

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΑΘΗΝΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

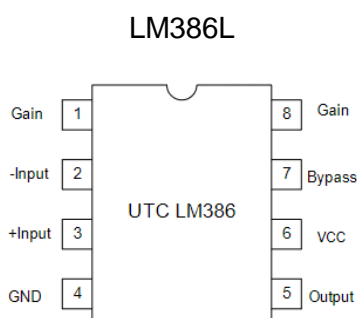
Όνομα: Στάθης Κατσίρης  
Α.Μ.: 06825

## Τίτλος

Μονοκάναλος ενισχυτής ήχου

## Εισαγωγή

Το ολοκληρωμένο LM386L είναι ένας ενισχυτής ήχου κατάλληλος για την υλοποίηση εφαρμογών που οι απαιτήσεις τους σε ρεύμα είναι μικρές. Ο συγκεκριμένος ενισχυτής όπως και όλοι οι ενισχυτές ήχου μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως ένας κανονικός τελεστικός ενισχυτής και συνεπώς να χρησιμοποιηθεί και σε εφαρμογές που δεν σχετίζονται με τον ήχο. Ο ενισχυτής LM386L έχει προεπιλεγμένο κέρδος 20 πράγμα που σημαίνει πως το σήμα στην έξοδο του ενισχυτή στην περίπτωση που ο ακροδέκτης 1 και ο ακροδέκτης 8 δεν είναι συνδεδεμένοι με εξωτερικά εξαρτήματα είναι 20 φορές μεγαλύτερο από το σήμα στην είσοδο του ενισχυτή. Παρόλα αυτά το κέρδος του συγκεκριμένου ενισχυτή μπορεί να ρυθμιστεί και σε μεγαλύτερες τιμές φτάνοντας ακόμα και την τιμή 200. Έκτος όμως από το προεπιλεγμένο κέρδος που προσφέρει ο ενισχυτής LM386L με το οποίο και επιτυγχάνεται μια ικανοποιητική ενίσχυση του σήματος εισόδου χωρίς την χρήση πολλών εξωτερικών εξαρτημάτων ο συγκεκριμένος ενισχυτής διαθέτει και πολλά άλλα πλεονεκτήματα. Κάποια από αυτά τα πλεονεκτήματα είναι το γεγονός πως ο συγκεκριμένος ενισχυτής μπορεί να λειτουργήσει με μια απλή μπαταρία, δεν απαιτεί την χρήση ψήκτρας και τέλος είναι αποδοτικός αλλά και φθηνός. Το ολοκληρωμένο LM386L διαθέτει οκτώ ακροδέκτες και διατίθεται σε dual in-line package (DIP ή DIL). Οι ακροδέκτες 1 και 8 του LM386L χρησιμοποιούνται για την προσαρμογή της τιμής του κέρδους από την προεπιλεγμένη τιμή σε κάποια άλλη τιμή. Έτσι συνδέοντας σε αυτούς τους ακροδέκτες εξωτερικά εξαρτήματα και συγκεκριμένα πυκνωτές και αντιστάσεις το κέρδος του ενισχυτή μπορεί να γίνει μεγαλύτερο του 20. Οι ακροδέκτες 2 και 3 αποτελούν την αναστρέφουσα και την μη αναστρέφουσα είσοδο του ενισχυτή αντίστοιχα. Συνήθως σε ένα απλό κύκλωμα με τον LM386L η αρνητική είσοδος (ο ακροδέκτης 2) συνδέεται στην γείωση και στην θετική είσοδο (στον ακροδέκτη 3) εφαρμόζεται το σήμα που πρέπει να ενισχυθεί. Ο ακροδέκτης 4 είναι η γείωση και ο ακροδέκτης 5 είναι η έξοδος του εν λόγω ενισχυτή. Όσον αφορά τον ακροδέκτη 6 ο συγκεκριμένος ακροδέκτης χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του ενισχυτή ενώ ο ακροδέκτης 7 παρέχει άμεση πρόσβαση στο σήμα εισόδου προκειμένου να ενισχυθεί μόνο αυτό το σήμα και όχι και ο θόρυβος. Οι ακροδέκτες του ενισχυτή LM386L φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



## Εργασία

### Εξαρτήματα

Ολοκληρωμένο: LM386L

Κεραμικός πυκνωτής: 470pF

Ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές: 2 x 10 $\mu$ F, 16V  
1000 $\mu$ F, 25V  
100 $\mu$ F, 16V

Πυκνωτές πολυεστέρα: 3 x 0.1 $\mu$ F

Αντιστάσεις: 10k $\Omega$   
10 $\Omega$

Ποτενσιόμετρο: γραμμικό ποτενσιόμετρο 10k $\Omega$

Κλέμμα: κλέμμα πλακέτας 2P

Βάση: βάση 8P

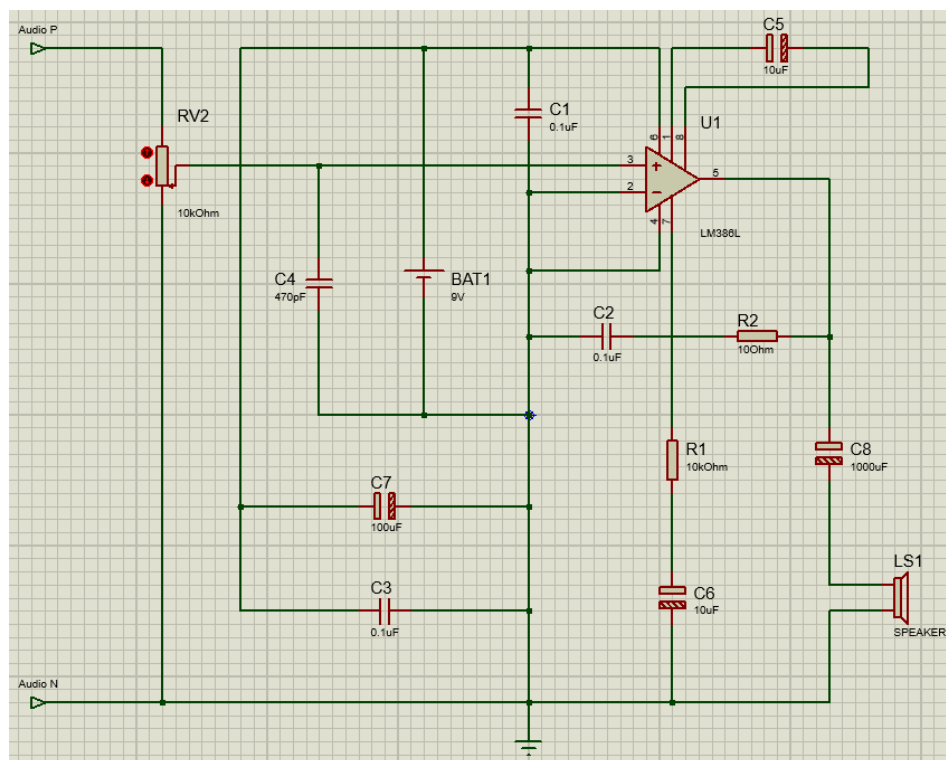
Ηχείο: 8 $\Omega$  1W ηχείο

Μπαταρία: 9V μπαταρία + θήκη

Πλακέτα: διάτρητη πλακέτα 71mm x 94mm

Βύσμα: βύσμα ήχου 3,5mm για πλακέτα

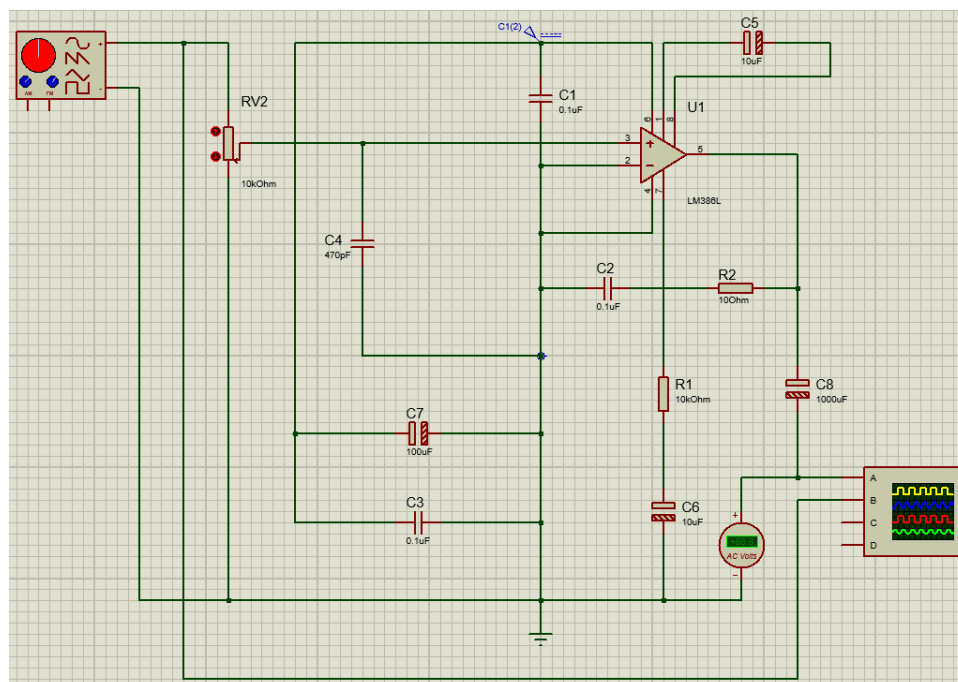
### Κύκλωμα



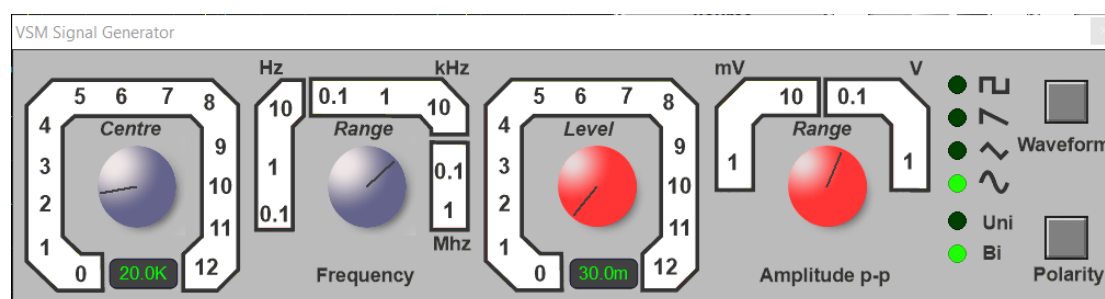
Το κύκλωμα που φαίνεται στην παραπάνω εικόνα είναι σχεδιασμένο στο πρόγραμμα Proteus.

## Προσομοίωση

Για την προσομοίωση του παραπάνω κυκλώματος χρησιμοποιήθηκε μια γεννήτρια και ένας παλμογράφος. Η γεννήτρια χρησιμοποιήθηκε προκειμένου στην είσοδο του παραπάνω κυκλώματος να εφαρμοστεί ένα ημιτονικό σήμα ενώ ο παλμογράφος χρησιμοποιήθηκε για την απεικόνιση αυτού του σήματος καθώς και για την απεικόνιση του σήματος στην έξοδο του κυκλώματος. Εκτός από τα παραπάνω όργανα για την προσομοίωση του παραπάνω κυκλώματος χρησιμοποιήθηκε και ένα βολτόμετρο για τη μέτρηση της τάσης  $V_{rms}$  που αντιστοιχεί στο σήμα που “οδηγείται” στο ηχείο δηλαδή στο σήμα εξόδου του κυκλώματος. Έτσι στο πρόγραμμα Proteus υλοποιήθηκε η παρακάτω συνδεσμολογία.

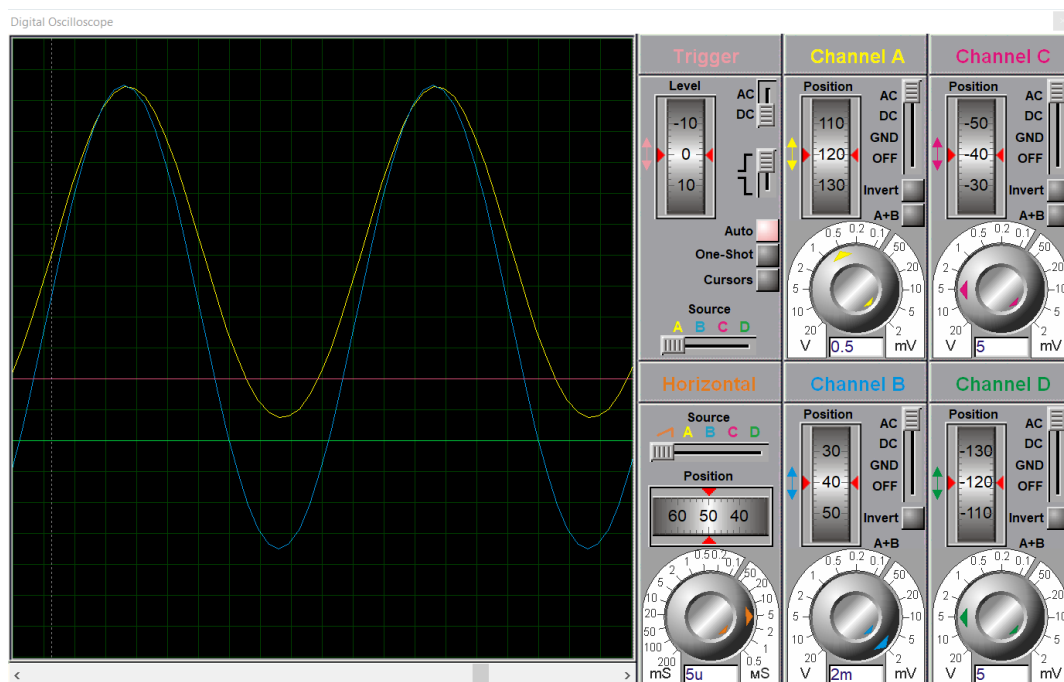


Μόλις δημιουργήθηκε η παραπάνω συνδεσμολογία επιλέχθηκε εκείνη η τιμή αντίστασης του ποτενσιομέτρου με την οποία επιτυγχάνεται η μέγιστη ενίσχυση του σήματος της γεννήτριας δηλαδή επιλέχθηκε εκείνη η τιμή αντίστασης του ποτενσιομέτρου για την οποία η τιμή του κέρδους (Gain) γίνεται μέγιστη. Στην συνέχεια ρυθμίστηκε η συχνότητα αλλά και η διακύμανση του σήματος της γεννήτριας στην τιμή των 20kHz και στην τιμή των 30mV<sub>p-p</sub> αντίστοιχα. Η τιμές αυτές φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Η τιμή των 30mV<sub>p-p</sub> επιτρέπει την αξιοποίηση όλου του εύρους των τιμών αντίστασης του ποτενσιομέτρου χωρίς να αλλοιώνεται το ημιτονικό σήμα στην έξοδο του κυκλώματος. Αν η τιμή αυτή αυξηθεί το σήμα στην έξοδο του κυκλώματος θα αλλοιωθεί μετατρέποντάς το από ένα ημιτονικό σήμα σε ένα σήμα που μοιάζει περισσότερο με

τετραγωνικό σήμα. Το σήμα στην είσοδο του κυκλώματος δηλαδή το σήμα της γεννήτριας αλλά και το σήμα στην έξοδο του κυκλώματος φαίνονται παρακάτω.



Από την παραπάνω εικόνα παρατηρούμε πως το σήμα (κίτρινη κυματομορφή) στην έξοδο του κυκλώματος είναι ίδιο με το σήμα (μπλε κυματομορφή) της γεννήτριας με την μόνη διαφορά στο πλάτος των δυο αυτών σημάτων. Συγκεκριμένα παρατηρούμε πως λόγω της ενίσχυσης το σήμα εξόδου έχει μεγαλύτερο πλάτος σε σχέση με το σήμα εισόδου του κυκλώματος. Λόγω του ότι η διακύμανση του σήματος εξόδου δεν μπορεί να μετρηθεί με ακρίβεια από τον παλμογράφο χρησιμοποιήθηκε η ένδειξη του βολτομέτρου (1,9V) καθώς και ο τύπος με τον οποίο υπολογίζεται η ενεργός τιμή της τάσης μιας ημιτονοειδούς κυματομορφής. Ο τύπος αυτός φαίνεται παρακάτω.

$$V_{\text{rms}} = \frac{V_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$$

Έτσι μέσω της τιμής 1,9V που αντιστοιχεί στην ενεργό ή αλλιώς στην ενδεικνύμενη τιμή της τάσης του σήματος στην έξοδο του κυκλώματος αλλά και μέσω του παραπάνω τύπου υπολογίστηκε το  $V_{\text{max}}$ . Στον παραπάνω τύπο το  $V_{\text{max}}$  είναι η μέγιστη τιμή του σήματος εξόδου δηλαδή του σήματος που “οδηγείται” στο ηχείο και αυτή η τιμή υπολογίστηκε στα 2,687V. Πολλαπλασιάζοντας αυτήν την τιμή με το δυο προκύπτει η διακύμανση του σήματος εξόδου δηλαδή η τιμή 5,374V<sub>p-p</sub>. Από την τιμή 0,03V<sub>p-p</sub> και από την τιμή 5,374V<sub>p-p</sub> προκύπτει η τιμή του κέρδους του ενισχυτή στην περίπτωση που η τιμή της αντίστασης RV2 είναι αυτή που αναφέρθηκε προηγουμένως. Η τιμή του κέρδους του ενισχυτή όταν το ποτενσιόμετρο έχει τοποθετηθεί στην θέση της μέγιστης έντασης του ήχου είναι 179.

## Κατασκευή

