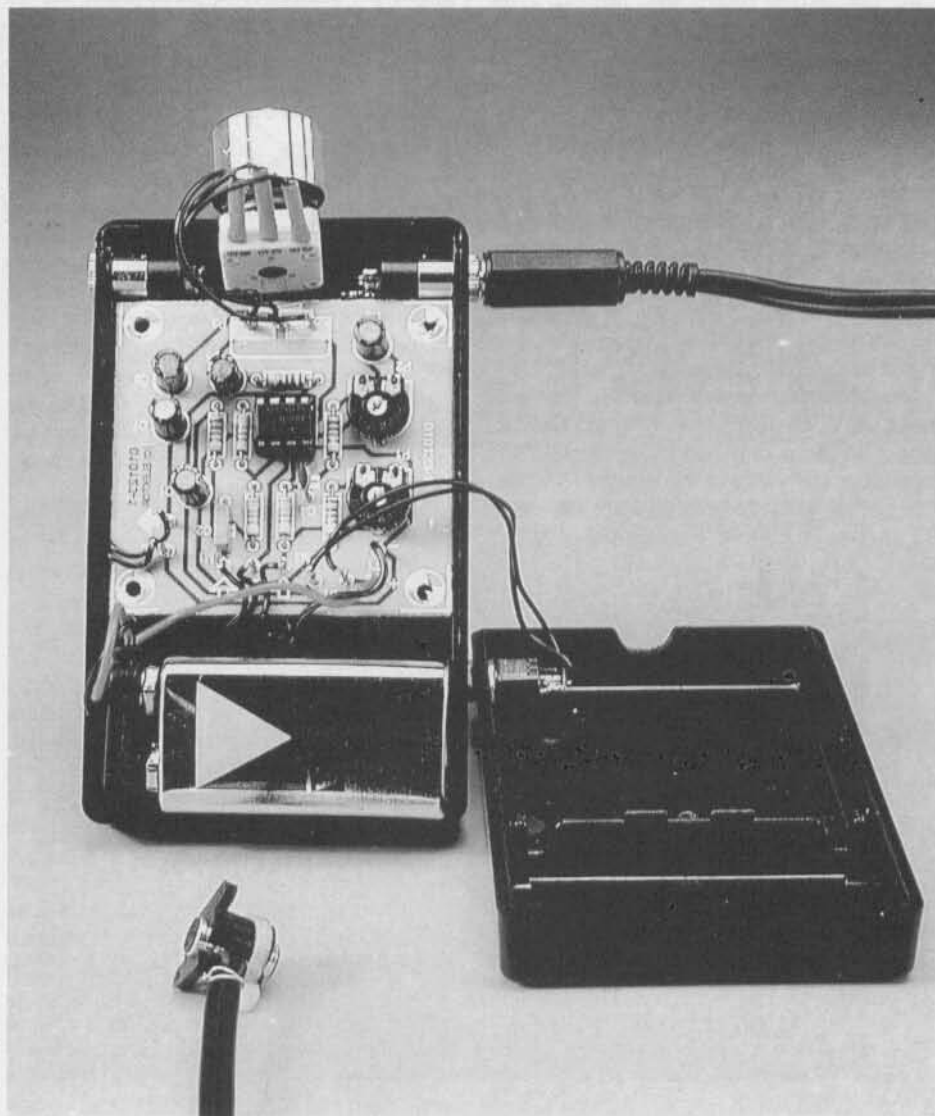


Κατευθυντικό μικρόφωνο

για πιο 'ήπια' μουσικά όργανα και όχι μόνο

σχεδίαση K Rohwer

Τα πνευστά, συγκρινόμενα με τα υπόλοιπα όργανα μιας ορχήστρας παράγουν συνήθως πιο ασθενή ήχο. Εάν δοκιμάσετε να δυναμώσετε τον ενισχυτή θα έχετε ακουστική ανάδραση. Αυτό λοιπόν που πραγματικά χρειάζεται, είναι ένα μικρόφωνο με υψηλή κατευθυντική απόκριση.



Τα μικρόφωνα τα οποία παρουσιάζουν σε όλες τις κατευθύνσεις την ίδια ευαισθησία, έχουν σφαιρική ή πανκατευθυντική εικόνα απόκρισης. Τα μικρόφωνα αυτά ανταποκρίνονται στις μεταβολές της πίεσης οι οποίες εκπροσωπούν τον ήχο. Η πίεση είναι ένα μέγεθος το οποίο δεν παρουσιάζει καμίας μορφής κατευθυντικότητα, οπότε ένα μικρόφωνο με σφαιρική απόκριση μπορεί κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί και σαν μορφοτροπέας πίεσης (Σχήμα 1a).

Μία εναλλακτική μορφή είναι ο κλιμακωτός μορφοτροπέας πίεσης. Η κλίση της πίεσης η οποία είναι η παράγωγος της πίεσης σε σχέση με την απόσταση, αποτελεί ένα κατευθυντικό μέγεθος: φθάνει την μέγιστη τιμή της στην κατεύθυνση της πηγής του ήχου, είναι δε μηδενική στην κατεύθυνση, κάθετη προς αυτή και στην αντίθετη κατεύθυνση μειοποιείται και πάλι, αλλά με αρνητικό αυτή τη φορά πρόσημο. Ένα μικρόφωνο το οποίο είναι καθαρά κλιμακωτός μορφοτροπέας πίεσης παρουσιάζει απόκριση που εξαρτάται από την γωνία σε σχέση με την πηγή του ήχου και η εικόνα απόκρισης έχει σχήμα που μοιάζει με τον αριθμό οκτώ (Σχήμα 1 d).

Τα περισσότερα μικρόφωνα έχουν μία χαρακτηριστική η οποία βρίσκεται κάπου μεταξύ των δύο παραπάνω άκρων. Μέσα από συνδυασμό της πανκατευθυντικής απόκρισης με αυτή του σχήματος οκτώ σε διάφορες αναλογίες, είναι δυνατόν να προκύψει μία απόκριση με μέγιστο σε μία συγκεκριμένη κατεύθυνση, η καλούμενη καρδιοειδής χαρακτηριστική (Σχήμα 1b). Στην περίπτωση όπου εκτός του μεγίστου στην κατεύθυνση της πηγής

παρουσιάζεται και ένα μικρότερο μέγιστο στην αντίθετη κατεύθυνση, έχουμε την καλούμενη υπερ-καρδιοειδή εικόνα απόκρισης (Σχήμα 1c).

Δύο σφαιρικά = ένα υπερ-καρδιοειδές

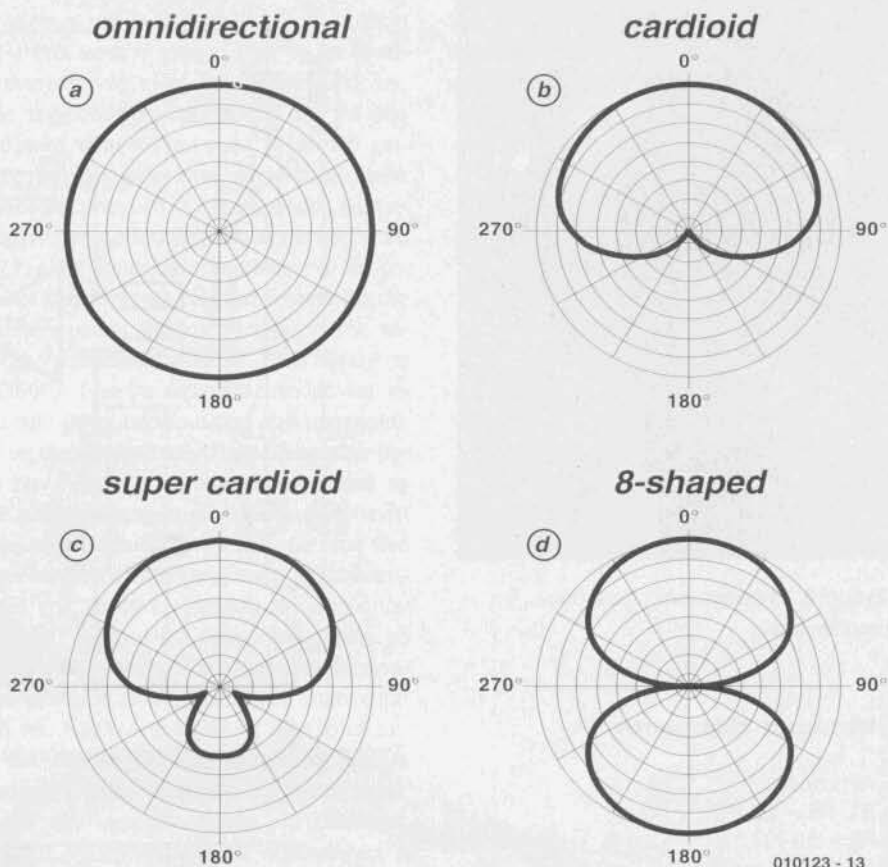
Πως μπορούμε να κατασκευάσουμε ένα κλιμακωτό μορφοτροπέα πίεσης; Πάρτε δυο μορφοτροπείς πίεσης, τοποθετήστε τους σε μικρή απόσταση τον ένα από τον άλλο (διαφορετικά δεν πρόκειται να δουλέψει) και πάρτε την διαφορά των σημάτων από την έξοδο τους. Σαν μορφοτροπέας πίεσης μπορεί να λειτουργήσει οποιοδήποτε μικρόφωνο, εφ' όσον ο ήχος δεν φτάνει στο πίσω μέρος της μεμβράνης του. Μια κάψα μικροφώνου τύπου electret για παράδειγμα μπορεί να κάνει μια χαρά την δουλειά.

Η απόσταση μεταξύ των μικροφώνων δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλη. Στην περίπτωση στην οποία η απόσταση μεταξύ των μεμβρανών είναι ίση με το μισό του μήκους κύματος του ήχου, τα δύο σήματα πίεσης θα βρίσκονται σε διαφορά φάσης ακριβώς 180°. Εάν τα σήματα αυτά οδηγηθούν στην συνέχεια σε ένα διαφορικό ενισχυτή αντί το ένα να ενισχύει το άλλο, θα αλληλοαναιρούνται. Είναι βέβαια προφανές ότι σε υψηλότερες συχνότητες, το μικρόφωνο γίνεται λιγότερο κατευθυντικό.

Ο υπογράφων το άρθρο κατασκεύασε ένα μικρόφωνο σύμφωνα με τις παραπάνω αρχές, το οποίο διαθέτει ένα κατάλληλο προενισχυτή που επιτρέπει την μίξη των σημάτων από τις δύο κάψουλες σε μεταβαλλόμενο ποσοστό. Με τον τρόπο αυτό, η τελική χαρακτηριστική κατευθυντικότητας του μικροφώνου καθίσταται ρυθμιζόμενη.

Στο Σχήμα 2 περιγράφεται η κατασκευή του μικροφώνου. Οι δύο κάψουλες τοποθετούνται μέσα σε ένα ελαστικό σωλήνα (ο οποίος διατίθεται μαζί με τα μικρόφωνα), αφού πρώτα αυτός κοπεί κατά μήκος με την βοήθεια ενός ξυραφιού. Μεταξύ των δύο μικροφώνων και για να μονωθούν οι ηλεκτρικές τους συνδέσεις, τοποθετείται ένας μικρός πλαστικός δίσκος ο οποίος προκύπτει από το τρύπημα μίας ζελατίνης με την βοήθεια ενός κοινού διακορευτή γραφείου. Οι εμπρόσθιες όψεις των μικροφώνων βρίσκονται σε μία μεταξύ τους απόσταση 15 mm περίπου, απ' όπου προκύπτει μία συχνότητα αποκοπής της χαρακτηριστικής κατευθυντικότητας γύρω στα 11 KHz. Πάνω από τα 11 KHz το μικρόφωνο είναι επίσης ευαίσθητο σε ακουστική ανάδραση, οπότε καλό είναι να ελαττωθεί λίγο το 'treble' στον ενισχυτή.

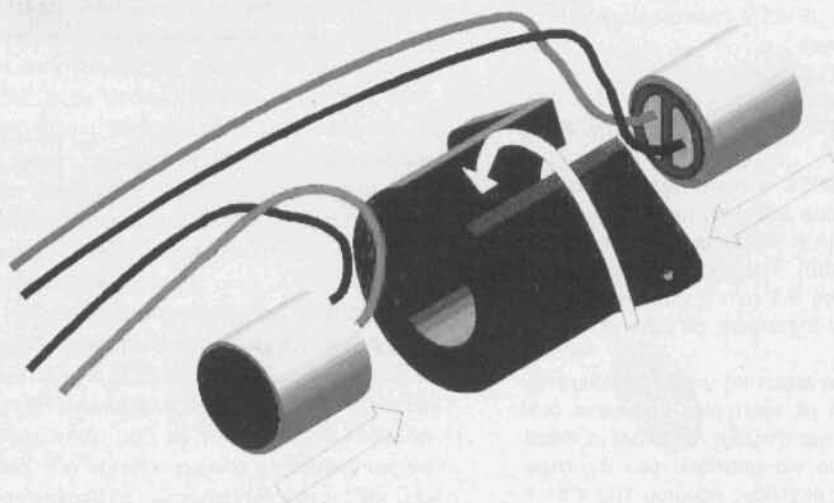
Η όλη κατασκευή μπορεί να τοποθετηθεί μέσα ένα μικρό περίβλημα μικροφώνου, όπως αυτό που φαίνεται στο Σχήμα 3. Το συγκεκρι-



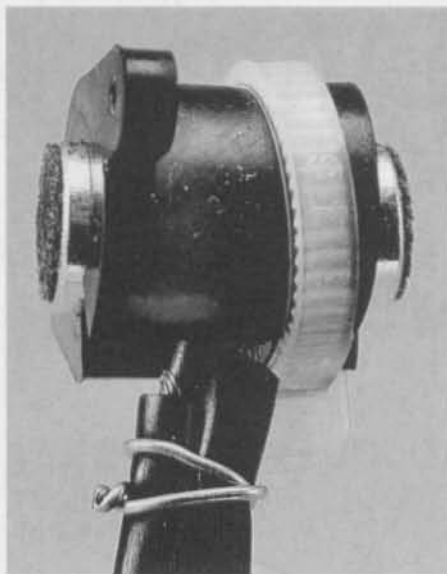
Σχήμα 1. Ένα σύνολο από χαρακτηριστικές μικροφώνων, από πανκατευθυντική μέχρι υπερκαρδιοειδή.

μένο περίβλημα έχει υποστεί κάποιες ειδικές μετατροπές και στα δύο άκρα έχουν ανοιχτεί οπές ώστε να διευκολύνεται η είσοδος του ήχου προς τα δύο μικρόφωνα. Τα καλώδια

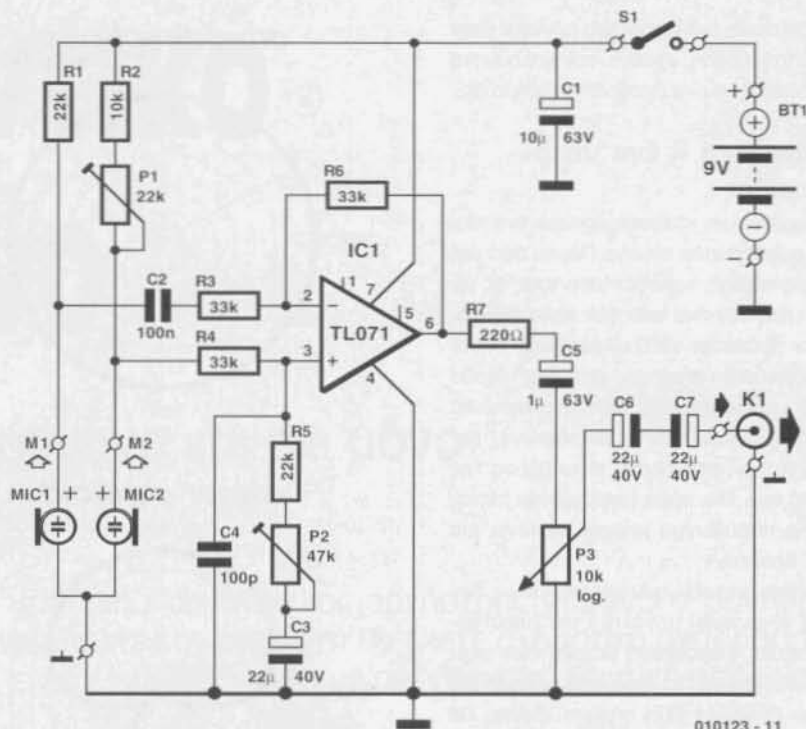
που εισέρχονται από την αριστερή πλευρά έχουν σταθεροποιηθεί με την βοήθεια ενός γωνιακού μεταλλικού ελάσματος, οπότε και οι κάψουλες των μικροφώνων 'κάθονται' άνε-



Σχήμα 2. Οι δύο κάψουλες των μικροφώνων τοποθετούνται μέσα σε ένα ελαστικό σωλήνα, η μία απέναντι από την άλλη.



Σχήμα 3. Η συσκευασία των δύο μικροφώνων



010123 - 11

Σχήμα 4. Το κύκλωμα του διαφορικού ενισχυτή μικροφώνων.

Κατάλογος εξαρτημάτων

Αντιστάσεις:

R1, R5 = 22 ΚΩ

R2 = 10 ΚΩ

R3, R4, R6 = 33 ΚΩ

R7 = 220 Ω

P1 = 22 ΚΩ, τρίμμερ

P2 = 47 ΚΩ, τρίμμερ

P3 = 10 ΚΩ, λογαριθμικό ποτενοσιόμετρο μινιατούρα, μονού τύπου

Πυκνωτές:

C1 = 10 µF 63 V ηλεκτρολυτικός

C2 = 100 nF

C3, C6, C7 = 22 µF 40 V ηλεκτρολυτικός

C4 = 100 pF

C5 = 1 µF 63 V ηλεκτρολυτικός

Ημιαγωγοί:

IC1 = TL071CP *

Διάφορα:

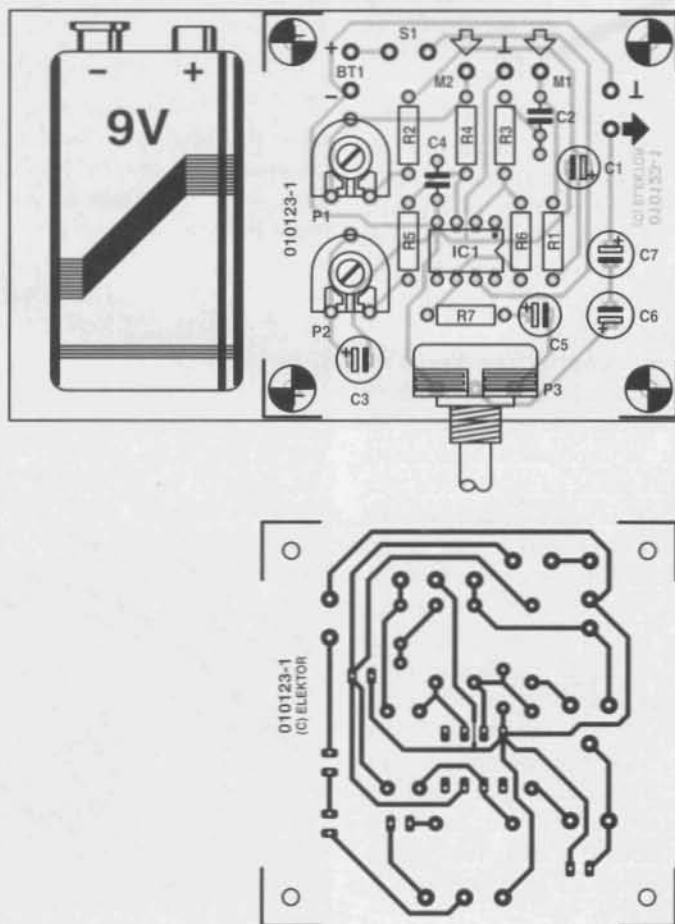
BT1 = 9 V PP3 μπαταρία με την θήκη της

MIC1, MIC2 = πυκνωτικό μικρόφωνο μινιατούρα (electret) με ελαστικό στήριγμα (π.χ. Monacor/Monarch τύπου MCE2000) Υποδοχή στερεοφωνικού βύσματος 3,5 mm ή υποδοχή βύσματος DIN 5 επαφών, στήριξη σε πλακέτα *

K1 = μονοφωνική υποδοχή βύσματος 6,3 mm με εσωτερικό μονωμένο διακόπτη, για στήριξη σε πλακέτα Κουτί με χώρο για μπαταρία (και άγκιστρο ζώνης), μεγέθους περίπου 102 x 61 x 26 mm Το σχέδιο της πλακέτας διατίθεται δωρεάν για κατέβασμα από το διαδίκτυο στην διεύθυνση

www.elektor-electronics.co.uk

* δείτε το κείμενο



Σχήμα 5. Η πλακέτα του τυπωμένου τοποθετείται μέσα σε ένα κουτί, το οποίο διαθέτει χώρο για μπαταρία και άγκιστρο για ζώνη.

τα μεταξύ δύο στρώσεων αφρώδους ελαστικού. Στην μπροστινή επίσης πλευρά του μικροφώνου, έχει τοποθετηθεί μία τρίτη λεπτή λωρίδα αφρώδους ελαστικού για να τα προστατεύει στην κατεύθυνση της μέγιστης ευαισθησίας.

Ο συγγραφέας του άρθρου χρησιμοποιεί το συγκεκριμένο μικρόφωνο με ένα πνευστό και για τον λόγο αυτό έχει κάνει και μερικές επί πλέον τροποποιήσεις. Η συναρμολόγηση των μικροφώνων φαίνεται στο σχήμα 3. Πέραν αυτών, κρίθηκε αναγκαίο να κλείσουν λίγο μερικές οπές, ώστε το μικρόφωνο να μην καταγράφει τον ήχο από τις εισπνοές του οργανοπαίχτη. Για τον λόγο αυτό τοποθετήθηκε και στα δύο άκρα του περιβλήματος ένα κομμάτι από αφρώδες το οποίο καταστέλλει τον θόρυβο από τον αέρα όταν αυτός διέρχεται από τα απότομα άκρα των οπών.

Οι δύο κάψουλες του μικροφώνου συνδέονται (προσέχοντας πάντα την πολικότητα) με τους αγωγούς ενός στερεοφωνικού θωρακισμένου ομοαξονικού καλωδίου, ενώ οι δύο άλλες επαφές συνδέονται με την θωράκιση. Από την άλλη άκρη, το καλώδιο καταλήγει σε ένα στερεοφωνικό βύσμα 3,5 mm.

Για βέλτιστες ανοχές στον θόρυβο (για χρήση π.χ. σε στούντιο), το βύσμα των 3,5 mm δεν είναι αρκετά καλό. Για τέτοιες περιπτώσεις είναι καλύτερα να χρησιμοποιηθεί ένα βύσμα DIN 5 επαφών, όπου τα ζεύγη των επαφών θα συνδέονται παράλληλα (η γη και από τα δύο θα συνδέεται τόσο με τον ακροδέκτη 2 όσο και με την θωράκιση του βύσματος).

Ο προενισχυτής του μικροφώνου

Στο Σχήμα 4 απεικονίζεται το κύκλωμα του διαφορικού προενισχυτή. Οι κάψουλες των μικροφώνων τύπου electret διαθέτουν ένα εσωτερικό μετατροπέα εμπέδησης FET και συμπεριφέρονται σαν πηγή ρεύματος 250 μ A περίπου. Η τιμή αυτή είναι δυνατόν να διαφέρει σημαντικά, ακόμη και μεταξύ μικροφώνων του ίδιου τύπου. Το ρεύμα διαμορφώνεται από το σήμα του ήχου και εδώ πάλι η ευαισθησία ενδέχεται να διαφέρει σημαντικά από συσκευή σε συσκευή. Η αντίσταση σειράς R1 και ο συνδυασμός R2/P1 στα μικρόφωνα, έχουν επιλεγεί έτσι ώστε να παρουσιάζεται επάνω σε αυτές μία πτώση τάσης ίση με το μισό περίπου της τάσης τροφοδοσίας. Για την περίπτωση που δεν ισχύει αυτό στο MIC1, έχει τοποθετηθεί ο πυκνωτής C2 ο οποίος απομακρύνει οποιαδήποτε συνεχή συνιστώσα από την είσοδο του κυκλώματος του ενισχυτή. Η αντίσταση σειράς του MIC2 από την άλλη, καθορίζει την DC μετατόπιση ολόκληρου του

κυκλώματος και ρυθμίζεται με την βοήθεια του P1 έτσι ώστε η τάση εξόδου του τελεστικού ενισχυτή να είναι ίση με το μισό της τάσης τροφοδοσίας. Τα σήματα από τα δύο μικρόφωνα οδηγούνται στον τελεστικό ενισχυτή, ο οποίος βρίσκεται σε συνδεσμολογία διαφορικού ενισχυτή. Ο συγγραφέας χρησιμοποίησε στην συγκεκριμένη περίπτωση ένα TL071, αλλά υπάρχουν και αρκετοί άλλοι τελεστικοί ενισχυτές με συμβατούς ακροδέκτες και τάση εισόδου όσο και το πλάτος της τάσης τροφοδοσίας όπως οι OPA181GP ή OPA350PA (για να εκμεταλλευτούμε και το τελευταίο μιλιαμετρώριο από την μπαταρία).

Για να αντισταθμιστούν τυχόν διαφορές μεταξύ των δύο μικροφώνων, το σήμα από το MIC2 είναι δυνατόν να ενισχυθεί ή εξασθενήσει, με την βοήθεια του P2, ενώ με τον ίδιο τρόπο επηρεάζεται επίσης και η κατευθυντικότητα της μονάδας. Στην περίπτωση όπου η R5 μαζί με την P2 θραχυκυκλωθούν, το MIC2 δεν θα έχει καμία απόδραση και θα απομείνει μόνον η πανκατευθυντική χαρακτηριστική του MIC1. Από τη άλλη, εάν το άθροισμα των R5 και P2 γίνει ίσο με 33 K Ω , θα προκύψει η χαρακτηριστική σχήματος οκτώ. Μεταξύ των ακραίων αυτών καταστάσεων, μπορούμε να επιτύχουμε τις καρδιοειδείς ή υπερ-καρδιοειδείς χαρακτηριστικές. Ο πυκνωτής C4 προστατεύει το κύκλωμα από ενδεχόμενη μετάπτωση σε ταλάντωση.

Στην έξοδο έχουμε το ποτενσιόμετρο ελέγχου της έντασης P3 ακολουθούμενο από τον διπολικό ηλεκτρολυτικό πυκνωτή C6, ο οποίος απομονώνει το κύκλωμα από τυχόν λανθάνουσα τάση τροφοδοσίας. Σαν υποδοχή εξόδου χρησιμοποιείται μία υποδοχή για βύσμα 3,5 mm (θηλυκό), όπως συνηθίζεται σε ανάλογες εφαρμογές. Η συγκεκριμένη υποδοχή θα πρέπει να διαθέτει ενσωματωμένο διακόπτη, ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ενεργοποιεί το κύκλωμα τότε και μόνον τότε, όταν εφαρμόζεται το αντίστοιχο αρσενικό βύσμα. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η χρήση ξεχωριστού διακόπτη τροφοδοσίας, τον οποίο μάλιστα μπορεί κανείς πολύ εύκολα να ξεχάσει ανοικτό (για να βρει την μπαταρία 'πεθαμένη' όταν πάει να ξαναχρησιμοποιήσει την συσκευή).

Η υλοποίηση ολόκληρης της μονάδας γίνεται εύκολα επάνω στην πλακέτα που απεικονίζεται στο Σχήμα 5 και άνετα μπορεί να βρεθεί ένα κατάλληλο κουτί το οποίο θα την φιλοξενήσει μαζί με την μπαταρία τροφοδοσίας. Για να είναι εύκολη η ρύθμιση της χαρακτηριστικής κατευθυντικότητας της συσκευής, το P2 θα πρέπει να περιλαμβάνει προέκταση η οποία θα εξέρχεται από μία αντίστοιχη οπή στο κουτί. Δώστε προσοχή ώστε το τελικό προϊόν να είναι ανθεκτικό, και

οι κολλήσεις στα βύσματα καλές. Σίγουρα δεν θα σας άρεσε να χαλάσει το κύκλωμα στην μέση της παράστασης!

010123-1