

## CONSIDERAZIONI SULLE CARATTERISTICHE DI AMPLIFICATORI ACUSTICI ECONOMICI NEI CONFRONTI DELLE PROTESI ACUSTICHE.

Graziano Bertini (1), Massimo Magrini (1), Mirco Riccobaldi (2)

1) ISTI-CNR Pisa, graziano.bertini@isti.cnr.it

2) Università di Pisa, mirco.riccobaldi@tiscali.it

### SOMMARIO

La presenza sul mercato di amplificatori acustici economici simili esteticamente alle protesi acustiche, in mancanza di adeguate informazioni, possono attirare l'attenzione di chi ha problemi di udito, creando turbative nel settore e dubbi sulle loro effettive potenzialità. Nel contributo si espongono alcune considerazioni riguardanti le caratteristiche elettroacustiche, di regola non fornite, di alcuni modelli esemplificativi di tali dispositivi e delle problematiche relative al loro impiego.

### 1. Introduzione

Il Signal&Image Lab dell'ISTI-CNR di Pisa si è occupato fin dal 2001 del problema della qualità dell'ascolto della musica in soggetti ipoacusici portatori di protesi acustiche [1]: in [2] sono riportati i risultati dell'uso di un nostro dispositivo basato su un kit per DSP con elevato guadagno e uscita in cuffia, che permetteva di migliorare la percezione di segnali musicali. Di recente esperti del settore a livello internazionale stanno considerando, almeno per usi circostanziati, l'impiego di generici amplificatori di suono economici, in aggiunta o alternativa alle protesi acustiche [3]. Tali amplificatori sono citati da enti ufficiali, come la FDA (Food&Drug Admistr.) americana, che li definisce PSAPs (Personal Sound Amplification Products).

Stante l'elevato costo delle protesi e l'attuale crisi economica, alcune persone con problemi uditivi possono essere attratte dal basso costo di tali dispositivi.

Sorgono interrogativi: il metodo "compra e fai-da-te" può avere risvolti dannosi per l'utilizzatore? Per quali tipi di ipoacusie possono risultare utili tali amplificatori? Alcuni tipi più evoluti potrebbero essere validi, se programmati opportunamente, anche per migliorare l'ascolto di musica?

Ci sembra opportuno che questo fenomeno venga meglio valutato, sia da un punto di vista della diffusione e dei riscontri soggettivi, che da quello tecnico.

In questa sede ci proponiamo di iniziare a valutare il secondo aspetto, cioè l'analisi delle prestazioni elettroacustiche di alcuni modelli tipici di tali dispositivi.

### 2. Amplificatori acustici economici

Gli amplificatori di suono sono dispositivi elettronici a scatola o miniaturizzati, che consentono ad una persona che ha difficoltà di ascolto di radio, TV e di comprensione del parlato, di ascoltare meglio il suono quando il volume percepito non sia abbastanza alto, a prescindere dal motivo. Tali dispositivi sono prodotti e venduti già da molti anni: qui li indichiamo con la sigla SA (Sound Amplifiers) per distinguerli dagli apparecchi acustici indicati in gergo (AA). Ultimamente alcuni modelli sono migliorati nella qualità del suono, forniti in versioni miniaturizzate (per adattarsi al canale uditivo) e resi del tutto simili, ad una prima osservazione, alle protesi acustiche.

I dispositivi SA hanno iniziato a invadere il tradizionale mercato degli apparecchi acustici, causando una certa confusione ai consumatori e preoccupazione tra i professionisti del settore (audioprotesisti e distributori di protesi acustiche). Mol-

ti modelli vengono venduti nei negozi e on line con svariati prezzi che vanno da una decina a qualche centinaia di Euro; esistono anche con tecnologia digitale, con cancellazione del rumore e buona risposta audio, quasi come nelle protesi acustiche, che invece costano 1500/2000 Euro. Normalmente i dispositivi in questione, nel caso di vendita diretta, sono accompagnati da minima descrizione dei livelli di amplificazione e generici consigli circa il loro utilizzo, di solito in lingua inglese. Per ricavare in dettaglio le caratteristiche elettroacustiche occorre eseguire delle misure ad hoc: per i tipi miniaturizzati è necessario l'orecchio elettronico, mentre per i tipi a scatola occorrono altre soluzioni, ad esempio come nel test da noi riportato nel seguito.

#### 2.1 Prove elettroacustiche preliminari su tre tipici modelli

Per il lavoro ci siamo procurati due modelli miniaturizzati acquistati online (endauricolare €30,00, retroauricolare €40,00) ed un dispositivo a scatola reperito in negozio €35,00 (Fig. 1).



Figura 1 – Dispositivi esaminati.

Per i test sui due modelli miniaturizzati ci siamo avvalsi della collaborazione di tecnici e dell'orecchio elettronico disponibile presso la Clinica Otorino, Dip. di Patologia Chirurgica, Medica, Molecolare e dell'Area Critica, Univ. di Pisa.

L'orecchio elettronico (OE) è uno strumento indispensabile in ambito audioprotesistico, sia per il controllo del fitting, che per il controllo periodico delle funzionalità degli apparecchi acustici; è composto da una parte meccanica, una elettronica e vari moduli software [4]. I componenti hardware accessibili all'operatore sono costituiti da una piccola camera anecoica, al cui interno sono posizionati: un altoparlante, un microfono di misura, uno di riferimento e l'accoppiatore da 2cc (simula il condotto uditivo) a cui viene collegata l'uscita della protesi acustica. I moduli sw gestiscono i segnali di test, l'analisi e la misura dei parametri di uscita del dispositivo in prova.

La figura 2 si riferisce al tipo endoauricolare: in rosso è fornita la curva di risposta in frequenza con un segnale di 90 dB in ingresso (OSPL90). La seconda curva, in blu, è quella del guadagno con ingresso 50 dB: in altri casi anche inferiore in modo da operare sotto il punto di intervento (ginocchio) del compressore della dinamica. Se l'analizzatore è predisposto allo scopo (come nel nostro caso), viene fornita anche la curva ingresso-uscita ad una frequenza di riferimento. Analogamente per il modello retroauricolare (Fig.3).

Lo strumento fornisce inoltre tabelle (qui non riportate) con in evidenza i valori dei parametri significativi e altri, ad es. la THD (Total Harmonic Distortion) a varie frequenze, etc.



Figura 2 – Curve di risposta per amplificatore endoauricolare.

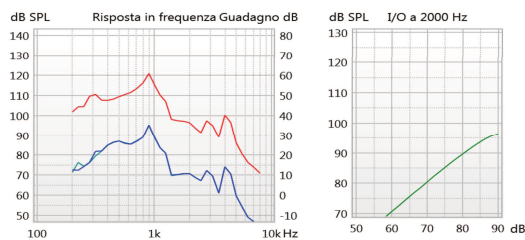


Figura 3 – Curve di risposta per amplificatore retroauricolare.

Il dispositivo a scatola è un tradizionale amplificatore audio monocanale con la particolarità di avere inserito su un lato un microfono (vedi figura 1); l'uscita è su mini jack per l'uso di cuffia o auricolare. Per ottenere, pur se in modo approssimativo, una curva di risposta in frequenza (Fig. 4) è stato predisposto un set-up come in figura 5.

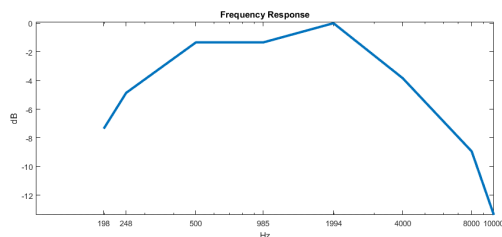


Figura 4 – curva di risposta in frequenza ampli a scatola



Figura 5 – Set-up per la misura sul dispositivo a scatola

Il segnale di ingresso è ricavato partendo da un generatore di bassa frequenza e l'uscita di potenza è fornita da una cassa amplificata. La prova è stata effettuata in un locale non insonorizzato; per assicurare un livello SPL costante in input al microfono si è regolato il volume della cassa controllandone il li-

vello con un fonometro vicino al dispositivo, correggendo così le variazioni dovute alle riflessioni delle pareti.

### 3. Commenti alle caratteristiche e conclusioni

Dalle curve delle fig. 2 e 3 si deduce che i modelli miniaturizzati, non possono rimediare ai deficit tipici sulle alte frequenze di persone ipoacusiche. Il modello a scatola ha una migliore resa sulla gamma alta della banda ma ciò provoca maggiori fastidi su certi rumori ambientali.

Seguono alcune osservazioni risultanti da prove effettuate dagli autori (di cui uno portatore di protesi): a) può verificarsi effetto Larsen (fischio) anche a livelli di volume non troppo alti, b) non confortevole posizionamento nell'orecchio, c) eccessiva amplificazione della propria voce, fastidiosa e non eliminabile. Evidenziamo che le curve in uscita sono modificabili solo per coi livelli di amplificazione, quindi i dispositivi non sono personalizzabili come avviene per le protesi acustiche.

Intervenire sull'amplificazione da parte dell'utilizzatore, poi, senza una corretta informazione preventiva, può indurre ad uso scorretto e potenzialmente dannoso del dispositivo.

Oltre ai fattori sopra esposti, l'economicità dei SA è dovuta a: materiali non sempre biocompatibili, non disponibilità di procedure sofisticate per il trattamento dei segnali, mancanza di assistenza tecnica preventida e post-vendita.

Si evidenzia che il corretto rimedio ai deficit uditivi prevede un approccio medico-specialistico, con l'eventuale prescrizione di protesi acustiche e installazione gestita da audioprotesisti: la personalizzazione sul paziente richiede esperienza e notevole impegno di tempo, il cui costo, in Italia, è compreso nel prezzo iniziale dei dispositivi.

Le soluzioni autogestite per i problemi di udito possono comportare rischi: mancata diagnosi di eventuali patologie sottostanti, aggravamento della perdita uditiva, irritazioni del condotto e traumi acustici dovuti alla mancata regolazione del dispositivo. L'auto applicazione di dispositivi per la correzione dell'udito era ed è considerata ad oggi un rischio per la cittadinanza (classe di rischio IIa, Direttiva Europea 93/42) e ai sensi del D.M. 668/1994, gli apparecchi acustici devono essere applicati obbligatoriamente da audioprotesisti abilitati.

In definitiva tali dispositivi possono essere adatti a persone con lievi o modeste perdite pantonali, utili solo in determinati casi, ad es. per ascoltare la tv e per periodi di tempo limitati durante la giornata; in ogni caso non può in alcun modo sostituirsi all'apparecchio acustico, sia per la tecnologia presente al suo interno, sia soprattutto per l'assenza di qualsiasi valutazione clinica.

Possibili sviluppi: estendere le prove elettroacustiche ad altri modelli, acquisire maggiori riscontri soggettivi in varie situazioni, coinvolgendo enti interessati al problema, test su portatori, e non, di protesi, considerare diversi tipi di ipoacusie e diversi ambienti di vita.

### 4. Bibliografia

- [1] Bertini G., Fiorio G., Marani M., *Limits of Hearing Aids in the High Frequency Range* - Proc. of the 17th Int.l Congress on Acoustics ICA (Atti su CD ROM), Roma, sept. 2001.
- [2] Bertini G., Paolini F., Magrini M., Bedini., *Problematiche per l'ascolto della musica in soggetti portatori di apparecchi acustici*. Atti 41° Convegno Nazionale Associaz. Acustica Italiana, article n. 56, Pisa, giugno 2014, pag. 17-19.
- [3] Smith C., Wilber LA., Cavitt K., *PSAPs vs Hearing Aids: An Electroacoustic Analysis of Performance and Fitting Capabilities*, Hearing Review. 2016, 23(7), July], pag. 18-24.
- [4] <http://www.oto-medical.it/loreccchio-elettronico/>.