POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Miglioramento della qualita' audio dei televisori a schermo piatto

Original
Miglioramento della qualita' audio dei televisori a schermo piatto / Astolfi, A., Riente, F., Albera, A., Shtrepi, L., Scopece, L., Albera, R., Masoero, M.. - ELETTRONICO. - (2023). (49° Convegno Nazionale AIA Ferrara 7-9 giugno 2023).

Availability:
This version is available at: 11583/2980395 since: 2023-07-16T17:46:58Z

Publisher:
Associazione Italiana di Acustica

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

25 November 2026

Associazione Italiana di Acustica
49° Convegno Nazionale
Ferrara, 7-9 giugno 2023

MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ AUDIO DEI TELEVISORI A SCHERMO PIATTO

Arianna Astolfi (1), Fabrizio Riente (2), Andrea Albera (3), Louena Shtrepi (1), Leonardo Scopece (4), Roberto Albera (3), Marco Masoero (1)

1) Dipartimento Energia "Galileo Ferraris," Politecnico di Torino, arianna.astolfi@polito.it
2) Dipartimento Elettronica e Telecomunicazioni, Politecnico di Torino, fabrizio.riente@polito.it
3) Dipartimento di Scienze Chirurgiche, Università di Torino, andrea.albera@unito.it
4) Rai Gold, Rai, Torino

SOMMARIO

Una Funzione di Trasferimento (FT) che migliora l'ascolto dei programmi televisivi è stata proposta e validata per la Rai, l'emittente televisiva italiana. Un ottimizzatore audio digitale equalizza dinamicamente il livello sonoro, in tempo reale, prima della trasmissione alla torre di trasmissione. Test soggettivi su 72 soggetti normoudenti e 31 anziani presbiacusici, hanno evidenziato un miglioramento lieve, statisticamente significativo, nella qualità audio percepita sui tre generi "Parlato", "Canto e musica" e "Sport", pari al 25,3% e al 24,3%, rispettivamente.

1. Introduzione

Questo lavoro descrive una procedura per il miglioramento della qualità audio di televisori commerciali a schermo piatto sulla piattaforma Rai, per adulti normoudenti e anziani presbiacusici, cioè con perdita di udito dovuta all'età. La richiesta della Rai era di migliorare la qualità di ascolto di almeno il 20%, in particolare relativa al parlato. Lo studio esteso è pubblicato in [1] e [2]. I televisori a schermo piatto sacrificano spazio per gli altoparlanti integrati e questo implica un degrado della qualità audio, soprattutto per gli anziani affetti da presbiacusia. Molti anziani denunciano avere difficoltà a comprendere il parlato in TV, anche con gli apparecchi acustici. La presbiacusia è la causa più comune di perdita dell'udito e la sua prevalenza aumenta inesorabilmente con il trascorrere degli anni [3]. In effetti, la sensibilità dell'udito umano è ben noto diminuire con l'età e più rapidamente per i suoni alle alte frequenze che alle basse frequenze.

2. Implementazione del sistema di processamento audio

Un ottimizzatore audio digitale o "Digital Audio Optimizer" (DAO) equalizza dinamicamente i livelli sonori, in tempo reale, amplificando i segnali audio verso uno spettro di frequenza piatto, senza aumentare il livello di loudness. Esso implementa una Funzione di Trasferimento (FT), denominata "Heavy" in [1], che viene applicata allo spettro di frequenza del segnale audio dalla stazione televisiva prima del passaggio alla torre di trasmissione. Con la FT viene amplificata la gamma di frequenze tra da 1 kHz a 4 kHz, che è considerata la più importante per l'intelligibilità del parlato, con un particolare potenziamento della banda di un terzo d'ottava 4kHz. La Fig. 1a) mostra la rappresentazione schematica del sistema implementato, mentre la Fig. 1b) mostra lo schema della rappresentazione del sistema di elaborazione audio all'interno del DAO. L'applicazione del FT viene eseguita dinamicamente per mezzo di una "firma spettrale", che rappresenta una curva di riferimento. La "firma spettrale" funge da filtro multibanda dinamico che amplifica/riduce dinamicamente le parti spettrali del segnale. Un esempio di "firma spettrale" è mostrato in Fig. 2. Il guadagno massimo è individuato dalla dimensione dei cerchi bianchi in Fig. 2.

Lo spettro del segnale di ingresso viene confrontato con la curva di riferimento e se il livello del segnale in ciascuna banda è superiore una certa soglia si attiva l'equalizzatore. La Fig. 3 mostra la differenza tra il segnale in ingresso e il segnale elaborato nel caso di un campione di audio parlato. Una fila di cerchi colorati di colore giallo o verde sotto le bande di frequenza indica se il guadagno nella relativa banda è attivato o meno, rispettivamente.

Mentre il segnale audio viene elaborato, il flusso video è ritardato di un intervallo di circa 6 ms, che è il tempo richiesto dal processore audio per equalizzare il segnale. Infine, l'audio elaborato viene inviato a un blocco limitatore di volume, conforme allo standard EBU-R128 [4].

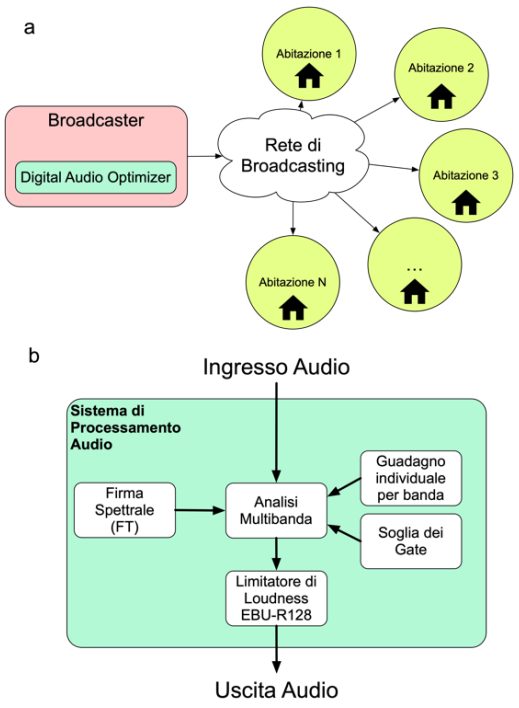


Figura 1 - a) Rappresentazione schematica del sistema implementato. (b) Rappresentazione del sistema di elaborazione audio all'interno dell'ottimizzatore audio digitale.

Associazione Italiana di Acustica, 2023
ISBN: 978-88-88942-66-7

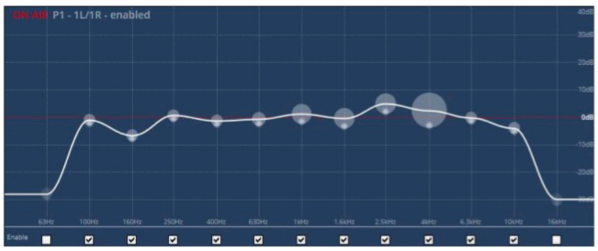


Figura 2 - Firma spettrale rappresentata dalla linea bianca continua e dal guadagno massimo (cerchio bianco) per ogni frequenza centrale delle bande di un terzo di ottava per il filtro Heavy. Le frequenze centrali delle bande di un terzo di ottava sull'asse x sono da 63 Hz a 16 kHz, prese una ogni due.

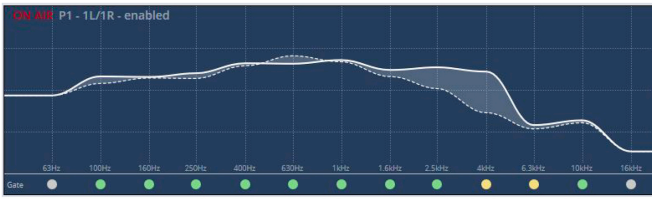


Figura 3 - Differenza tra il segnale di ingresso (linea tratteggiata) e il segnale audio elaborato il filtro Heavy (linea continua) nel caso di parlato. La fila di cerchi rotondi colorati sotto la frequenza bande indica se il guadagno per la banda è attivo o meno, in giallo o verde rispettivamente.

3. Test soggettivi

I test soggettivi sono stato condotti in Audio Space Lab al Politecnico di Torino, su un totale di 72 soggetti normoudenti di età compresa tra i 21 e i 53 anni e su 31 soggetti presbiacusici di età compresa fra i 62 e gli 85 anni. Nel caso di soggetti normoudenti sono stati testati tre televisori a schermo piatto commerciali, mentre per i soggetti presbiacusici è stato testato solo il più performante dei tre. Il test è del tipo "*Double-blind triple-stimulus with hidden reference*" incluso nello standard ITU-R BS.1116-3 [5], dove la scala è stata modificata da cinque a sette gradi e da unipolare a bipolare. I test si basano sul "Grado di Differenza Soggettiva" o "*Subjective Different Grade*" (SDG) in inglese, che rappresenta la differenza tra la valutazione del segnale con la FT e del segnale di riferimento nascosto:

(1) $\mathrm{SDG} = \mathrm{Valutazione}_{\mathrm{segnale_FT}} - \mathrm{Valutazione}_{\mathrm{riferimento_nascosto}}$

L'intervallo SDG è da – 3 a + 3, dove + 3 corrisponde a + 100% di miglioramento e – 3 a 100% di peggioramento. L'Equazione (2) esprime l'SDG in percentuale:

(2) $$SDG\% = SDG\,\frac{100}{3}.$$

La Fig. 4 mostra le occorrenze dei punteggi SDG da -3 a +3 per i tre generi "Parlato", "Canto e musica" e "Sport" nel caso di soggetti normoudenti e ipoacusici. Si evidenzia come il voto più ricorrente sia 1 (leggermente migliorato) per entrambi le categorie di soggetti.

4. Conclusioni

In questo articolo è stato presentato un metodo per il miglioramento della qualità audio percepita da televisori commerciali a schermo piatto per soggetti normoudenti e anziani presbiacusici, a seguito dell'implementazione di una Funzione di Trasferimento (FT) che modifica il segnale audio in tempo reale. La FT modifica lo spettro del segnale audio della emittente televisiva italiana Rai prima dell'invio alla torre di trasmissione. In particolare, viene amplificata la gamma di frequenze tra da 1 kHz a 4 kHz, che è il più importante per l'intelligibilità del parlato, con un particolare potenziamento della banda di un terzo d'ottava 4 kHz. I test soggettivi hanno dimostrato che la qualità audio percepita sui tre generi "Parlato", "Canto e musica" e "Sport" è migliorata del 25,3% e del 24,3% per i soggetti normoudenti e presbiacusici, rispettivamente. Tali valori risultano superiori al 20% fissato come requisito minimo da Rai. L'analisi statistica ha rivelato che i soggetti hanno giudicato "leggermente migliorato" l'audio percepito con la funzione di trasferimento applicata.

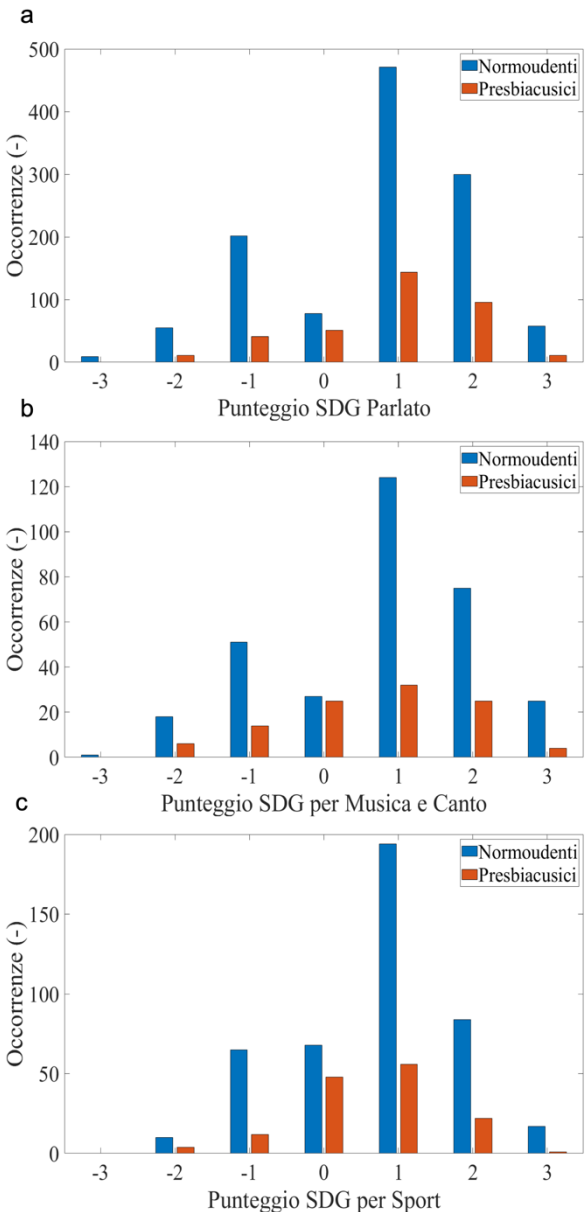


Figura 4 - Occorrenze dei punteggi SDG per: a) Parlato; b) Canto e musica; c) Sport, nel caso di soggetti normoudenti e presbiacusici.

5. Bibliografia

[1] Astolfi A., Riente F., Shtrepi L., Carullo A., Scopece L., e Masoero M., *Speech quality improvement of commercial flat screen TV-sets*, IEEE Trans. Broadcast., **67**(3), 2021, pp. 685–695.

[2] Astolfi A., Riente F., Albera A. Shtrepi L., Scopece L., Albera R. e Masoero M., *Speech quality improvement of TV-sets for hearing-impaired older adults*, IEEE Trans. Broadcast., 2023.

[3] Lin F. R., Thorpe R., Gordon-Salant S., e Ferrucci L., *Hearing loss prevalence and risk factors among older adults in the United States*, J. Gerontol. A, Biol. Sci. Med. Sci., **66**A(5), 2011, pp. 582–590.

[4] EBU-R128, *Loudness normalisation and permitted maximum level of audio signals*. European Broadcasting Union, 2020.

[5] ITUR BS.1116-3:2015, *Methods for the Subjective Assessment of Small Impairments in Audio Systems Including Multichannel Sound Systems*, Rec. Int. Telecommun. Union, Geneva, Switzerland.