

Εισαγωγικό Εργαστήριο Ηλεκτρονικής και Τηλεπικοινωνιών

Εργαστηριακό τμήμα: Τρίτη 11:00-13:00, Β4

Ομάδα: Ομάδα 5

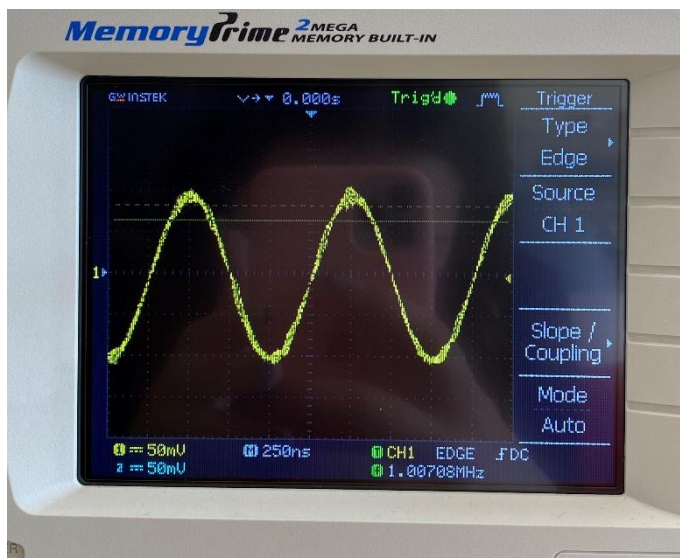
Μέλη: Αλεξοπούλου Γεωργία (el20164), Μπαλτά Αντωνία (el20873)

Πείραμα 10: Διαμόρφωση και λήψη ραδιοσημάτων.

Παραγωγή διαμορφωμένου σήματος.

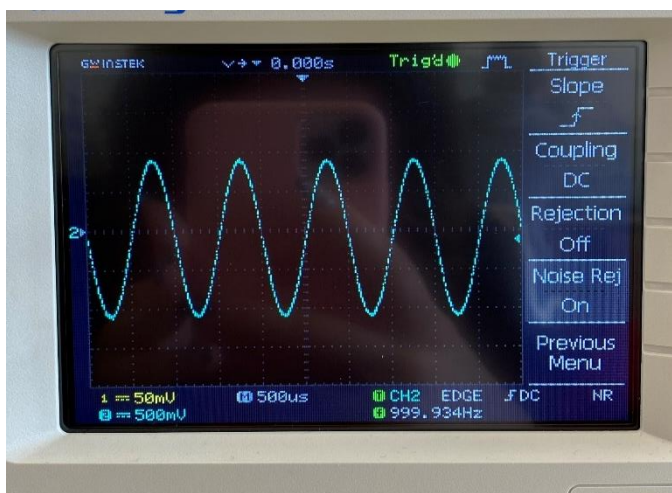
1. Προετοιμάζουμε τη γεννήτρια RF, ρυθμίζοντας τη συχνότητα της παράγουσας κυματομορφής στο 1MHz και το πλάτος της peak to peak

στα 200 Vpp. Στη συνέχεια συνδέουμε το σήμα της γεννήτριας στο κανάλι 1 του παλμογράφου.

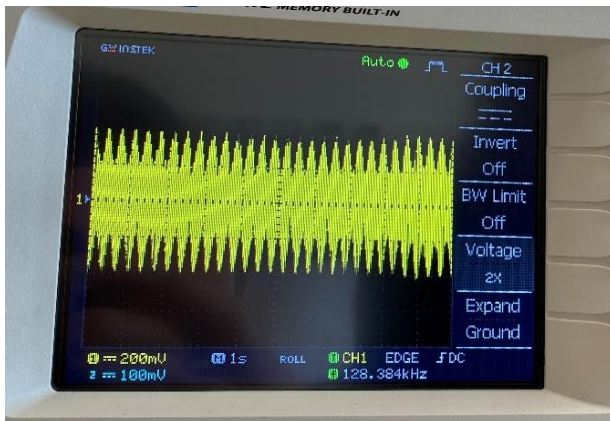


2. Προετοιμάζουμε το σήμα ήχου, σε διαφορετική γεννήτρια προφανώς. Ρυθμίζουμε τη συχνότητα της παράγουσας κυματομορφής στο 1 kHz και το πλάτος της peak to peak στα

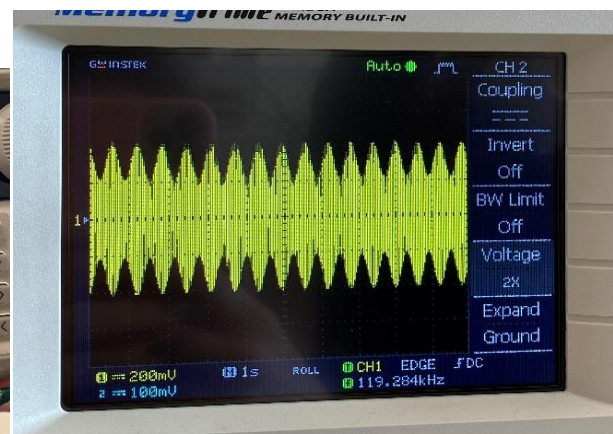
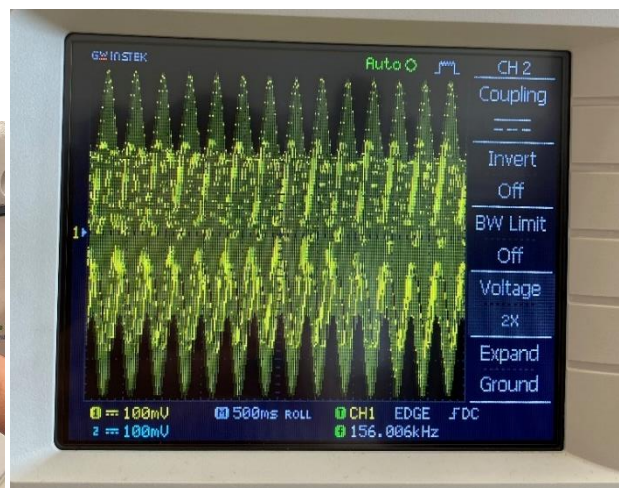
2 Vpp. Έπειτα, συνδέουμε το σήμα της γεννήτριας ήχου στο κανάλι 2 του παλμογράφου.



3. Συνδέουμε την έξοδο της γεννήτριας RF με την είσοδο «AM modulation» που βρίσκεται στο πίσω μέρος της γεννήτριας ήχου. Το πλάτος που λαμβάνουμε, αρχικά, φαίνεται διπλα.



4. Στη συνέχεια ρυθμίζουμε το depth της γεννήτριας ήχου κατάλληλα, ώστε να λάβουμε το ζητούμενο σήμα και διαπιστώνουμε, μετά από δοκιμές, ότι η κατάλληλη τιμή depth είναι 100%.



5. Αρχικά, θα ασχοληθούμε με τις μεταβολές του σήματος RF. Μεταβάλλοντας το πλάτος του σήματος που εκπέμπει η RF γεννήτρια,

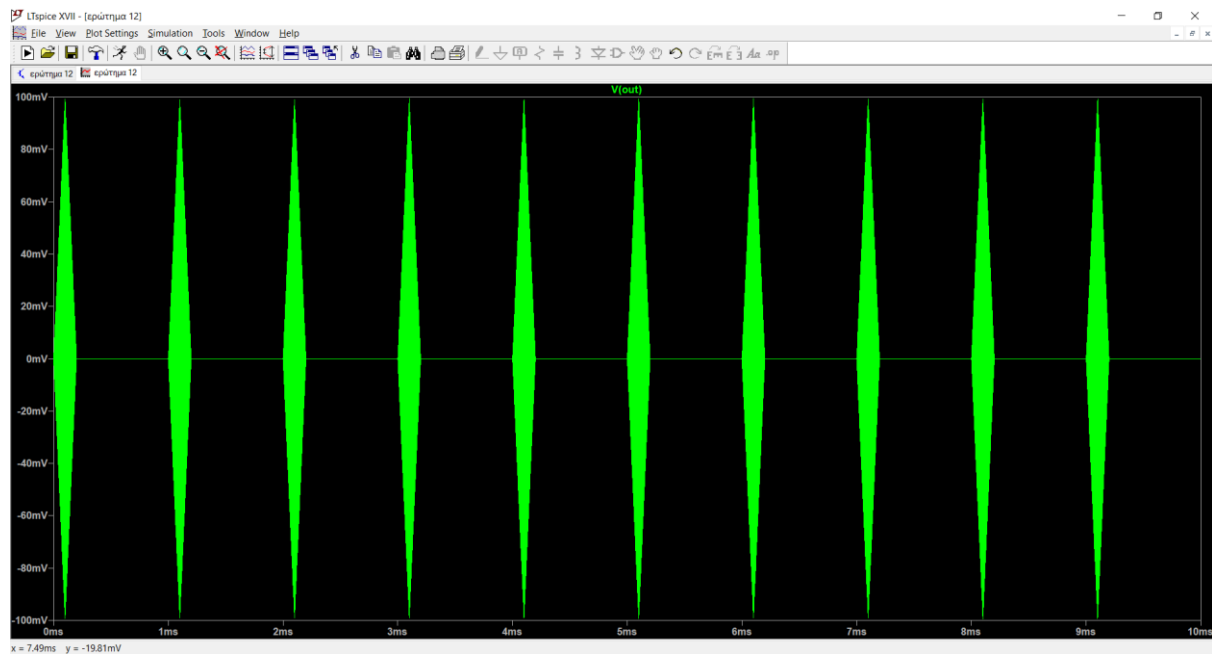
μεταβάλλεται και το πλάτος του διαμορφωμένου σήματος και μάλιστα ταυτίζεται με το πλάτος του RF σήματος. Κάτι τέτοιο είναι αναμενόμενο. Αν η συχνότητα του RF σήματος μεταβληθεί κατά ένα μικρό ποσοστό, τότε το διαμορφωμένο σήμα δεν διαφοροποιείται. Αν, ωστόσο, η μεταβολή είναι σημαντική, η διαμόρφωση δεν είναι εφικτή.

Στη συνέχεια, θα μελετήσουμε τις μεταβολές του σήματος ήχου. Μεταβάλλοντας το πλάτος του σήματος ήχου, παρατηρούμε ότι το διαμορφωμένο σήμα μεταβάλλεται επίσης, λαμβάνοντας την υποδεκαπλάσια τιμή του πλάτους του σήματος ήχου. Αν μεταβάλλουμε τη συχνότητα του σήματος ήχου, παρατηρείται αλλαγή και στη συχνότητα του διαμορφωμένου σήματος, η οποία μάλιστα ταυτίζεται με αυτή του διαμορφωμένου σήματος.

6. Οι παρακάτω εικόνες λαμβάνονται από το LTSPICE, λόγω δυσλειτουργίας του εργαστηριακού εξοπλισμού.

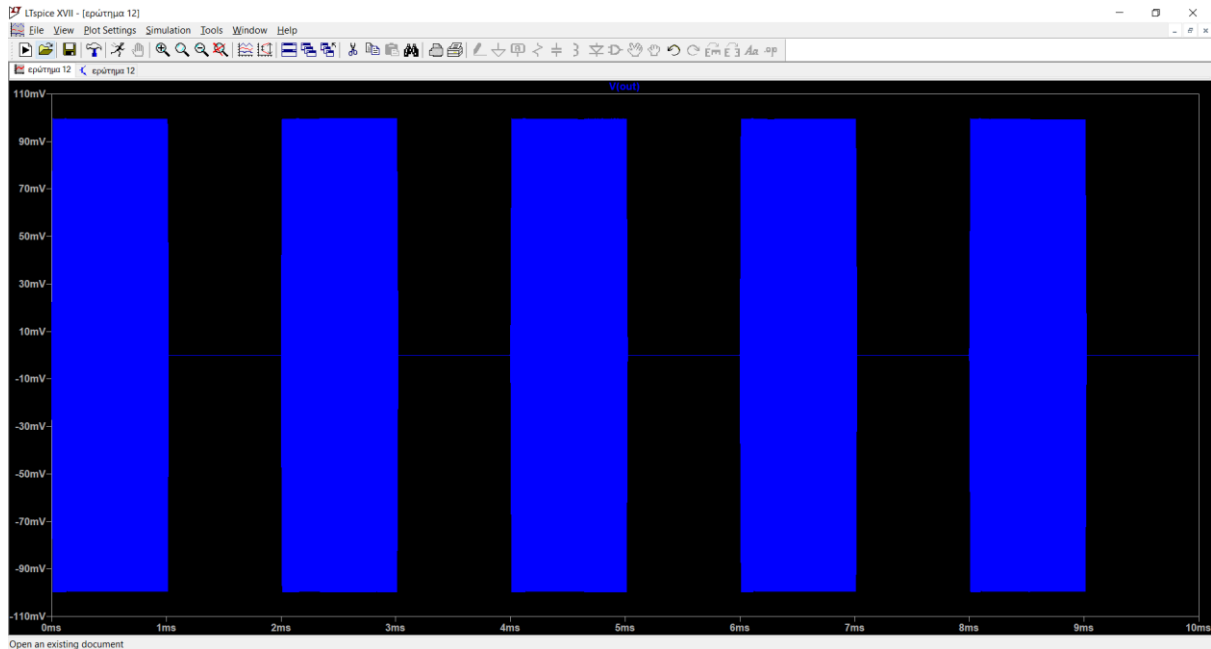
Για τον τριγωνικό παλμό:

Θέτουμε το σήμα ήχου έτσι, ώστε να είναι τριγωνικό. Η ένδειξη του παλμογράφου είναι η παρακάτω:



Για τον τετραγωνικό παλμό:

Θέτοντας, έπειτα, το σήμα ήχου σε τετραγωνικό παλμό, η έξοδος που λαμβάνουμε είναι η εξής:



Συμπεραίνουμε πως η μορφή του σήματος ήχου καθορίζει και τη μορφή του διαμορφωμένου ήχου.

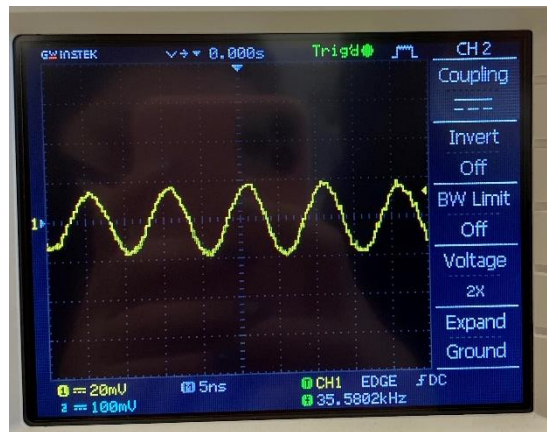
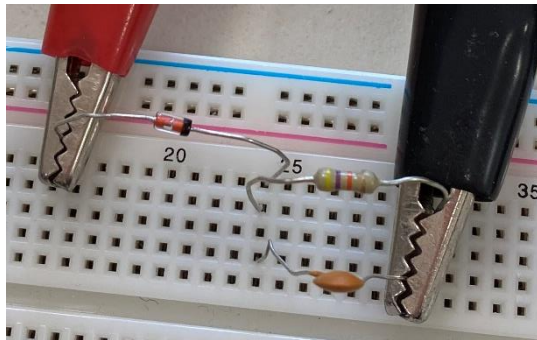
Αποδιαμόρφωση.

7. Καθώς αποδιαμορφώνουμε το ήδη διαμορφωμένο σήμα, αναμένουμε η έξοδος που θα λάβουμε στον παλμογράφο να ταυτίζεται με το σήμα πληροφορίας, δηλαδή με το σήμα ήχου.

8. Κατασκευάζουμε το ζητούμενο κύκλωμα. Για τον σκοπό αυτό:

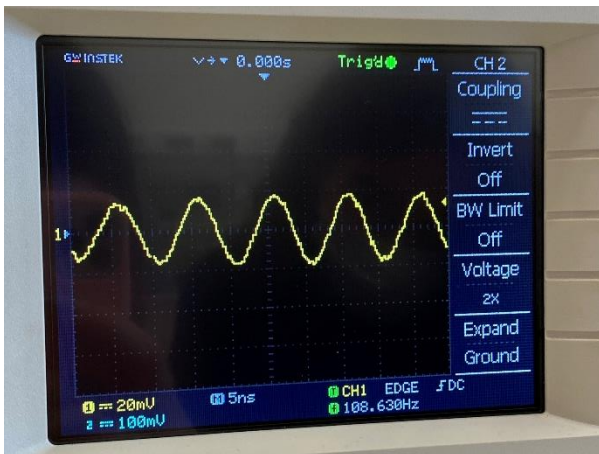
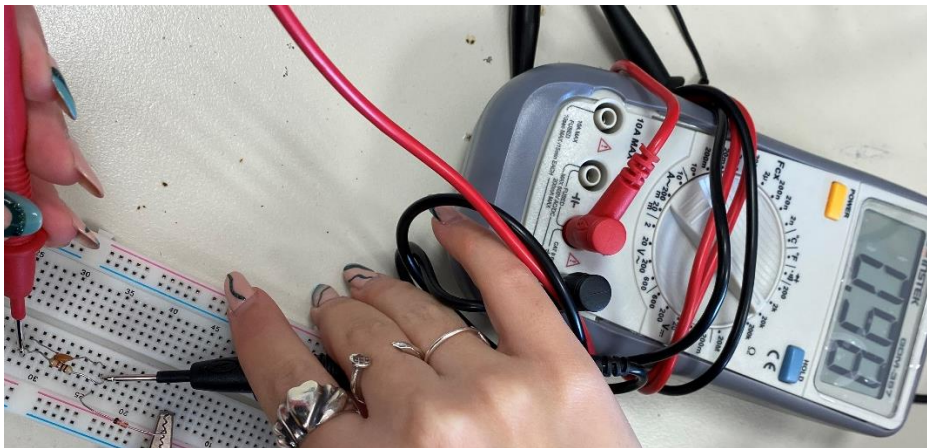
- Τοποθετούμε στο breadboard τη διόδο γερμανίου.
- Το ένα άκρο της διόδου συνδέεται τόσο με το ένα άκρο της αντίστασης $47k\Omega$, όσο και με τον πυκνωτή 2200 pF .
- Η αντίσταση και ο πυκνωτής συνδέονται παράλληλα, με τα ελεύθερα άκρα τους να γειώνονται.
- Η θετική έξοδος της γεννήτριας ήχου, που πλέον παρέχει το διαμορφωμένο σήμα, συνδέεται με το ελεύθερο άκρο της διόδου.
- Το αποδιαμορφωμένο σήμα λαμβάνεται από το κοινό σημείο της διόδου με τον πυκνωτή και την αντίσταση.

Παρακάτω φαίνονται το κύκλωμα και η έξοδός του στον παλμογράφο.



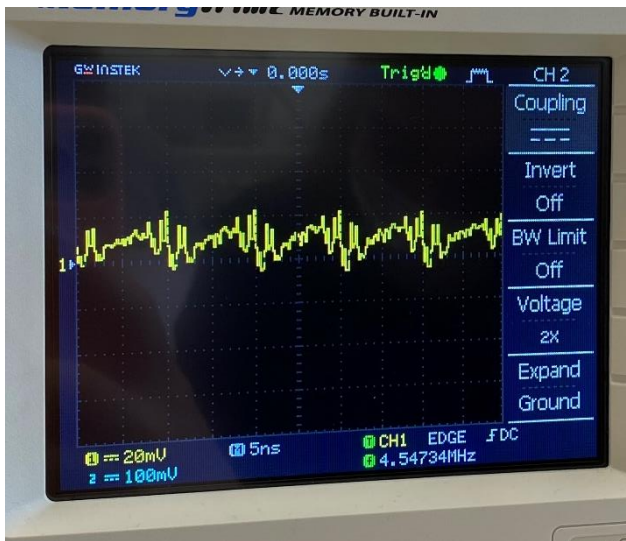
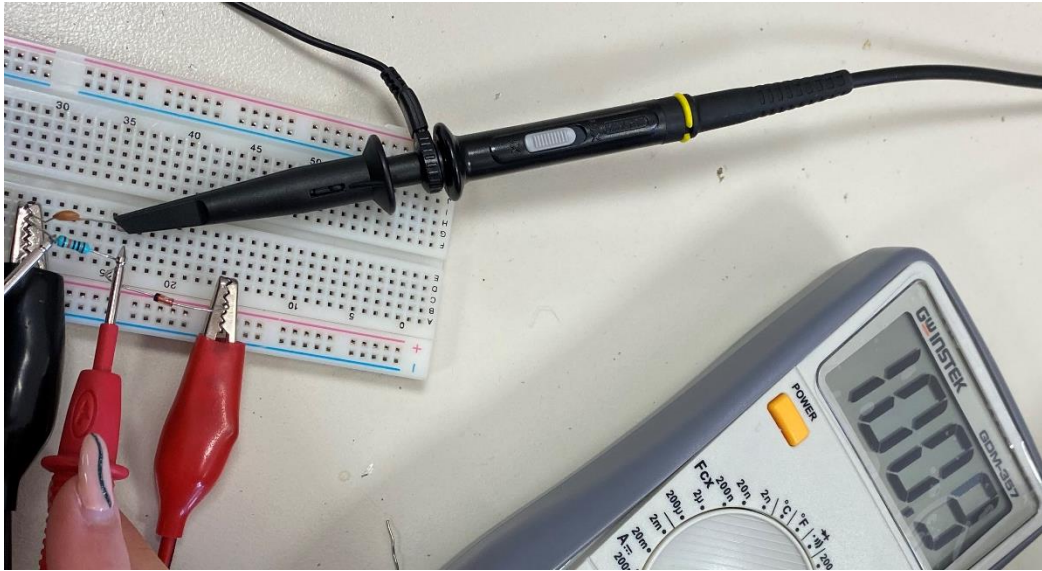
Το αποτέλεσμα είναι και το αναμενόμενο.

9. Στη συνέχεια θα παρατηρήσουμε το σήμα εξόδου για διάφορες τιμές χωρητικότητας. Αρχικά, αντικαθιστούμε την αντίσταση $47k\Omega$ με αντίσταση $1k\Omega$ και η εικόνα που λαμβάνουμε στον παλμογράφο είναι η εξής:



Παρατηρούμε πως το πλάτος της κυματομορφής έχει υποστεί μια ανεπαίσθητη ελάττωση. Όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής RC του κυκλώματος, τόσο η κυματομορφή εξόδου προσομοιάζει ευθεία γραμμή.

Έπειτα αντικαθιστούμε την αντίσταση $1\text{k}\Omega$ με αντίσταση $100\text{k}\Omega$. Το σήμα εξόδου που απεικονίζεται στον παλμογράφο έχει ως εξής:

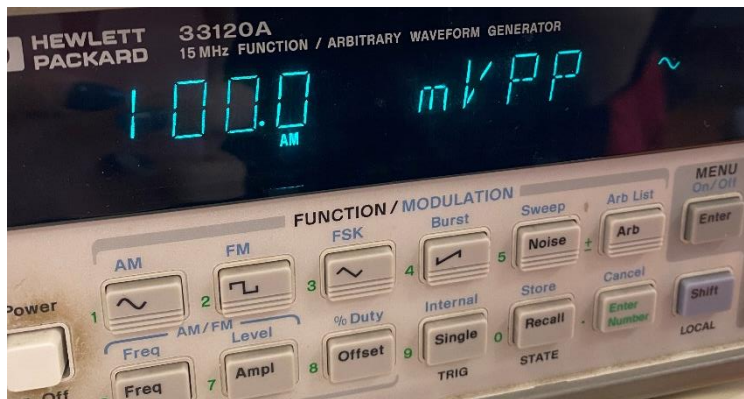


Παρατηρούμε πως όταν ο συντελεστής RC του κυκλώματος είναι υπερβολικά μεγάλος, τότε η κυματομορφή εξόδου του κυκλώματος παραμορφώνεται και δεν θυμίζει σε τίποτα το σήμα ήχου.

Η ιδανική χωρητικότητα του κυκλώματος θα έπρεπε να είναι τέτοια, ώστε η δειγματοληψία του σήματος εξόδου να γίνεται σε συχνότητα ίση με αυτή του σήματος RF.

Ακρόαση του αποδιαμορφωμένου σήματος.

10. Καθώς η μικρότερη δυνατή ρύθμιση πλάτος που δέχεται η παρεχόμενη γεννήτρια είναι αυτή των 100 mVpp, ρυθμίζουμε το πλάτος του σήματος RF στα 50mV.

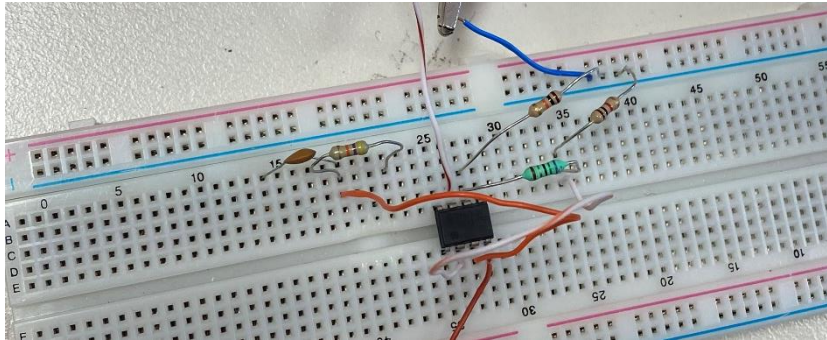


11. Στη συνέχεια κατασκευάζουμε το ζητούμενο κύκλωμα. Για τον σκοπό αυτό:

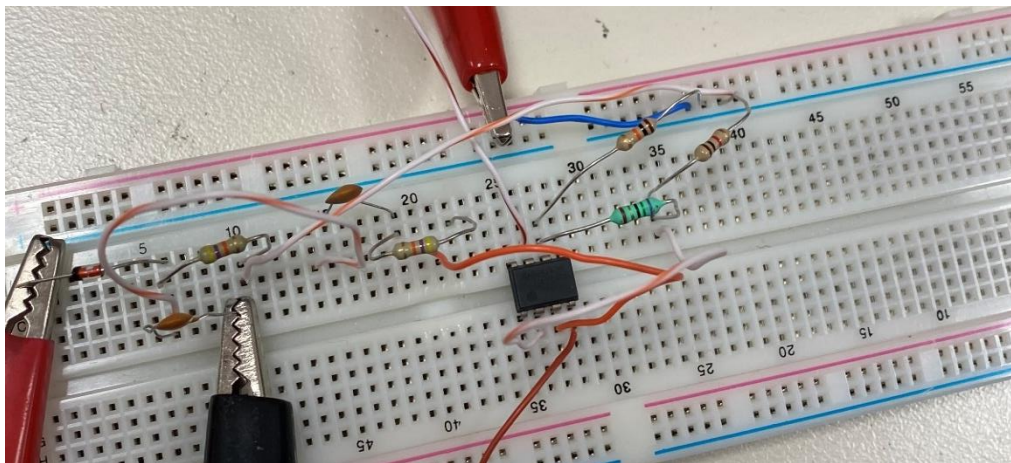
- Τοποθετούμε στο κέντρο του breadboard τον τελεστικό ενισχυτή έτσι, ώστε κάθε τετράδα ακροδεκτών να βρίσκεται εκατέρωθεν του αυλακιού.
- Διαθέτουμε δύο τροφοδοτικά A και B. Από το τροφοδοτικό A λαμβάνουμε έξοδο +5 Volt, η οποία με χρήση καλωδίου οδηγείται στον ακροδέκτη #7 του τελεστικού ενισχυτή. Η αρνητική έξοδος του τροφοδοτικού A γειώνεται. Από το τροφοδοτικό B λαμβάνουμε έξοδο -5 Volt, η οποία με χρήση καλωδίου οδηγείται στον ακροδέκτη #4 του τελεστικού ενισχυτή. Η θετική έξοδος του τροφοδοτικού B γειώνεται. Οι δύο γειωμένες έξοδοι των τροφοδοτικών συνδέονται μεταξύ τους και στη συνέχεια η γείωση οδηγείται στη λωρίδα (-) της πλακέτας.
- Αριστερά του τελεστικού ενισχυτή τοποθετούμε σε σειρά έναν πυκνωτή 0.1 μF και μια αντίσταση 47 k Ω . Το ελεύθερο άκρο της αντίστασης γειώνεται. Το κοινό σημείο του πυκνωτή και της αντίστασης οδηγείται, με τη χρήση ενός καλωδίου, στον ακροδέκτη #3 του τελεστικού ενισχυτή.

- Τοποθετούμε μια αντίσταση $75\text{ k}\Omega$ έτσι, ώστε το ένα της άκρο να συνδέεται με τον ακροδέκτη #6 του τελεστικού ενισχυτή και το άλλο της άκρο να συνδέεται με μια αντίσταση $1\text{ k}\Omega$. Το ελεύθερο άκρο της δεύτερης αντίστασης γειώνεται. Το κοινό σημείο των δύο αντιστάσεων οδηγείται, με χρήση καλωδίου, στον ακροδέκτη #2 του τελεστικού ενισχυτή. Παράλληλα και με τις δύο αντιστάσεις τοποθετείται μια τρίτη αντίσταση $10\text{ k}\Omega$.

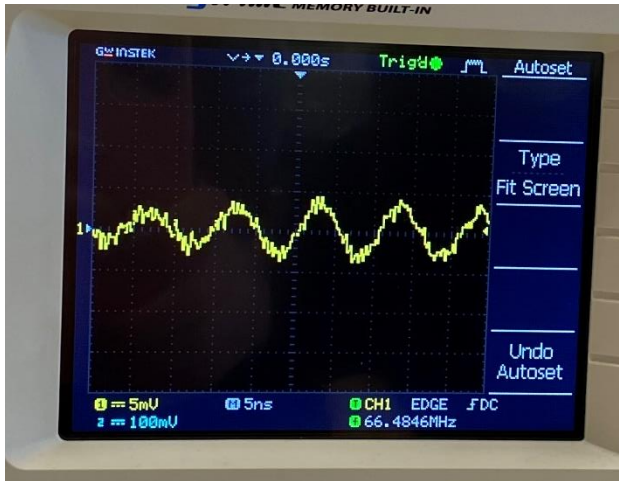
Έτσι, προκύπτει το παρακάτω κύκλωμα:



12. Στη συνέχεια, συνδέουμε την έξοδο του κυκλώματος του βήματος 8 με το ελεύθερο άκρο του πυκνωτή $0.1\text{ }\mu\text{F}$ του κυκλώματος του βήματος 11. Έτσι, προκύπτει το παρακάτω κύκλωμα:

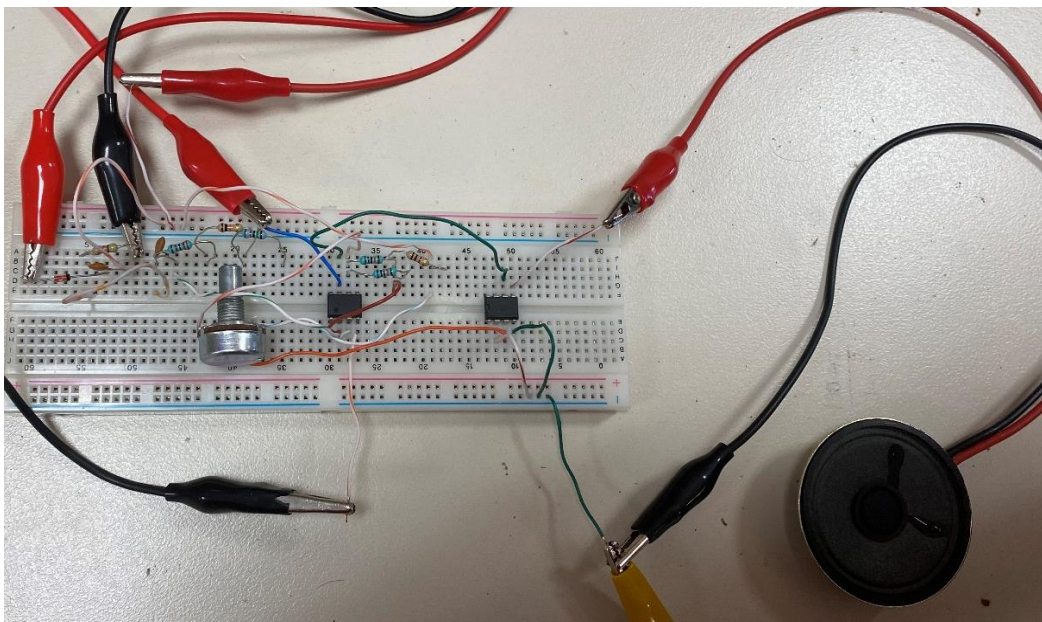


Το σήμα εξόδου που λαμβάνουμε στον παλμογράφο είναι το εξής:



Πράγματι, προσομοιάζει αρκετά καλά το σήμα ήχου, με ορισμένες διακυμάνσεις λόγω φασαρίας και μη βέλτιστης επαφής καλωδίων.

13. Στη συνέχεια συνδέουμε στην έξοδο του τελεστικού ενισχυτή το σύστημα του ενισχυτή ισχύος, όπως ακριβώς έχει περιγραφεί και στις αναφορές των Πειραμάτων 3 και 5. Προκύπτει το παρακάτω κύκλωμα:



Πράγματι, το κύκλωμα δουλεύει αφού ακούμε ήχο από το ηχείο. Η κυματομορφή εξόδου που λαμβάνουμε στον παλμογράφο φαίνεται παρακάτω:

