



ΑΣΚΗΣΗ 42

ΤΕΛΕΣΤΙΚΟΙ ΕΝΙΣΧΥΤΕΣ

A:) ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

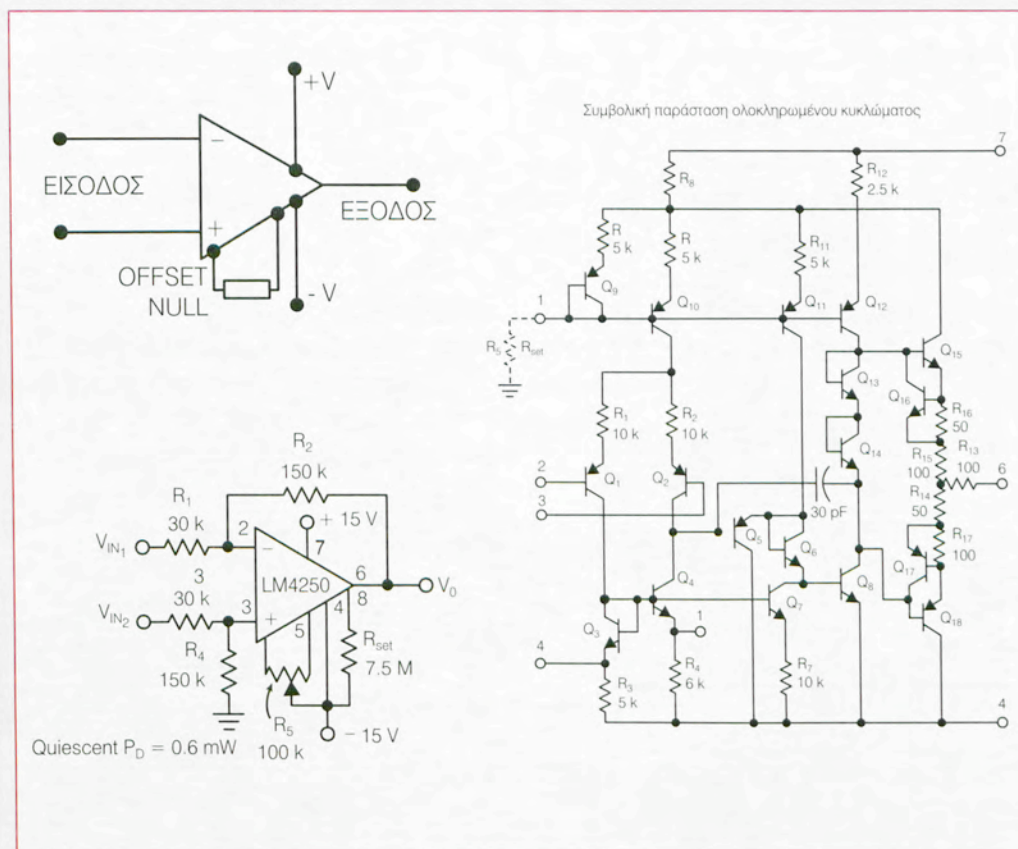
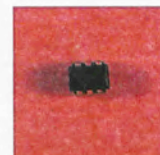
Γενικά:

Οι τελεστικοί ενισχυτές αποτελούν το σημαντικότερο κομμάτι των γραμμικών κυκλωμάτων. Το όνομά τους το οφείλουν στις πολλές λειτουργίες που εκτελούν.

Χαρακτηρίζονται από πολύ μεγάλη ενίσχυση, πολύ μεγάλη αντίσταση εισόδου, πολύ μικρή αντίσταση εξόδου και ενίσχυση πολύ μεγάλου εύρους συχνοτήτων.

Οι πρώτοι τελεστικοί ενισχυτές κατασκευάζονταν με διακριτά εξαρτήματα ήταν ογκώδεις και είχαν μεγάλο κόστος. Για τους λόγους αυτούς οι εφαρμογές τους ήταν αρκετά περιορισμένες.

Με την εξέλιξη των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων τα οποία θα εξετάσουμε σε επόμενη άσκηση τα βασικά τους μειονεκτήματα περιορίστηκαν πάρα πολύ και έτσι οι τελεστικοί ενισχυτές που κυκλοφορούν σήμερα με τη μορφή του ολοκληρωμένου κυκλώματος έχουν πολύ μικρό όγκο και μικρό κόστος. Σε ένα ολοκληρωμένο μπορούν να ανταποκριθούν περισσότεροι από έναν τελεστικό ενισχυτή. Στο σχήμα 10.7 φαίνεται η συμβολική παράσταση ενός τελεστικού ενισχυτή.



Το κύκλωμα του τελεστικού ενισχυτή μπορούμε να το διαιρέσουμε σε τρεις βαθμίδες:

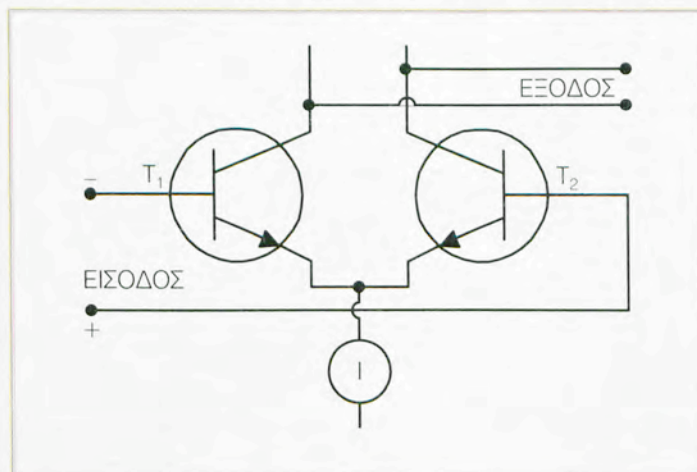
Βαθμίδα εισόδου

Μέση βαθμίδα

Βαθμίδα εξόδου.

Η βαθμίδα εισόδου (σχ.10.8) αποτελείται από ένα διαφορικό ενισχυτή εφοδιασμένο με μια πηγή σταθερού ρεύματος στους εκπομπούς των τρανζίστορ συνδεσμολογιμένα ένα ή περισσότερα τρανζίστορ, στο (σχήμα 10.8) φαίνονται ως (I). Οι βάσεις των τρανζίστορ αποτελούν τις δυο εισόδους του τελεστικού ενισχυτή. Η μια είσοδος είναι σημειωμένη με πλην (-) και **ονομάζεται αναστρέφουσα** γιατί αν γίνει ελαφρός θετικότερη η έξοδος γίνεται αρνητική. Η άλλη σημειώνεται με το συν (+) και **ονομάζεται μη αναστρέφουσα**. Αν αυτή γίνει θετική τότε και η έξοδος γίνεται θετική. Όταν και στις δυο εισόδους εφαρμοσθεί σήμα με ίσο πλάτος και της ίδιας φάσης η έξοδος θα είναι μηδενική. Οι κατασκευαστικές διαφορές μεταξύ των τμημάτων του διαφορικού ενισχυτή έχουν σαν αποτέλεσμα τα ρεύματα βάσης των τρανζίστορ να μη διατηρούνται ίσα και γι' αυτό στην έξοδο εμφανίζεται μη ανεπιθύμητη τάση χωρίς σήμα στις εισόδους του τελεστικού ενισχυτή. Αυτή η τάση **λέγεται τάση ασυμμετρίας εξόδου**. Σε πολλά ολοκληρωμένα τελεστικού ενισχυτή η τάση ασυμμετρίας αναιρείται με την σύνδεση εξωτερικά ενός ποτενσιόμετρου. Τα δύο άκρα του ποτενσιόμετρου αυτού συνδέονται στα δυο ποδαράκια του ολοκληρωμένου, που σημειώνονται σαν **offset null** και το μεσαίο στο αρνητικό ή το θετικό της τάσης τροφοδοτήσεως (σχ 10.7). Η ενδιάμεση βαθμίδα του τελεστικού ενισχυτή αποτελείται από συνδυασμούς διαφορικών και άλλων ενισχυτών ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκε. Το στάδιο αυτό δίνει μια επιπλέον απολαβή τάσης και ρεύματος. Η έξοδος είναι συνήθως συνδεσμολογία ακόλουθου εκπομπού, προσαρμόζει την υψηλή αντίσταση της ενδιάμεσης βαθμίδας με τη χαμηλή του φορτίου και ενεργεί ως απομονωτής φορτίου και τελεστικού ενισχυτή. Η μέγιστη δυνατότητα μεταβολής της τάσης εξόδου σε συνάρτηση με το χρόνο ονομάζεται **όριο ταχύτητας μεταβολής (SR)** και μετριέται σε V/μsec. Π.χ. όταν αναφέρεται $SR=0,5V/\mu s$ εννοείται ότι η τάση στην έξοδο δεν μπορεί να αυξάνεται ή να μειώνεται γρηγορότερα από 0,5 στο μs (μικροδευτερόλεπτο). Οι τελεστικοί ενισχυτές χρησιμοποιούνται ως ενισχυτές, ενεργά φίλτρα, ασύγκριτες σε αναλογικούς υπολογιστές σε κυκλώματα διαφόρισης-ολοκλήρωσης και αλλού. Κυκλοφορούν σε ολοκληρωμένα με 8 ακροδέκτες ή με 14. Ένας από τους πιο γνωστούς είναι ο 741. Η μεγαλύτερη τάση τροφοδοτήσεως κυμαίνεται ανάλογα με το ολοκληρωμένο, από ($\pm 18V$ μέχρι $\pm 22V$). Χρησιμοποιούμε συνήθως τροφοδοτικά διπλής πολικότητας.

Ως ενισχυτές, οι τελεστικοί χρησιμοποιούνται με κλειστό βρόγχο, δηλαδή με μια αντίσταση συνδεδεμένη από την έξοδο στη μία από τις δύο εισόδους. Ανάλογα αν το σήμα εισόδου εφαρμόζεται στην αναστρέφουσα ή μη αναστρέφουσα έχουμε τις δύο βασικές συνδεσμολογίες του ενισχυτή.



(Σχ 10.8)



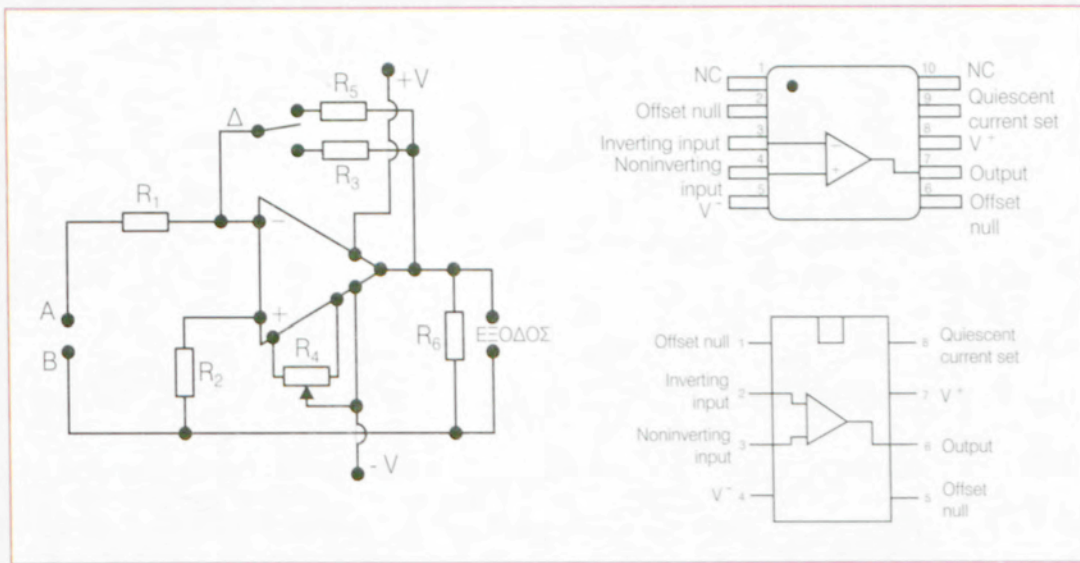
Β. ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

α.) Απαραίτητα όργανα και συσκευές για την εκτέλεση της άσκησης

- Τροφοδοτικό 12V 100mA.
- Γεννήτρια Χ.Σ. (ακουστικών συχνοτήτων)
- Παλμογράφος
- Ψηφιακό πολύμετρο
- Πινακίδα για τη συνδεσμολογία του κυκλώματος (test board) και διάφορα εξαρτήματα

β.) Εκτέλεση εργασίας

1. Σχεδιάστε το κύκλωμα (σχ.10.9) με τις τιμές των εξαρτημάτων που θα σας δοθούν στο εργαστήριο.



(Σχ 10.9)

2. Τροφοδοτείστε το κύκλωμα με τάσεις + 12V και - 12V (το 0 στην αντίσταση του φορτίου στην έξοδο και στην είσοδο συνδέστε την R₃ στο κύκλωμα).
3. Βραχυκυκλώστε προσωρινά τα σημεία A και B του κυκλώματος και συνδέστε στην έξοδο το ψηφιακό βολτόμετρο.
4. Ρυθμίστε το ποτενσιόμετρο R₄ για μηδενική ακριβώς έξοδο.
5. Αφαιρέστε το βραχυκύκλωμα από την είσοδο (A και B) και συνδέστε τη γεννήτρια Χ.Σ για ημιτόνιο σήμα μέσης ακουστικής συχνότητας 1KHZ και έξοδο περίπου 0,1V.
6. Μετρήστε την τάση εισόδου του τελεστικού ενισχυτή με τη σύνδεση του παλμογράφου στην έξοδό του.

7. Υπολογίστε την απολαβή τάσης του ενισχυτή $A = V_{εξο} / V_{εξ}$.
(Το $V_{εξο} = 0,1V$ και το $V_{εξ}$ είναι γνωστό από την εργασία 5).
8. Ρυθμίστε τη γεννήτρια για έξοδο 20mV ρ-ρ και μετράτε την έξοδο του τελεστικού ενισχυτή για συχνότητες 50Hz-100Hz-500Hz-1KHz-5KHz-20KHz-30KHz-50KHz-100kHz και 200KHz.
9. Γυρίστε το διακόπτη Δ ώστε να συνδεθεί στο κύκλωμα η R_5 .
10. Με συνδεδεμένη την αντίσταση R_5 τώρα στο κύκλωμα επαναλάβετε τις εργασίες 5,6,7 και 8.
11. Χαράξτε τις καμπύλες μεταβολής της τάσης εξόδου σε συνάρτηση με τις συχνότητες από μετρήσεις που κάνατε στην εργασία 8.
12. Συγκρίνατε τις μετρήσεις που κάνατε με τις αντιστάσεις R_3 και R_4 και γράψατε στο τετράδιό σας τις παρατηρήσεις.