

Άσκηση 8

ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΙΣΧΥΤΗ ΚΟΙΝΟΥ ΕΚΠΟΜΠΟΥ



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

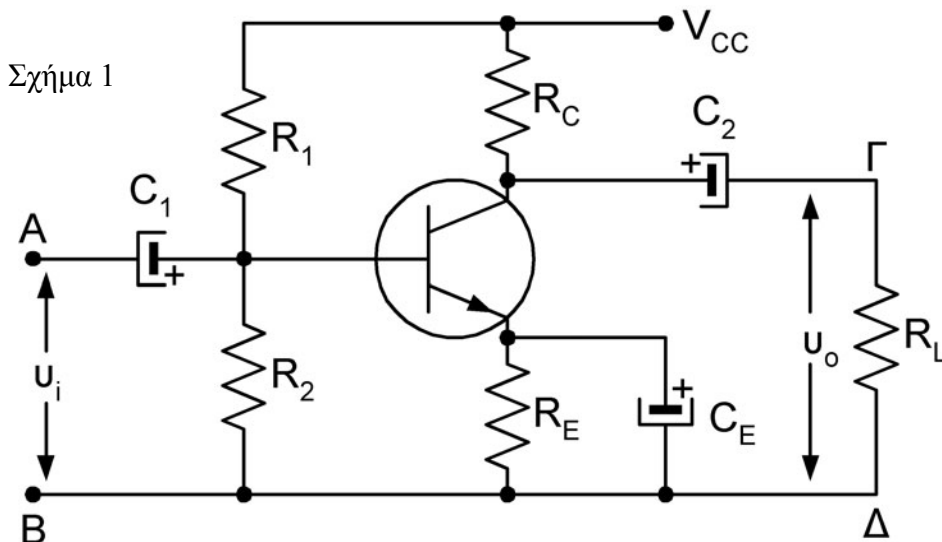
Α.Ε.Μ.: 3215

Εξάμηνο: Β'

Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης:

Αυτή η εργαστηριακή άσκηση σκοπό έχει να μας δείξει το πως μπορούμε να βρούμε την απολαβή εξόδου όπως να παρατηρήσουμε και την διαφορά φάσης 180° μεταξύ του σήματος εισόδου και εξόδου. Επιπλέον θα είναι δυνατή η παρατήρηση και της ενίσχυσης με και χωρίς τον πυκνωτή παράλληλα με τον αντιστάτη R_E .

Τα κυκλώματα:



Για να φτιάξουμε το κύκλωμα του σχήματος 1 θα χρειαστούμε 4 αντιστάτες. Την R_1 των $100\text{k}\Omega$, την R_2 των $10\text{k}\Omega$, την R_C των $10\text{k}\Omega$ και την R_E των $1\text{k}\Omega$. Επίσης θα χρειαστούμε και ένα ποτενσιόμετρο για την έξοδο των $470\text{k}\Omega$ το R_L . Θα χρειαστούμε επιπλέον τρεις ηλεκτρολυτικούς πυκνωτές τους C_1 , C_2 και C_E . Οι τιμές τους είναι $1\mu\text{F}$, $10\mu\text{F}$ και $10\mu\text{F}$ αντίστοιχα. Τέλος ένα τρανζίστορ 2N2222 και μια πηγή τάσης των 12V . Στο πείραμα θα χρειαστούμε και μια γεννήτρια συχνοτήτων για να βάλουμε στην είσοδο.

Η συναρμολόγηση του κυκλώματος θα αρχίσει με κέντρο το τρανζίστορ. Στον συλλέκτη βάζουμε την R_C . Επιπλέον βάζουμε και τον πυκνωτή C_2 με το θετικό μέρος του προς τον συλλέκτη. Στον εκπομπό βάζουμε την R_E και παράλληλα την C_E και τα δύο αυτά άκρα που έχουνε απομείνει

στον αέρα τα βάζουμε στην γη. Στην βάση του τρανζίστορ βάζουμε την R_1 , την R_2 και τον πυκνωτή C_1 με το θετικό μέρος του στην βάση του τρανζίστορ. Συνδέουμε τώρα το άκρο της R_1 που είναι στον αέρα στην πηγή τάσης μας και το άκρο της R_2 που είναι επίσης στον αέρα στην γη. Τέλος ανάμεσα στο αρνητικό μέρος του πυκνωτή C_1 και στη γη βάζουμε τη γεννήτρια συχνοτήτων, ενώ στο άλλο μέρος μεταξύ του αρνητικού μέρους του πυκνωτή C_2 και της γη βάζουμε την μεταβλητή αντίσταση φορτίου R_L . Επίσης σε αυτό το σημείο θα μετρήσουμε και την απολαβή. Θα χρειαστούμε και ένα ποτενσιόμετρο των $10k\Omega$ R_a που θα μας χρειαστεί για να κάνουμε κάποιες μετρήσεις αργότερα.

Πειραματικά αποτελέσματα:

Στην αρχή μας ζητείται να φτιάξουμε το παραπάνω κύκλωμα αλλά χωρίς του πυκνωτές, το ποτενσιόμετρο και χωρίς να έχουμε βάλει στην είσοδο κάποιο σήμα. Αρχικά υπολογίζουμε την V_B από τον παρακάτω τύπο του διαιρέτη τάσης των δύο αντιστατών στην βάση του τρανζίστορ.

$$V_B = V_{CC} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 12V \cdot \frac{10k\Omega}{100k\Omega + 10k\Omega} = 1,09V$$

Στην συνέχεια μας ζητείται να μετρήσουμε με το πολύμετρο της τάσεις στην βάση, του συλλέκτη και εκπομπού. Επιπλέον πρέπει να συγκρίνουμε την τάση της βάσης που μετράμε με αυτήν που βρήκαμε παραπάνω θεωρητικά και προκύπτει ο πίνακας I.

ΠΙΝΑΚΑΣ I

V_B	$1,06V$
V_C	$7,49V$
V_E	$0,45V$

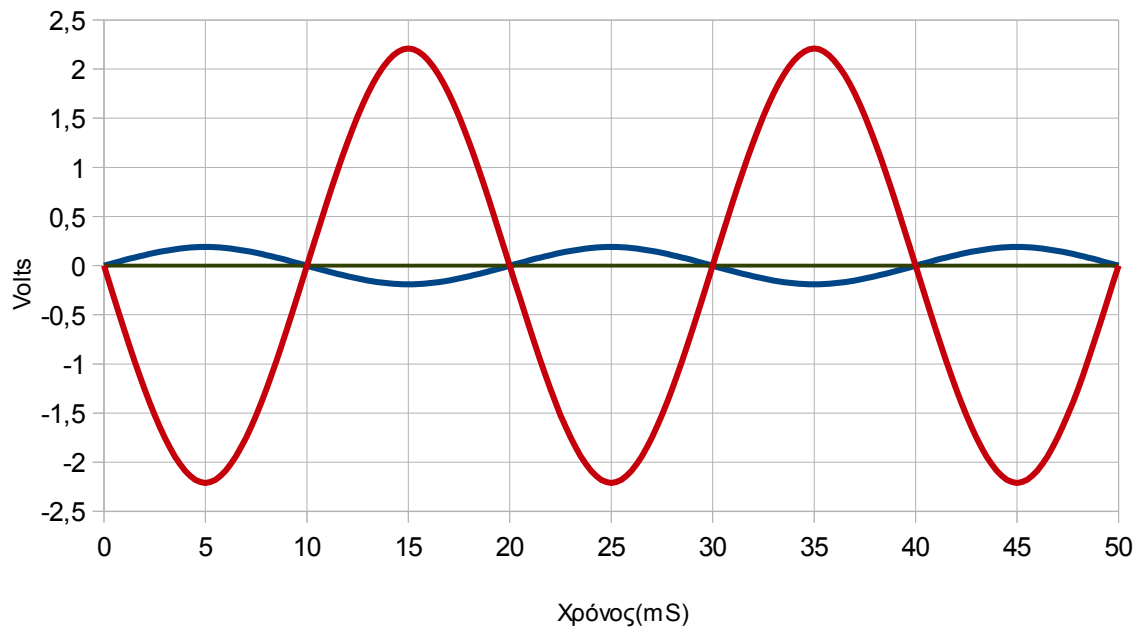
Φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα ότι η V_B είναι $1,06V$ ενώ παραπάνω βρήκαμε θεωρητικά ότι είναι $1,09V$. Έχουμε μια μικρή απόκλιση δηλαδή των $0,03V$ ή $30mA$.

Για την επόμενη ερώτηση πρέπει να συνδέσουμε την γεννήτρια συχνοτήτων άρα και του πυκνωτές C_1 , C_2 . Ρυθμίζουμε την γεννήτρια να μας δίνει ημιτονικό σήμα $1KHz$ με πλάτος V_{max} $0,2V$. Άρα $V_{peak-peak}$ είναι $0,4V$. Αφού έχουμε συνδέσει και τον παλμογράφο στην έξοδο (χωρίς την μεταβλητή αντίσταση φορτίου R_L) πρέπει να μετρήσουμε την ενίσχυση που έχει γίνει.

Επιπλέον από τον τύπο $A = \frac{U_o}{U_i}$ μπορούμε να βγάλουμε την απολαβή τάσης, δηλαδή την ενίσχυση που γίνεται. Εφόσον η τάση εισόδου είναι $\sim 190mV$ (μαζί με τις απώλειες και τις λοιπές συνθήκες) και η τάση εξόδου είναι $\sim 2,21V$ παρατηρούμε ότι η ενίσχυση είναι περίπου $11,5$ φορές. Αν είχαμε μεγαλύτερη τάση εισόδου πιθανώς θα είχαμε παραμόρφωση ή ακόμα και αποκοπή καθώς το σήμα εισόδου θα έφτανε στην αποκοπή και στον κόρο. (ή μόνο στον κόρο ή μόνο στην αποκοπή)

Μετά την μέτρηση την απολαβής που έχουμε μας ζητούνε να σχεδιάσουμε την κυματομορφή εισόδου και εξόδου και να υπολογίσουμε τη διαφορά φάσης μεταξύ των δύο σημάτων. Αυτά φαίνονται στο παρακάτω σχήμα, σχήμα 2.

Σχήμα 2



Με μπλε χρώμα παραπάνω βλέπουμε την κυματομορφή εισόδου που έχει $\sim 190\text{mV}$ τάση κορυφής και με κόκκινο χρώμα την κυματομορφή εξόδου που είναι 11,5 φορές μεγαλύτερης τάσης από την εισόδου με τάση κορυφής περίπου 2,21V. Επίσης παρατηρούμε ότι η διαφορά φάσης μεταξύ εισόδου και εξόδου είναι 180° .

Για την ερώτηση 9 μας ζητάει να βρούμε την αντίσταση εισόδου R'_i του ενισχυτή τοποθετώντας το ποτενσιόμετρο R_a μεταξύ της γεννήτριας συχνοτήτων και του πυκνωτή C_1 . Αρχικά μηδενίζουμε την αντίσταση R_a και μετράμε το πλάτος στα σημεία Γ, Δ του σχήματος 1. Στην συνέχεια αυξάνουμε την αντίσταση του ποτενσιομέτρου μέχρι το σήμα εξόδου να γίνει το μισό του αρχικού. Τότε η $R_a = R'_i$. Θεωρητικά η R'_i δίνεται από τον παρακάτω τύπο.

$$R'_i = \frac{U_i}{i_i} = R_1 \parallel R_2 \parallel R_i \approx R_1 \parallel R_2 \parallel \beta R_E$$

Μας ζητείται να συμπληρώσουμε τον παρακάτω πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ II

Αντίσταση Εισόδου R'_i (Θεωρητική τιμή)	Αντίσταση Εισόδου R_i (Πειραματική τιμή)
8,33kΩ	8,7kΩ

Μετά υπολογίζουμε την αντίσταση εξόδου R_o του ενισχυτή. Για να την μετρήσουμε πειραματικά αρχικά πρέπει να μετρήσουμε την AC τάση εξόδου στα σημεία Γ,Δ χωρίς το φορτίο R_L . Στην συνέχεια να συνδέσουμε το φορτίο στην έξοδο και να στρέψουμε το ποτενσιόμετρο στην μέγιστη τιμή του. Μειώνουμε την αντίσταση σιγά σιγά του ποτενσιομέτρου έως ότου το μετρούμενο σήμα εξόδου γίνει το μισό του πλάτους που μετρήσαμε χωρίς το φορτίο. Τότε η R_o

είναι ίση με την αντίσταση R_L του ποτενσιομέτρου. Η θεωρητική αντίσταση R_o υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο. Επιπλέον πρέπει να συμπληρώσουμε τον πίνακα ΙΙΙ.

$$R_o = \frac{U_o}{i_c} \approx \frac{R_C}{R_E}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙΙ

Αντίσταση Εξόδου R_o (Θεωρητική τιμή)	Αντίσταση Εξόδου R_o (Πειραματική τιμή)
10Ω	9,3kΩ

Για την προτελευταία ερώτηση πρέπει να συνδέσουμε τον πυκνωτή C_E στο κύκλωμα. Μας ρωτάει η άσκηση τι παρατηρούμε ως προς την απολαβή. Επίσης αν είναι το σήμα εξόδου είναι παραμορφωμένο, να δικαιολογήσουμε τις παρατηρήσεις μας και να υπολογίσουμε τη νέα ενίσχυση θεωρητικά και πειραματικά. Θεωρητική μας δίνεται η σχέση παρακάτω:

$$A = \frac{U_i}{U_o}$$

Παρατηρούμε ότι η απολαβή τάσης αυξάνεται από τα $\sim 3,7V_{p-p}$ χωρίς τον πυκνωτή C_E πάει στα $\sim 11,6V_{p-p}$. Επιπλέον παρατηρούμε ότι υπάρχει παραμόρφωση. Για την ακρίβεια υπάρχει ψαλιδισμός. Αυτό γίνεται γιατί το σήμα μας φτάνει στον κόρο και στην αποκοπή. Εκεί απλά ψαλιδίζεται. Θεωρητικά η ενίσχυση είναι ~ 31 φορές. Άρα με τον πυκνωτή C_E η ενίσχυση ανέβηκε 20 φορές. Έτσι με τον πυκνωτή ανέβηκε η ενίσχυση και έφτασε στον κόρο και στην αποκοπή. Η διαφορά φάσης ανάμεσα στην είσοδο και την έξοδο δεν συνεχίζει να είναι 180° αφού υπάρχει ο πυκνωτής που κάνει μια ολίσθηση φάσης 90° . Άρα έχουμε μια τελική διαφορά φάσης είναι 225° .

Ερωτήσεις – Ασκήσεις:

- Πως μετράται η διαφορά φάσης μεταξύ σήματος εισόδου και εξόδου με παλμογράφο διπλής δέσμης;

Πρέπει καταρχάς να βλέπουμε στην οθόνη του παλμογράφου και τα δύο σήματα. Τότε πρέπει να δούμε τις κορυφές. Αν είναι η μια πάνω στην άλλη τότε η διαφορά φάσης 0° . Αν η κορυφή εξόδου είναι θετική την ώρα που η κορυφή εισόδου είναι αρνητική (ή και το αντίθετο) τότε η διαφορά φάσης είναι 180° . Οι μοίρες βγαίνουν από τον τριγωνομετρικό κύκλο που σχεδιάζεται από το σήμα μας.

- Τι τάξης μεγέθους μπορεί να είναι η απολαβή τάσης σε ένα ενισχυτή με συνδεσμολογία κοινού εκπομπού;

Η τάξη μεγέθους μπορεί να είναι περίπου από 10 φορές μέχρι και περίπου 200. Μετά έχουμε ψαλιδισμός και παραμόρφωση του σήματος μας.

- Τι τάξης μεγέθους είναι οι σύνθετες αντιστάσεις εισόδου και εξόδου;

Οι σύνθετες αντιστάσεις εισόδου και εξόδου είναι της τάξης των kΩ. Είναι λίγο το ρεύμα

γι'αυτό μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε 1/4 του watt αντιστάσεις χωρίς πρόβλημα.

- Ποιος είναι ο ρόλος των αντιστάσεων R_1, R_2 στο κύκλωμα του ενισχυτή;

Οι αντιστάτες R_1 και R_2 λειτουργούν σαν διαιρέτης τάσης της πηγής V_{cc} . Έτσι μπορούμε να κοντρολάρουμε το ρεύμα και την τάση στην βάση.

- Ποιος είναι ο ρόλος των πυκνωτών C_1, C_2 και C_E στο κύκλωμα του ενισχυτή;

Οι πυκνωτές C_1 και C_2 λειτουργούν σαν ανοιχτού διακόπτες για το συνεχές ρεύμα που τροφοδοτική και πολώνει το τρανζίστορ. Από την άλλη οι δύο παραπάνω λειτουργούν σαν βραχυκύκλωμα στο εναλλασσόμενο ρεύμα. Ο C_E που είναι συνδεδεμένος παράλληλα με την R_E στον εκπομπό του τρανζίστορ λειτουργεί σαν ένας μεταβολέας της αντίστασης του εκπομπού. Έτσι όταν βάλουμε τον πυκνωτή παράλληλα έχουμε ουσιαστικά στον παράλληλο συνδυασμό η αντίσταση γίνεται αρκετά μικρή και έχουμε μεγάλη ενίσχυση στην έξοδο.

Μητρόπουλος Σπύρος, 2013