



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Εισαγωγικό εργαστήριο ηλεκτρονικής και τηλεπικοινωνιών

2η εργαστηριακή άσκηση

Διδάσκοντες:

I. Παπανάνος
N. Βουδούκης

13η ομάδα:

Ειρήνη Δόντη
Α.Μ 03119839

3ο εξάμηνο

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Δημιουργία διπολικού τροφοδοτικού.....σελ 2	σελ 2
DC χαρακτηριστική μεταφοράς τελεστικού ενισχυτή.....σελ 2	σελ 2
Τελεστικός ενισχυτής ως συγκριτής.....σελ 4	σελ 4
Λήψη οπτικής ένδειξηςσελ 4	σελ 4
Συγκριτής με AC είσοδο.....σελ 5	σελ 5
Περιορισμοί ταχύτητας του τελεστικού ενισχυτή.....σελ 6	σελ 6

Πείραμα 4

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΔΙΠΟΛΙΚΟΥ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟΥ

Βήμα 1

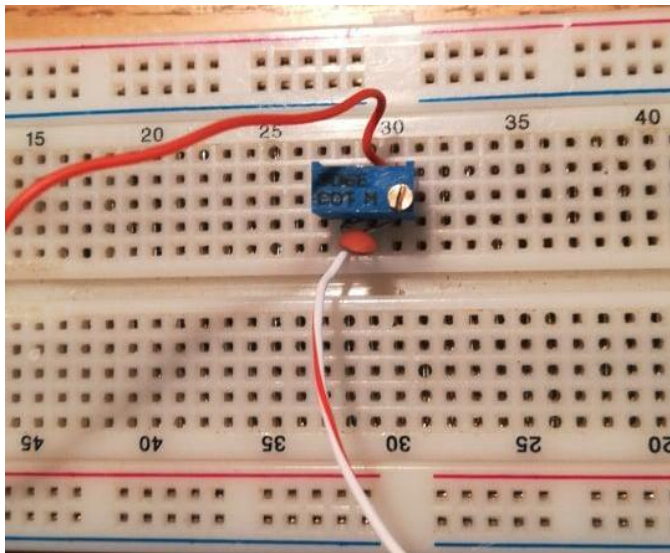
Εξαιτίας έλλειψης διπλού τροφοδοτικού, χρησιμοποιούμε μόνο μια τάση V. Από τις μετρήσεις της τάσης στα άκρα του πυκνωτή προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα (ανάλογα με τη θέση της βίδας την εκάστοτε χρονική στιγμή):

Η τάση του πυκνωτή (V_{πυκνωτή}) παίρνει τιμές: 5.28 V, 5.31V, 5.38V, 5.41V, 5.54 V και 5.69 V με ρύθμιση 20V στο πολύμετρο.

Παρατηρούμε ότι οι τιμές της τάσης του πυκνωτή κυμαίνονται από 0 έως

V₁ = 12 V που είναι η τάση του τροφοδοτικού.

Η κυκλωματική διάταξη φαίνεται παρακάτω:



ΤΕΛΕΣΤΙΚΟΙ ΕΝΙΣΧΥΤΕΣ

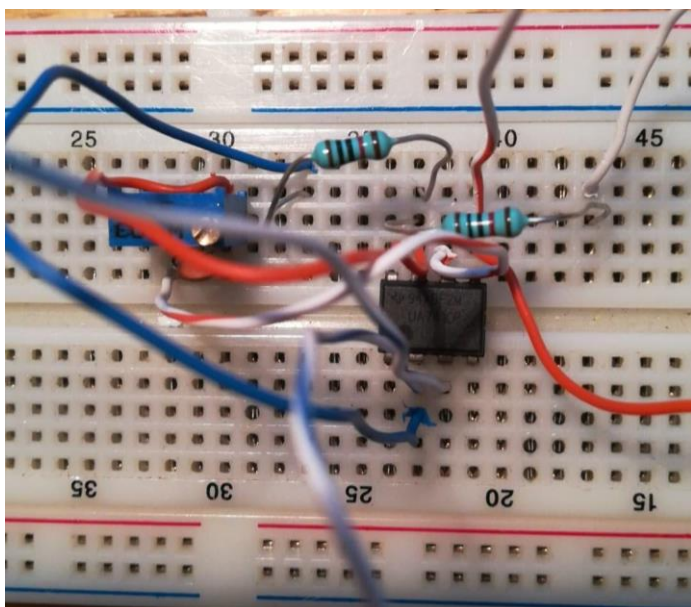
DC ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΤΕΛΕΣΤΙΚΟΥ ΕΝΙΣΧΥΤΗ

Βήμα 3-4:

Συνδέουμε δύο αντιστάσεις τιμής 10 kΩ.

Μέτρηση V_{OUT} για διάφορες τιμές V_{ID}:

Η κυκλωματική διάταξη φαίνεται παρακάτω:



Το VID έχει εύρος από -2V έως 2V.

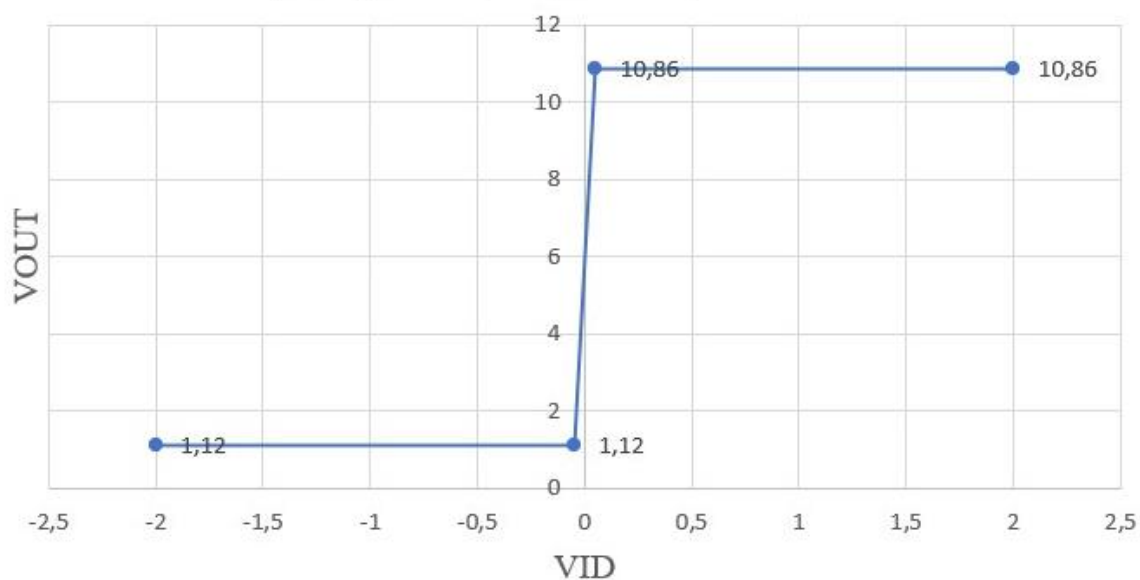
Για $V_- = 6\text{ V}$

Για $\text{VID} < 0$ δηλαδή $V_+ < 6\text{ V}$ τότε: $V_{\text{OUT}} = 1.12\text{ V}$

Για $\text{VID} > 0$ δηλαδή $V_+ > 6\text{ V}$ τότε: $V_{\text{OUT}} = 10.86\text{ V}$

Η Χαρακτηριστική Παράσταση $V_{\text{OUT}}\text{-VID}$ φαίνεται παρακάτω:

Χαρακτηριστική Παράσταση $V_{\text{OUT}} - \text{VID}$



Γνωρίζουμε ότι στους τελεστικούς ενισχυτές, η σχέση που συνδέει την ανάστροφη είσοδο

V_1 του ενισχυτή με την μη ανάστροφη είσοδο V_2 δίνεται από τον τύπο $V_{\text{out}} = A(V_1 - V_2)$,

όπου A το κέρδος ανοιχτού βρόχου. Αν η τάση της μη ανάστροφης εισόδου V_2 είναι μεγαλύτερη από την τάση της ανάστροφης εισόδου V_1 , τότε η τάση εξόδου V_{out} του τελεστικού ενισχυτή θα είναι υψηλή και ίση με 10.86 V.

Τότε, το παραγόμενο γράφημα είναι σύμφωνο με το θεωρητικά αναμενόμενο, γιατί το πλάτος της γραφικής παράστασης παρεμβάλλεται ανάμεσα σε $-V_{CC} = 0$ V έως $+V_{CC} = 12$ V.

Βήμα 6

Παρατηρούμε ότι το ενδιάμεσο τμήμα της παραπάνω γραφικής παράστασης ταυτίζεται σχεδόν με τον κατακόρυφο άξονα. Συνεπώς, είναι πολύ δύσκολο έως αδύνατο να υπολογιστεί η κλίση της, γιατί τείνει στο άπειρο.

Ο ΤΕΛΕΣΤΙΚΟΣ ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ ΩΣ ΣΥΓΚΡΙΤΗΣ

Βήμα 7

$$V_{REF} = \frac{12R_2}{R_1 + R_2} = 6 \text{ V.}$$

Η σχέση που συνδέει την V_{ID} , V_{IN} και V_{REF} είναι: $V_{ID} = V_{IN} - V_{REF}$.

Από την χαρακτηριστική παράσταση έχουμε ότι....

(α) Αν $V_{IN} > V_{REF} = 6$ V τότε $V_{ID} > 0$: $V_{OUT} = 10.86$ V

(β) Αν $V_{IN} < V_{REF} = 6$ V τότε $V_{ID} < 0$: $V_{OUT} = 1.12$ V

Βήμα 8

Κατασκευάζοντας το κύκλωμα του Σχήματος 6, θέτουμε την τάση αναφοράς V_{REF} σε μία σταθερή τιμή όχι μεγαλύτερη από 2 ή 3 volt και κατόπιν αυξάνουμε την V_{IN} βαθμιαία, ξεκινώντας από το 0 και ξεπερνώντας την τιμή της V_{REF} . Αυτό το κύκλωμα είναι πράγματι ένας συγκριτής που συγκρίνει την τιμή της V_{IN} με την σταθερή τιμή της V_{REF} .

ΛΗΨΗ ΟΠΤΙΚΗΣ ΕΝΔΕΙΞΗΣ

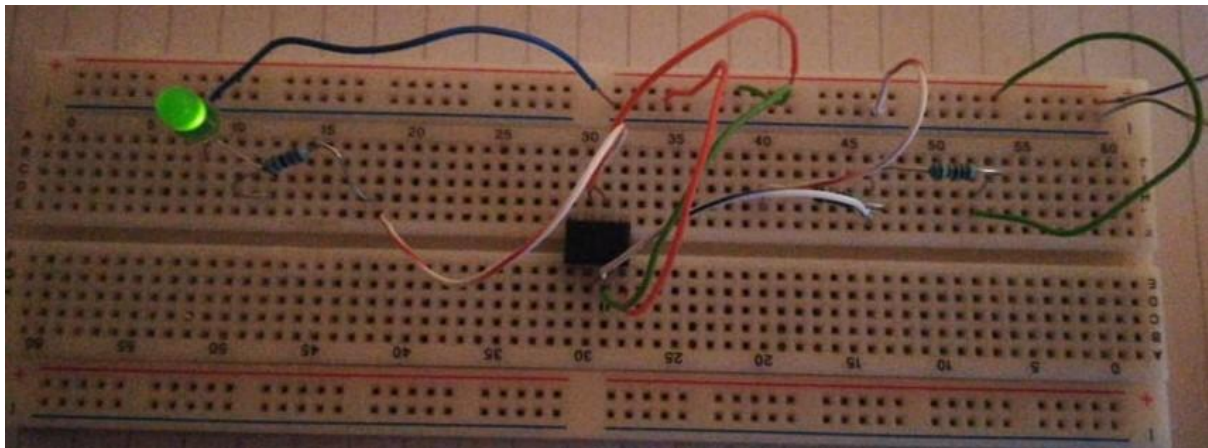
Βήμα 9-10

Η ενέργεια του φωτονίου είναι $E = hf$, όπου h η σταθερά Planck. Η τάση του φωτονίου θα ισούται με $V = \frac{hf}{e}$, όπου e το φορτίο του ηλεκτρονίου.

Συνεπώς, κάθε χρώμα του LED που αντιστοιχεί σε διαφορετικό μήκος κύματος, χρειάζεται διαφορετική τιμή ελάχιστης τάσης για να ανάψει. Ανάμεσα στα LED με κόκκινο, κίτρινο και

πράσινο χρώμα, μεγαλύτερο μήκος κύματος έχει το κόκκινο, ακολουθεί το κίτρινο και έπειτα το πράσινο με το μικρότερο μήκος κύματος. Οπότε, το κόκκινο χρειάζεται μικρότερη τιμή τάσης για να ανάψει, λίγο μεγαλύτερη απαιτεί το κίτρινο και ακόμη μεγαλύτερη το πράσινο.

Εκτελώντας το ζητούμενο κύκλωμα προκύπτει το παρακάτω αποτέλεσμα:



Παρατηρούμε ότι για την ίδια τάση ανάβουν και τα 3 LED (κόκκινο, πράσινο, κίτρινο). Άρα, με βάση και τα παραπάνω, συμπεραίνουμε ότι η τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του LED είναι μεγαλύτερη ή ίση με την ελάχιστη τάση που χρειάζεται το πράσινο LED για να ανάψει.

Ο ΣΥΓΚΡΙΤΗΣ ΜΕ AC ΕΙΣΟΔΟ

Βήμα 11

Προσπαθήσαμε να απεικονίσουμε τη κυματομορφή εξόδου, εάν το σήμα VSIG από τη γεννήτρια είναι ένα ημιτονοειδές σήμα τάσης με μέγιστο (peak) πλάτος 1 V και η τάση αναφοράς $V_{REF} = 0.5 \text{ V}$, όμως προκύπτει η ευθεία $y = 12 \text{ (V)}$ ακόμα και σε χαμηλές συχνότητες.

Βήμα 12-13

Η δοσμένη γεννήτρια μπορεί να παραγάγει σήματα από -2 V έως +2 V, οπότε δεν μπορέσαμε να έχουμε ένα έγκυρο αποτέλεσμα για το συγκεκριμένο βήμα.

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΤΕΛΕΣΤΙΚΟΥ ΕΝΙΣΧΥΤΗ

Βήμα 14

Σε συνθήκες μεγάλης συχνότητας δεν μπορεί να λειτουργήσει σωστά, ως συγκριτής, ο τελεστικός ενισχυτής.

Συγκεκριμένα, τα κυκλώματα με τελεστικούς ενισχυτές λειτουργούν πολύ καλά σε χαμηλές συχνότητες, ενώ σε υψηλές συχνότητες παρουσιάζουν μια καθυστέρηση στη μετάβαση από την +Vcc και -Vcc. Η αλλαγή στην κατάσταση της εξόδου γίνεται, μη ακαριαία, σε λίγο μεγαλύτερη θετική ή αρνητική τάση δίνοντας την εντύπωση διαφοράς φάσης εισόδου εξόδου. Αυτό το φαινόμενο γίνεται ακόμα εντονότερο σε μεγάλες συχνότητες σήματος εισόδου.