

## Άσκηση 12

### Ο ΤΕΛΕΣΤΙΚΟΣ ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ $\mu A741$ – ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ



Αυτό έργο χορηγείται με άδεια [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike Greece 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/gr/).

Ονοματεπώνυμο: Μητρόπουλος Σπύρος

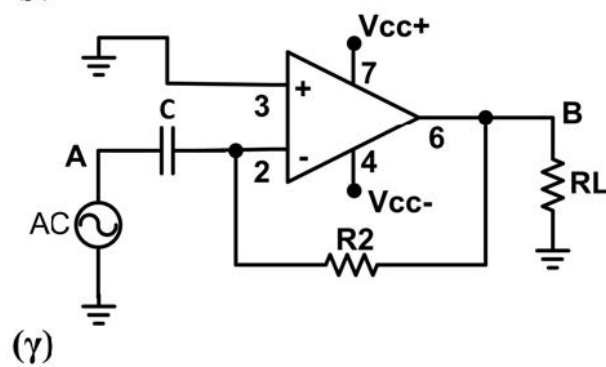
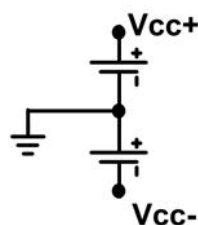
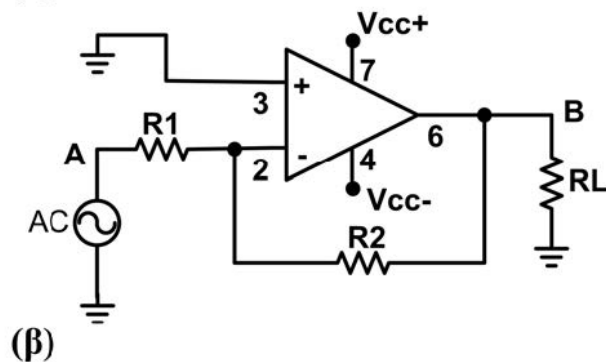
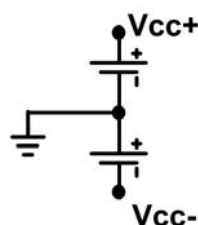
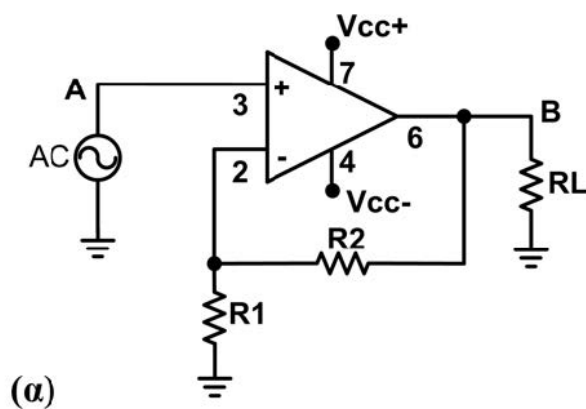
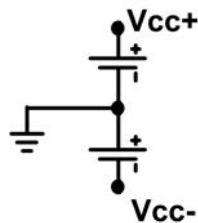
Α.Ε.Μ.: 3215

Εξάμηνο: Β'

#### Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης:

Αυτή η εργαστηριακή άσκηση σκοπό έχει να μας δείξει το πως μπορούμε να φτιάξουμε κυκλώματα με τον ενισχυτή  $\mu A741$  που μπορούν να μας βοηθήσουν σε διάφορες εφαρμογές. Πως αλλάζοντας ένα ή δύο εξαρτήματα πάνω του αλλάζει όλη η συμπεριφορά του κυκλώματος. Παρακάτω θα δούμε τρεις από τις πολλές εφαρμογές που μπορούν να γίνουν με έναν τελεστικό ενισχυτή.

#### Τα κυκλώματα:



Σχήμα 1

Παραπάνω βλέπουμε τρία κυκλώματα με τον ίδιο τελεστικό ενισχυτή  $\mu A741$ . Στην ουσία λίγο αλλάζουν το ένα από το άλλο. Αρχικά έχουμε τρεις αντιστάτες. Οι αντιστάτες είναι η  $R_1$  των  $1K\Omega$ , η  $R_2$  είναι των  $10K\Omega$  και των  $47K\Omega$  και τέλος η  $R_L$  των  $10K\Omega$ . Επιπλέον χρησιμοποιούμε απλούς πυκνωτές των  $100nF$  και των  $470nF$  στο κύκλωμα ( $\gamma$ ) του διαφοριστή. Για την σχεδίαση του κυκλώματος στο breadboard θα πάρουμε ως σημείο αναφοράς τον ίδιο τον τελεστικό ενισχυτή. Αρχικά για το κύκλωμα ( $\alpha$ ) συνδέουμε στην μη αναστρέφουσα είσοδο το σήμα μας των  $200mV$  peak-peak και συχνότητα  $1KHz$ . Στην μη αναστρέφουσα είσοδο συνδέουμε τον αντιστάτη  $R_1$  και  $R_2$ . Το άκρο του  $R_1$  που είναι στον αέρα το συνδέουμε με την γη ενώ το άκρο του  $R_2$  που είναι στον αέρα το συνδέουμε στην έξοδο του τελεστικού (pin 6). Στην έξοδο του ενισχυτή επίσης βάζουμε και τον αντιστάτη  $R_L$  και στην γη. Τέλος συνδέουμε το συμμετρικό τροφοδοτικό μας στον ίδιο τον τελεστικό για να λειτουργήσει με τάση  $\pm 15V$ .

Το κύκλωμα ( $\beta$ ) διαφέρει μόνο στο ότι γειώνουμε την μη αναστρέφουσα είσοδο ενώ αντί να γειώσουμε το άκρο της  $R_1$  που δεν είναι συνδεδεμένο με τον ενισχυτή, συνδέουμε σε αυτό την γεννήτρια συχνοτήτων που είχαμε πριν. Το υπόλοιπο κύκλωμα μένει το ίδιο. Και τέλος για το ( $\gamma$ ) κύκλωμα το μόνο που έχουμε να κάνουμε είναι να αντικαταστήσουμε τον αντιστάτη  $R_1$  με τον πυκνωτή. Και εδώ το υπόλοιπο κύκλωμα μένει το ίδιο.

### Πειραματικά αποτελέσματα:

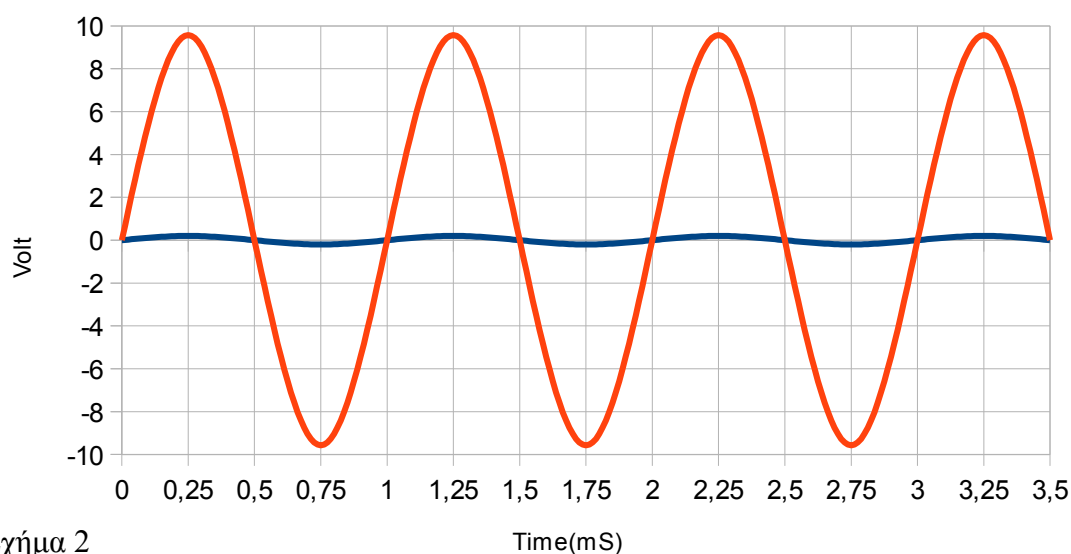
Αρχικά φτιάχνουμε το κύκλωμα που φαίνεται στο σχήμα 1-( $\alpha$ ) και όπως εξηγήσαμε παραπάνω. Για τον αντιστάτη  $R_2$  επιλέγουμε την τιμή των  $10K\Omega$ .

Τις μετρήσεις μας τις παίρνουμε με την βοήθεια παλμογράφου από τα σημεία A και B από το σχήμα 1-( $\alpha$ ). Μας ζητείται να συμπληρώσουμε τον πίνακα I που ακολουθεί. Τις ίδιες μετρήσεις θα πρέπει να τις πάρουμε και για τον αντιστάτη  $R_2$  των  $47K\Omega$ .

ΠΙΝΑΚΑΣ I

|                                     | $V_{in(p-p)}$<br>(Volt) | $V_{out(p-p)}$<br>(Volt) | $A_v = V_{out(p-p)}/V_{in(p-p)}$ | $A_v = (1 + R_2/R_1)$ |
|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| <b><math>R_2 = 10k\Omega</math></b> | $200mV$                 | $2,2V$                   | $11$                             | $11$                  |
| <b><math>R_2 = 47k\Omega</math></b> | $200mV$                 | $9,58V$                  | $48,8$                           | $48$                  |

Παρακάτω ακολουθεί το διάγραμμα από το σήμα εξόδου και εισόδου για τον αντιστάτη  $R_2$  των  $47K\Omega$ .



Σχήμα 2

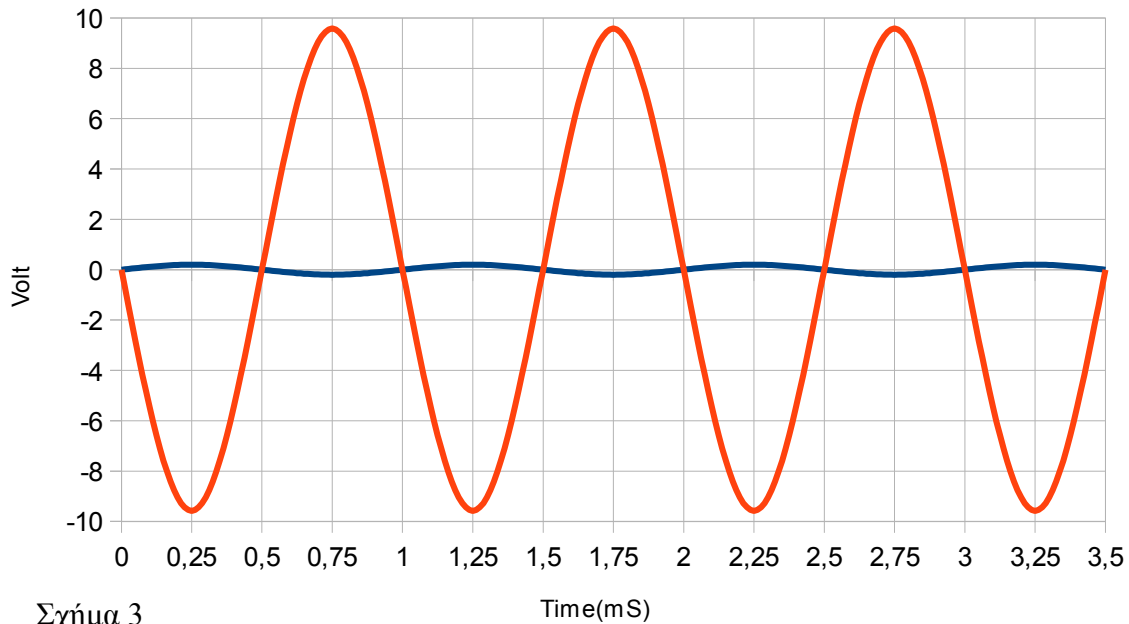
Βλέπουμε παραπάνω με μπλε χρώμα την τάση εισόδου και με κόκκινο χρώμα την τάση εξόδου. Παρατηρούμε ότι τα δύο σήματα είναι συμφασικά. Το σήμα εισόδου(μπλε) είναι τόσο μικρό που σχεδόν φαίνεται σαν να είναι μια συνεχής τάση. Αυτό λόγω της κλίμακας.

Στην συνέχεια σχεδιάζουμε το κύκλωμα του σχήματος 1-(β) όπως είπαμε και στην εισαγωγή της εργασίας. Συμπληρώνουμε επίσης τον πίνακα II όπως και πριν αλλά τώρα για το κύκλωμα 1-(β) και παίρνουμε τις μετρήσεις όπως και πριν.

## ΠΙΝΑΚΑΣ II

|                   | $V_{in(p-p)}$<br>(Volt) | $V_{out(p-p)}$<br>(Volt) | $A_v = V_{out(p-p)}/V_{in(p-p)}$ | $A_v = - R_2/R_1$ |
|-------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------|
| $R_2 = 10k\Omega$ | $200mV$                 | $2$                      | $10$                             | $10$              |
| $R_2 = 47k\Omega$ | $200mV$                 | $9,39V$                  | $46,95$                          | $47$              |

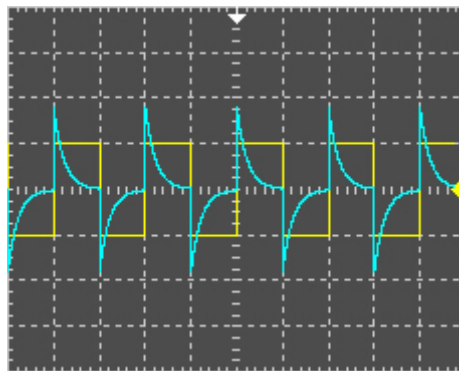
Μετά όπως και πριν σχεδιάζουμε το διάγραμμα εισόδου και εξόδου για τον αντιστάτη  $R_2$  των  $47K\Omega$ .



Σχήμα 3

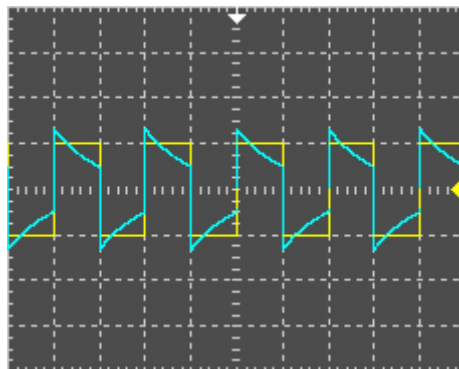
Με ίδια χρώματα όπως και πριν είναι η τάση εξόδου και εισόδου. Αυτή τη φορά όμως βλέπουμε ότι τα δύο σήματα έχουν διαφορά φάσης  $180^\circ$ .

Τέλος φτιάχνουμε το κύκλωμα του σχήματος 1-(γ). Στην αρχή τοποθετούμε τον πυκνωτή των  $100\text{nF}$ . Θέτουμε επιπλέον στη γεννήτρια συχνοτήτων αυτή τη φορά την τάση από κορυφή σε κορυφή σε  $2\text{V}$ , συχνότητα  $100\text{Hz}$  και βάζουμε να μας δίνει τετραγωνικό σήμα. Επίσης βάζουμε θέτουμε τον  $R_2$  αντιστάτη στην τιμή των  $1\text{K}\Omega$ . Τότε παίρνουμε την παρακάτω έξοδο στον παλμογράφο.



Σχήμα 4

Με κίτρινο χρώμα βλέπουμε την τετραγωνική τάση εισόδου ενώ με μπλε την τάση εξόδου από τον τελεστικό ενισχυτή. Παρακάτω ακολουθεί και το σχήμα που προκύπτει αν αντικαταστήσουμε τον πυκνωτή με έναν των  $470\text{nF}$ .



Σχήμα 5

Παρατηρούμε ότι με τον πυκνωτή των 470nF έχουμε μεγαλύτερη ενέργεια αποθηκευμένη άρα και περισσότερος χρόνος εκφόρτωσης.(αφού μιλάμε και την ίδια αντίσταση εκφόρτωσης) Η σταθερή χρόνου υπολογίζεται από την σχέση  $\tau = R \cdot C$ . Προκύπτει λοιπόν ότι έχουμε 5,17mS για τον πυκνωτή των 470nF και 1,1mS για τον πυκνωτή των 100nF. Επιπλέον παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται η συχνότητα τότε ο μικρότερος πυκνωτής είναι αποδοτικός εξίσου.

### **Ερωτήσεις – Ασκήσεις:**

- Τι διαφορές διαπιστώσατε από τη μελέτη του μη αναστρέφοντος ενισχυτή και του αναστρέφοντος ενισχυτή;

Με τον μη αναστρέφον ενισχυτή, όπως βλέπουμε και από τα σχήματα πιο πάνω στην εργασία, δεν έχουμε διαφορά φάσης αλλά έχουμε την ενίσχυση που παίρνουμε από την ανατροφοδότηση. Στον αναστρέφον ενισχυτή έχουμε πάλι την ίδια ενίσχυση αλλά αυτή τη φορά έχουμε διαφορά φάσης 180°.

- Τι κάνει το κύκλωμα ενός διαφοριστή; Που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί;

Το κύκλωμα ενός διαφοριστή μας βρίσκει την παράγωγο. Π.χ. Αν βάλουμε ένα σήμα ημιτονικό στην είσοδο τότε στην έξοδο θα πάρουμε το ίδιο αλλά με διαφορά φάσης 90°. Αυτό διότι η παράγωγος του ημίτονου είναι το συνημίτονο που είναι το ημίτονο με διαφορά φάσης 90°. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε με flip-flops που αλλάζουν την κατάστασή τους με το Rise ή το Fall ενός παλμού.(RS flip-flops)

- Σε τι θα διαφέρει το σήμα εξόδου από αυτό ενός διαφοριστή αν αλλάξετε τις θέσεις στο κύκλωμα του διαφοριστή του πυκνωτή και της αντίστασης  $R_2$ ;

Αν γίνει αυτή η αλλαγή τότε έχουμε υλοποιήσει το κύκλωμα του ολοκληρωτή. Γενικότερα με έναν τελεστικό ενισχυτή μπορούμε με μικρές αλλαγές στα εξωτερικά εξαρτήματα να υλοποιήσουμε εύκολα και γρήγορα έξυπνα κυκλώματα.