



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Εισαγωγικό εργαστήριο ηλεκτρονικής και τηλεπικοινωνιών

**3η εργαστηριακή άσκηση
Προσομοίωση
LTspice**

Διδάσκοντες:

I. Παπανάνος
N. Βουδούκης

Ειρήνη Δόντη
Α.Μ 03119839

3ο εξάμηνο

Αθήνα 2020 – 2021

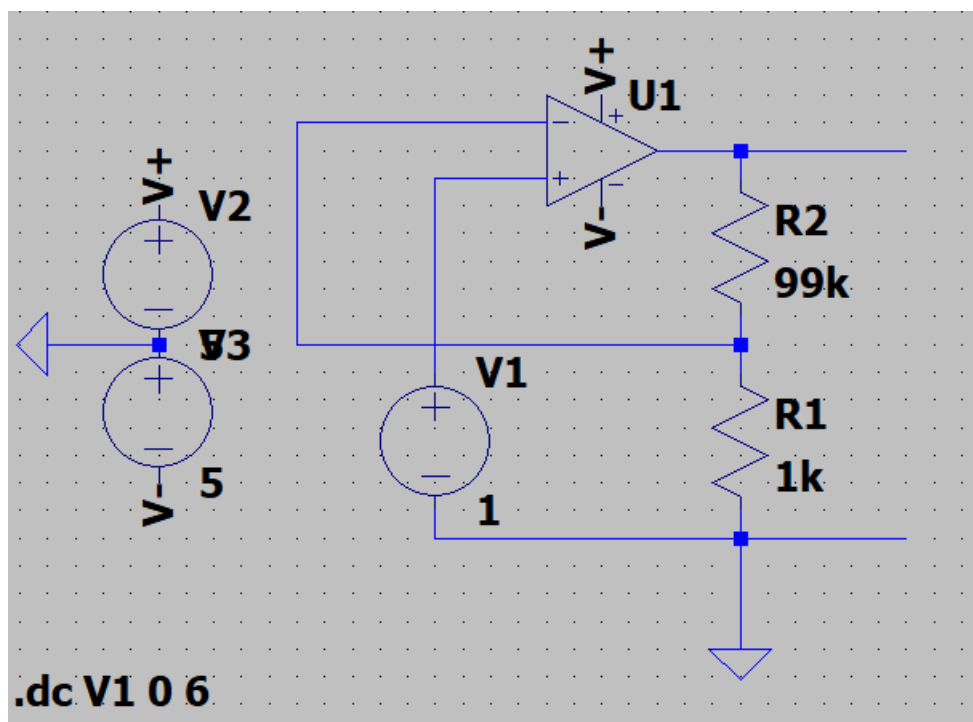
Πείραμα 5

Βήμα 1-2

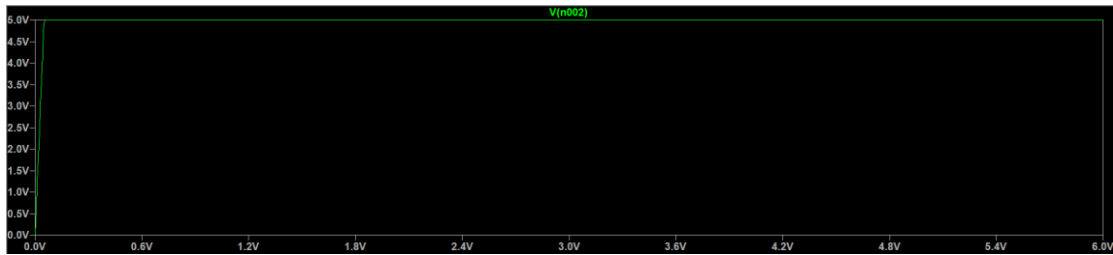
- i) Ο συντελεστής ενίσχυσης (κέρδος τάσης) δίνεται από τον τύπο $\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$. Οπότε, για κέρδος τάσης ίσο με 100 και αντίσταση $R_1 = 1\text{k}\Omega$, προκύπτει ότι $R_2 = 99\text{k}\Omega$.

(α): Χρήση **Universal Opamp 2**:

Το προσομοιωμένο κύκλωμα είναι το παρακάτω:



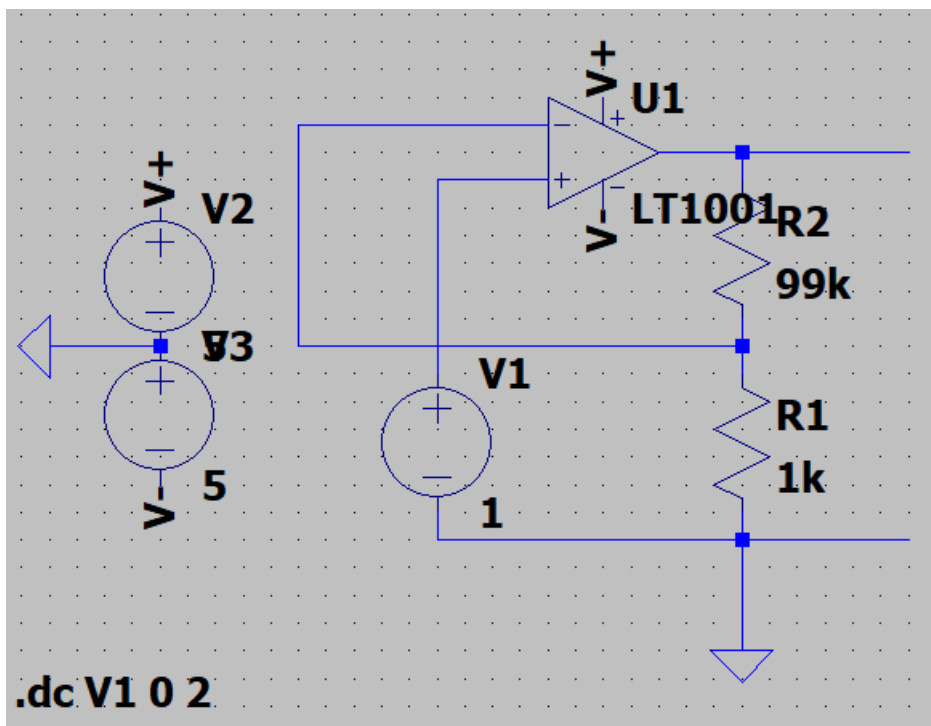
Η τάση εξόδου VOUT συναρτήσει της τάσης εισόδου VIN, είναι η παρακάτω:



Η κλίση της γραφικής στην απότομη περιοχή είναι: $\frac{4,8 - 0}{0,048 - 0} = 10$

(β): Χρήση **LT1001**:

Το προσομοιωμένο κύκλωμα είναι το παρακάτω:



Η τάση εξόδου V_{OUT} συναρτήσει της τάσης εισόδου V_{IN} , είναι η παρακάτω:



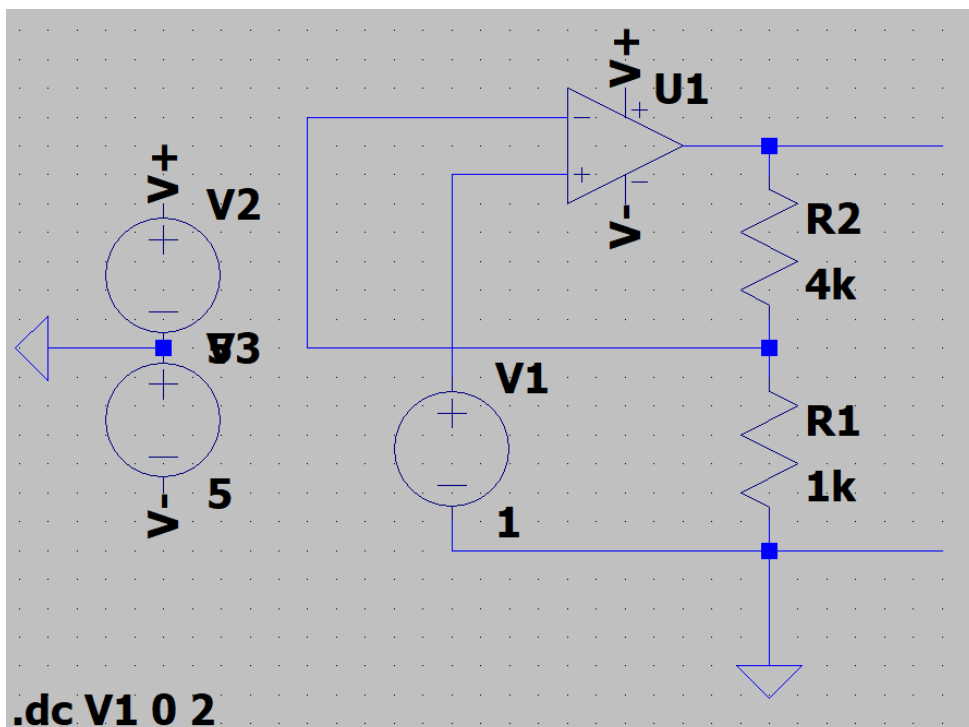
Η κλίση της γραφικής στην απότομη περιοχή είναι: $\frac{0 - 4}{0 - 0,04} = 10$

ii) Ο συντελεστής ενίσχυσης (κέρδος τάσης) δίνεται από τον τύπο

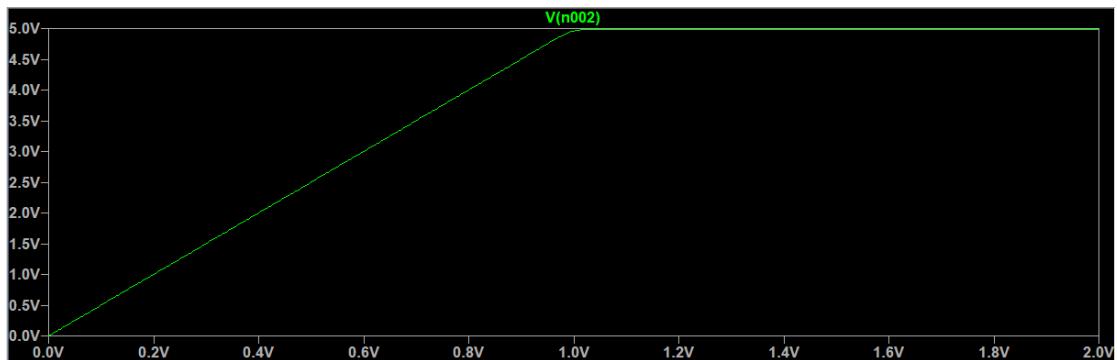
$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$. Οπότε, για κέρδος τάσης ίσο με 5 και αντίσταση $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, προκύπτει ότι $R_2 = 4 \text{ k}\Omega$.

(α): Χρήση **Universal Opamp 2**:

Το προσομοιωμένο κύκλωμα είναι το παρακάτω:



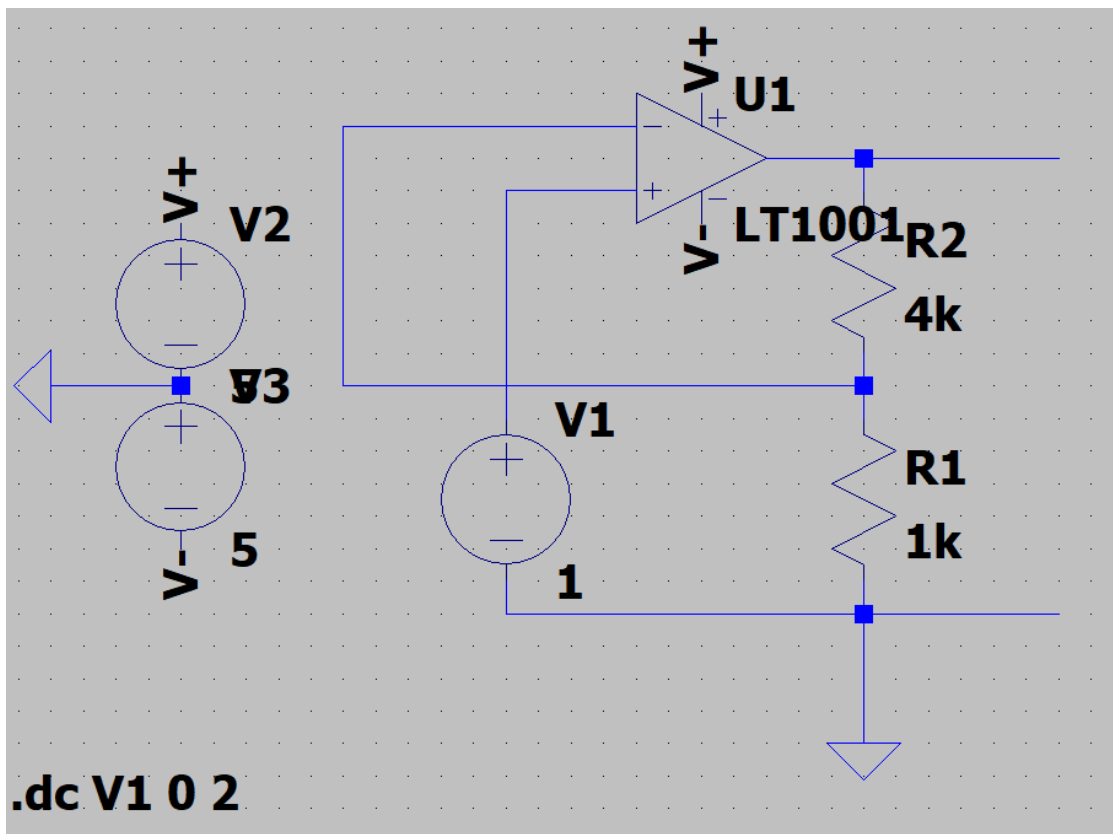
Η τάση εξόδου V_{OUT} συναρτήσει της τάσης εισόδου V_{IN} , είναι η παρακάτω:



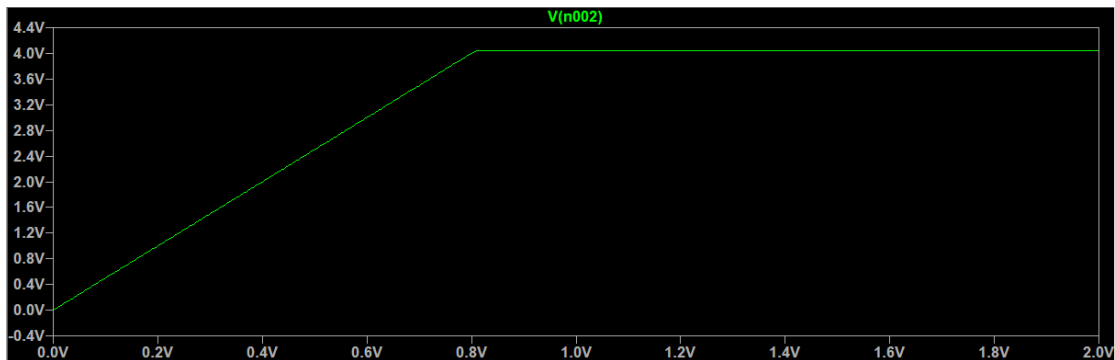
Η κλίση της γραφικής στην απότομη περιοχή είναι: $\frac{5 - 0}{1 - 0} = 5$

(β): Χρήση **LT1001**:

Το προσομοιωμένο κύκλωμα είναι το παρακάτω:



Η τάση εξόδου VOUT συναρτήσει της τάσης εισόδου VIN, είναι η παρακάτω:



Η κλίση της γραφικής στην απότομη περιοχή είναι: $\frac{4 - 0}{0,8 - 0} = 5$

Βήμα 3-4

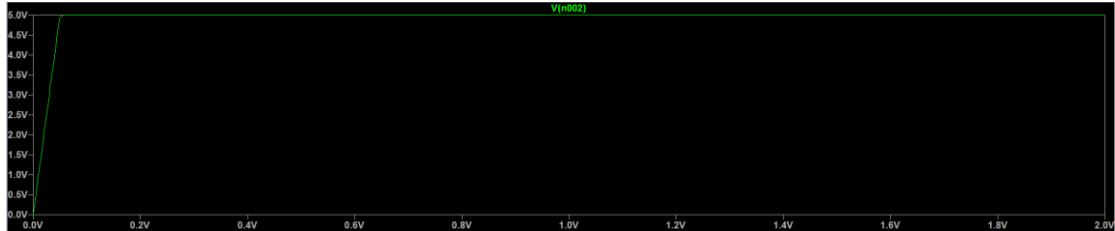
Για κέρδος τάσης ίσο με 100 και $R1 = 1k\Omega$:

(α): Χρήση **Universal Opamp 2**:

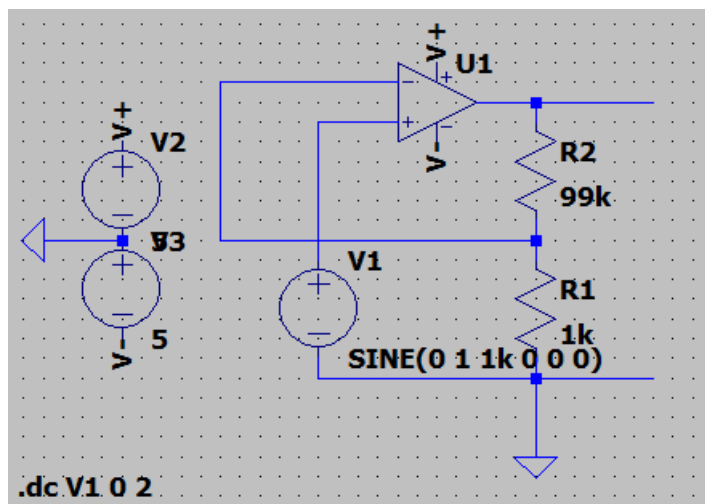
(i) Το εύρος τάσεων εισόδου για το οποίο το κύκλωμα συμπεριφέρεται γραμμικά είναι 0 V έως 48mV.

(ii) Η μέγιστη επιτεύξιμη τάση εξόδου είναι 5V ενώ η ελάχιστη επιτεύξιμη τάση εξόδου είναι 0 mV.

(iii) Εάν η τάση εισόδου ήταν ημιτονοειδές σήμα, το μέγιστο πλάτος του πριν οδηγήσει το κύκλωμα στη μη-γραμμική περιοχή λειτουργίας του είναι 5 V. Αυτό διακρίνεται και στην παρακάτω γραφική της τάσης εξόδου συναρτήσει της τάσης εισόδου :



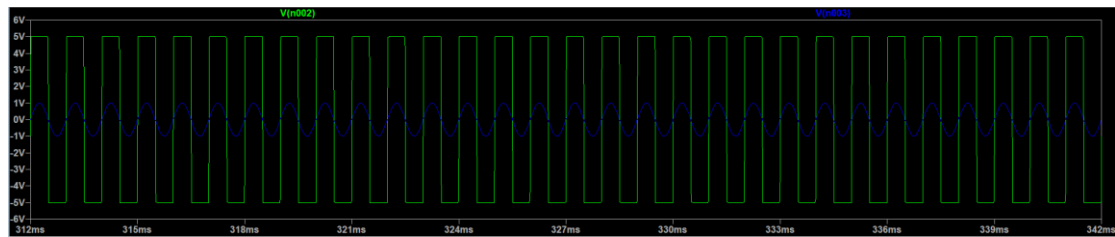
Η παραπάνω γραφική, προκύπτει από το παρακάτω προσομοιωμένο κύκλωμα:



(iv) Το σχήμα της κυματομορφής της τάσης εξόδου εάν **δεν** ξεπερνούσε αυτό το πλάτος θα ήταν μία ημιτονοειδής κυματομορφή η οποία θα έπαιρνε το μέγιστο πλάτος της κανονικά.

(ε) Το σχήμα της κυματομορφής της τάσης εξόδου εάν ξεπερνούσε αυτό το πλάτος θα ήταν μία ημιτονοειδής κυματομορφή η οποία θα έπαιρνε ως μέγιστη τιμή πλάτους την μέγιστη τιμή του πλάτους που υπολογίσαμε στο ερώτημα (iii).

Επιπλέον, η κυματομορφή των τάσεων VIN και VOUT είναι η παρακάτω:



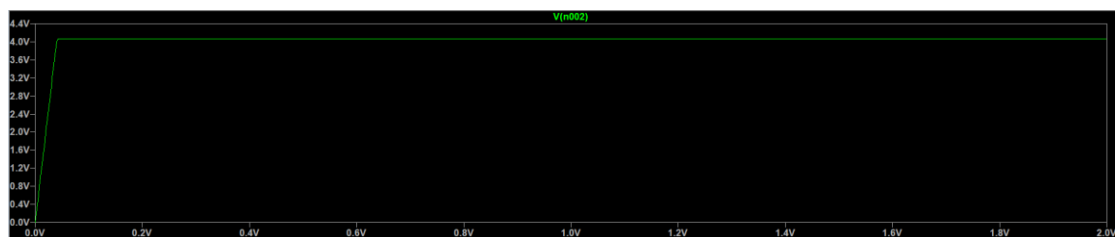
Η κυματομορφή της τάσης εισόδου VIN είναι με μπλε χρώμα, ενώ της τάσης εξόδου VOUT είναι με το πράσινο χρώμα. Παρατηρούμε ότι η είσοδος αυξάνεται κατά τον αναμενόμενο συντελεστή με σημεία αποκοπής τις τάσεις εξόδου +5V και -5V.

(β): Χρήση **LT1001**:

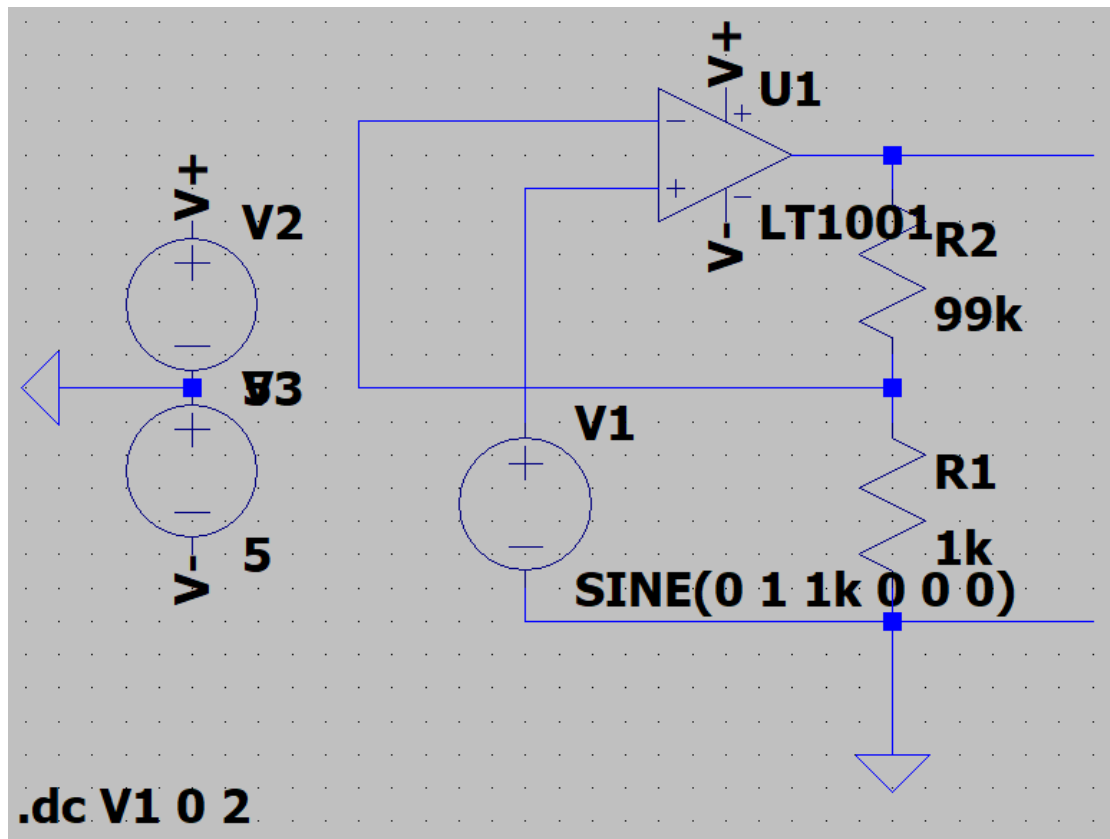
(i) Το εύρος τάσεων εισόδου για το οποίο το κύκλωμα συμπεριφέρεται γραμμικά είναι από 0 V έως 40mV.

(ii) Η μέγιστη επιτεύξιμη τάση εξόδου είναι 4V, ενώ η ελάχιστη επιτεύξιμη τάση εξόδου είναι 0 V.

(iii) Εάν η τάση εισόδου ήταν ημιτονοειδές σήμα, το μέγιστο πλάτος του πριν οδηγήσει το κύκλωμα στη μη-γραμμική περιοχή λειτουργίας του είναι 4 V. Αυτό διακρίνεται και στην παρακάτω γραφική της τάσης εξόδου συναρτήσεως της τάσης εισόδου:



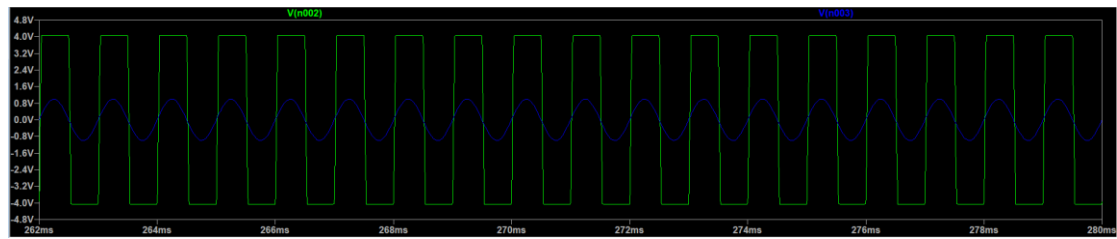
Η παραπάνω γραφική, προκύπτει από το παρακάτω προσομοιωμένο κύκλωμα:



(iv) Το σχήμα της κυματομορφής της τάσης εξόδου εάν **δεν** ξεπερνούσε αυτό το πλάτος θα ήταν μία ημιτονοειδής κυματομορφή η οποία θα έπαιρνε το μέγιστο πλάτος της κανονικά.

(ε) Το σχήμα της κυματομορφής της τάσης εξόδου εάν ξεπερνούσε αυτό το πλάτος θα ήταν μία ημιτονοειδής κυματομορφή η οποία θα έπαιρνε ως μέγιστη τιμή πλάτους την μέγιστη τιμή του πλάτους που υπολογίσαμε στο ερώτημα (iii).

Επιπλέον, η κυματομορφή των τάσεων VIN και VOUT είναι η παρακάτω:



Η κυματομορφή της τάσης εισόδου VIN είναι με μπλε χρώμα, ενώ της τάσης εξόδου VOUT είναι με το πράσινο χρώμα. Παρατηρούμε ότι η είσοδος αυξάνεται κατά τον αναμενόμενο συντελεστή με σημεία αποκοπής τις τάσεις εξόδου +4V και -4V.

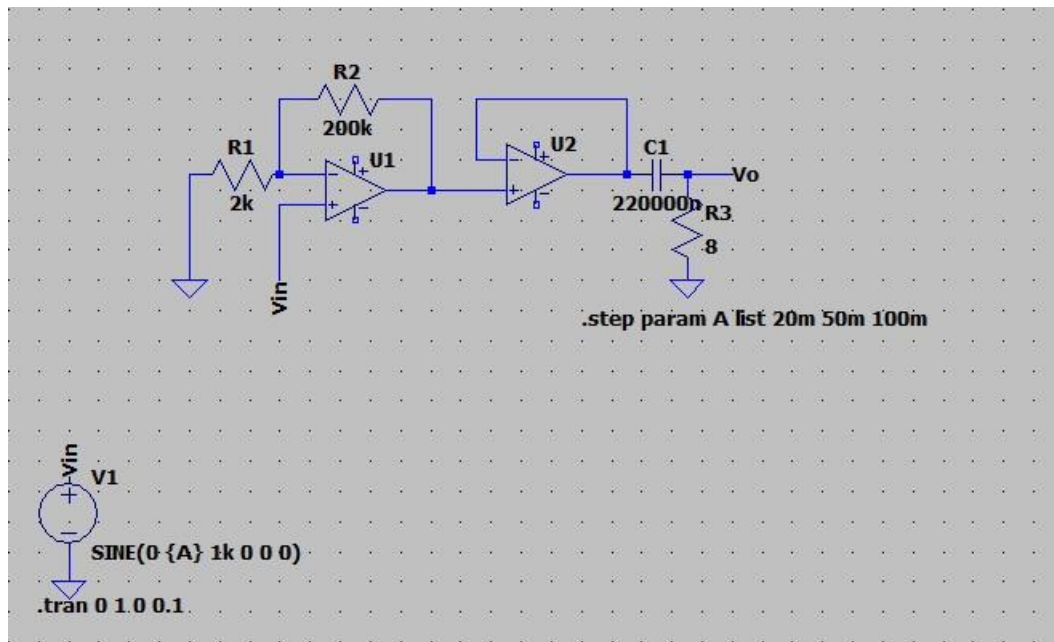
Βήμα 6-10

Προσομοιώνουμε τα κυκλώματα όπως εκείνα του οδηγού μαθήματος:

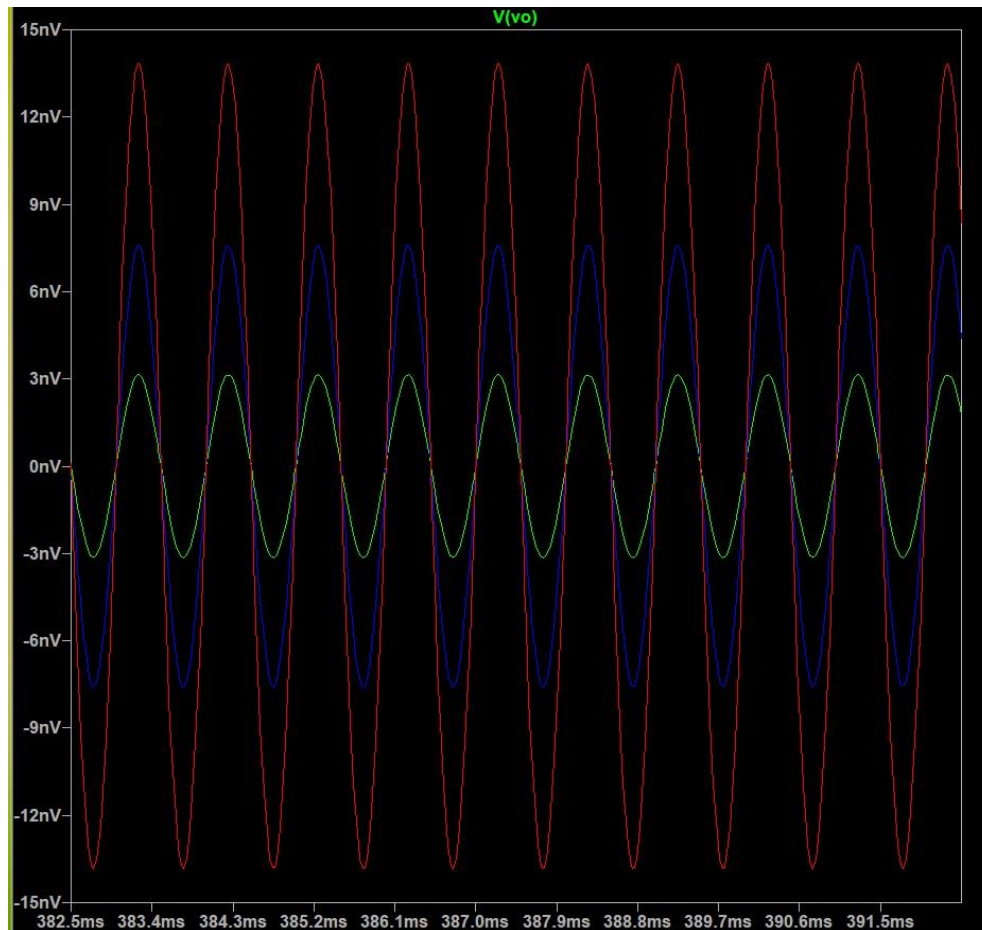
(α): Χρήση **Universal Opamp 2**:

Το κέρδος τάσης είναι $\frac{R2}{R1} = 100$ ή $R2 = 200 \text{ k}\Omega$ με $R1 = 2 \text{ k}\Omega$.

Το προσομοιωμένο κύκλωμα είναι το παρακάτω:



Για διάφορα πλάτη έχουμε τις παρακάτω γραφικές παραστάσεις της τάσης εξόδου συναρτήσει του χρόνου:

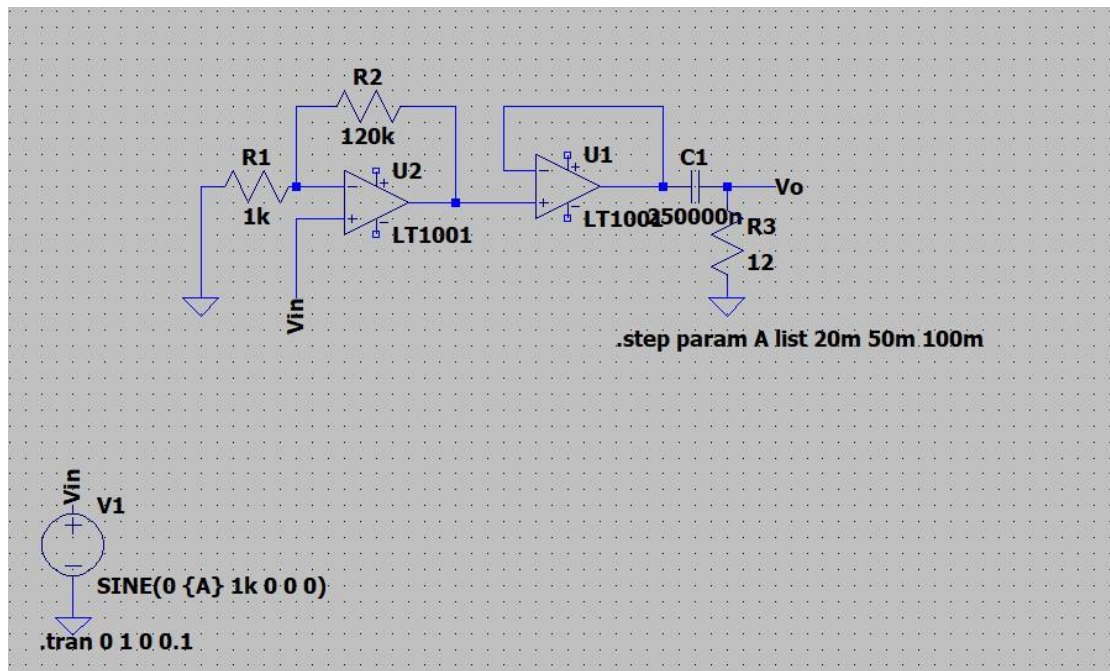


Παρατηρούμε ότι πρόκειται για ημιτονοειδείς συναρτήσεις με πλάτος εξόδου που αυξάνεται με την αύξηση του πλάτους εισόδου.

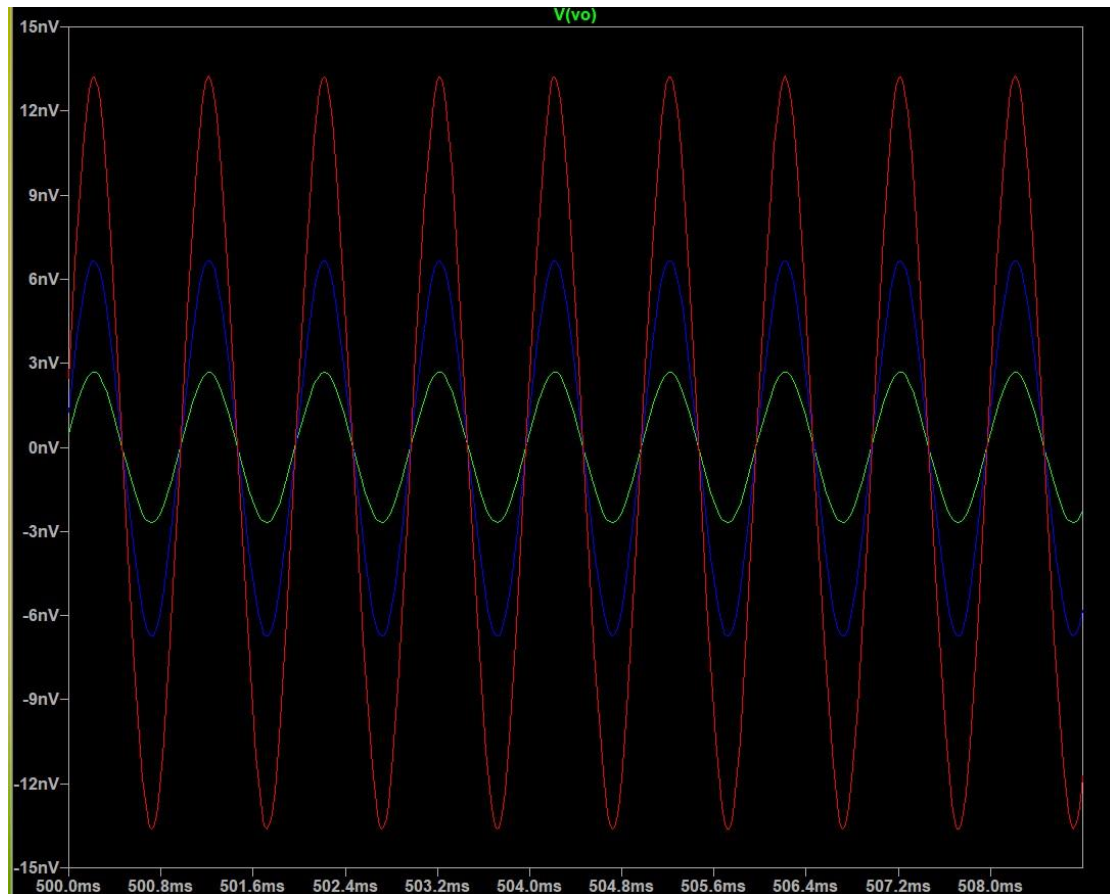
(β): Χρήση **LT1001**:

Το κέρδος τάσης είναι $\frac{R2}{R1} = 120$ ή $R2 = 120 \text{ k}\Omega$ με $R1 = 1 \text{ k}\Omega$.

Το προσομοιωμένο κύκλωμα είναι το παρακάτω:



Για διάφορα πλάτη έχουμε τις παρακάτω γραφικές παραστάσεις της τάσης εξόδου συναρτήσει του χρόνου:

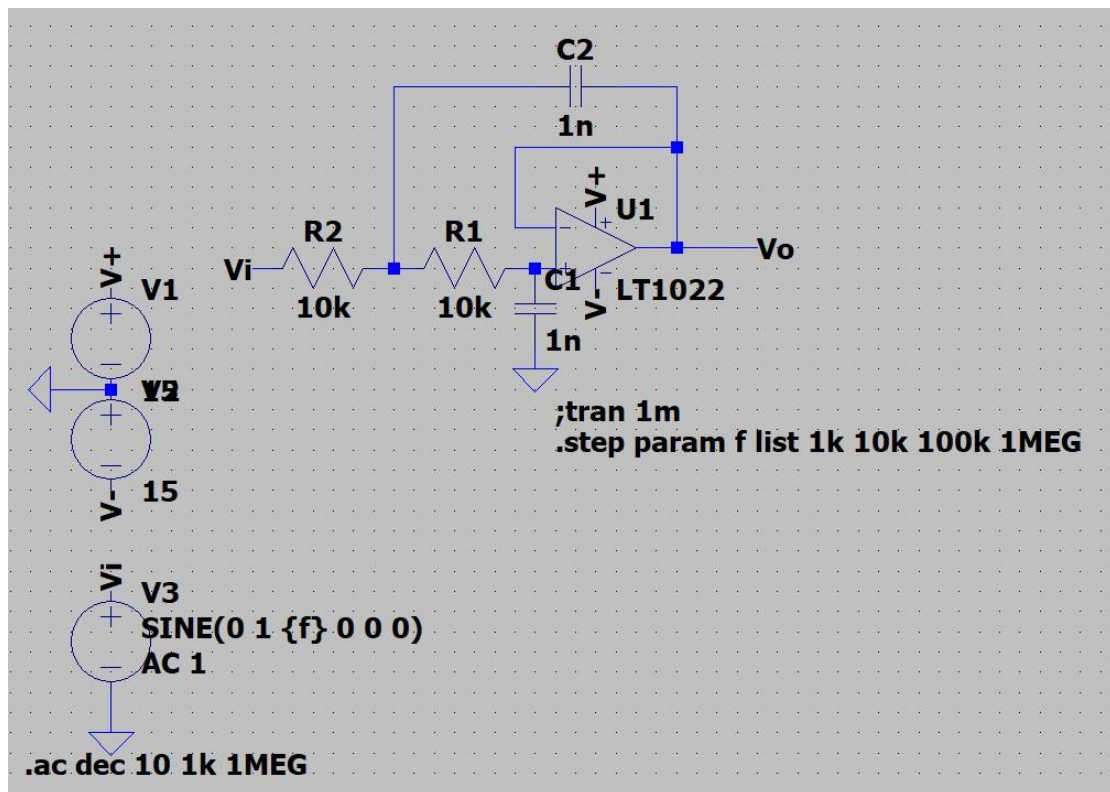


Παρατηρούμε ότι πρόκειται για ημιτονοειδείς συναρτήσεις με πλάτος εξόδου που αυξάνεται με την αύξηση του πλάτους εισόδου.

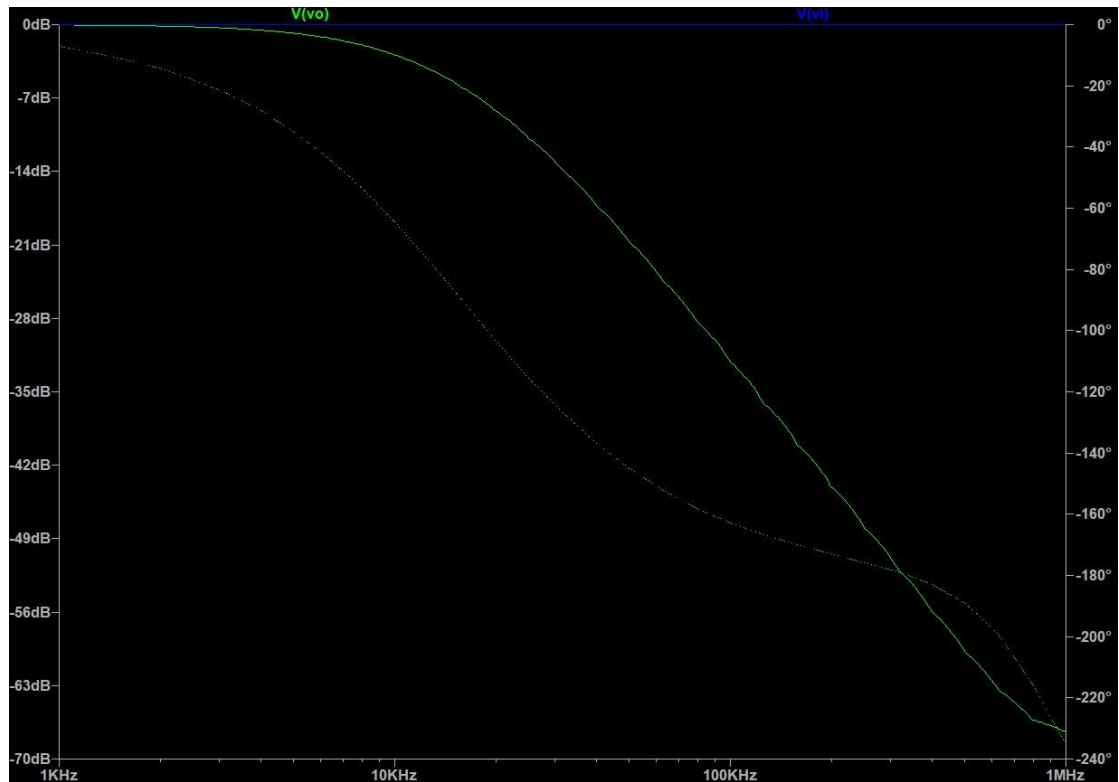
Επιπλέον Άσκηση

Χρησιμοποιούμε, στο προσομοιωμένο κύκλωμα, τελεστικό ενισχυτή LT1022:

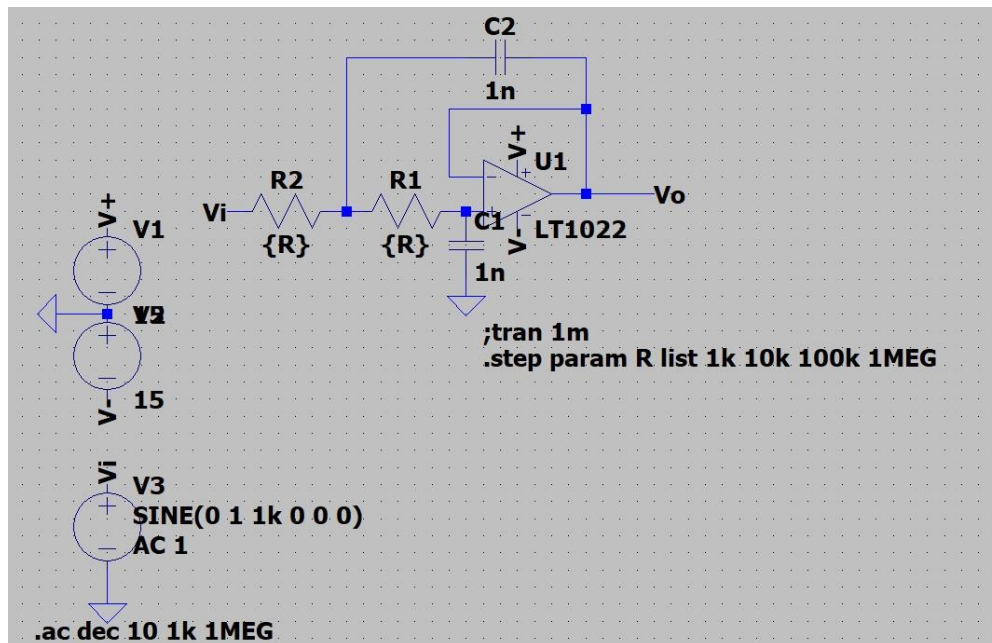
Με **μεταβλητή** τη συχνότητα **f**, έχουμε το παρακάτω προσομοιωμένο κύκλωμα:



Παρακάτω απεικονίζεται το ζητούμενο, δηλαδή απεικονίζεται η τάση V_o συναρτήσει της συχνότητας:



Με μεταβλητή την αντίσταση **R**, έχουμε το παρακάτω προσομοιωμένο κύκλωμα:



Παρακάτω απεικονίζεται το ζητούμενο, δηλαδή απεικονίζεται η τάση V_o συναρτήσει της συχνότητας:

