

ΠΕΙΡΑΜΑ 7

από Βιβλίο Τσιβίδη

Νοέμβριος 2020

Ν. Βουδούκης

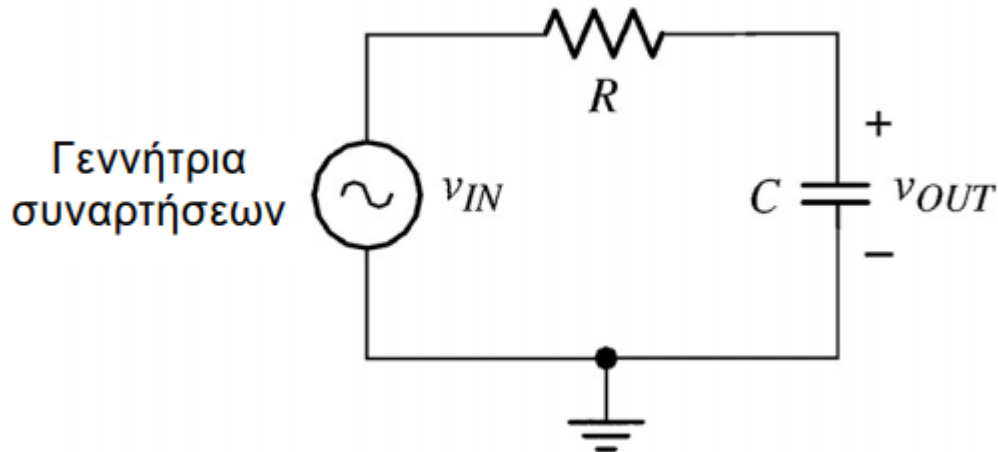
ΠΕΙΡΑΜΑ 7

ΦΙΛΤΡΑ, ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΝΩΝ

1 – 8. ΕΝΑ ΒΑΘΥΠΕΡΑΤΟ ΦΙΛΤΡΟ ΚΑΙ Η ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ

[1-8. Να διαβάσετε προσεκτικά και να ακολουθήσετε τις οδηγίες του εργαστηριακού οδηγού].

1. Για το κύκλωμα να χρησιμοποιηθούν αντίσταση $R = 15\text{k}\Omega$ και πυκνωτής $C = 2.2\text{nF}$.



ΠΕΙΡΑΜΑ 7

ΦΙΛΤΡΑ, ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΝΩΝ

1 – 8. ΕΝΑ ΒΑΘΥΠΕΡΑΤΟ ΦΙΛΤΡΟ ΚΑΙ Η ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ

[1-8. Να διαβάσετε προσεκτικά και να ακολουθήσετε τις οδηγίες του εργαστηριακού οδηγού].

2. Μεταβάλλετε τη συχνότητα του σήματος εισόδου.

Για μικρές συχνότητες ημιτονοειδούς σήματος από την γεννήτρια το σήμα εξόδου σχεδόν ταυτίζεται με το σήμα εισόδου. Με αύξηση της συχνότητας από την γεννήτρια από κάποιο σημείο και μετά το πλάτος του ημιτονοειδούς σήματος εξόδου μειώνεται. Ενδεικτικά δώστε εικόνες της κυματομορφής εξόδου του κυκλώματος (στην οθόνη του παλμογράφου) για πλάτος π.χ. 2V (θα είναι τότε $V_{pp} = 4V$ βάση της ένδειξης της γεννήτριας) και συχνότητες $f = 1kHz$, $f = 6kHz$ και $f = 50kHz$

3. Θεωρητικός και πειραματικός υπολογισμός της συχνότητας αποκοπής f_c . Σύγκριση.

Παρατηρείται απόκλιση από την θεωρητικά υπολογιζόμενη τιμή; Μπορείτε να υποθέσετε κάποια πιθανή αιτία γι' αυτό το σφάλμα.

Αν υπάρχει απόκλιση, τότε λύνοντας την θεωρητική σχέση για την f_c (με τιμή f_c την πειραματικά προσδιορισμένη και $C = 2.2nF$) με άγνωστο την R του κυκλώματος υπολογίστε την τιμή που θα έπρεπε να έχει η R .

ΠΕΙΡΑΜΑ 7

ΦΙΛΤΡΑ, ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΝΩΝ

1 – 8. ΕΝΑ ΒΑΘΥΠΕΡΑΤΟ ΦΙΛΤΡΟ ΚΑΙ Η ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ

[1-8. Να διαβάσετε προσεκτικά και να ακολουθήσετε τις οδηγίες του εργαστηριακού οδηγού].

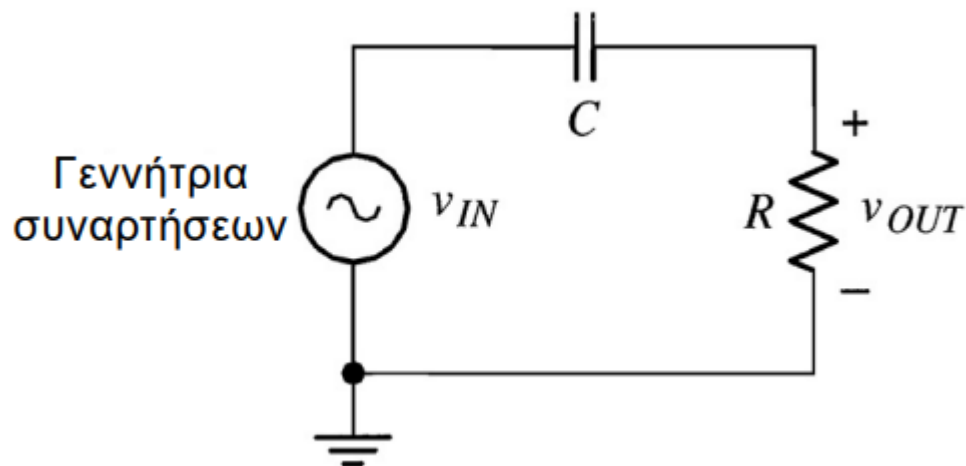
4. Μετρήσεις πλάτους για τις διάφορες τιμές συχνοτήτων που ζητούνται.
5. Χαράσσεται βάση των παραπάνω μετρήσεων το κέρδος τάσης G συναρτήσει της συχνότητας f (διάγραμμα Bode πλάτους).
6. Προσδιορισμός της ολίσθησης φάσης ϕ μεταξύ εισόδου και εξόδου.
7. Μετρήσεις της ολίσθησης φάσης ϕ για τις διάφορες τιμές των συχνοτήτων που ζητούνται.
8. Απεικόνιση της ολίσθησης φάσης μεταξύ εισόδου και εξόδου ως συνάρτηση της συχνότητας με λογαριθμικό άξονα για την συχνότητα βάση των μετρήσεων του βήματος 7

ΠΕΙΡΑΜΑ 7 – Ερωτήματα 9-11

9 – 11. ΕΝΑ ΥΨΙΠΕΡΑΤΟ ΦΙΛΤΡΟ ΚΑΙ Η ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ

[9-11. Να διαβάσετε προσεκτικά και να ακολουθήσετε τις οδηγίες του εργαστηριακού οδηγού].

9. Για το κύκλωμα να χρησιμοποιηθούν αντίσταση $R = 15\text{k}\Omega$ και πυκνωτής $C = 2.2\text{nF}$. Τι παρατηρείται το πλάτος της κυματομορφής εξόδου σε υψηλές και σε χαμηλές συχνότητες. Ενδεικτικά δώστε εικόνες της κυματομορφής εξόδου του κυκλώματος (στην οθόνη του παλμογράφου) για πλάτος π.χ. 2V (θα είναι τότε $V_{pp} = 4\text{V}$ βάση της ένδειξης της γεννήτριας) και συχνότητες $f = 1\text{kHz}$, $f = 6\text{kHz}$ και $f = 50\text{kHz}$



ΠΕΙΡΑΜΑ 7 – Ερωτήματα 9-11

9 – 11. ΕΝΑ ΥΨΙΠΕΡΑΤΟ ΦΙΛΤΡΟ ΚΑΙ Η ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ

[9-11. Να διαβάσετε προσεκτικά και να ακολουθήσετε τις οδηγίες του εργαστηριακού οδηγού].

10. Μετρήσεις πλάτους για τις διάφορες τιμές συχνοτήτων που ζητούνται. Χαράσσεται βάση των παραπάνω μετρήσεων το κέρδος τάσης G συναρτήσει της συχνότητας f (διάγραμμα Bode πλάτους).

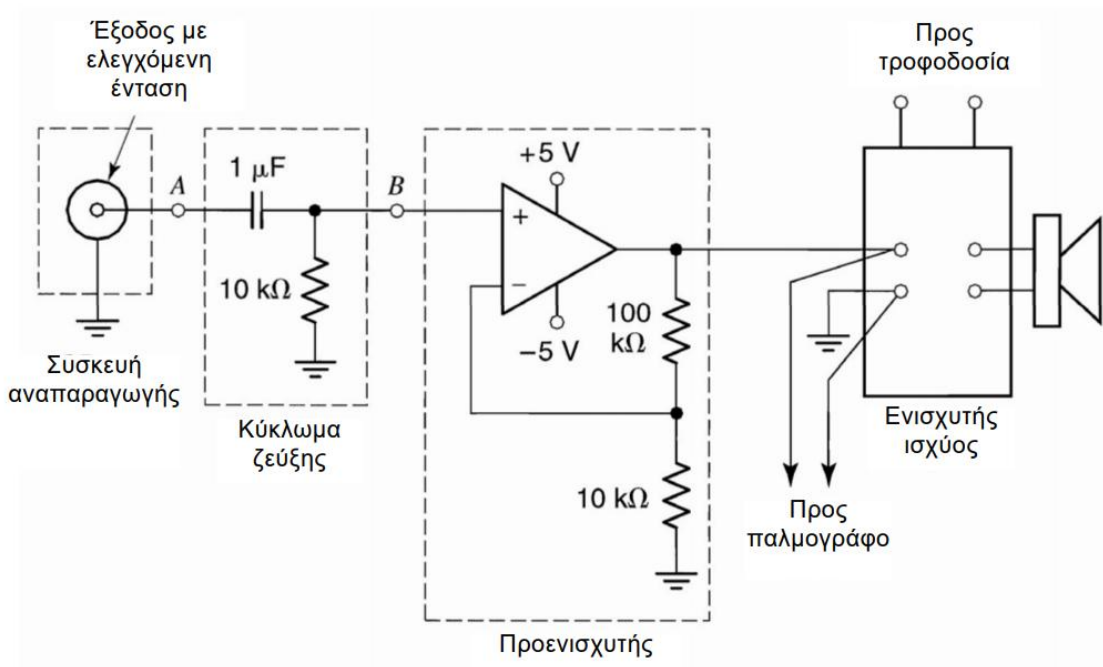
11. Θεωρητικός και πειραματικός υπολογισμός της συχνότητας αποκοπής f_c . Σύγκριση. Παρατηρείται απόκλιση από την θεωρητικά υπολογιζόμενη τιμή; Μπορείτε να υποθέσετε κάποια πιθανή αιτία γι' αυτό το σφάλμα.

Αν υπάρχει απόκλιση, τότε λύνοντας την θεωρητική σχέση για την f_c (με τιμή f_c την πειραματικά προσδιορισμένη και $C = 2.2\text{nF}$) με άγνωστο την R του κυκλώματος υπολογίστε την τιμή που θα έπρεπε να έχει η R .

ΠΕΙΡΑΜΑ 7 – Ερωτήματα 12-20

12 – 20. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΝΩΝ

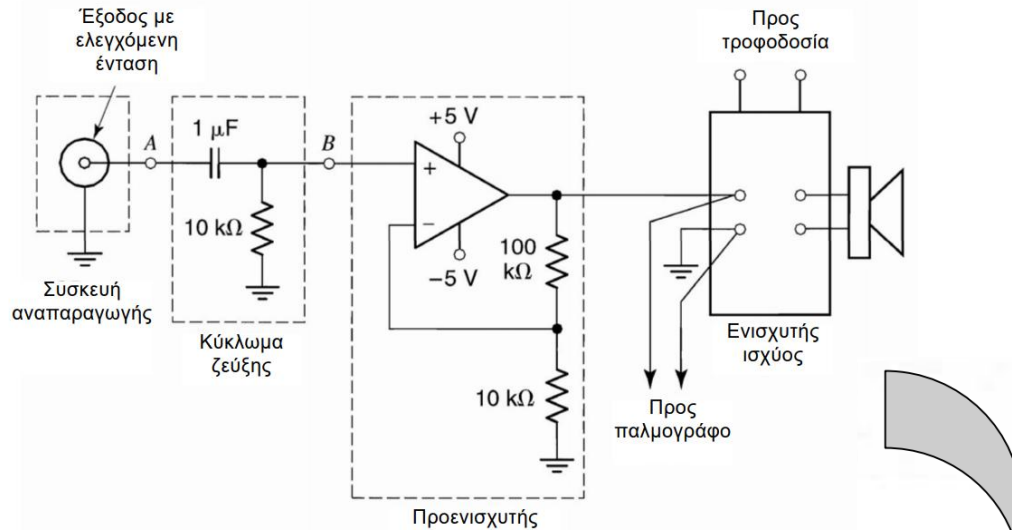
[12-20. Να διαβάσετε προσεκτικά και να ακολουθήσετε τις οδηγίες του εργαστηριακού οδηγού].



ΠΕΙΡΑΜΑ 7 – Ερωτήματα 12-20

12 – 20. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΝΩΝ

12. Ως συσκευή αναπαραγωγής να χρησιμοποιηθεί η γεννήτρια. Αναμένεται ενίσχυση του σήματος εισόδου. Αρχικά δοκιμάστε χωρίς ενισχυτή ισχύος με τα ακουστικά του κινητού ως ηχεία. Αν έχετε κάποιο ηχείο (μεγάφωνο) τότε υλοποιήστε τον ενισχυτή ισχύος με το LM386.

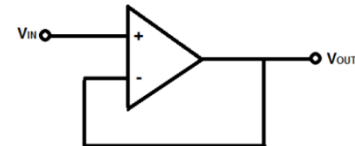
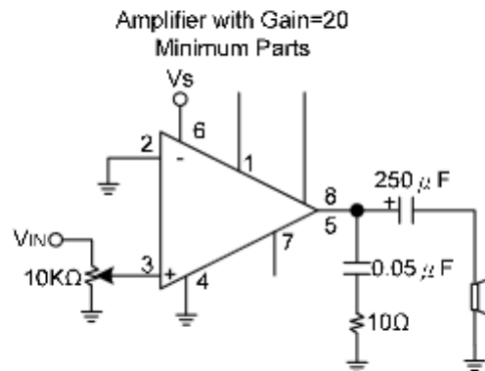


Μπορείτε να δοκιμάσετε να παρεμβάλλετε κι έναν απομονωτή (buffer) πριν το ηχείο. Για τον buffer θα γίνει χρήση του 2^{ου} Ο.Κ. 741 που έχετε πάρει.

Ενισχυτής ισχύος με LM386

Η τάση πόλωσης V_s μπορεί να είναι από 4V έως 12V.

Να βάλετε για το πείραμα $V_s=5V$.



ΠΕΙΡΑΜΑ 7 – Ερωτήματα 12-20

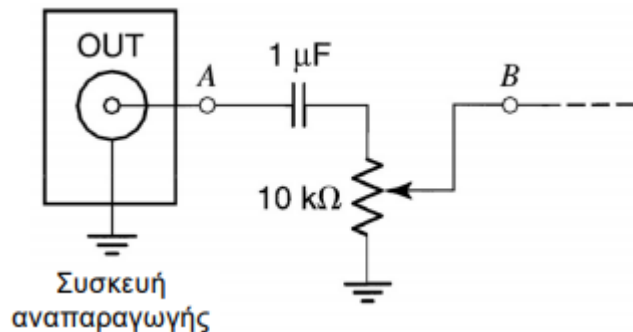
12 – 20. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΝΩΝ

[12-20. Να διαβάσετε προσεκτικά και να ακολουθήσετε τις οδηγίες του εργαστηριακού οδηγού].

13. Στην συνέχεια, αφού έχει ελεγχθεί η ορθή λειτουργία του κυκλώματος με είσοδο την έξοδο της γεννήτριας (θα μπορούσε ως είσοδος του κυκλώματος να χρησιμοποιηθεί ένα κινητό τηλέφωνο).

Αυτό είναι δυνατό να γίνει με χρήση καλωδίου (που από τη μία άκρη έχει βύσμα για το κινητό και από την άλλη δύο καλώδια για σήμα και γείωση).

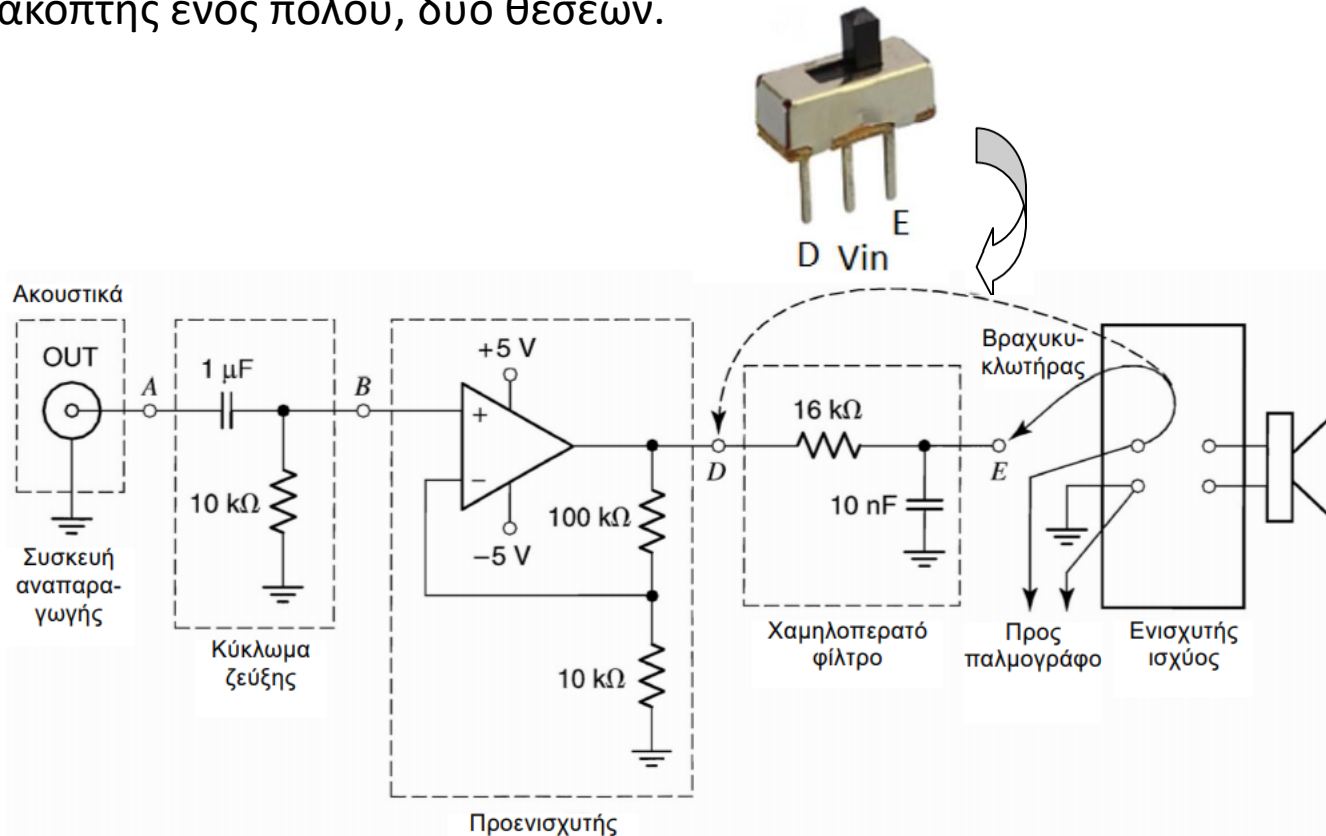
Αν δεν υπάρχει καλώδιο χρησιμοποιήστε τη γεννήτρια παρεμβάλλοντας το παρακάτω κύκλωμα μεταξύ A και B..



ΠΕΙΡΑΜΑ 7 – Ερωτήματα 12-20

12 – 20. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΝΩΝ

14. Εισαγωγή του βαθυπερατού (χαμηλοπερατού) φίλτρου. Αν χρησιμοποιήσετε ακουστικά κινητού τηλεφώνου δεν χρειάζεται ενισχυτής ισχύος. Αν θέλετε, βέβαια, μπορείτε να τον κατασκευάσετε και να τον δοκιμάσετε. Ως πηγή σήματος χρησιμοποιήστε τη γεννήτρια (αν δεν υπάρχει άλλη δυνατότητα). Αντί για βραχυκυκλωτήρας (jumper wire) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ευκολία διακόπτης ενός πόλου, δύο θέσεων.



Μπορείτε να δοκιμάσετε να παρεμβάλλετε κι έναν απομονωτή (buffer) πριν το ηχείο. Για τον buffer θα γίνει χρήση του 2^{ου} Ο.Κ. 741 που έχετε πάρει.

ΠΕΙΡΑΜΑ 7 – Ερωτήματα 12-20

12 – 20. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΝΩΝ

[12-20. Να διαβάσετε προσεκτικά και να ακολουθήσετε τις οδηγίες του εργαστηριακού οδηγού].

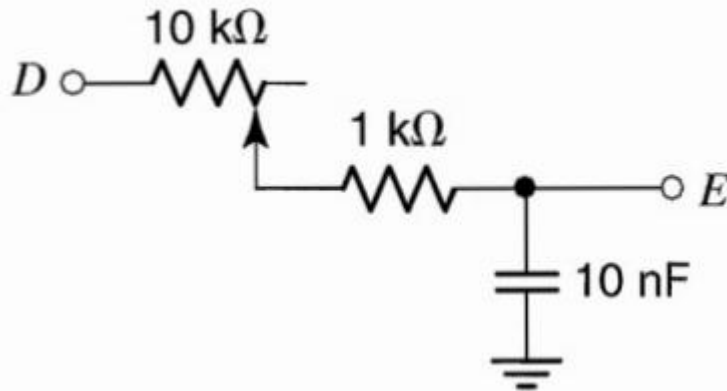
15. Ως πηγή σήματος (συσκευή αναπαραγωγής) χρησιμοποιήστε τη γεννήτρια (αν δεν υπάρχει άλλη δυνατότητα). Όταν ο πόλος του διακόπτη είναι τοποθετημένος σε θέση ώστε να παρακάμπτεται το φίλτρο, παρατηρείτε κάποια διαφορά στον ήχο που ακούγεται σε σχέση με αυτόν που ακουγόταν στο προηγούμενο ερώτημα;
- 16-17. Να λάβετε από τη γεννήτρια σήματα αρκετών διαφορετικών συχνοτήτων στο ακουστικό φάσμα (20Hz-20KHz) και να παρατηρήσετε τη συμπεριφορά του κυκλώματος παρατηρώντας το σήμα εξόδου.
Γενικά ένα μουσικό σήμα αποτελείται-«συντίθεται» από πολλά σήματα σε διαφορετικές συχνότητες. Αναμένεται ότι από τα σήματα εισόδου του φίλτρου αυτά που έχουν χαμηλές συχνότητες περνούν στην έξοδο, ενώ αυτά των υψηλών συχνοτήτων απορρίπτονται.

ΠΕΙΡΑΜΑ 7 – Ερωτήματα 12-20

12 – 20. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΝΩΝ

[12-20. Να διαβάσετε προσεκτικά και να ακολουθήσετε τις οδηγίες του εργαστηριακού οδηγού].

18. Το κύκλωμα είναι ένα βαθυπερατό φίλτρο με μεταβλητή αντίσταση.



Μπορείτε να δοκιμάσετε να παρεμβάλλετε κι έναν απομονωτή (buffer) πριν το ηχείο. Για τον buffer θα γίνει χρήση του 2^{ου} Ο.Κ. 741 που έχετε πάρει.

Αν $R_{ολ}$ η ολική αντίσταση του φίλτρου, είναι με $1\text{k}\Omega \leq R_{ολ} \leq 11\text{k}\Omega$ τότε

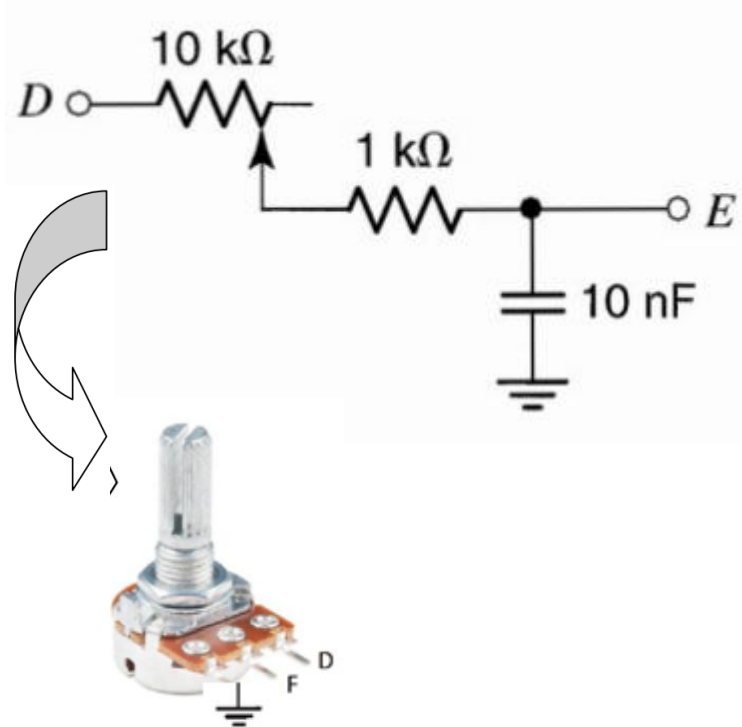
; $\leq f_c \leq$;

ΠΕΙΡΑΜΑ 7 – Ερωτήματα 12-20

12 – 20. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΝΩΝ

[12-20. Να διαβάσετε προσεκτικά και να ακολουθήσετε τις οδηγίες του εργαστηριακού οδηγού].

19. Το κύκλωμα είναι ένα βαθυπερατό φίλτρο με μεταβλητή αντίσταση.



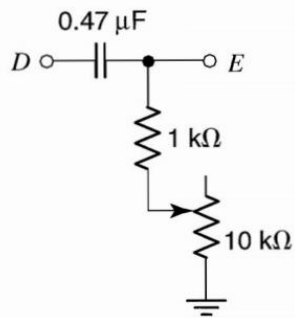
Αν $R_{o\lambda}$ η ολική αντίσταση του φίλτρου, είναι με $1\text{ k}\Omega \leq R_{o\lambda} \leq 11\text{ k}\Omega$ τότε
; $\leq f_c \leq$;

ΠΕΙΡΑΜΑ 7 – Ερωτήματα 12-20

12 – 20. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΝΩΝ

[12-20. Να διαβάσετε προσεκτικά και να ακολουθήσετε τις οδηγίες του εργαστηριακού οδηγού].

20. Το κύκλωμα είναι ένα υψιπερατό φίλτρο με μεταβλητή αντίσταση.



Αυξάνοντας την $R_{ολ}$ η f_c μειώνεται.

Τι θα συμβεί;

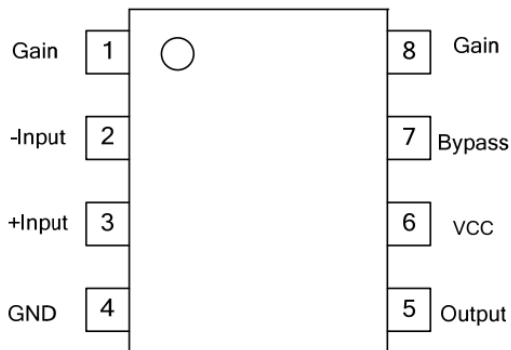
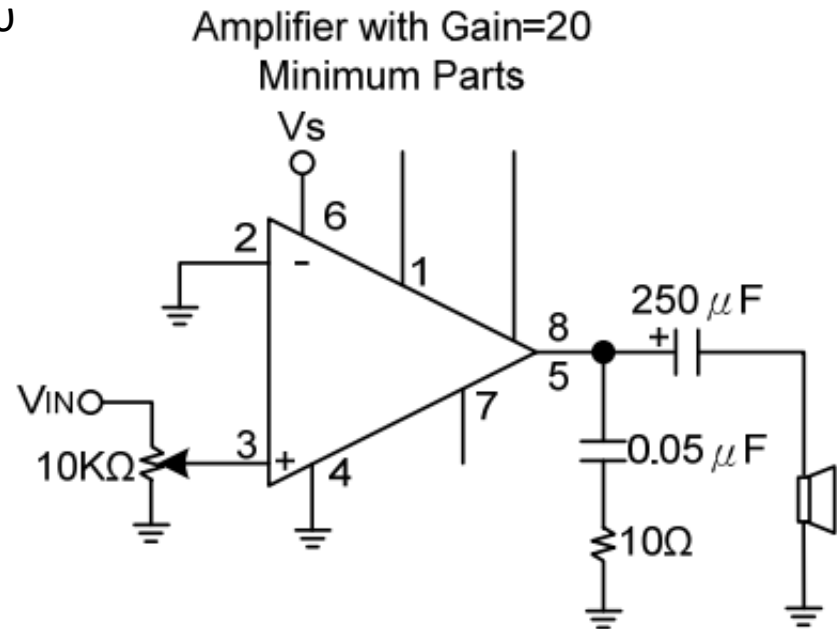
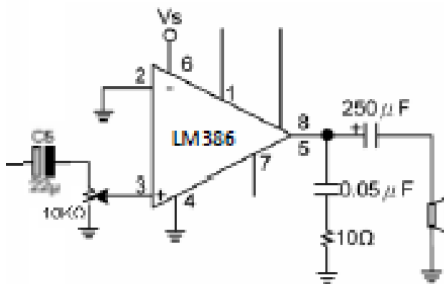
Παρατηρήστε στον το πλάτος σημάτων
διαφόρων συχνοτήτων και για διάφορες
ρυθμίσεις του ποτενσιομέτρου.

Αν $R_{ολ}$ η ολική αντίσταση του φίλτρου, είναι με $1k\Omega \leq R_{ολ} \leq 11k\Omega$ τότε
; $\leq f_c \leq$;

Αν ως ηχείο χρησιμοποιηθεί μεγάφωνο

Ενισχυτής ισχύος με χρήση O.K. LM386

Πριν το V_{IN} θα πρέπει να μπει ένας πυκνωτής σύζευξης $22\mu F$ που θα συνδέει την έξοδο του προηγούμενου σταδίου με την είσοδο.



O.K. LM386

ΠΕΙΡΑΜΑ 7

ΦΙΛΤΡΑ, ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΝΩΝ

Ερώτημα	Με υλικά	LTspice προσομοίωση
1	Ένα βαθυπερατό φίλτρο και η απόκριση συχνότητάς του.	Ναι.
2	Για το κύκλωμα να	Να γίνουν δύο διαφορετικά κυκλώματα και να πραγματοποιηθεί η διαδικασία σε κάθε ένα από αυτά
3	χρησιμοποιηθούν αντίσταση $R = 15k\Omega$ και πυκνωτής $C = 2.2nF$.	α) κύκλωμα με $R = 15k\Omega$ και $C = 2.2nF$ β) κύκλωμα με $R = 1k\Omega$ και $C = 1\mu F$
4		
5		Να γίνουν οι μετρήσεις και οι αντίστοιχες προσομοιώσεις όπως περιγράφονται στο πραγματικό πείραμα (με βάση τις οδηγίες του εργαστηριακού οδηγού και τις παραπάνω διευκρινιστικές σημειώσεις-οδηγίες).
6		
7		
8		Διαγράμματα Bode πλάτους και φάσης.

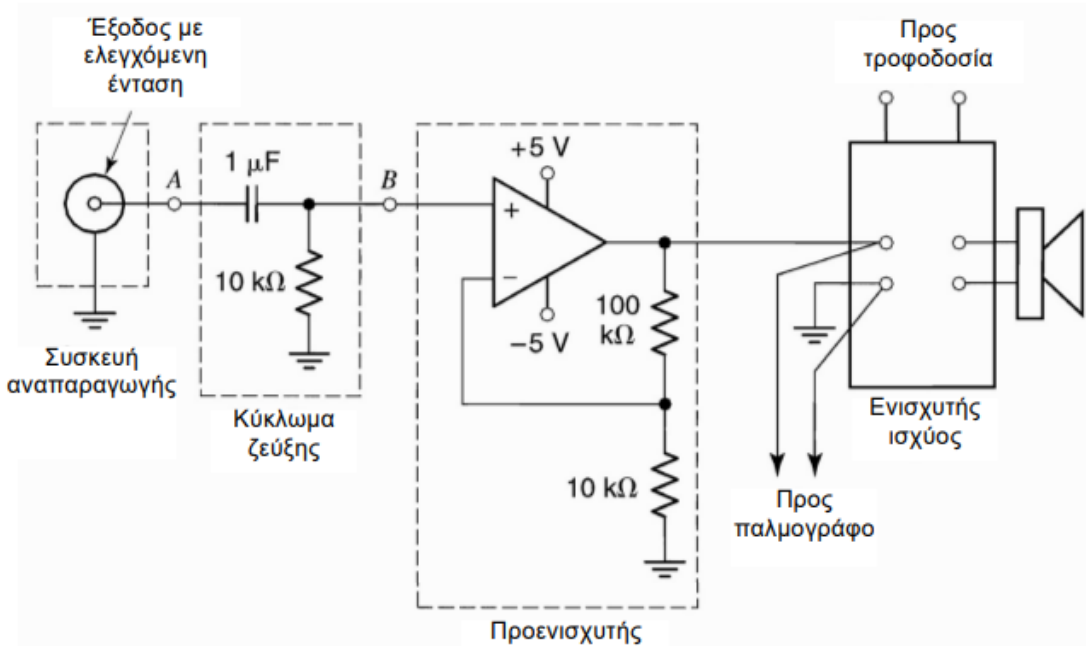
ΠΕΙΡΑΜΑ 7

Ερώτημα	Με υλικά	LTspice προσομοίωση
9	Ένα υψιπερατό φίλτρο	Ναι.
10	και η απόκριση συχνότητάς του.	Να γίνουν δύο διαφορετικά κυκλώματα και να πραγματοποιηθεί η διαδικασία σε κάθε ένα από αυτά
11	Για το κύκλωμα να χρησιμοποιηθούν αντίσταση $R = 15k\Omega$ και πυκνωτής $C = 2.2nF$.	α) κύκλωμα με $R = 15k\Omega$ και $C = 2.2nF$ β) κύκλωμα με $R = 1k\Omega$ και $C = 1\mu F$ Να γίνουν οι μετρήσεις και οι αντίστοιχες προσομοιώσεις όπως περιγράφονται στο πραγματικό πείραμα (με βάση τις οδηγίες του εργαστηριακού οδηγού και τις παραπάνω διευκρινιστικές σημειώσεις-οδηγίες). Διαγράμματα Bode πλάτους και φάσης.

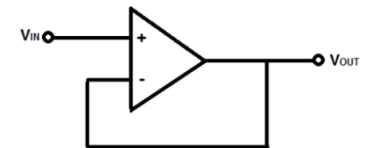
ΠΕΙΡΑΜΑ 7

Ερώτημα	Με υλικά	LTspice προσομοίωση
12	Έλεγχος τόνων	Ναι.
13		Υλοποιήστε όλα α κυκλώματα με χρήση του τελεστικού ενισχυτή UniversalOpamp2
14		
15		Το αρχικό μόνο κύκλωμα υλοποιήστε το και με τον τελεστικό ενισχυτή LT1001
16		
17		
18		Υλοποιήστε τα κυκλώματα με βάση τις οδηγίες που ακολουθούν και τις οδηγίες του εργαστηριακού οδηγού.
19		
20		
		Μπορείτε αν θέλετε να πειραματιστείτε και με κάποιο άλλο μοντέλο OPAMP από τα διαθέσιμα της βιβλιοθήκης του LTSpice. Προσοχή όμως, κάθε μοντέλο έχει άλλα χαρακτηριστικά και δεν είναι ιδανικοί τελεστικοί ενισχυτές.

Προσομοιώσεις για ερωτήματα 12-20



Μπορείτε να δοκιμάσετε να παρεμβάλλετε κι έναν απομονωτή (buffer) πριν το ηχείο. Για τον buffer θα γίνει χρήση πάλι του UniversalOpamp2.



Υλοποιήστε το κύκλωμα με UniversalOpamp2 , χωρίς ενισχυτή ισχύος. Ηχείο (Μεγάφωνο): αντίσταση 10Ω. Ως συσκευή αναπαραγωγής να χρησιμοποιηθεί η γεννήτρια.

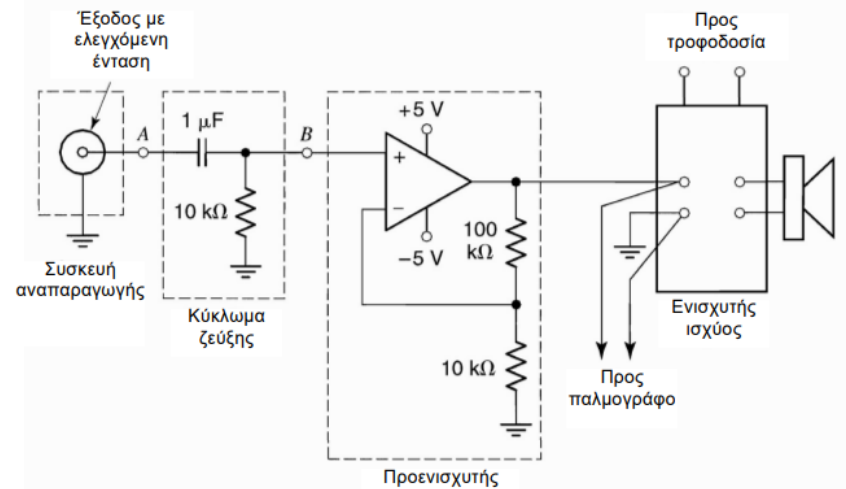
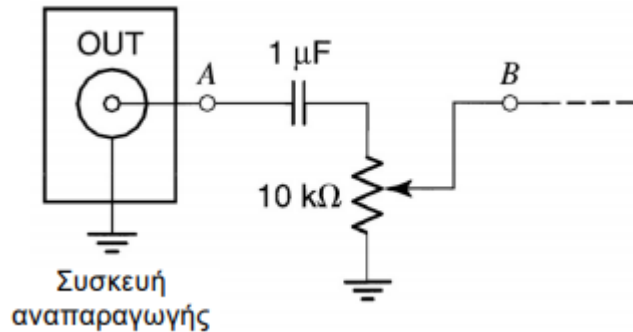
Ακολουθήστε την πορεία του εργαστηριακού οδηγού.

V_{in} 1kHz, 5kHz διάφορα πλάτη π.χ. 20mV, 50mV, 100mV, 0.5V

V_{out}=;

Το κύκλωμα αυτό υλοποιήστε το και με τον τελεστικό ενισχυτή LT1001

Προσομοιώσεις για ερωτήματα 12-20



Υλοποιήστε το κύκλωμα με UniversalOpamp2 , χωρίς ενισχυτή ισχύος. Ηχείο (Μεγάφωνο): αντίσταση $10\ \Omega$. Ως συσκευή αναπαραγωγής να χρησιμοποιηθεί η γεννήτρια.

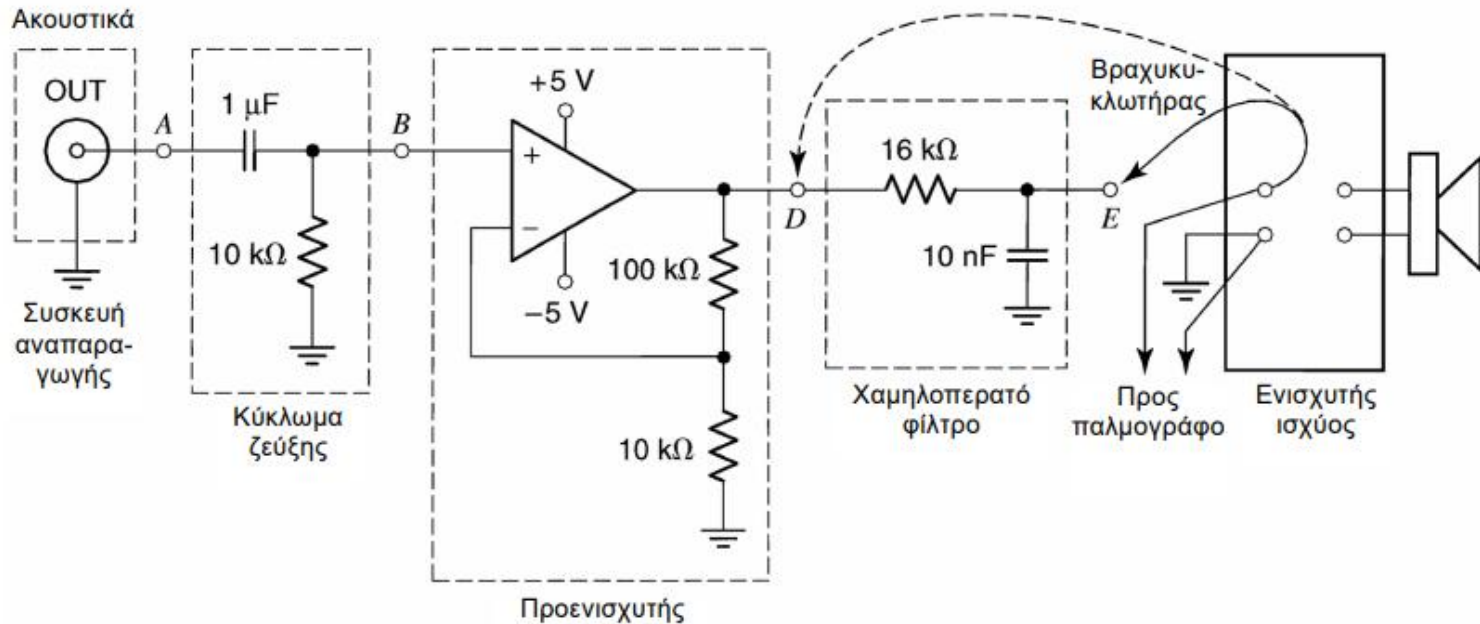
Αντικαταστήστε την αντίσταση $10\ \text{k}\Omega$ με ποτενσιόμετρο (κύκλωμα μεταξύ A και B).

V_{in} 1kHz, 5kHz διάφορα πλάτη π.χ. 20mV, 50mV, 100mV, 0.5V

Ρύθμιση του ποτενσιομέτρου για 3 διαφορετικές τιμές (π.χ. $1\ \text{k}\Omega$, $4\ \text{k}\Omega$, $7\ \text{k}\Omega$)

V_{out} =;

Προσομοιώσεις για ερωτήματα 12-20



Μπορείτε να δοκιμάσετε να παρεμβάλλετε κι έναν απομονωτή (buffer) πριν το ηχείο. Για τον buffer θα γίνει χρήση πάλι UniversalOpamp2.

Υλοποιήστε το κύκλωμα με UniversalOpamp2 , χωρίς ενισχυτή ισχύος.

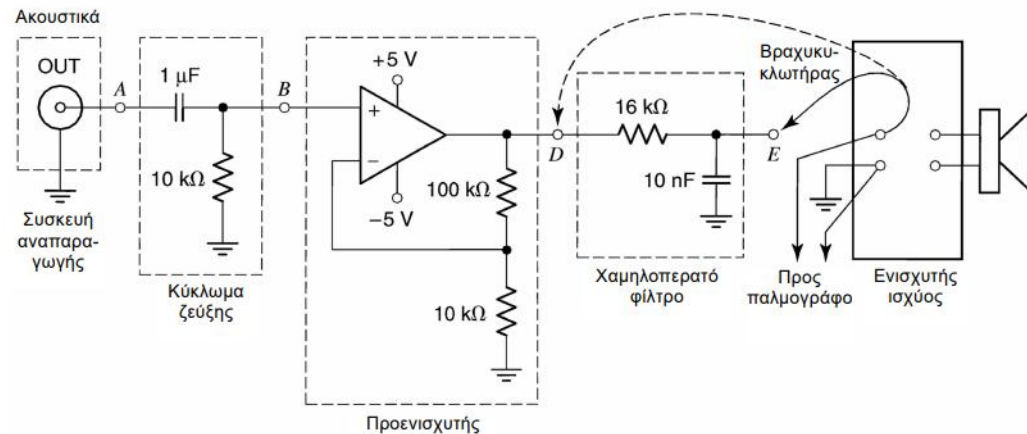
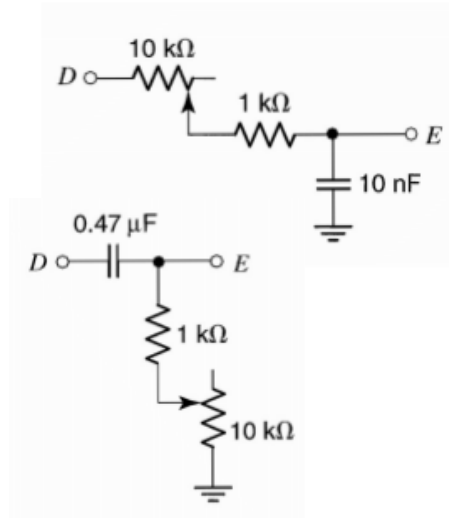
Ηχείο (Μεγάφωνο): αντίσταση $10\ \Omega$. Ως συσκευή αναπαραγωγής να χρησιμοποιηθεί η γεννήτρια.

Με το **χαμηλοπερατό φίλτρο** και χωρίς αυτό να λάβετε από τη γεννήτρια σήματα αρκετών διαφορετικών συχνοτήτων στο ακουστικό φάσμα ($20\ \text{Hz}$ - $20\ \text{kHz}$) και να παρατηρήσετε τη συμπεριφορά του κυκλώματος παρατηρώντας το σήμα εξόδου.

Ακολουθήστε την πορεία του εργαστηριακού οδηγού.

π.χ. V_{in} $50\ \text{Hz}$, $100\ \text{Hz}$, $200\ \text{Hz}$, $1\ \text{kHz}$, $2\ \text{kHz}$, $5\ \text{kHz}$, $10\ \text{kHz}$, $15\ \text{kHz}$,
για διάφορα πλάτη π.χ. $20\ \text{mV}$, $50\ \text{mV}$, $100\ \text{mV}$, $0.5\ \text{V}$

Προσομοιώσεις για ερωτήματα 12-20



Υλοποιήστε το κύκλωμα UniversalOpamp2 , χωρίς ενισχυτή ισχύος.

Ηχείο (Μεγάφωνο): αντίσταση 10Ω . Ως συσκευή αναπαραγωγής να χρησιμοποιηθεί η γεννήτρια.

Ακολουθήστε την πορεία του εργαστηριακού οδηγού.

Αντικαταστήστε αρχικά το χαμηλοπερατό φίλτρο με το **μεταβλητό χαμηλοπερατό**. Για διάφορες αντιστάσεις του ποτενσιόμετρου (π.χ. $1k\Omega$, $4k\Omega$, $7k\Omega$) να λάβετε από τη γεννήτρια σήματα αρκετών διαφορετικών συχνοτήτων στο ακουστικό φάσμα (20Hz-20KHz) και να παρατηρήσετε τη συμπεριφορά του κυκλώματος παρατηρώντας το σήμα εξόδου.

π.χ. V_{in} 50Hz, 100Hz, 200Hz, 1kHz, 2kHz 5kHz, 10kHz, 15kHz,
για διάφορα πλάτη π.χ. 20mV, 50mV, 100mV, 0.5V

Επαναλάβετε αντικαθιστώντας το χαμηλοπερατό φίλτρο με το **μεταβλητό υψιπερατό**.