

**X Dipartimento del
COMUNE DI ROMA
via Cola di Rienzo 23
00192 ROMA**

da Fabrizio Calabrese
Consigliere Tecnico del **C.R.A.**
Comitato Romano Antirumore
e del Comitato “**Verde e Mare**” di Ostia,
Consigliere Tecnico delle Associazioni
CIVES e CAMPODEIFIORI
via R.G.Lante 70, 00195 Roma

Roma 16 settembre 2002

Protocollo n.21042 del X Dipartimento (18/09/02)

Nota Tecnica n.37 del C.R.A.(e CIVES)

Tecniche ed apparati di limitazione a confronto

Nelle Valutazioni d’Impatto Acustico redatte ai sensi della **Legge 447/95** (e **L.Reg.18/2001**), come nelle relazioni richieste dal **D.P.C.M. n.215 del 16-04-1999**, viene indicato frequentemente l’utilizzo di apparati elettronici detti “**limitatori**”, cui è demandato il compito di regolare il livello di emissione degli impianti audio, in modo di ottenere il rispetto dei limiti di legge.

Al di là del problema della facilità o meno di disinserire questo tipo di apparati (già esaminata nella **Nota Tecnica n.11**), vi è un evidente problematica di carattere tecnico-legale nelle implicazioni della scelta del tipo e modello di apparato, nonché del tipo di regolazione dei diversi parametri operativi dello stesso.

Questa **Nota Tecnica n.37** vuole evidenziare alcune di queste problematiche, tramite la discussione dei risultati dell’analisi dei livelli e degli spettri del segnale modificato da questo tipo di apparati.

La tecnica della prova

Volendo raccogliere dati il più possibile vicini alle reali condizioni d’impiego dei “limitatori” elettronici, è stato impiegato un normale lettore CD ed una normale incisione di musica da discoteca (Daft Punk, “Around the World”) come sorgente di segnale di prova.

Il lettore CD è stato collegato direttamente ai due limitatori confrontati: di questi il primo era di tipo analogico, con costanti di tempo regolabili sia in attacco che in rilascio, mentre il secondo era un moderno processore digitale con DSP (come quelli esaminati nelle **Note Tecniche n.11 e n.18**).

Il segnale in uscita dal “limitatore” è stato analizzato mediante una scheda MLSSA, il cui software comprende la possibilità di elaborare matematicamente sia il segnale quale è stato direttamente campionato, sia lo spettro di integrazione dello stesso (nel presente caso in terzi d’ottava).

Della serie di Grafici di seguito commentati, il primo è appunto relativo al segmento di segnale musicale campionato ed analizzato –della durata di un secondo e mezzo circa- mentre il secondo Grafico riporta lo spettro intergrato in terzi d’ottava, ottenuto mediante analisi FFT in blocchi di 8192 campioni, quindi con elevata risoluzione in frequenza.

La sequenza dei Grafici è –di seguito- alternata con lo stesso ordine.

I risultati

Il **Grafico n.1** mostra il campionamento del segnale musicale di prova, quale direttamente viene reso disponibile alle uscite analogiche del lettore CD: i picchi di tensione raggiungono i **5 Volt picco-picco (+13,9 dB ref. 1V)**, con un valore medio **RMS di 0,7115 Volt (-3 dB ref. 1V)**. Il rapporto tra il valor medio ed il picco massimo è dunque di circa **17 deciBel**.

Nel definire il valore di picco sono state considerate entrambe le polarità del segnale, diversamente da come la grandezza viene normalmente intesa: lo scopo era quello includere l'effetto di eventuali asimmetrie nell'intervento dei limitatori, che tuttavia non si sono verificate che in misura del tutto non significativa. Volendo comunque trasporre i risultati commentati nel tradizionale contesto unipolare non occorre altro che dimezzare il valore di tensione di picco (-6 deciBel), senza che gli esiti delle deduzioni vengano in alcun modo modificati.

Il **Grafico n.2** mostra il risultato dell'analisi spettrale del campione musicale **non modificato**, integrata in terzi d'ottava. Ad un livello medio di **90 deciBel** (rispetto ad un riferimento di comodo, tuttavia costante per i Grafici -di numero pari- successivi) corrisponde un livello di **103 deciBel per l'ottava di frequenze compresa tra 60 e 120 Hz**, come è del tutto tipico dei brani di musica da discoteca (e per le scene d'azione dei film, nel formato Dolby Digital).

Dunque **l'ottava 60/120 Hz è emessa ad un livello 13 deciBel superiore alla media spettrale.**

Il **Grafico n.3** mostra il campionamento del segnale musicale in uscita da un **limitatore-compressore di tipo analogico**, del tutto simile ad un numero di altre realizzazioni commerciali frequentemente utilizzate negli Studi di Registrazione.

Questo tipo di processore elettronico può operare normalmente come compressore della dinamica, ma anche come "limitatore" quando il rapporto di compressione è regolato su "infinito" e quando la soglia è regolata sul valore massimo richiesto: esattamente in questo modo esso è stato operato per la prova. Le costanti di tempo di intervento sono state regolate per un attacco veloce e per un rilascio più lento, con minime conseguenze sull'esito dei rilievi (specie per il rilascio).

Il guadagno in uscita (+10 dB) è utile semplicemente per riportare il livello d'uscita su valori confrontabili in sede di analisi, ed ovviamente verrebbe evitato nell'impiego pratico.

Già osservando l'andamento del **Grafico n.3** è possibile ipotizzare un intervento assai blando sulle caratteristiche generali del segnale: il rapporto tra i picchi ed i segmenti intermedi resta assai simile a quello del brano originale non trattato. L'ascolto conferma una resa qualitativa anch'essa assai simile all'originale, salvo il minore livello d'ascolto (senza i 10 dB di guadagno aggiuntivo!).

Il livello **picco-picco** è di **3,2 Volt (+10 dB ref. 1V)**, il livello **RMS** è di **0,3778 V (-8,4 dB ref.1V)**: il rapporto tra il valor medio ed il picco massimo è dunque di poco più di **18 deciBel**.

Il **Grafico n.4** mostra il risultato dell'analisi spettrale del campione musicale **limitato analogicamente**, integrata in terzi d'ottava. Ad un livello medio di **85 deciBel** corrisponde un livello di **97 deciBel per l'ottava di frequenze compresa tra 60 e 120 Hz**.

Dunque **l'ottava 60/120 Hz è emessa ad un livello 12 deciBel superiore alla media spettrale.**

Il **Grafico n.5** mostra il campionamento del segnale musicale in uscita da un **limitatore-compressore di tipo digitale (DSP)**. Questo tipo di apparati sta trovando una diffusione sempre maggiore, specie dal momento in cui il loro costo è divenuto assai simile a quello delle tradizionali versioni analogiche. Il maggiore vantaggio di questi apparati risiede nella loro versatilità (sono anche crossover elettronici ed equalizzatori) e nella possibilità di bloccare le regolazioni mediante "password": la concomitanza di questi due aspetti nel rende l'impiego assolutamente consigliabile in tutte le occorrenze in cui la disinserzione è paventata come possibile e se ne vuole definire la responsabilità (come spiegato nella Nota Tecnica n.11).

Il vero problema tecnico nell'impiego di questi processori digitali risiede nella notevole complessità della loro taratura, dato il vastissimo numero di parametri accessibili.

Per la prima prova si è proceduto operando con grande semplicità di approccio: ne è risultato un ascolto di qualità desolante, ma con interessanti implicazioni tecniche.

Osservando l'andamento del **Grafico n.5** è possibile individuare una vistosa disparità di intervento tra i segmenti più o meno ricchi di basse frequenze: evidentemente la catena di rilevamento del livello medio (sul quale è poi valutata l'entità dell'intervento di limitazione) legge preferenzialmente le basse frequenze.

Il livello **picco-picco** è di **4,17 Volt (+12,4 dB ref. 1V)**, il livello **RMS** è di **0,2188 V (-13,2 dB ref.1V)**: il rapporto tra il valor medio ed il picco massimo è dunque di ben **25,6 deciBel**.

Il **Grafico n.6** mostra il risultato dell'analisi spettrale del campione musicale **limitato digitalmente**, integrata in terzi d'ottava. Ad un livello medio di circa **86 deciBel** corrisponde un livello di **86/87 deciBel per l'ottava di frequenze compresa tra 60 e 120 Hz**.

Dunque **l'ottava 60/120 Hz è emessa allo stesso livello della media spettrale.**

Le implicazioni di questa drastica riduzione delle basse frequenze sarebbero

assolutamente favorevoli nel caso tipico di impiego, in cui si vuole contenere il livello di inquinamento acustico nei confronti di abitazioni prossime al locale e dunque all'impianto audio: sia al chiuso che all'aperto sono –infatti– le basse frequenze a veicolare la quota maggiore di energia acustica alle abitazioni.

Resta tuttavia non risolto il problema della qualità desolante dell'ascolto.

Il **Grafico n.7** mostra ancora il campionamento del segnale musicale in uscita da un **limitatore-compressore di tipo digitale (DSP)**, ma questa volta con un tipo di regolazione il cui esito sulla qualità dell'ascolto è assai più benigno: in pratica è stata prevista una doppia soglia di intervento, con una prima compressione per i segnali che superano la soglia più bassa ed una successiva drastica limitazione per quelli che eccedono la seconda soglia (situata ad un livello 5 deciBel superiore alla prima).

Il livello **picco-picco** è di **5,23 Volt (+14,4 dB ref. 1V)**, il livello **RMS** è di **0,2882 V (-10,8 dB ref.1V)**: il rapporto tra il valor medio ed il picco massimo è dunque di ben **25,2 deciBel**.

Il **Grafico n.8** mostra il risultato dell'analisi spettrale del campione musicale **limitato digitalmente e con la doppia soglia**, in terzi d'ottava. Ad un livello medio di **88 deciBel** corrisponde un livello di **91 deciBel per l'ottava di frequenze compresa tra 60 e 120 Hz**. Dunque **l'ottava 60/120 Hz è emessa ad un livello 3 deciBel superiore alla media spettrale**

Questi risultati sono indicativi delle possibilità offerte da questo tipo di processori digitali di nuova generazione e costo accettabile (quello provato costa circa mille Euro): ulteriori studi ed i riscontri di vere situazioni di impiego potranno senz'altro confermare questi risultati ed anzi indicarne di eventualmente migliori e più interessanti. Dunque oltre a limitare di per sé il livello di ascolto, questi processori consentono una velocità di intervento ed una possibilità di analisi del segnale che sono assolutamente più efficaci –**per lo specifico problema della soluzione di casi di inquinamento acustico**– di quelle sinora disponibili mediante l'impiego di limitatori analogici.

Conclusioni

Dal confronto delle prestazioni offerte dai tradizionali “limitatori” analogici con quelle dei nuovi e più versatili “processori digitali” emerge la possibilità del raggiungimento di risultati assai più interessanti ed efficaci nel contenimento dei livelli d'immissione acustica verso le abitazioni adiacenti.

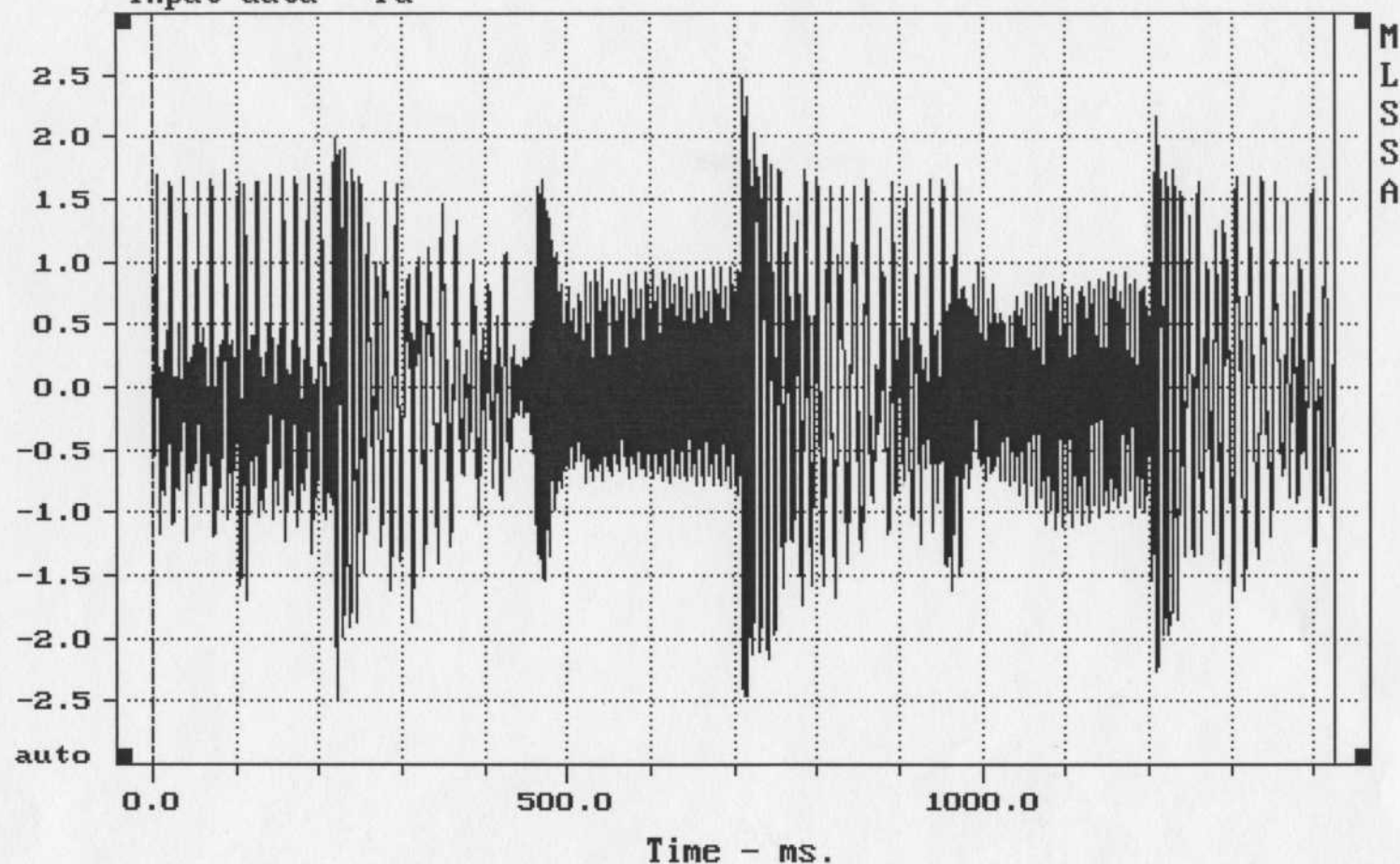
A parità di livello medio di emissione nel locale, è possibile limitare selettivamente la dinamica delle basse frequenze, che sono responsabili per la massima parte delle immissioni verso l'abitato.

Le prestazioni all'ascolto –nel locale– possono essere assai migliori, a parità di contenimento dei livelli di Inquinamento Acustico

Fabrizio Calabrese

File: D:\MLSDATA\SAMPLES\RAW.TIM 8-25-102 11:14 AM

Input data - Pa



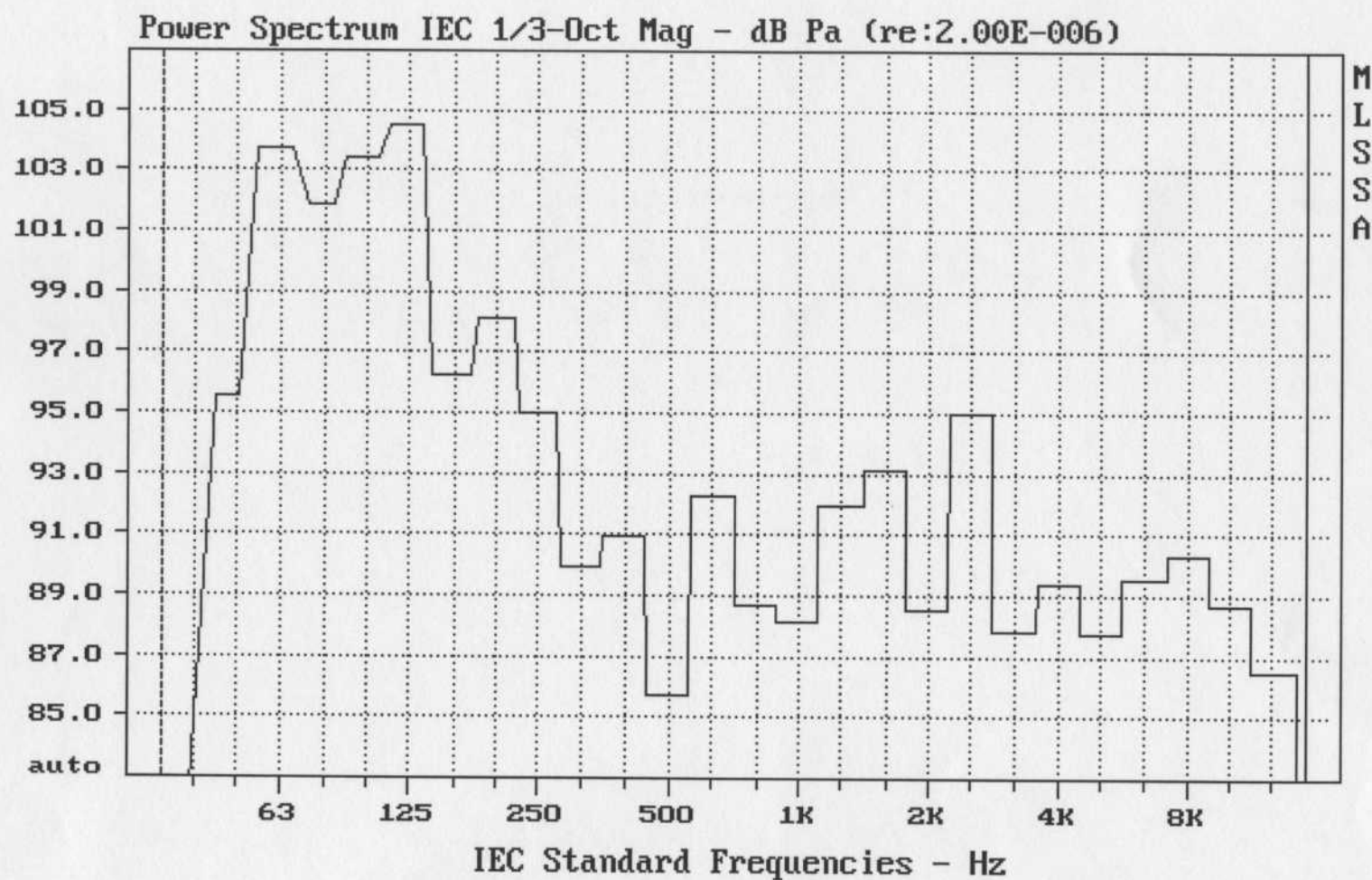
mean: -0.01797, rms: 0.7115, std: 0.7113, max: 2.471, min: -2.492

diretto da CD player

1-5-99 12:53 AM

MLSSA: Time Domain

Nota Tecnica n.37 – Tecniche ed apparati di limitazione a confronto – **Grafico n.1**



root mean square: 90.0382

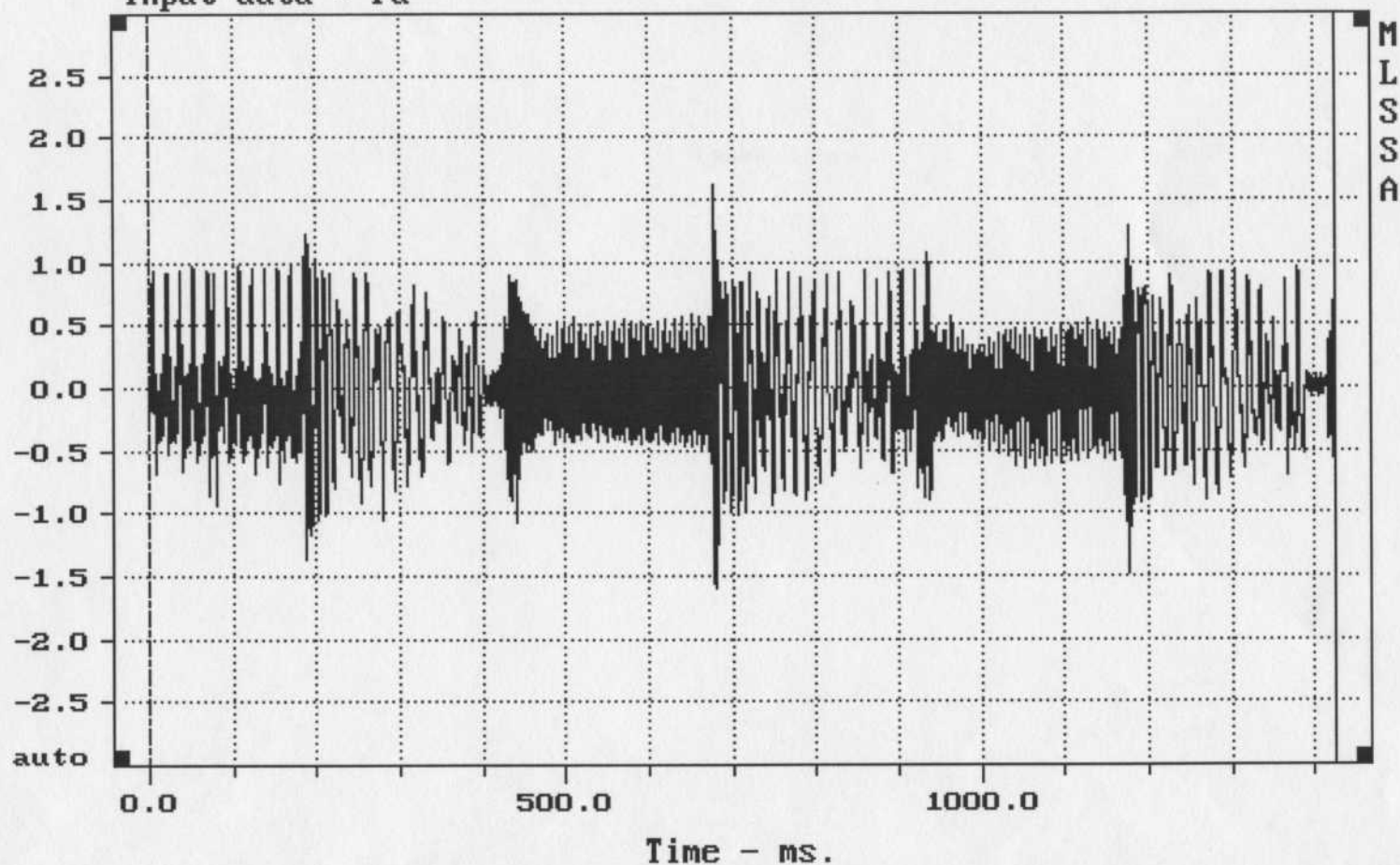
diretto da CD player

1-5-99 12:42 AM

MLSSA: Frequency Domain

File: D:\MLSDATA\SAMPLES\SLOW.TIM 8-25-102 11:26 AM

Input data - Pa



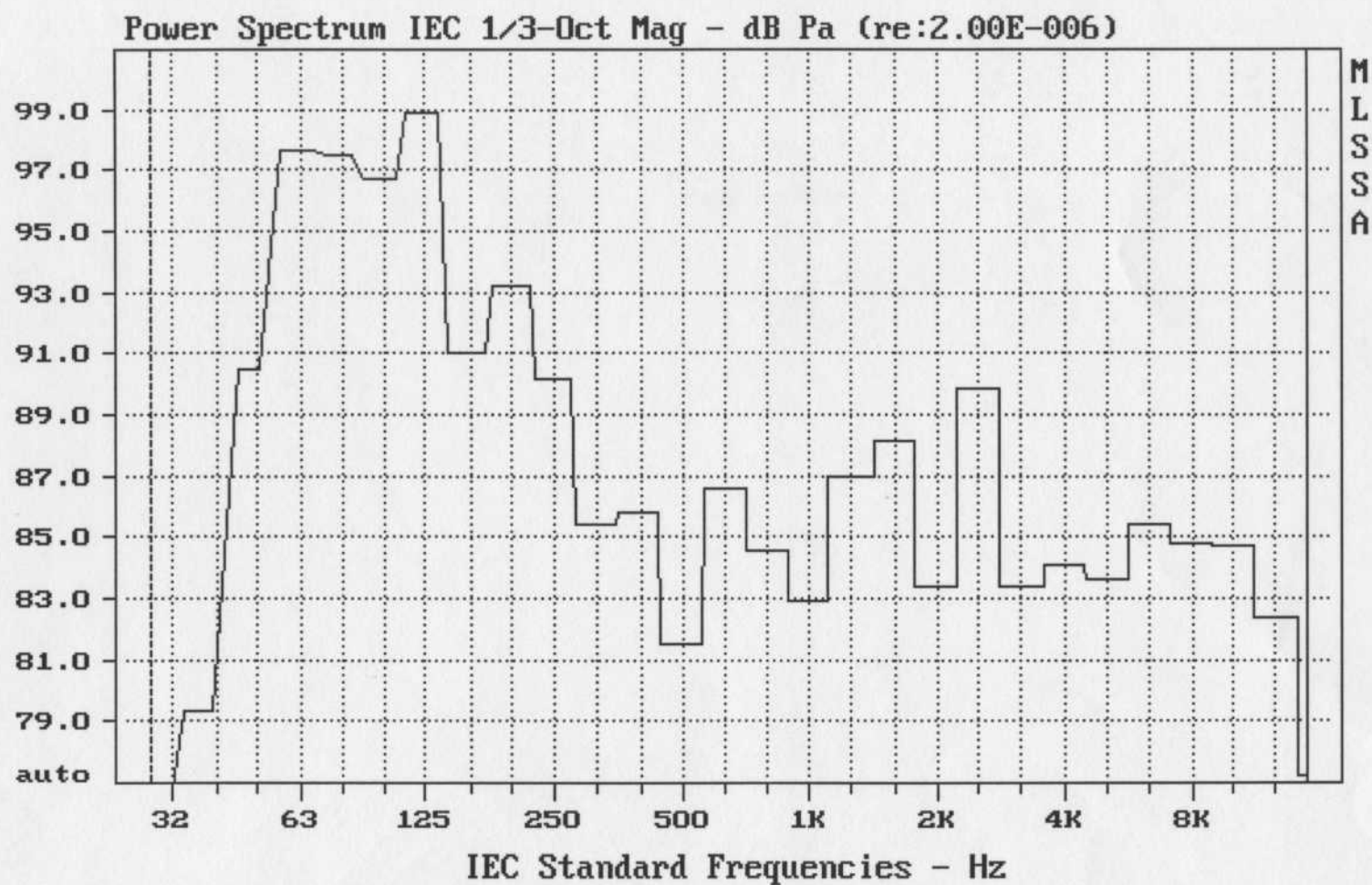
mean: -0.01156, rms: 0.3778, std: 0.3776, max: 1.621, min: -1.593

Compressione analogica (fast attack/slow release) +10 dB gain

1-5-99 1:05 AM

MLSSA: Time Domain

Nota Tecnica n.37 – Tecniche ed apparati di limitazione a confronto – **Grafico n.3**



root mean square: 85.2179

Compressione analogica (fast attack, slow release) +10 dB gain

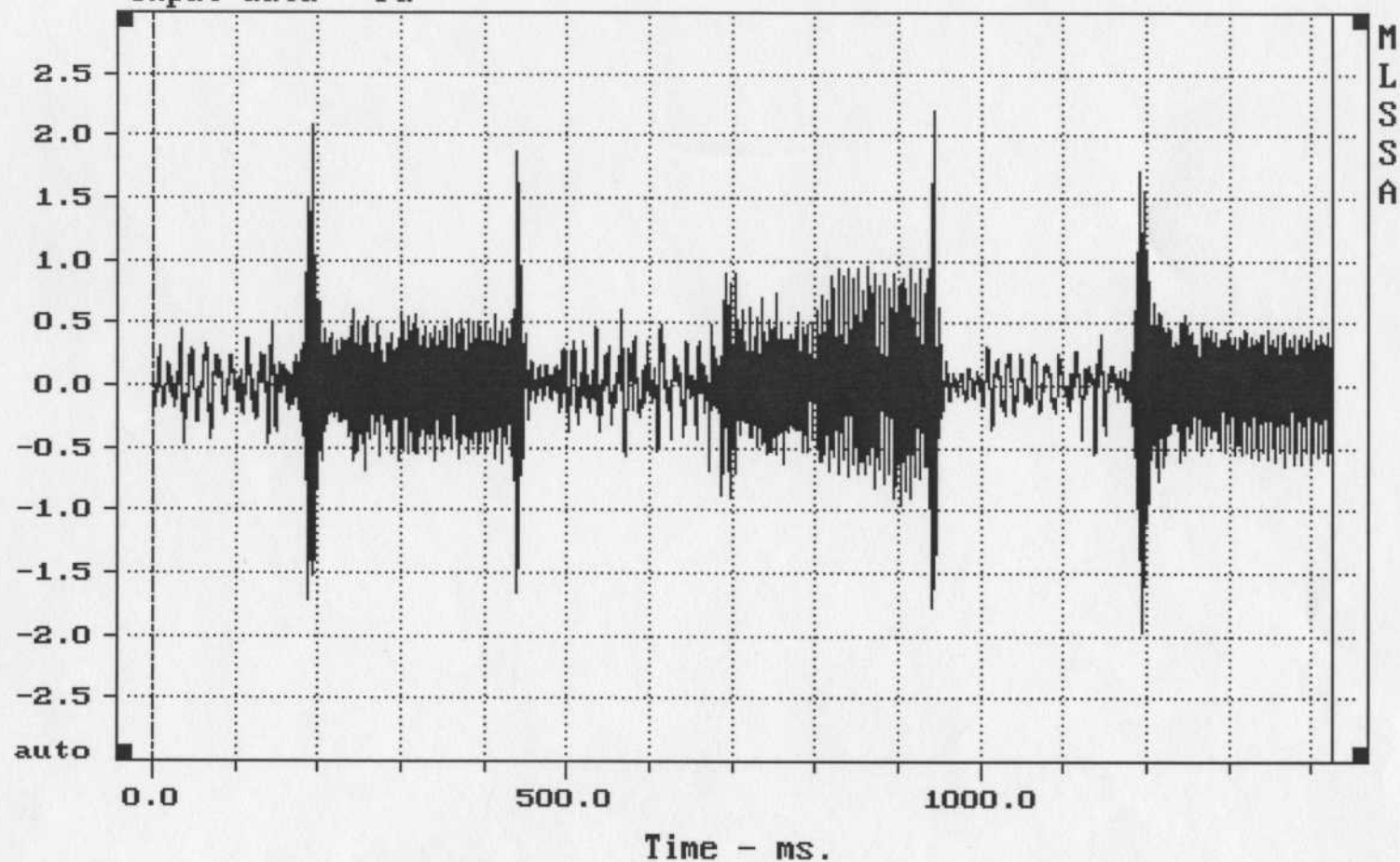
1-5-99 1:05 AM

MLSSA: Frequency Domain

Nota Tecnica n.37 – Tecniche ed apparati di limitazione a confronto – **Grafico n.4**

File: D:\MLSDATA\SAMPLES\INASC.TIM 8-25-102 11:49 AM

Input data - Pa



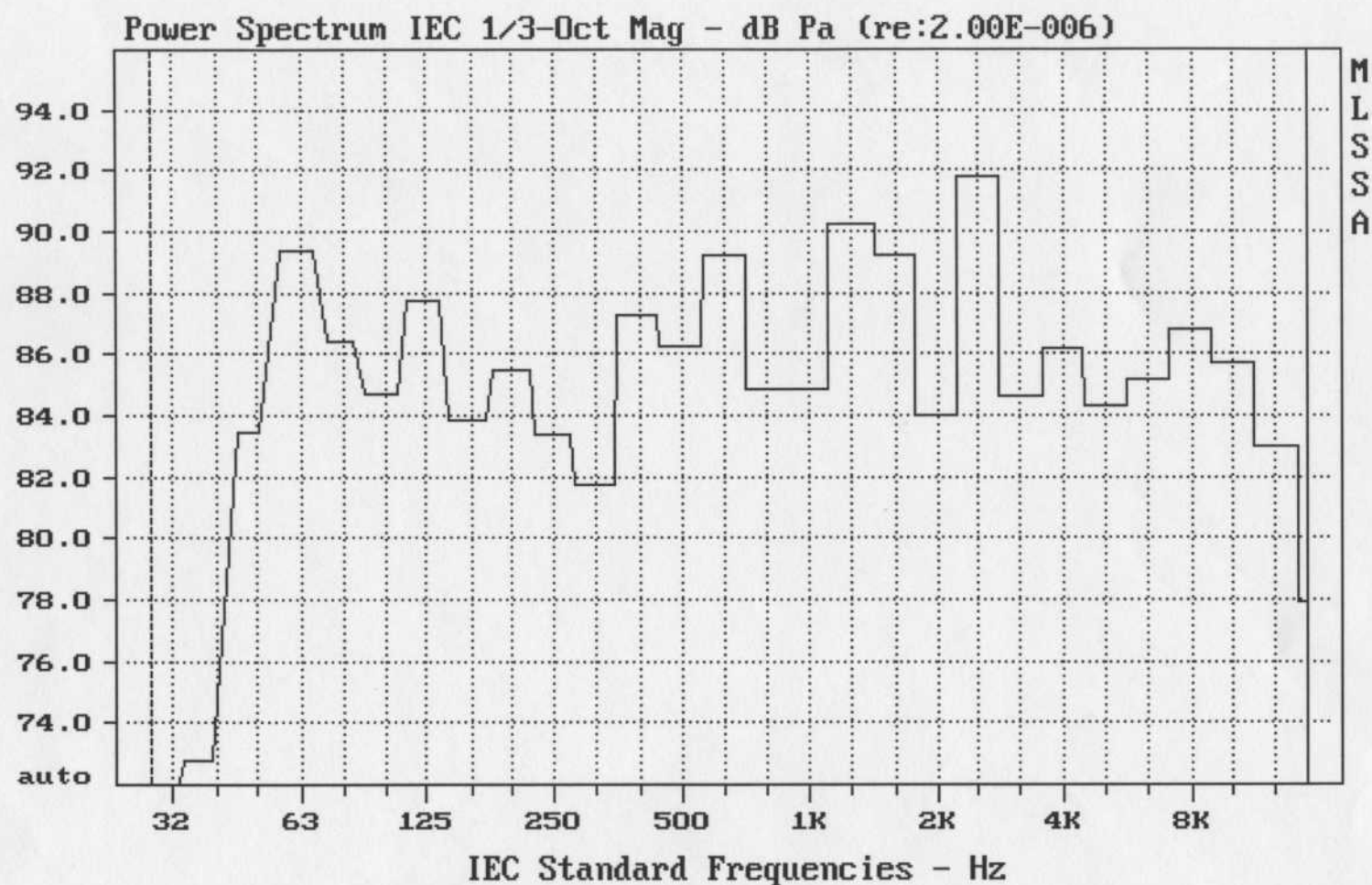
mean: 0.01104, rms: 0.2188, std: 0.2186, max: 2.203, min: -1.966

Compressore + Limitatore (digitali) +10 dB gain: inascoltabile

1-5-99 12:51 AM

MLSSA: Time Domain

Nota Tecnica n.37 – Tecniche ed apparati di limitazione a confronto – **Grafico n.5**



root mean square: 85.8825

Compressore + Limitatore +10 dB gain: inascoltabile

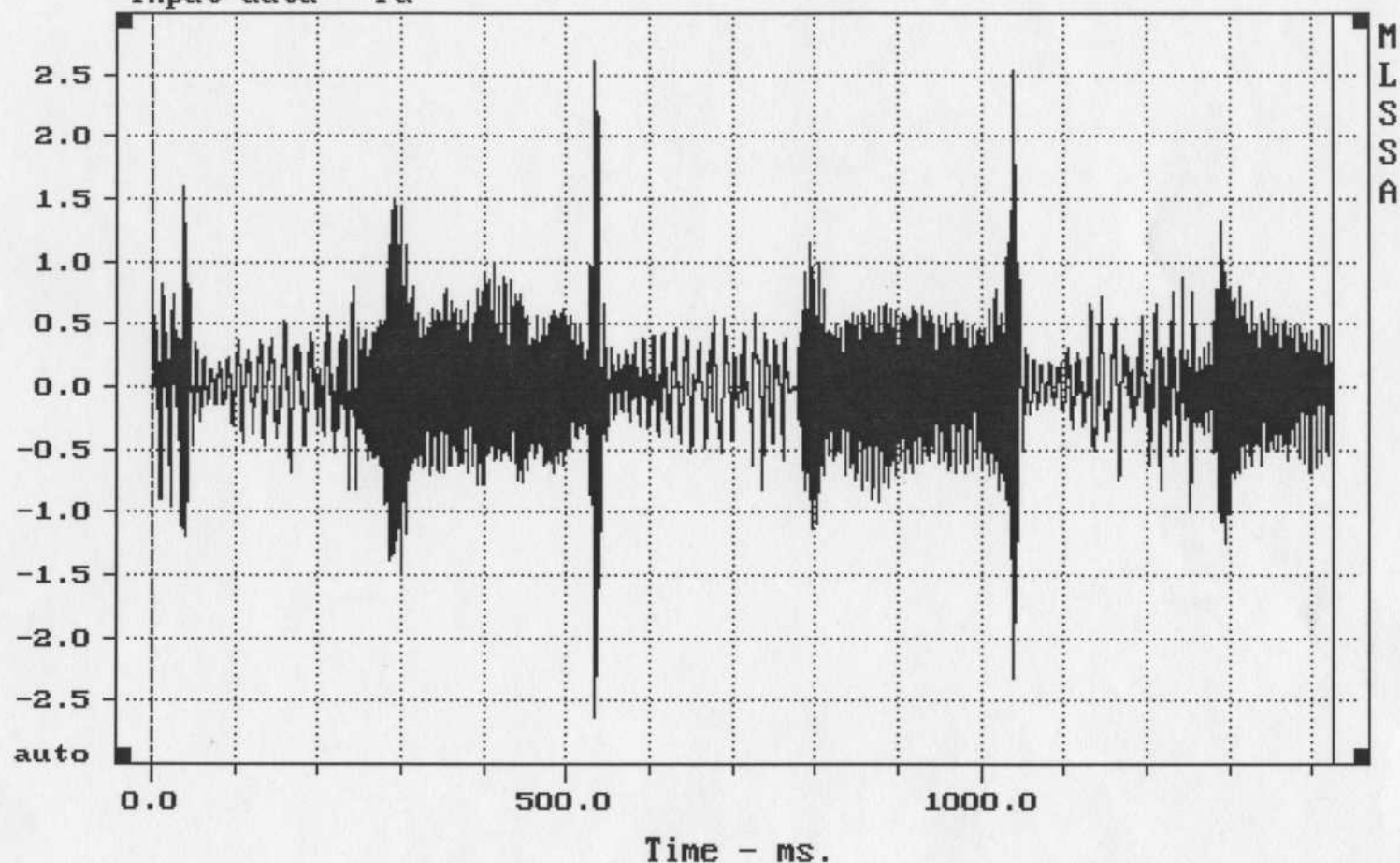
1-5-99 12:52 AM

MLSSA: Frequency Domain

Nota Tecnica n.37 – Tecniche ed apparati di limitazione a confronto – **Grafico n.6**

File: B:\ASC_OK.TIM 8-25-102 12:08 PM

Input data - Pa



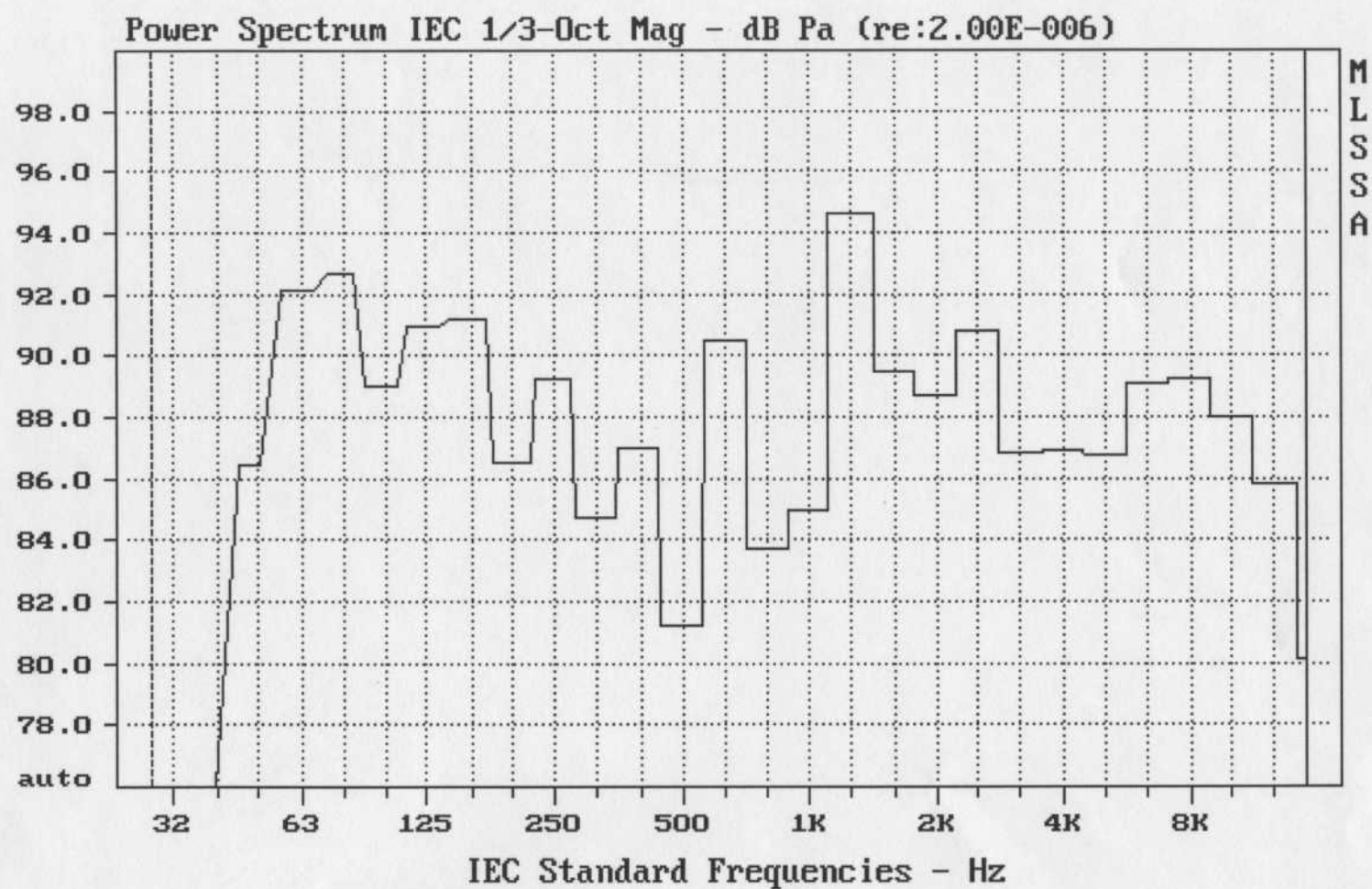
mean: 0.01191, rms: 0.2882, std: 0.2879, max: 2.606, min: -2.622

Comp.(-15 dB Thr.)+ Lim. (-10 dB Thr.)+ 6 dB gain ok

1-5-99 12:21 AM

MLSSA: Time Domain

Nota Tecnica n.37 – Tecniche ed apparati di limitazione a confronto – **Grafico n.7**



root mean square: 88.0625

Comp.(-15 dB Thr.)+ Lim.(-10 dB Thr.)+ 6 dB gain: ok

1-5-99 12:46 AM

MLSSA: Frequency Domain

Nota Tecnica n.37 – Tecniche ed apparati di limitazione a confronto – **Grafico n.8**