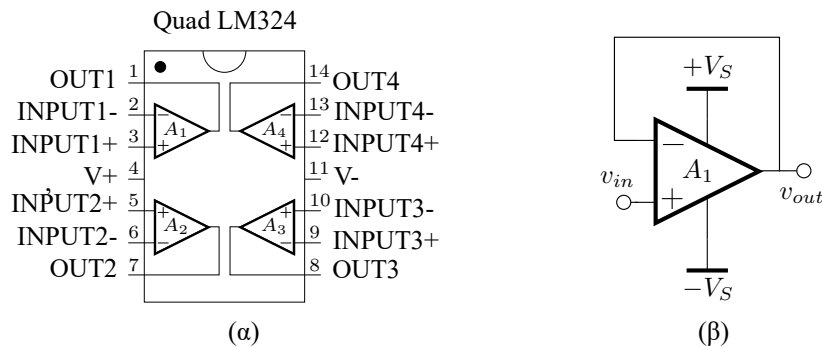


Εισαγωγοί στους Τελεστικούς Ενισχυτές Αρνητική Ανάδραση

Περιγραφή Εργασίας

Στην εργαστηριακή αυτή εργασία θα εργαστείτε και θα εξοικειωθείτε με βασικά κύκλωμα τελεστικών ενισχυτών (TE). Οι TE που θα χρησιμοποιηθούν προέρχονται από το ολοκληρωμένο LM324 (Σχήμα 1(α)). Με τη χρήση αυτών των κυκλωμάτων θα μελετήσουμε την επίδραση της αρνητικής ανάδρασης σε κυκλώματα με TE (εν αντιθέση με την επίδραση της θετικής ανάδρασης που θα μελετήσουμε στο Εργαστήριο 2). Τα κυκλώματα αυτά θα χρησιμοποιηθούν και σε επόμενα εργαστήρια ως υπο-κυκλώματα για τη σχεδίαση του φίλτρου και του VCO. Επιπλέον, θα εξετάσουμε κάποιες από τις μη-ιδανικότητες των TE.



Σχήμα 1: Το ολοκληρωμένο LM324 με τέσσερα στοιχεία και (β) υλοποίηση ενός απομονωτή με χρήση TE ($A_1=LM324$, $\pm V_S = \pm 5\text{ V}$)

Προεργασία

Πριν την είσοδό σας στο εργαστήριο, βεβαιωθείτε ότι είστε εξοικειωμένοι με τα πειράματα που θα εκτελέσετε στον πάγκο του εργαστηρίου. Για το λόγο αυτό, διαβάστε προσεκτικά τη θεωρία που αντιστοιχεί στο εργαστήριο και προσομοιώστε τα κυκλώματα με ένα από τα εργαλεία που σας έχουν δοθεί (για παράδειγμα LTspice). Σημαντικό είναι να έχετε μελετήσει και να ξέρετε τί περιμένετε να παρατηρήσετε/μετρήσετε στο εργαστήριο σύμφωνα με τα βήματα που περιγράφονται στις επόμενες παραγράφους.

Απομονωτής

Στο Σχήμα 1(α) φαίνονται οι ακροδέκτες του ολοκληρωμένου Quad LM324. Σημειώστε ότι, το ολοκληρωμένο αυτό περιλαμβάνει τέσσερις TE (A_1-A_4) που ο καθένας έχει διαφορετική είσοδο και μονή έξοδο.

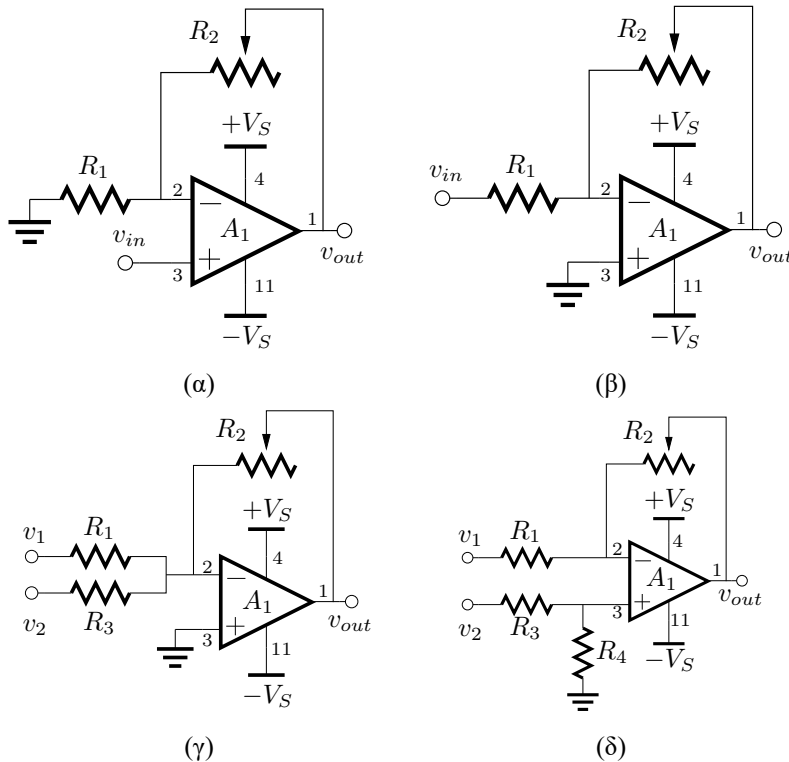
- Τοποθετήστε το ολοκληρωμένο στο breadboard, χρησιμοποιήστε έναν από τους τέσσερις τελεστικούς ενισχυτές και τροφοδοτήστε τον με συμμετρική τάση $\pm 5\text{ V}$.
- Μετρήστε με το πολύμετρο τα δυναμικά στους ακροδέκτες τροφοδοσίας.
- Κατασκευάστε το κύκλωμα που απεικονίζεται στο Σχήμα 1(β). Το κύκλωμα αυτό είναι ένας απομονωτής.
- Συνδέστε τη γεννήτρια σήματος στο v_{in} και τον παλμογράφο στα v_{in} και v_{out} .
- Επιβεβαιώστε ότι το κύκλωμα λειτουργεί σαν απομονωτής τάσης, με $v_{out} = v_{in}$.
- Δημιουργήστε με τη γεννήτρια ένα ημιτονικό σήμα 1 kHz , 0 V_{DC} και μεταβάλετε το πλάτος του με βήμα 1 V_{pp} από 1 V_{pp} έως 5 V_{pp} .
- Μετρήστε το λόγο v_{out}/v_{in} .
- Επαναλάβετε τα τελευταία δύο βήματα αλλάζοντας το σήμα στη γεννήτρια σε τριγωνικό.
- Ρυθμίστε τον παλμογράφο σε λειτουργία X-Y και παρατηρήστε την χαρακτηριστική εισόδου-εξόδου.
- * Συνδέστε μια αντίσταση πηγής $1\text{ k}\Omega$, μεταξύ της γεννήτριας και του v_{in} , και μια αντίσταση φορτίου $1\text{ k}\Omega$, μεταξύ του v_{out} και της γείωσης, και επαναλάβετε τις μετρήσεις.

Ενισχυτές Τάσης

Μη-αναστρέφων και Αναστρέφων Ενισχυτής

Το κύκλωμα του Σχήματος 2(α) λειτουργεί σαν ενισχυτής τάσης, με κέρδος $v_{in}/v_{out} = 1 + R_2/R_1$ ενώ το κύκλωμα του Σχήματος 2(β) λειτουργεί σαν ενισχυτής τάσης, με κέρδος $v_{in}/v_{out} = -R_2/R_1$.

- Κατασκευάστε το κύκλωμα του Σχήματος 2(α) και ρυθμίστε το τρίμμερ R_2 σε μέγιστη αντίσταση.
- Συνδέστε τη γεννήτρια σήματος στο v_{in} και τον παλμογράφο στα v_{in} και v_{out} , με συγχρονισμό από το v_{in} .
- Μεταβάλετε το πλάτος της γεννήτριας σε $0.1 \leftrightarrow 1 V_{pp}$ και μετρήστε το κέρδος τάσης v_{in}/v_{out} .
- Ρυθμίστε το τρίμμερ ώστε το κέρδος τάσης να είναι 2, 5, και 10.
- Μετρήστε την περιοχή μεταβολής του κέρδους όταν το τρίμμερ μεταβάλλεται σε όλη την κλίμακά του.
- Ρυθμίστε τον παλμογράφο σε λειτουργία X-Y και παρατηρήστε την χαρακτηριστική εισόδου-εξόδου.
- Κατασκευάστε το κύκλωμα του Σχήματος 2(β) και και επαναλάβετε τα παραπάνω βήματα.



Σχήμα 2: Κυκλώματα ενισχυτών τάσης (α) μη-αναστρέφων ενισχυτής, (β) αναστρέφων ενισχυτής, (γ) ενισχυτής αθροίσματος και (δ) ενισχυτής διαφοράς ($A_1=LM324$, $R_1 = R_3 = R_4 = 10\text{ k}\Omega$, $R_2 = 0 \leftrightarrow 100\text{ k}\Omega$, $\pm V_S = \pm 5\text{ V}$). Το R_2 είναι μια μεταβλητή αντίσταση ή ποτενσιόμετρο ή trimmer.

Ψαλιδισμός Ενισχυτή

- Για το κύκλωμα του Σχήματος 2(α) που έχετε ήδη υλοποιήσει, συνδέστε τη γεννήτρια σήματος στο v_{in} και τον παλμογράφο στα v_{in} και v_{out} , με συγχρονισμό από το v_{in} .
- Δημιουργήστε με τη γεννήτρια ένα τριγωνικό σήμα 0.1 kHz , $1 V_{pp}$.
- Ρυθμίστε το τρίμμερ R_2 ώστε το κέρδος τάσης να είναι 2.
- Μεταβάλετε το πλάτος της γεννήτριας σε $1 \leftrightarrow 10 V_{pp}$ και παρατηρήστε τον ψαλιδισμό στην έξοδο.

- Μετρήστε τις τάσεις κορεσμού του τελεστικού ενισχυτή.
- Ρυθμίστε τον παλμογράφο σε λειτουργία X-Y και Μεταβάλετε το τρίμμερ R_2 σε όλη την κλίμακά του και παρατηρήστε τη μεταβολή στη χαρακτηριστική εισόδου-εξόδου του κυκλώματος.
- Ρυθμίστε τις τάσεις τροφοδοσίας, ώστε οι τάσεις κορεσμού του τελεστικού ενισχυτή να είναι ± 6 V.
- Επαναφέρετε τον παλμογράφο σε λειτουργία Y-T.
- * Επαναλάβετε τα παραπάνω βήματα για το κύκλωμα του Σχήματος 2(β).

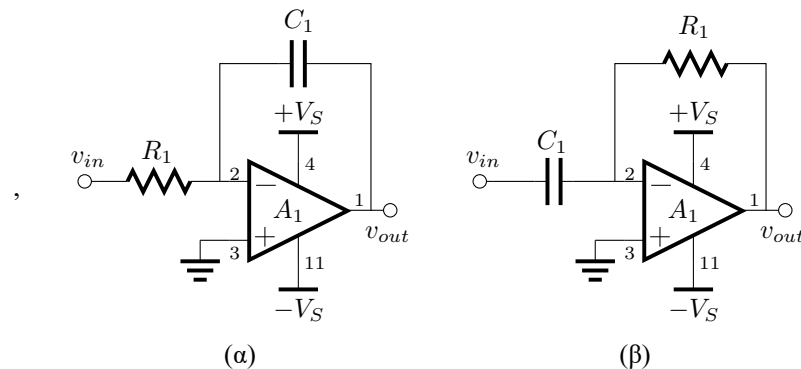
Ενισχυτές Αθροίσματος και Διαφοράς

Το κύκλωμα του Σχήματος 2(γ) λειτουργεί ως ενισχυτής αθροίσματος, δηλαδή δηγματοληπτεί τις δύο εισόδους και παράγει το άθροισμά τους στην έξοδο πολλαπλασιασμένο με ένα κέρδος. Ενώ το κύκλωμα του Σχήματος 2(δ) λειτουργεί ως ενισχυτής διαφοράς, δηλαδή δηγματοληπτεί τις δύο εισόδους και παράγει τη διαφορά τους στην έξοδο πολλαπλασιασμένη με ένα κέρδος.

- Για το κύκλωμα του Σχήματος 2(γ) βρείτε την τάση της εξόδου v_{out} συναρτήσει των τάσεων εισόδου v_1 και v_2 .
- Βρείτε το κέρδος τάσης από το v_1 στο v_{out} και από το v_2 στο v_{out} .
- Κατασκευάστε το κύκλωμα του Σχήματος 2(γ).
- Συνδέστε τη γεννήτρια σήματος στο v_1 και τον παλμογράφο στα v_1 και v_{out} . Συνδέστε το v_2 στη γη και μετρήστε το κέρδος τάσης v_{out}/v_1 δηλ., το λόγο των πλατών από κορυφή σε κορυφή, και τη μετατόπιση του σήματος v_{out} , για διάφορες τιμές της R_2 .
- Επαναλάβετε με το v_2 συνδεδεμένο στη θετική και την αρνητική τροφοδοσία.
- Επαναλάβετε τα παραπάνω βήματα για το κύκλωμα του Σχήματος 2(δ).

Δυναμικά Κυκλώματα με ΤΕ

Το κύκλωμα του Σχήματος 3(α) λειτουργεί ως ολοκληρωτής, με σταθερά ολοκλήρωσης $\tau = R_1 C_1 = 0.1$ ms. Ενώ το κύκλωμα του Σχήματος 3(β) λειτουργεί ως διαφοριστής με αντίστοιχα χαρακτηριστικά.



Σχήμα 3: τα κυκλώματα (α) του ολοκληρωτή και (β) του διαφοριστή χρησιμοποιώντας ΤΕ, αντιστάσεις και πυκνωτές (A_1 =LM324, $V_{CC} = 5$ V, $R_1 = 10$ k Ω , $C = 10$ nF)

Ολοκληρωτής και Διαφοριστής

- Κατασκευάστε το κύκλωμα του Σχήματος 3(α).
- Συνδέστε τη γεννήτρια στο v_{in} και τον παλμογράφο στα v_{in} και v_{out} , με συγχρονισμό από το v_{in} .
- Δημιουργήστε με τη γεννήτρια ένα τετραγωνικό σήμα 2 V_{pp}, 0 V_{DC}, με περίοδο $4\tau = 0.4$ ms, και εξηγήστε την απόκριση του κυκλώματος.
- Επαναλάβετε για τριγωνικό σήμα με περίοδο $8\tau = 0.8$ ms.
- Εξηγήστε την απόκριση του κυκλώματος.
- Επαναλάβετε τα παραπάνω βήματα για το κύκλωμα του Σχήματος 3(β).