



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη σχεδίαση και κατασκευή κυκλώματος ακουστικού
βαρηκοΐας

Κωδικός Πτυχιακής: 13108

Αδαμόπουλος Μιλτιάδης

φοιτητής του τμήματος Ηλεκτρονικών Μηχανικών ΤΕ της Σ.Τ.Ε.Φ. του ΑΤΕΙΘ
με ΚΑΣ: 511002

Ημερ. Ανάληψης: 07-03-2016

Ημερ. Παράδοσης: 20-09-2021

Επιβλέπων Καθηγητής: Γιακουμής Άγγελος

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2021

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Αδαμόπουλου Μιλτιάδη που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιοδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Περίληψη

Σε πρώτο πλάνο είναι σημαντικό να γίνει μια διεξοδική ανάλυση της ανατομίας ενός πλήρως λειτουργικού αυτιού, καθώς και να εξετάσουμε τι συμβαίνει στην ειδική περίπτωση την οποία και μελετούμε παρακάτω, όταν δηλαδή ένας άνθρωπος έχει διαγνωστεί με βαρηκοΐα. Ο προσδιορισμός του βαθμού βαρηκοΐας, καθώς και των διαφόρων αιτιών ύπαρξης της είναι υψίστης σημασίας για την περαιτέρω διευκόλυνση του ασθενή όσον αφορά την επιλογή των ακουστικών που θα τον βοηθήσουν να ζήσει με όσο το δυνατόν πιο φυσιολογικούς ρυθμούς τη ζωή του χωρίς η έλλειψη αυτής της βασικής αίσθησης να αποτελεί πρόβλημα για την καθημερινότητά του. Μετέπειτα ακολουθεί μια παρουσίαση του ακουστικού βαρηκοΐας και των επιμέρους στοιχείων που αποτελείται, όπως δηλαδή το μικρόφωνο, ο ενισχυτής, το ηχείο και η μπαταρία. Μέσα από την διεξοδική ανάλυση των διαφόρων ακουστικών που είναι διαθέσιμα αυτή την στιγμή στην αγορά, δηλαδή πιο συγκεκριμένα τα οπισθωτιαία, τα ενδωτιαία, τα μερικώς και πλήρως ενδοκαναλικά, και της καταλληλότητας χρήσης τους για την κάθε περίπτωση βαρηκοΐας ξεχωριστά, περνάμε στο επόμενο και κεντρικό θέμα της εργασίας που είναι το ακουστικό βαρηκοΐας της κατασκευής. Το συγκεκριμένο ακουστικό βαρηκοΐας αποτελεί την φθηνότερη λύση στην αντιμετώπιση αυτού του μείζονος προβλήματος των ασθενών, καθώς τα περισσότερα ακουστικά που κυκλοφορούν αυτήν την στιγμή έχουν υπερδιπλάσιο κόστος, με κάποια από αυτά να ξεπερνούν και τα 5000 ευρώ, ποσό το οποίο δύσκολα μπορεί να καλύψει ένα άτομο με ειδικές ανάγκες αν λάβουμε υπ' όψιν μας και το γεγονός ότι πολλές φορές δεν καλύπτεται ούτε από από τους ίδιους τους ασφαλιστικούς φορείς. Επιπρόσθετα το ακουστικό που κατασκευάστηκε μπορεί να αποτελέσει το αρχικό στάδιο εξοικείωσης των νέων χρηστών με την αίσθηση της ακοής πριν περάσουν σε πιο ακριβούς εξοπλισμούς, αφού πέραν της χαμηλής τιμής του, συμφέρει και από άποψη ευκολίας εφαρμογής, μιας και δεν χρειάζεται ειδική εκπαίδευση του χρήστη, αλλά και από άποψη ευχέρειας όσον αφορά την απενεργοποίηση του σε περίπτωση ενόχλησης ή αισθητήριας υπερφόρτωσης του ασθενή, καθώς μπορεί πολύ εύκολα να αφαιρεθεί και ο ήχος να σταματήσει. Τέλος παρουσιάζονται κάποιες ακόμη μικροβελτιώσεις που επιδέχεται η κατασκευή ώστε να γίνει ακόμη πιο ανταγωνιστική από άποψη μεγέθους και ακόμη μεγαλύτερης ευκολίας χρήσης.

Study design and create a hearing aid device using microcontroller

Adamopoulos Miltiadis

Abstract

In the beginning it's important to make a thorough analysis of the anatomy of a fully functional ear, as well as to examine what happens in the special case that we study below, that is, when a person is diagnosed with hearing loss. Determining the degree of hearing loss, as well as the various causes of its existence is of the utmost importance to further facilitate the patient in choosing the hearing aid device that will help him live his life as normally as possible without the lack of this basic sense being a problem in his daily life. This is followed by a presentation of the hearing aid device and its individual components, such as the microphone, amplifier, speaker and battery. Through a thorough analysis of the various hearing aid devices currently available on the market, namely the Behind The Ear, In The Ear, In The Canal and Completely In The Canal, and their suitability for each form of hearing loss separately, we move on to the main part of this project which is the hearing aid device. This hearing aid device is the cheapest solution to deal with hearing loss, as most hearing aid devices currently on the market cost more than double, with some of them exceeding the 5000 euros, an amount that can be very difficult for a person with special needs to cover if we take into account the fact that insurance companies cannot cover the expenses most of the times. In addition, this hearing aid device can be the initial stage of familiarizing new users with the sense of hearing before switching to more expensive equipment, since in addition to its low price, it is also easy to use, as it does not require any special training, and it is easy to remove it in case of discomfort or sensory overload of the patient. Finally, there are some minor improvements that can be made in the device in order to become even more competitive in terms of size and even greater ease of use.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
Ακοή και βαρηκοΐα	
1.1 Ανατομία του αυτιού.....	8
1.2 Βαρηκοΐα.....	9
1.3 Διάγνωση της βαρηκοΐας.....	12
1.4 Προσδιορισμός του βαθμού βαρηκοΐας.....	13
1.5 Αίτια βαρηκοΐας.....	14
1.6 Πρεσβυακουσία.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	
Ακουστικό βαρηκοΐας	
2.1 Τι είναι το ακουστικό βαρηκοΐας.....	16
2.2 Χρήση του ακουστικού για πρώτη φορά.....	17
2.3 Τύποι ακουστικών βαρηκοΐας	18
2.4 Εφαρμογή ακουστικού βαρηκοΐας και στα δύο αυτιά.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	
Ανάλυση του κυκλώματος	
3.1 Εισαγωγή	26
3.2 Το κύκλωμα.....	26
3.3 Τρανζίστορ σαν ενισχυτής	28
3.4 Πίνακας υλικών.....	29

3.5 Πλακέτα.....	31
3.6 Block διάγραμμα.....	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	
Το ακουστικό της εργασίας	
4.1 Συμπεράσματα.....	38
4.2 Βελτιώσεις	39
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	40

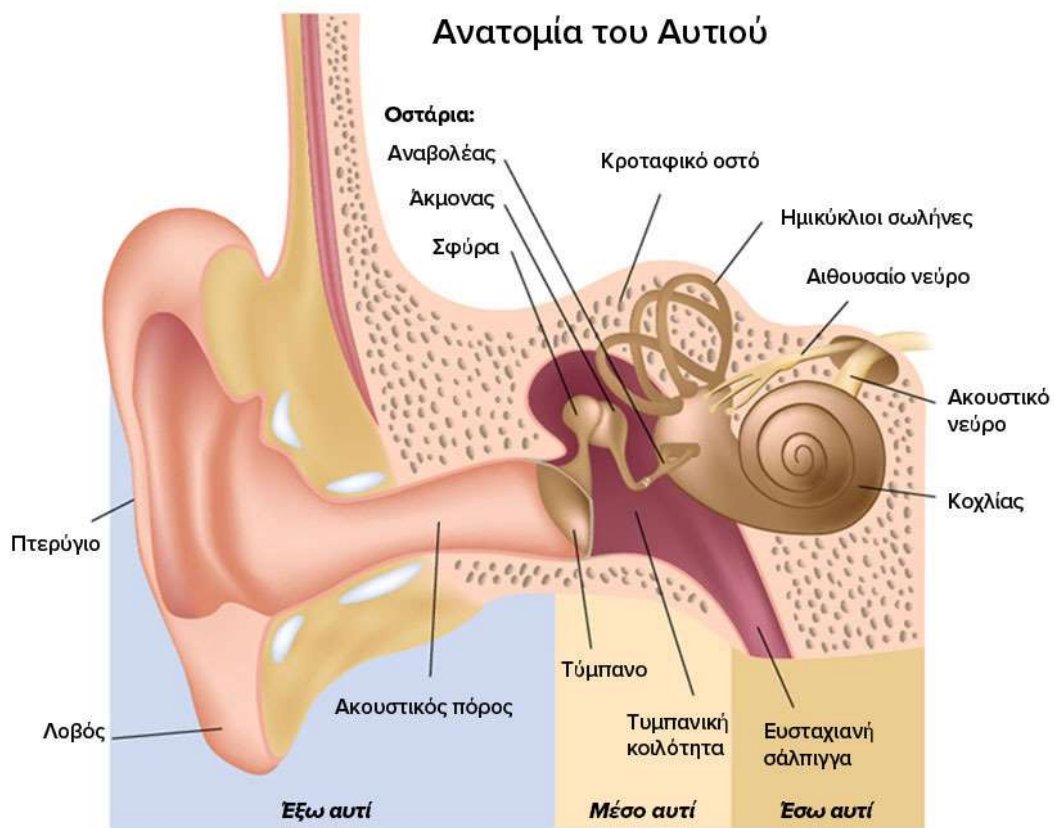
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η εκτενής παρουσίαση της κατασκευής ενός λειτουργικού ακουστικού βαρηκοΐας. Μέσα από μια αναλυτική παρουσίαση των διαφόρων μοντέλων ακουστικών που υπάρχουν αυτήν την στιγμή στην αγορά, καθώς και του τρόπου χρήσης του καθενός ξεχωριστά, στόχος είναι η ανάδειξη του προαναφερθέντος ακουστικού ως τη βέλτιστη επιλογή των χρηστών λόγω μιας πληθώρας πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει με βασικότερο την χαμηλή τιμή παραγωγής καθώς και το ελάχιστο κόστος αγοράς.

Κεφάλαιο 1ο: Ακοή και βαρηκοΐα

1.1 Ανατομία του αυτιού

Το αυτί περιλαμβάνει το αισθητήριο όργανο της ακοής και της ισορροπίας του σώματος και χωρίζεται σε ένα περιφερικό και ένα κεντρικό τμήμα. Το περιφερικό περιλαμβάνει το έξω ους, το μέσο ους, το έσω ους και το στατικοακουστικό νεύρο με τις δύο μοίρες. Το κεντρικό περιλαμβάνει την κεντρική ακουστική οδό, τα υποφλοιώδη και φλοιώδη ακουστικά κέντρα και την κεντρική αιθουσαία οδό (Σκευάς, 1998).



Εικόνα (1) Ανατομία του Αυτιού
<https://www.akoustikatheodorou.gr/i-akoi/>

- Έξω ους: Αποτελείται από το πτερύγιο του ωτός και τον έξω ακουστικό πόρο. Περιέχει αδένες που εκκρίνουν κυψελίδα, μια κηροειδή ουσία η οποία προστατεύει το αυτί από εισβολή εξωγενών παραγόντων όπως έντομα ή κόκκοι άμμου. Η αγγείωση του έξω ωτός γίνεται από κλάδους της έξω καρωτίδας (Σκευάς, 1998).
- Πτερύγιο: Αποτελείται από χόνδρινο πέταλο που περιβάλλεται από δέρμα. Το κάτω άκρο του ονομάζεται λοβίο, περιέχει λίπος και στερείται χόνδρου. Η έξω επιφάνεια του

πτερυγίου εμφανίζει κατά το πρόσθιο χείλος του έξω ακουστικού πόρου μικρό έπαρμα, τον τράγο. Πίσω και ελαφρά προς τα κάτω από το στόμιο του έξω ακουστικού πόρου υπάρχει ένα άλλο μικρό έπαρμα, ο αντίτραγος που χωρίζεται από τον τράγο με τη μεσοτράγιο εντομή (Παπαφράγκου, 1996).

- Έξω ακουστικός πόρος: Είναι ο οστεοχόνδρινος σωλήνας ο οποίος εκτείνεται από την κοιλότητα της κόγχης μέχρι την τυμπανική μεμβράνη. Έχει μήκος 25mm περίπου κατά το οπίσθιο και άνω τοίχωμα, ενώ λόγω της λοξής φοράς του το πρόσθιο και το κάτω τοίχωμα είναι κατά 6mm περίπου μακρύτερα. Συνιστάται από δυο μοίρες, την έξω που είναι χόνδρινη και την έσω που είναι οστέινη. Η χόνδρινη μοίρα έχει μήκος 8mm και αποτελείται από αυλακοειδή χόνδρο, οποίος αποτελεί την έσω μοίρα του πτερυγιάιου χόνδρου. Η οστέινη μοίρα έχει μήκος 16mm, αποτελεί δηλαδή τα 2/3 του συνολικού έξω ακουστικού πόρου και ποικίλει σημαντικά σε μέγεθος και σχήμα (Μπαλατσούρας, Καμπέρος, 2000).

- Μέσο ους: Αποτελείται από την τυμπανική μεμβράνη, το κοίλο του τυμπάνου, το μαστοειδές άντρο, τα ακουστικά οστάρια και την ευσταχιανή σάλπιγγα. Αρχίζει από την τυμπανική κοιλότητα, εκεί δηλαδή ποτ τελειώνει το έξω ους (Παπαφράγκου, 1996).

- Τυμπανική μεμβράνη: Αποτελεί το κοινό όριο του έξω ακουστικού πόρου και της τυμπανικής κοιλότητας. Αντιστοιχεί, επομένως, στο έσω στόμιο του έξω ακουστικού πόρου και στο έξω τοίχωμα της τυμπανικής κοιλότητας. Είναι λεπτή, στιλπνή, ημιδιαφανής και ελλειπτική. Το πάχος της είναι 0,1mm (Μπαλατσούρας, Καμπέρος, 2000).

- Κοίλο του τυμπάνου: Είναι αεροφόρος κοιλότητα, έχει σχήμα αμφίκιλου φακού και επαλείφεται από βλεννογόνο, που σχηματίζει πολλές πτυχές. Επικοινωνεί με τον ρινοφάρυγγα δια μέσω της ευσταχιανής σάλπιγγας και με τις κυψέλες της μαστοειδούς απόφυσης με το άντρο. Χωρίζεται σε τρεις χώρους:

1. Τον επιτυμπάνιο χώρο ο οποίος βρίσκεται πάνω από την τυμπανική μεμβράνη και επικοινωνεί μέσω του άντρου με τη μαστοειδή απόφυση.
2. Το μεσοτυμπάνιο χώρο ο οποίος αντιστοιχεί στην τυμπανική μεμβράνη και
3. Τον υποτυμπάνιο χώρο, δηλαδή κάτω από την τυμπανική μεμβράνη (Μπαλατσούρας, Καμπέρος, 2000, Παπαφράγκου, 1996, Guyton 1992).

- Έσω ους: Το έσω ους αποτελεί κατεξοχήν όργανο της ακοής και της ισορροπίας. Λόγω της πολυπλοκότητας του αποκαλείται λαβύρινθος. Αποτελείται από τρία τμήματα, τον οστέινο λαβύρινθο, τον μεμβρανώδη λαβύρινθο, που περιέχεται εντός του οστέινου λαβυρίνθου και από την ωτική κάψα, που περιβάλλει το όλο σύστημα (Ζιάβρα, 2004).

- Ευσταχιανή σάλπιγγα: Είναι ο οστεοχόνδρινος σωλήνας, που φέρεται από το πρόσθιο τοίχωμα της τυμπανικής κοιλότητας λοξά προς τα κάτω, έσω και πρόσω και απολήγει στο πλάγιο τοίχωμα της ρινικής μοίρας του φάρυγγα (Παπαφράγκου, 1996.). Παρουσιάζει κατά σειρά, τυμπανικό στόμιο, οστέινη μοίρα, χόνδρινη μοίρα και φαρυγγικό στόμιο (Μπαλατσούρας, Καμπέρος, 2000).

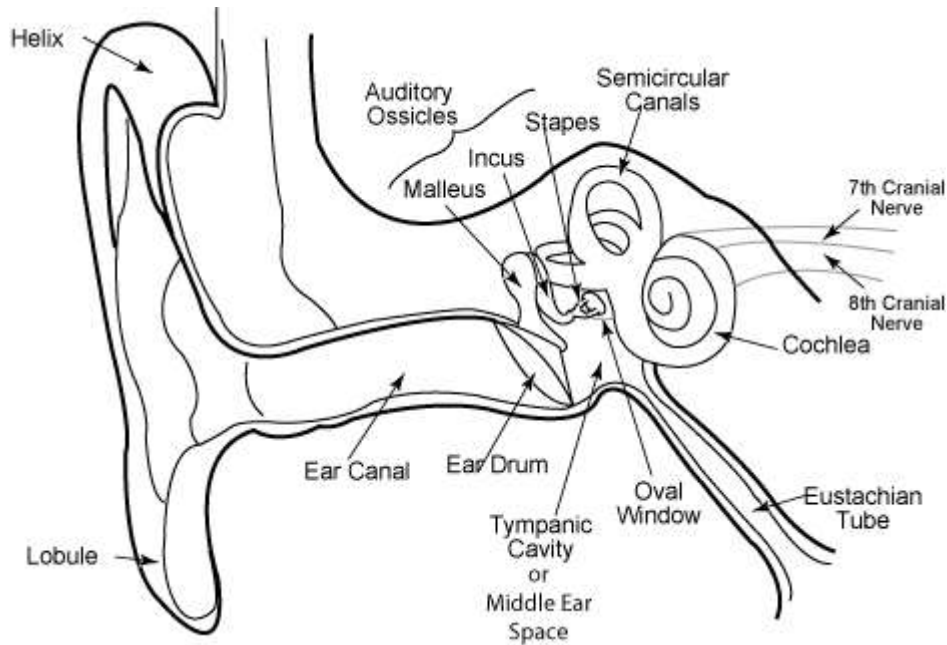
- Ημικύκλιοι σωλήνες: Βρίσκονται προς τα πάνω και πίσω από την αίθουσα. Έχουν μορφή ατελούς κύκλου και ο καθένας βρίσκεται σε ορθή γωνία προς τους άλλους δύο. Υπάρχουν τρεις ημικύκλιοι σωλήνες, ο άνω ή πρόσθιος, ο οπίσθιος και ο έξω ή οριζόντιος (Μπαλατσούρας, Καμπέρος, 2000).

▪ **Αιθουσαία μοίρα:** αποτελείται από το σφαιρικό κυστίδιο και το ελλειπτικό κυστίδιο τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με τον ενδολεμφικό πόρο (Μπαλατσούρας, Καμπέρος, 2000). Στο έσω τοίχωμα του σφαιρικού κυστιδίου υπάρχει η ακουστική κηλίδα στην οποία απολήγουν νευρικές ίνες του αιθουσαίου νεύρου. Το ελλειπτικό κυστίδιο βρίσκεται πάνω και πίσω από το σφαιρικό και στο έσω τοίχωμα του εκβάλλει το λεπτότερο σκέλος του ενδολεμφικού πόρου, ενώ το οπίσθιο και άνω εκβάλλουν οι ημικύκλιοι σωλήνες (Παπαφράγκου, 1996).

▪ **Κοχλίας:** Είναι οστέινος σωλήνας ο οποίος σχηματίζει την πρόσθια μοίρα του λαβυρίνθου και μοιάζει με κέλυφος σαλιγκαριού, έτσι πήρε και αυτή την ονομασία. Ο κοχλίας φέρεται υπό την αίθουσα κατά 3- 4mm και στη συνέχεια επεκτείνεται προς την κορυφή του λιθοειδούς. Είναι κυλινδρικός, διάυλος οστέινος σωλήνας. Έχει κωνική μορφή με αποστρογγυλωμένη κορυφή. Ο κοχλίας αποτελείται από τις έλικες, την άτρακτο, το οστέινο ελικοειδές πέταλο και τις κλίμακες (Μπαλατσούρας, Καμπέρος, 2000). Όλος ο κοχλίας βρίσκεται κλεισμένος μέσα στο σκληρότερο κόκαλο που υπάρχει στον ανθρώπινο οργανισμό. Μέσα στον κοχλία επιπλέει το λεπτεπίλεπτο όργανο του Corti που είναι στην πραγματικότητα το πραγματικό όργανο της ακοής γιατί από εδώ ξεκινάει το ακουστικό νεύρο, το οποίο διοχετεύει στον εγκέφαλο τις ακουστικές πληροφορίες (Ζιάβρα, 2004).

Πιο αναλυτικά:

1. Το περύγιο του αυτιού συλλέγει τους ήχους και τους οδηγεί μέσα στον ακουστικό πόρο.
2. Ο ακουστικός πόρος μεταφέρει τα ηχητικά κύματα στο τύμπανο (τυμπανική μεμβράνη).
3. Τα ηχητικά κύματα προκαλούν δονήσεις στο τύμπανο.
4. Τα οστάρια στο μέσο αυτί (σφύρα, άκμονας και αναβολέας) ανιχνεύουν αυτές τις δονήσεις και τις μεταφέρουν στον κοχλία.
5. Οι δονήσεις περνούν μέσω του οβάλ παραθύρου στον κοχλία, θέτοντας το υγρό του κοχλία σε κίνηση. Αυτό προκαλεί το μετασχηματισμό των ηχητικών κυμάτων σε ηλεκτρικούς παλμούς από τα ειδικά νευρικά κύτταρα.
6. Το ακουστικό νεύρο μεταδίδει αυτούς τους ηλεκτρικούς παλμούς στον εγκέφαλο όπου και μεταφράζονται σε ήχο.



Εικόνα (2) Ear anatomy schematic

<https://med.uth.edu/orl/online-ear-disease-photo-book/chapter-3-ear-anatomy/ear-anatomy-schematics/>

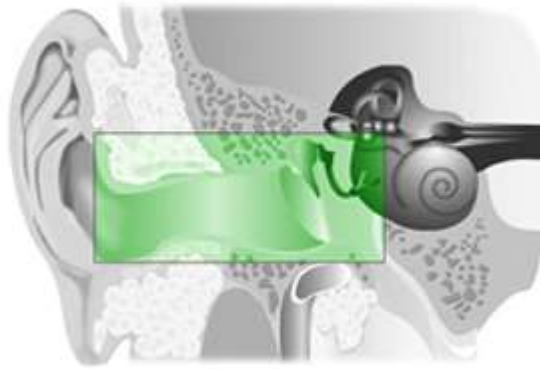
1.2 Βαρηκοΐα

Βαρηκοΐα από ιατρική άποψη είναι ένας όρος που δηλώνει την μερική ή την ολική απώλεια της ακοής. Διακρίνεται σε αγωγιμότητας, νευροαισθητήριος και μικτή βαρηκοΐα.

Η βαρηκοΐα αγωγιμότητας προκαλείται από βλάβη στο έξω ή μέσο αυτί. Τα ηχητικά κύματα εμποδίζονται καθώς κινούνται μέσω του έξω ή μέσου αυτιού. Καθώς ο ήχος δεν μπορεί να μεταδοθεί αποτελεσματικά, η ηχητική ενέργεια που φθάνει στο έσω αυτί είναι αδύνατη ή χαμηλή. Η βαρηκοΐα αγωγιμότητας μπορεί να προκληθεί από μόλυνση, υγρό στο μέσο αυτί, βλάβη στα οστάρια του μέσου αυτιού, διάτρηση της τυμπανικής μεμβράνης ή ύπαρξη ξένου σώματος ή σμήγματος στο ακουστικό πόρο.

Τα βασικά συμπτώματα είναι:

- Αμυδρή ή θαμπή αντίληψη ομιλίας και άλλων ήχων
- Πόνος στο αυτί ή εκροή υγρού
- Ερυθρότητα ή πρήξιμο του εξωτερικού τμήματος του αυτιού
- Πίεση ή αίσθηση πληρότητας εντός του αυτιού

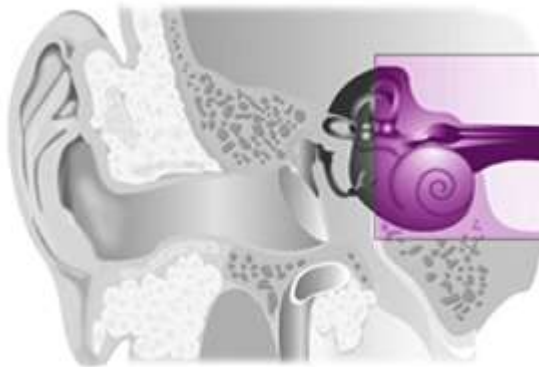


Εικόνα (3) Βαρηκοΐα αγωγιμότητας
<https://akbe.gr/hearing-loss.html>

Η νευροαισθητήριος βαρηκοΐα, προκαλείται από βλάβη στο έσω αυτί. Τα ηχητικά κύματα κινούνται κανονικά μέσω του έξω και μέσου αυτιού, ενώ το έσω αυτί αδυνατεί να συλλάβει τις δονήσεις ή αδυνατεί να στείλει τις δονήσεις στον εγκέφαλο. Συνήθως εμφανίζεται και στα δυο αυτιά. Η νευροαισθητήριος βαρηκοΐα μπορεί να προκληθεί από μόλυνση, νόσο, ορισμένα φαρμακευτικά σκευάσματα, υπέρμετρο θόρυβο, προβλήματα από τη γέννα καθώς και την γήρανση.

Τα βασικά συμπτώματα είναι:

- Αντίληψη ομιλίας και άλλων ήχων με παραμόρφωση ή χωρίς ευκρίνεια
- Δυσκολία ακοής συγκεκριμένων τόνων (συνήθως υψηλών τόνων/ συχνοτήτων)
- Άκουσμα ενός συνεχούς ή περιοδικού κουδουνίσματος ή βουίσματος
- Δυσκολία στην κατανόηση ομιλίας με παρουσία θορύβου



Εικόνα (4) Νευροαισθητήριος βαρηκοΐα
<https://akbe.gr/hearing-loss.html>

Η μικτή βαρηκοΐα προκαλείται από βλάβη τόσο στο έξω/ μέσω αυτί όσο και στο έσω αυτί. Τυπικά, τα ηχητικά κύματα δεν μεταδίδονται αποτελεσματικά στο έσω αυτί, δεν ανιχνεύονται και δεν περνάνε στον εγκέφαλο. Για αυτό το λόγο, μια μικτή βαρηκοΐα αποτελεί το συνδυασμό μεταδόσεως και νευροαισθητηρίου βαρηκοΐας.

Τα βασικά συμπτώματα είναι:

- Αμυδρή ή θαμπή αντίληψη ομιλίας και άλλων ήχων
- Πόνος στο αυτί ή εκροή υγρού
- Αντίληψη ομιλίας και άλλων ήχων με παραμόρφωση ή χωρίς ευκρίνεια
- Δυσκολία στην κατανόηση ομιλίας με παρουσία θορύβου

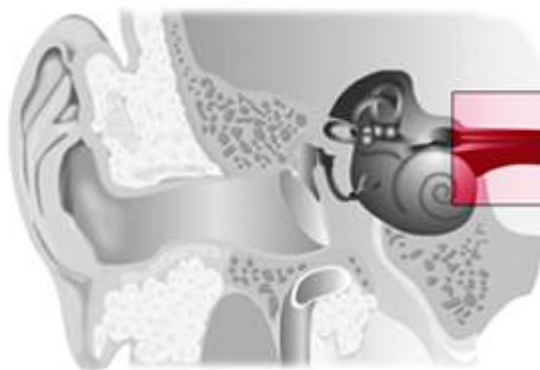


Εικόνα (5) Μικτή βαρηκοΐα
<https://akbe.gr/hearing-loss.html>

Η κεντρική βαρηκοΐα προκαλείται από βλάβη στο ακουστικό νεύρο ή στα ακουστικά κέντρα. Τα ηχητικά κύματα μεταδίδονται φυσιολογικά μέσω και των τριών τμημάτων του αυτιού, αλλά είτε το ακουστικό νεύρο αδυνατεί να μεταδώσει τους ηλεκτρικούς παλμούς στον εγκέφαλο ή τα ακουστικά κέντρα του εγκεφάλου δεν λαμβάνουν τα σήματα σωστά. Μια κεντρική βαρηκοΐα μπορεί να προκληθεί από κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις, νόσους ή όγκους.

Ένα από τα κυριότερα συμπτώματα είναι:

- Αντίληψη ήχων χωρίς τη δυνατότητα της κατανόησης



Εικόνα (6) Κεντρική βαρηκοΐα
<https://akbe.gr/hearing-loss.html>

1.3 Διάγνωση της βαρηκοΐας

Η έγκαιρη ιατρική διάγνωση μετά από έναν πλήρη ακοολογικό έλεγχο δίνει την δυνατότητα της άμεσης αντιμετώπισης στην περίπτωση που επιβεβαιώνεται οποιοδήποτε βαθμού απώλεια της ακοής. Τα επόμενα τεστ αποτελούν την τυπική διαδικασία ενός ελέγχου.

- **Ακοομετρική διαδικασία:** Μια ειδική συσκευή (ακοόμετρο) χρησιμοποιείται για να μετρήσει τους χαμηλότερους τόνους που μπορεί να ακούσει ο εξεταζόμενος. Θα ακουστούν διάφοροι τόνους/ συχνότητες, από χαμηλές έως υψηλές, σε διάφορα επίπεδα. Το εύρος αυτών των συχνοτήτων εμπεριέχει όλους τους ήχους που ακούγονται στην καθημερινή ομιλία. Ο ειδικός σε θέματα ακοής θα καθορίσει με βάση τις απαντήσεις, τις χαμηλότερες εντάσεις που μπορούν να ακουστούν σε κάθε συχνότητα και θα τις καταγράψει σε ένα γράφημα που καλείτε ακοόγραμμα. Το ακοόγραμμα βοηθάει στην ανίχνευση του τύπου και του βαθμού της ακουστικής απώλειας.
- **Τυμπανογραφία:** Αυτά τα τεστ μετρούν την ικανότητα του μέσου αυτιού να μεταδίδει τον ήχο. Μπορεί να ανιχνεύσουν συγκέντρωση υγρού στο χώρο του μέσου αυτιού, μια διάτρηση της τυμπανικής μεμβράνης ή άλλα προβλήματα σχετιζόμενα με το μέσο αυτί.
- **Διαδικασία ομιλίας:** Κατά τη διάρκεια του ελέγχου, δεν θα ζητηθεί μόνο από τον εξεταζόμενο να ανταποκριθεί σε διάφορους ήχους αλλά θα ακούσει και θα πρέπει να απαντήσει και σε ομιλία είτε σε μορφή λέξεων είτε σε μορφή προτάσεων. Αυτό παρέχει στους ειδικούς πληροφορίες για την ικανότητά ανίχνευσης και διάκρισης της ομιλίας.

1.4 Προσδιορισμός του βαθμού βαρηκοΐας

Η ποσοτική εκτίμηση της ακουστικής ικανότητας, που προσδιορίζεται με την τονική ακουομετρία και εκφράζεται σε dB, χωρίζει τις βαρηκοΐες ανάλογα με τον ουδό της ακοής σε:

- Φυσιολογική ακοή: εάν η ακουστική οξύτητα βρίσκεται μεταξύ 0 - 20dB κοντά στο όριο του φυσιολογικού, η ακοή θεωρείται φυσιολογική. Υπάρχει κατανόηση της ομιλίας από απόσταση άνω των 6 μέτρων.
- Ελαφριά βαρηκοΐα: εάν υπάρχει ελαφριά απώλεια ακοής 21 - 40dB, η ακουστική αυτή εξασθένιση δεν έχει καμία επιβλαβή συνέπεια για ένα κανονικό από διανοητικής απόψεως άτομο. Επισημαίνεται ενδεχομένως κάποια δυσκολία της ακοής της μακρινής ομιλίας. Υπάρχει κατανόηση της ομιλίας 4 – 6 μέτρα. Η περίπτωση αυτής της ακουστικής δυσλειτουργίας πρέπει να επισημανθεί το ταχύτερο δυνατό μέσα από μια επιτυχή διάγνωση. Η ακουστική οξύτητα πιθανόν να βελτιωθεί με τη χρήση ακουστικού, εάν η απώλεια πλησιάζει τα 40dB.
- Μέση βαρηκοΐα: υπάρχει ακουστική απώλεια 41 – 70dB. Σ' αυτή περίπτωση γίνεται αντιληπτή από το άτομο μόνο η ισχυρής ένταση της φωνής. Τη μέση βαρηκοΐα μπορούμε να την διακρίνουμε σε:
 - Ήπια βαρηκοΐα (41 – 55dB). Ένα άτομο με αυτή την ακουστική ανεπάρκεια αντιλαμβάνεται τον συνομιλητή του εάν αυτός δεν απέχει περισσότερο από 1 - 2 μέτρα. Σε περίπτωση διαλογικής συζήτησης το βαρήκοο άτομο έχει απώλεια 50% των λεγόμενων, εάν οι φωνές των συνομιλητών του είναι αμυδρές, οι δε ομιλητές βρίσκονται έξω από το πεδίο της ορατότητας του.
 - Έντονη βαρηκοΐα (56 – 70dB). Στην περίπτωση αυτή η προφορική επικοινωνία και κάθε μορφής συζήτηση θα πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερο τρόπο, εφόσον παρατηρούνται χαρακτηριστικές δυσκολίες σε όλες αυτές τις μορφές επικοινωνίας.
- Υψηλή βαρηκοΐα: υπάρχει ακουστική απώλεια 71 – 90dB. Ένα άτομο με υψηλή βαρηκοΐα πιθανόν ακούει μόνο δυνατή φωνή, που δεν απέχει περισσότερο από 0,25 μέτρα. Μπορεί επίσης να αναγνωρίζει ήχους του περιβάλλοντος, να διακρίνει τα φωνήεντα, όχι όμως τα σύμφωνα. Η χρήση ακουστικού είναι επιβεβλημένη.
- Κώφωση: υπάρχει ακουστική απώλεια από 91dB και πάνω (Κρουσταλάκης, 2005).

Ανάλογα με το βαθμό απώλεια της ακοής, όπως προκύπτει από το μέσο όρο του κατώτατου ορίου της ακοής στις βασικές συχνότητες 500, 1000 και 2000 HZ (PTA) διακρίνουμε τις εξής επιμέρους κατηγορίες βαρηκοΐας σε παιδιά (Northern&Downs, 1978):

- 15-30 dB HL= ελαφριά (mild)
- 31-50 dB HL= μέτρια (moderate)
- 51-80 dB HL= σοβαρή (severe)
- 81-100 dB HL= πολύ σοβαρή (profound)
- 100 dB HL+ = κώφωση (total deafness)

Σύμφωνα με τον Boothroyd, στο διάστημα 101-105 δεν έχουμε ολική κώφωση, αλλά πολύ μειωμένα ακουστικά υπολείμματα.

Οι αντίστοιχες κατηγορίες για τους ενήλικες είναι οι εξής (Roeser&Downs, 1988):

- 10 μέχρι 26 dB HL= φυσιολογική
- 27 μέχρι 40 dB HL= ελαφριά
- 41 μέχρι 55 dB HL= μέτρια
- 56 μέχρι 70 dB HL= μέτρια προς σοβαρή
- 71 μέχρι 90 dB HL= σοβαρή
- 91+ dB HL= πολύ σοβαρή
- 95+ dB HL= κώφωση

1.5 Αίτια βαρηκοΐας

Η βαρηκοΐα και η κώφωση εμφανίζονται εξαιτίας οργανικών ή λειτουργικών διαταραχών του ακουστικού οργάνου, του ακουστικού νεύρου ή του ακουστικού κέντρου. Τα αίτια των διαταραχών αυτών είναι κληρονομικά ή επίκτητα (Κυπριωτάκης, 2000).

Κληρονομικά αίτια

Μέσα στη πληθώρα των αιτιών που ευθύνονται για την εγκατάσταση βαρηκοΐας, μια ξεχωριστή θέση κατέχει η κληρονομικότητα. Η υπευθυνότητα της μέσα στο γενικότερο ποσοστό της βαρηκοΐας του πληθυσμού είναι μικρή. Η ακριβής οριοθέτηση της είναι δύσκολη. Οφείλεται σε γενετικές ανωμαλίες για τις οποίες ευθύνονται:

- Παθολογικά γονίδια.
- Γονιδιακές μεταλλάξεις που συμβαίνουν τυχαία από την επίδραση εξωγενών παραγόντων
- Συνδυασμός πολλών παθολογικών γονιδίων και περιβαλλοντικών παραγόντων.

Σε ότι αφορά τη στασιμότητα η εξέλιξη της βαρηκοΐας είναι δύσκολο να το προφητεύσει κάποιος. Αυτό για το οποίο μπορούμε να δώσουμε μια σχετική διαβεβαίωση είναι ότι στις περιπτώσεις που πρόκειται για συγγενή ανωμαλία (π.χ υποπλασία του κοχλίου) δεν αναμένεται περεταίρω επιβράδυνση της βαρηκοΐας. Όταν πρόκειται για διαγνωσμένη κληρονομική αιτία, τότε η γονιδιακή εντολή αφορά την ενεργοποίηση του εκφυλιστικού μηχανισμού στο ακουστικό όργανο, που είναι ταχύτερος στις όψιμες μορφές κληρονομικής βαρηκοΐας. Έτσι οι πρώιμες μορφές εξελίσσονται βραδέως και οι όψιμες ταχύτερα (Ηλιάδης-Μεταξά-Ψηφίδη, 1993)

Επίκτητα αίτια

Τα επίκτητα αίτια χωρίζονται σε προγεννητικά, περιγεννητικά και μεταγεννητικά αίτια.

1) Προγεννητικά αίτια:

Η βαρηκοΐα οφείλεται στην επίδραση εξωγενών παραγόντων κατά την ενδομήτρια ζωή. Κατά τους πρώτους τρεις ή τέσσερις μήνες της εγκυμοσύνης, δηλαδή κατά την διάρκεια του σταδίου ανάπτυξης του κοχλίου, η μητέρα είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στην ερυθρά και τον ιλαρά (Παπαφράγκου, 1996).

Άλλοι παράγοντες που μπορεί να προκαλέσουν βαρηκοΐα είναι: μεταβολικά νοσήματα της μητέρας (διαβήτης, νεφρίτιδα, υποθυρεοειδής), η τοξιναιμία της κύησης, η σύφιλη, η τοξοπλάσμωση, η χρήση φαρμάκων, επιπλοκές της εγκυμοσύνης, όπως και η κατάχρηση οινόπνευματος από τη μητέρα. Επιπλέον, το κάπνισμα και τα ναρκωτικά είναι δυνατόν να δημιουργήσουν ακουστική ανεπάρκεια (Κρουσταλάκης, 2005).

2)Περιγεννητικά αίτια:

Η βαρηκοΐα οφείλεται συνήθως σε προωρότητα ή τραυματισμό κατά τον τοκετό λόγω ενδοεγκεφαλικής ή ενδοκοχλιακής αιμορραγίας ή οιδήματος με συνέπεια την πρόκληση βλάβης στο κοχλιακό νεύρο. Επίσης η προωρότητα ευθύνεται για το 6 – 15% των περιπτώσεων της παιδικής βαρηκοΐας και είναι ένας σημαντικός παράγοντας κατάταξης στην κατηγορία των νεογνών υψηλού κινδύνου βαρηκοΐας (Mooges, F.D., 2007).

Η αδυναμία οξυγόνωσης των εγκεφαλικών κυττάρων (ανοξία ή υποξία) σε ένα εργώδη και παρατεταμένο τοκετό, η υπερβολική νάρκωση μπορεί να επιφέρει εκφυλισμό των νευρικών μηχανισμών, είναι επικίνδυνες καταστάσεις που συνήθως προξενούν κώφωση ή αλλοιώσεις στην ακουστική οξύτητα. Βλαβερές μπορεί να είναι επίσης οι επιδράσεις στον τομέα της ακουστικής λειτουργικότητας του παιδιού του παράγοντα της ασυμβατότητας μεταξύ του αίματος της μητέρας και του βρέφους (ασυμβατότητα Rhesus – αιμολυτική νόσος του νεογνού) (Κρουσταλάκης, 2005).

3)Μεταγεννητικά αιτια:

- Λοιμώξεις: οστρακιά, παρωτίτιδα, διφθερίτιδα, ιλαρά, πνευμονία, γρίπη, μηνιγγίτιδα, μέση ωτίτιδα κ.α. Σήμερα οι ασθένειες αυτές έχουν αντιμετωπισθεί αποτελεσματικά με την βοήθεια της προϊούσας ανοσοποίησης και την χρήση αντιβιοτικών.
- Χρήση φαρμάκων: στρεπτομυκίνη, νεομυκίνη, άλλα φάρμακα κυτταροστατικά, διουρητικά
- Τραυματικές βλάβες: μηχανικές κακώσεις του κροταφικού, κατάγματα του λιθοειδούς, χειρουργικά λάθη, διασεισεις, έντονους θορύβους από ήχους υψηλής συχνότητας.
- Φλεγμονές του μέσου αυτιού: ωτίτιδες, λαβυρινθίτιτα κ.α.
- Ψυχολογικοί, συναισθηματικοί παράγοντες: ενεργοποιούνται συνήθως σε επίπεδο ασυνείδητων διεργασιών και δημιουργούν καταστάσεις όπως η υστερική κώφωση (Κρουσταλάκης, 2005).

Ένας σημαντικός αριθμός περιπτώσεων παιδικής βαρηκοΐας (10 – 40%) κατατάσσεται στην κατηγορία της άγνωστης αιτιολογίας, μια και δεν προκύπτει ούτε από το ιστορικό ούτε από την κλινική και εργαστηριακή εξέταση κανένας γνωστός αιτιολογικός παράγοντας (Ζιάβρα, Σκευάς, 2009).

1.6 Πρεσβυακουσία

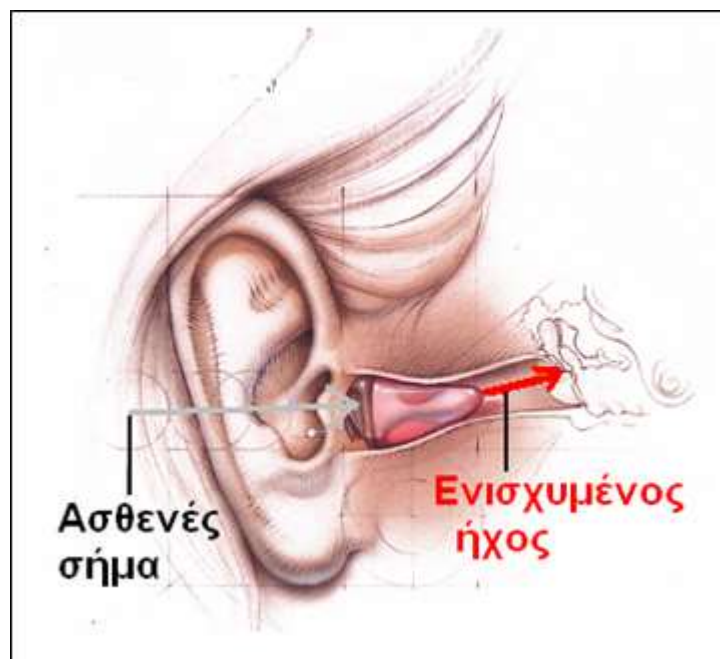
Η πρεσβυακουσία είναι η απώλεια ακοής που σχετίζεται με την ηλικία, και είναι η τρίτη πιο συχνή πάθηση στους ηλικιωμένους. Σύμφωνα με το Διεθνές Ινστιτούτο Κώφωσης, ένας στους τρεις ανθρώπους ηλικίας 65-74 και ένας στους δύο άνω των 75 έχουν απώλεια ακοής. Η πρεσβυακουσία είναι μια μορφή προοδευτικής νευροαισθητήριας βαρηκοΐας και είναι μόνιμη και μη αναστρέψιμη. Παρουσιάζεται όταν υπάρχει βλάβη στο ακουστικό νεύρο, όταν δηλαδή καταστρέφονται τα τριχοειδή κύτταρα του κοχλίου και έτσι μειώνεται η ακοή και η διακριτική ικανότητα. Παράλληλα με την μείωση της ακουστικής διάκρισης, μειώνεται η ικανότητα του ατόμου να διακρίνει τους ήχους υψηλής συχνότητας, οι οποίοι αποτελούν τα κύρια χαρακτηριστικά της ανθρώπινης ομιλίας. Η πρεσβυακουσία συμβαίνει σταδιακά και έτσι τα άτομα τρίτης ηλικίας μπορεί να αγνοήσουν την απώλεια ακοής, με συνέπεια να επιβαρύνεται και να δυσκολεύεται η καθημερινή τους ζωή.

Κεφάλαιο 2ο: Ακουστικό βαρηκοΐας

2.1 Τι είναι το ακουστικό βαρηκοΐας

Το ακουστικό βαρηκοΐας είναι μια μικρή ηλεκτρονική συσκευή που τοποθετείται μέσα ή πίσω από το αυτί για να βελτιώσει την ακοή του χρήστη. Όλα τα ακουστικά βαρηκοΐας, ανεξάρτητα από τον τύπο και το μέγεθος, έχουν τα ίδια βασικά εξαρτήματα:

- Μικρόφωνο, το οποίο επιλέγει τους ήχους από το περιβάλλον και τους μετατρέπει σε ηλεκτρικά σήματα
- Ενισχυτής, ο οποίος αυξάνει την ένταση των σημάτων που λαμβάνει το μικρόφωνο
- Δέκτης, ή αλλιώς ηχείο, που μετατρέπει τα ηλεκτρικά σήματα σε ακουστικά
- Μπαταρία, η οποία είναι η πηγή ενέργειας του ακουστικού. Τα ακουστικά χρειάζονται ειδικές μπαταρίες, που συνήθως διαρκούν 5 – 14 μέρες. Η διάρκεια ζωής της μπαταρίας εξαρτάται από το μέγεθος, τις ανάγκες του ασθενή και την χρήση της συσκευής.



Εικόνα (7) Λήψη και μετάδοση του ακουστικού σήματος από το περιβάλλον στον εγκέφαλο μέσω ακουστικού βαρηκοΐας

https://gelis.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=146:2011-02-01-12-21-51&catid=34:catotology&Itemid=53

2.2 Χρήση του ακουστικού για πρώτη φορά

Για να γίνει κάποιος για πρώτη φορά χρήστης ακουστικού βαρηκοΐας θα χρειαστεί να γνωρίζει ότι υπάρχει μία περίοδος στην οποία θα πρέπει το άτομο να συνηθίσει το ακουστικό. Το ακουστικό δεν αποκαθιστά την φυσιολογική ακοή, αλλά επαναφέρει ήχους τους οποίους ο χρήστης πιθανό να μην έχει ακούσει για μεγάλο χρονικό διάστημα. Όλοι αυτοί οι ήχοι αρχικά μπορεί να καταβάλλουν τον χρήστη, αλλά με την χρήση θα βελτιωθεί. Σταδιακά ο χρήστης θα μπορεί να εντοπίζει ήχους με τους οποίους δεν είναι εξοικειωμένος, να τους αναγνωρίζει και να τους συνηθίζει, ώστε να γίνουν ξανά και πάλι μέρος της καθημερινότητάς του.

Πέρα από τους ήχους, ένα ακόμα πρόβλημα είναι ότι ο χρήστης θα πρέπει να συνηθίσει την αίσθηση του ακουστικού στο αυτί του. Τις πρώτες μέρες ο χρήστης ίσως νιώσει μία πίεση στο αυτί ή την αίσθηση ότι ο ακουστικός πόρος είναι ασυνήθιστα ζεστός ή ακόμα και πόνο. Σε περίπτωση όμως που η χρήση του ακουστικού προκαλέσει μεγάλη δυσφορία συνίσταται η επικοινωνία με ειδικό ακοοπροσθετιστή.

Για αυτό τον λόγο θα πρέπει ο χρήστης να χρησιμοποιεί το ακουστικό με αργούς ρυθμούς, για μικρά και διακεκομμένα διαστήματα, για παράδειγμα λίγες ώρες σε περιστάσεις χωρίς θόρυβο και με λίγα άτομα. Επίσης φορώντας το ακουστικό σε διαφορετικά μέρη αποτελεί τον βέλτιστο τρόπο εξάσκησης, ο οποίος θα οξύνει ιδιαίτερα την ικανότητα του χρήστη να ξεχωρίζει ήχους μέσω αυτού.

2.3 Τύποι ακουστικών βαρηκοΐας

Τον ηλεκτρονικό μηχανισμό και τις ρυθμίσεις που θα γίνουν στο ακουστικό με το οποίο θα αποκατασταθεί η ακουστική ικανότητα ενός ατόμου το κανονίζει ο ακοοπροσθετιστής, βάσει του ακοογραφήματος και με τη χρήση ειδικού προγράμματος σε ηλεκτρονικό υπολογιστή υποδεικνύει το κατάλληλο ακουστικό και διαμορφώνει κατά περίπτωση ασθενούς τον προγραμματισμό του ασθενούς. Οι ασθενείς με καλή όραση και κινητικότητα μπορούν να επιλέξουν ακουστικό μέσα στο αυτί, επιλέγοντας το μέγεθος της αρεσκείας τους. Ενώ στα άτομα με ανεπαρκή όραση με μυοσκελετικές δυσκολίες χορηγούνται ακουστικά σωματικού τύπου, που αποτελούνται από ένα μικρό κουτί, που περιέχει μικρόφωνο, ενισχυτή, ένα καλώδιο με ένα μεγάφωνο και το εκμαγείο, διακόπτη λειτουργίας και ρυθμιστή έντασης. Τα ακουστικά διακρίνονται στα οπισθοτιμιαία, τα ενδοτιμιαία, τα μερικώς ενδοκαναλικά και τα πλήρως ενδοκαναλικά.

1) Οπισθωτιαία (Behind the ear, BTE)

Το οπισθωτιαίο ακουστικό τοποθετείται πίσω από το αυτί και μέσω ενός πλαστικού σωληνίσκου συνδέεται με τη θηλή του ακουστικού που προσαρμόζεται στον έξω ακουστικό πόρο του αυτιού. Το οπισθωτιαίο ακουστικό είναι χρήσιμο στις μικρές έως και τις μεγάλες βαρηκοΐες. Τα ηλεκτρονικά του περιέχονται σε μια μικρή θήκη που στηρίζεται εύκολα πάνω και πίσω από το πτερύγιο του αυτιού. Ο ήχος μεταβιβάζεται μέσα από το πλαστικό σωληνάκι που συνδέεται με τη θηλή του ακουστικού. Το οπισθωτιαίο ακουστικό φέρει μπαταρία, μπορεί να φέρει διακόπτη για την ρύθμιση της έντασης και την διακοπή λειτουργίας. Η θηλή του οπισθωτιαίου ακουστικού κατασκευάζεται από ειδικό πλαστικό, βάσει του εκμαγείου του έξω ακουστικού πόρου, στον οποίο θα εφαρμοστεί το ακουστικό. Το σωληνάκι με την πάροδο του χρόνου σκληραίνει. Η τοποθέτηση στο αυτί του ακουστικού πρέπει να γίνεται από τον ακοοπροσθετιστή, ο οποίος εκπαιδεύει το χρήστη πως θα το τοποθετεί ασφαλώς και χωρίς δυσκολία. Ο χρήστης επίσης εκπαιδεύεται στον τρόπο αλλαγής της μπαταρίας.



Εικόνα (8) Οπισθωτιαίο ακουστικό

<http://www.akoustikavarikoias.com/%CE%92%CE%B1%CF%81%CE%B7%CE%BA%CE%BF%CE%90%CE%B1>

2) Ενδωτιαία (In the ear)

Το ενδωτιαίο χρησιμοποιείται στις ήπιες έως σοβαρές βαρηκοΐες. Ο ηλεκτρονικός μηχανισμός περιέχεται εξ' ολοκλήρου μέσα στο ακουστικό, που ταιριάζει πλήρως στον έξω ακουστικό πόρο και την κόγχη του πτερυγίου του αυτιού. Ο ήχος μεταβιβάζεται στο αυτί από τον δέκτη μέσα στον έξω ακουστικό πόρο. Διαθέτει διακόπτη έντασης και χρειάζεται μεγαλύτερη ευκινησία δακτύλων, για την τοποθέτηση και αλλαγή της μπαταρίας σε σύγκριση με το οπισθοωτιαίο ακουστικό.



Εικόνα (9) Ενδοωτιαίο ακουστικό

<http://www.akoustikavarikoiias.com/%CE%92%CE%B1%CF%81%CE%B7%CE%BA%CE%BF%CE%90%CE%B1>

3) Μερικώς ενδοκαναλικό (In the canal)

Αυτός ο τύπος ακουστικού είναι ο μικρότερος σε μέγεθος που υπάρχει μέχρι σήμερα. Χρησιμοποιείται στις ήπιες έως τις μετρίως σοβαρές βαρηκοΐες. Ο ηλεκτρονικός μηχανισμός περιέχεται εξ' ολοκλήρου μέσα στο ακουστικό, που ταιριάζει πλήρως στο στόμιο του έξω ακουστικού πόρου και τον έξω ακουστικό πόρο. Ο ήχος μεταβιβάζεται στο αυτί από τον δέκτη μέσα στον έξω ακουστικό πόρο. Η ένταση ρυθμίζεται με μικρότερους ελέγχους και είναι λιγότερο ορατό από το ενδοωτιαίο.



Εικόνα (10) Μερικώς ενδοκαναλικό ακουστικό

<http://www.akoustikavarikoias.com/%CE%92%CE%B1%CF%81%CE%B7%CE%BA%CE%BF%CE%90%CE%B1>

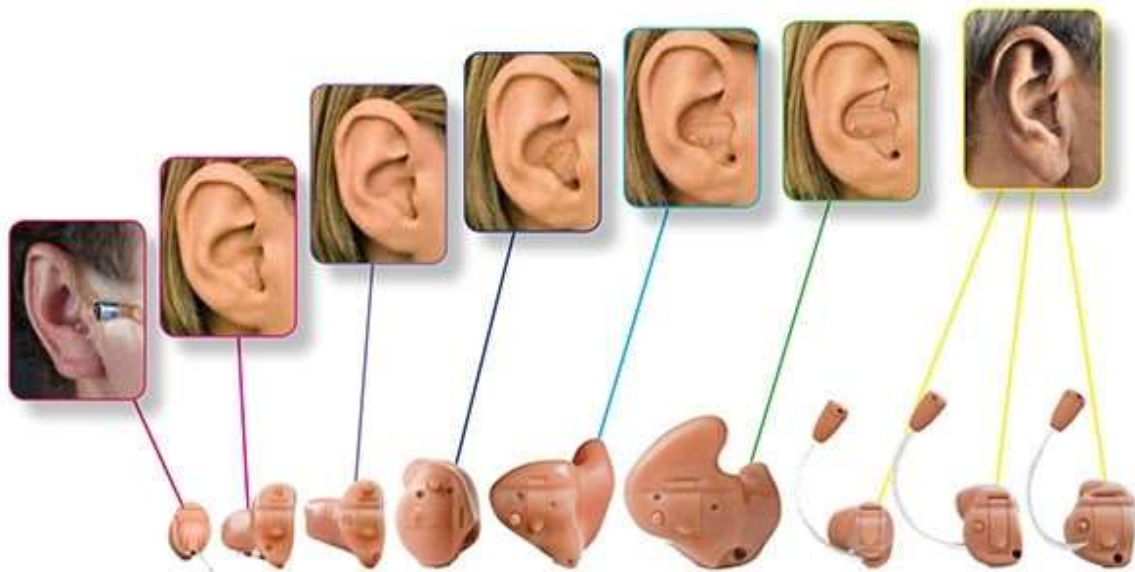
4) Πλήρως ενδοκαναλικό (Completely in the canal)

Χρησιμοποιείται στις ήπιες έως τις μετρίως σοβαρές βαρηκοΐες. Ο ηλεκτρονικός μηχανισμός περιέχεται εξ' ολοκλήρου μέσα στο ακουστικό, που ταιριάζει πλήρως στον έξω ακουστικό πόρο. Ο δέκτης υπάρχει μέσα στον έξω ακουστικό πόρο. Δεν υπάρχει διακόπτης ρύθμισης της έντασης. Είναι σχεδόν αόρατο στο αυτί. Ο τρόπος αφαίρεσης του ακουστικού από την κοιλότητα του αυτιού γίνεται με την βοήθεια μιας μικρής ενσωματωμένης πετονιάς η οποία το τραβάει προς τα έξω. Το ενδοκαναλικό ακουστικό του δεξιού αυτιού έχει κόκκινο χρώμα, ενώ του αριστερού μπλε.



Εικόνα (11) Πλήρες ενδοκαναλικό ακουστικό

<http://www.akoustikavarikoias.com/%CE%92%CE%B1%CF%81%CE%B7%CE%BA%CE%BF%CE%90%CE%B1>



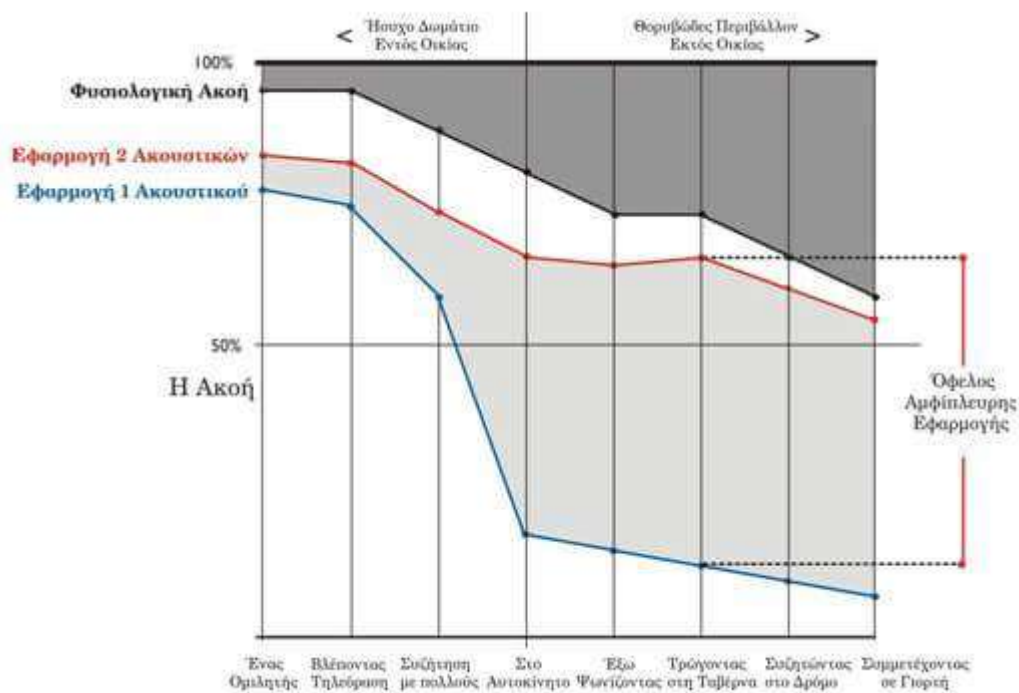
Εικόνα (12) Διάφοροι τύποι ακουστικών ανάλογα με την κατηγορία τους
<http://www.akoustikavarikoias.com/%CE%92%CE%B1%CF%81%CE%B7%CE%BA%CE%BF%CE%90%CE%B1>

2.4 Εφαρμογή ακουστικού βαρηκοΐας και στα δύο αυτιά

Όταν υπάρχει βλάβη και στα δύο αυτιά συνιστάται η χρήση δύο ακουστικών, ένα για το κάθε αυτί ξεχωριστά ώστε να αποκατασταθεί η ακοή ταυτόχρονα.

Έχει παρατηρηθεί ότι σε ποσοστό 80% των ατόμων με βαρηκοΐα, η βλάβη εντοπίζεται και στα δύο αυτιά ταυτοχρόνως. Σε ένα άτομο με κανονική ακοή, τα ακουστικά ερεθίσματα προσλαμβάνονται την ίδια χρονική στιγμή και από τα δυο αυτιά όπου γίνεται παράλληλη επεξεργασία των ηχητικών πληροφοριών των σημάτων που λαμβάνονται από το δεξί και αριστερό αυτί, αντίστοιχα, από την ακουστική οδό μέχρι και τον εγκέφαλο.

Σύμφωνα με την έρευνα των Noble και Gatehouse που δημοσιεύθηκε στο PubMed το 2006 σε 144 άτομα που συμμετείχαν στην έρευνα, παρατηρήθηκε ότι οι συμμετέχοντες με τη χρήση ενός ακουστικού βαρηκοΐας είχαν σημαντική βελτίωση της επικοινωνίας σε ήσυχο περιβάλλον χωρίς έντονο περιβαλλοντικό θόρυβο με ένα ή δυο συνομιλητές, σε αντίθεση με ηχητικά περιβάλλοντα υψηλότερης δυσκολίας όπως εξωτερικοί χώροι και θορυβώδεις συγκεντρώσεις. Όμως η χρήση των δύο ακουστικών βαρηκοΐας (ή αλλιώς η αμφίπλευρη ενίσχυση ακοής) παρουσίασε σημαντική βελτίωση στην ποιότητα επικοινωνίας των συμμετεχόντων στην έρευνα και στα δύο περιβάλλοντα.



Γράφημα (1) Ακουστική ικανότητα με εφαρμογή μονού και διπλού ακουστικού ανάλογα με τον θόρυβο του περιβάλλοντος

<http://www.pikasishearing.gr/index.php/hearing-aids-2/monaural-binaural>

Στο γράφημα (1) βλέπουμε την διαμόρφωση της ακουστικής ικανότητας και της διάκρισης της ομιλίας σε διαφορετικά ακουστικά περιβάλλοντα κατά την φυσική ακοή, και με την αποκατάσταση ακοής μέσω ενός ή δύο ακουστικών βαρηκοΐας. Όπως προκύπτει η διαφορά μονόπλευρης και αμφίπλευρης εφαρμογής είναι πολύ πιο έντονη όσο πιο θορυβώδες και πολύπλοκο ηχητικά είναι το περιβάλλον ακοής στο οποίο βρισκόμαστε.

Κεφάλαιο 3ο: Ανάλυση του κυκλώματος

3.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στα ηλεκτρονικά εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν. Επίσης, θα γίνει ανάλυση του κυκλώματος με όλα τα επιμέρους κομμάτια. Τέλος θα αναφερθούν οι δυσκολίες που προέκυψαν καθώς και οι τρόποι αντιμετώπισής τους.

3.2 Το Κύκλωμα

Αρχικά έχουμε την είσοδο του σήματος στο μικρόφωνο, το οποίο ενισχύεται για πρώτη φορά στο τρανζίστορ (τρανζίστορ σαν προενισχυτής). Έπειτα υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης της έντασης με το ποτενσιόμετρο, και τέλος υπάρχει μία δεύτερη ενίσχυση στο ολοκληρωμένο κύκλωμα.

Για την κατασκευή του ακουστικού χρησιμοποιήθηκε το ολοκληρωμένο κύκλωμα TDA2822M το οποίο είναι ένα χαμηλής έντασης ενισχυτής ήχου που περιέχει δύο τελεστικούς ενισχυτές, 8 pin, έχει χαμηλή παραμόρφωση σήματος (crossover distortion), χαμηλό ρεύμα ηρεμίας (quiescent current) και μπορεί να λειτουργήσει από 3-15V. Επίσης έχει ευρύ κέρδος και χρησιμοποιείται σε ακουστικά συστήματα, προενισχύσεις, ενισχύσεις φορητών ακουστικών, και άλλα. Σε αυτήν την περίπτωση το χρησιμοποιώ σε λειτουργία γέφυρας. Και στην συνέχεια το σήμα πηγαίνει στο ακουστικό.

Για την τροφοδοσία χρησιμοποιήθηκε μπαταρία λιθίου 3V

Στην έξοδο έχουμε ένα φίλτρο του ήχου χρησιμοποιώντας τις αντιστάσεις R6 και R7, και τους πυκνωτές C8 και C7.

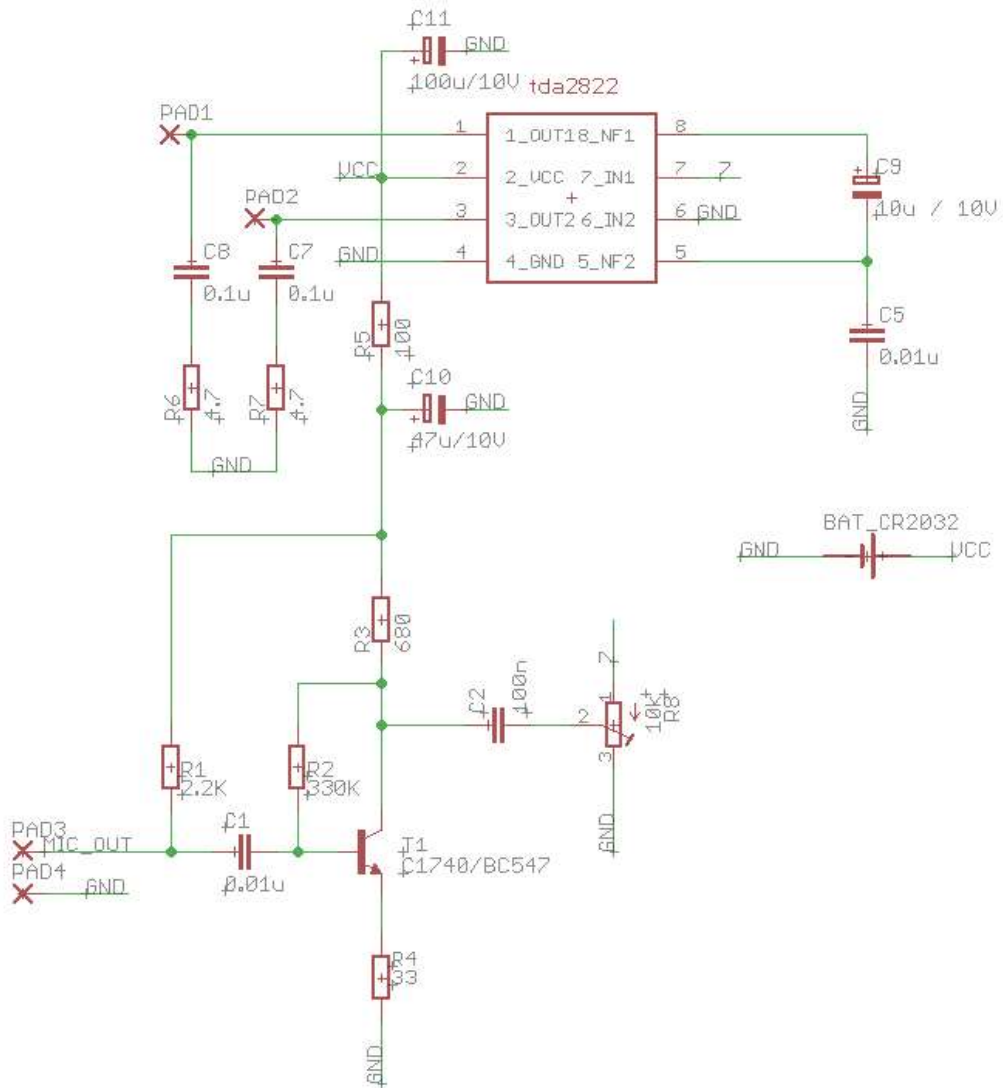
8-DIP



- | | |
|-------------------------|-------------------|
| 1.OUTPUT(1) | 5.INPUT(2) |
| 2.SUPPLY VOLTAGE | 6.INPUT(2) |
| 3.OUTPUT(2) | 7.INPUT(1) |
| 4.GROUND | 8.INPUT(1) |

Εικόνα (13) TDA2822M

<http://www.datasheetcafe.com/tda2822m-datasheet-audio-amplifier/>



Σχήμα (1) Το κύκλωμα του ακουστικού βαρηκοΐας

3.3 Τρανζίστορ σαν ενισχυτής

Για το ακουστικό βαρηκοΐας χρησιμοποιήθηκε το τρανζίστορ BC547, το οποίο γνωρίζουμε από τα datasheet ότι έχει $\beta=800$ V/V

Η τροφοδοσία του κυκλώματος γίνεται με την μπαταρία, άρα $V_{cc}=3V$

Για την επιθυμητή ενίσχυση στο τρανζίστορ χρησιμοποιήθηκε στην τάση του συλλέκτη η μισή τάση της τροφοδοσίας, άρα $V_c=1.5V$

Για την R_c θέτουμε μία τιμή 680 ohm

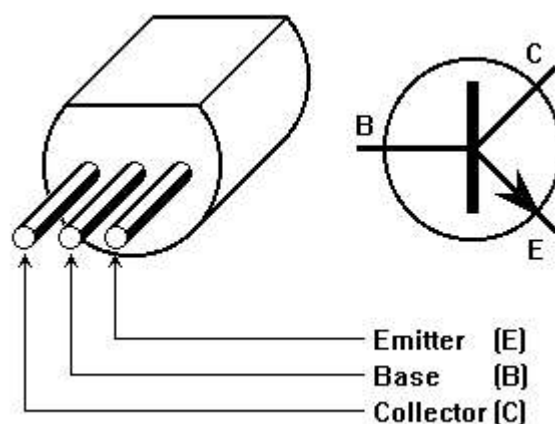
Έτσι μπορούμε να υπολογίσουμε:

$$V_c = V_{cc} - I_c * R_c \Rightarrow I_c = 2.1mA$$

$$I_B = I_c / \beta = 2.6\mu A$$

$$R_f = (V_c - V_b) / I_B = 304.8K$$

Μετά από δόκιμες αποδείχτηκε ότι για να πετύχουμε την επιθυμητή ενίσχυση χρειάστηκε να χρησιμοποιήσουμε αντίσταση 330K



Εικόνα (14) BC547

<https://www.pinterest.com/pin/354236326914550172/>

3.4 Πίνακας υλικών

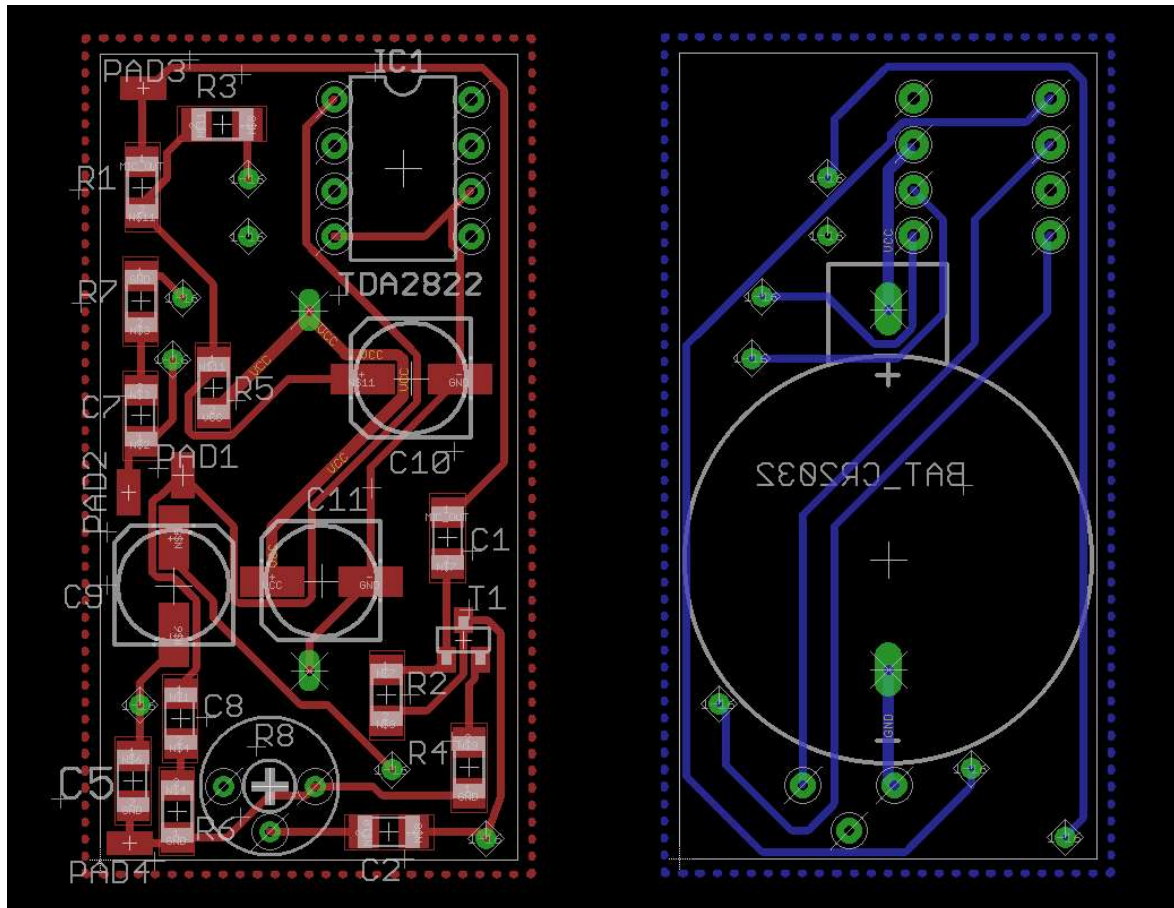
RefDes	Name	Value	Description
R1	RESISTOR	2.2K	RES 2.20K OHM 1/16W 0.1% 0603
R2	RESISTOR	330K	RES 330K OHM 1/10W 5% 0603 SMD
R3	RESISTOR	680	RES 680 OHM 1/10W 5% 0603 SMD
R4	RESISTOR	33	RES 33 OHM 1/10W 5% 0603 SMD
C1	NON POLARIZED	0.01uF	CAP CER 10000PF 10V 10% X5R 0201
J1	NPN	BC547	TRANSISTOR NPN 45V 100MA TO-92
C2	NON POLARIZED	0.1uF	CAP FILM 0.1UF 100VDC 1812
C10	POLARIZED	47uF	450-1598-ND
R5	RESISTOR	100	RES 100 OHM 1/10W 5% 0603 SMD
R8	VARIABLE	10K	TRIMMER 10K OHM 0.15W SMD
C9	POLARIZED	10uF	CAP ALUM 10UF 10V 20% SMD
C5	NON POLARIZED	0.01uF	CAP CER 10000PF 10V 10% X5R 0201
IC1	AMPLIFIER		IC AMP AUDIO DUAL LOW VOLT 8MDIP
C11	POLARIZED	100uF	CAP ALUM 100UF 10V 20% SMD
R6	RESISTOR	4.7	RES 4.7 OHM 1/10W 5% 0603 SMD
R7	RESISTOR	4.7	RES 4.7 OHM 1/10W 5% 0603 SMD

C7	NON POLARIZED	0.1uF	CAP FILM 0.1UF 100VDC 1812
C8	NON POLARIZED	0.1uF	CAP FILM 0.1UF 100VDC 1812
PAD1,2	SPEAKER		
MIK	MICROPHON E		MIC COND ANALOG OMNI - 45DB

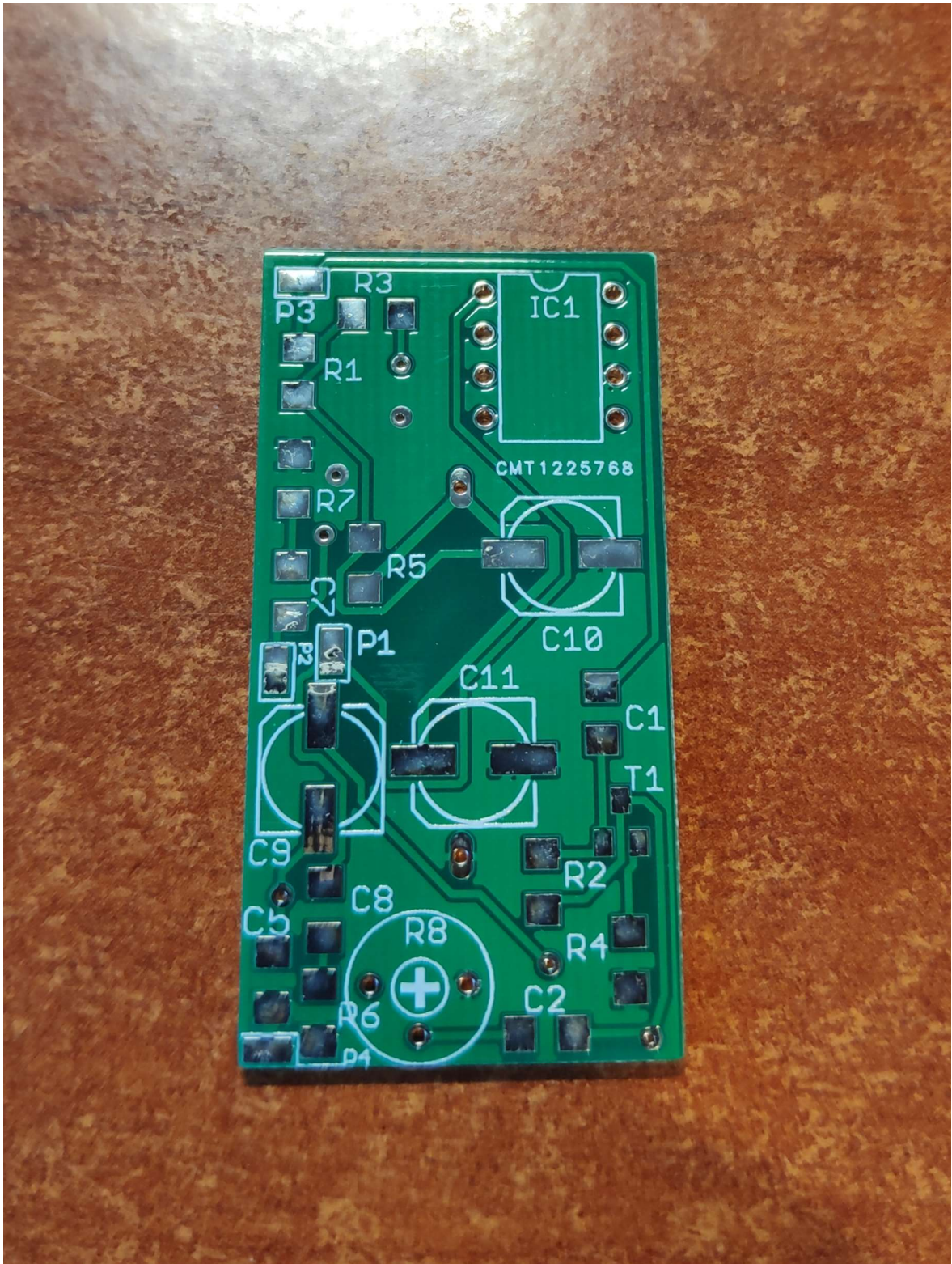
Πίνακας (1) Πίνακας υλικών

3.5 Πλακέτα

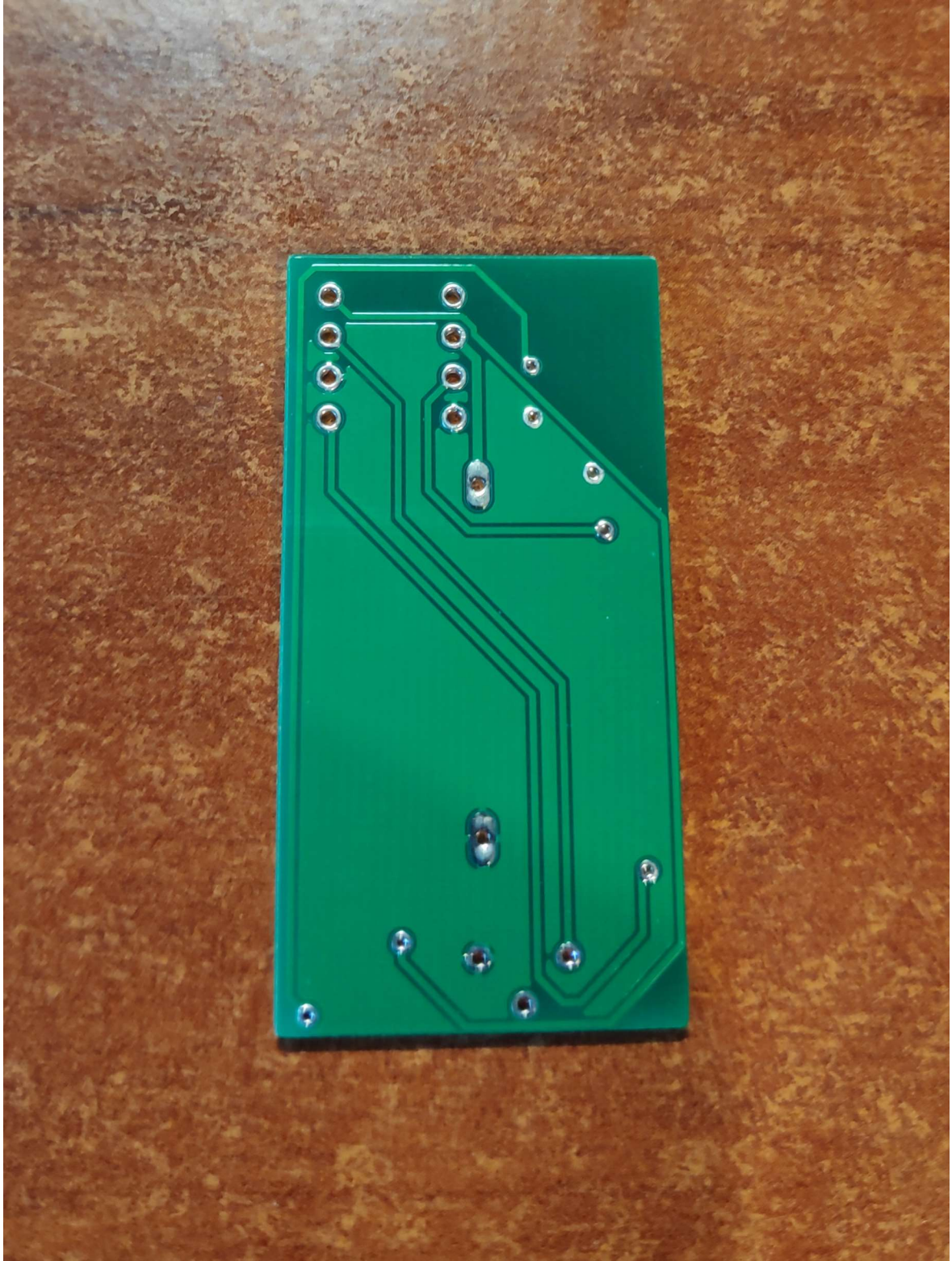
Η πλακέτα του ακουστικού έχει διαστάσεις 23 χιλιοστά πλάτος και 44 χιλιοστά μήκος. Όπως φαίνεται στην εικόνα 15 η μπαταρία είναι ο λόγος για το μέγεθος της πλακέτας επειδή έχει διαστάσεις 20 χιλιοστά και δυστυχώς δεν μπορούσε να γίνει μικρότερη.



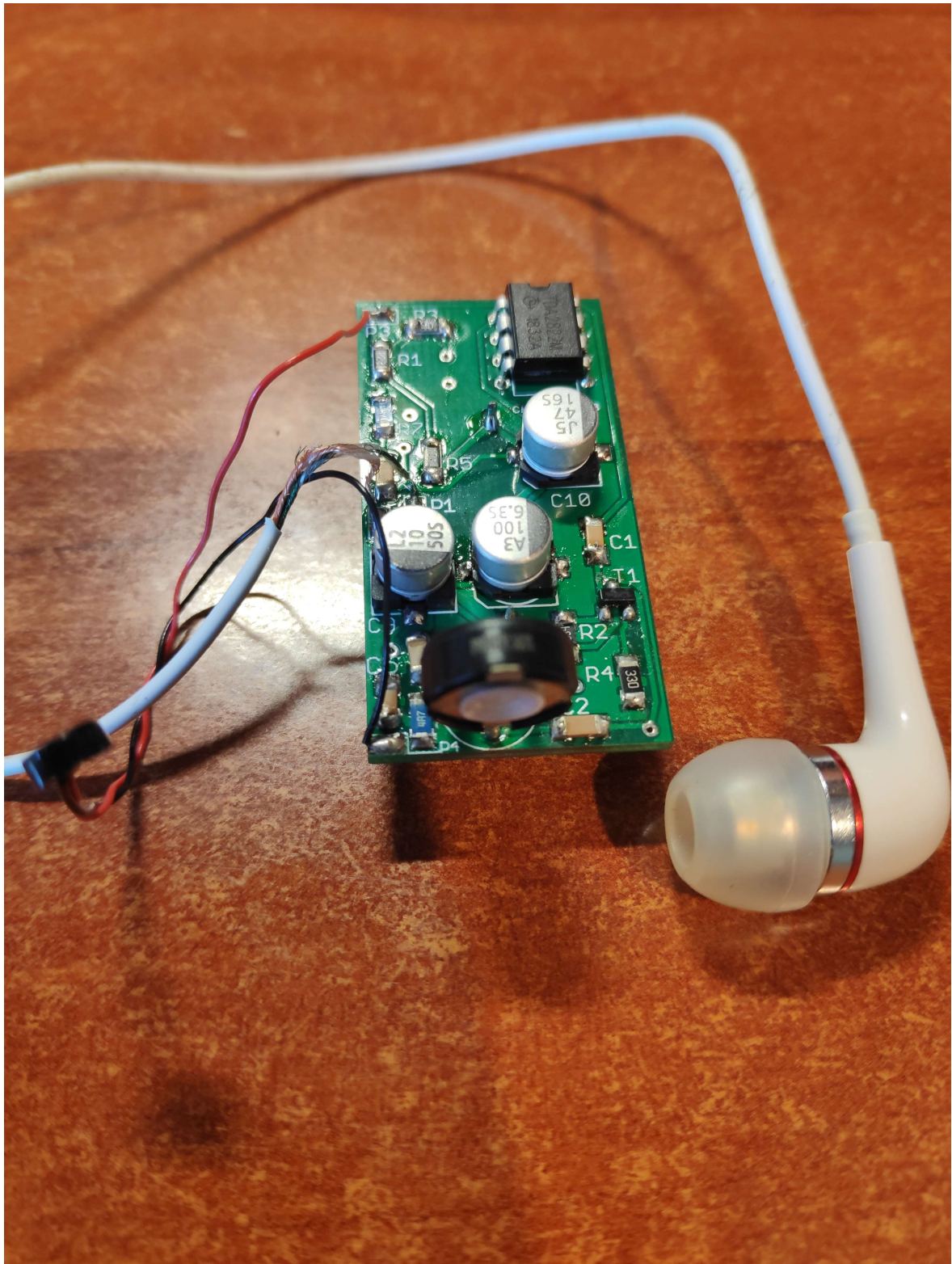
Εικόνα (15) Όψη σχεδίασης πλακέτας
Αριστερά, πάνω μέρος (κόκκινο)
Δεξιά, κάτω μέρος (μπλε)



Εικόνα (16) Πάνω όψη πλακέτας



Εικόνα (17) Κάτω όψη πλακέτας

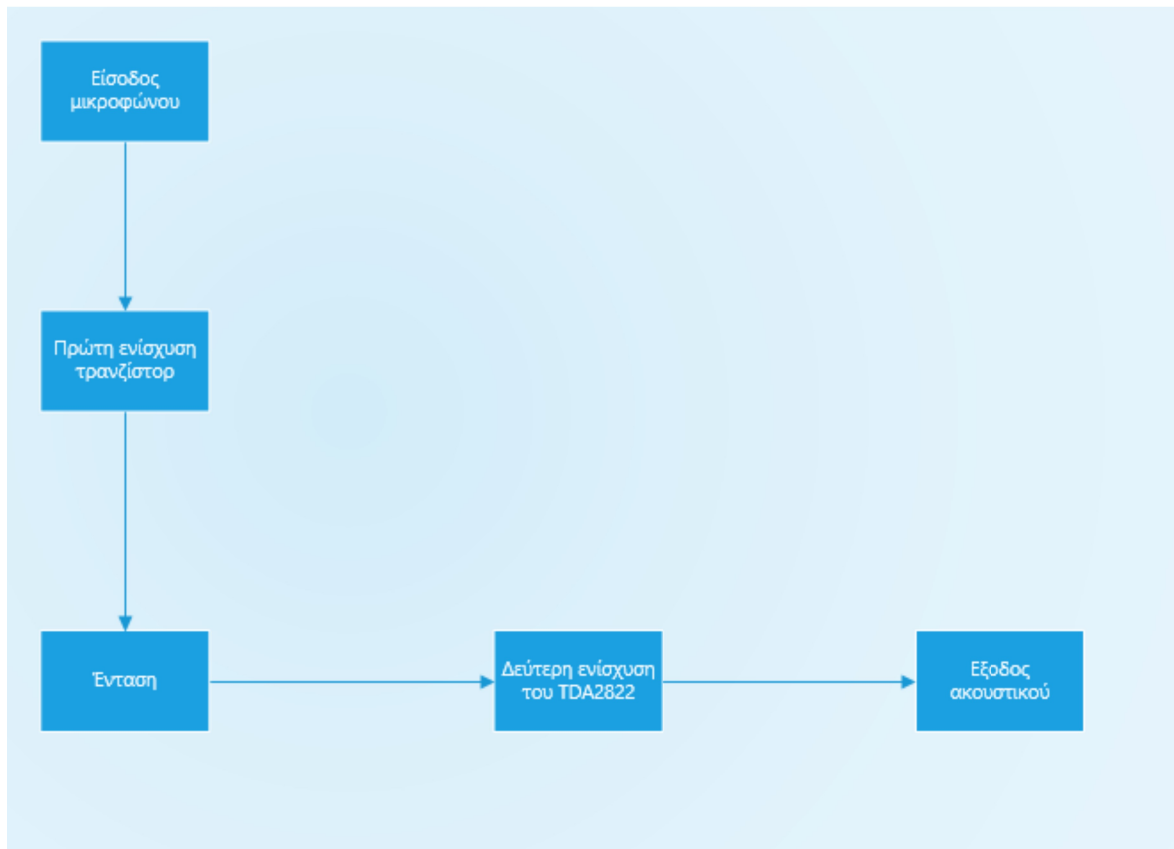


Εικόνα (18) Ολοκληρωμένη πάνω όψη πλακέτας



Εικόνα (19) Ολοκληρωμένη κάτω όψη πλακέτας

3.6 Block διάγραμμα



Κεφάλαιο 4ο: Το ακουστικό της εργασίας

4.1 Συμπεράσματα

Η κατασκευή του συγκεκριμένου ακουστικού βαρηκοΐας είναι μία οικονομική λύση στην αντιμετώπιση της βαρηκοΐας. Τα ακουστικά βαρηκοΐας που κυκλοφορούν στο εμπόριο μπορούν να ξεπεράσουν ακόμα και τα 5000 ευρώ, ανάλογα με την τεχνολογία που έχει χρησιμοποιηθεί. Οι περισσότεροι ασφαλιστικοί φορείς δεν καλύπτουν το κόστος των ακουστικών βαρηκοΐας και αυτό είναι ένας σοβαρός παράγοντας που εμποδίζει τα άτομα με βαρηκοΐα να ζητήσουν βοήθεια.

Πιο συγκεκριμένα, στην χώρα μας, δεν υπάρχει κάποια επιδότηση από το κράτος για το κόστος του έλεγχου του βαθμού βαρηκοΐας, ούτε για την προμήθεια της συσκευής.

Επίσης τα άτομα με βαρηκοΐα δεν έχουν ίσες ευκαιρίες στην αναζήτηση εργασίας όπως ένα άτομο με υγιή ακοή. Πολλές θέσεις εργασίας βασίζονται στην ακοή, αλλά ακόμα και στην πρώτη συνέντευξη η ακοή παίζει σημαντικό ρόλο στην επίδοση του υποψήφιου εργαζομένου.

Τέλος, το ακουστικό της εργασίας θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει στην εξοικείωση νέων χρηστών με την αίσθηση της ακοής πριν περάσουν σε ένα ακριβό ακουστικό το οποίο θα είναι πιο διακριτικό, αλλά θα τους καταβάλει. Στην κατασκευή, ο ήχος καταλήγει σε ακουστικό το οποίο έχει εύκολη εφαρμογή στο αυτί και οι χρήστες δεν χρειάζονται ειδική εκπαίδευση. Ακόμα, στα πρώτα στάδια της χρήσης της συσκευής, αν ο χρήστης νιώσει ενοχλημένος από όλους τους καινούριους ήχους που αντιλαμβάνεται με το ακουστικό, ή σε περίπτωση ξαφνικού δυνατού θορύβου, μπορεί πολύ εύκολα και γρήγορα να αφαιρέσει το ακουστικό.

Άρα, αυτό το ακουστικό βαρηκοΐας είναι ιδανικό για άτομα που ψάχνουν μία φθηνή λύση, και στην ομαλή μετάβαση προς ένα πιο εξελιγμένο ακουστικό.

4.2 Βελτιώσεις

Υπάρχουν αρκετοί τρόποι που θα μπορούσε να βελτιωθεί η κατασκευή, και κυρίως στο hardware κομμάτι.

Αρχικά το μέγεθος της μπαταρίας που χρησιμοποιήθηκε μεγάλωσε σημαντικά την πλακέτα. Η πρώτη σχεδίαση που έκανα ήταν με μπαταρία 10 χιλιοστών, αλλά δεν κατάφερα να την βρω στο εμπόριο και αναγκαστικά χρησιμοποίησα την μικρότερη που βρήκα που ήταν 3V με μέγεθος 20 χιλιοστών. Αυτό αμέσως διπλασίασε τον όγκο της κατασκευής και συνεπώς δεν ήταν δυνατόν να γίνει ενδωτιαίο όπως αρχικά σχεδίαζα.

Μία ακόμη σημαντική βελτίωση είναι η εύκολη ρύθμιση της έντασης. Ο τρόπος κάλυψης και προστασίας του κυκλώματος εμποδίζει την ρύθμιση της έντασης, αλλά αυτό μπορεί εύκολα να επιλυθεί με την κατάλληλη θήκη.

Ένα τελευταίο πρόβλημα με την κατασκευή είναι ο δύσχρηστος τρόπος αφαίρεσης της μπαταρίας. Μία λύση είναι η αντικατάσταση της βάσης μπαταρίας που χρησιμοποιήθηκε με μία που θα είναι πιο προσβάσιμη στον χρήστη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Σκευάς, Α. (1998). «Επίτομη Ωτορινολαρυγγολογία», Ιωάννινα
- Παπαφράγκου, Κ. (1996). «Ακοολογία», Αθήνα, Έκδοση από Μαυρομάτη.
- Μπαλατσούρας, Δ., Καμπέρος, Α. (2000). «Ανατομική Κεφαλής και Τραχήλου με Στοιχεία Εμβρυολογίας», Αθήνα, Εκδόσεις Γρηγόριος Παρισιάνος.
- Guyton, A.C (2009). «Φυσιολογία του Ανθρώπου», πρόλογος Κούβελας Η., μτφ: Ευαγγέλου Α., Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσα.
- Ζιάβρα, Ν., Σκευάς, Α. (2009). «Ωτορινολαρυγγολογία Στοιχεία Ανατομίας Φυσιολογίας και Παθολογίας», Θεσσαλονίκη, University Studio Press.
- Κρουσταλάκης, Γ. (2005). «Παιδιά με ιδιαίτερες ανάγκες στην οικογένεια και το σχολείο», Αθήνα, Εκδόσεις Όφσετ.
- Jerry L. Northern and Marion P. Downs (1978) «Hearing in Children»
- RJ Roesen, MP Downs (1988) «Auditory disorders in school children»
- Κυπριωτάκης, Α. (2000). «Τα ειδικά παιδιά και η αγωγή τους», Αθήνα, Εκδόσεις Γρηγόρη
- Ηλιάδης, Θ., Μεταξά, Σ., Ψηφίδη, Α. (1993) «Διαταραχές ακοής και ομιλίας στα παιδιά, Αιτιολογία – Διάγνωση – Αντιμετώπιση», Θεσσαλονίκη, University Studio Press
- Moores, D.F., (2007) «Εκπαίδευση και κώφωση ψυχολογική προσέγγιση, αρχές και πρακτικές, Αθήνα, Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα»
- William Noble, Stuart Gatehouse (2006) «Effects of bilateral versus unilateral hearing aid fitting on abilities measured by the Speech, Spatial, and Qualities of Hearing Scale (SSQ)»
- Albert Malvino, David J. Bates (7η Έκδοση) «Ηλεκτρονική. Εκδόσεις Τζιόλα»