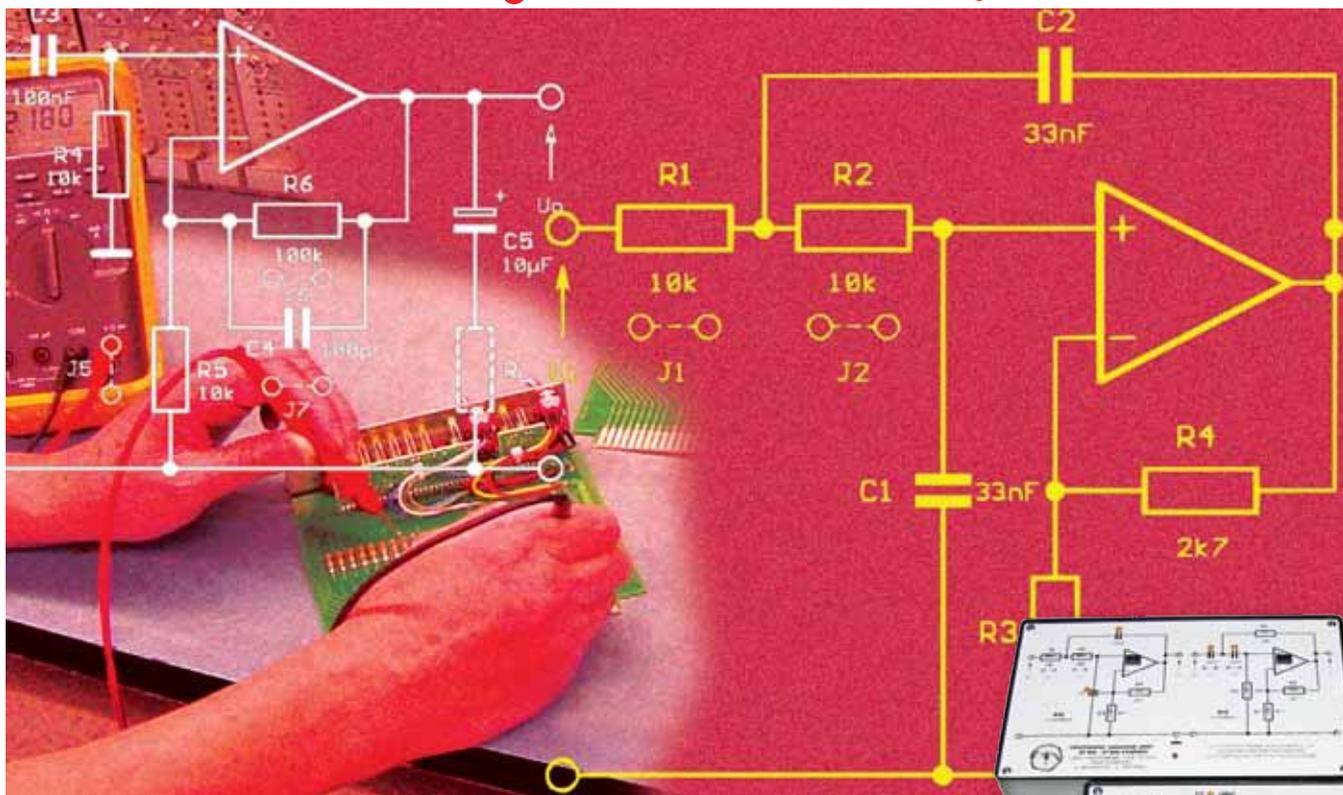


ΤΟΜΕΙΣ:

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ & ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ



Εκπαιδευτικά Αναπτύγματα Αναλογικών Ηλεκτρονικών



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «Δ Α Ι Δ Α Λ Ο Σ»

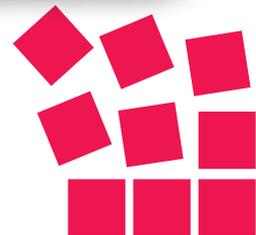
Πράξη 2.3.2 για «Ανάπτυξη και Εφαρμογή Προγραμμάτων Επίδειξης και Βράβευσης Εκπαιδευτικών Έργων ΤΕΕ & ΣΕΚ»

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ: ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ - ΣΧΟΛΕΙΟ: 1ο ΣΕΚ ΕΥΟΣΜΟΥ

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ:

20 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΑΝΑΠΤΥΓΜΑΤΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ
ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΛΟΓΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ

ΣΧΟΛΙΚΗ ΧΡΟΝΙΑ 2004- 2005



Εισαγωγή

Η ιδέα για την κατασκευή ενός των εκπαιδευτικών αναπτυγμάτων προέκυψε από συζητήσεις με συναδέλφους που διδάσκουν το Εργαστήριο Αναλογικών Ηλεκτρονικών στη Β' τάξη του Α' Κύκλου των ΤΕΕ.

Οι συνάδελφοι αυτοί διαπίστωσαν ότι, ορισμένες από τις ασκήσεις που προτείνει το εργαστηριακό εγχειρίδιο έχουν αρκετά περίπλοκα κυκλώματα. Αυτό κάνει τη συναρμολόγηση των κυκλωμάτων χρονοβόρα και επιρρεπή σε σφάλματα, με συνέπεια να μην απομένει αρκετός χρόνος για τη λήψη των μετρήσεων και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Χάνεται έτσι ο βασικός παιδαγωγικός στόχος του εργαστηρίου.

Με αυτά κατά νου, προτάθηκε η κατασκευή έτοιμων αναπτυγμάτων γι' αυτές τις ασκήσεις, από τα οποία οι μαθητές μπορούν να πάρουν άμεσα μετρήσεις συνδέοντας μόνο τα κατάλληλα όργανα.

Έτσι, δεδομένης και της ευκαιρίας που παρέχει το πρόγραμμα "Δαίδαλος", αποφασίσαμε να σχεδιάσουμε και να κατασκευάσουμε μια σειρά από αναπτύγματα για το παραπάνω εργαστήριο, τα οποία να έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- ♦ Δύο κυκλώματα ανά ανάπτυγμα.
- ♦ Δυνατότητα τροποποίησης των κυκλωματικών στοιχείων.
- ♦ Εύκολη σύνδεση των οργάνων διέγερσης και μέτρησης.
- ♦ Αυτόνομη τροφοδοσία από το δίκτυο πόλης.
- ♦ Εκτύπωση των κυκλωμάτων με μεταξοτυπία στην επιφάνεια των αναπτυγμάτων.

Τα αναπτύγματα καλύπτουν δέκα θέσεις εργασίας και με τη χρήση τους μπορούν να πραγματοποιηθούν τέσσερις εργαστηριακές ασκήσεις. Κατασκευάστηκαν με τη συνεργασία των Τομέων Ηλεκτρονικής και Γραφικών Τεχνών του 1^{ου} ΣΕΚ Ευόσμου. Οι μαθητές του τομέα Ηλεκτρονικών κατασκεύασαν τις πλακέτες των αναπτυγμάτων και συναρμολόγησαν επάνω τους τα κυκλώματα και οι μαθητές του τομέα Γραφικών Τεχνών τύπωσαν επάνω στις πλακέτες τα σχηματικά διαγράμματα των κυκλωμάτων των ασκήσεων και προετοίμασαν τις αφίσες και αυτό το ενημερωτικό φυλλάδιο του έργου.

Στις επόμενες σελίδες θα βρείτε μια σύντομη τεχνική περιγραφή των αναπτυγμάτων και μερικές πληροφορίες για τον τρόπο υλοποίησης των κατασκευών και για τις δυσκολίες που αντιμετωπίσαμε στην πορεία.

Οι υπεύθυνοι καθηγητές
Χατζόπουλος Δημήτριος
Μπιτζένης Δημήτριος



Επιλογή κυκλωμάτων

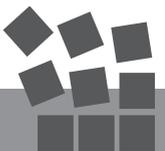
Για την κατασκευή των αναπτυγμάτων επιλέξαμε από το εργαστηριακό εγχειρίδιο του μαθήματος των Αναλογικών Ηλεκτρονικών κυκλώματα βασισμένα σε τελεστικούς ενισχυτές. Οι προτεινόμενες εργασίες για τη διεξαγωγή των σχετικών ασκήσεων (μέτρηση – υπολογισμός της ενίσχυσης σε διάφορες συχνότητες, χάραξη της καμπύλης απόκρισης κλπ.) είναι ιδιαίτερα χρονοβόρες και ωφελούνται πολύ, αν ολόκληρος ο εργαστηριακός χρόνος αφιερωθεί σ' αυτές.

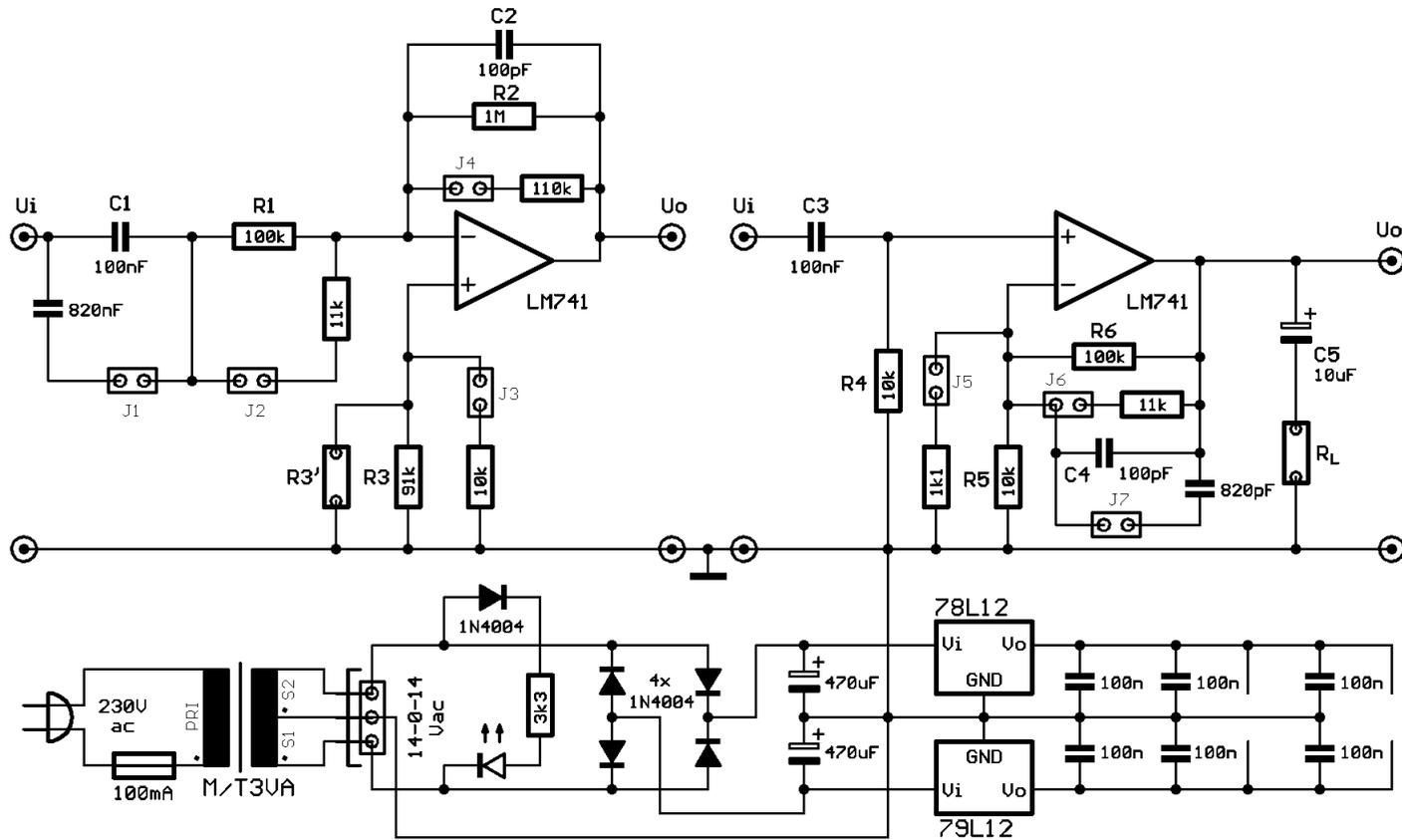
Εν γνώσει των παραπάνω, επιλέξαμε να κατασκευάσουμε δέκα αναπτύγματα για τη μελέτη του αναστρέφοντα και του μη αναστρέφοντα ενισχυτή και άλλα δέκα αναπτύγματα για τη μελέτη των φίλτρων διέλευσης χαμηλών συχνοτήτων και των φίλτρων διέλευσης υψηλών συχνοτήτων.

Επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε τα ίδια κυκλώματα που προτείνει το εργαστηριακό εγχειρίδιο έτσι, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι διαδικασίες που αυτό περιγράφει για τη διεξαγωγή των ασκήσεων και για να μη δημιουργείται σύγχυση στους μαθητές από τη χρήση άγνωστων σ' αυτούς κυκλωμάτων. Για τους λόγους αυτούς η δική μας σχεδιαστική παρέμβαση περιορίστηκε στην προσθήκη κατάλληλων βραχυκυκλωτήρων, με τη βοήθεια των οποίων μπορεί να τροποποιηθούν τα μεγέθη κάποιων εξαρτημάτων έτσι, ώστε να συμμορφώνονται με τις περιγραφόμενες διαδικασίες και στην ενσωμάτωση τροφοδοτικών.

Με αυτούς τους βραχυκυκλωτήρες συνδέονται παράλληλα προς ορισμένους αντιστάτες και πυκνωτές των κυκλωμάτων άλλοι αντιστάτες και πυκνωτές έτσι, ώστε η τιμή του συνδυασμού να τροποποιείται κατάλληλα. Συγκεκριμένα, η τιμή των αντιστατών υποδιπλασιάζεται ή υποδεκαπλασιάζεται κατά περίπτωση, ενώ η τιμή των πυκνωτών διπλασιάζεται ή δεκαπλασιάζεται αντίστοιχα.

Τα κυκλώματα για το ανάπτυγμα των ενισχυτών φαίνονται στο σχήμα 1.





Σχήμα 1. Κυκλώματα του αναπτύγματος των ενισχυτών.



Η τοποθέτηση των βραχυκυκλωτήρων J1 και J4 δεκαπλασιάζει την τιμή των πυκνωτών C1 και C4 αντίστοιχως και τροποποιεί τις καμπύλες απόκρισης συχνοτήτων των ενισχυτών. Η τοποθέτηση των βραχυκυκλωτήρων J2, J3, J4, J5 και J6 υποδεκαπλασιάζει την τιμή των αντιστάσεων R1, R3, R2, R5 και R6 αντίστοιχως και τροποποιεί την ενίσχυση των ενισχυτών.

Παράλληλα με την R3 υπάρχουν σημεία σύνδεσης για την τοποθέτηση εξωτερικής αντίστασης R3' τιμής τέτοιας, ώστε να μηδενίζεται η τάση εκτροπής του τελεστικού ενισχυτή όταν τροποποιούνται οι τιμές των R1 και R2. Οι τιμή της R3' υπολογίζεται σύμφωνα με τις οδηγίες του εργαστηριακού εγχειριδίου. Στη θέση της R_L συνδέεται εξωτερική μεταβλητή αντίσταση για τη μέτρηση της αντίστασης εξόδου του μη αναστρέφοντα ενισχυτή.

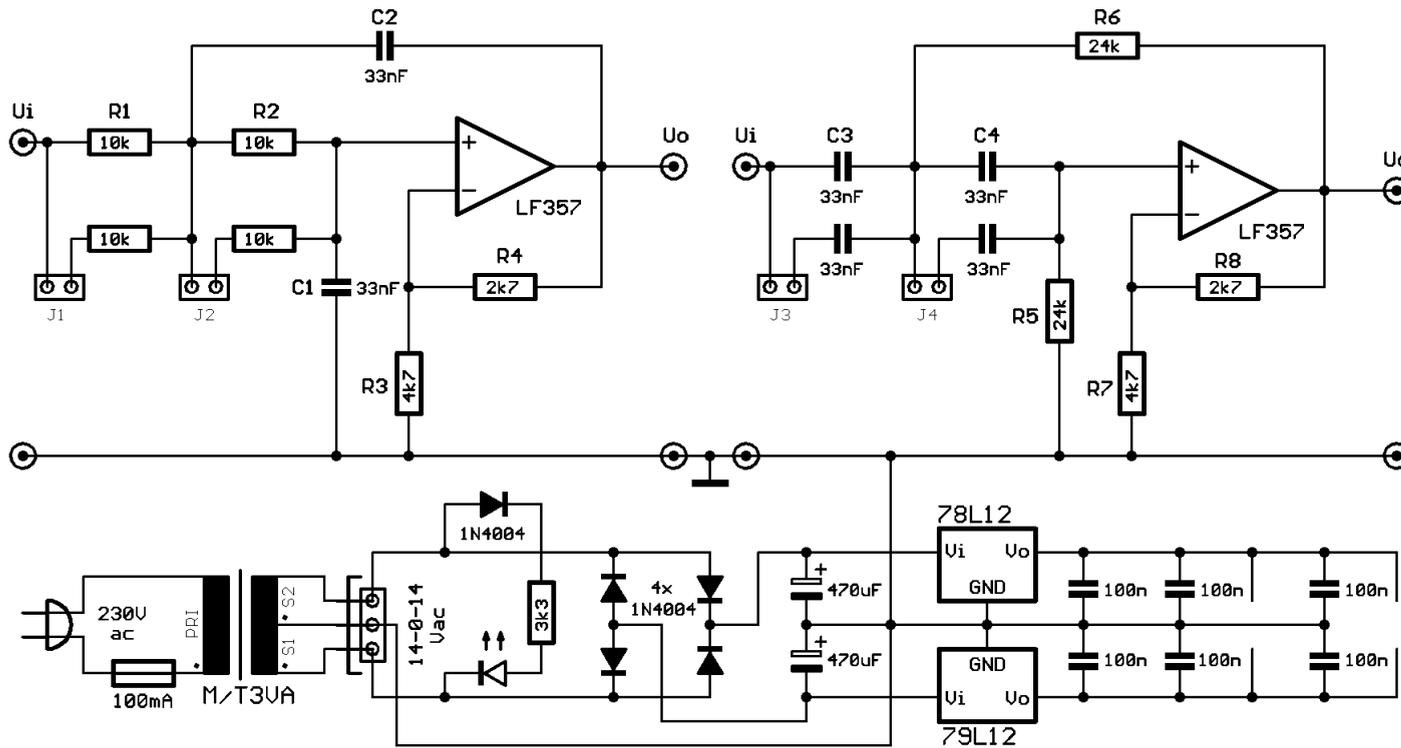
Τέλος το τροφοδοτικό είναι μια κλασική διάταξη παροχής συμμετρικής συνεχούς τάσης και διαθέτει σταθεροποιητές για παροχή τάσης +12V και -12V ως προς τη γείωση.

Τα κυκλώματα για το ανάπτυγμα των ενεργών φίλτρων φαίνονται στο σχήμα 2.

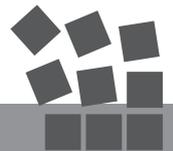
Το ανάπτυγμα περιλαμβάνει δύο ενεργά φίλτρα Butterworth 2^{ης} τάξης, το πρώτο χαμηλοπερατό και το δεύτερο υψιπερατό. Τοποθετώντας τους βραχυκυκλωτήρες J1 και J2 υποδιπλασιάζουμε την τιμή των αντιστάσεων R1 και R2 και έτσι διπλασιάζουμε τη συχνότητα αποκοπής του χαμηλοπερατού φίλτρου. Τοποθετώντας τους βραχυκυκλωτήρες J3 και J4 διπλασιάζουμε την τιμή των πυκνωτών C3 και C4 και έτσι υποδιπλασιάζουμε τη συχνότητα αποκοπής του υψιπερατού φίλτρου.

Η τοπολογία των φίλτρων είναι ίδια μ' αυτή που προτείνεται στο εργαστηριακό εγχειρίδιο. Στο ανάπτυγμα χρησιμοποιούνται τελεστικοί ενισχυτές ευρείας ζώνης συχνοτήτων για καλύτερη παραγωγή της επιθυμητής ζώνης διέλευσης συχνοτήτων. Τέλος το τροφοδοτικό είναι ίδιο μ' αυτό του αναπτύγματος των ενισχυτών.



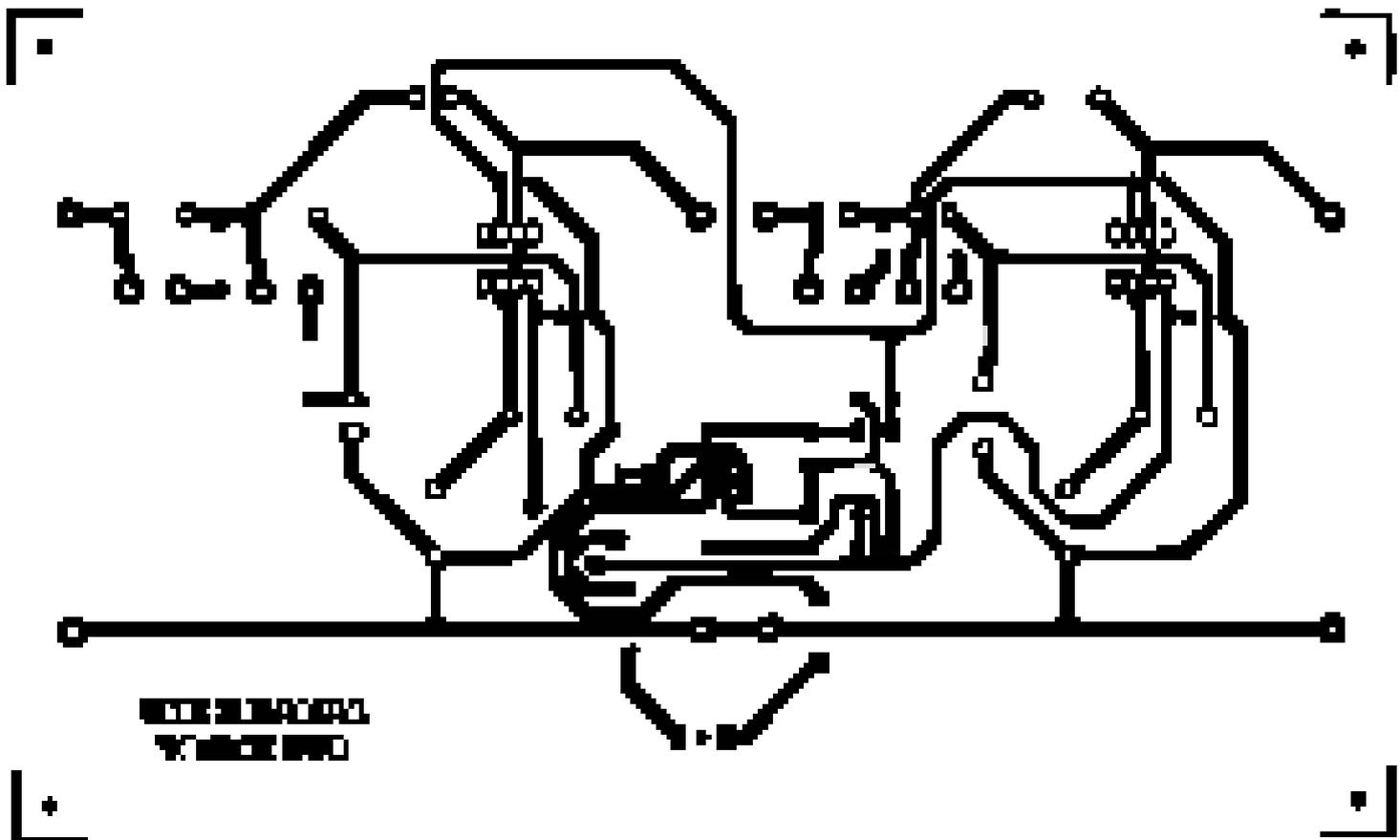


Σχήμα 2. Κυκλώματα του αναπτύγματος των ενεργών φίλτρων.

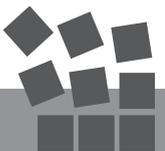


Σχεδίαση

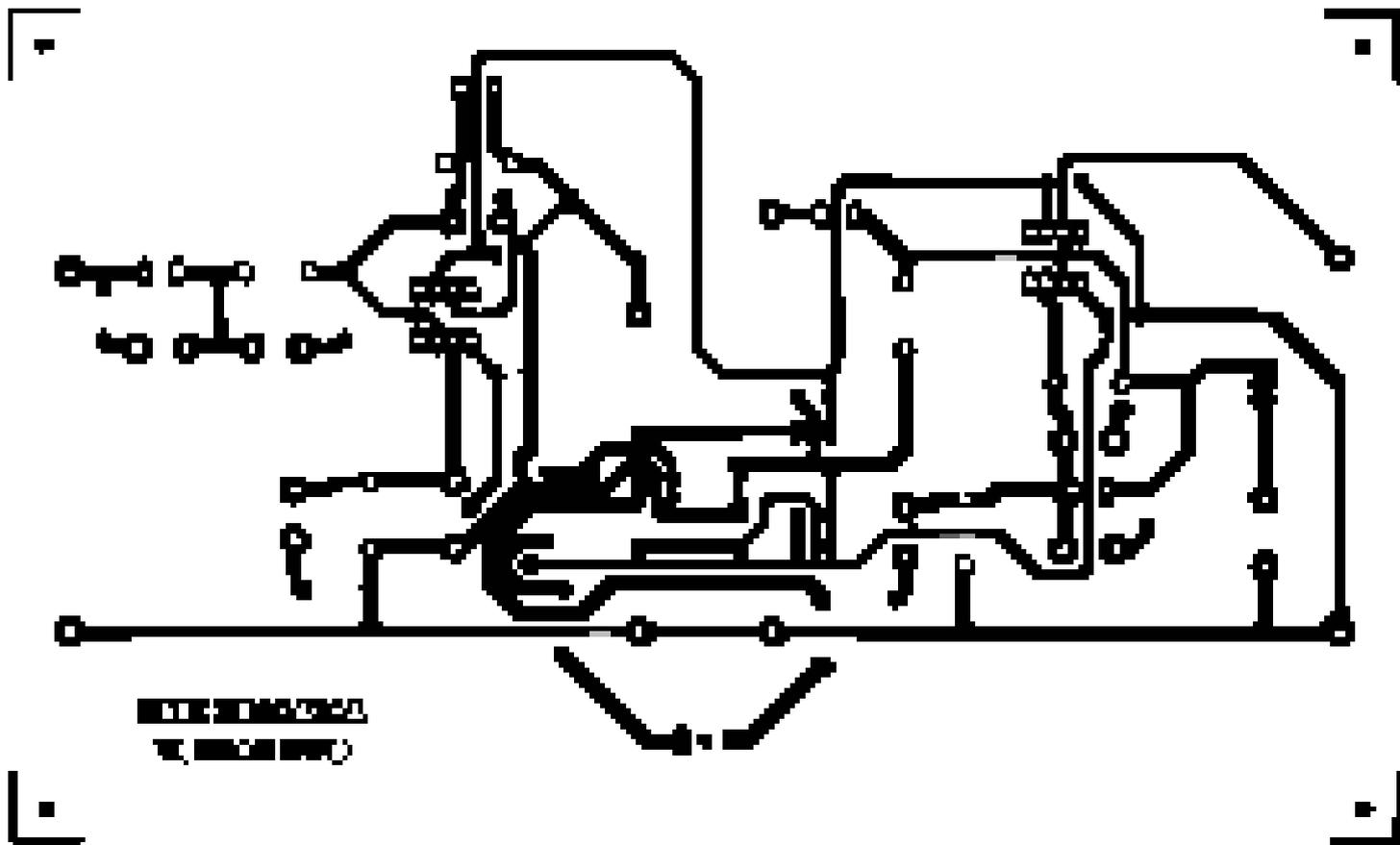
Για την κατασκευή των αναπτυγμάτων σχεδιάστηκαν πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων με τη βοήθεια ενός κατάλληλου προγράμματος CAD. Οι μακέτες των όψεων χαλκού των πλακετών φαίνονται στα παρακάτω σχήματα:



Σχήμα 3. Μακέτα της όψης χαλκού του αναπτύγματος των ενισχυτών.



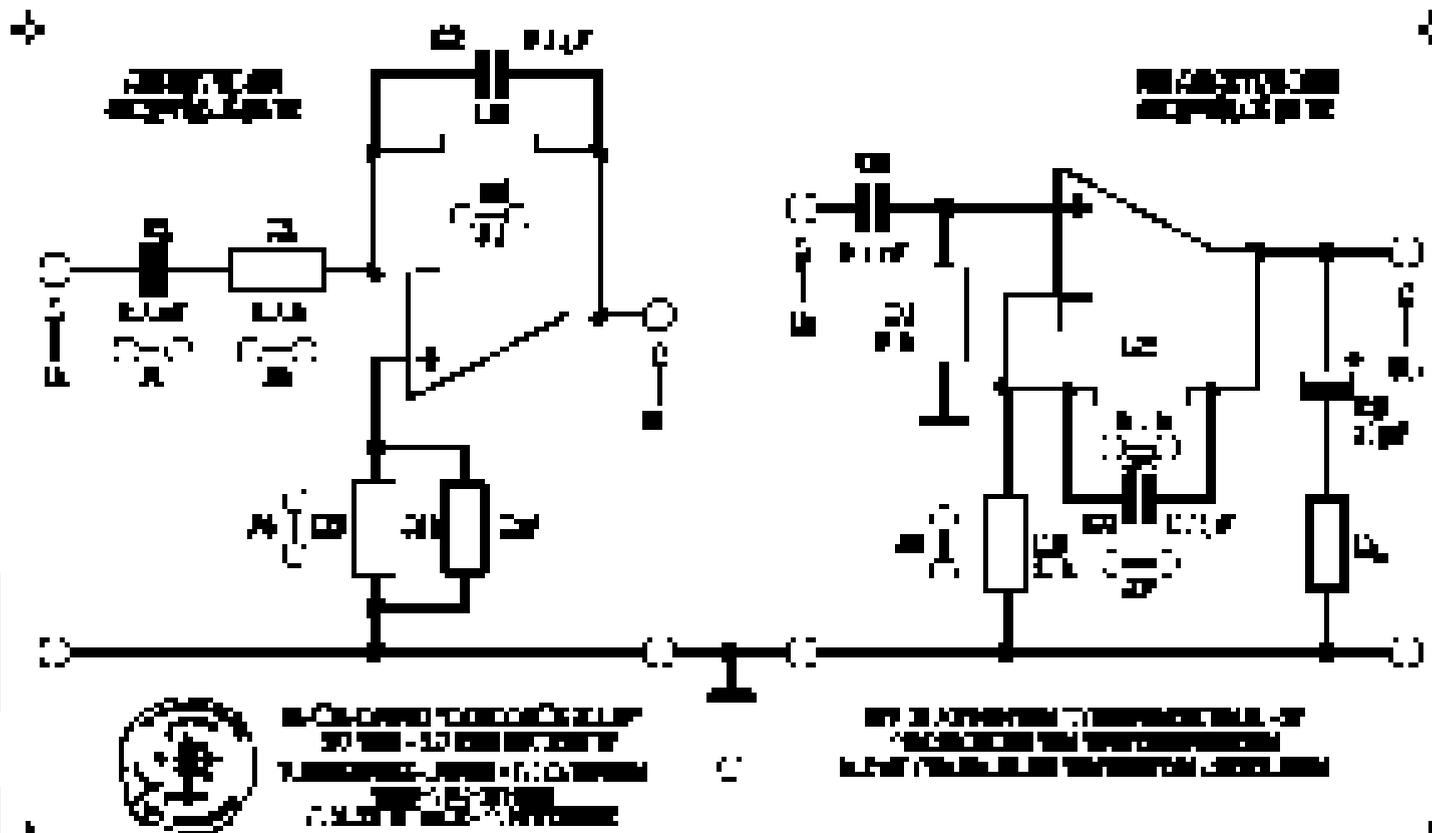
Οι μακέτες τυπώνονται αντεστραμμένες έτσι ώστε όταν αργότερα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή των πλακετών, η μελανωμένη τους επιφάνεια να βρίσκεται σε άμεση επαφή με τις πλακέτες.



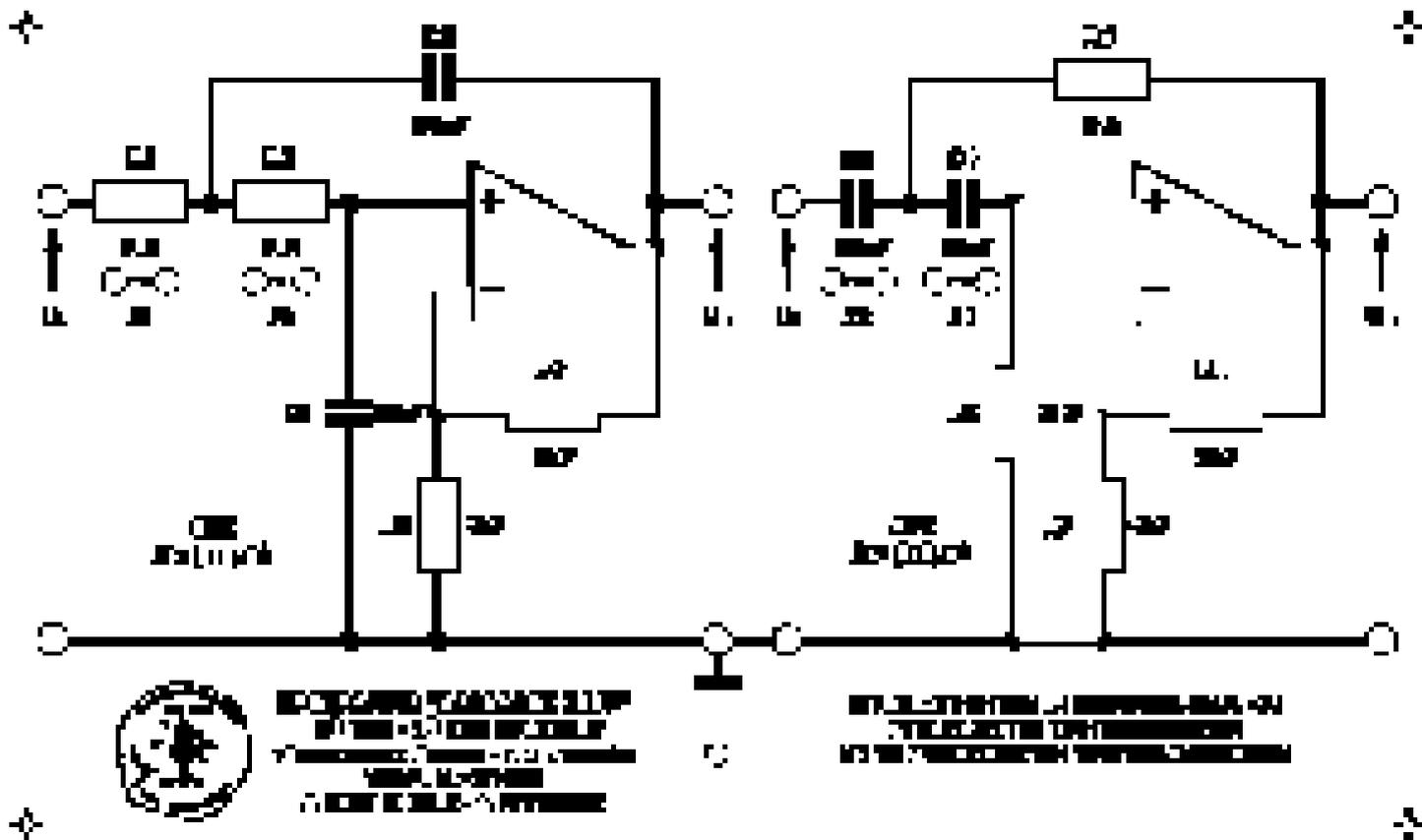
Σχήμα 4. Μακέτα της όψης χαλκού του αναπτύγματος των ενεργών φίλτρων.



Το πρόγραμμα CAD παρέχει τη δυνατότητα να σχεδιαστεί και το διάγραμμα τοποθέτησης των εξαρτημάτων για την πάνω όψη των πλακετών. Με τη βοήθειά του σχεδιάσαμε τις παρακάτω μακέτες, τις οποίες η ομάδα των γραφιστών εκτύπωσε με τη μέθοδο της μεταξοτυπίας στην επιφάνεια των αναπτυγμάτων. Χρησιμοποιήθηκε ειδικό πολυμερές υλικό για να είναι οι εκτυπώσεις ανθεκτικές στην απόξεση. Η εκτύπωση έγινε έτσι, ώστε κατά τη συναρμολόγηση των πλακετών τα εξαρτήματα να τοποθετούνται πάνω στις θέσεις όπου σημειώνονται τα σύμβολά τους. Οι μακέτες μεταξοτυπίας φαίνονται στα παρακάτω σχήματα.



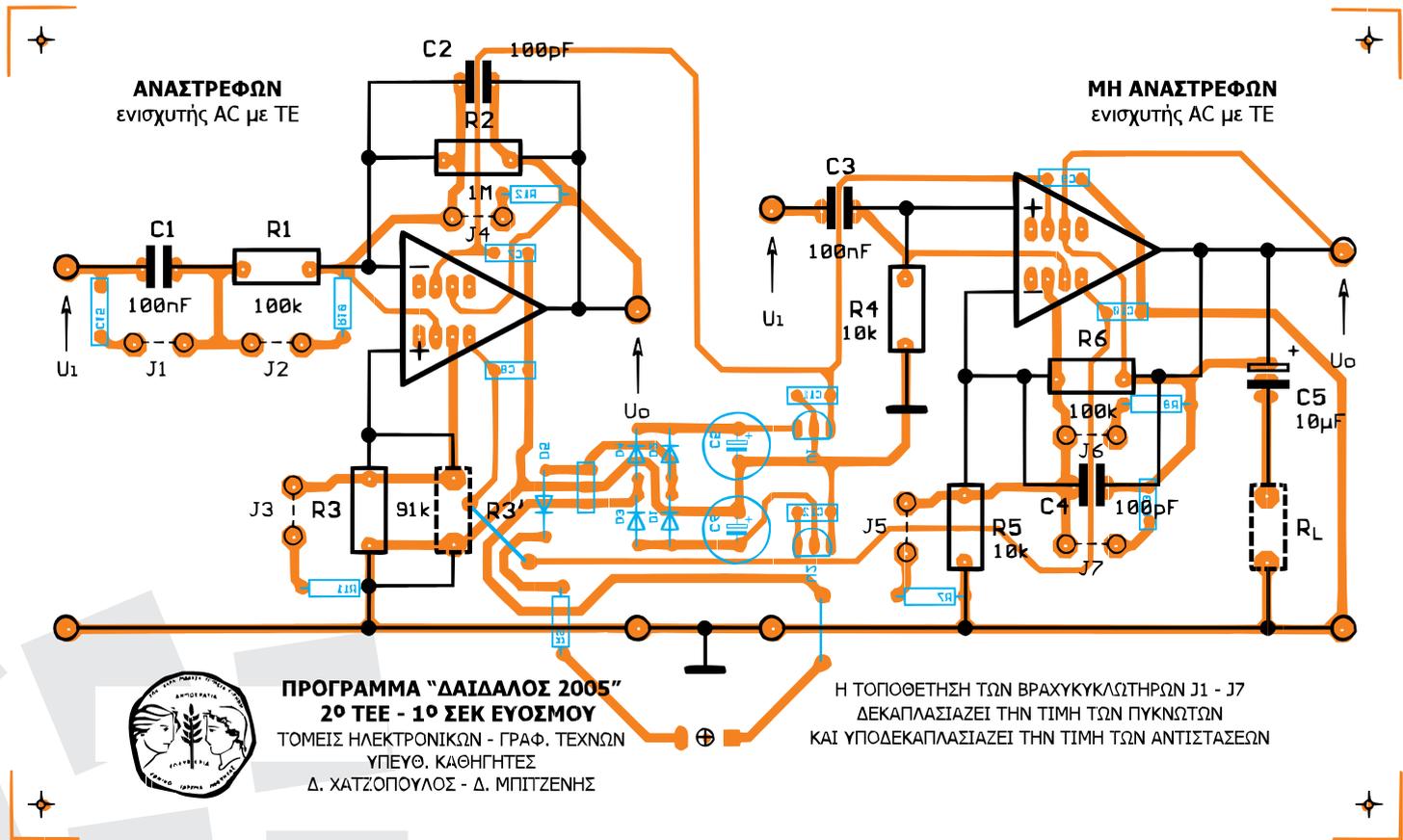
Σχήμα 5. Μακέτα μεταξοτυπίας του αναπτύγματος των ενισχυτών.



Σχήμα 6. Μακέτα μεταξοτυπίας του αναπτύγματος των ενεργών φίλτρων.



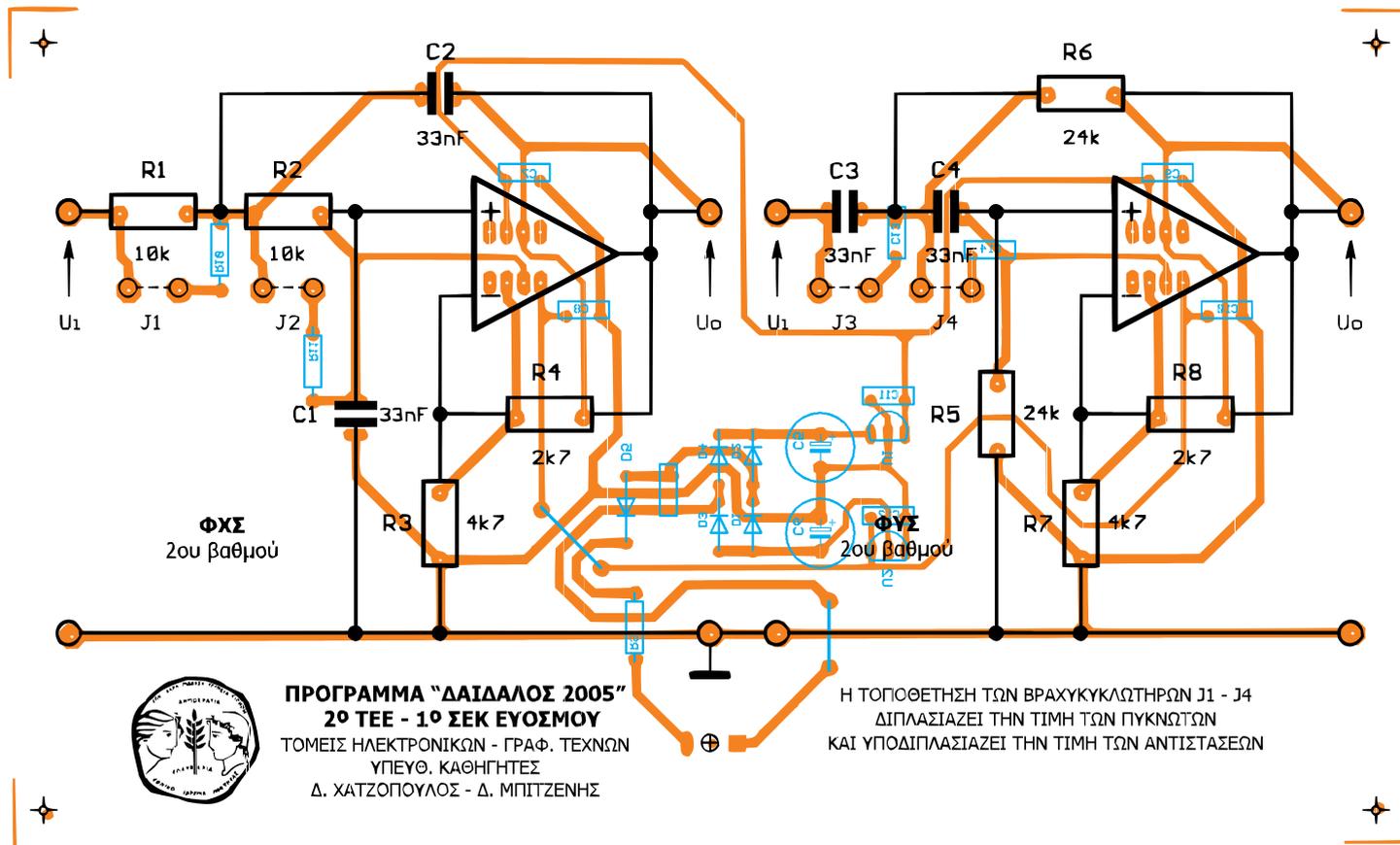
Στα σχήματα 7 και 8 φαίνεται η αλληλεπίθεση των δύο μακετών του κάθε αναπτύγματος. Ας σημειωθεί ότι τα ίχνη της όψης χαλκού, που σημειώνονται με πορτοκαλί χρώμα, δεν είναι ορατά από την επιφάνεια της όψης μεταξοτυπίας.



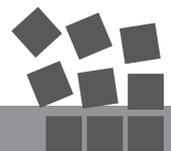
Σχήμα 7. Το ανάπτυγμα των ενισχυτών.

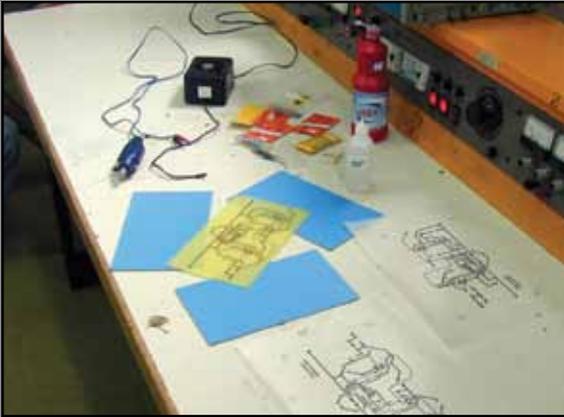
Τα εξαρτήματα των οποίων το ίχνος σημειώνεται με γαλάζια γραμμή, τοποθετούνται στο κάτω μέρος των πλακετών, για να μη συγχέονται με το ουσιώδες τμήμα των κυκλωμάτων, που σημειώνεται με μαύρη γραμμή στη μεταξοτυπία.

Στα εξαρτήματα που τοποθετούνται στην κάτω όψη των πλακετών, περιλαμβάνονται όλα τα υλικά των τροφοδοτικών, καθώς και τα εξαρτήματα που παραλληλίζονται με άλλα μέσω των βραχυκυκλωτήρων.



Σχήμα 8. Το ανάπτυγμα των ενεργών φίλτρων.





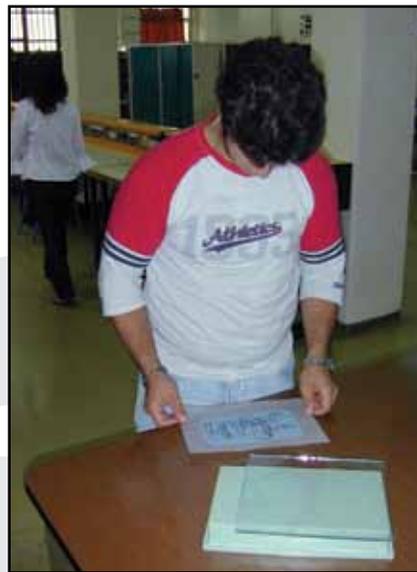
Εικόνα 1: Υλικά για τη κατασκευή των πλακετών.

Κατασκευή

Μετά τη σχεδίαση των μακετών ακολούθησε η κατασκευή των πλακετών των τυπωμένων κυκλωμάτων. Οι πλακέτες αποτελούνται από πλάκες ειδικού μονωτικού υλικού (ύφασμα υαλονημάτων εμποτισμένο με εποξική ρητίνη), στη μια επιφάνεια των οποίων είναι επικολλημένο λεπτό φύλλο χαλκού επικαλυμμένο με φωτοευαίσθητο βερνίκι. Το βερνίκι καλύπτεται από αυτοκόλλητο αδιαφανές φύλλο που το προστατεύει από το φως.

Τυπώνουμε τις μακέτες της όψης χαλκού των πλακετών πάνω σε διαφανή φύλλα. Στη συνέχεια, για κάθε πλακέτα, αφαιρούμε το προστατευτικό αδιαφανές φύλλο, τοποθετούμε στην επιφάνεια του χαλκού το φύλλο της διαφάνειας με ορθό προσανατολισμό (να μη φαίνεται ανεστραμμένη η λεζάντα του), το ευθυγραμμίζουμε και το πιέζουμε με μια πλάκα γυαλιού (Εικόνα 2α).

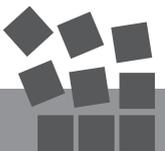
Τοποθετούμε την πλακέτα με τη διαφάνεια και το γυαλί μέσα σε φωτοθάλαμο (Εικόνα 2β) και την εκθέτουμε σε φως πλούσιο σε υπεριώδη ακτινοβολία για 15 λεπτά.



Εικόνα 2α: Τοποθέτηση γυαλιού στη φωτοευαίσθητη πλακέτα



Εικόνα 2β: Έκθεση στο φως με υπεριώδη ακτινοβολία



Κατόπιν εμφανίζουμε την πλακέτα μέσα σε αραιό διάλυμα καυστικού νατρίου για 2 – 3 λεπτά. Το εμφανιστικό διάλυμα απομακρύνει το βερνίκι από τα σημεία που αντιστοιχούν στις διαφανείς περιοχές της μακέτας και εκεί, αφήνει το χαλκό εκτεθειμένο (Εικόνα 3).



Εικόνα 3: Εμφάνιση της πλακέτας

Αφού ξεπλύνουμε την εμφανισμένη πλακέτα την τοποθετούμε σε διάλυμα αποτελούμενο από υδροχλωρικό οξύ (ακουαφόρτε) και υπεροξειδίο του υδρογόνου (οξυζενέ). Το διάλυμα αυτό, που ονομάζεται διάλυμα αποχάλκωσης, αφαιρεί το χαλκό από τα σημεία που είναι εκτεθειμένος και αναδεικνύει τις χαλκοδιαδρομές της πλακέτας (Εικόνα 4).



Εικόνα 4: Αποχάλκωση με διάλυμα ακουαφόρτε και οξυζενέ



Ξεπλύνουμε την πλακέτα, αφαιρούμε το φωτοευαίσθητο βερνίκι με λίγο διαλυτικό (Εικόνα 5).

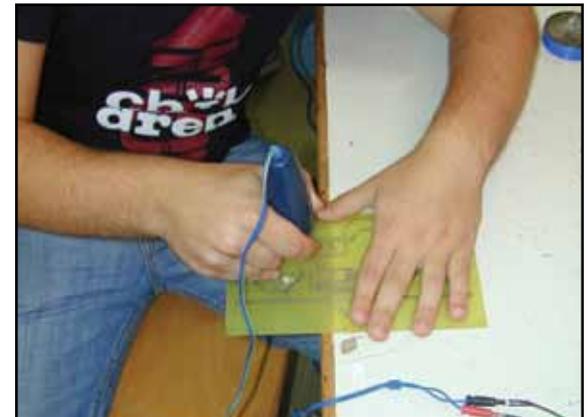


Εικόνα 5: Αφαίρεση φωτοευαίσθητου βερνικιού

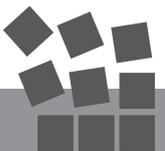
Στη συνέχεια επικασιτερώνουμε τις χαλκοδιαδρομές, για να τις προστατέψουμε από την οξείδωση. Κατόπιν ανοίγουμε τρύπες για να περάσουν οι ακροδέκτες των εξαρτημάτων (Εικόνες 6, 7).



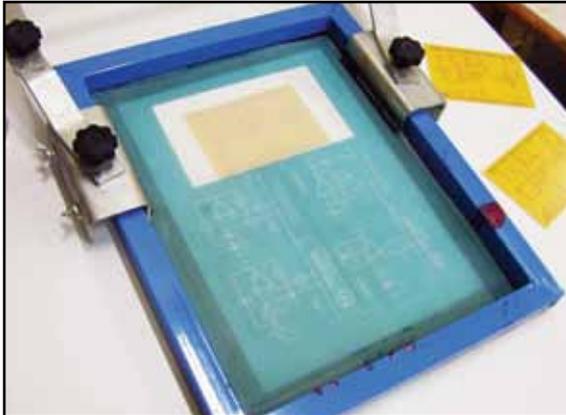
Εικόνα 6: Επικασιτέρωση



Εικόνα 7: Τρύπημα για ακροδέκτες



Στο επόμενο βήμα καλύπτουμε με λευκό χρώμα την πάνω όψη κάθε πλακέτας και τυπώνουμε πάνω της τη μακέτα της όψης μεταξοτυπίας (Εικόνες 8α, 8β).



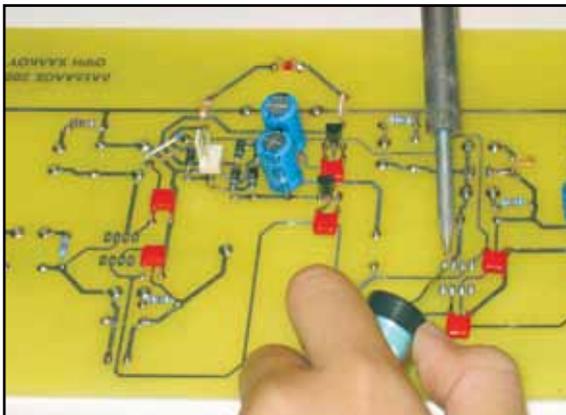
Εικόνα 8α: Μεταξοτυπικό τελάρο



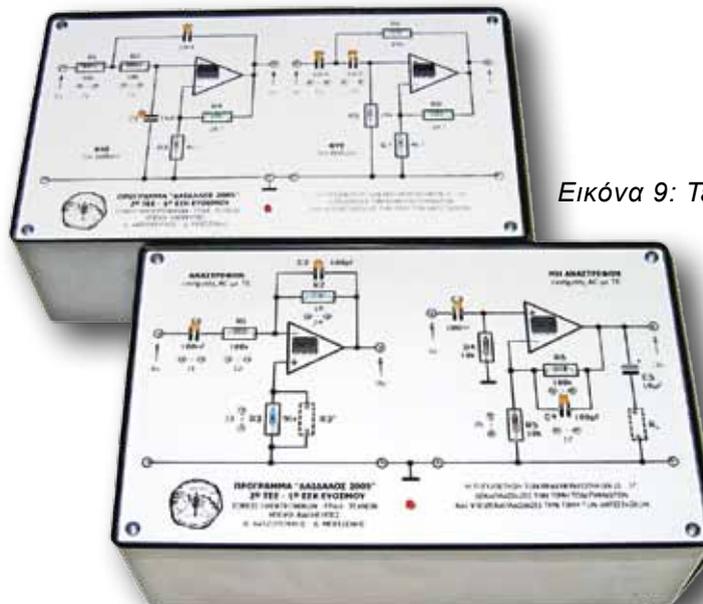
Εικόνα 8β: Μεταξοτυπική εκτύπωση

Ακολουθεί η συγκόλληση των εξαρτημάτων, που τοποθετούνται αρχικά στην άνω, και μετά στην κάτω όψη της πλακέτας (Εικόνα 8).

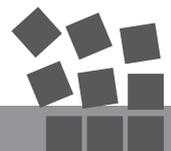
Στο τέλος γίνονται έλεγχοι για τη διόρθωση τυχόν σφαλμάτων, ελέγχεται η λειτουργία του κάθε αναπτύγματος και τοποθετούνται οι πλακέτες στα κουτιά τους (Εικόνα 9).



Εικόνα 8: Συγγόληση εξαρτημάτων



Εικόνα 9: Τελικά αναπτύγματα





1ο ΣΕΚ Ευόσμου
 Τέρμα Σμύρνης Εύοσμος - Τηλέφωνο και Φαξ: 2310 770354
<http://1sek-evosm.thess.sch.gr>, e-mail: mail@1sek-evosm.thess.sch.gr

Η ομάδα των μαθητών
 που συμμετείχε

Αθανασιάδης Κωνσταντίνος
 Ιντζές Στυλιανός
 Καλαθιάς Ιωάννης
 Καλαϊτζής Παναγιώτης
 Κεραμιδάς Νικόλαος
 Νικολέρης Ιωάννης
 Χιονάς Δημήτριος
 Γκότσης Νικόλαος
 Μοσχόπουλος Γρηγόριος

Υπεύθυνοι καθηγητές:

Χατζόπουλος Δημήτριος
 ΠΕ12 Φυσικός Ρ/Η

Μπιτζένης Δημήτριος
 ΠΕ18 Γραφικών Τεχνών

ΤΟΜΕΑΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ



ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΤΕΧΝΩΝ



ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

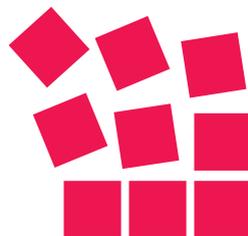
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ



ΟΠΤΙΚΟΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ



ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ & ΔΙΚΤΥΩΝ



Εκπαιδευτικά Αναπτύγματα Αναλογικών Ηλεκτρονικών

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «Δ Α Ι Δ Α Λ Ο Σ»

Πράξη 2.3.2 ια «Ανάπτυξη και Εφαρμογή Προγραμμάτων Επίδειξης
και Βράβευσης Εκπαιδευτικών Έργων ΤΕΕ & ΣΕΚ»

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ: ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ - ΣΧΟΛΕΙΟ: 1ο ΣΕΚ ΕΥΟΣΜΟΥ

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ:

20 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΑΝΑΠΤΥΓΜΑΤΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ
ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΛΟΓΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ

ΣΧΟΛΙΚΗ ΧΡΟΝΙΑ 2004- 2005

