di intermodulazione)



Una schermata di RMAA

Attenzione: quando fate le prove state attenti che non siano stati selezionati i controlli di tono software (sono diversi da scheda a scheda e alcune per fortuna non ce li hanno) altrimenti potreste fare come una ben nota rivista di automobili che una decina di anni fa, nel provare una autoradio di marca fece tutti i test con i bassi al minimo per poi concludere che l'apparecchio in questione era, appunto, carente sui bassi. Per completezza bisogna notare che in questo modo si prova anche il contributo del cavo analogico usato per chiudere il loop, anche se sfido chiunque a rlievare una differenza strumentale.

Io ho provato RMAA per 4 tipologie di scheda

- Scheda analogica SoundBlaster Live
- Un sistema audio on board su una scheda per Athlon.
- La mia solita Terratec DMX6 Fire 24/96 ingresso frontale RCA (indicata con **fire fr/fr**)
- Idem come sopra, ma utilizzando l'ingresso posteriore minijack (indicata con **fire re/re**)

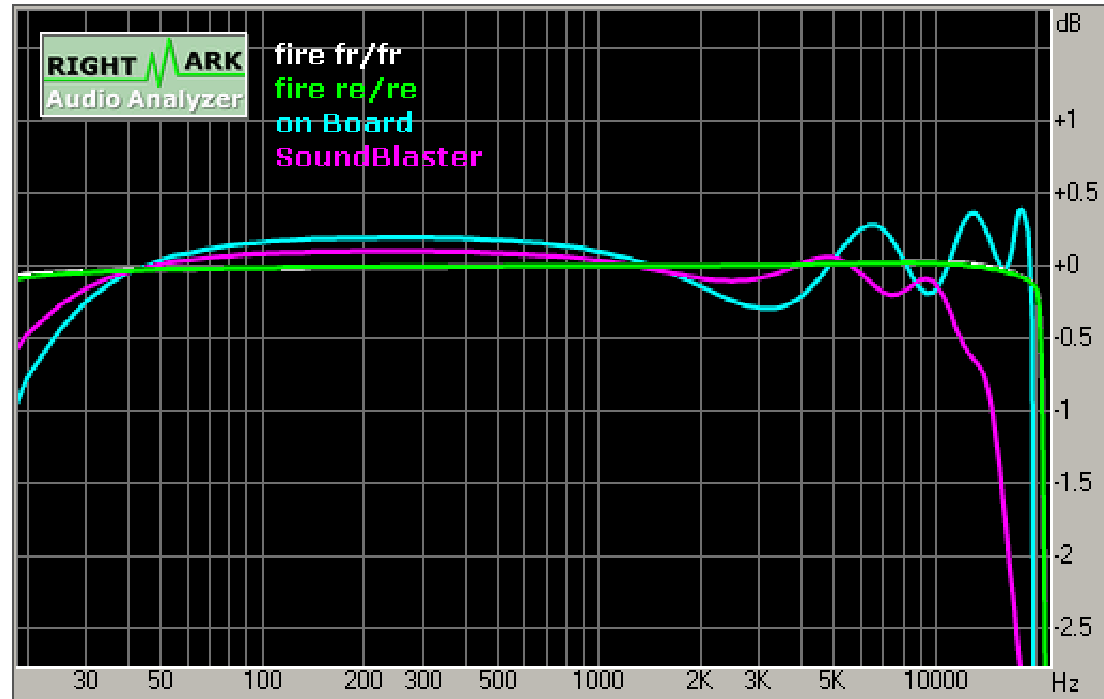
Per le prove è stato adottato lo standard CD (16bit/44100hz). anche se le prove possono essere fatte a qualsiasi risoluzione accettata dal hardware in esame.

I risultati vengono presentati sia sotto forma di tabella che attraverso grafici comparativi.

Tabella dei risultati

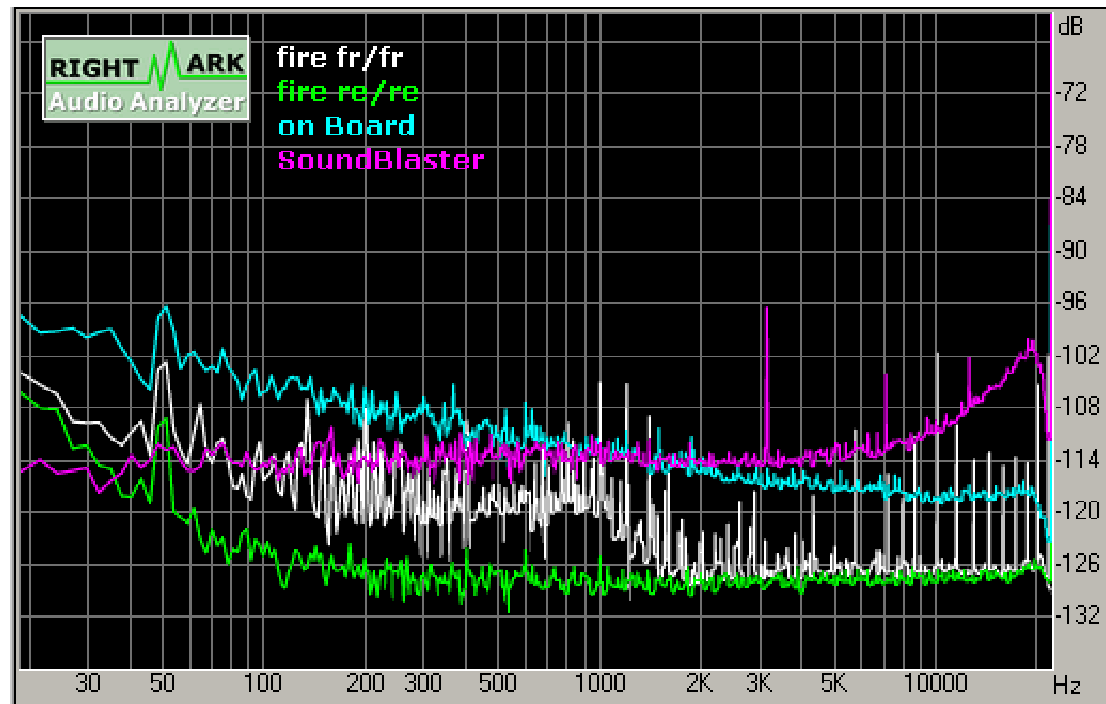
Test	fire fr/fr	fire re/re	on Board	SoundBlaster
Risposta in frequenza 40 Hz -15 kHz	+0.03dB, -0.03 dB	+0.02dB, -0.03dB	+0.36dB, -0.29dB	+0.10dB, -1.13dB
Rumore (pesato A)	-91.9dB	-94.9dB	-83.3dB	-77.5dB
Gamma dinamica	91.0	94.8	82.2	77.2
Distorsione	0.0098%	0.0011%	0.0032%	0.0057%
Intermodulazione	0.032%	0.0096%	0.61%	0.1%
Diafonia	-79.7dB	-80.7dB	-80.2dB	-81.3dB

In figura vediamo la risposta in frequenza dei 4 sistemi.



Risposta in frequenza delle 4 schede in esame.

Ecco invece riportato il rumore.



Rumore totale delle 4 schede in esame.

Commenti ai risultati.

- Le interferenze dipendono dalla particolare configurazione e dal modo con cui sono montate le schede, il bello di questa prova è che voi, invece di guardare i miei grafici potete farvi i vostri.
- Le due connessioni della Terratec hanno la stessa (ottima) risposta in frequenza, dal grafico del rumore si vede chiaramente quanto si paga in termini di interferenze il passaggio del segnale analogico lungo la piattina non schermata all'interno del case. Con le schede dotate di frontalino conviene usare **sempre** i jack posteriori lasciando i comodi connettori RCA sul frontale ai collegamenti volanti quando non si ha tempo da perdere.
- La risposta in frequenza della SoundBlaster è limitata. Il rumore è influenzato da una bassa risoluzione digitale e da una grossa interferenza a 3kHz, è anche evidente che il convertitore adotta il noise shaping. Una prova non riportata con due schede, alternativamente usate in AD e in DA avvalorata la logica supposizione che il noise shaping sia utilizzato nella conversione AD). Si tratta di una scheda audio economica ormai irrimediabilmente datata (la mia ora giace in un server e dubito che verrà mai più utilizzata) ma che per l'epoca in cui era prodotta e per il prezzo che aveva, era più che decorosa.
- Penosissimo il grafico del rumore della scheda on-board. Anche dalla risposta in frequenza si nota che è stato fatto un grosso risparmio sul numero dei coefficienti dei filtri digitali. Prima di scandalizzarsi bisogna considerare che l'**intera scheda madre** su cui questo chip è saldato costa intorno ai 100 euro. Probabilmente la parte più costosa del sottosistema audio sono le viti dei connettori jack.

Misuriamo le caratteristiche di una scheda audio

La scheda **Terratec DMXfire 24/96** dispone di una *patch-bay* da **5"1/2** che fornisce sul frontale:

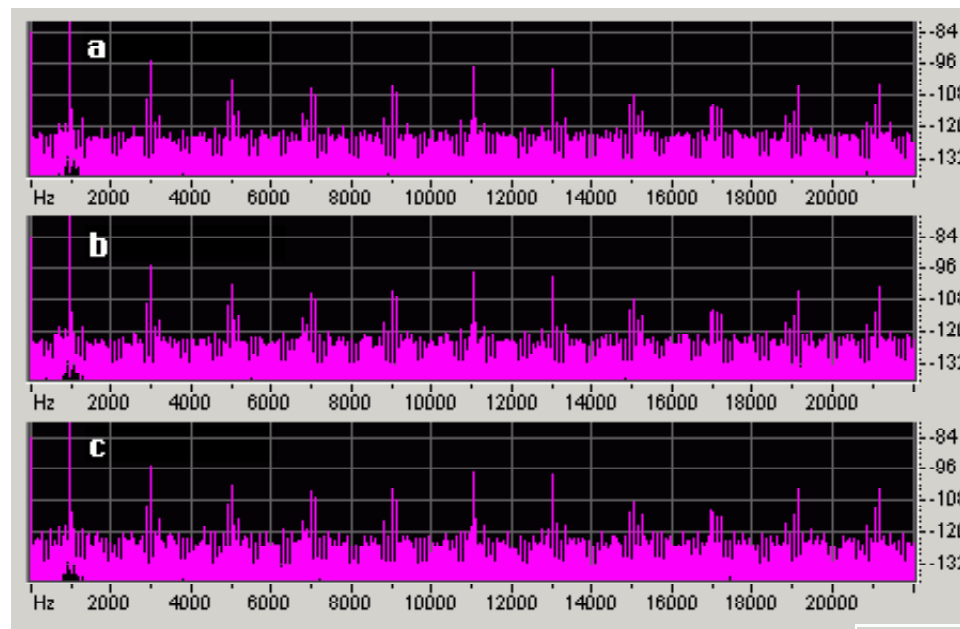
- un ingresso **MICRO** (jack grande con volume regolabile);
- un ingresso **PHONO** (RCA);
- un ingresso **LINE** (RCA);
- un ingresso digitale (RCA);
- un ingresso digitale ottico **TOSlink**;
- un ingresso **MIDI** (DIN);
- un'uscita cuffia (jack grande con volume regolabile);
- un'uscita **LINE** (RCA);
- un'uscita digitale **RCA**;
- un'uscita digitale ottico **TOSlink**;
- un'uscita **MIDI** (DIN).

Per di più sul retro sono presenti un ingresso **LINE** (mini jack) e un'uscita **LINE** a 6 canali (3 mini jack).

La prova è stata effettuata registrando il segnale a **1000Hz, 0dB** del disco test di **AudioCarStereo** utilizzando i due ingressi linea (frontale e posteriore, in analogico) e i due ingressi digitali (ottico e coassiale). Il disco veniva riprodotto da un **CD player Pioneer 7300** dotato di uscite digitali di entrambi i tipi. Come riferimento si è presa la stessa traccia estratta in formato **WAV** catturata con un lettore interno al computer. Tutte le registrazioni sono state effettuate a **44Khz/16bit** essendo questo il formato del segnale originale.

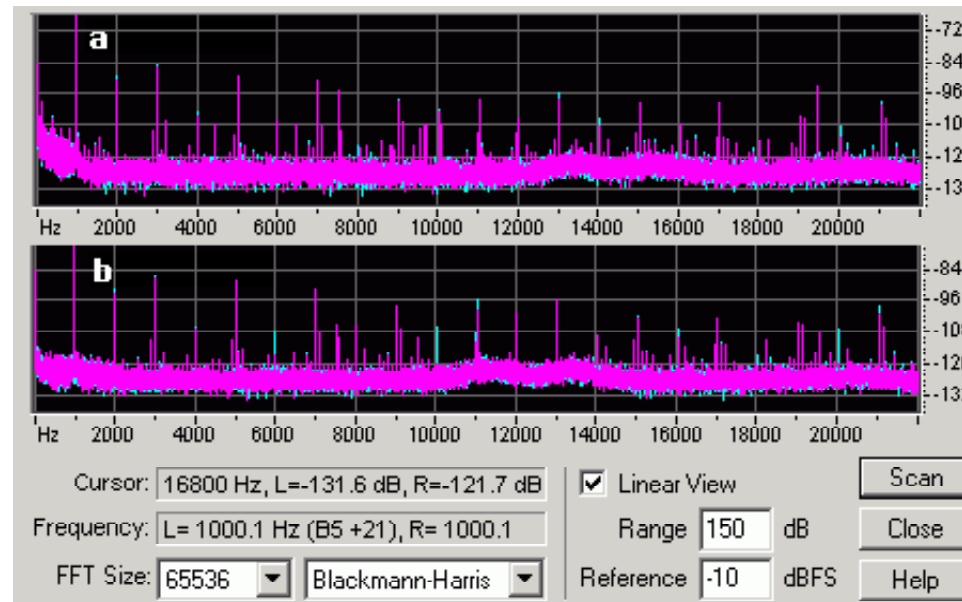
Con la stessa regolazione dei livelli si è poi registrato il rumore degli ingressi analogici con i collegamenti staccati. Gli ingressi digitali senza segnale in input giustamente non si sincronizzano e vanno in mute.

La figura mostra i risultati delle catture digitali, i tre grafici sono indistinguibili e siccome il terzo segnale non passa per la scheda audio è evidente che il fondo di rumore presente è dovuto all'errore di quantizzazione presente sul **CD** (vi sono molte armoniche dispari della fondamentale). Questa è una prova estremamente significativa perché mostra che (almeno in questa misura) i problemi interni del formato coprono tutti i possibili problemi indotti dalle apparecchiature utilizzate (lettore **CD** audio, lettore del computer, scheda audio, software di *ripping*). In ogni caso tutte le spurie se ne stanno tranquille sotto i **96dB** come mamma comanda.



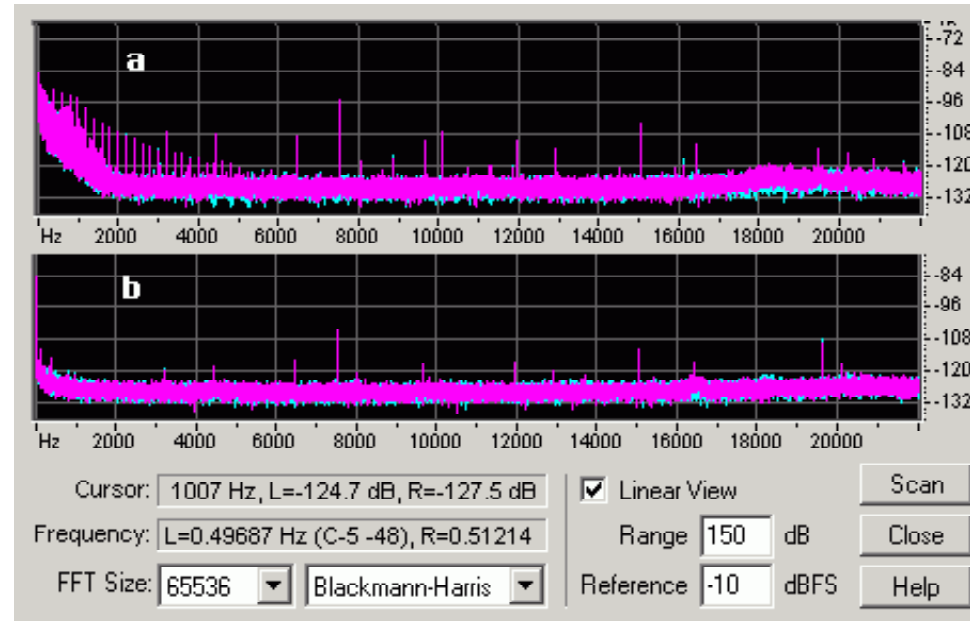
a) un segnale a 1KHz, 0dB registrato attraverso l'ingresso ottico TOSlink; **b)** lo stesso segnale registrato attraverso l'ingresso coassiale SPDIF; **c)** il segnale originale estratto dal lettore CD interno via software. I tre grafici sono identici.

La figura mostra invece quello che succede passando in analogico e poi per la scheda audio. Tanto per cominciare spuntano fuori anche le armoniche pari, poi il fondo di rumore è leggermente più elevato, infine si nota un po' più di rumore a bassa frequenza specie nell'ingresso sul frontale.



a) un segnale a 1KHz, 0dB registrato attraverso l'ingresso analogico LINE frontale; **b)** lo stesso segnale registrato attraverso l'ingresso LINE posteriore.

Infine in assenza di collegamenti si nota come nell'ingresso sul frontale la situazione sia decisamente peggiore, la cosa è spiegabile perché il segnale passa attraverso la circuiteria della patch-bay e poi raggiunge la scheda PCI con un cavo piatto multipolare non schermato. Le spurie che sono presenti in entrambi li spettri hanno probabilmente origine dalla scheda video e vengono raccolte in maggior misura passando attraverso il cavo.



a) registrazione in assenza di collegamenti dall'ingresso analogico LINE frontale; b) registrazione in assenza di collegamenti dall'ingresso LINE posteriore.

Un'analisi a bassa frequenza, non riportata, rivela che le spurie più ravvicinate, catturate nella registrazione dall'ingresso frontale, sono distanziate di **200Hz** e provengono, probabilmente, dalla alimentazione *switching* del PC.

Morale della favola: l'ingresso frontale è comodo per un collegamento di fortuna, ma per registrare davvero conviene usare l'ingresso posteriore che non fa rimpiangere un convertitore esterno almeno per usi amatoriali.

I problemi dell'ascolto di un LP

Ascoltare bene un disco in vinile è una sfida tecnologica paragonabile ad un sbarco su Marte, (anche i prezzi più o meno sono quelli). Qui ci limitiamo a riassumere i principali problemi tecnologici.

1. problemi di rumore: rumore generato dal motore, rumore di ritorno dalle casse;
2. problemi elettronici legati alla implementazione della equalizzazione RIAA e in genere alla preamplificazione;
3. problemi meccanici del giradischi: assetto geometrico del sistema braccio-testina, overhang, VTA, problemi dinamici del sistema braccio testina: masse, smorzamenti, peso di lettura;
6. problemi legati alla testina: stato dello stilo, degli eventuali magneti, delle sospensioni, sporcizia dello stilo;
5. problemi legati al disco: usura, sporcizia, qualità del vinile;

Vediamo ora come usare un PC per studiare i problemi 1 e 2 e citiamo una interessante realizzazione alternativa della equalizzazione RIAA.

L'ordine delle cose

Si trova spesso nelle riviste specializzate la seguente argomentazione, “poiché nulla di quello che viene dopo può migliorare ciò che precede, allora le sorgenti sono la parte più importante dell'impianto”.

Naturalmente è perfettamente vero che senza la sorgente non c'è nulla da sentire e che se una sorgente è schifosa il suono globale difficilmente sarà accettabile, ma la filosofia globale del

discorso non mi sembra condivisibile. Le stesse considerazioni sul degrado inevitabile e irrimediabile si possono fare per qualunque altro componente: una cassa troppo economica o con la sospensione in foam rovinata, un elettrostatica spompata, un ampli finale con troppa controreazione, per non parlare dell'ambiente di ascolto che, pur essendo il penultimo componente (l'ultimo sono le vostre orecchie), può uccidere il suono di qualunque impianto. Io non voglio qui rinfocolare la polemica (secondo me, quello che conta per ottenere un risultato adeguato alla spesa totale è l'equilibrio di tutte le componenti, orecchie comprese). Voglio invece fare qualche appunto di tipo matematico che ci sarà poi utile poi per comprendere il problema della collocazione dell'equalizzazione RIAA.

Se abbiamo due componenti **A** e **B** collegati in catena (per esempio un ampli e i cavi di potenza oppure un crossover e un altoparlante) si può semplicisticamente modellare il loro comportamento con un sistema lineare. Allora se $s(t)$ è il segnale e f_A e f_B sono le funzioni realizzate da **A** e **B** allora il segnale risultante nel dominio del tempo è $f_B(f_A(s(t)))$, nel dominio della frequenza si ha invece $F_A(\omega) F_B(\omega) S(\omega)$. Poiché invertendo l'ordine dei fattori il prodotto non cambia si dimostra così che, dal punto di vista del calcolo matematico del risultato, non conta l'ordine dei componenti. Questo fatto teorico fondamentale viene spesso sfruttato in pratica vediamo due esempi classici.

- Al momento dell'incisione di un LP si inserisce una alterazione f_A in frequenza (che rende il disco praticamente inascoltabile), questa alterazione verrà corretta dopo la lettura nel preamplificatore phono adottando la funzione inversa f_B .
- in molti sistemi di altoparlanti si usa il crossover per correggere le irregolarità di risposta degli altoparlanti. In questo caso la correzione f_A avviene addirittura **PRIMA** dell'inconveniente f_B .

Fin qui tutto chiaro e semplice, ma cosa succede se si usa un modello un pochino più raffinato? Abbiamo già detto che i sistemi lineari veri non esistono in natura, una rappresentazione più corretta della risposta di un componente **A** è $f_A(s(t)) + \eta_A$ dove f_A è ancora la parte lineare della risposta ma dove si considera anche una componente additiva η_A

che modella tutte le componenti non lineari (rumore, distorsione, interazioni deboli, etc.). A questo punto mettendo in sequenza due apparecchiature **A** e **B** abbiamo

$$\mathbf{f}_B(\mathbf{f}_A(\mathbf{s}(t) + \eta_A) + \eta_B)$$

che per la linearità ipotizzata per \mathbf{f}_A e \mathbf{f}_B si trasforma in

$$\mathbf{f}_B(\mathbf{f}_A(\mathbf{s}(t))) + \mathbf{f}_B(\eta_A) + \eta_B = \mathbf{s}(t) + \mathbf{f}_B(\eta_A) + \eta_B.$$

Con questo modello l'ordine delle apparecchiature conta anche da punto di vista matematico. Questa formula spiega perché vale la pena di introdurre l'equalizzazione nelle incisioni dei dischi e dei nastri. Se \mathbf{f}_A è l'equalizzazione applicata in fase di incisione, \mathbf{f}_B è la funzione inversa di \mathbf{f}_A e η_A il rumore generato dalla lettura del disco, le due equalizzazioni \mathbf{f}_A e \mathbf{f}_B si annullano reciprocamente **MA RESTA** il termine $\mathbf{f}_B(\eta_A)$ e siccome \mathbf{f}_B è progettata per attenuare gli acuti e innalzare i bassi si ha una rimodellazione del rumore di lettura η_A . **N.B.** in questo esempio η_B è il rumore elettrico del preamplificatore phono che, per non peggiorare ancora la situazione, deve essere minore del fruscio del disco dopo l'equalizzazione,

Questo discorso era valido anche negli anni sessanta, dove sta allora la novità di cui parliamo oggi. Se dobbiamo convertire un LP in digitale, sia per masterizzarlo, che per ascoltarlo con il computer, bisogna tener conto degli errori del processo di digitalizzazione. Se ora noi spostiamo la **RIAA** dopo la digitalizzazione, implementandola a software con un filtro digitale, otteniamo tre vantaggi fondamentali:

- Probabilmente la **RIAA** digitale è più precisa di quelle realizzate a basso costo (dubito che chi ascolta con un PC i suoi LP lo faccia con un pre-phono da 1000 euro e oltre).
- Se si sta archiviando una discoteca d'epoca si possono realizzare equalizzazioni ad-hoc, diverse dalla RIAA per poter digitalizzare i dischi antecedenti alla standardizzazione dell'equalizzazione, si veda in proposito l'articolo di Marco Benedetti sulla registrazione dei dischi a 78 giri (AR 200)

- includere anche la fase della digitalizzazione nella parte interna alla equalizzazione permette di ottenere una rappresentazione del segnale del tipo $s(t) + f_B(\eta_A + \eta_D)$. dove η_D è il rumore di quantizzazione e in generale il rumore introdotto dalla scheda audio, riducendo anche le componenti ad alta frequenza di questo rumore.

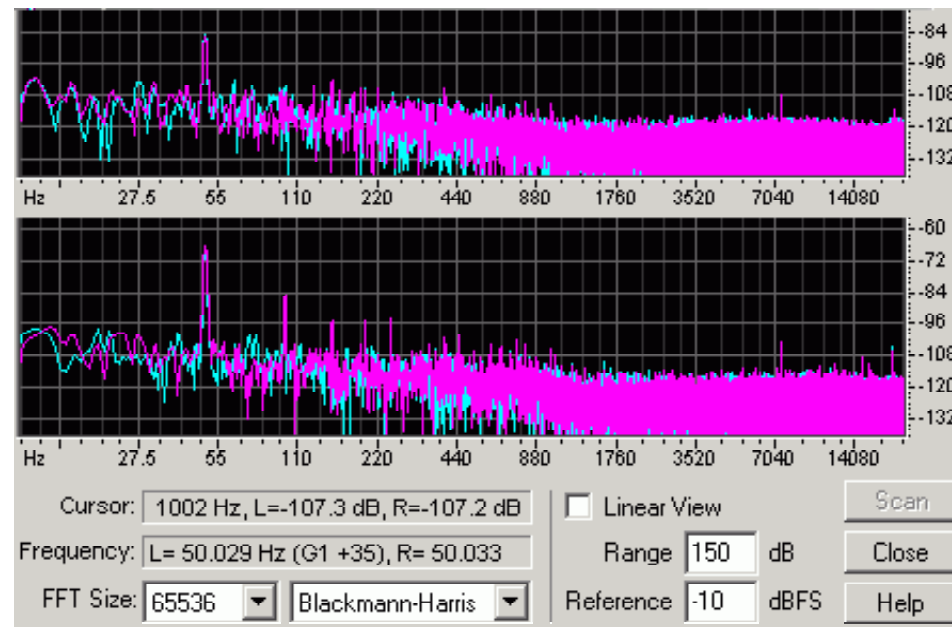
Vedremo in pratica questo effetto con la scheda audio **Terratec DMXfire 24/96** munita appunto di ingresso phono con RIAA digitale.

Misure e messa a punto con il Computer

Come al solito bisogna munirsi di un computer dotato di scheda audio e un programma per la analisi i frequenza (nel mio caso **Cool Edit 2000**). Convieni dapprima misurare lo spettro del rumore della scheda con gli ingressi staccati, tanto per farci un'idea di quello che ci aggiunge il set di misura. Io ho ottenuto ottengono i grafici già pubblicati nel numero precedente.

Misura del rumore elettrico

A questo punto si collega il computer all'uscita TAPE dell'amplificatore e si seleziona il giradischi tenendolo spento e con la testina alzata. Basta registrare una diecina di secondi di questo silenzio e poi andare a guardare lo spettro. Quello che vediamo è il rumore "elettrico" della catena **TESTINA - PRE PHONO**. Da questa misura si può vedere la presenza di eventuali spurie legate agli anelli di massa. In particolare io ho potuto rilevare in questo modo la presenza di un leggero anello di massa (forse un accoppiamento capacitivo) di diversa entità a seconda di quale testina montavo sul braccio (una Stanton 681EEE e una Shure V15IV, entrambe su un diverso shell EIA standard), **Figura 1**. Il fatto che il tappeto di rumore non sia decrescente con la frequenza mostra che esso è prodotto in gran parte a valle della equalizzazione RIAA.



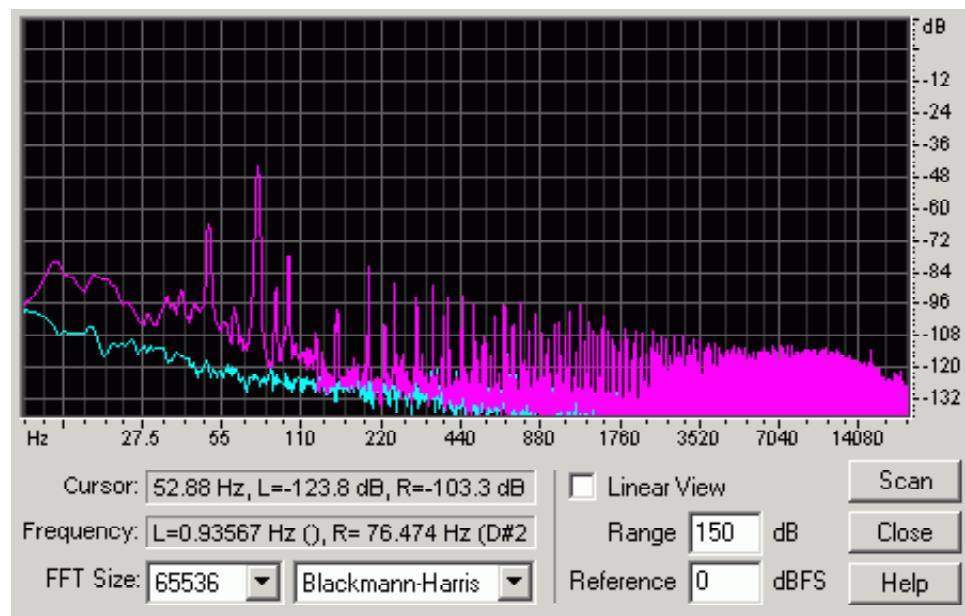
Rumore “elettrico” del sistema testina-preampli. In alto, testina Stanton 681EEE, in basso: Shure V15IV, in entrambi i casi un anello di massa causa una lieve interferenza a 50Hz.

Misura dell'Acoustic Feedback

Se il preamplificatore dispone di un filtro subsonico, per questa misura è meglio disattivarlo. Adesso abbassiamo la testina sul disco **FERMO** e cominciamo a registrare con il PC, poi lentamente alziamo il volume. Conviene lavorare con un cassa alla volta perché se la disposizione è asimmetrica rispetto al giradischi i risultati possono essere molto diversi.

Quando il livello del segnale in registrazione comincia a crescere significa che si sta instaurando un *acoustic feedback* tra le casse e il giradischi, con il sistema disco-testina che fa da microfono (N.B. bisogna fare attenzione a fermarsi prima che i coni degli altoparlanti comincino ad andare a giro da soli per la stanza, le casse non ve le ripago!). L'analisi spettrale di quanto digitalizzato dà un'idea di quali frequenze siano coinvolte. E' questo il momento di fare delle prove (cambiando la base, spostando le casse o il giradischi) fino a che il fenomeno non venga ridotto.

Nel mio caso per ottenere *acoustic feedback* ho dovuto togliere il filtro subsonic, mettere il volume al massimo, inserire un registratore nel loop con il volume al massimo (per guadagnare altri 10 db) a questo punto si innesca un evidente *feedback* a 76 HZ con la cassa più lontana (la sinistra qualche metro), con quella più vicina non si riesce ad innescare nulla.



Spettro dell *acoustic feedback*, canale sinistro attivo, canale destro passivo, la risonanza a 76Hz è compatibile con la distanza giradischi-cassa sinistra.

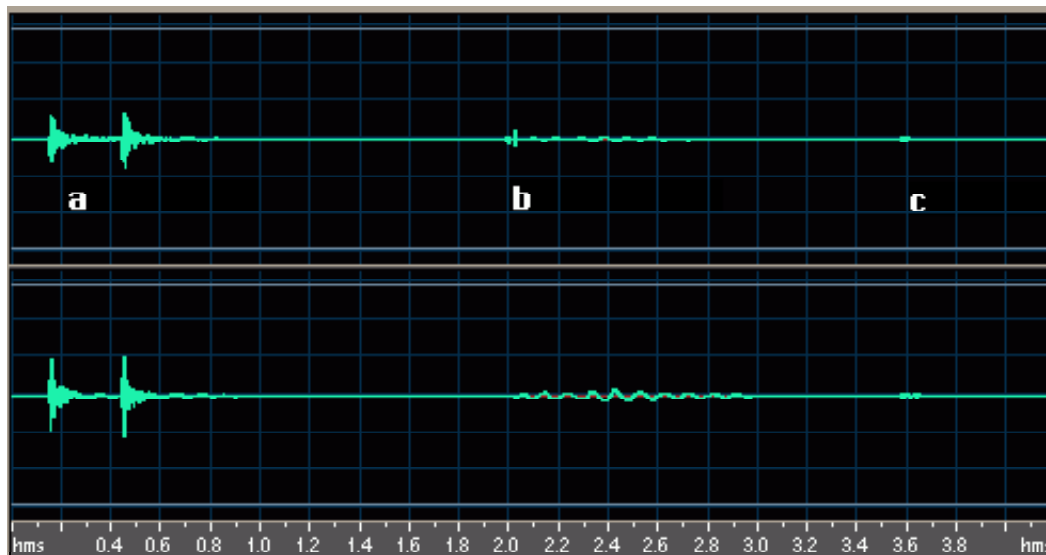
Misura del isolamento della base

Uno dei problemi principali della installazione di un giradischi è il suo corretto isolamento rispetto all'ambiente esterno. Vi sono due esigenze in parte contrapposte, quella di ridurre le vibrazioni generate dal motore e quella di isolare il giradischi dai rumori esterni. Come al solito le soluzioni proposte sono le più diverse, abbiamo piatti pesanti sostenuti da un cuscino d'aria, piatti leggeri servocontrollati per via elettronica, telai fissati rigidamente al muro o al pavimento, controtelai sospesi a molle. In ogni caso vi è spazio per il miglioramento ed è certamente interessante avere sia pure una indicazione di massima dell'isolamento.

L'esperimento che proponiamo consiste nel conservare la configurazione usata per l'*acoustic feedback* e sollecitare il sistema con dei colpi secchi (non troppo forti: l'uso del martello è sconsigliato). L'esempio di **Figura** è stato ottenuto con un giradischi a trazione diretta sospeso su piedini a molla smorzati e poggiato su una base di marmo, a sua volta appoggiata su uno strato di neoprene alto circa due centimetri.

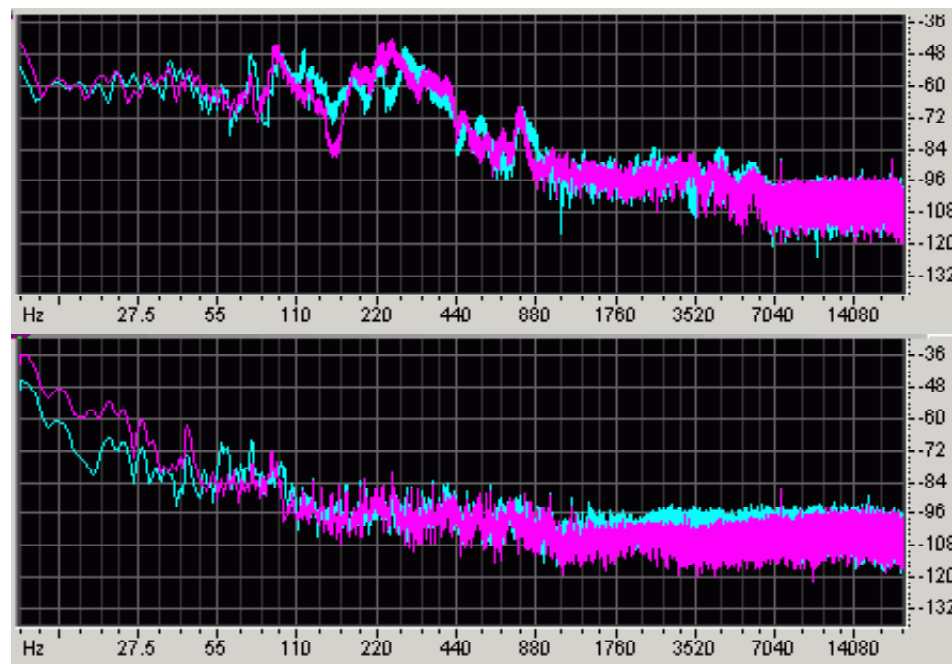
Sono state date tre coppie di sollecitazioni (un colpo netto con una matita sul corpo del giradischi, una serie di colpi sulla base del mobile in legno e una forte manata sul pavimento).

La rappresentazione nel dominio del tempo (due canali) mostra l'effetto del sistema di smorzamento, la prima botta arriva direttamente sul piatto e produce un impulso smorzato, la seconda e la terza sono molto attenuate.



Effetto dei colpi nel dominio del tempo, (a) colpo sul giradischi, (b) colpo sul mobile di legno.(c) colpo sul pavimento.

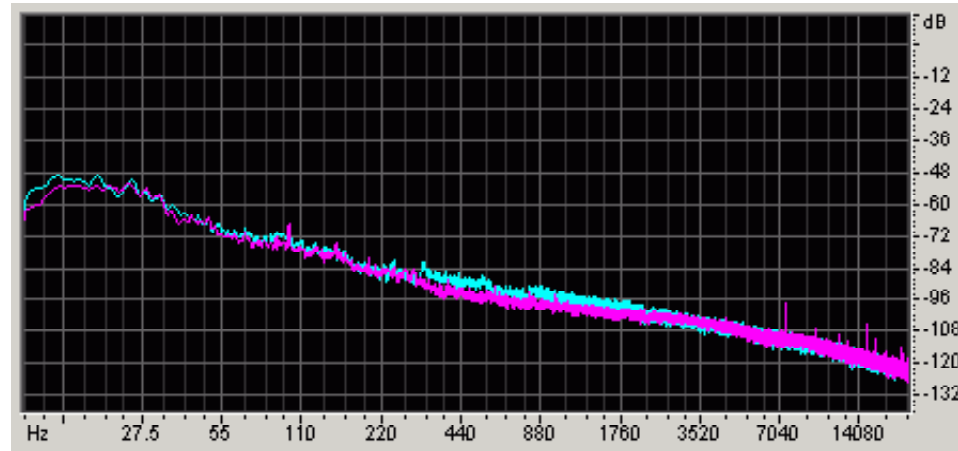
L'analisi nel dominio della frequenza dà un'idea della risposta del sistema (le imprecisioni dipendono dalla quanto si possa assimilare la botta con la matita ad un impulso teoricamente perfetto). Si vede come il sistema di sospensioni possa essere assimilato ad un filtro passa basso. Facendo prove diverse (e ammesso di essere capaci di dare botte tutte uguali) è possibile verificare la bontà dei vari accorgimenti senza usare speciali strumenti di misura.



Effetto dei colpi, dominio della frequenza. In alto: colpo sul giradischi, in basso: colpo sul mobile di legno.

Misura del rumore totale

A questo punto è l'ora di accendere il giradischi e metter su un disco di buona qualità ma con un finale travolgente. Registriamo ora gli ultimi secondi di musica e poi il silenzio (!?) che segue quando la puntina traccia il solco non inciso alla fine del disco. Effettuando una normalizzazione del file registrato prendiamo come riferimento a 0dB il punto più alto del finale travolgente. Quando analizziamo in frequenza la parte silenziosa. Quello che vien fuori è lo spettro di tutti i rumori prodotti dal giradischi, dal motore, dagli anelli di massa, dal vinile e dalla testina. Questa volta il rumore è decisamente calante con la frequenza, segno che esso viene prodotto prima della equalizzazione RIAA e poi rimodellato da questa. L'inserimento del filtro MM-Subsonic, presente sul mio ampli evita che la risposta del sistema sia troppo esaltata nella gamma sotto i 30Hz che risulta la più critica per le ondulazioni dei dischi e le risonanze del sistema braccio-testina



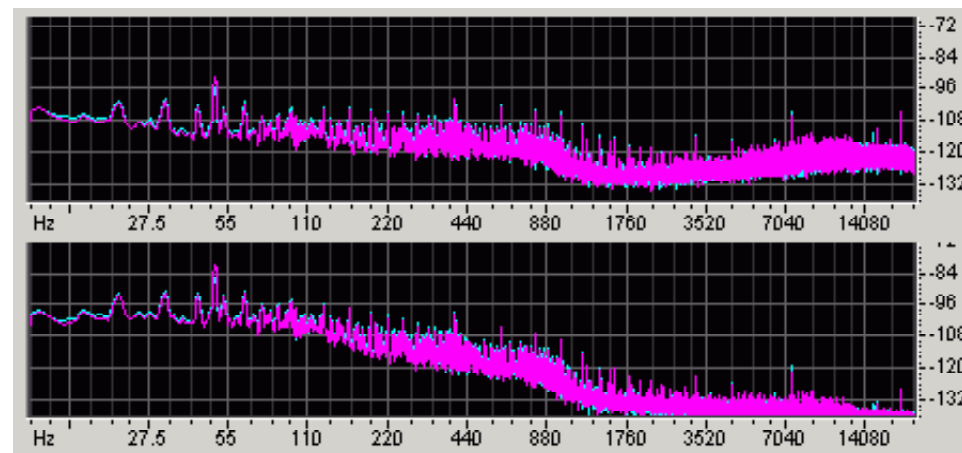
Rumore totale del sistema testina-preampli, testina Shure V15IV, amplificatore Pioneer SA858, ingresso phono MM, filtro subsonic inserito

Si noti che tutte queste misure sono state fatte senza speciali dischi di prova, con una strumentazione più ricca (un computer capace di visualizzazione in tempo reale nei domini del tempo e della frequenza) e un disco prova con segnali sinusoidali di varia intensità sarebbe possibile anche una accurata regolazione dei parametri dinamici (VTA, overhang, antiskating) minimizzando la distorsione della forma d'onda.

L'ingresso Phono della Terratec

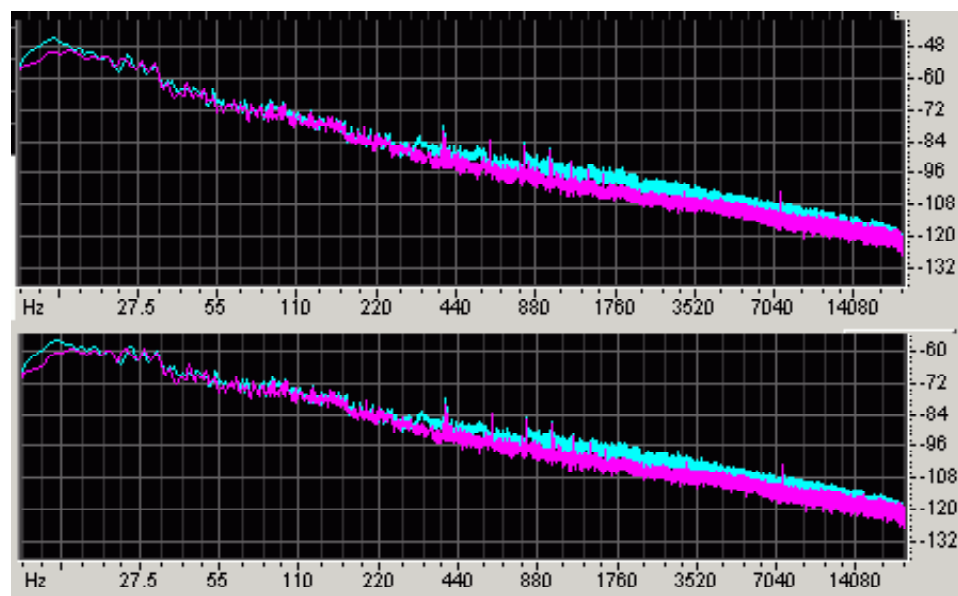
La scheda audio **Terratec DMXfire 24/96** si distingue dalle sue concorrenti per la presenza di un ingresso Phono a cui si può attaccare direttamente in giradischi. L'ingresso Phono della scheda audio Terratec ha una caratteristica tutta sua, l'equalizzazione non è realizzata in hardware ma prevista solo nel software, è possibile equalizzare durante l'ascolto (ma in questo caso non si può registrare) oppure si può registrare senza l'equalizzazione e poi applicare successivamente l'equalizzazione con un plug-in Wavelab apposito (fornito insieme a una licenza di Wavelab Lite).

Vediamo le prove effettuate in precedenza con l'amplificatore cosa danno utilizzando il pre-phono della scheda. In figura è mostrato il rumore "elettrico" del sistema testina-scheda audio, prima della equalizzazione RIAA e dopo l'equalizzazione effettuata con il plugin TT-RIAA, si nota che l'applicazione dell'equalizzazione riduce il rumore ad alta frequenza.



Rumore "elettrico" del sistema testina-scheda audio. In alto: prima della equalizzazione RIAA, in basso: dopo l'equalizzazione effettuata con il plugin TT-RIAA.

In figura è mostrato il rumore totale del sistema testina-preampli dopo l'equalizzazione effettuata con il plugin RIAA e inserendo anche un equalizzazione passa alto (-15dB a 47Hz) con il plug-in di equalizzazione parametrica (anch'esso a corredo). Dal confronto di questa figura con la precedente si nota che l'inserimento della digitalizzazione all'interno dell'equalizzazione RIAA ha ridotto leggermente le spurie ad alta frequenza. In ogni caso il rumore di quantizzazione è evidentemente trascurabile rispetto al rumore del vinile, che domina nettamente in ogni situazione.



Rumore totale del sistema testina-preampli In alto: dopo l'equalizzazione effettuata con il plugin TT-RIAA., in basso: lo stesso con anche un equalizzazione passa alto (-15dB a 47Hz).

Per concludere questa particolare implementazione della RIAA non interessa certo l'audiofilo, ma è una soluzione pressoché ottimale per due categorie di utenti “terrestri”:

- chi vuole collegare un giradischi al computer per digitalizzare gli LP senza dover acquistare un pre-phono economico o spostare ogni volta altri componenti dell'impianto principale
- chi privo di un vero impianto hi-fi vorrebbe collegare al computer un vecchio giradischi per ascoltare i dischi del papà a costo zero (è anche questo un modo per iniziare ad apprezzare il vinile).