

Άσκηση 11

Ο ΤΕΛΕΣΤΙΚΟΣ ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ $\mu A741$ – ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ

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

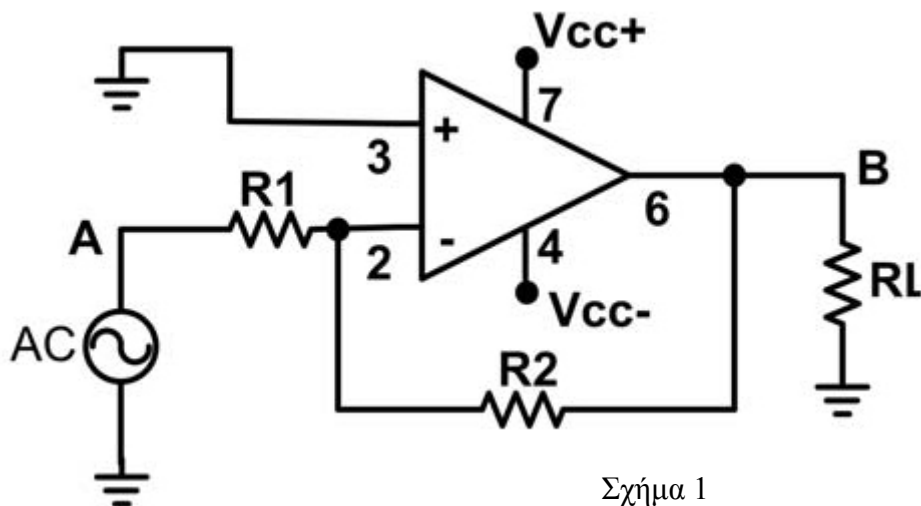
Ονοματεπώνυμο: Μητρόπουλος Σπύρος

A.E.M.: 3215

Εξάμηνο: B'

Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης:

Αυτή η εργαστηριακή άσκηση σκοπό έχει να μας δείξει το πως αποκρίνεται ο τελεστικός ενισχυτής $\mu A741$ στις διάφορες συχνότητες που του βάζουμε στην είσοδο και τότε γίνεται ψαλιδισμός τάσης σε σχέση με τη συχνότητα.

Τα κυκλώματα:

Το παραπάνω κύκλωμα είναι ένα απλό κύκλωμα με τρεις αντιστάτες, έναν τελεστικό ενισχυτή τύπου $\mu A741$ μια πηγή τάσης και μια γεννήτρια συχνοτήτων. Οι αντιστάτες είναι των $1k\Omega$ για τον R_1 , $10k\Omega$ και $100k\Omega$ για τον R_2 ενώ $1k\Omega$ για τον R_L . Η συνδεσμολογία είναι αρκετά εύκολη καθώς συνδέουμε την μη αναστρέφον είσοδο του ενισχυτή την γη ενώ στην αναστρέφον είσοδο συνδέουμε τους αντιστάτες R_1 και R_2 . Το R_1 που δεν είναι συνδεδεμένο πουθενά το βάζουμε στην γεννήτρια συχνοτήτων και την γεννήτρια συχνοτήτων στην γη και την R_2 το άκρο που είναι στον αέρα το συνδέουμε με την έξοδο του ενισχυτή. Στην έξοδο του ενισχυτή επίσης βάζουμε και την αντίσταση φορτίου R_L την οποία και συνδέουμε και με τη γη. Τη μη αναστρέφουσα είσοδο απλά τη γειώνουμε ενώ τροφοδοτούμε κατάλληλα με θετική και αρνητική τάση τον ενισχυτή.

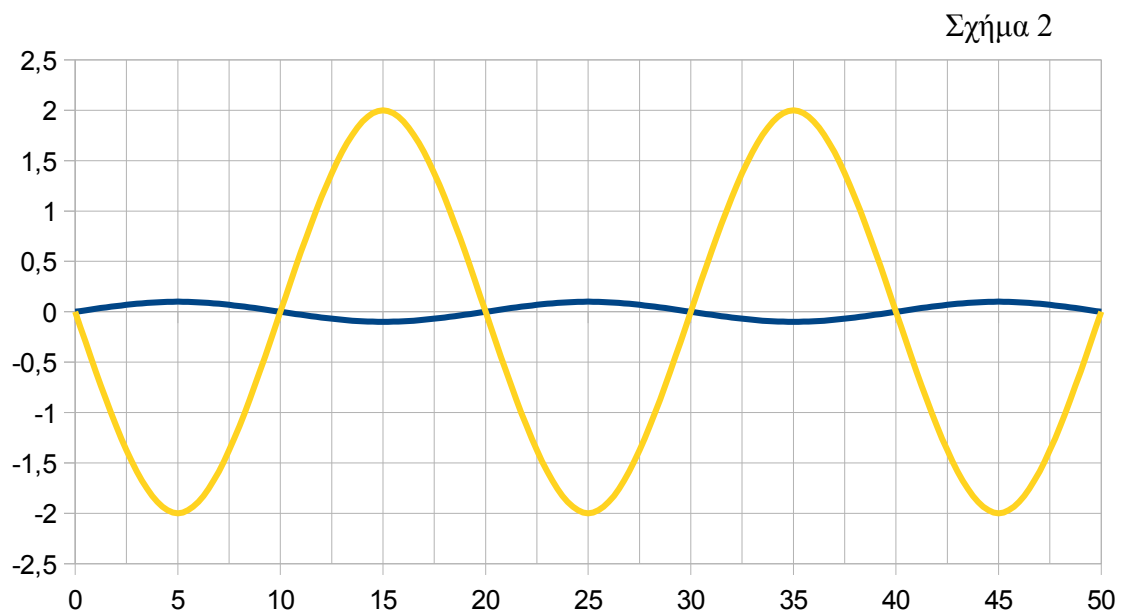
Πειραματικά αποτελέσματα:

Αρχικά φτιάχνουμε το κύκλωμα μας βάζοντας στην θέση του αντιστάτη R2 την τιμή των 10kΩ και μετά των 100kΩ. Παίρνουμε μετρήσεις και με τους δύο αυτούς αντιστάτες για τα σημεία A και B που φαίνονται και στο σχήμα 1. Έτσι συμπληρώνουμε τον πίνακα I.

ΠΙΝΑΚΑΣ I

	$V_{in(p-p)}$ (Volt)	$V_{out(p-p)}$ (Volt)	$A_v = V_{out(p-p)}/V_{in(p-p)}$	$A_v = R_2/R_1$
R₂ = 10kΩ	200mV	2V	10	10
R₂ = 100kΩ	200mV	2V	100	100

Στην συνέχεια σχεδιάζουμε το διάγραμμα από το σήμα εισόδου και εξόδου για τον αντιστάτη R2 που είναι 10kΩ.



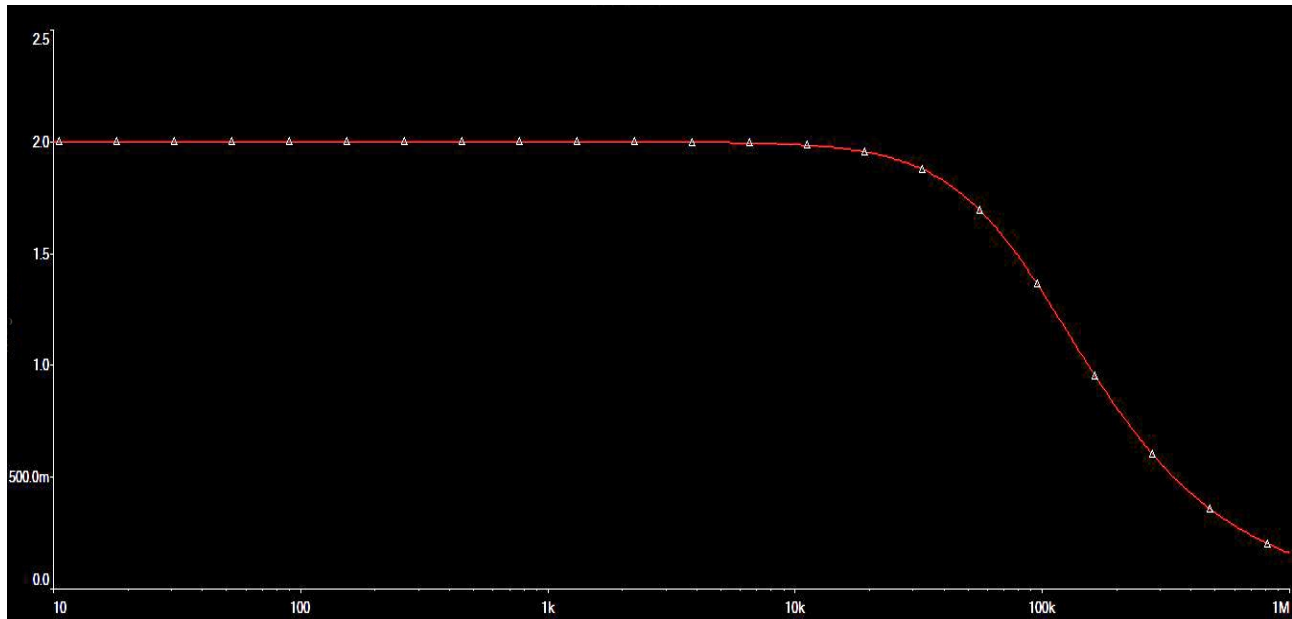
Με μπλε χρώμα βλέπουμε παραπάνω την είσοδο, δηλαδή το σημείο A στο σχήμα 1, ενώ με κίτρινο χρώμα την έξοδο ενισχυμένη κατά 10 φορές αλλά και αντεστραμμένη με φάση 180°.

Παρακάτω ζητείτε να συμπληρωθεί ο πίνακας II με μετρήσεις στα σημεία A και B όπως και πριν αλλά αυτήν τη φορά αλλάζουμε την συχνότητα και υπολογίζουμε την απολαβή τάσης όπως κάναμε και στον πίνακα I αλλά επίσης όχι σαν καθαρό αριθμό αλλά και σε dB. Τέλος μας ζητάει να βρούμε

σε ποια συχνότητα η τάση εξόδου γίνεται ίση με το 0,707 της τάσης εξόδου για τη συχνότητα των 100Hz. Έτσι από τα παραπάνω προκύπτει ο πίνακας II.

ΠΙΝΑΚΑΣ II

F (Hz)	V_{in(p-p)} (Volt)	V_{out(p-p)} (Volt)	A_v	A_v(db)
10	<i>200mV</i>	<i>2V</i>	<i>10</i>	<i>20</i>
100	<i>200mV</i>	<i>2V</i>	<i>10</i>	<i>20</i>
1k	<i>200mV</i>	<i>2V</i>	<i>10</i>	<i>20</i>
10k	<i>200mV</i>	<i>1,98V</i>	<i>9,9</i>	<i>19,91</i>
50k	<i>200mV</i>	<i>1,74V</i>	<i>8,7</i>	<i>18,79</i>
75k	<i>200mV</i>	<i>1,45V</i>	<i>7,25</i>	<i>17,21</i>
100k	<i>200mV</i>	<i>1,32V</i>	<i>6,6</i>	<i>16,31</i>
125k	<i>200mV</i>	<i>1,15V</i>	<i>5,75</i>	<i>15,19</i>
150k	<i>200mV</i>	<i>1,01V</i>	<i>5,05</i>	<i>14,07</i>
200k	<i>200mV</i>	<i>809mV</i>	<i>4,04</i>	<i>12,14</i>
300k	<i>200mV</i>	<i>536mV</i>	<i>2,68</i>	<i>8,56</i>
450k	<i>200mV</i>	<i>379mV</i>	<i>1,89</i>	<i>5,55</i>
600k	<i>200mV</i>	<i>282mV</i>	<i>1,41</i>	<i>2,98</i>
750k	<i>200mV</i>	<i>222mV</i>	<i>1,11</i>	<i>0,91</i>
1M	<i>200mV</i>	<i>160mV</i>	<i>0,8</i>	<i>-1,94</i>



Σχήμα 3

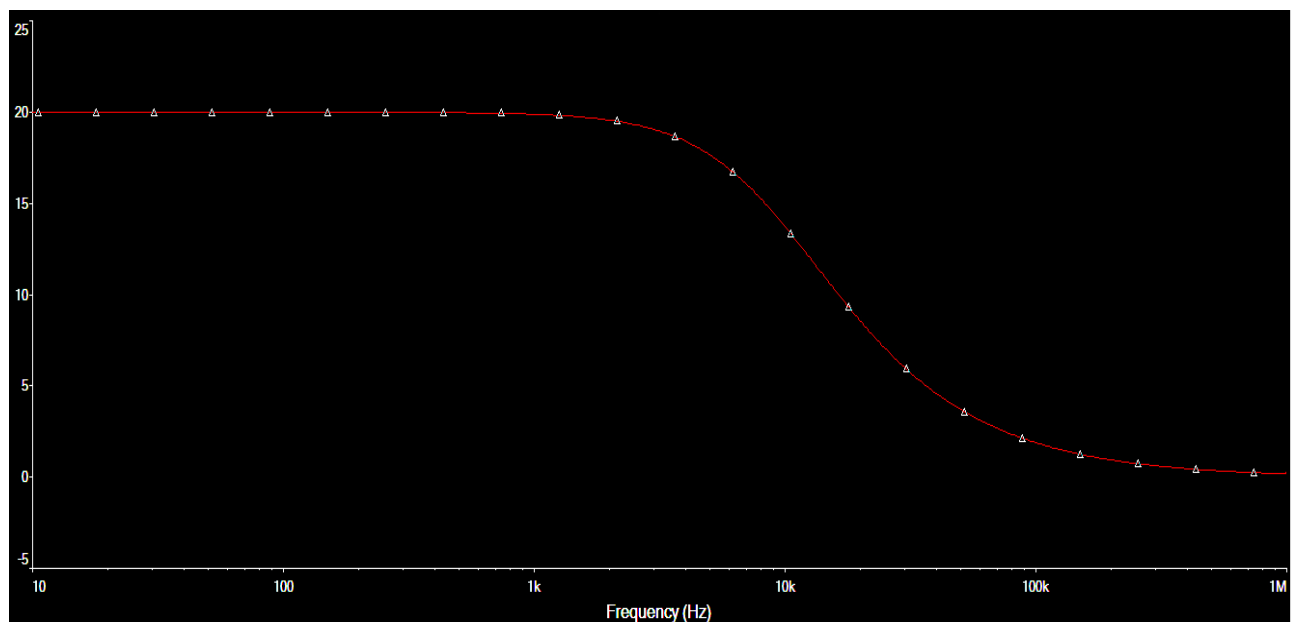
Όπου βρίσκουμε το A_v όπως και στον πίνακα I ενώ το A_v σε dB το βρίσκουμε χρησιμοποιώντας τον τύπο $A_v = 20\text{Log} (V_{out(p-p)} / V_{i(p-p)})$. Επιπλέον βρίσκουμε ότι η συχνότητα αποκοπής είναι ίση με ~90KHz αφού είναι το 0,707 της τάσης εξόδου για τη συχνότητα των 100Hz. Έτσι το εύρος συχνοτήτων (bandwidth) απόκρισης του τελεστικού ενισχυτή ~90KHz. (αφαιρούμε και τα 10Hz που είναι στην αρχή) Παρακάτω ακολουθεί το λογαριθμικό διάγραμμα απόκρισης συχνοτήτων στον οριζόντιο άξονα και η τάση εξόδου στον κάθετο.

Στην επόμενη ερώτηση μας ζητείτε να επαναλάβουμε τα δύο προηγούμενα βήματα αλλά αυτή τη φορά με τον αντιστάτη των 100KΩ στην θέση του R_2 . Άρα έχουμε τον πίνακα III και το σχήμα 4.

ΠΙΝΑΚΑΣ III

F (Hz)	$V_{in(p-p)}$ (Volt)	$V_{out(p-p)}$ (Volt)	A_v	$A_v(db)$
10	200mV	19,98V	100	40
100	200mV	19,98V	100	40
1k	200mV	19,87V	99,35	39,94
10k	200mV	13,72V	68,6	36,73
50k	200mV	3,7V	18,5	25,34
75k	200mV	2,4V	12	21,58
100k	200mV	1,87V	9,35	19,42
125k	200mV	1,5V	7,5	17,5

150k	<i>200mV</i>	<i>1,25V</i>	<i>6,25</i>	<i>15,92</i>
200k	<i>200mV</i>	<i>0,938V</i>	<i>4,69</i>	<i>13,42</i>
300k	<i>200mV</i>	<i>0,622V</i>	<i>3,11</i>	<i>9,86</i>
450k	<i>200mV</i>	<i>0,41V</i>	<i>2,05</i>	<i>6,42</i>
600k	<i>200mV</i>	<i>0,32V</i>	<i>1,6</i>	<i>4,08</i>
750k	<i>200mV</i>	<i>0,237V</i>	<i>1,185</i>	<i>1,47</i>
1M	<i>200mV</i>	<i>0,17V</i>	<i>0,85</i>	<i>-1,41</i>



Σχήμα 4

Παρατηρούμε τέλος ότι το φάρμα έχει μειωθεί κατά 10 φορές από την προηγούμενη μέτρηση με τον αντιστάτη R2 στα 10KΩ, και τώρα είναι στα 9KHz.

Ερωτήσεις – Ασκήσεις:

- Τι διαπιστώσατε από τη μελέτη του αναστρέφοντος ενισχυτή με TE ως προς την ενίσχυση των σημάτων;

Το σήμα εξόδου είναι αντεστραμμένο κατά 180°. Επιπλέον έχουμε πολύ μεγάλη ενίσχυση

για ένα αρκετά μεγάλο φάσμα συχνοτήτων για την πρώτη περίπτωση που έχουμε ενίσχυση 10 φορές δηλαδή περίπου 90KHz ενώ από την άλλη με 100 φορές ενίσχυση έχουμε 10 φορές μικρότερο φάσμα δηλαδή περίπου 9KHz.

- Ποιο είναι το εύρος συχνοτήτων των ενισχυτών που μελετήσατε και πως εξαρτάται το εύρος αυτό από την απολαβή κλειστού βρόγχου του κυκλώματος ενός αναστρέφοντος ενισχυτή;

Όπως ειπώθηκε και στην παραπάνω ερώτηση το εύρος είναι 90KHz και 9KHz αντίστοιχα για τα κυκλώματα με 10KΩ και 100KΩ στην R_2 . Όσο μεγαλώνει δηλαδή η ενίσχυση τόσο μικρότερη γίνεται η απόκριση σε ποιο πολλές συχνότητες, δηλαδή μειώνεται το bandwidth αντίστοιχα.

- Τι είδους χαρτί θα έπρεπε να χρησιμοποιήσετε για να μελετήσετε την απόκριση συχνότητας αν στον οριζόντιο άξονα είχατε συχνότητα και στον κατακόρυφο άξονα απολαβή τάσης σε dB;

Για την μελέτη τέτοιων μεγεθών που έχουν μεγάλη απόκλιση ανάμεσα στις τιμές που μετράμε πρέπει να χρησιμοποιήσουμε λογαριθμικό χαρτί. Και οι δύο άξονες θα πρέπει να είναι σε λογαριθμική κλίμακα και όχι σε γραμμική.

Μητρόπουλος Σπύρος, 2013