



# 2<sup>η</sup> Εργαστηριακή Αναφορά

## Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Συμμετέχοντες:

Παναγιώτης Παζιώνης (Α.Μ.: 03120852)

Ιωάννης Τσαντήλας (Α.Μ.: 03120883)

### Πείραμα 4:

### Βασικά Χαρακτηριστικά Τελεστικών

### Ενισχυτών και Συγκριτών

### Ο Τελεστικός Ενισχυτής ως Συγκριτής

#### Ζήτημα 7

Η σχέση που συνδέει την τάση  $V_{ID}$  με τις τάσεις  $V_{IN}$  και  $V_{REF}$  είναι η εξής:  $V_{ID} = V_{IN} - V_{REF}$ . Ο τελεστικός ενισχυτής ενισχύει την τάση  $V_{ID}$  κατά τρόπο  $V_{OUT} = A * V_{ID} \approx |V_{CC}|$ , όπου  $A$  ένας συντελεστής ανάλογος του ενισχυτή. Ωστόσο ισχύει η σχέση  $-V_{CC} < V_{OUT} < V_{CC}$ . Έτσι εάν: α)  $V_{IN} > V_{REF}$  τότε  $V_{ID} > 0$  και άρα  $V_{OUT} \approx V_{CC}$ . β) Αν  $V_{IN} < V_{REF}$  τότε  $V_{ID} < 0$  και άρα  $V_{OUT} \approx -V_{CC}$ . Ας σημειωθεί ότι επειδή ενισχυτής 741 μπορεί να έχει κάποιο ελάττωμα οι τιμές της τάσης  $V_{OUT}$  μπορεί να μην προσεγγίζουν την τάση  $|V_{CC}|$ .

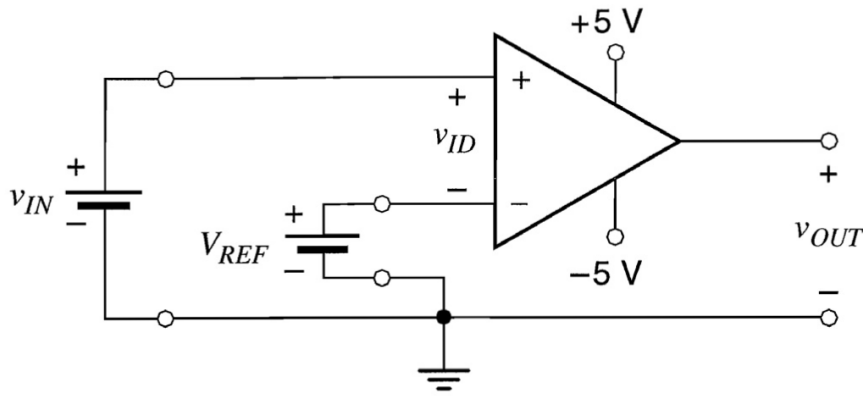
#### Ζήτημα 8

Κατασκευάζουμε το κύκλωμα του ΣΧ. 6.  $|V_{CC}| = 5V$

| $V_{IN}$ | $V_{OUT}$ |
|----------|-----------|
| 0V       | -3,16V    |
| 1V       | -3,15V    |
| 2,1V     | 4,53V     |
| 3V       | 4,54V     |
| 2V       | 4,6V      |

| $V_{IN}$ | $V_{OUT}$ |
|----------|-----------|
| 0V       | -3,15V    |
| 1V       | -3,15V    |
| 2V       | 4,7V      |
| 3V       | 4,74V     |

Πίνακες 4.1, 4.2: Με σταθερή  $V_{REF}$ , αυξάνουμε σταδιακά την  $V_{IN}$  και παρατηρούμε την  $V_{OUT}$ .  
(Αριστερά)  $V_{REF} = 2V$ , και παρατηρούμε ότι για  $V_{IN} = V_{REF} = 2V$ , η  $V_{OUT} \neq 0$  (διότι πρακτικά λόγω σφάλματος  $V_{IN} \neq V_{REF}$ .  
(Δεξιά)  $V_{REF} = 1,5V$ .



Σχήμα 4.1: Κύκλωμα Ζητήματος 8.

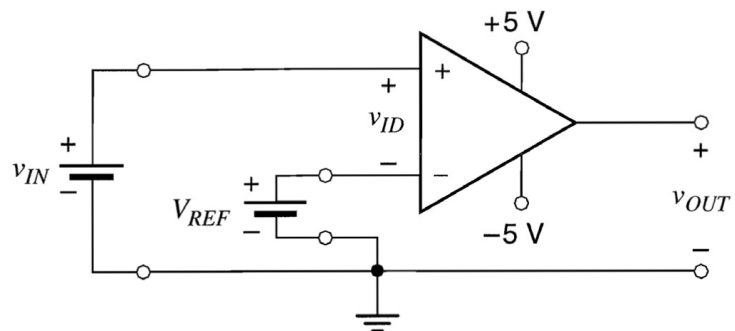
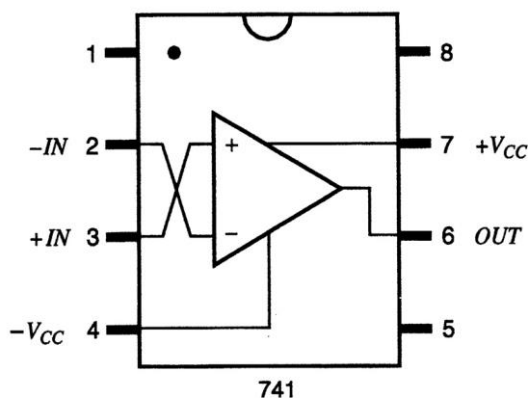
Οι μετρήσεις μας βρίσκονται σε συμφωνία με τις παρατηρήσεις μας. Υπενθυμίζουμε ότι ο λόγος που η τάση  $V_{OUT}$  δεν προσεγγίζει αρκετά την τιμή  $|V_{CC}|$  είναι επειδή ο ενισχυτής έχει κάποια ελαττώματα.

## Λήψη Οπτικής Ένδειξης

### Ζήτημα 9

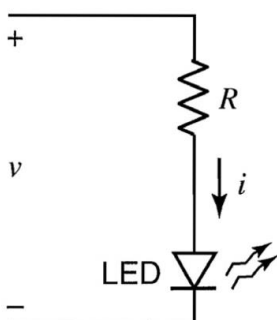
Συνδέουμε το κύκλωμα του Σχήματος 4.3. Η αντίσταση έχει τιμή  $R = 3,88k\Omega$ , ενώ  $V_{CC} = 5V$  (σταθερή). Θεωρητικά, θα πρέπει ώστε όταν  $V_{IN} > V_{REF}$  να ανάβει το LED, ενώ όταν  $V_{IN} < V_{REF}$  να μην ανάβει το LED. Πράγματι, εάν:

- $V_{IN} = 4,2V$ ,  $V_{REF} = 3V$ , δηλαδή  $V_{IN} > V_{REF}$ , το LED ανάβει.
- $V_{IN} = 2,7V$ ,  $V_{REF} = 3,1V$ , δηλαδή  $V_{IN} < V_{REF}$ , το LED παραμένει κλειστό.



Σχήματα 4.2, 4.3:  
(Αριστερά) Πάνω όψη του ενισχυτή.

(Δεξιά) Κύκλωμα Ζητήματος 9, στο οποίο συνδέουμε το κύκλωμα του Σχήματος 4.3'.



Σχήμα 4.3': Συμπληρωματικό Κύκλωμα Ζητήματος 9 στο Σχήμα 4.3.

## Ζήτημα 10

Αλλάζουμε τη συνδεσμολογία ώστε η  $V_{REF}$  να πηγαίνει στην είσοδο (3) του ενισχυτή (+IN) και η  $V_{IN}$  στην είσοδο (2) του ενισχυτή (-IN), με σκοπό να αντιστρέψουμε την λειτουργία του κυκλώματος. Πράγματι:

- $V_{IN} = 2,7V$ ,  $V_{REF} = 1,1V$ , δηλαδή  $V_{IN} > V_{REF}$ , το LED παραμένει κλειστό.
- $V_{IN} = 2,7V$ ,  $V_{REF} = 3,1V$ , δηλαδή  $V_{IN} < V_{REF}$ , το LED ανάβει.

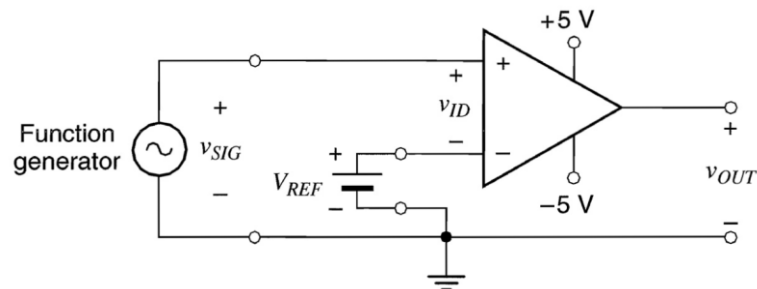
## Ο Συγκριτής με AC Είσοδο

## Ζήτημα 11

Η FG αντικαθιστά την  $V_{IN}$ , παράγοντας αντί για DC τάση, μια ημιτονοειδή. Για τις χρονικές στιγμές που το ημιτονοειδές σήμα έχει τιμή  $V_{SIG} < V_{REF}$ , στον παλμογράφο θα υπάρχει μια οριζόντια συνιστώσα DC με τιμή που θα προσεγγίζει τη  $-V_{CC}$ . Αντίθετα, εάν  $V_{SIG} > V_{REF}$ , στον παλμογράφο θα υπάρχει μια οριζόντια συνιστώσα DC με τιμή που θα προσεγγίζει τη  $V_{CC}$ .

## Ζήτημα 12

Κατασκευάζουμε το κύκλωμα του Σχήματος 4.5, βάζουμε συχνότητα 100Hz,  $V = 1V$ . Η εκτροπή στην FG είναι μηδενική και θέτουμε  $V_{REF} = 0,5V$ , παρατηρώντας την έξοδο στον παλμογράφο,  $V_{CC} = 5V$  (Εικόνες 4.1, 4.2).



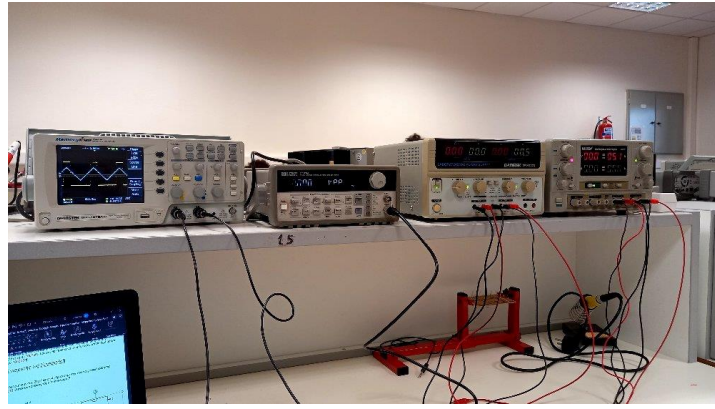
Σχήμα 4.5: Κύκλωμα Ζητήματος 12. Συνδέσαμε την Γεννήτρια Συναρτήσεων (FG) στον ενισχυτή.



Εικόνες 4.1, 4.2: (Δεξιά) Έξοδος παλμογράφου. (Αριστερά) Οι τιμές στα δύο τροφοδοτικά.

## Ζήτημα 13

Παραθέτουμε τις Εικόνες 4.3 έως και 4.6. με τις ανάλογες μετρήσεις/πειραματισμούς.



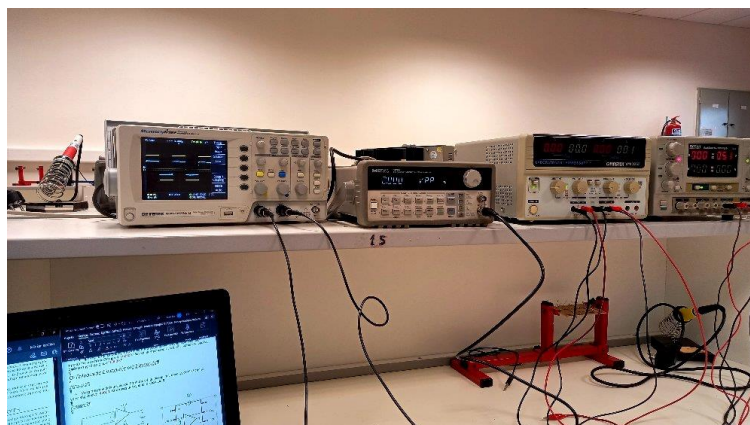
*Εικόνα 4.3: Τριγωνική κυματομορφή.*



*Εικόνα 4.4: Τετραγωνική κυματομορφή.*



*Εικόνα 4.5: Πλάτος κυματομορφής: 1V.*



*Εικόνα 4.6: Πλάτος κυματομορφής: 1V, τετραγωνική κυματομορφή.*

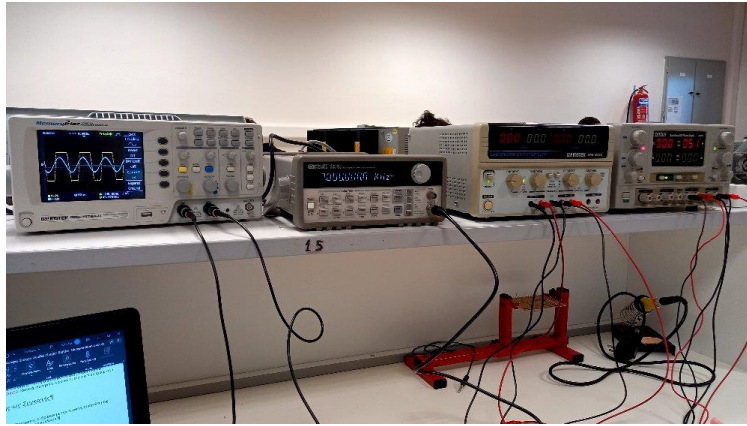


Τα εικονικά αποτελέσματα βρίσκονται εν συμφωνία με τις παρατηρήσεις μας.

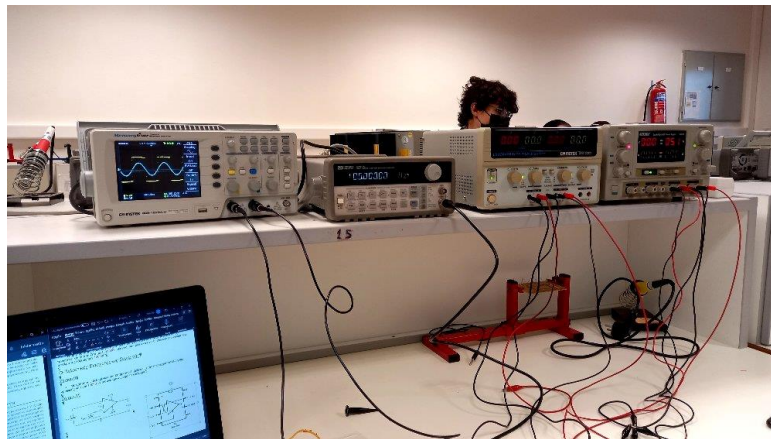
## *Περιορισμοί Ταχύτητας του Τελεστικού Ενισχυτή*

### Ζήτημα 14

Ρυθμίζουμε την  $V_{REF} = 0V$ , το πλάτος στα  $1V$ . Παραθέτονται οι Εικόνες 4.7, 4.8 με τις αντίστοιχες συχνότητες:



*Εικόνα 4.7: Συχνότητα: 7kHz.*



*Εικόνα 4.8: Συχνότητα 1MHz.*