



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

DICo

Laboratorio
DSPRTS



e-Conference & Webinar



DSP *Application Day*

2009

Milan - September 21, 2009

Progetto e realizzazione di un sistema DSP software per la correzione degli artefatti nella riproduzione audio digitale

Simone Bianchi *, Tommaso Giunti **, Massimo Magrini **

* TangerineTech, **ISTI-CNR

simone@simonebianchi.net



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

DICo

Laboratorio
DSPRTS



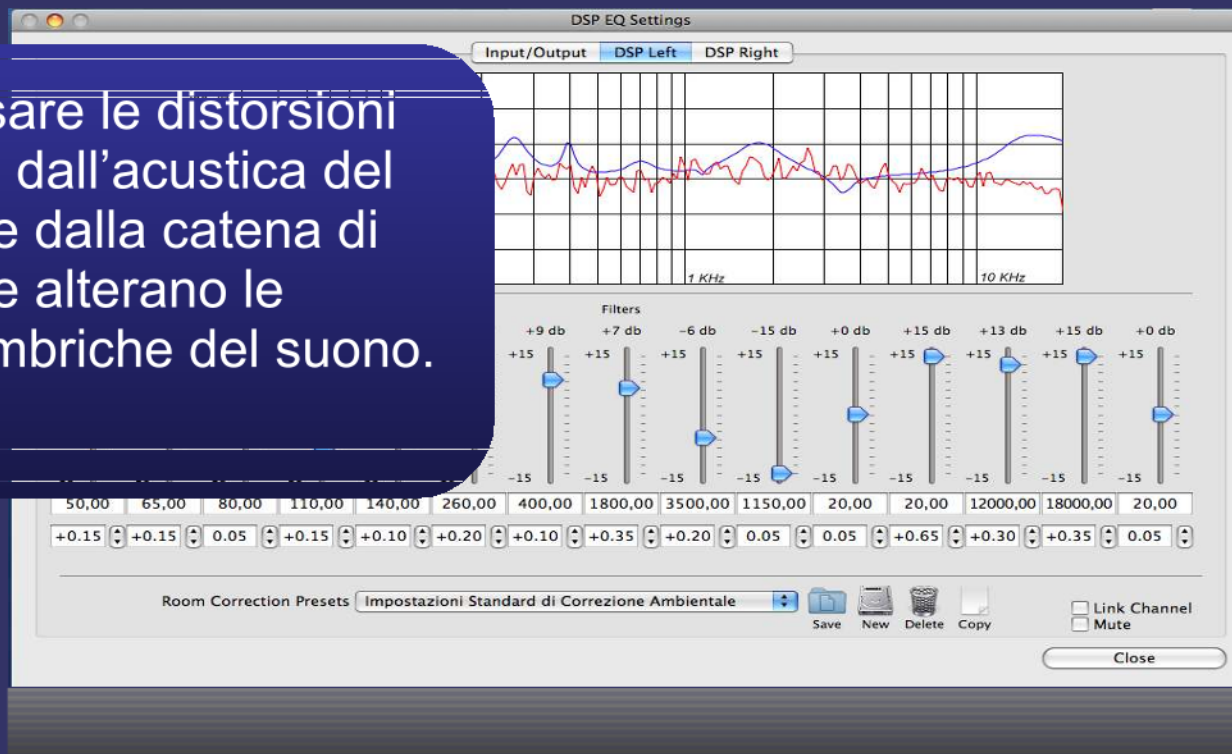
DSP Application Day

2009

Milan - September 21, 2009

Sviluppo di un DSP Software per la piattaforma Apple Macintosh

Scopo: compensare le distorsioni lineari provocate dall'acustica del locale d'ascolto e dalla catena di riproduzione, che alterano le caratteristiche timbriche del suono.



e-Conference & Webinar



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

DICo

Laboratorio
DSPRTS



e-Conference & Webinar

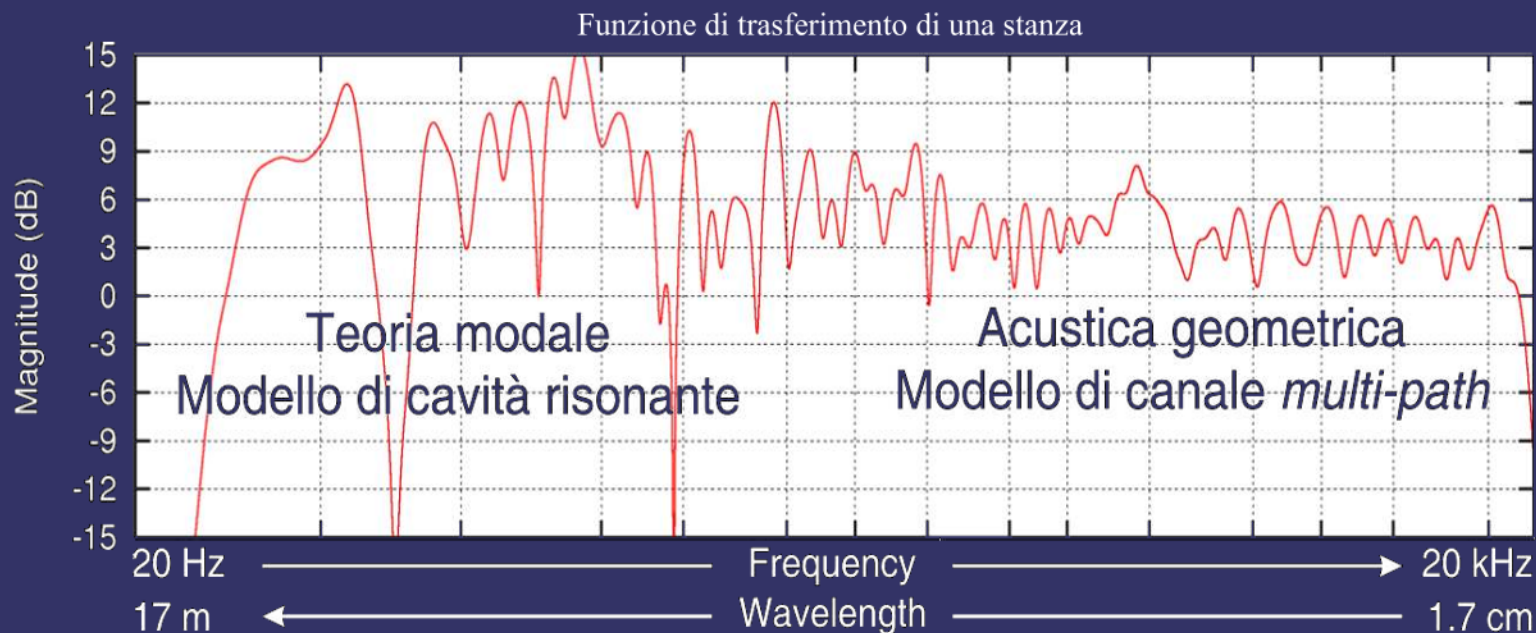


DSP Application Day

2009

Milan - September 21, 2009

Il locale d'ascolto introduce una propria connotazione timbrica al suono (colorazione)





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

DICo

Laboratorio
DSPRTS



e-Conference & Webinar



DSP Application Day

2009

Milan - September 21, 2009

Approccio 'teorico' alla correzione ambientale

● DRC – Digital Room Correction tramite FIR

Misura $H(f)$ mediante FFT della risposta ad un suono impulsivo

- Pre – elaborazione del suono con un opportuno filtro FIR

Problemi:

- × Il suono impulsivo rischia di superare la soglia di saturazione di amplificatore e altoparlanti
- × Si correggono delle distorsioni che tuttavia non sono presenti a regime d'ascolto
- × Accuratezza correzione → Maggiore numero *taps* del FIR → Latenza input/output





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

DICo

Laboratorio
DSPRTS



DSP Application Day

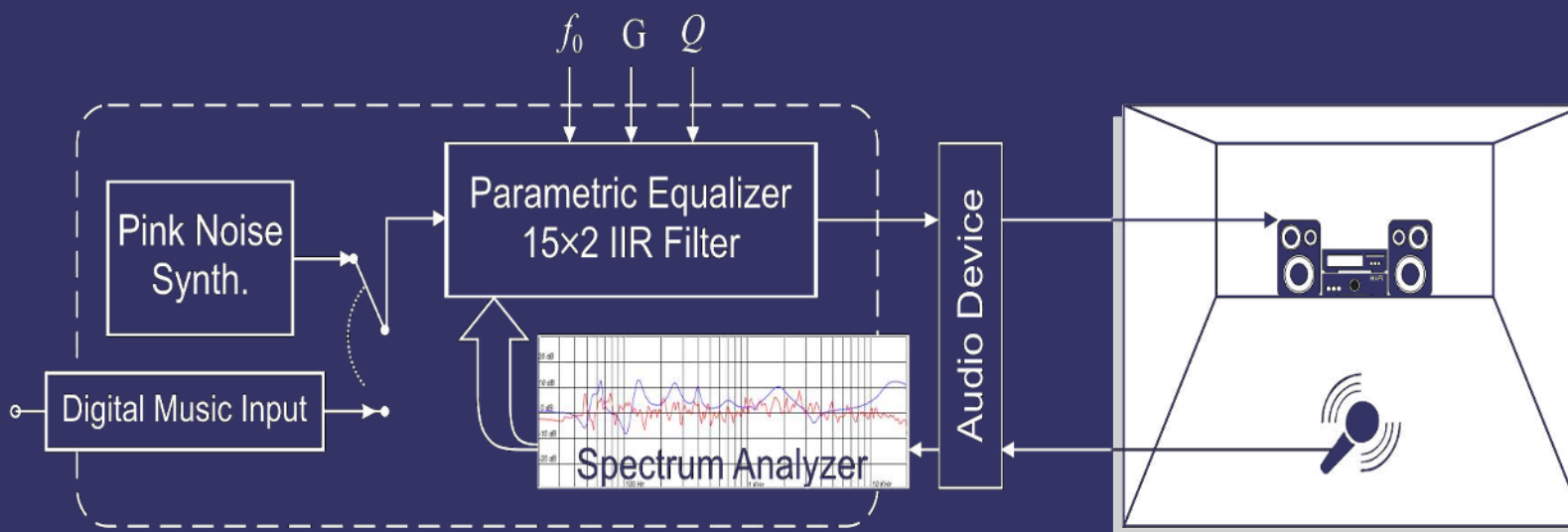
2009

Milan - September 21, 2009



e-Conference & Webinar

Sistema DSP per rilevamento e correzione ambientale
basato su IIR parametrici



Completamente autonomo, permette di svolgere tutte le fasi del setup





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

DICo

Laboratorio
DSPRTS



e-Conference & Webinar



DSP Application Day

2009

Milan - September 21, 2009

Sistema DSP per rilevamento e correzione ambientale Basato su IIR parametrici

- ✓ Il controllo dei filtri parametrici è facilitato da un analizzatore di spettro che dà un *feedback* sulla correzione della funzione di trasferimento del sistema.
- ✓ Il rumore rosa ha banda larga ma mantiene un'ampiezza costante senza il rischio di saturazione.
- ✓ Sistema scalabile: correzione più accurata all'aumentare del numero dei filtri → Maggiore onere computazionale ma bassa latenza *input / output*.





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

DICo

Laboratorio
DSP/TS



DSP Application Day

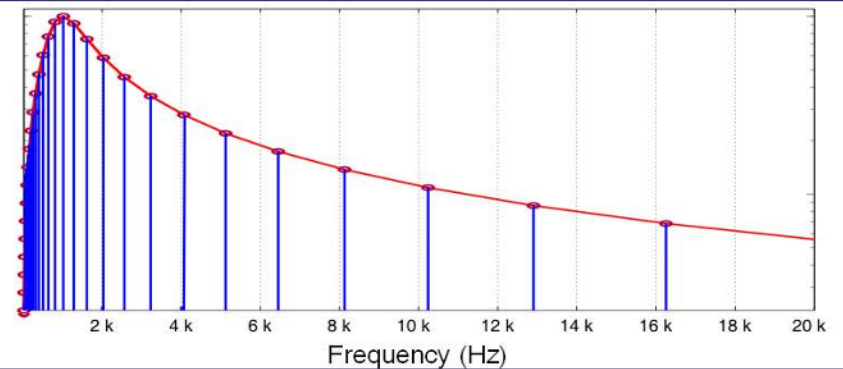
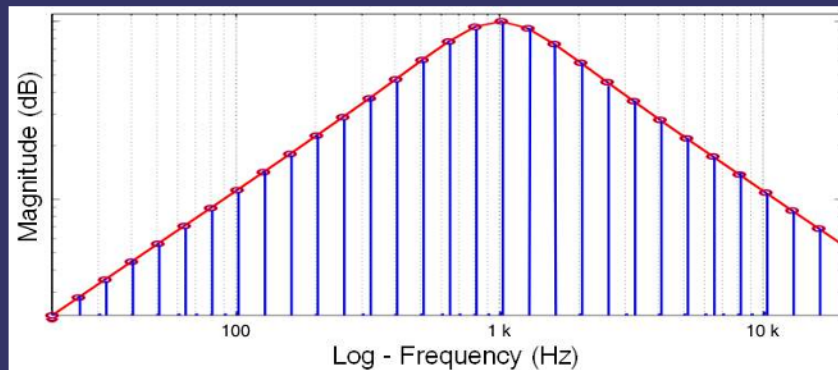
2009

Milan - September 21, 2009



e-Conference & Webinar

Analisi in frequenza



*Rappresentazione nel dominio logaritmico
e lineare della frequenza*



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

DICo

Laboratorio
DSPRTS



DSP Application Day

2009

Milan - September 21, 2009



e-Conference & Webinar

Innovazione: analisi Constant Q
FFT: poca informazione a bassa frequenza

	FFT	Constant Q
Frequenze	$k \cdot \Delta f$ lineari in k	$(2^{1/24})^k \cdot f_{min}$ esponenziali in k
# Campioni	costante = N	variabile = $N_k = \frac{f_{SR}}{f_k} \cdot Q$
Risoluzione Δf	costante = f_{SR} / N	variabile = f_k / Q
$f_k / \Delta f$	variabile = k	costante = Q

L'analisi Constant Q permette di risolvere questo problema





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

DICo

Laboratorio
DSPRTS



DSP Application Day

2009

Milan - September 21, 2009

Innovazione: analisi Constant Q

Espressione teorica

$$X_k = \frac{1}{N_k} \sum_{n=0}^{N_k-1} w_k(n) \cdot x(n) e^{-j \frac{2\pi Q n}{N_k}}$$

Implementazione efficiente

$$X_k = \sum_{m=0}^{N-1} X_m \cdot W_{m-\hat{k}}$$

Si sono cercati metodi per ridurre l'onere computazionale
durante l'analisi spettrale

e-Conference & Webinar



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

DICo

Laboratorio
DSPRTS



e-Conference & Webinar

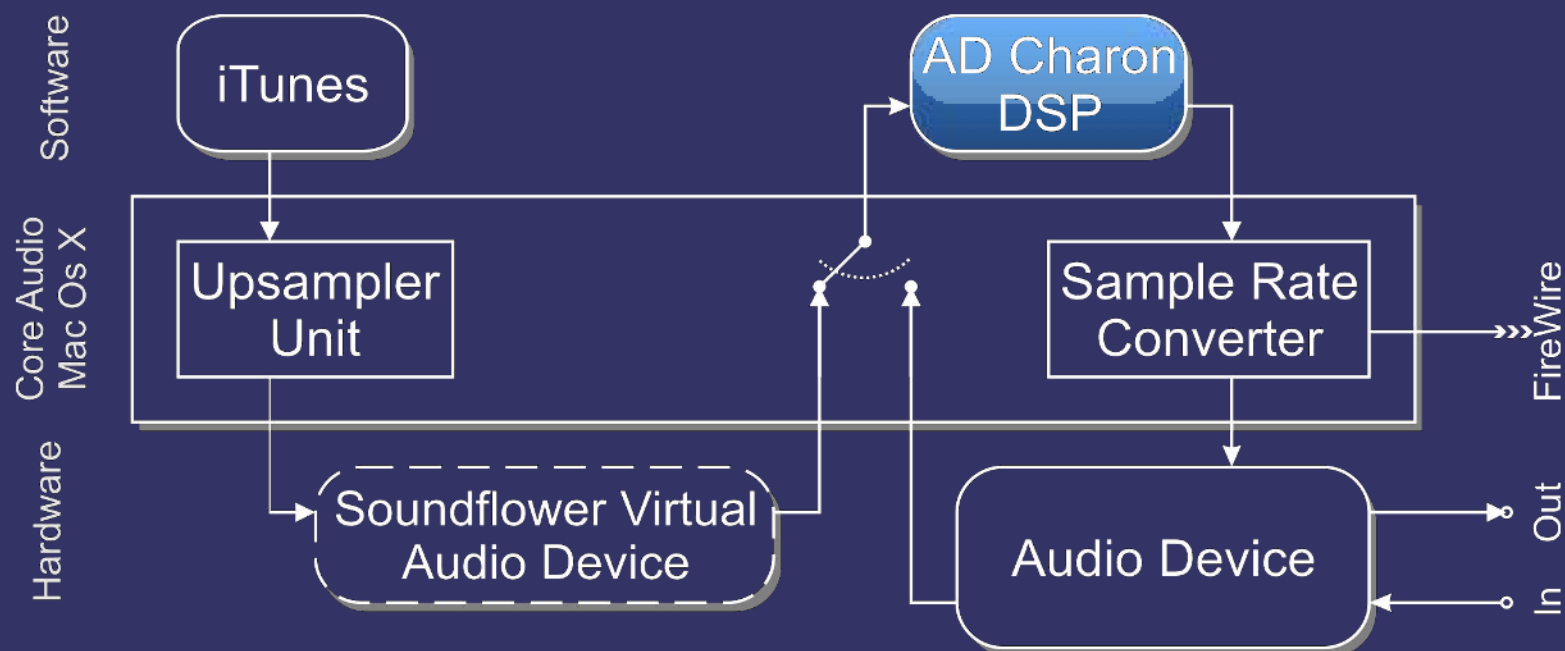


DSP Application Day

2009

Milan - September 21, 2009

Sviluppo software per Mac Os X





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

DICo

Laboratorio
DSPRTS



e-Conference & Webinar



DSP Application Day

2009

Milan - September 21, 2009

Sviluppo software per Mac Os X

- Affidabilità offerta dal sottosistema operativo COREAUDIO: un “motore audio” dedicato all’elaborazione *real-time*.
- Riproduzione del suono separata dalla sua gestione. Permette l’elaborazione con una risoluzione digitale (fino a 32 bit/192 kHz) indipendente dalle reali capacità hardware.
- Librerie impiegate: Carbon *framework*, PortAudio A.P.I.
- Ambiente di sviluppo: Xcode, Interface Builder.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

DICo

Laboratorio
DSPRTS



DSP Application Day

2009

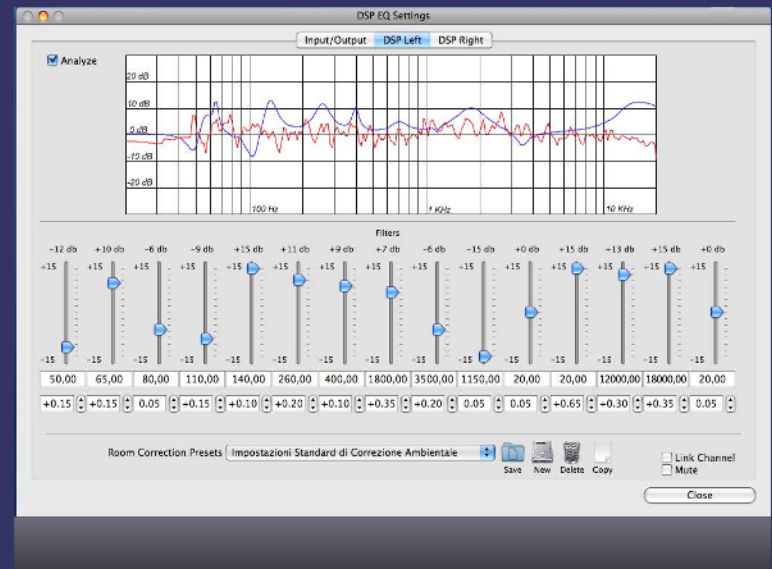
Milan - September 21, 2009



e-Conference & Webinar

Interfaccia Utente

- Main Window
 - Preset
- Settings Window
 - Memorizzazione Preset
- DSP Window
 - Analizzatore di spettro
 - Equalizzatore parametrico





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

DICo

Laboratorio
DSPRTS



e-Conference & Webinar



DSP Application Day

2009

Milan - September 21, 2009

Conclusioni

Il computer come strumento multimediale:

Vantaggi:

- Fruibilità, trasmissione in rete
- Archiviazione, gestione discografie

Svantaggi *percepiti (largamente NON reali)*:

- Associato all'ambiente 'consumer' (MP3, sistemi audio economici, ecc.)
- Maggiore complessità per l'utente finale





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

DICo

Laboratorio
DSPRTS



DSP Application Day

2009

Milan - September 21, 2009



e-Conference & Webinar

Conclusioni

Sviluppo di un software per migliorare la riproduzione audio:

- Permette di linearizzare i diffusori e il locale d'ascolto
- Applicazione commerciale: supporto ad un convertitore D/A esterno





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

DICo

Laboratorio
DSPRTS



e-Conference & Webinar



DSP Application Day

2009

Milan - September 21, 2009

Credits:

Per ISTI-CNR:

- Tommaso Giunti
- Graziano Bertini
- Massimo Magrini

Per TangerineTech Engineering:

- Simone Bianchi
- Paolo Sarri
- Riccardo Favilla





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

DSP *Application Day*

2009

Milan - September 21, 2009

DICo

Laboratorio
DSPRTS



e-Conference & Webinar