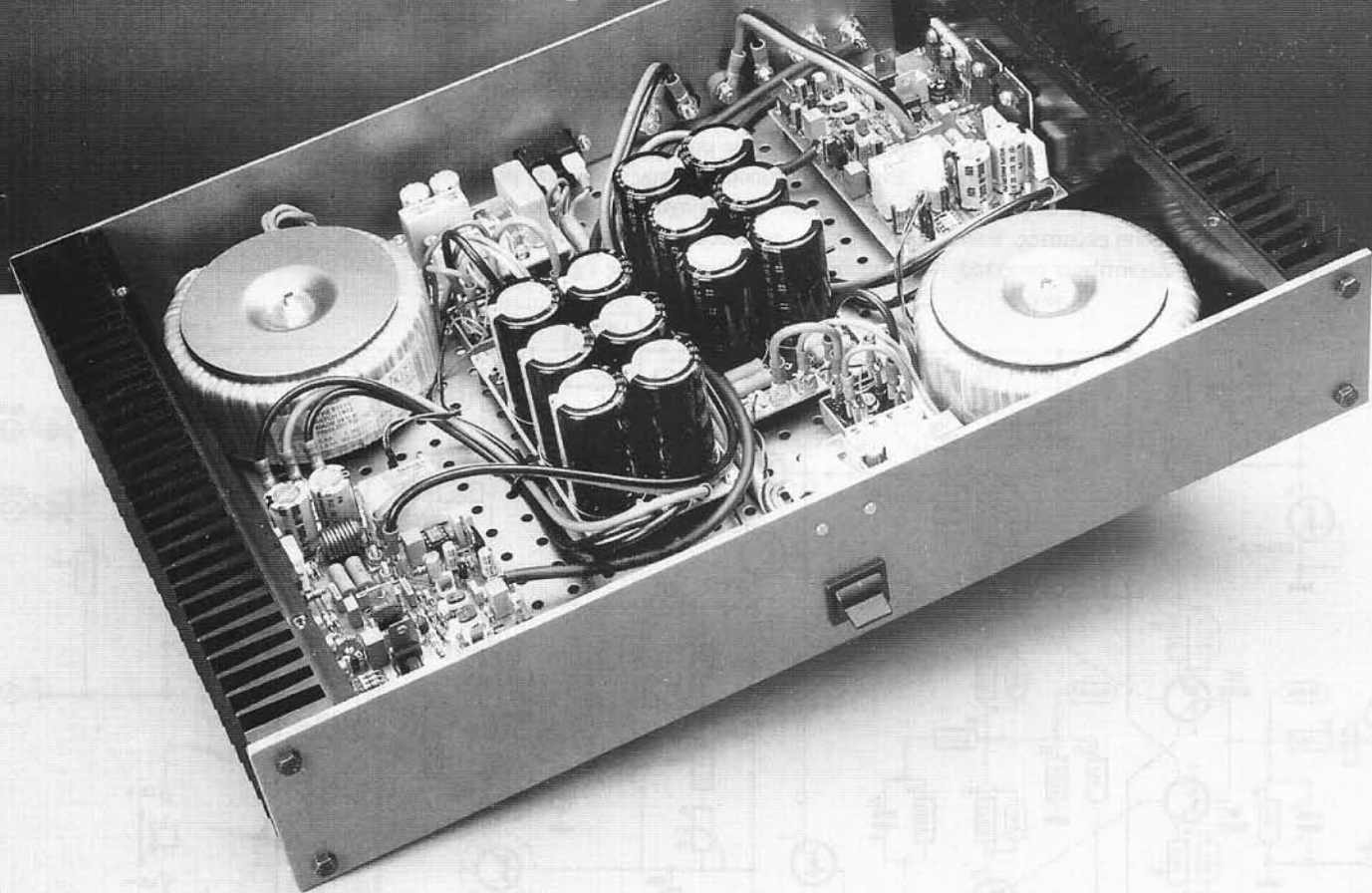


Συμπαγής

ενισχυτής ισχύος



Ο προενισχυτής με μπαταρίες που δημοσιεύτηκε στο τεύχος του Φεβρουαρίου μας οδήγησε στη σχεδίαση ενός ενισχυτή ισχύος που να ταιριάζει με αυτόν. Πάνε περίπου δύο χρόνια από τότε που δημοσιεύτηκε ένα άρθρο για ενισχυτή ισχύος high-end. Έτσι αποφασίσαμε να δημοσιεύσουμε μια κατασκευή ενός συμπαγή ενισχυτή που η ποιότητα του και η σχεδίαση του να ταιριάζει με αυτή του προενισχυτή. Προσφέρει μέση ισχύ εξόδου, δεν είναι ιδιαίτερα πολύπλοκος, ενώ η ταχύτητα ανόδου του είναι πολύ μεγάλη.

Όσα αναφέραμε δίνουν μια εικόνα του ενισχυτή ισχύος αυτού του άρθρου.

Ο όρος "συμπαγής" αφορά την ισχύ εξόδου και τις διαστάσεις του ενισχυτή. Ο ενισχυτής περιέχει 19 τρανζίστορ. Πριν μερικά χρόνια ένας συμπαγής ενισχυτής περιείχε από 8 έως 10 τρανζίστορ. Σήμερα αυτός ο αριθμός πλησιάζει τα 25. Κι αυτό γιατί οι αυξημένες απαιτήσεις ποιότητας έχουν κάποιο κόστος.

Ο ενισχυτής αυτός, όσο αφορά την ισχύ εξόδου, προορίζεται για οικιακή χρήση. Δίνει 50 watt στα 8 Ω ή 85 watt στα 4 Ω, που είναι υπεραρκετά για χρήση στο σπίτι. Ένας τέτοιος ενισχυτής ακόμα και σε σχετικές μεγάλες εντάσεις μουσικής σπάνια δίνει περισσό-

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Ευαισθησία εισόδου	1 Vrms
Σύνθετη αντίσταση εισόδου	47.5 K Ω
Ισχύς εξόδου (0.1 % THD)	50 W στα 8 Ω 85 W στα 4 Ω
Εύρος ζώνης (25 W σε 8 Ω)	1.5 Hz - 270 KHz
Ταχύτητα ανόδου	37 V/ μ s
Λόγος σήματος προς θόρυβο (1 W στα 8 Ω)	>107 dB 102d (B=22kHz γραμμικά)
Ολική αρμονική παραμόρφωση (εύρος ζώνης = 80 KHz)	
1 W στα 8 Ω	0.0015 % (1 KHz)
25 W στα 4 Ω	0.0025 % (1 KHz) 0.008 % (20 KHz)
Παραμόρφωση ενδοδιαμόρφωσης (50 Hz : 7 KHz = 4 : 1)	
1 W στα 8 Ω	0.0025 %
25 W στα 4 Ω	0.008 %
Δυναμική παραμόρφωση ενδοδιαμόρφωσης (τετραγωνικό σήμα 3.15KHz, ημιτονικό σήμα 15 KHz)	
1 W στα 8 Ω	0.002 %
25 W στα 4 Ω	0.002 %
Συντελεστής απόσβεσης (στα 8 Ω)	700 (1 KHz) 450 (20 KHz)
Παράμετροι ανοιχτού βρόγχου (χωρίς την R8)	
Ενίσχυση	x 2500
Εύρος ζώνης	40 KHz
Σύνθετη αντίσταση εξόδου	0.3 Ω

Από τα παραπάνω χαρακτηριστικά φαίνεται η εξαιρετική ποιότητα του ενισχυτή. Εξαιρετικές είναι οι τιμές του εύρους ζώνης συχνοτήτων και της ταχύτητας ανόδου του ενισχυτή. Πολλοί πιστεύουν ότι είναι σημαντικότερη η ακουστική αίσθηση ενός ενισχυτή από τα τεχνικά του χαρακτηριστικά. Το περιοδικό δεν υιοθετεί αυτή την άποψη. Και αυτό γιατί αν και οι αριθμοί δεν αποκαλύπτουν τα πάντα για την ποιότητα, τα άσχημα τεχνικά χαρακτηριστικά επηρεάζουν αρνητικά την πιστότητα του ήχου που παράγει ένας ενισχυτής. Τα χαρακτηριστικά συνοδεύονται και από μια σειρά από καμπύλες που έχουν παρθεί με ένα αναλυτή φάσματος.

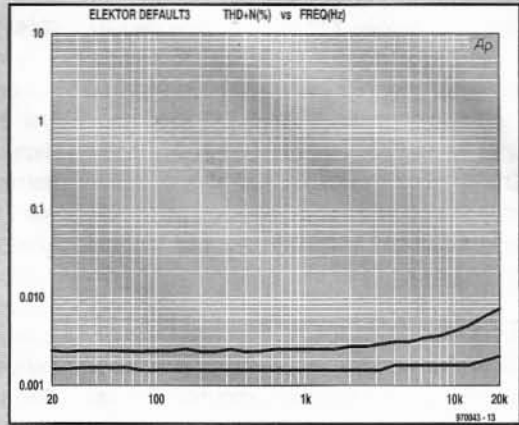
Το **σχήμα Α** δείχνει την ολική αρμονική παραμόρφωση (THD+N) μεταξύ 20 Hz και 20 KHz. Το επάνω ίχνος αναφέρεται στα 25 W σε 8 Ω και το κάτω σε 1 W στα 8 Ω . Φαίνεται η εξαιρετική απόδοση του ενισχυτή καθώς και η πολύ μικρότερη από τη συνηθισμένη αύξηση της παραμόρφωσης στις υψηλές συχνότητες.

Το **σχήμα Β** δείχνει την παραμόρφωση στο 1 KHz σαν συνάρτηση της ισχύος εξόδου σε ένα εύρος ζώνης από 22 Hz έως 22 KHz. Η μικρή αύξηση για ισχύ πάνω από 2.5 W οφείλεται στο ότι από αυτό το σημείο και πάνω ο ενισχυτής δεν λειτουργεί πλέον σε τάξη Α.

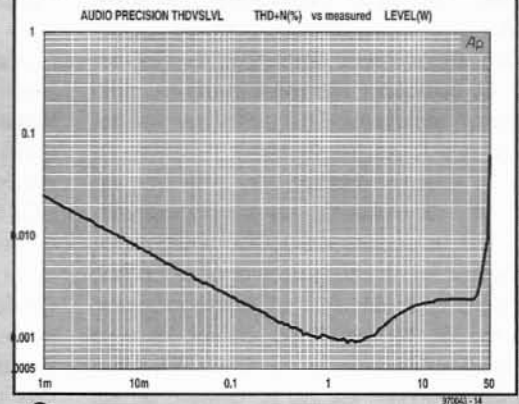
Το **σχήμα C** δείχνει την ισχύ εξόδου του ενισχυτή σαν συνάρτηση της συχνότητας για φορτία 4 Ω και 8 Ω αντίστοιχα.

Το **σχήμα D** δείχνει μια ανάλυση Fourier ενός σήματος 1 KHz για ισχύ εξόδου 1 W στα 8 Ω όπου η κεντρική συχνότητα έχει κατασταλεί. Η στάθμη για την δεύτερη και τρίτη αρμονική είναι -105 dB και -122 dB κάτω από τη κεντρική συχνότητα. Όλες οι υπόλοιπες αρμονικές είναι κάτω από το επίπεδο θορύβου. Η ακουστική ποιότητα του ενισχυτή ήταν ακόμη καλύτερη από τα τεχνικά του χαρακτηριστικά. Η αναπαραγωγή του ήχου ήταν πολύ ευχάριστη και διαυγής, ενώ ο ήχος στις υψηλές συχνότητες δεν έγινε ποτέ οξύς. Πολύ καλός ήταν και ο ήχος στις χαμηλές συχνότητες με κλασσική και pop μουσική.

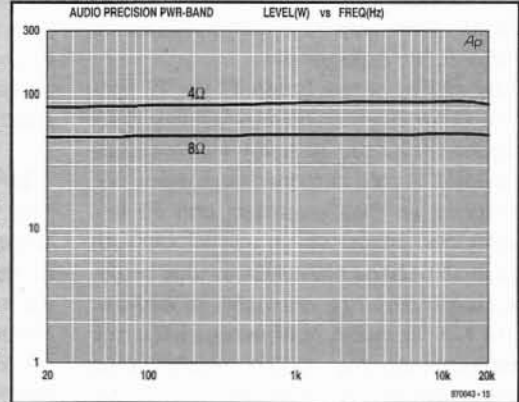
A



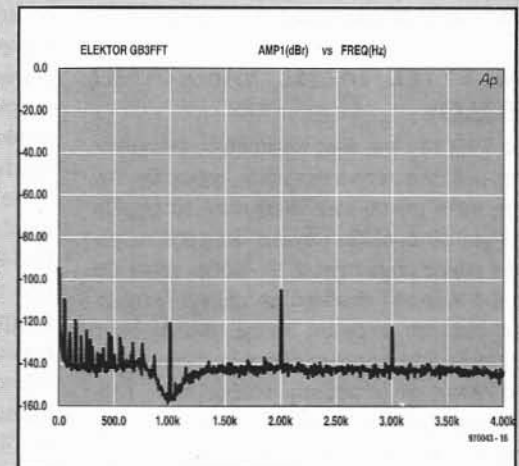
B



C



D



δεν είναι ένας συνηθισμένος ακόλουθος εκπομπού άλλα μια διάταξη συκταρασμού. Τα τρανζίστορ εξόδου T17 και T18 είναι διπολικά τρανζίστορ μονωμένης πύλης. Τα τρανζίστορ αυτά, απαιτούν μικρότερο ρεύμα από τα τρανζίστορ οδήγησης T15 και T16 αφού μπορεί να θεωρηθούν σαν τρανζίστορ με είσοδο MOSFET. Έτσι η ενίσχυση των οδηγών τρανζίστορ μπορεί να είναι μεγαλύτερη με αποτέλεσμα καλύτερη γραμμικότητα των ενισχυτών ρεύματος.

ΣΤΑΔΙΟ ΕΙΣΟΔΟΥ

Το στάδιο εισόδου του ενισχυτή αποτελείται από τους ακόλουθους εκπομπού T1 και T2 και τους συμμετρικούς ενισχυτές τάσης T5 και T6 (Σχήμα 1). Η ανάδραση ρεύματος επιτυγχάνεται οδηγώντας την έξοδο του ενισχυτή ισχύος στους εκπομπούς των T5 και T6. Οι ακόλουθοι εκπομπού παρέχουν προσαρμογή αντιστάσεων και ρυθμίζουν την πόλωση των T5 και T6. Οι πηγές ρεύματος T3 και T4 κρατούν σταθερή την τάση στις R3 και R4. Οι δίοδοι D1 και D2 δημιουργούν την τάση αναφοράς για τις δύο αυτές πηγές ρεύματος και το ρεύμα μέσα από τις διόδους διατηρείται σταθερό με τις πηγές ρεύματος T7 και T8. Τα τρανζίστορ T5 και T6 είναι θερμικά συζευγμένα με τα T1 και T2, όπως το ίδιο συμβαίνει και για τις διόδους D1 και D2 με τις πηγές ρεύματος T3 και T4 για την εξάλειψη κάθε εκτροπής που οφείλεται σε μεταβολές τις θερμοκρασίας.

Στην πράξη, τα τρανζίστορ T1 και T2 πρέπει να έχουν ίδια τάση βάσης - εκπομπού και ενίσχυση ρεύματος ($\beta = I_c/I_b$) για καλύτερη λειτουργία. Η τάση εκτροπής κατά μήκος της R2 πρέπει να είναι μικρότερη από 50 mV. Επειδή δεν μπορεί να επιτευχθεί απόλυτη συμμετρία υπάρχει πάντα κάποια τάση εκτροπής και για αυτό έχει προστεθεί το κύκλωμα με το IC3. Το στάδιο αυτό αντισταθμίζει την τάση εκτροπής της εισόδου τοποθετώντας μια ίδια τάση στον κόμβο R10-R11. Οι C8 και C10 ελαχιστοποιούν την επίδραση των παρασιτικών χωρητικότητων των T5 και T6.

ΕΝΙΣΧΥΤΕΣ ΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΣΤΑΔΙΟ ΕΞΟΔΟΥ

Τα T9-T13 είναι ένας κασκοδικός ενισχυτής push-pull. Μια τέτοια σχεδίαση περιορίζει την τάση κατά μήκος των ενισχυτών τάσης T9-T10 και εξασφαλίζει μεγάλη ενίσχυση σε μεγάλο εύρος συχνοτήτων. Οι δίοδοι zener D3 και D4 κρατούν σταθερό το σημείο λειτουργίας d.c. του ενισχυτή τάσης, ενώ η πηγή ρεύματος T11 κρατά σταθερό το ρεύμα μέσα από αυτές. Η αντίσταση εισόδου των T15-T16 αποτελεί το φορτίο των ενισχυτών τάσης. Καθώς αυτή μεταβάλλεται με το ρεύμα εξόδου του ενισχυτή, η αντίσταση R28 την

σταθεροποιεί ενώ ο πυκνωτής C17 εμποδίζει κάθε συνεχή τάση να φτάσει στη βάση του T16.

Το κύκλωμα γύρω από το T14 χρησιμοποιείται σε πολλούς ενισχυτές ισχύος και δημιουργεί ένα τρανζίστορ zener ανεξάρτητο της θερμοκρασίας. Αυτό το τρανζίστορ τοποθετείται πάνω στον ψύκτη και κοντά στα T17 και T18 ώστε να σταθεροποιεί το ρεύμα ηρεμίας του ενισχυτή το οποίο ρυθμίζεται με το τρίμμερ P1. Οι εξοδοί των ενισχυτών τάσης εφαρμόζονται στον ενισχυτή ρεύματος T15-T18. Ο ενισχυτής αυτός εκτός από ενίσχυση ρεύματος παρέχει και ενίσχυση τάσης. Το κέρδος τάσης ($\times 2$) καθορίζεται από τις αντιστάσεις R29 και R30, ενώ ο πυκνωτής C18 βελτιώνει την απόκριση συχνότητας της βαθμίδας.

Οι αντιστάσεις R34 και R38 πρέπει να έχουν μικρή αυτεπαγωγή ώστε να εμποδίζουν τις πιθανές παρασιτικές ταλαντώσεις. Η αυτεπαγωγή L1 γύρω από την R39 βελτιώνει την απόδοση του ενισχυτή σε χωρητικό φορτίο.

Οι δίοδοι zener D5 και D6 προστατεύουν τις πύλες των T17 και T18 από υπεροδήγηση. Η θερμοκρασία των T15 και T16 επηρεάζει δραστικά το ρεύμα ηρεμίας των τρανζίστορ εξόδου. Έτσι τα τρανζίστορ αυτά τοποθετούνται πάνω στον ίδιο ψύκτη με τα T14, T17 και T18 ώστε να ελαχιστοποιείται κάθε επίδραση της θερμοκρασίας στο ρεύμα ηρεμίας του ενισχυτή. Υπενθυμίζουμε εδώ την αναγκαιότητα (όπως και για όποιονδήποτε συμμετρικό ενισχυτή ή προενισχυτή) του ζυγώματος των τρανζίστορ ανα βαθμίδα.

ΔΙΑΦΟΡΑ

Για να κρατήσουμε το μέγεθος του ενισχυτή όσο μικρότερο γίνεται, δεν χρησιμοποιούμε περίπλοκα κυκλώματα προστασίας. Υπάρχει ένα κύκλωμα καθυστέρησης της έναρξης λειτουργίας του ενισχυτή, ώστε να αποφεύγονται οι ενοχλητικοί θόρυβοι. Ο ηλεκτρονόμος Re1 είναι υπεύθυνος για αυτή την λειτουργία. Για να ελαχιστοποιηθούν οι παρεμβολές των γραμμών τροφοδοσίας στα στάδια ενίσχυσης του σήματος, ο ηλεκτρονόμος έχει ξεχωριστή τροφοδοσία. Οι δίοδοι D10 και D11 ανορθώνουν την τάση του δευτερεύοντος του μετασχηματιστή και παρέχουν την τάση λειτουργίας του ηλεκτρονόμου που είναι 22-24 V. Μόλις ενεργοποιηθεί η τροφοδοσία, το T19 αρχίζει να άγει αργά μέσω του δικτύματος R44-R45-C24. Μετά από μερικά δευτερόλεπτα το τρανζίστορ φτάνει σε πλήρη αγωγιμότητα και ενεργοποιεί τον ηλεκτρονόμο. Μόλις διακοπεί η τροφοδοσία, ο C24 εκφορτίζεται ταχύτατα μέσω της R46 και ο ηλεκτρονόμος αποδιεγείρεται χωρίς καθυστέρηση. Το IC3 συγκρίνει την έξοδο του φίλτρου χαμηλών συχνοτήτων R40-C21 με το δυνα-

μικό της γης του κυκλώματος. Αν υπάρχει διαφορά, το IC3 ρυθμίζει μέσω της R42 το σημείο λειτουργίας των T5-T6 με τέτοιο τρόπο ώστε η συνεχή τάση εξόδου του ενισχυτή να παραμένει κοντά στο δυναμικό της γης. Έτσι εξασφαλίζουμε ότι η τάση εκτροπής του ενισχυτή δεν θα ξεπεράσει αυτή του IC3 (<100 mV στους 25 C). Μικρές μεταβολές αυτής της τάσης λόγω μεταβολών στην θερμοκρασία δεν μπορούν να εξαλειφθούν πλήρως. Η τάση τροφοδοσίας των $\pm 23.2V$ μειώνεται από τις διόδους zener D7 και D8 στη επιθυμητή τιμή για το IC3.

Τα IC1 και IC2 σταθεροποιούν την τάση τροφοδοσίας για το στάδιο εισόδου και τους ενισχυτές τάσης. Χρησιμοποιούνται τα LM317 και LM337 γιατί παρέχουν καλή κυμάτωση και προστατεύουν από αιχμές της τάσης τροφοδοσίας. Ένα ακόμα πλεονέκτημα τους είναι ότι η τάση εξόδου τους μπορεί να ρυθμιστεί με μεγάλη ακρίβεια από τις αντιστάσεις R20-R21 και R23-R24 αντίστοιχα. Οι πυκνωτές C15 και C16 αυξάνουν την απόρριψη της κυμάτωσης της τάσης τροφοδοσίας στα 70-80 dB.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Ο ενισχυτής κατασκευάζεται πάνω στην πλακέτα διπλής όψης που φαίνεται στο **σχήμα 2**. Έτσι αποφεύγονται οι μεγάλοι μήκος χαλκοδιάδρομοι και η κατασκευή υλοποιείται σε μικρές διαστάσεις. Η πυκνότητα των εξαρτημάτων είναι αρκετά μεγάλη.

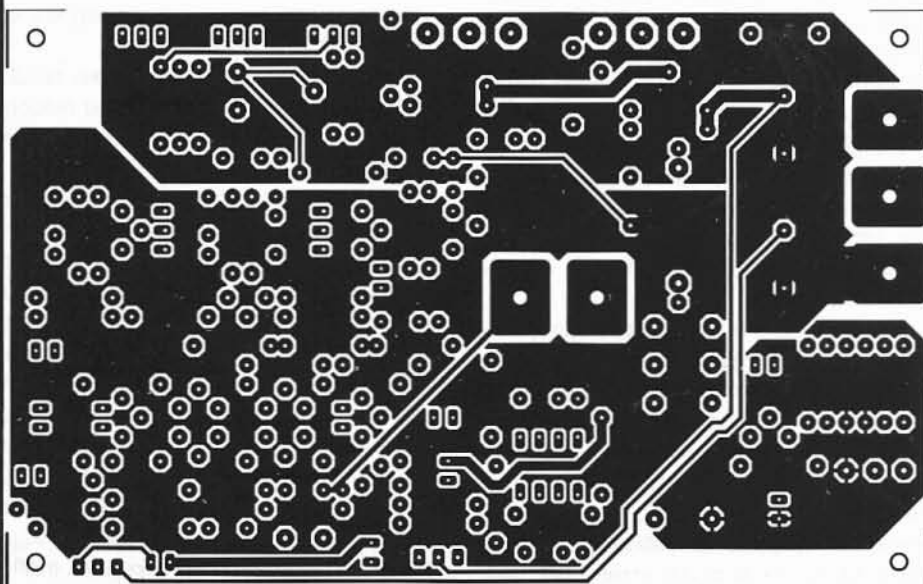
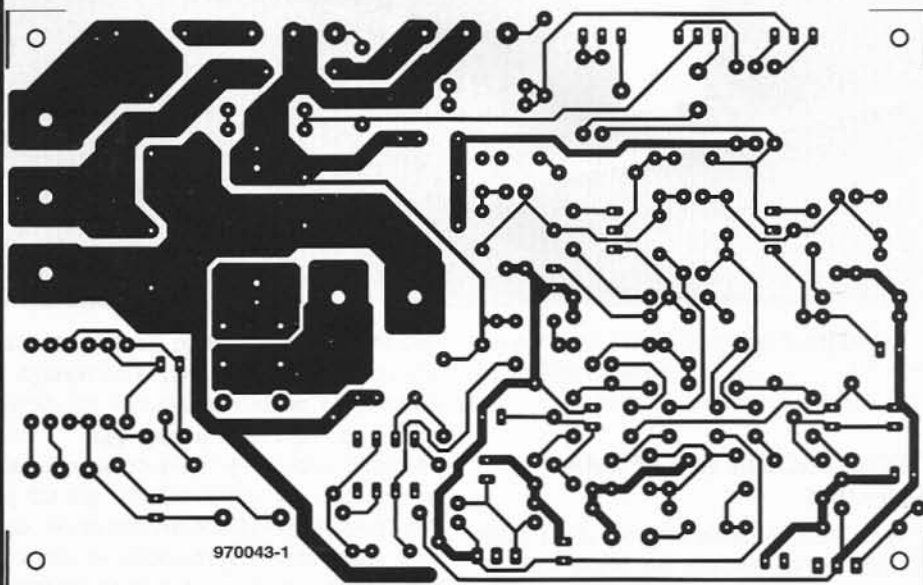
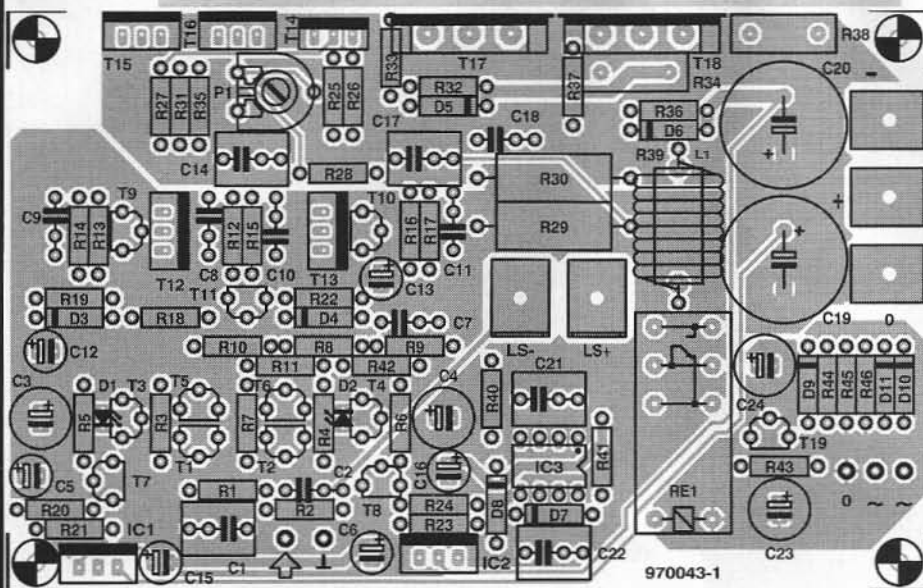
Τα τρανζίστορ T14-T18 τοποθετούνται όλα σε μια σειρά στη άκρη της πλακέτας ώστε να διευκολύνεται η τοποθέτηση τους πάνω στον ίδιο ψύκτη. Ακόμα πρέπει να απομονωθούν ηλεκτρικά από τον ψύκτη με την χρήση μίας και μονωτικές ροδέλες. Για καλύτερη θερμική σύζευξη το T14 πρέπει να τοποθετηθεί περίπου στη μέση του ύψους του T17. Τα υπόλοιπα τρανζίστορ και τα ολοκληρωμένα δεν χρειάζονται ψύξη.

Για καλύτερη λειτουργία πρέπει να συζευχθούν θερμικά το T1 με το T5, το T2 με το T6, η D1 με το T3 και η D2 με το T4 στο στάδιο εισόδου. Ο ευκολότερος τρόπος για να γίνει αυτό είναι να δεθούν τα εξαρτήματα ανά ζεύγη με σφικτήρες καλωδίων. Αυτό πρέπει να γίνει πριν κολληθούν στην πλακέτα.

Το πηνίο L1 αποτελείται από 8 σπείρες σύρματος διαμέτρου 1.5 mm. Το L1 τυλίγεται γύρω από ένα τρυπάνι 9 mm και τοποθετείται γύρω από την R39.

Σε όλες τις συνδέσεις που διαρρέονται από μεγάλα ρεύματα χρησιμοποιούνται επίπεδα βύσματα AMP. Για την τροφοδοσία του ηλεκτρονόμου μπορεί να χρησιμοποιηθούν κοινοί ακροδέκτες πλακέτας. Η γείωση του κυκλώματος του ηλεκτρονόμου δεν πρέπει να συνδεθεί με την γείωση του ενισχυτή.

Σχήμα 2. Η πλακέτα διπλής όψης του ενισχυτή. Μεγάλα ρεύματα περνούν μόνο από μερικά σημεία της πλακέτας.



Κατάλογος εξαρτημάτων

Αντιστάσεις:

- R1, R5, R6 = 470 Ω
 R2 = 47 KΩ
 R3, R4 = 47 Ω
 R7 = 36.5 Ω, 1%
 R8, R9 = 340 Ω, 1%
 R10, R11 = 22.1 Ω, 1%
 R12, R15, R20, R23 = 270 Ω
 R13, R16 = 221 Ω, 1%
 R14, R17 = 150 Ω
 R18, R28 = 10 KΩ
 R19, R22 = 27.4 Ω, 1%
 R21, R24 = 4.7 KΩ
 R25, R46 = 1.8 KΩ
 R26 = 1 KΩ
 R27, R31, R33, R35, R37, R43 = 22 Ω
 R29, R30 = 47 Ω, 5 W
 R32, R36 = 390 Ω
 R34, R38 = 0.22 Ω, 5 W, μικρής αυτεπαγωγής
 R39 = 2.2 Ω, 5 W
 R40, R41 = 150 KΩ
 R42 = 8.2 KΩ
 R44, R45 = 27 KΩ
 P1 = 1 KΩ τρίμμερ

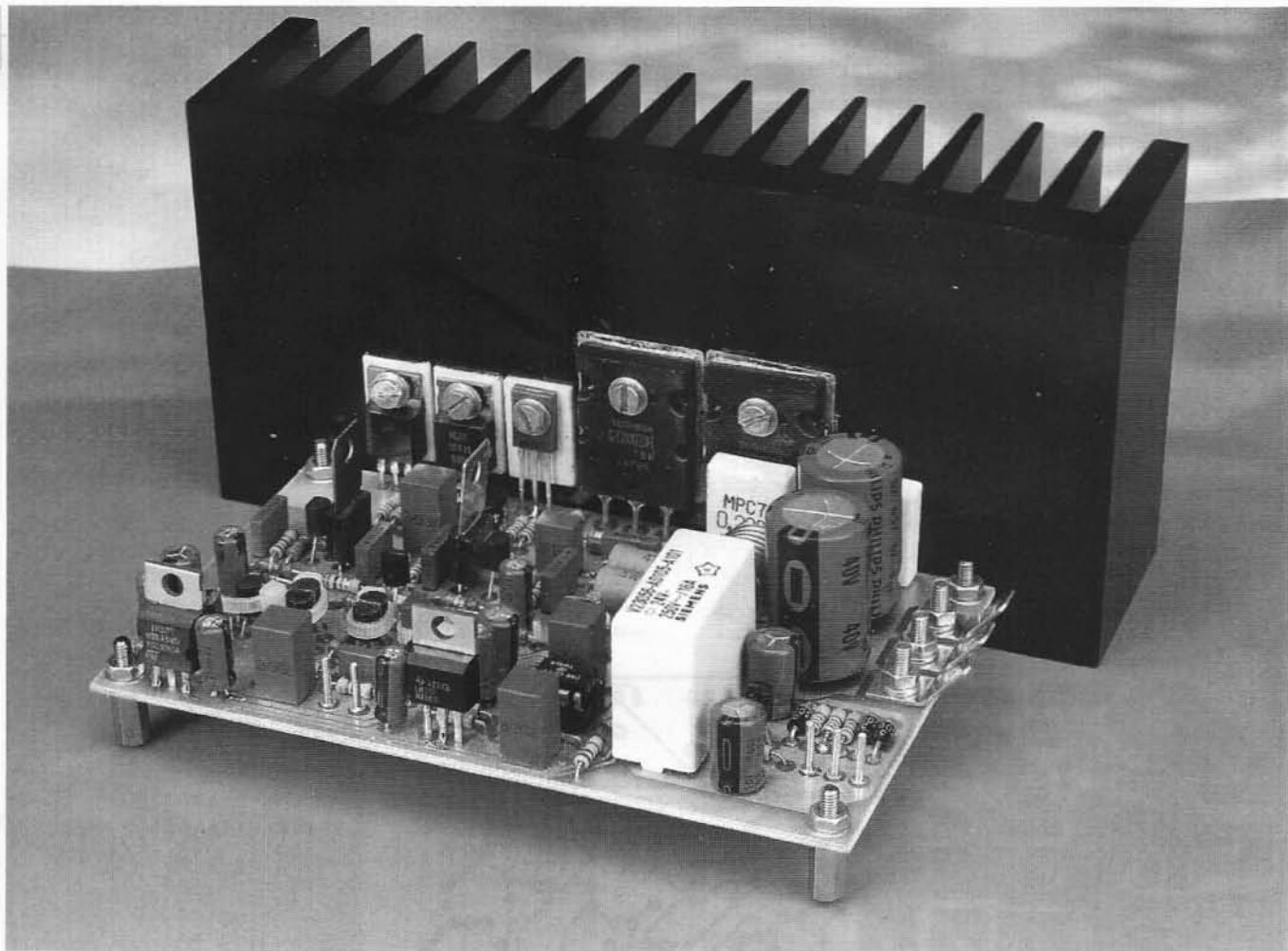
Πυκνωτές:

- C1, C14, C21, C22 = 2.2 μF, επιμεταλλομένου πολυεστέρος (MKT) με θήμα ακροδεκτών 5 ή 7.5 mm
 C2, C7, C8, C10 = 1 nF
 C3, C4 = 100 μF, 25 Volt, ηλεκτρολυτικός
 C5, C6, C15, C16 = 10 μF, 16 Volt, ηλεκτρολυτικός
 C9, C11 = 10 nF
 C12, C13 = 4.7 μF, 63 Volt, ηλεκτρολυτικός
 C17 = 1 μF, επιμεταλλομένου πολυεστέρος (MKT) με θήμα ακροδεκτών 5 ή 7.5 mm
 C18 = 4.7 nF
 C19, C20 = 1000 μF, 40 Volt, ηλεκτρολυτικός
 C23 = 100 μF, 40 Volt, ηλεκτρολυτικός
 C24 = 220 μF, 25 Volt, ηλεκτρολυτικός

Ημιαγωγοί:

- D1, D2 = LED, 5 mm, επίπεδα
 D3, D4 = δίοδοι zener, 4.7 V, 500 mW
 D5, D6 = δίοδοι zener, 5.1 V, 1.5 W
 D7, D8 = δίοδοι zener, 5.6 V, 500 mW
 D9-D11 = 1N4002
 T1, T3, T6, T9 = BC 560C
 T2, T4, T5, T10 = BC 550C
 T7, T8, T11 = BF 245A
 T12 = BF 872
 T13 = BF 871
 T14 = BD 139
 T15 = MJE 15030 (Motorola)
 T16 = MJE 15031 (Motorola)
 T17 = GT20D201 (Toshiba)
 T18 = GT20D101 (Toshiba)

Συνέχεια στην σελ.24



Σχήμα 3. Φωτογραφία του πρωτότυπου κυκλώματος με τον ψύκτη. Τα θύσματα για τα ηχεία και την τροφοδοσία είναι ειδικά επίπεδα θύσματα για πλακέτα.

T19 = BC 640

Ολοκληρωμένα:

IC1 = LM 317T

IC2 = LM 337T

IC3 = OP 77 (Analog Devices)

Διάφορα:

L1 = δείτε το κείμενο

He1 = ηλεκτρονόμος, 24 V, 875 Ω, μιας επαφής 16 A, 250 V (π.χ. Siemens V23056-A0105-A101)

Βύσματα στήριξης σε πλακέτα, για τα ηχεία και την τροφοδοσία (AMP - δείτε το κείμενο)

Ψύκτης <1.2 K/W - δείτε κείμενο π.χ. Fisher SK85SA/ 75 mm

Ροδέλες μίκας και μονωτικές μίκας για τα T14-T18

πλακέτα ενισχυτή με κωδικό 970043

Προτεινόμενο τροφοδοτικό (για ένα ενισχυτή)

Μετασχηματιστής toroidal δικτύου με δευτερεύον 2 x 22 V, 160 VA

Γέφυρα ανόρθωσης 200 V, 35 A

4 ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές 10000 μF, 50 V

Ασφαλειοθήκη και ασφάλεια 800 mA, βραδείας τήξεως

Στο **σχήμα 3** φαίνεται ολοκληρωμένη η κατασκευή με την ψύκτη. Η ψύκτη πρέπει να έχει θερμική αντίσταση <1.2 K/W.

ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΚΑΙ ΡΕΥΜΑ ΗΡΕΜΙΑΣ

Μόλις τοποθετηθούν όλα τα εξαρτήματα ελέγχουμε την πλακέτα για τυχόν λάθη. Το τροφοδοτικό του ενισχυτή φαίνεται στο **σχήμα 4**. Αποτελείται από ένα κύκλωμα καθυστέρησης, ένα μετασχηματιστή δικτύου με χαρακτηριστικά 2x22 V, 160 VA για το δευτερεύον, μια γέφυρα ανόρθωσης 35 A και τέσσερις ηλεκτρολυτικούς πυκνωτές 10000 μF. Το τροφοδοτικό παρέχει επάρκεια ισχύος ακόμα και όταν χρησιμοποιούνται ηχεία 4 Ω και τροφοδοτεί ένα μόνο ενισχυτή. Για ένα στερεοφωνικό ενισχυτή χρειάζονται δύο τέτοια τροφοδοτικά.

Η τροφοδοσία για τον ηλεκτρονόμο φαίνεται επίσης στο **σχήμα 4**. Το κύκλωμα της καθυστέρησης πριν το τροφοδοτικό δεν είναι υποχρεωτικό και χρησιμεύει στο να εμποδίζει το ρεύμα να παίρνει μεγάλες τιμές κατά την έναρξη λειτουργίας του ενισχυτή. Είναι αρκετά σημαντικό να γίνουν καλές κολλήσεις κατά μήκος των γραμμών τροφοδοσίας. Πριν τροφοδοτήσετε τον ενισχυτή στρίψτε το τρίμ-

μερ P1 τελείως αντίθετα με τους δείκτες του ρολογιού. Αν δεν γίνει αυτό υπάρχει ο κίνδυνος το ρεύμα ηρεμίας των τρανζιστορ εξόδου να πάρει πολύ μεγάλη τιμή.

Μόλις ανοίξουμε την τροφοδοσία, ελέγχουμε την τάση στη έξοδο των IC1 και IC2 με ένα πολύμετρο (±23.3 V αντίστοιχα). Η τάση στην έξοδο του ενισχυτή πρέπει να είναι 0 V ή τουλάχιστον πολύ μικρή. Αν αυτό δεν ισχύει ελέγχουμε πάλι όλη την κατασκευή και κυρίως το στάδιο εισόδου.

Αν μέχρι τώρα όλα είναι εντάξει και τα LED ανάβουν, ελέγχουμε τις τάσεις στα διάφορα σημεία του κυκλώματος όπως φαίνεται στο **σχήμα 1**.

Το ρεύμα ηρεμίας του ενισχυτή ρυθμίζεται με το P1 και είναι περίπου 400 mA αν χρησιμοποιήσουμε ψύκτη 1.2 K/W. Αν χρησιμοποιηθεί ψύκτης <0.6 K/W τότε το ρεύμα μπορεί να γίνει και 500 mA. Αυτό επιτυγχάνεται συνδέοντας ένα πολύμετρο κατά μήκος των R34 ή R38 στην κλίμακα των 200 ή 250 mV και στρέφοντας το P1 αργά δεξιόστροφα μέχρι το πολύμετρο να δείξει 88 mV (για ρεύμα 400 mA) ή 110 mV (για ρεύμα 500 mA). Αφήνουμε τον ενισχυτή να ζεσταθεί και ξαναρυθμίζουμε το P1 αν χρειαστεί, προσέχοντας το ρεύμα ηρεμίας να παραμένει σταθε-

ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ

Η σχεδίαση της πλακέτας είναι για μονοφωφονικό ενισχυτή. Είναι καλύτερο να χρησιμοποιηθεί ένα κουτί με ενσωματωμένους ψύκτες που να περιλαμβάνει και το τροφοδοτικό. Για ένα στεροφωφονικό ενισχυτή απαιτούνται δύο τέτοια κυκλώματα τα οποία κατασκευάζονται ξεχωριστά και τοποθετούνται στο ίδιο κουτί.

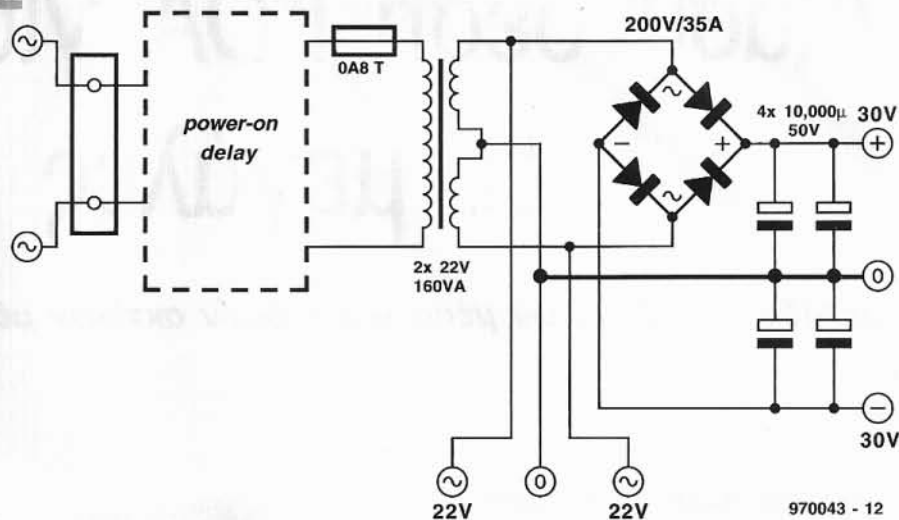
Για την τροφοδοσία (+ve, -ve και γείωση) είναι καλό να χρησιμοποιηθούν καλώδια βαρέως τύπου. Το ίδιο και για τις συνδέσεις των μεγαφώνων (LS+ και LS-). Συνδέστε την είσοδο του σήματος στο πίσω μέρος του κουτιού με ένα μικρού μήκους θωρακισμένο καλώδιο καλής ποιότητας.

Κατόπιν συνδέστε την τροφοδοσία του ηλεκτρονόμου (22 V και 0). Το 0 της τροφοδοσίας του δεν πρέπει να συνδεθεί με την γείωση του ενισχυτή.

Καλό είναι να χρησιμοποιηθεί ένας καλής ποιότητας ρευματολήπτης με ενσωματωμένη ασφάλεια. Οι προδιαγραφές της φαίνονται στην ταμπέλα, που πρέπει να κολληθεί στο πίσω μέρος του κουτιού.

Ακόμα πρέπει να αποφευχθούν οι βρόγχοι γείωσης. Έτσι η κύρια γείωση, το 0 της γραμμής τροφοδοσίας και η γείωση του κουτιού πρέπει να συνδεθούν σε ένα μόνο σημείο. Το καλύτερο σημείο είναι το θύσμα εισόδου του σήματος στον ενισχυτή. Αν για την είσοδο του σήματος χρησιμοποιηθεί θύσμα που να

4



Σχήμα 4. Το τροφοδοτικό είναι απλό, αλλά μπορεί να αντεπεξέλθει σε υψηλές απαιτήσεις ρεύματος. Το κύκλωμα είναι για μονοφωφονικό ενισχυτή.

μην είναι μονωμένο από το κουτί δεν χρειάζεται ξεχωριστό καλώδιο για την γείωση του κουτιού.

Στην φωτογραφία της εισαγωγής φαίνεται το πρωτότυπο της κατασκευής. Στο πρωτότυπο χρησιμοποιήσαμε ένα κουτί με ενσωματωμένους ψύκτες και με διαστάσεις 445x75x305 mm. Για ένα στεροφωφονικό ενισχυτή μπορεί

να χρησιμοποιηθεί ένα κουτί, αλλά ο κάθε ενισχυτής θα πρέπει να έχει **το δικό του** τροφοδοτικό.