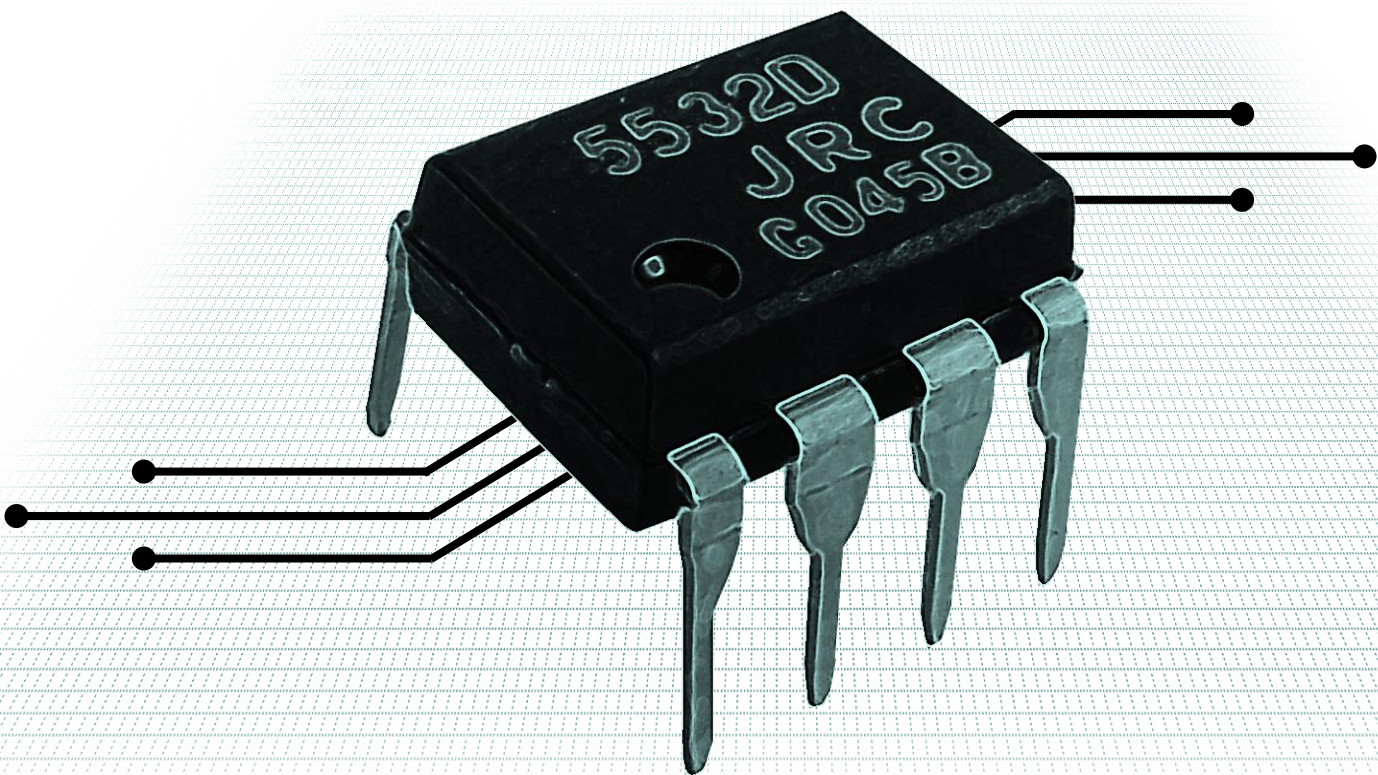


ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ II

Αναφορά Εργαστηριακής Άσκηση 2

Μη Γραμμικές Εφαρμογές Τελεστικών Ενισχυτών



 LAB31138249

Μπεχτσούδης Χρήστος 2016030005

Γάκης Κωσταντίνος 2011030066

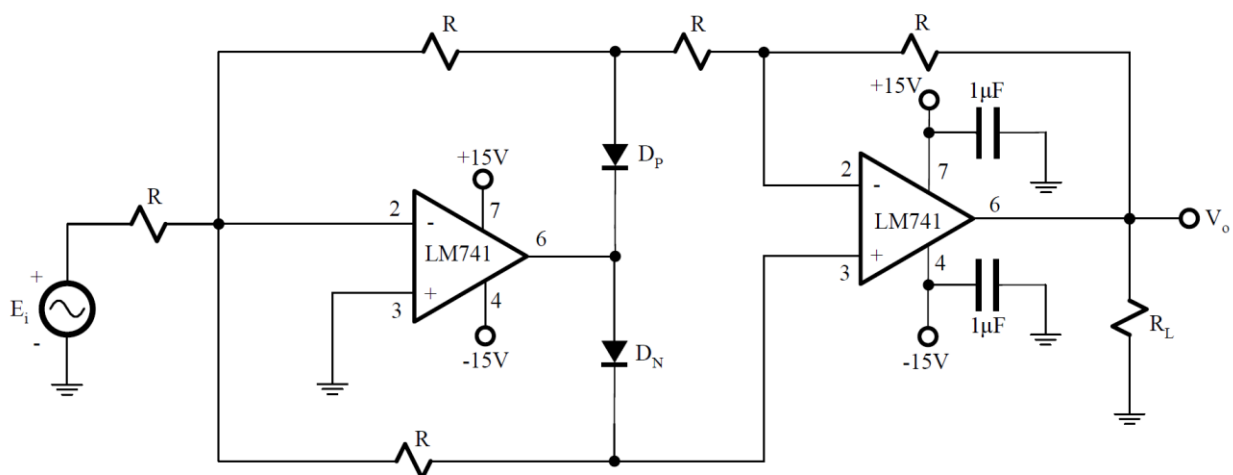
Μιχάλης Γαλάνης 2016030036

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

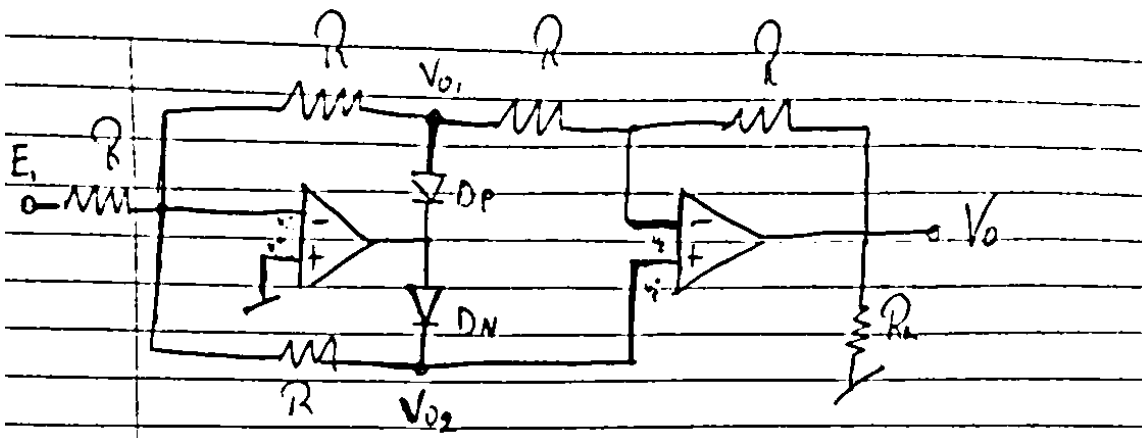
Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση μελετήθηκαν **μη γραμμικές εφαρμογές** τελεστικών ενισχυτών με συνδιασμό χρήσης αρνητικής αναδραση. Συγκεκριμένα, αναφερόμαστε στα κυκλώματα του **ανορθωτή πλήρους κύματος** (full-wave rectifier), του **μετατροπέα AC/DC** (AC/DC Converter) και του **περιοριστή** (limiter).

ΑΝΟΡΘΩΤΗΣ ΠΛΗΡΟΥΣ ΚΥΜΑΤΟΣ (2.2.2)

Το κύκλωμα του ανορθωτή βρίσκεται στο παρακάτω σχήμα με $R = R_L = 10k\Omega$ και διόδους D_P, D_N τύπου 1N4148:



Θεωρητική Ανάλυση – Ορθά πολωμένες Δίοδοι



$$V_1^+ = V_1^- = 0$$

$$\bullet \underline{E_1 > 0}, D_P \text{ on}, D_N \text{ off}$$

$$V_{o1} = -\frac{R}{R} \cdot E_1 = -E_1$$

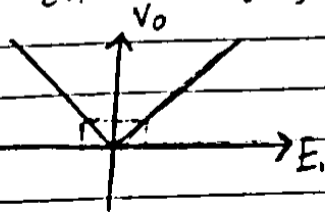
$$V_o = -\frac{R}{R} \cdot V_{o1} = -(-E_1) = E_1 \Rightarrow \underline{V_o = E_1}$$

$$\bullet E_1 < 0 \quad D_P \text{ off}, D_N \text{ on}$$

$$V_{o2} = V^+ = V^-$$

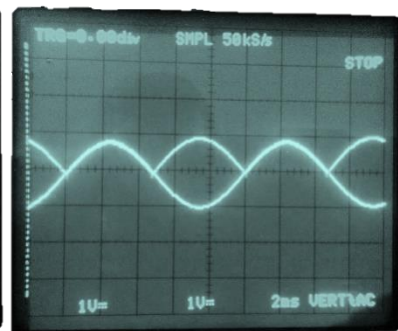
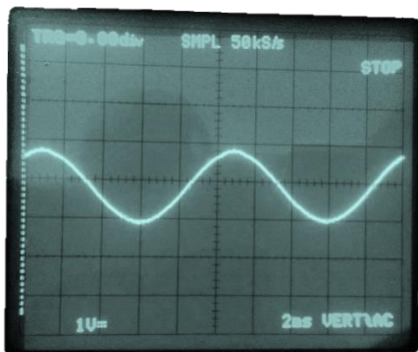
$$\text{Από ΚΕΛ: } \frac{V_{o1}}{2R} + \frac{V_{o2}}{R} = -\frac{E_1}{R} \Rightarrow V_{o2} = -\frac{2}{3}E_1$$

$$V_o = \left(1 + \frac{R}{2R}\right) \cdot V_{o2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{3} = -E_1$$

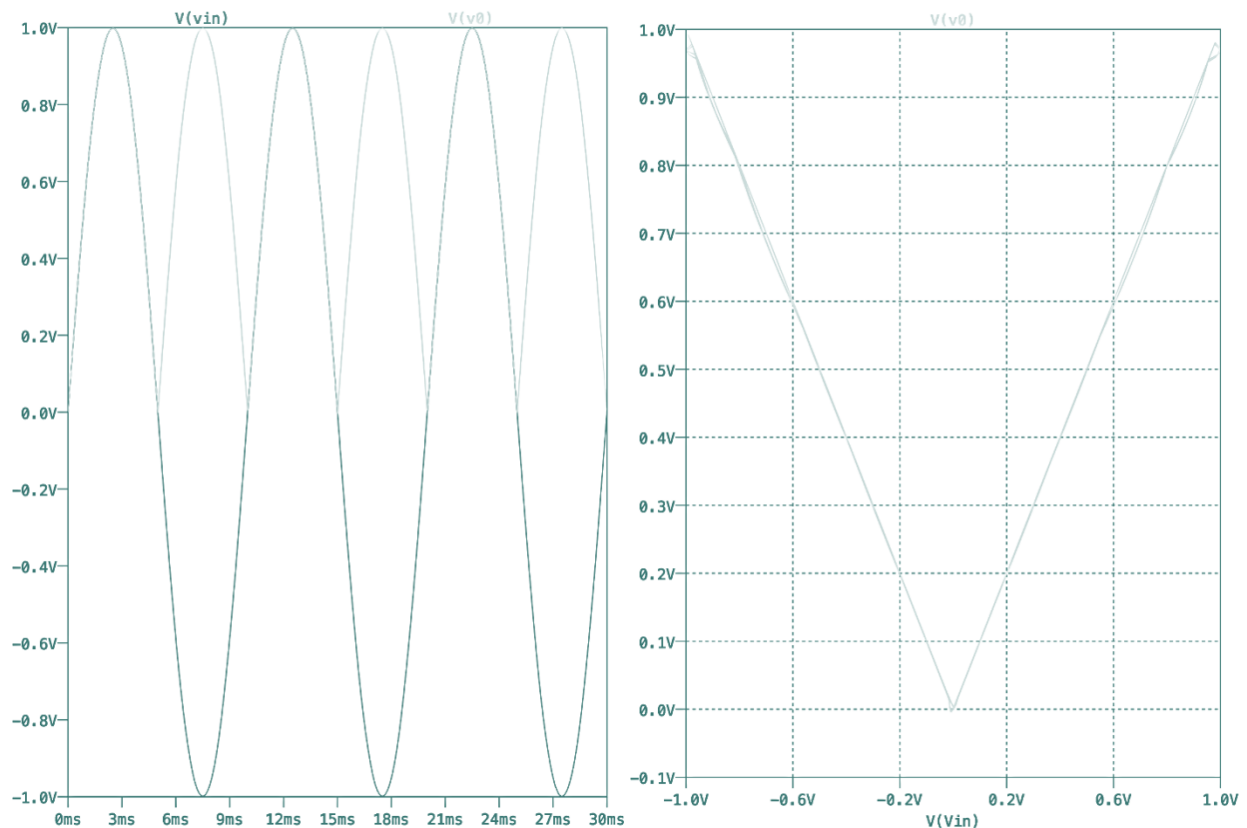
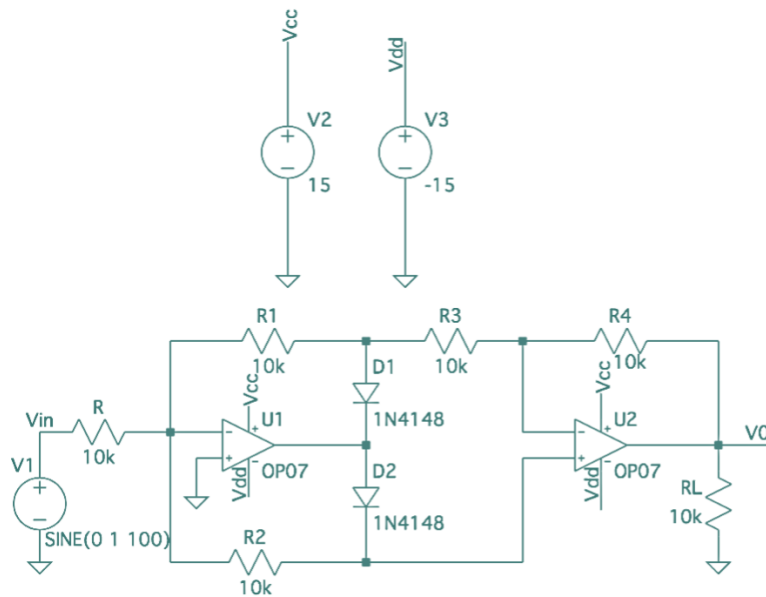


Πειραματική Διαδικασία - Ορθά Πολωμένες Δίοδοι

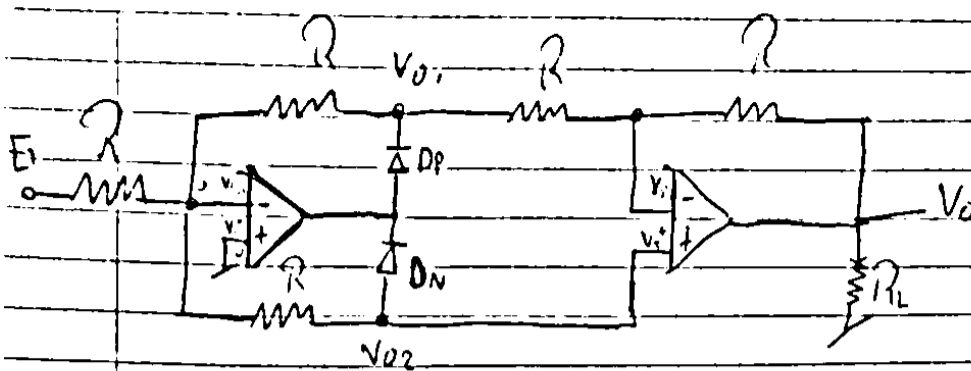
Αφού συνδέθηκε το κύκλωμα σύμφωνα με το σχήμα, παρακάτω παρουσιάζονται οι κυματομορφές εισόδου και εξόδου ξεχωριστά η καθεμία και ύστερα στο ίδιο διάγραμμα:



Παραθέτουμε επίσης τις κυματομορφές που παράγονται από το πρόγραμμα προσωμοίωσης **LT Spice** όπου στο πρώτο διάγραμμα επιβεβαιώνονται οι κυματομορφές της πειραματικής διαδικασίας και στο δεύτερο επιβιβάζονται η θεωρητική συνάρτηση μεταφοράς.



Θεωρητική Ανάλυση – Ανάστροφα Πολωμένες Δίοδοι



• $E_i > 0$ D_n on, D_p off

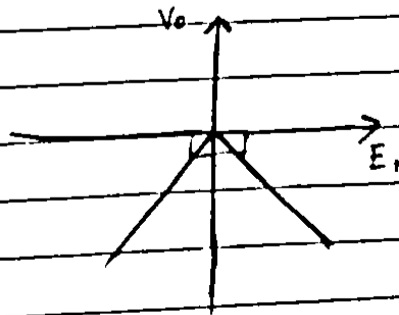
$$V_{o2} = V_{e^-} = V_{e^+}$$

$$\text{Από ΚΚΛ: } \frac{V_{o2}}{2R} + \frac{V_{o2}}{R} = \frac{E_i}{R} \Rightarrow V_{o2} = -\frac{2}{3}E_i$$

$$V_o = \left(1 + \frac{R}{R}\right) \cdot V_{o2} = -E_i$$

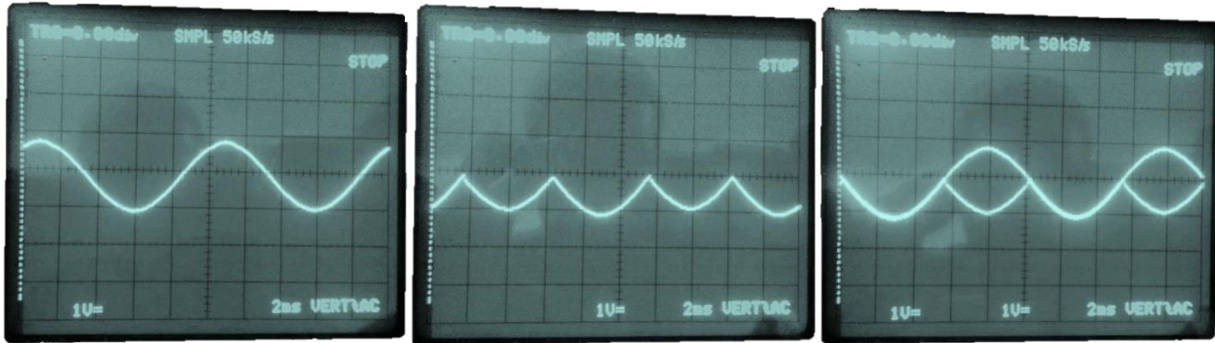
• $E_i < 0$ D_n off, D_p on $V_{o1} = -\frac{R}{R}E_i = -E_i$
 $V_{e^+} = V_{o2} = 0$

$$V_o = -\frac{R}{R} \cdot V_{o1} = +E_i$$

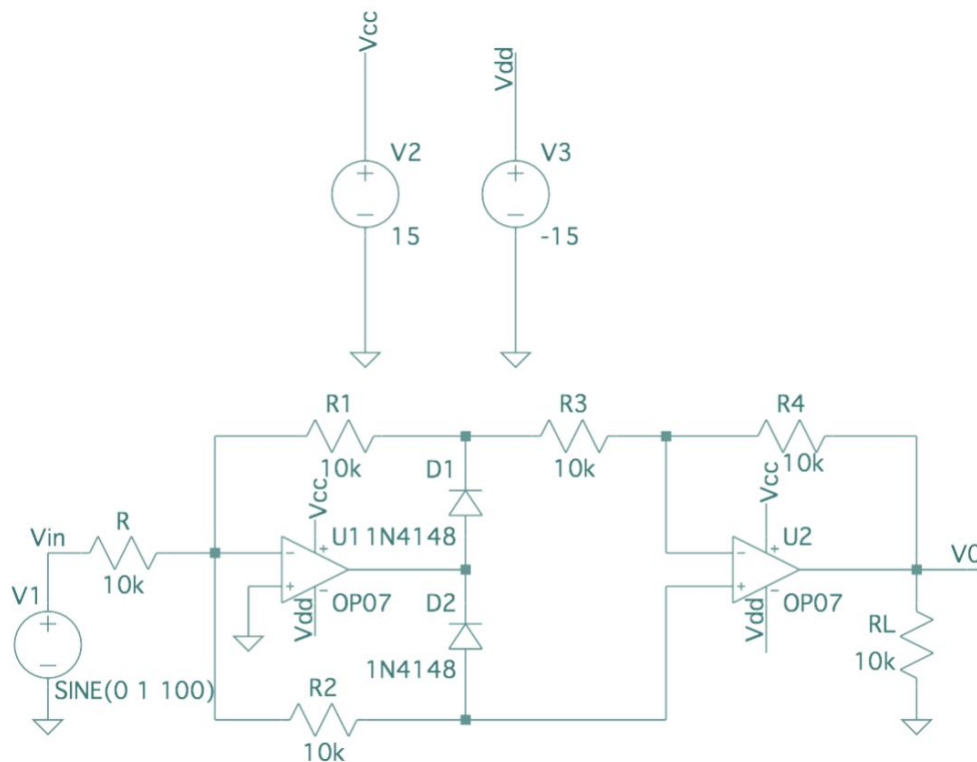


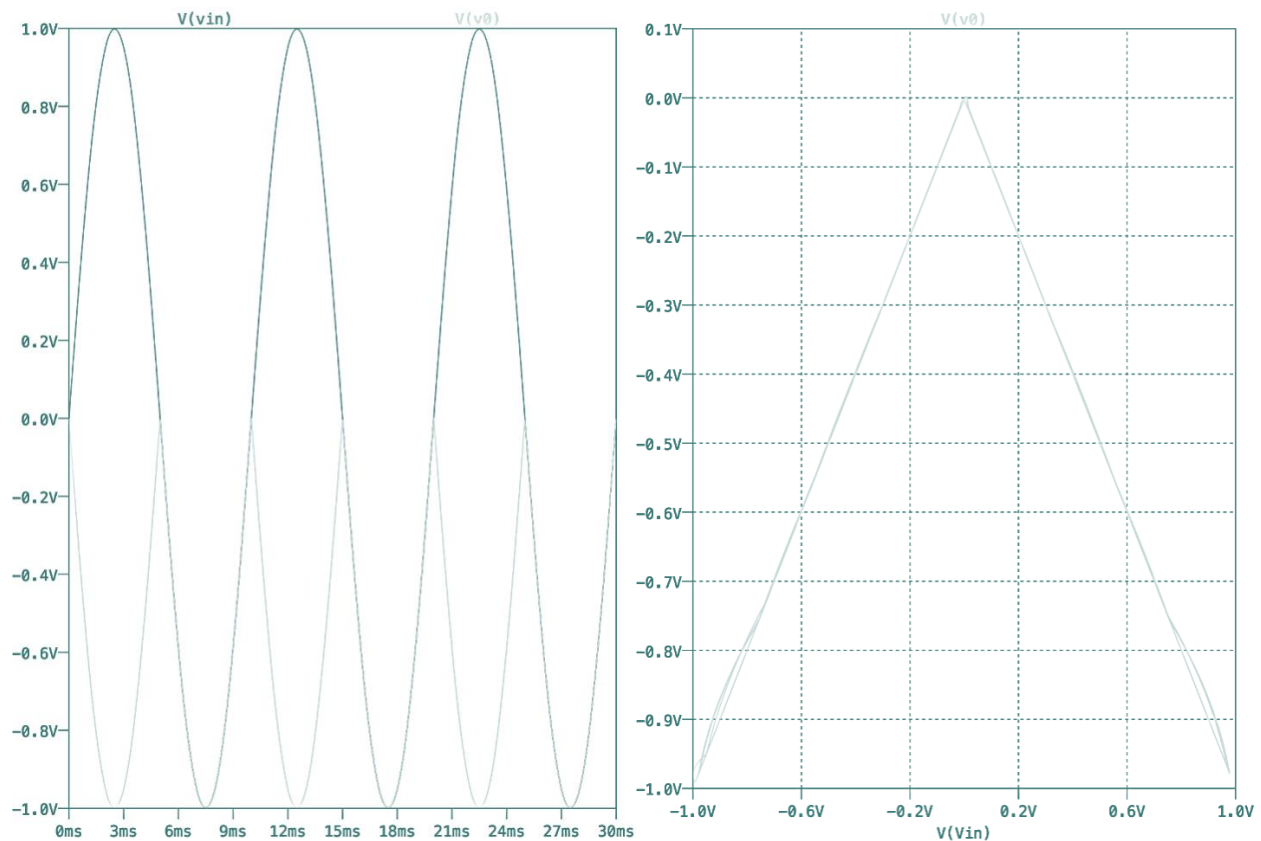
Πειραματική Διαδικασία – Ανάστροφα Πολωμένες Δίοδοι

Όπως και προηγούμενος, στο εργαστήριο ο παλμογράφος παρήγαγε τις παρακάτω κυματομορφές:



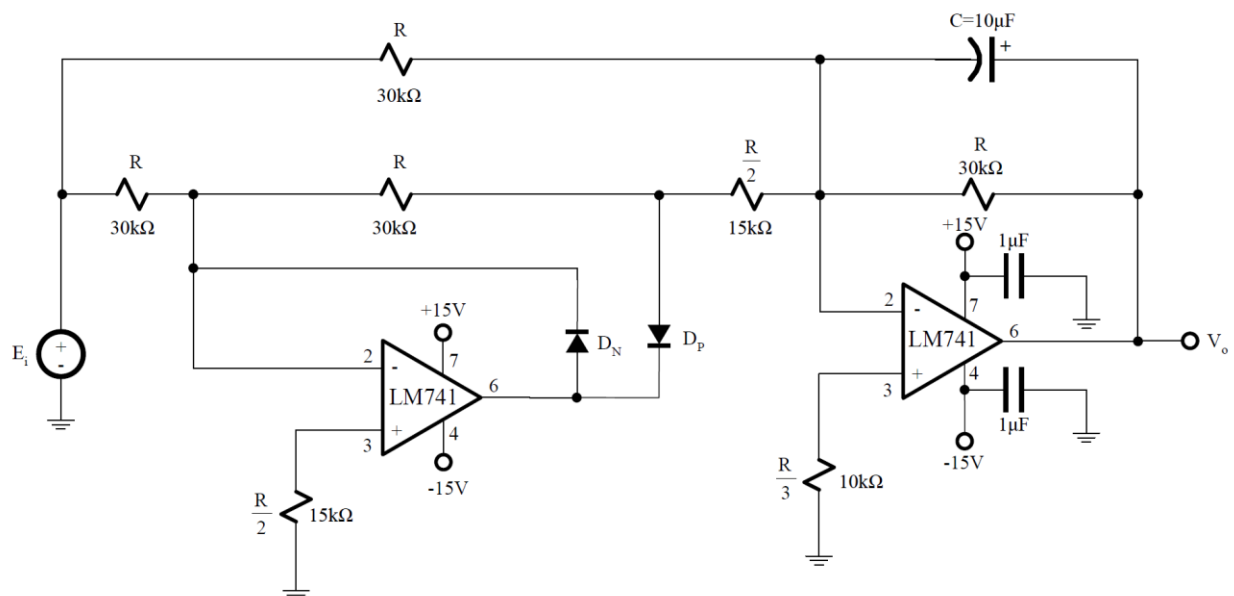
Παρομοίως με τη περίπτωση των ορθών πολωμένων διόδων, παραθέτουμε τις κυματομορφές που παράγονται από το **SPICE**. Και πάλι, στο πρώτο διάγραμμα της επόμενης σελίδας επιβεβαιώνονται οι κυματομορφές της πειραματικής διαδικασίας και στο δεύτερο επιβιβάζεται η θεωρητική συνάρτηση μεταφοράς.





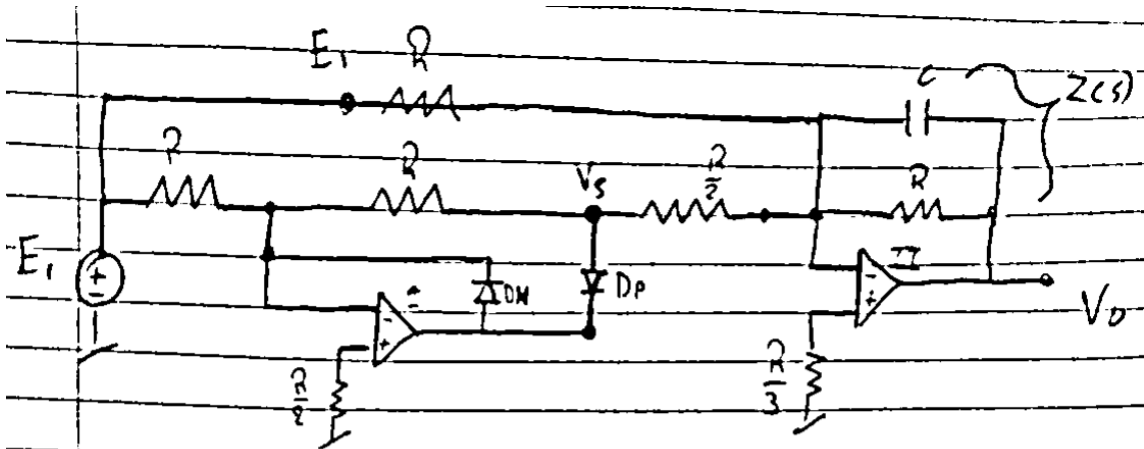
ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ AC/DC (2.2.3)

Παραθέτουμε σε επόμενο σχήμα τον μετατροπέα με $R = 30k\Omega$ και $C = 10\mu F$:



Θεωρητική Ανάλυση

Η θεωρία για το κύκλωμα του μετατροπέα AC/DC είναι η ίδια, ουσιαστικά είναι ένας ανορθωτής πλήρους σήματος και έχει και ένα πυκνωτή παράλληλα για να κάνει την εξομάλυνση και να παραχθεί τελικά το DC σήμα.



Op Amp I:

$$i) \quad E_1 > 0 \quad D_p \text{ on, } D_n \text{ off}$$

$$V_s = -\frac{R}{R} E_1 = -E_1$$

$$ii) \quad E_1 < 0 \quad D_p \text{ off, } V_s = 0$$

Op Amp II: (Αθροιστής)

$$V_0 = -\left(\frac{Z(s)}{R} \cdot E_1 + \frac{Z(s)}{2} V_s\right) = -Z(s) \cdot \frac{E_1 + 2V_s}{R}$$

$$Z(s) = \frac{R}{sC} = \frac{R}{sC+1}$$

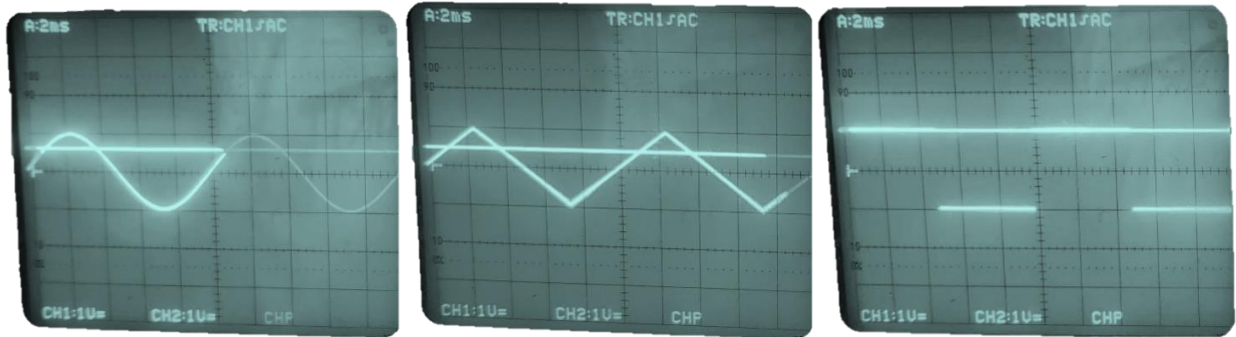
$$\text{Αφ' } V_0 = -\frac{E_1 + 2V_s}{sC+1}$$

$$i) \quad E_1 > 0 \Rightarrow V_0 = -\frac{E_1 - 2E_1}{sC+1} = \frac{E_1}{sC+1}$$

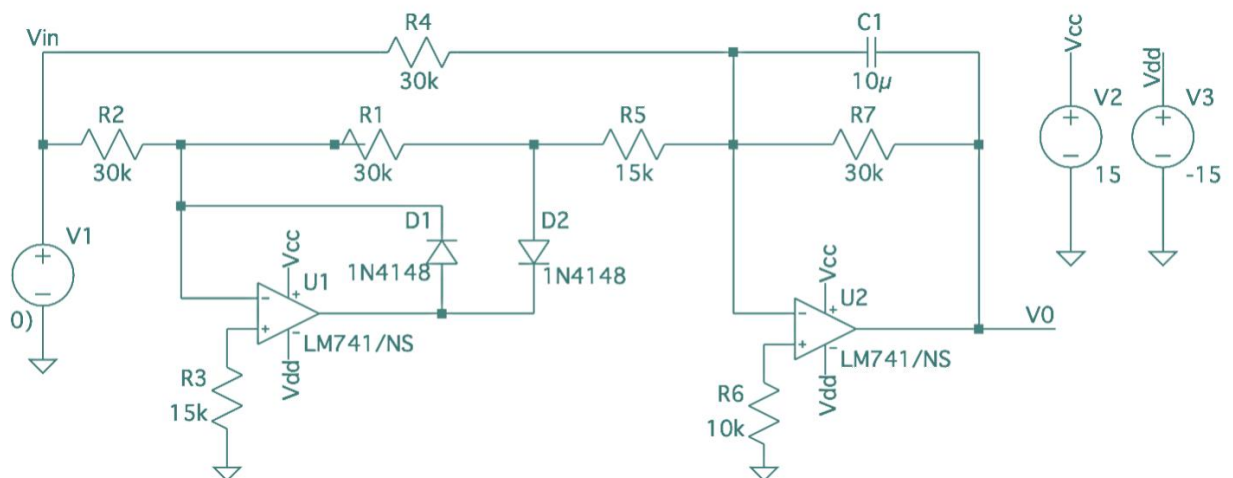
$$ii) \quad E_1 < 0 \Rightarrow V_0 = -\frac{E_1}{sC+1}$$

Πειραματική Διαδικασία

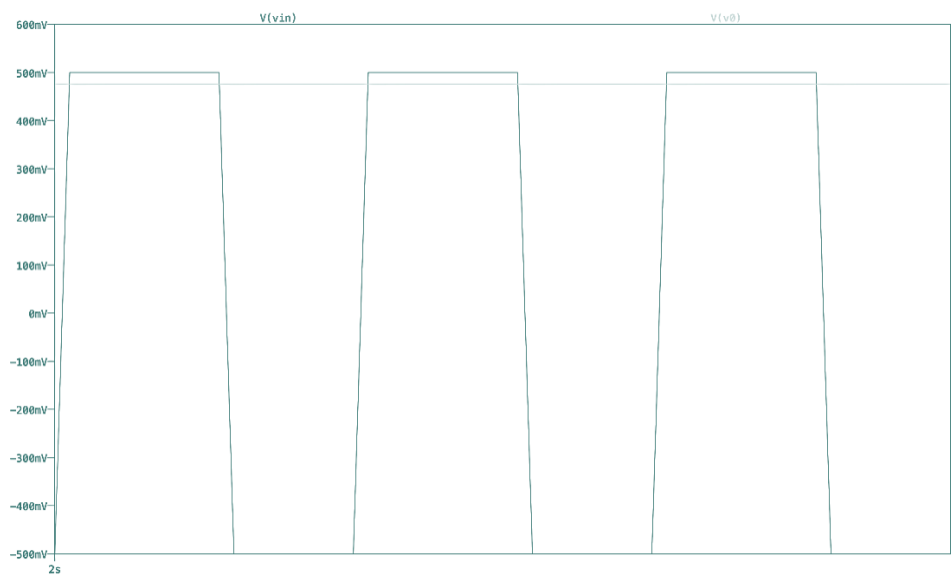
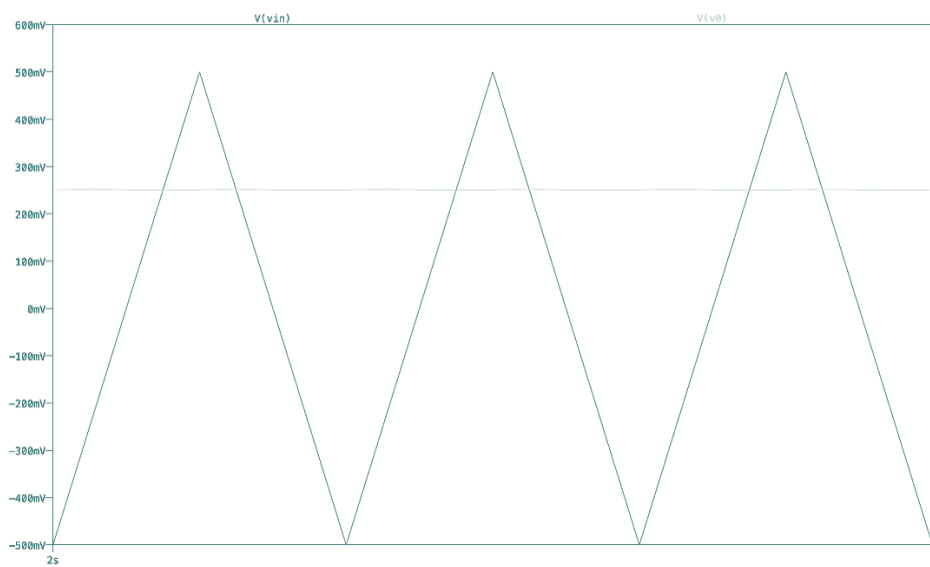
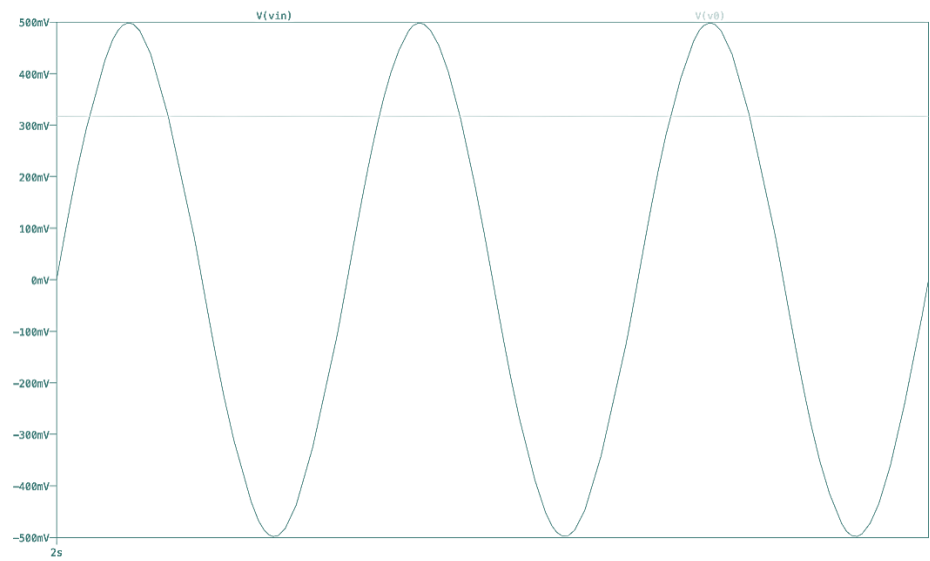
Αφού συνδέθηκε το κύκλωμα σύμφωνα με το σχήμα, παρακάτω παρουσιάζονται οι κυματομορφές για ημιτονοειδές, τριγωνικό και τετραγωνικό σήμα αντίστοιχα με $V_{p-p} = 1V$ και συχνότητα $f = 100Hz$.



Για άλλη μια φορά, εισάγοντας το κύκλωμα στο Spice παράγουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

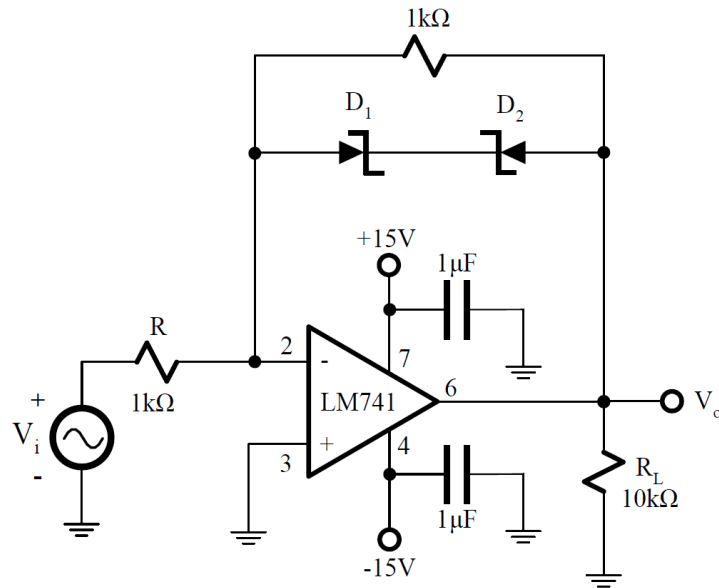


Η διαφορές στις κυματομορφές εισόδου/εξόδου για ημιτονοειδές, τριγωνικό και τετραγωνικό – αντίστοιχο - σήμα φαίνονται στην επόμενη σελίδα στα επόμενα 3 διαγράμματα:



ΠΕΡΙΟΡΙΣΤΗΣ (2.2.4)

Κύκλωμα περιοριστή με $R = 1k\Omega$, $f = 100Hz$ και $D_1 = D_2 = BZX55C$ 5.1V Zener:



Θεωρητική Ανάλυση

Όταν η τάση V_i είναι θετική, η δίοδος D_1 άγει σε αντίθεση με τη D_2 που είναι ανάστροφα πολωμένη και η έξοδος του τελεστικού ενισχυτή είναι αντεστραμμένη. Αντίθετα, εάν η V_i είναι αρνητική τότε η D_1 είναι αναστροφα πολωμένη και η D_2 άγει.

Ο ψαλιδισμός προέρχεται από το γεγονός ότι η V_i ισούται με V_{zener} και η δίοδος βρίσκεται στη ζώνη κατάρρευσης.

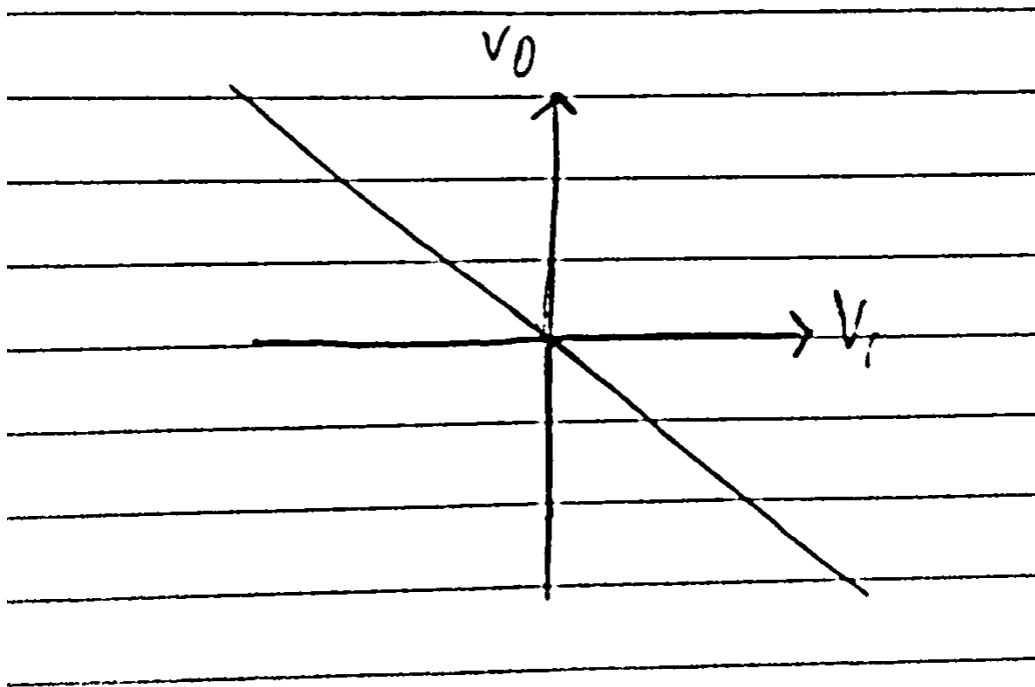
Πιο συγκεκριμένα:

$$V_i > 0 \Leftrightarrow V_o = -iR = -\left(\frac{V_i}{R}\right)R = -V_i$$

και

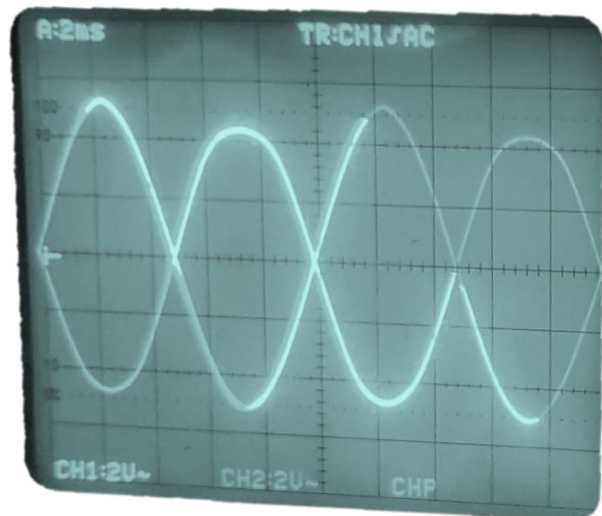
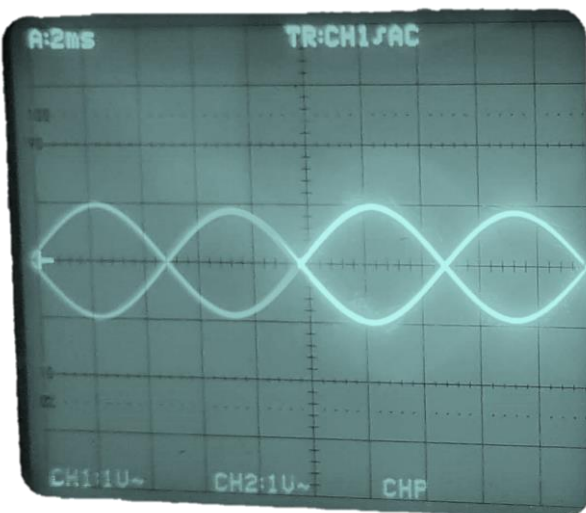
$$V_i < 0 \xleftrightarrow{\text{αντίστοιχα}} V_o = -V_i$$

Θεωρητικό διάγραμμα της συνάρτησης μεταφοράς του περιοριστή:

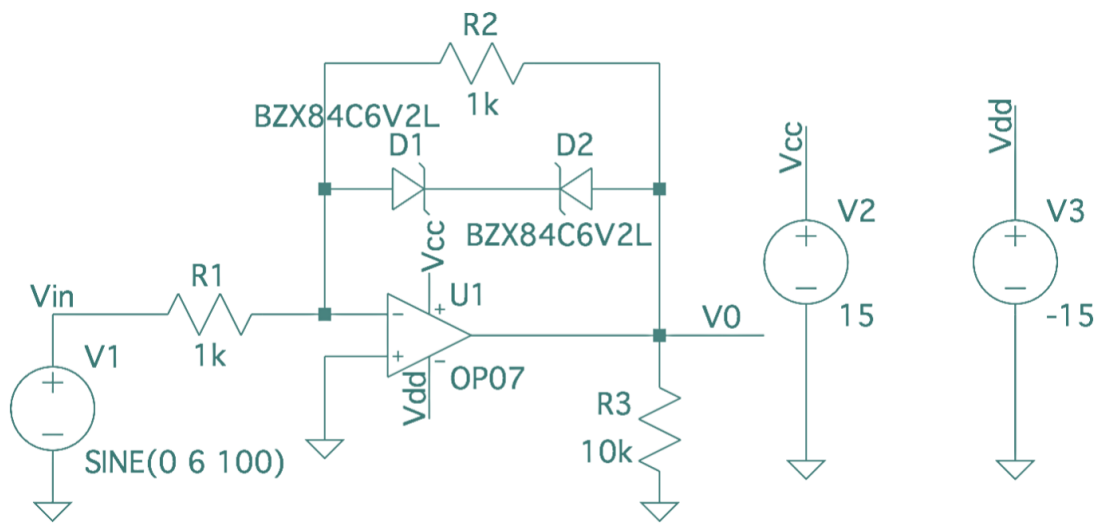


Πειραματική Διαδικασία

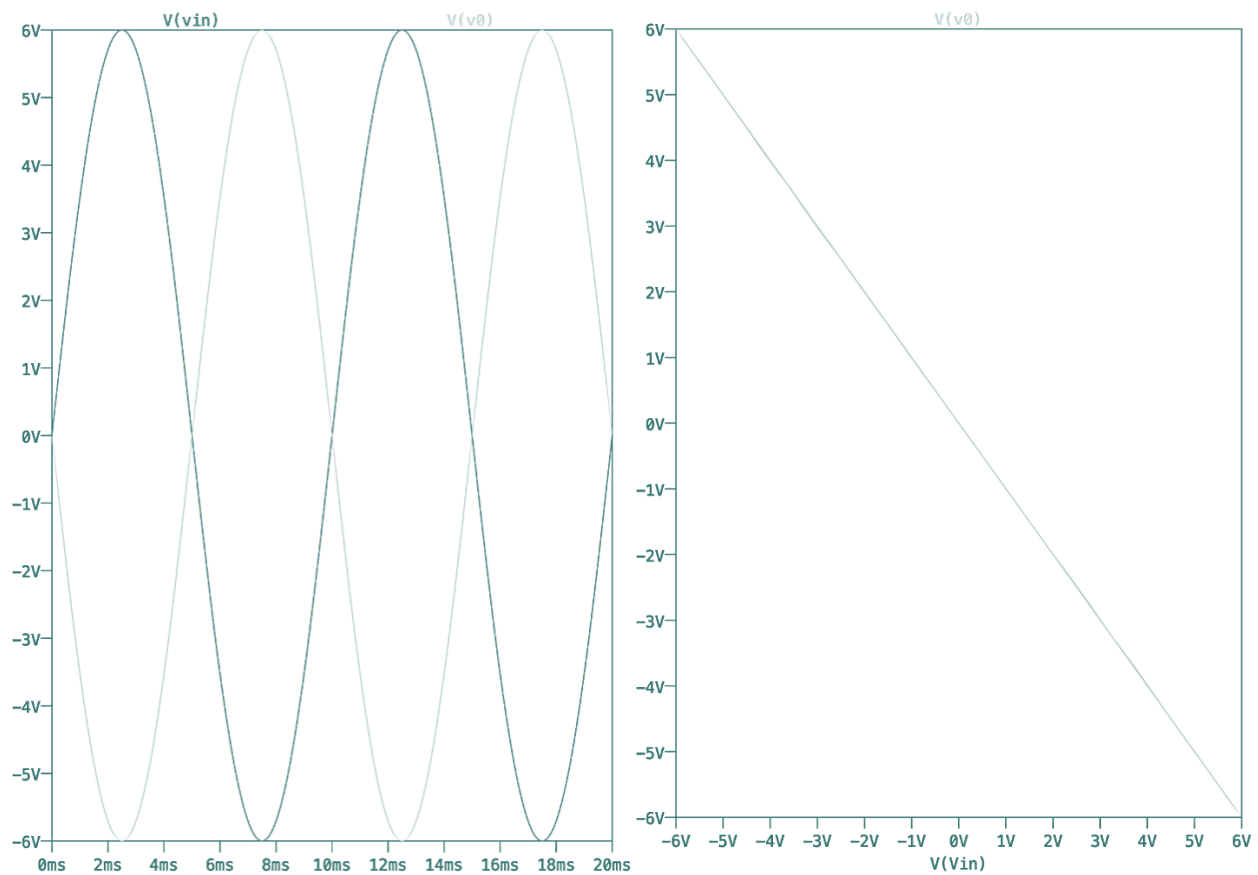
Στη πρώτη εικόνα αριστερά περιγράφονται οι κυματομορφές τάσης εισόδου/εξόδου με κατάλληλη μέγιστη τάση εισόδου V_i έτσι ώστε να μην υπάρχει παραμόρφωση, ενώ στα δεξιά περιγράφονται οι κυματομορφές τάσης εισόδου/εξόδου του παλμογράφου με παραμόρφωση και συγκεκριμένα με $V_{i(p-p)} = 10V$ και $f = 100Hz$.



Παρακάτω βρίσκονται όλα τα αποτελέσματα από τη προσωμοίωση του κυκλώματος στο LT Spice:



Χωρίς παραμόρφωση:



Με παραμόρφωση:

