

Cinema e audio: vecchi problemi e nuove prospettive.

di Fabrizio Calabrese
Consulente in Elettroacustica
Consigliere Nazionale della
Audio Engineering Society

Per uno strano ed inspiegabile caso la soluzione di gran parte dei problemi acustici che affliggono le sale cinematografiche, al pari di ogni altro spazio ove si suona o si riproduce musica o parlato, è perfettamente conosciuta ed applicata nel mondo del cinema, ma in sede di ripresa video.

Proviamo infatti ad immaginare il set di un film illuminato dalla luce di una potente lampada, scoperta, di vetro chiaro.

Le ombre saranno nette, taglienti; basterà un piccolo spostamento di uno dei protagonisti perché la sua ombra balzi di metri.

La luce cambierà spesso dominante: sarà quella del colore della parete di volta in volta più vicina alla lampada... in due parole: un disastro.

Per schiarire le ombre si potranno utilizzare pannelli riflettenti, posizionati con attenzione: in acustica si fa lo stesso con pareti riflettenti ben orientate.

I pannelli riflettenti dovranno essere in tinta neutra, per non alterare i colori: in acustica il coefficiente di assorbimento delle pareti deve essere il più omogeneo possibile al variare delle frequenze, per non introdurre dominanti (colorazioni).

Qualcuno proporrà di eliminare drasticamente il problema delle ombre dipingendo di nero tutte le pareti: in acustica si fa lo stesso rendendo del tutto assorbenti pareti e controsoffitti, ma il costo dell'operazione è ben diverso da quello di una semplice tinteggiatura.

Il motivo dell'analogia è presto spiegato: nell'illuminare un set o nel sonorizzare la platea di un cinema si può operare in uno dei modi appena accennati, complicando l'impresa il più possibile e con risultati quanto mai aleatori.

Al variare -infatti- della posizione dei protagonisti o della cinepresa, il posizionamento dei pannelli riflettenti potrà essere ottimale o del tutto negativo. Evitare dominanti e colorazioni non sarà comunque impresa facile, ed una stanza tinta di nero è sgradevole esattamente come lo è una camera anecoica.

Per fortuna quasi nessuno si impegna, nel cinema, in tentativi di così dubbio esito ed inutile complicazione: da quasi un secolo esiste una soluzione semplice ed universalmente adottata, cioè l'impiego di sorgenti luminose estese e direttive. Tale è il successo di questa tecnica da essere adottata anche di giorno, cioè anche in presenza di una sorgente naturale di luce, e proprio per evitare le dominanti create dalle riflessioni.

Una tecnica dimenticata nell'audio

Fin dai primordi del cinema sonoro, i maggiori esperti di elettroacustica hanno collaborato a definire uno standard (il monofonico Academy) che ha ben resistito, e giustificatamente, nel tempo.

Le grandi trombe che hanno accompagnato la diffusione del cinema sonoro erano oggetti di proporzioni notevoli e di grande direttività di emissione. Non solo erano direttive le trombe multicellulari, dall'ampia superficie di bocca, ma anche le frequenze medio-basse e basse venivano controllate nella loro dispersione da bocche dell'ordine dei metri quadri (p.es. Altec A4) e da pannelli direzionali posti ai lati di queste.

Finché il problema è stato quello di operare in cinema mediamente riverberanti, con amplificatori di qualche decina di watt e livelli di pressione sonora medi di 75-80 dB"A", vi era ben poco da proporre in alternativa, e così è stato per decenni.

La rivoluzione nell'audio cinematografico di questi ultimi venti anni risiede assai poco nella semplice adozione della stereofonia, ma molto di più nel progressivo elevarsi del differenziale tra il livello cui è missato e riprodotto il parlato, nelle colonne sonore, ed il livello degli effetti: rumori e parti musicali.

Il grande successo di pubblico delle ultime stagioni conferma la straordinaria capacità dell'audio di far vivere emozioni intense agli spettatori, specialmente quando la qualità sia tale da far dimenticare l'artificialità del contesto.

Un ultimo paragone con il video: quando la risoluzione e la luminosità dello schermo raggiungono un livello ottimale è facile lasciarsi coinvolgere fino ad un livello impensabile in presenza di immagini sfarfallanti o granulose. Egualmente un audio di qualità elevata -oggi perfettamente raggiungibile- porta con sé una sensazione di presenza cui ormai nessuno si sente di rinunciare per tornare ad un gracitante audio monofonico.

Alcuni problemi di base.

Il progressivo elevarsi dei livelli di picco negli impianti audio per cinema ha creato non pochi problemi tecnici.

Gli altoparlanti per le basse frequenze presentano una massa mobile pressoché direttamente proporzionale alla potenza da essi sopportata: le bobine mobili sono più lunghe -per consentire maggiori escursioni- ed i diaframmi più rigidi, per contenere le distorsioni agli alti livelli di sollecitazioni meccaniche cui operano.

Superato un certo rapporto tra massa e superficie, non è più possibile impiegare correttamente questi woofers nell'antica configurazione di diffusori a tromba di elevata superficie di gola (tipo Altec A4): la risposta inizia a calare già dai 250 Hz in su, ed alle basse frequenze sotto i 60 Hz è il condotto troppo corto a far perdere di efficienza.

Ecco dunque spiegata la scomparsa delle grandi trombe in gamma bassa: con i

moderni altoparlanti la scelta è tra i diffusori a radiazione diretta (poco efficienti, comunque, e pochissimo direttivi) e quelli a tromba con piccole superfici di gola e lunghi condotti (in pratica costosissimi e perciò poco diffusi).

Nel campo delle amplificazioni è pur vero che oggi disponiamo di amplificatori da 1000 e più watt per unità, ingombranti e costosi quanto un finale a valvole da 30 watt del secondo dopoguerra: il problema è che i livelli di rendimento dei diffusori sono scesi in media di dieci volte e le richieste in termini di potenza di picco sono salite, di recente, fino ad oltre trecento volte.

Per quanto riguarda la resa delle alte frequenze, sono stati fatti progressi impressionanti nella qualità della registrazione e della trasmissione: anche i trasduttori sono più sofisticati e fedeli, ma in termini di rendimento si è potuto guadagnare molto poco, dato che si era già prossimi ai limiti fisici dei trasduttori magnetodinamici e delle tecnologie disponibili.

Ha poi pochissimo senso disporre di una risposta estesissima alle alte frequenze, se la presenza di uno schermo davanti le taglia inesorabilmente.

Le grandi trombe multicellulari di un tempo avevano difetti veniali, se rapportati al salto di qualità (verso il basso) in cui si è incorsi passando dalle trombe a direttività costante della primissima generazione -che erano ingombranti e costose- a quelle compatte ed a frontale piatto, che hanno ereditato tutti i difetti delle seconde e nessuno degli indubbi pregi.

Un problema di direttività

Gli impianti audio di ultima generazione sono dunque affetti da una carenza specifica, documentata e diffusa: sono assai poco direttivi, specie in gamma medio-bassa e media, proprio dove questa caratteristica è più richiesta.

Nelle sale cinematografiche è infatti presente un inevitabile forte assorbimento alle alte frequenze, dovuto alla presenza del pubblico e delle poltrone imbottite: dirigendo su queste aree le trombe per le alte frequenze (che possono essere facilmente direttive), l'energia emessa da queste viene in pratica dissipata senza dar luogo a riverbero o echi.

Diversamente, in gamma medio-bassa e bassa sia il pubblico che gli arredi assorbono sempre meno, e le normali pannellature fonoassorbenti a norma antincendio sono ugualmente poco efficaci.

Nulla di strano che gli impianti più recenti siano poveri di definizione nei transienti, fatto cui si va spesso a porre rimedio elevando il livello delle alte frequenze (e con esse dell'artificiosità e mancanza di traino emotivo connesse).

Nemmeno deve meravigliare il fatto che le sale più recenti siano trattate assai pesantemente e con materiali fonoassorbenti di spessore e costo elevato.

Questo produce una conseguenza ancora più negativa: in uno spazio molto assorbente si nota bene la caduta di livello acustico tra le file più vicine allo schermo

e quelle poste a metà o in fondo alla sala. Regolando il livello del parlato per le file più lontane, si ottiene un livello insopportabile e fastidioso per gli spettatori nelle posizioni più avanzate: una occorrenza comunissima.

Con un uso corretto della direttività di emissione sarebbe stato possibile puntare i diffusori verso alle ultime file, lasciando le prime protette dall'attenuazione dell'emissione fuori asse delle trombe.

Il problema delle sorgenti puntiformi

Come per il nostro esempio iniziale, il fatto che la sorgente (ora acustica) sia di ridotte dimensioni aggrava tutti i problemi di riflessioni ed interferenze.

Alle frequenze altissime basta il cono d'ombra creato dalla testa dello spettatore antistante a porre problemi, là dove l'antica tromba multicellulare -con tutte le diffrazioni dai suoi tanti bordi affilati- non avrebbe fallito così marcatamente.

In gamma media -dato che le nuove trombe perdono il controllo della emissione a frequenze relativamente alte- compaiono riflessioni dal soffitto, sinora sconosciute ed assai più deleterie di quelle provenienti dalle pareti laterali -che almeno hanno il pregio di conferire ambienta al suono-.

In gran parte delle pubblicazioni tecniche d'oltreoceano si accenna appena alla inadeguatezza dei trasduttori a radiazione diretta per la resa della gamma media nei cinema, essendo cosa prevedibile e scontata: tuttavia si vanno diffondendo, nei cinema, diffusori a più di due vie, in cui il taglio tra i coni e la tromba delle alte frequenze si è spostato dai 500 Hz di un tempo a ben 3500 Hz, esattamente all'opposto di quanto sia consigliabile.

Il problema del dimensionamento

La questione più spinosa per chi si appresta a rinnovare l'impianto del proprio cinema è senz'altro quella del dimensionamento, perché è quella che ha più direttamente rapporto con i costi.

C'è un errore di fondo nel modo in cui è affrontato il problema, ed è la scarsa chiarezza delle richieste di base, la quale crea non poca confusione.

I livelli di pressione sonora citati nelle pubblicazioni di settore sono infatti di regola livelli medi, rilevati con strumenti (i fonometri) la cui lettura è dotata di una grande inerzia, in modo di rendere leggibili dati che altrimenti varierebbero ben oltre la velocità di lettura consentita ad un occhio umano.

Il problema è che gli amplificatori distorcono nei brevissimi picchi che i fonometri inesorabilmente mediano: l'orecchio umano percepisce bene questi brevi momenti di distorsione, tanto più che essi sono accompagnati da un corrispondente aumento nella presenza di altissime frequenze, ben riprodotte dai nuovi impianti.

Nel campo musicale esiste una discreta conoscenza dei rapporti che intercorrono tra il livello medio di un brano ed il livello dei picchi in esso contenuti: per la musica più "compressa", quella da discoteca, si oscilla intorno ai 14 deciBel (25 volte); per la musica classica si possono facilmente superare i 20 dB (100 volte).

Il parlato è riprodotto a livelli medi di 75 dB"A", e già ad 80 dB"A" medi il livello si fa sgradevole: in queste condizioni i picchi raramente eccedono i 100 dB, per rilevare i quali occorre un fonometro che tenga in memoria il dato massimo rilevato, senza la pesatura "A" (che filtra le basse frequenze) e con una velocità di lettura dell'ordine dei microsecondi.

Le pellicole più recenti -analogiche- raggiungono i 90-95 dB medi, mentre quelle digitali sono specificate per 103 dB, sempre intesi come media ad elevata inerzia di lettura (1 secondo).

Ma quale livello hanno i picchi?

Un fonometro che rilevi i picchi istantaneamente e tenga il dato in memoria è l'ausilio ideale per capire se una catena di riproduzione audio sia o meno condotta in saturazione, in uno qualsiasi dei suoi elementi.

Ripetendo le letture nei momenti di maggiore "energia" capita spesso di rilevare un valore sempre identico, per quante volte si tenti ancora: questo valore va confrontato con il prodotto della potenza di picco degli amplificatori per il rendimento di picco dei diffusori. Se il valore registrato è inferiore è probabile che a saturare sia la pellicola o il preamplificatore (il processore Dolby): entrambe sono occorrenze improbabili, specie la seconda.

Nella maggior parte dei casi il valore di picco che si ripete è invece proprio il prodotto della potenza dei finali per l'efficienza dei diffusori: tipicamente -nei cinema- si rileveranno due valori di picco ripetitivi, distanti pochi dB: uno è relativo ai picchi in presenza di segnale ai subwoofers (il maggiore), l'altro senza.

Quando tra il valore medio rilevato con la lettura "lenta" e quello di picco vi è una differenza minore di 14 deciBel si può affermare, con una ragionevole confidenza, che l'impianto è sottodimensionato.

Altrettanto si può dire se uno stesso valore di picco si rileva in scene di grande azione ed in altre assai più tranquille (anche acusticamente): nelle prime era senz'altro la precoce saturazione dei finali di potenza a tosare i picchi ad un livello sicuramente inferiore a quello registrato sulla pellicola.

Dal punto di vista della pura sensazione degli ascoltatori i picchi compresi tra i 120 ed i 125 deciBel (Lineari) sono veramente emozionanti ed in qualche modo accettabili, ma solo se indistorti (non è facile...).

Tra i 115 ed i 120 dB di picco il livello di coinvolgimento emotivo è alto ancora, come pure l'accettabilità, sempre nel caso di saturazioni solo occasionali.

Picchi compresi tra 110 e 115 dB sono il sicuro sintomo di un sottodimensionamento

dell'impianto e del fatto che gli amplificatori finali lavorano spesso in regime di saturazione.

In questo caso è una buona occorrenza che l'impianto audio sia del tipo multiamplificato, con amplificatori separati per la gamma bassa e per quella alta, la quale ultima resta così -di solito- indistorta ed intelligibile (mentre la risposta calante dei woofers filtra abbastanza i prodotti della distorsione degli ampli della gamma bassa).

Impianti non multiamplificati e sottodimensionati soffrono di una frequente insorgenza di saturazioni, percepite dagli ascoltatori per lo più come squilibrio verso le alte frequenze, la cui artificiosità lede e molto al coinvolgimento emotivo.

Non si può abbassare il volume

Contrariamente a quanto è possibile ascoltando un impianto audio domestico o in un locale, nel cinema il livello di ascolto è fissato dalla resa del parlato: sotto i 75 dB"A" è necessario prestare maggiore attenzione ed occorre un pubblico abbastanza più silenzioso di quello tradizionale.

Soprattutto, ai bassi livelli d'ascolto, è necessaria una acustica eccellente per il cinema: siamo ritornati di nuovo alla necessità di impianti direttivi o di locali ben trattati.

L'adozione di impianti audio direttivi ha il pregio di recuperare in efficienza: tutta l'energia che non si invia verso il soffitto o le pareti laterali del cinema può essere convogliata sul pubblico e la differenza può raggiungere e superare i dieci deciBel, a favore del sistema direttivo.

Un locale troppo trattato è spesso vittima di un eccessivo livello alle prime file, se si vuole il parlato intelligibile alle ultime: come si vede la via passiva (i pannelli riflettenti ed assorbenti) è assai più difficile e meno gratificante da percorrere...

Un caso concreto

Se tutto quanto finora esposto ha un fondamento, non deve essere difficile riscontrare gran parte delle osservazioni in un caso pratico.

La disponibilità di strumenti di misura avanzatissimi permette anche di documentare graficamente e diagnosticare con precisione quello che anche all'ascolto è comunque ben evidente.

In particolare gli analizzatori di Time Delay Spectrometry ed i sistemi MLS hanno permesso di mettere in luce con precisione molti aspetti delle prestazioni acustiche di spazi e sistemi di diffusori sinora lasciate alla intuizione dei maggiori esperti ed alla sensibilità degli ascoltatori più attenti.

Rilevando -con questi strumenti- l'andamento della Energia Acustica rispetto al Tempo, ovvero il succedersi degli arrivi di energia e delle riflessioni per diverse posizioni di ascolto è in effetti possibile capire bene l'impronta acustica del locale.

E' anche possibile individuare bene il rapporto tra le prestazioni all'ascolto e la direttività dei diffusori, confermando finalmente quanto da sempre era prevedibile e quanto semplice sia la soluzione pratica ad un numero di problematiche acustiche cui sinora si è tentato di porre rimedio sempre nel modo più dispendioso ed inaffidabile nei risultati.

Con un analizzatore di Time Delay Spectrometry ed MLS come il Techron TEF-20 è stata eseguita una completa serie di rilevamenti acustici in un cinema-tipo, lungo 26 metri, largo 11 mt. e di altezza media tra gli 8,5 ed i 9 metri (2490 metri cubi).

Questo cinema ha subito una recente ristrutturazione, con un nuovo impianto audio e nuovi arredi (poltroncine), che hanno accresciuto un coefficiente di assorbimento medio già ottimale.

Il gestore è soddisfatto dei risultati conseguiti e la configurazione di impianto audio è tra quelle che si vanno maggiormente diffondendo nella presente stagione.

In occasione di una recente proiezione sono stati rilevati livelli medi di 87 dB"A" Leq (Il Mondo Perduto), con picchi lineari di 110-114 dB (senza e con il sub): il sistema è analogico, con tre diffusori a tre vie (bassi e medi a radiazione diretta), in monoamplificazione, ed un sub a tromba corta.

Il surround è composto di diffusori piccoli, ma in numero notevole e di ottima qualità.

Il Tempo di Riverbero (a sala vuota) oscilla intorno al mezzo secondo per frequenze superiori a 300-500 Hz, ma si impenna in gamma bassa, passando ad 1,5 secondi tra 60 e 125 Hz ed ancor più a frequenze inferiori.

Il parlato è sempre intelligibile, nonostante qualche difficoltà sia nei settori posteriori che in galleria, dove è lamentata una mancanza di basse frequenze.

I grafici

I primi tre grafici sono relativi al succedersi delle riflessioni per posizioni di misura (e di ascolto) asimmetriche e poste, rispettivamente, nei settori anteriore, centrale e posteriore: le frequenze di misura sono poste attorno ai 2000 Hz, la banda più critica per la resa delle consonanti.

Il diffusore operante è di regola quello centrale, ma gli stessi rilievi effettuati sui diffusori laterali hanno condotto ad eguali osservazioni, con in più la complicazione di dover compensare le distanze asimmetriche e dunque con una maggiore difficoltà ad evidenziare i percorsi delle riflessioni.

Il **grafico n.1** mostra gli arrivi di energia acustica ad un ascoltatore posto nel settore anteriore (8 mt. dallo schermo): il livello di prova è di 2 watt ed il primo arrivo è posto a 75 dB (con i 600 Watt di picco su 8 ohm possiamo attenderci appena 100 dB indistorti).

A questa breve distanza il contributo del campo riverberato è prevedibilmente minimo, anche in termini energetici.

Il succedersi delle riflessioni è regolare, tranne per la presenza di un netto eco a 107

millisecondi dopo il primo arrivo (dunque con un percorso aggiuntivo di 37 metri): il livello (-17 dB) è tuttavia contenuto, ai limiti dell'avvertibilità e senza grandi implicazioni negative sulla definizione del parlato.

Ben diversa la situazione nei settori centrali del pubblico: il **grafico n.2** mostra il succedersi degli arrivi alla destra della metà sala (14 mt. dallo schermo), sempre per l'ottava intorno ai 2000 Hz.

Il primo arrivo di energia -dai diffusori- è a circa 67 dB, seguito da una riflessione di ben 70 dB a 15 ms. di distanza temporale: essa è evidentemente causata dalla riflessione dal soffitto, cui perviene -evidentemente- l'energia piena del diffusore (anzi, forse più di quanto pervenga alla platea, dato che un soffitto piano difficilmente può concentrare energia).

La successiva riflessione, ritardata di 70 millisecc. (24 metri) è però ben più evidente e nociva all'ascolto, in quanto non mascherata dai precedenti arrivi, e di intensità (-7 dB) ben superiore alla soglia di avvertibilità per quei ritardi.

La parete responsabile di questa riflessione è -evidentemente- il fondo della sala, il cui trattamento assorbente sembra totalmente inefficace.

Il **grafico n.3** mostra il succedersi di arrivi di energia in gamma media (2 KHz) ad un ascoltatore posto a destra e nel settore posteriore (22 metri dallo schermo).

Il primo arrivo di energia -diretto dal diffusore- è ad appena 61 dB (con 2 watt), seguito da diverse riflessioni di pari livello e da una, più forte -di ben 66 dB- ritardata di 32 millisecondi: al limite cui si verifica una sensazione di eco distinto.

Più evidente senz'altro -all'ascolto- la successiva eco, ritardata di 95 millisecc. (32,7 mt.), ma appena 3,7 dB inferiore: il percorso che essa segue è -sorprendentemente- un susseguirsi di riflessioni simmetrico tra soffitto e pareti laterali.

Sia nelle posizioni centrali che in quelle posteriori, le prime riflessioni risultano indispensabili a compensare la perdita di livello di pressione acustica: l'intelligibilità del parlato ne soffrirà minimamente. Il problema è la riflessione successiva, per evitare la quale sarebbe necessario un trattamento efficacemente fonoassorbente della parete di fondo del cinema, che comprometterebbe tuttavia l'equilibrio energetico tra i vari settori della sala, come appena accennato.

I due grafici successivi mostrano una situazione assai più complessa, relativa alla gamma delle basse frequenze, rilevata inviando due watt di potenza al subwoofer a corta tromba.

Il **grafico n.4** è rilevato per una posizione dello spettatore nel settore centrale, verso destra: la gamma delle frequenze di misura va dai 20 ai 300 Hz, ma la particolare curva di risposta di questo subwoofer privilegia la banda di frequenze tra gli 80 ed i 90 Hz.

Il decadimento si instaura piuttosto tardi, dopo una lunga serie di arrivi di energia tutti sui 70 dB, con percorsi tra i 64 millisecc. del primo arrivo ed i circa 40 mt. di percorso aggiuntivo (riflessione dalla parete posteriore) del più consistente: questo (posto a -2 dB) sarebbe certamente udibile, se non fosse mascherato dai numerosi arrivi precedenti.

Il Tempo di Riverbero -rilevato nell'intervallo di tempo appena successivo- è attorno ad un secondo, con un andamento piuttosto regolare.

Il **grafico n.5** mostra invece quanto perviene, alle basse frequenze (come sopra), ma ad uno spettatore posto a destra e nel settore posteriore: gli arrivi di energia sono ancora più numerosi e fitti, tutti di livello eguale e sui 67 dB (con 2 watt).

Il Tempo di Riverbero sembra aumentato (sic !) ad 1,5 secondi, con un andamento fortemente irregolare e per nulla foriero di buone aspettative.

La particolarità maggiore di questo ambiente, anche in rapporto al tipo di diffusori, è che si rileva una differenza di livello di diversi deciBel proprio alle basse frequenze, dove sarebbe meno attesa. La struttura del succedersi degli arrivi di energia è simile a centro sala e dietro, come l'addizionarsi delle energie.

Il fenomeno è particolarmente difficile da trattare: ancora una volta, rendendo assorbente la parete di fondo si va a perdere molta energia. Peraltro rendere assorbente una parete a frequenze al di sotto dei 100 Hz è una impresa tutt'altro che semplice ed economica.

Il problema delle basse frequenze

Il **grafico n.6** conferma definitivamente l'esistenza di un calo ben avvertibile nella resa delle basse frequenze per il pubblico situato nei settori centrale e posteriore di un cinema assolutamente tipico per dimensioni e tipo di trattamento.

Nel grafico sono sovrapposte le risposte in frequenza ottenute per FFT dalla risposta impulsiva, per posizioni alla destra e nei settori anteriore, centrale e posteriore (8/14/22 metri dallo schermo): il segmento di risposta impulsiva sottoposto ad FFT è lungo ben 500 millisecondi, e dunque include emissione diretta e tutte le riflessioni (come una misura di risposta presa con rumore rosa ed un analizzatore a terzi di ottava).

E' evidente che in gamma media ed alta le differenze di livello sono contenute: non così alle basse tra gli 80 ed i 300 Hz, dove la differenza tra il settore anteriore e quelli centrale e posteriore è spesso di 7-8 deciBel.

In aggiunta, nel grafico n.6 si nota la mancanza delle altissime frequenze, con un taglio -precocissimo- ad appena 5000 Hz., la cui compensazione tramite equalizzazione sacrifica qualcosa come 20 dB di dinamica, senz'altro ledendo alla affidabilità dei trasduttori delle alte frequenze.

Il **grafico n.7** mostra la sovrapposizione delle risposte in frequenza rilevate in platea, al centro, ed in galleria, sempre con il diffusore centrale e tramite una FFT dei primi 500 millisecc. della risposta impulsiva complessa: ancora una volta è la gamma bassa a subire una vistosa attenuazione, qui ben percepita anche dal pubblico.

Subwoofer e surround

Il grafico precedente era rilevato inviando il segnale al diffusore centrale: il

successivo **grafico n.8** mostra invece la risposta in frequenza del subwoofer per due posizioni di misura, in platea -al centro- ed in galleria.

Nuovamente è presente una differenza di livello in gamma bassa assai maggiore di quella rilevata in gamma media ed alta, a conferma della esistenza di una serie di interazioni negative tra le riflessioni.

Date le proporzioni del locale ed il tipo di trattamento acustico, entrambi del tutto nella media, è facile pronosticare questo stesso tipo di problema in un numero di altri locali.

Il **grafico n.9** mostra la sovrapposizione delle curve di risposta rilevate in varie posizioni in platea, con il solo subwoofer pilotato ed una FFT sui primi 500 millisecc. della risposta impulsiva.

Si nota con evidenza estrema che la risposta non è lineare in alcuna posizione, segno che l'andamento della stessa è causato dal progetto del diffusore, volutamente contenuto nelle dimensioni e nella lunghezza del condotto in modo di far esprimere la massima efficienza al trasduttore su una ristretta banda, sacrificando le vere basse frequenze.

Come scelta progettuale, questa è senz'altro coraggiosa: in pratica si tratta di un subwoofer che non estende minimamente la risposta dei diffusori principali alle basse frequenze, ma li coadiuva in termini energetici, grazie ad una notevole efficienza, ma solo su una ristretta banda di frequenze.

Arditamente, la casa costruttrice di questo subwoofer ne pubblica la vera risposta in un grafico di 2 cmq., ma vanta una risposta da 39 Hz a 150 Hz entro +/- 3 dB poche righe sopra: una evidente contraddizione.

Il **grafico n.10** riporta la sovrapposizione di numerose risposte in frequenza rilevate pilotando una parte (sinistra) dei diffusori per il "surround": va notato il buon livello di rendimento, la risposta estesa alle altissime frequenze (ben più del sistema principale) ed il calo assai graduale alle basse frequenze, che permette un certo grado di equalizzazione.

Sulla serietà delle specifiche

Già esaminando le specifiche pubblicate dal costruttore del subwoofer sono apparse incongruenze di un certo rilievo, ma di segno ancora innocuo.

Diversamente, andando ad esaminare le specifiche dei diffusori principali, troviamo un dato di efficienza -pubblicato dal costruttore- pari a 99 deciBel per un watt ad un metro.

Le misurazioni in Time Delay Spectrometry sono basate sull'impiego di un segnale analitico assai semplice, in pratica uno sweep di frequenze sinusoidali, la cui ampiezza è ben nota e facilmente misurabile.

Dalle misure di ETC (Energia Acustica rispetto al Tempo) si ricava poi facilmente la distanza dal diffusore al microfono di misura: questa può essere utilizzata per sottrarre la naturale perdita di livello di pressione sonora in funzione del quadrato della distanza e riferire il valore ad una distanza teorica di un metro.

Eseguendo questo calcolo per tutte le misurazioni, effettuate su due diffusori ed a varie distanze, per frequenze comprese tra 100 e 5000 Hz, si ottiene un valore medio di circa 94 dB per un watt ad un metro, con uno scarto minimo tra misura e misura.

La differenza di circa cinque deciBel con il valore pubblicato induce a dubitare tra l'ipotesi di un macroscopico errore di misura ed una -più probabile- di un ritocco del dato da parte del settore marketing della stessa azienda, ben conscio delle forti implicazioni commerciali di questo particolare dato.

E' del tutto probabile che altre aziende perseguano simili pratiche, creando serie difficoltà ai professionisti più preparati ma privi di avanzata e personale strumentazione di misura.

Conclusione

Sono stati esaminati in dettaglio un numero di problemi connessi con il rinnovamento degli impianti audio delle sale cinematografiche.

Un numero di rilevamenti acustici, effettuati con un analizzatore di Time Delay Spectrometry ed MLS tipo Techron TEF-20 in una sala del tutto tipica per proporzioni, arredo ed impianto audio (dei più moderni), hanno confermato a pieno la pregnanza delle obiezioni prima effettuate.

In particolare è stata osservata una forte dipendenza delle prestazioni di diffusori non direttivi dall'acustica naturale dello spazio, con sensibili variazioni nella resa in corrispondenza dei differenti settori di pubblico.

E' emersa evidente l'impossibilità di correggere i difetti più macroscopici aumentando il coefficiente di assorbimento di alcune pareti (quella di fondo in particolare): in quel caso si perderebbe una quota di energia che è indispensabile a bilanciare il livello acustico tra i settori di pubblico più vicini e quelli più lontani dallo schermo.

In ogni modo, alle basse frequenze, è presente una marcata perdita di livello nei settori centrale e posteriore, cioè in pratica per la maggior parte dell'ambiente. Questo nonostante il tempo di riverbero sia -in gamma bassa- dalle due alle tre volte superiore a quello rilevato in gamma media ed alta.

La soluzione a questo tipo di problematiche acustiche risiede nell'impiego di sistemi di diffusori veramente direttivi e di maggiore rendimento: l'argomento verrà meglio affrontato in seguito.

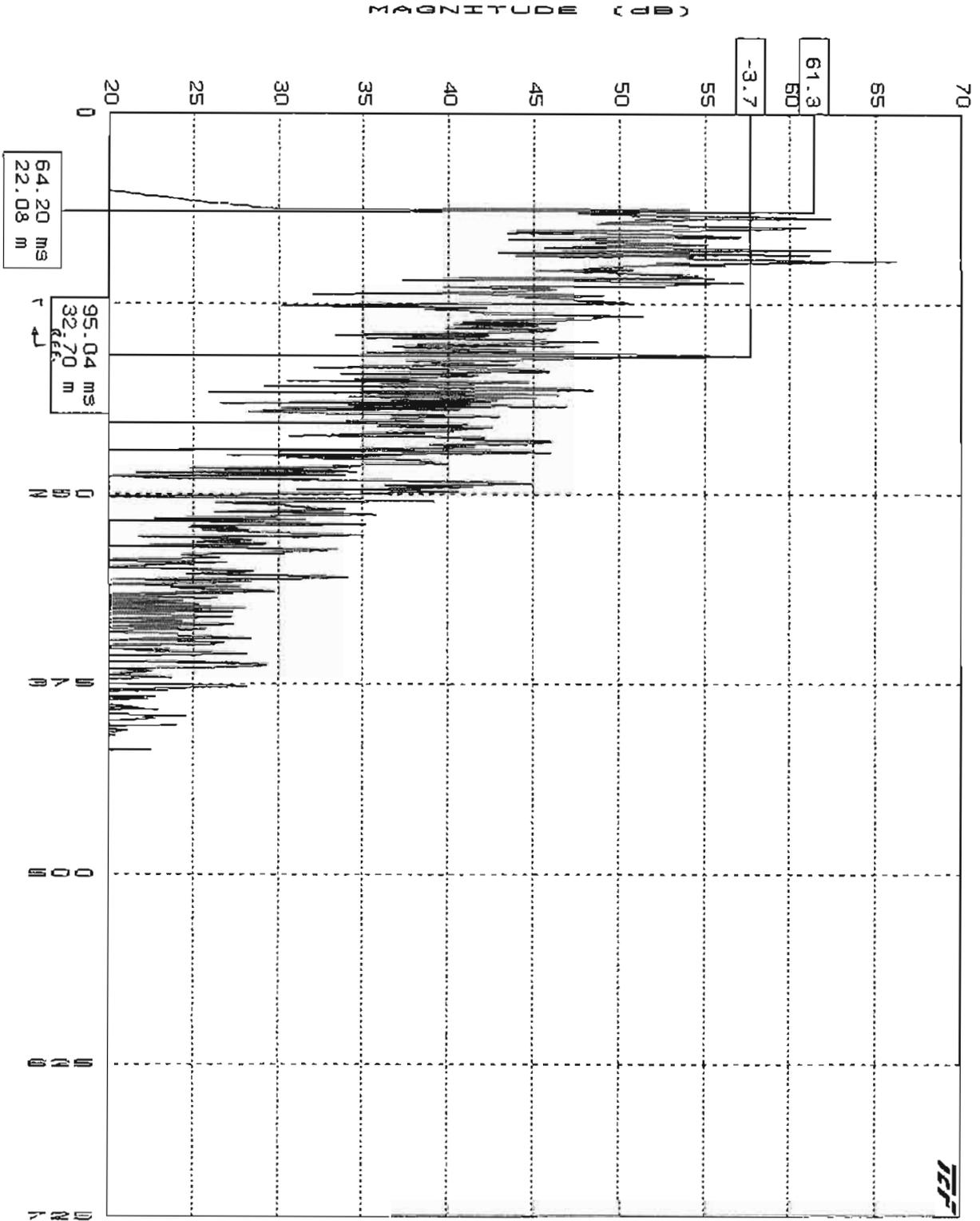
Roma 19 marzo 1998

Fabrizio Calabrese

via R. Grazioli Lante 70
00195 ROMA
Tel.:06-3201424
FAX: 06-3207857

FILE: ROYAL082.ETC

TIME (milliseconds)



Sala Cinematografica tipica
Grafico n.3: settore posteriore

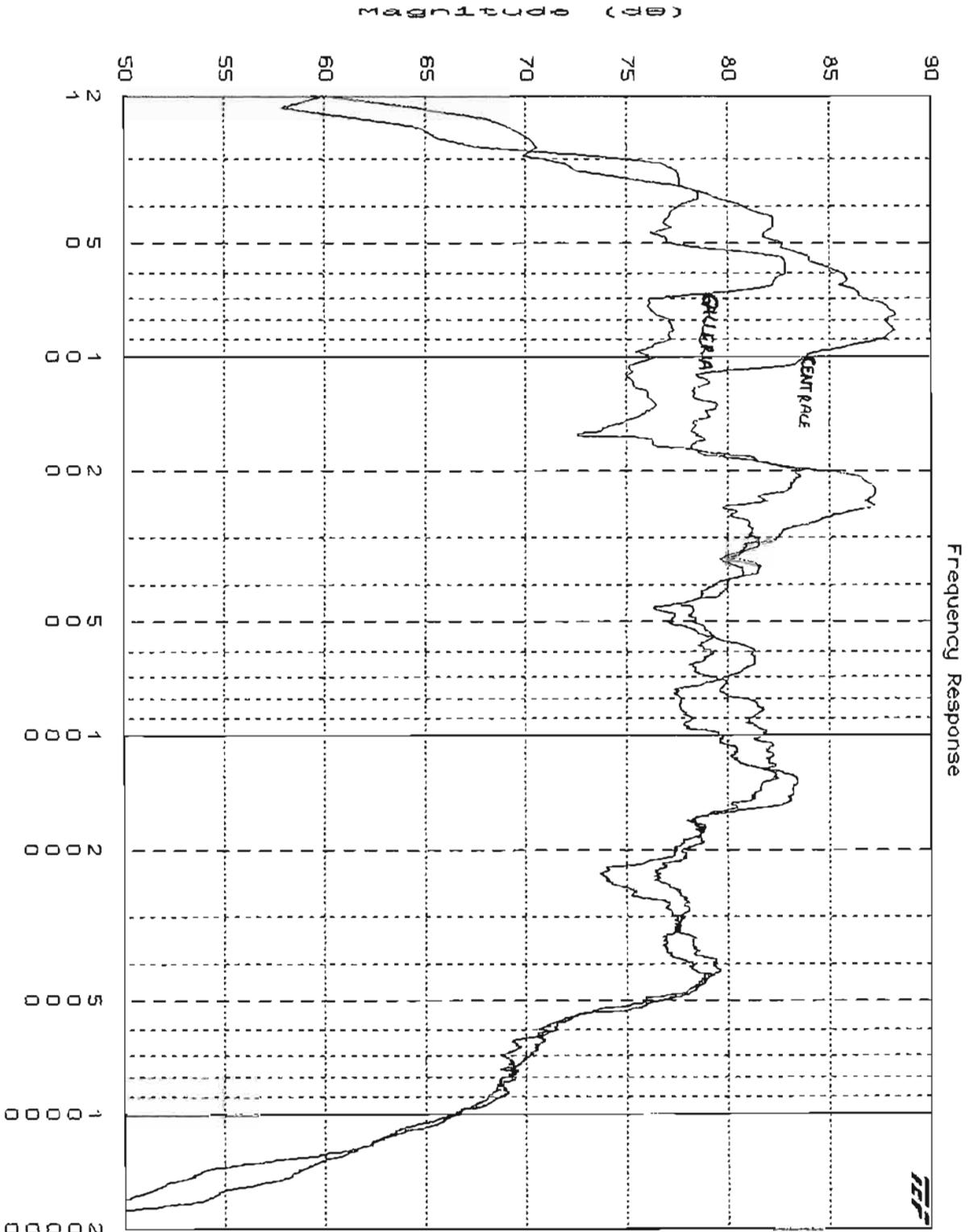
Mode: OVR

File: ROYAL092.MLS

Frequency (Hz)

Octave Smoothing =

33.3%



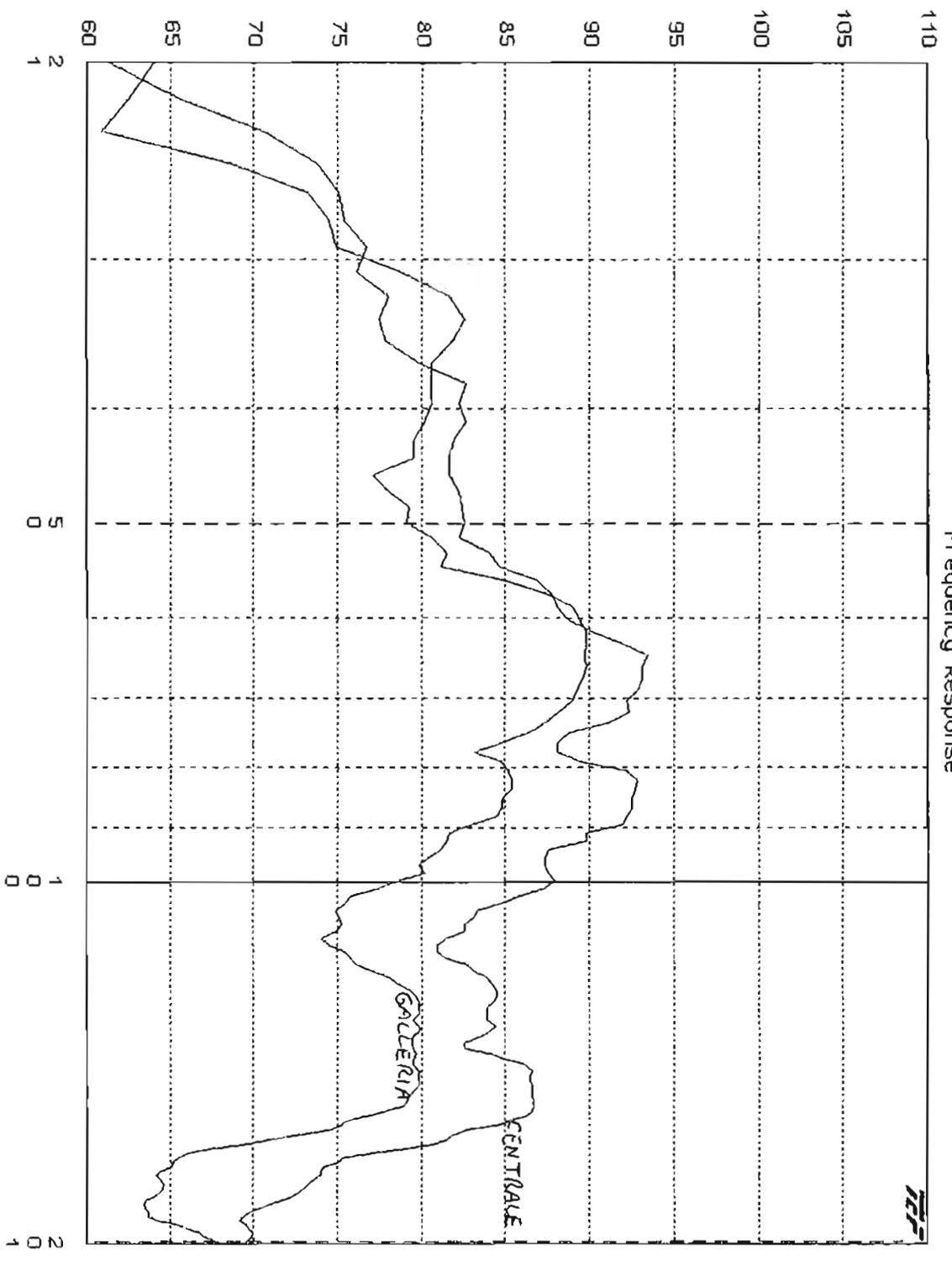
Sala Cinematografica tipica
Grafico n.7: platea e galleria

Mode: OVR

File: ROYAL023.MLS

Frequency (HZ)

Frequency Response



100

Sala Cinematografica tipica
Grafico n.8: sub,platea/galleria

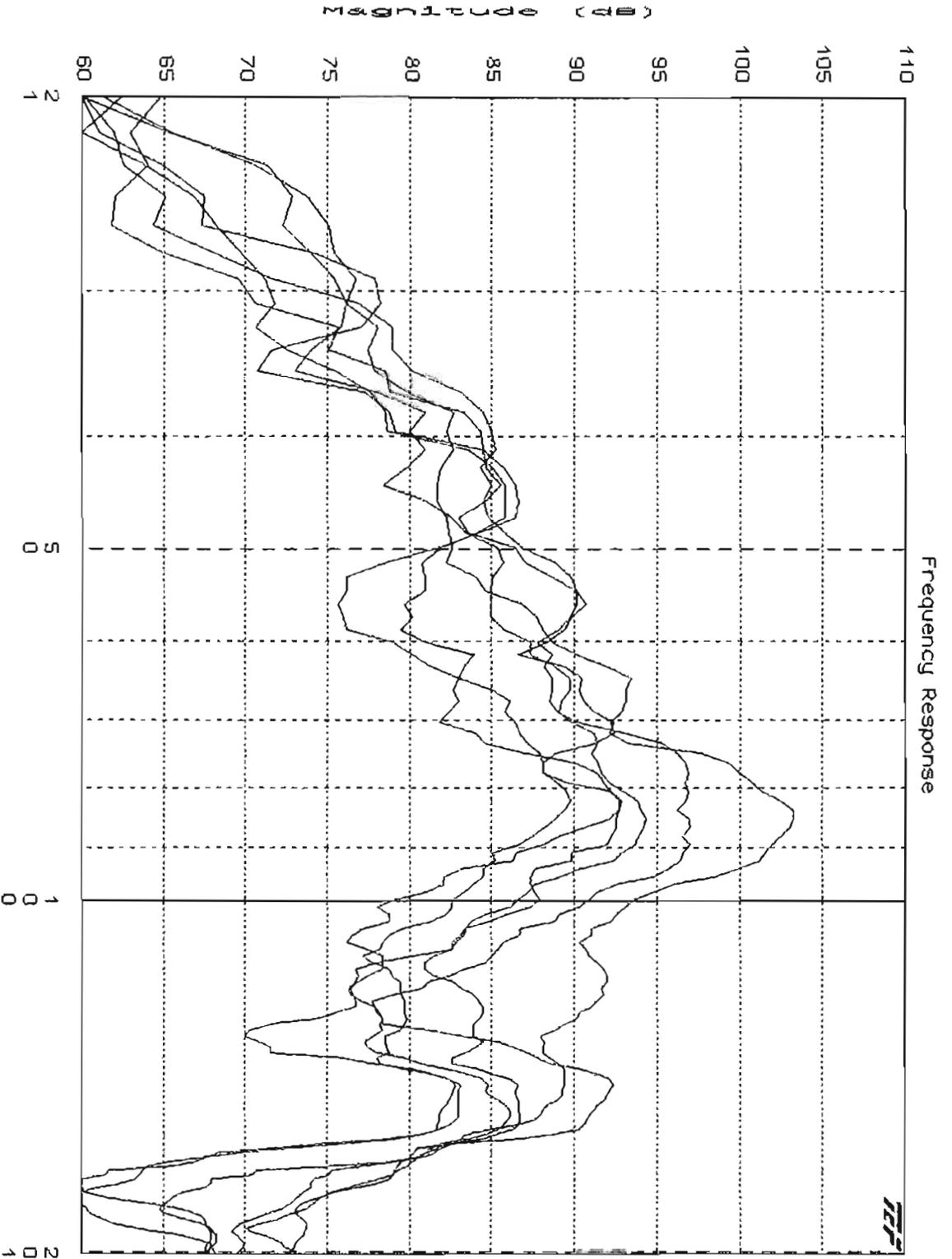
Octave Smoothing = 16.6%

Mode: OVR

File: ROYAL021.MLS

Frequency (Hz)

Octave Smoothing = 16.6%



Sala Cinematografica tipica
Grafico n.9: sub, varie in platea

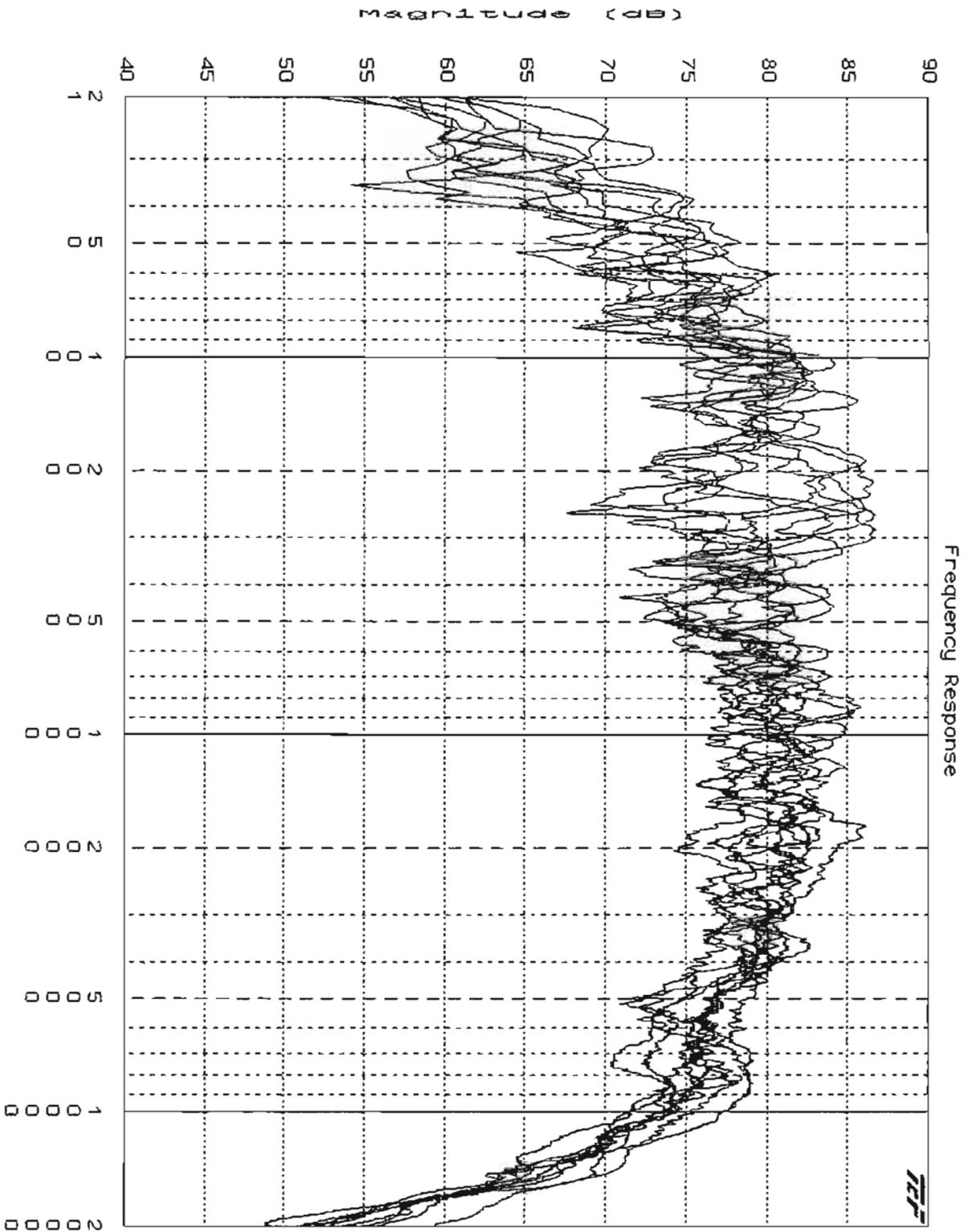
Mode: OVR

File: ROYAL107.MLS

Frequency (Hz)

Octave Smoothing =

15.6%



Sala Cinematografica tipica
Grafino n.10: surround, in platea