



Piercarlo Boletti (Piercarlo)

PROTESI AURICOLARE STEREO

20 July 2012

Premessa

Lo spunto per questo articolo mi è venuto dalla necessità di approntare per i miei problemi di udito una soluzione fruibile in tempi ragionevoli e a costi decisamente più accettabili rispetto alle analoghe soluzioni commerciali, il cui costo estremamente elevato è quasi per intero derivato dalla "necessità" di nascondere o camuffare le protesi "per non farle vedere", cosa di cui, onestamente, non me ne poteva importare di meno: l'ultima cosa di cui ci si deve vergognare sono i propri limiti fisici e di quanto serve per correggerli, siano essi occhiali, protesi, stampelle o altro. E questo a maggior ragione quando il "vergognarsene" porta ad esborsi assurdi di soldi (per rimanere in tema, si parla, per una buona coppia di protesi, di una spesa attorno ai 4000 euro una tantum più circa 400-500 euro di batterie all'anno: non delle più contenute insomma).

Questo auricolare è una seconda versione di un'altra che ha operato felicemente fin dall'inizio del 2012 consentendomi così di valutare cosa serve e non serve realmente in una protesi, il cui primo compito è aiutare a comprendere quanto dicono gli altri e, come secondo compito, aiutare a percepire meglio i rumori ambientali che possono segnalare la presenza di un pericolo (i motori delle auto per esempio); tutto il resto si può considerare un gadget più o meno utile (a parte quanto potrebbe servire a inserire direttamente in circuito un telefonino o, quando è possibile, trasformare direttamente il telefonino in una protesi: tra le varie opzioni dei supermammatroni di Samsung e Apple in circolazione forse c'è e se non c'è, visto il loro prezzo non proprio modico, sarebbe il caso di inserirla - ma è un altro discorso per il quale posso fare ben poco!).

A scanso di equivoci, occorre subito precisare che gli auricolari si possono usare come protesi solo a condizione che il danno all'orecchio sia unicamente di tipo meccanico legato a possibili lesioni o indurimenti del timpano; non servono invece praticamente a niente nei casi i problemi siano dovuti a lesioni dell'orecchio interno o addirittura della coclea: per queste situazioni occorre passare, quando esistono ad altre cure e rimedi, in genere chirurgici.

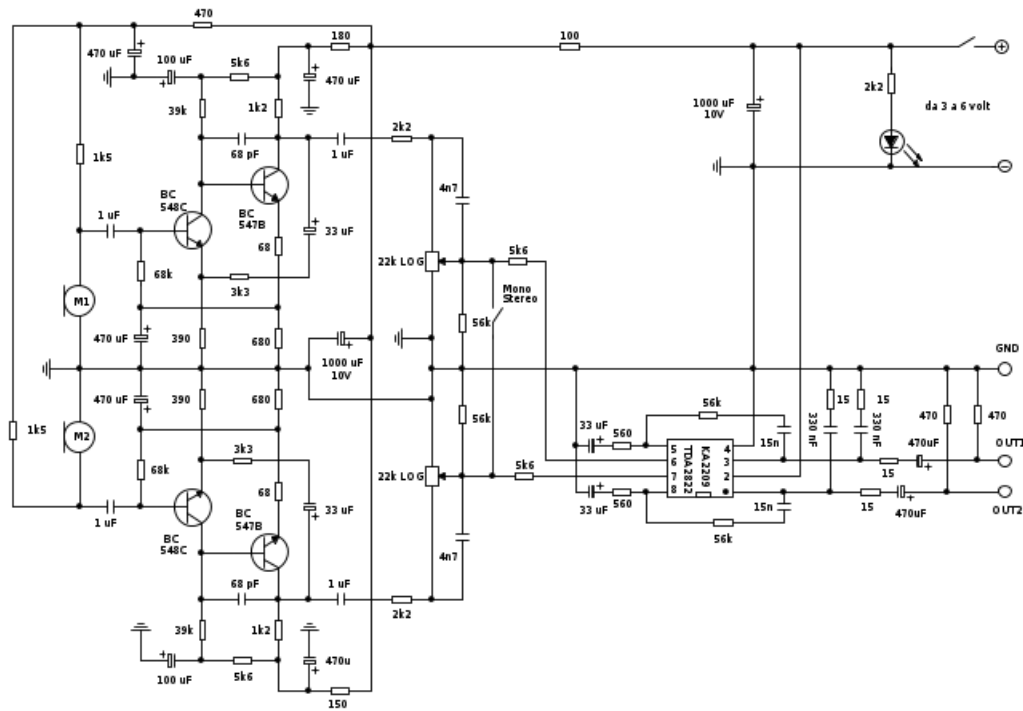
Nell'esperienza di alcuni mesi fatta con l'auricolare "versione 1" ho avuto modo di verificare che controlli di tono, filtri, equalizzatori in frequenza, elaboratori di segnale ecc. ecc. non servono praticamente a nulla: l'unica cosa che serve realmente è un segnale di livello adeguato ed eventualmente controllato da un limitatore

automatico di livello (che però spesso può omesso senza problemi: il controllo manuale del volume, contrariamente a quanto si può pensare, è molto più efficace e preciso proprio perché meglio adattabile alle esigenze del momento).

Per tutto il resto il "DSP" migliore disponibile per elaborare il segnale audio è quello che madre natura ha già messo in mezzo alle orecchie e che è responsabile sia delle meraviglie dell'udito... sia dei suoi limiti quando questo udito lo si riacquisti troppo in là negli anni: anche buona parte del sentire è dovuto ad un vero e proprio "addestramento" che il cervello subisce dall'ambiente fin dalla prima infanzia e la cui eventuale mancanza (dovuta a sordità totale dalla nascita) semplicemente non può essere colmata, anche in caso di recupero tardivo dell'udito, da nessuna protesi concepibile. Quello che invece serve è la binauralità nei casi in cui si sia parzialmente sordi a entrambi gli orecchi: ciascun orecchio lavora al meglio (perché lavora al meglio anche il cervello che elabora il segnale acustico) solo se servito individualmente da un amplificatore interamente dedicato già a partire dal microfono.

Lo schema

Lo schema di questa protesi (si veda la figura sotto) non è niente di trascendentale, consistendo in sostanza di una coppia di preamplificatori microfonici seguiti da un piccolo amplificatore di potenza integrato, il KA2209 (equivalente Samsung del più noto TDA 2822 - quest'ultimo è attualmente quello più facile da reperire; l'aver usato il suo clone coreano è dipeso unicamente dal fatto che lo avevo già in casa), adatto proprio al pilotaggio di piccoli auricolari (molto adatto in effetti: l'esemplare utilizzato è stato trapiantato da un interfono per moto cedutomi da un collega proprio perché troppo sensibile!). L'alimentazione è prevista variabile a partire dai 6 volt in giù fino a circa 3 volt, che in pratica rappresenta la minima tensione utile con cui far lavorare bene il KA2209-TDA2822.



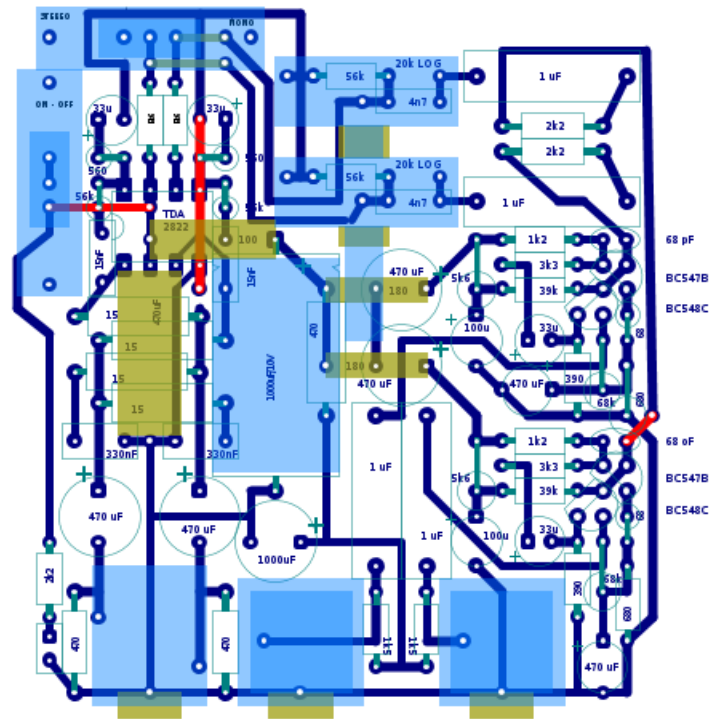
Come si può vedere, il circuito prevede l'uso di due microfoni electret, un tipo molto diffuso dalle ottime caratteristiche di sensibilità, linearità e ingombro, il cui segnale viene preamplificato da una coppia di circuiti a due transistori NPN che, pur basati su un circuito un po' desueto, fornisce buone prestazioni generali a costi contenutissimi. Qui i preamplificatori amplificano il segnale senza alcun tipo di equalizzazione in frequenza che, nel mio caso, ho attuato in forma semipassiva prima di tutto attorno al potenziometro di volume con i due condensatori da 4.7 nF connessi tra l'entrata del segnale nei potenziometri e i loro cursori centrali (che in questo modo aiutano le alte frequenze a "scavalcare" il potenziometro stesso soprattutto quando si abbassa il volume) e nella retroazione del doppio finalino in cui una rete RC serie attua per ciascun canale un po' di "bass-boost" sia per compensare la resa degli auricolari (una coppia di "in-ear" economici) sia per mantenere elevata la percezione dei rumori ambientali, indispensabile quando si cammina per strada per sentire i veicoli in circolazione e porvi la dovuta attenzione.

In questo aspetto la superiorità di questo auricolare stereo rispetto al precedente monofonico basato su un solo microfono è semplicemente spettacolare: nonostante la di per sé non eccelsa separazione dei due canali dovuta all'omnidirezionalità dei microfoni (ma bisogna anche dire che le orecchie lasciate a sé stesse non è che sia poi chissà che cosa... Del resto il nostro udito di una separazione superiore ai 20-30 dB non se ne fa nulla!), le differenze residue sono tuttavia largamente sufficienti a determinare correttamente la provenienza di rumori e suoni al punto da consentirmi di ascoltare con piena soddisfazione (dopo anni!) il mio stereo come tale anche senza cuffie... e a volumi "civili".

Il commutatore mono-stereo ha qui una funzione abbastanza diversa da quella che ha normalmente in un impianto per l'ascolto di musica, e cioè quello di rendere disponibile a entrambi i canali, nel caso uno dei due microfoni andasse in panne, il segnale del microfono superstite. Vi è da dire peraltro che, contrariamente a come l'ho realizzato io, occorrerebbe anche avere le regolazioni di volume indipendenti per ogni canale in modo da equilibrare i livelli dei due canali sia per il caso in cui i due microfoni fornissero livelli di uscita sensibilmente differenti (come è capitato a me inizialmente) sia per quello in cui fosse diversa proprio la sensibilità delle orecchie (che ovviamente non è regolabile...). Almeno per quel che mi riguarda prima o poi risolverò la situazione montando un doppio potenziometro le cui sezioni siano però regolabili indipendentemente tra loro. Al tempo...

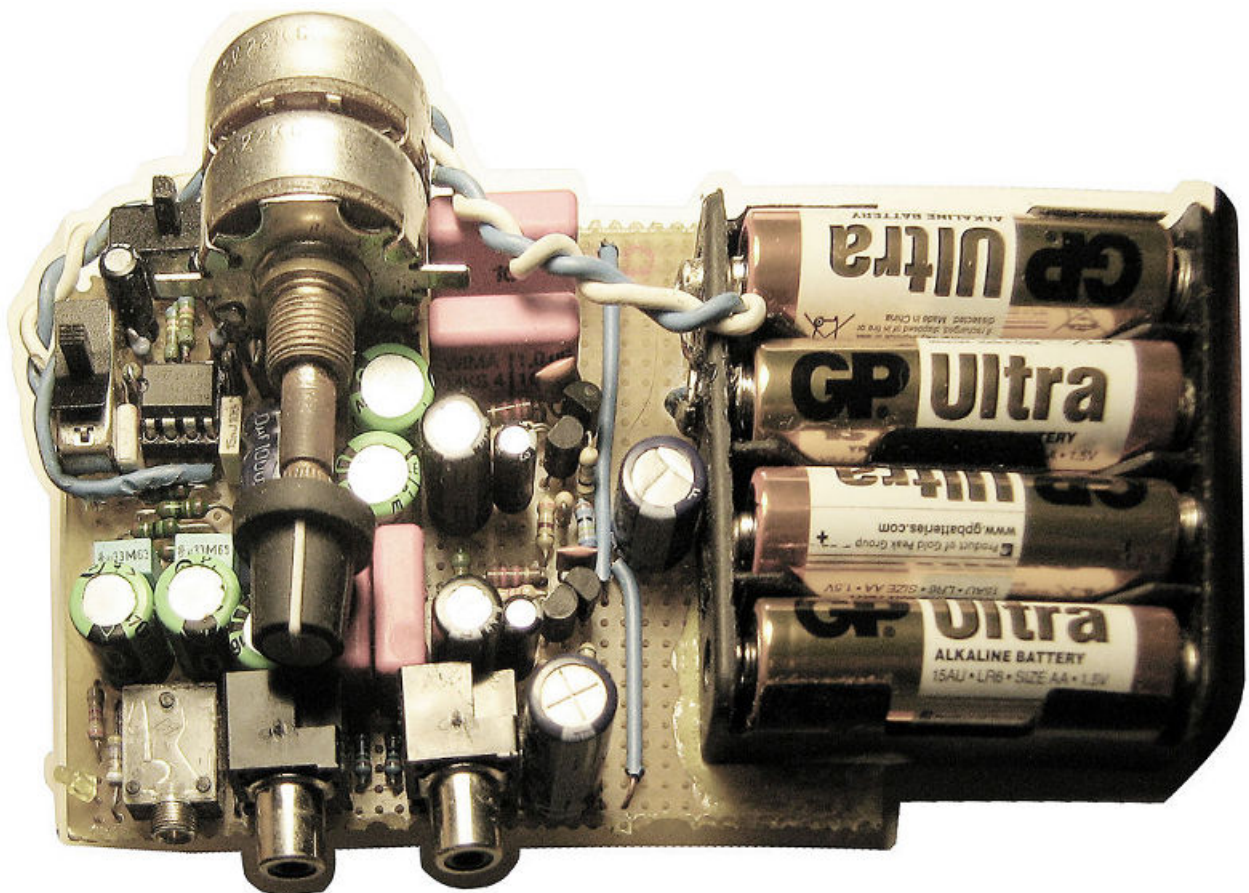
Traccia per lo stampato

Nella figura sottostante è rappresentata la traccia per realizzare il circuito su millefori o circuito stampato - quest'ultimo VIVAMENTE consigliato anche se più costoso del montaggio su millefori: essendo il mio esemplare montato con quest'ultima tecnica posso assicurare che non è in nessun modo una passeggiata realizzarla in questo modo e, date le notevoli difficoltà che sorgerebbero in caso di riparazioni, è praticamente una tecnica che si può usare SOLO se si è certi che tutto funzioni al primo colpo... e per sempre.

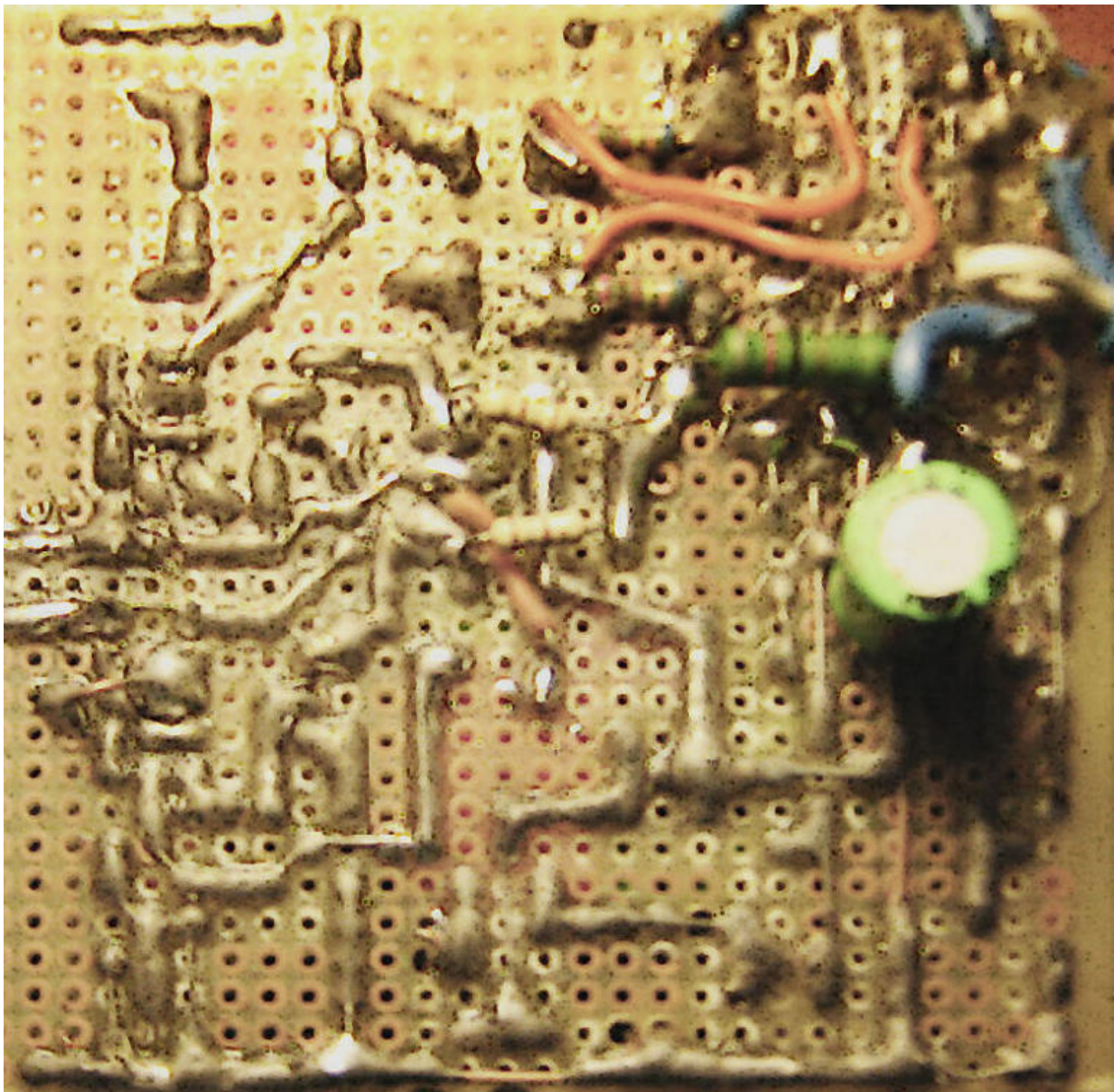


Il layout non è esattamente un campione di eccellenza nella sbrogliatura, anzi; nell'insieme però è risultato essere abbastanza compatto da starci tranquillamente in un marsupio accompagnato dal suo portabatterie e da una confezione di batterie di ricambio. Nel disegno soprastante le aree di colore in azzurro rappresentano sul lato componenti i "pezzi" più ingombranti: jack cuffia, potenziometro, due deviatori e i pin RCA di ingresso per i due microfoni che, più o meno delle dimensioni di un grosso pisello - il *pisum sativum*, non l'altro! ;-) - porto appesi al collo tenuti insieme da un cordino simile a quelli che si usano per portare gli occhiali senza usarli. Le aree in marroncino con i valori sono invece componenti montati direttamente sul lato rame.

Qui di seguito due foto del circuito montato, lato componenti e lato rame, da cui risulta piuttosto evidente il motivo per cui consiglio di NON usare le millefori se non come ultima spiaggia . Il montaggio del prototipo in foto ha richiesto qualcosa come 16 ore di lavoro e nonostante questo è ben lungi dall'essere il meglio possibile.



IMG_0367-R.jpg

*IMG_0368-R.jpg*

Anche se la qualità delle immagini lascia a desiderare, dovrebbe rendere abbastanza bene l'ingombro effettivo del circuito (14 x 8 x 4 centimetri, pile comprese).

Al momento il circuito è in pieno servizio e continuerà a rimanerlo prevedibilmente a lungo. Gli assorbimenti complessivi sono estremamente contenuti - 14 mA in ambiente acusticamente tranquillo, circa 20 in ambiente acusticamente vivace o durante le conversazioni. L'uso medio è intorno alle 12-13 ore al giorno con un consumo stimato di circa 200-300 mAh soggetto però ad una variabilità molto elevata direttamente dipendente dall'impegno acustico imposto dall'ambiente che portano le normali pile alcaline a durare in media circa una decina di giorni consecutivi. Curando di non appoggiarsi a marche inutilmente costose (inutilmente perché durano esattamente quanto le altre...) e contenendo il costo di un ricambio di batterie entro 2.5 euro, si riesce in pratica a contenere la spesa entro i 25 euro a trimestre, per un totale di 75-80 euro all'anno, ovvero UN QUINTO della spesa richiesta per le sole batterie dalle protesi "ufficiali" a cui va aggiunto che, tra componentistica, microfoni e in-ear, la spesa effettiva per realizzare questa "protesi casalinga" non è andata oltre i 50 euro totali che, in caso di realizzazione su circuito stampato, con componentistica comprata appositamente e il concedersi qualche rifinitura estetica come il dotarsi di un contenitore adatto, salirebbero presumibilmente a 150 euro, una spesa non proprio microscopica ma che è comunque ben lungi dai 4000 euro richiesti dalle protesi "doc" di cui, è bene saperlo, il massimo rimborso ottenibile dalle ASL, se la pratica di accertamento dell'invalidità e di susseguente erogazione del contributo va a buon fine, non arriva alla metà della cifra sopra riportata (al riguardo è bene peraltro tenere a freno le spinte delle varie case produttrici e venditrici di protesi - Amplifon, Maico, Mallory e altre ancora - ad "anticipare" i tempi una volta che sia stata presentata domanda di invalidità per ipoacusia in quanto, nel caso la stessa non andasse a buon fine, la spesa per l'acquisto della protesi va a ricadere totalmente sulle spalle dell'utente della protesi stessa).

Grazie per avermi seguito fin qui! :-)

AGGIORNAMENTO CONCLUSIVO - Alla fine del primo cambio di batterie posso trarre alcuni dati a consuntivo: il circuito assorbe mediamente 12-13 mA che, con un utilizzo giornaliero di circa 10-11 (mediato anche sui festivi in cui lo uso molto poco), hanno fatto durare quattro batterie alcaline 15 giorni pieni. A parte questo il circuito ha dimostrato di funzionare benissimo fin quasi alla scarica totale delle batterie, con un livello di tensione a malapena in grado di tener acceso (con una luce debolissima) il piccolo led giallo vicino al jack cuffia che segnala lo stato di acceso. Il limite vero è probabilmente interamente dovuto all'integrato che infatti viene dato per un minimo di 1.8 volt di alimentazione (e che rispetta al decimo). Il circuito ha inoltre dimostrato di poter continuare a funzionare linearmente fino a tensioni poco al di sotto dei 2.5 volt, ragion per cui, se si volesse adottare un pacco batterie più compatto di sole due celle (3 volt di alimentazione) o addirittura utilizzare una batteria a ioni di litio da 3.6 volt come quelle in uso con i telefonici, la cosa può essere fatta senza il minimo problema scontato, ovviamente, una durata delle batterie più ridotta (prevedibilmente una settimana o poco più).

Piercarlo

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Piercarlo:protesi-auricolare-stereo>"