

Εισαγωγικό Εργαστήριο Ηλεκτρονικής και Τηλεπικοινωνιών

Εργαστηριακό τμήμα: Τρίτη 11:00-13:00, B4

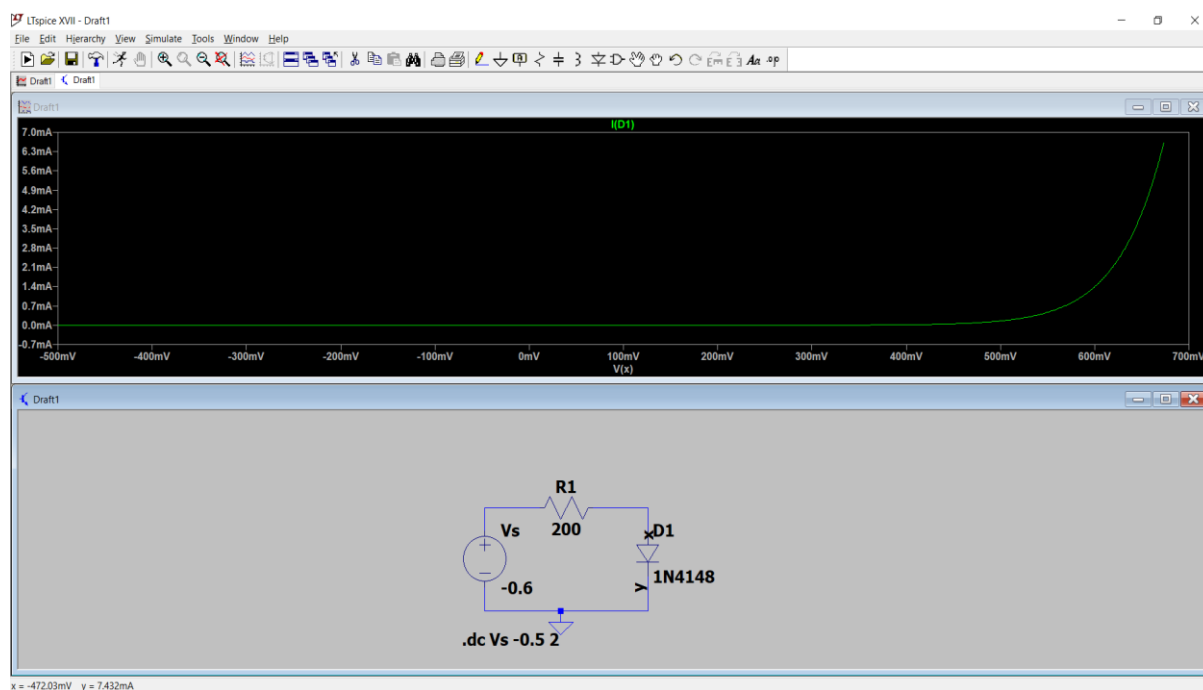
Ομάδα: Ομάδα 5

Αλεξοπούλου Γεωργία (AM 03120164)

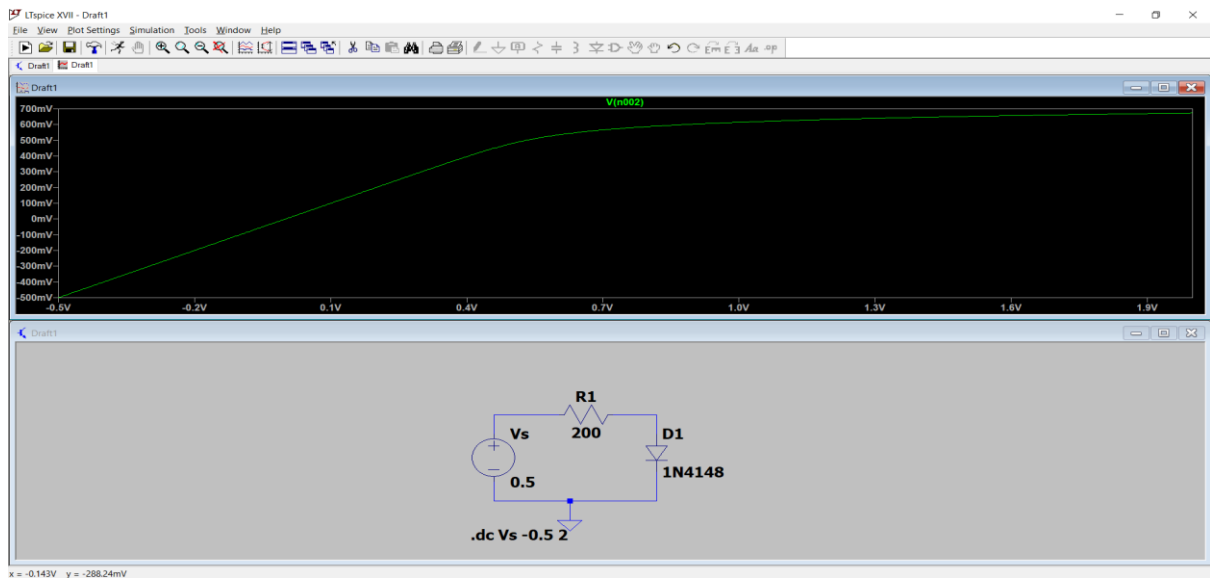
Πείραμα 9: Δίοδοι και εφαρμογές τους-LT Spice προσομοίωση.

Χαρακτηριστική I-V της διόδου.

1-3. Κατασκευάζουμε το ζητούμενο κύκλωμα στο LTSpice και λαμβάνουμε τη χαρακτηριστική $i_d - v_d$, επιλέγοντας run και πατώντας πάνω στη διόδο. Το διάγραμμα που προκύπτει είναι το παρακάτω:



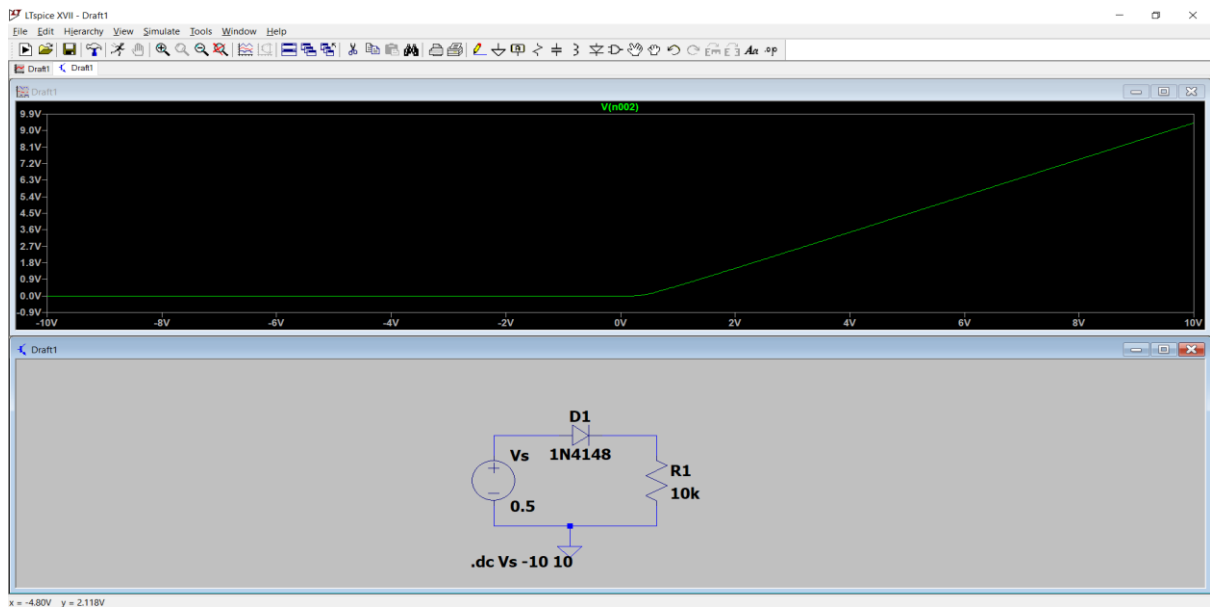
Η περιοχή απότομης κλίσης της διόδου είναι, όπως φαίνεται παραπάνω, μεταξύ 0.6 και 0.7 Volt. Παρατηρούμε τη γραφική παράσταση της v_d συναρτήσει της v_s :



Καθώς η v_s αυξάνεται από τα -0.5 Volt έως τα 0.6 Volt, η v_d μεταβάλλεται γραμμικά. Όταν, όμως, η v_s ξεπερνάει τα 0.6 Volt, η v_d παρουσιάζει λογαριθμική αύξηση. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί πολύ εύκολα, από τον τύπο του $\Omega\mu$, $R = \frac{V}{I}$. Γνωρίζουμε πως η αντίσταση της διόδου, R_d , παραμένει σταθερή. Γνωρίζουμε, επίσης, από το παραπάνω διάγραμμα, πως η περιοχή απότομης κλίσης του ρεύματος της διόδου, i_d , βρίσκεται μεταξύ 0.6 και 0.7 Volt. Καθώς σε αυτό το διάστημα το i_d αυξάνεται εκθετικά, για να παραμείνει η R_d σταθερή πρέπει να παραμείνει σταθερό και το πηλίκο $\frac{v_d}{i_d}$, επομένως είναι λογικό η v_d να αυξάνεται μεν, λογαριθμικά δε. Όσον αφορά την εναπομένονσα περιοχή, όταν το v_s κυμαίνεται μεταξύ -0.5 και 0.6 Volt, παρατηρούμε ότι το i_d παραμένει 0. Όσο η τάση v_s είναι αρνητική, προφανώς από τη θεωρία της διόδου, το ρεύμα που τη διαρρέει θα είναι μηδενικό. Παραμένει, ωστόσο, μηδενικό για ακόμη 0.6 Volt, λόγω πτώσης τάσης στα άκρα της διόδου. Σε όλο αυτό το διάστημα, βέβαια, η τα άκρα της διόδου διαθέτουν τάση v_s (εφόσον η διόδος συμπεριφέρεται ως ανοιχτοκύκλωμα), επομένως, μέχρι εκείνο το σημείο, ισχύει $v_d = v_s$.

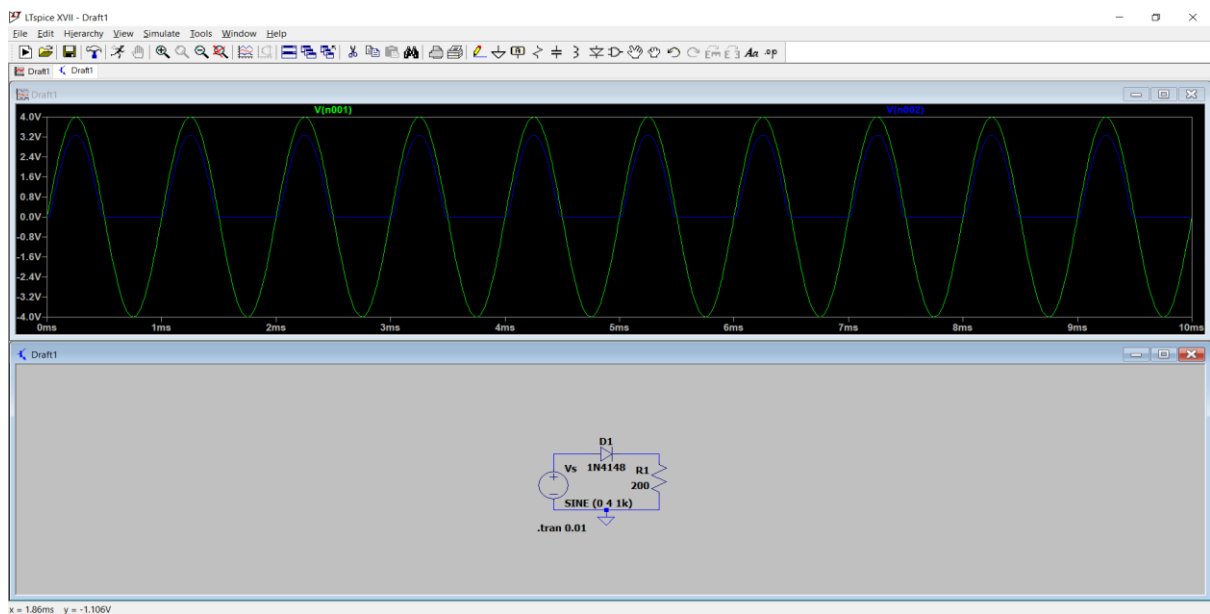
Κυκλώματα ανορθωτών.

4-6. Κατασκευάζουμε το ζητούμενο κύκλωμα και λαμβάνουμε τη γραφική παράσταση της v συναρτήσεως της v_s , για το διάστημα -10 έως 10 Volt.



Θα εξηγήσουμε το διάγραμμα που λαμβάνουμε για την τάση στα άκρα της αντίστασης. Αρχικά, είναι προφανές πως, για αρνητικές τιμές της v_s , η διάδος δεν διαρρέεται από ρεύμα, εξ' ου και η μηδενική τάση στα άκρα του αντιστάτη. Παρατηρούμε, ωστόσο, πως η τάση αυξάνεται λίγο αργότερα από το σημείο στο οποίο η τάση v_s ισούται με μηδέν. Αυτό συμβαίνει διότι, εξαιτίας της διόδου, υπάρχει μια πτώση τάσης η οποία «διαρκεί» για ακόμη 0.5 Volt, περίπου, διότι η ίδια η πτώση τάσης είναι περίπου ίση με 0.5 Volt. Έπειτα, η τιμή της τάσης στα άκρα της αντίστασης αυξάνεται γραμμικά, ακολουθώντας τον τύπο $v_1 \approx v_s - 0.5 \text{ Volt}$.

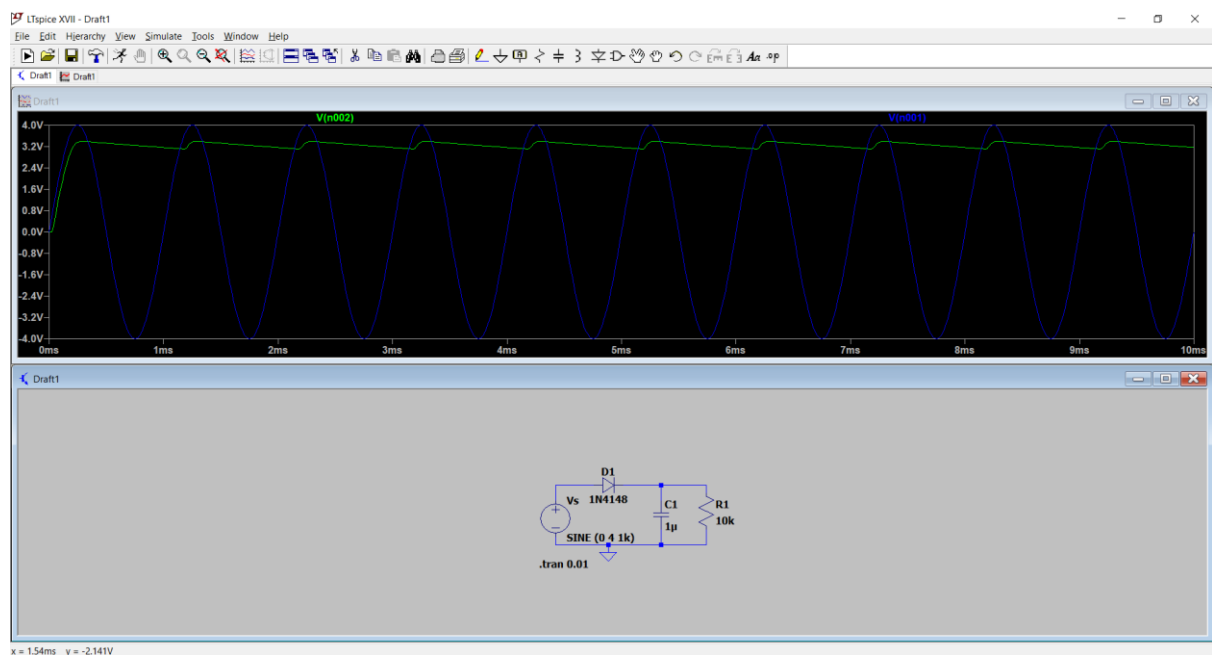
Αντικαθιστώντας το τροφοδοτικό με τη γεννήτρια κυματομορφών, λαμβάνουμε την παρακάτω εικόνα για τις κυματομορφές τάσης τόσο της γεννήτριας, όσο και της αντίστασης:



Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο. Για τις τιμές της τάσης v_s υπό του μηδενός, δηλαδή για το διάστημα $(vT + T/2)$ έως $(v + 1)T$, η δίοδος δεν άγει, επομένως λειτουργεί σαν ανοιχτοκύκλωμα και η αντίσταση R_1 παρουσιάζει μηδενική τάση στα άκρα της. Όταν, όμως, η v_s λαμβάνει θετικές τιμές, η έξοδος ακολουθεί απόλυτα την είσοδο (εφόσον η αντίσταση R είναι αρκετά μικρή ώστε να μην εμφανίζεται πτώση τάσης – σε αυτή την περίπτωση, η κυματομορφή θα εμφάνιζε διακύμανση).

Μετατροπείς AC-σε-DC και τροφοδοτικά.

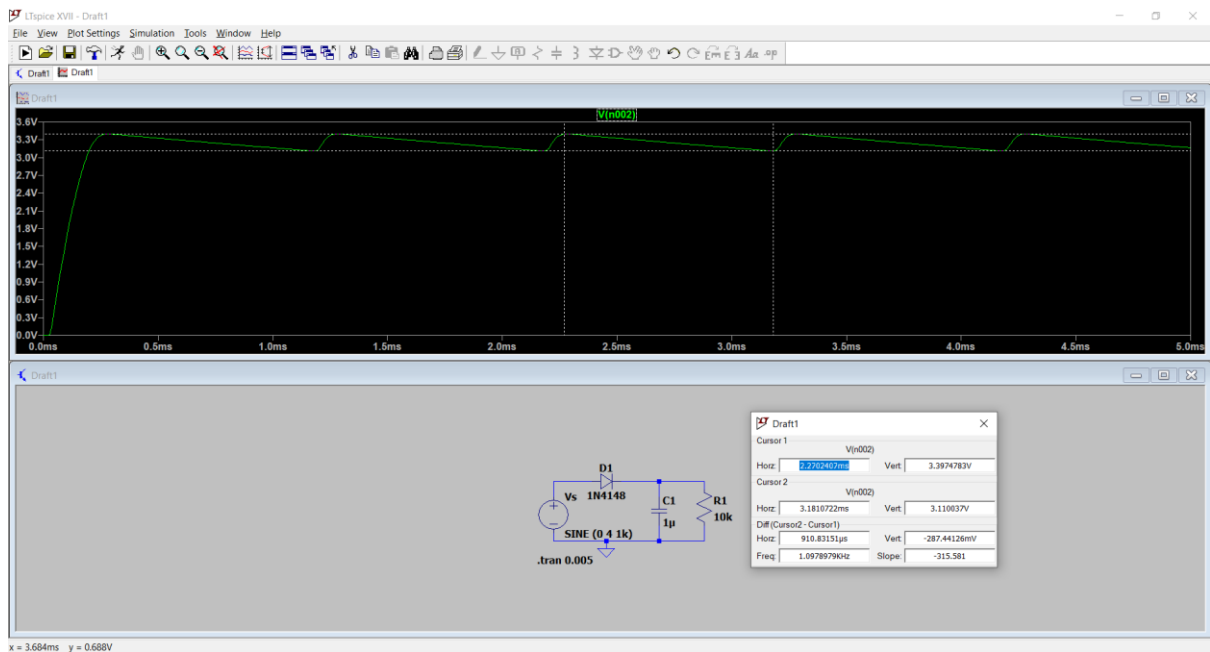
7-10. Κατασκευάζουμε το ζητούμενο κύκλωμα και η εικόνα που λαμβάνουμε για την κυματομορφή εξόδου είναι η εξής:



Η μέση τιμή της v (έξοδος) δίνεται από τον τύπο $V_{avg} = \frac{1}{T} \int_0^T V(t) dt = f \int_0^T V(t) dt = 10^3 \int_0^T V_s * \sin t dt = 10^3 \int_0^{10^{-3}} 4 \sin t dt = 4 * 10^3 * [-\cos t]_0^{10^{-3}} = 4 * 10^3 * (-\cos 10^{-3} + 1)$, άρα

$$V_{avg} = 4 * 10^3 (1 - \cos 10^{-3}) \text{ Volt.}$$

Σε αυτό το σημείο, θα υπολογίσουμε την κυμάτωση της κυματομορφής.

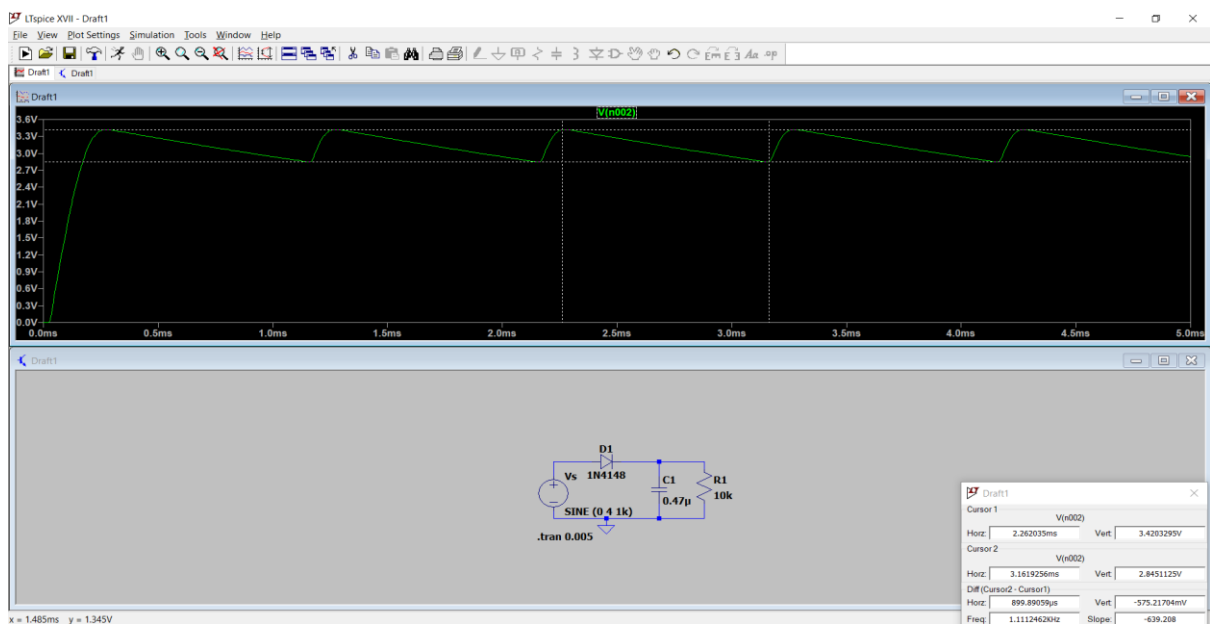


Βλέπουμε πως η κυμάτωση ισούται περίπου με 0.28 Volt, δηλαδή με 280 mVolt. Για το ζητούμενο ποσοστό Π θα ισχύει:

$$\Pi = 0.28 * \frac{100}{V_{avg}} = \frac{28}{4 * 10^3 [1 - \cos 10^{(-3)}]} \%$$

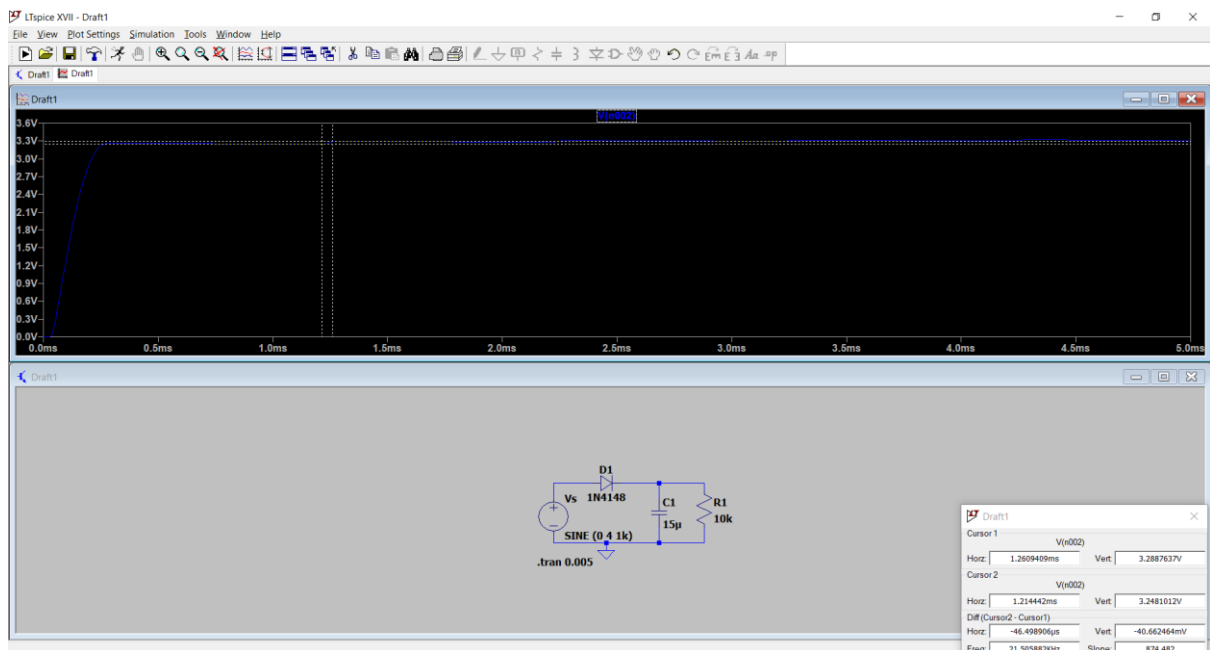
Στη συνέχεια, για διαφορετικές τιμές πυκνωτή, θα παρατηρήσουμε την κυμάτωση της κυματομορφής εξόδου.

Για 0.47µF:



Η κυμάτωση ισούται με 0.6 Volt, δηλαδή αυξήθηκε με την ελάττωση της τιμής του πυκνωτή.

Για 15μF:



Η κυμάτωση είναι απειλιστικά μικρή, προσδιορίζεται περίπου στα 0.04 Volt, δηλαδή ελαττώθηκε με την αύξηση της τιμής του πυκνωτή.

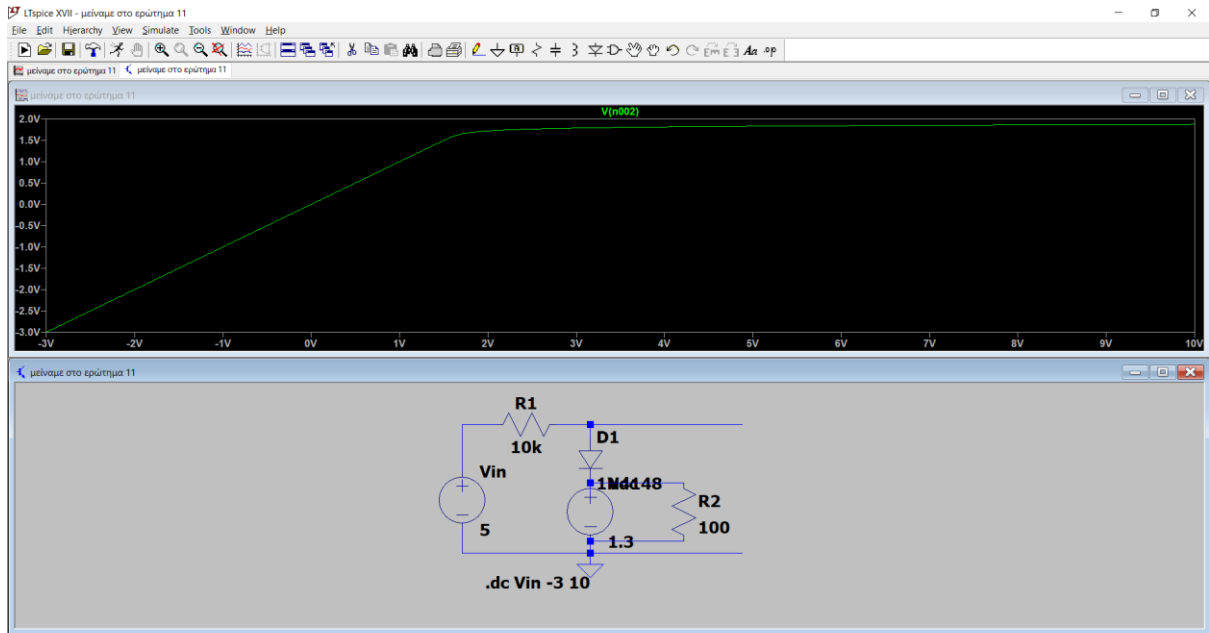
Συνεπώς, η τιμή του πυκνωτή και η κυμάτωση της κυματομορφής εξόδου είναι αντιστρόφως ανάλογα μεγέθη.

Κυκλώματα περιοριστών.

11-13. Το V_{OUT} θα ισούται με το $V_{DV} + 0.7$ Volt (λόγω της διόδου).

Επομένως, για να περιορίζεται η έξοδος στα 2 Volt, θα πρέπει $0 \leq V_{DC} \leq$

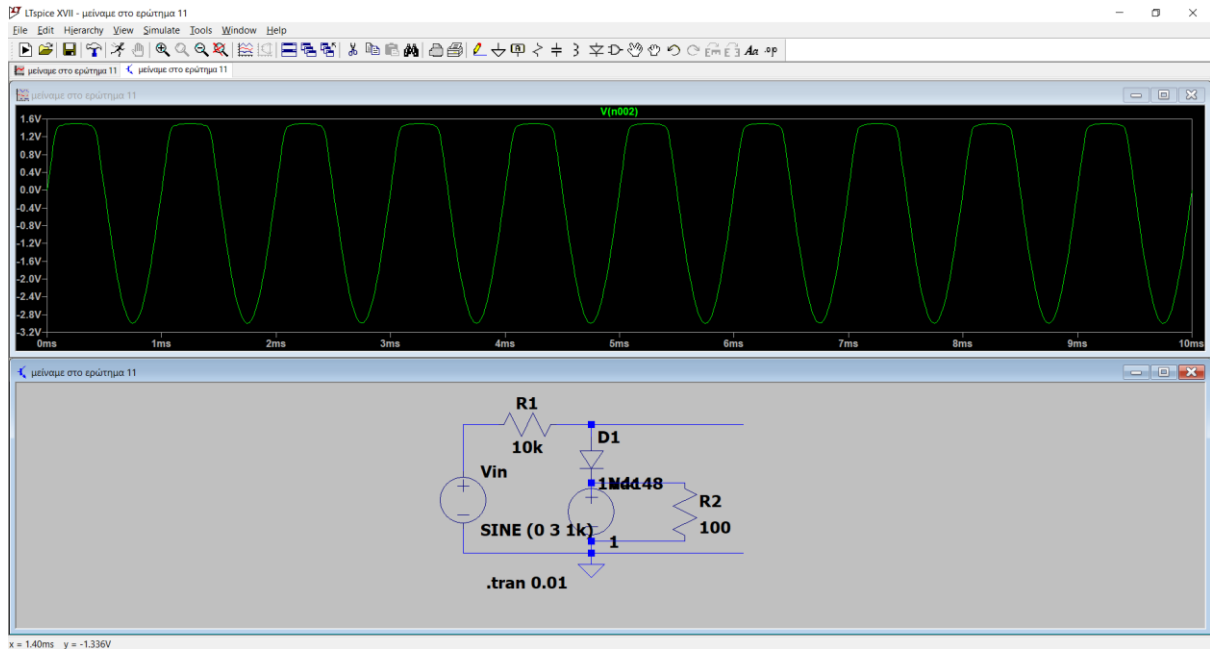
1.3. Αυτό διαπιστώνεται και μέσω της πειραματικής διαδικασίας:



Στο σχήμα φαίνεται, επίσης, η γραφική παράσταση της V_{OUT} συναρτήσεως της V_{IN} , στο διάστημα $-3 \leq V_{IN} \leq 10$ Volt.

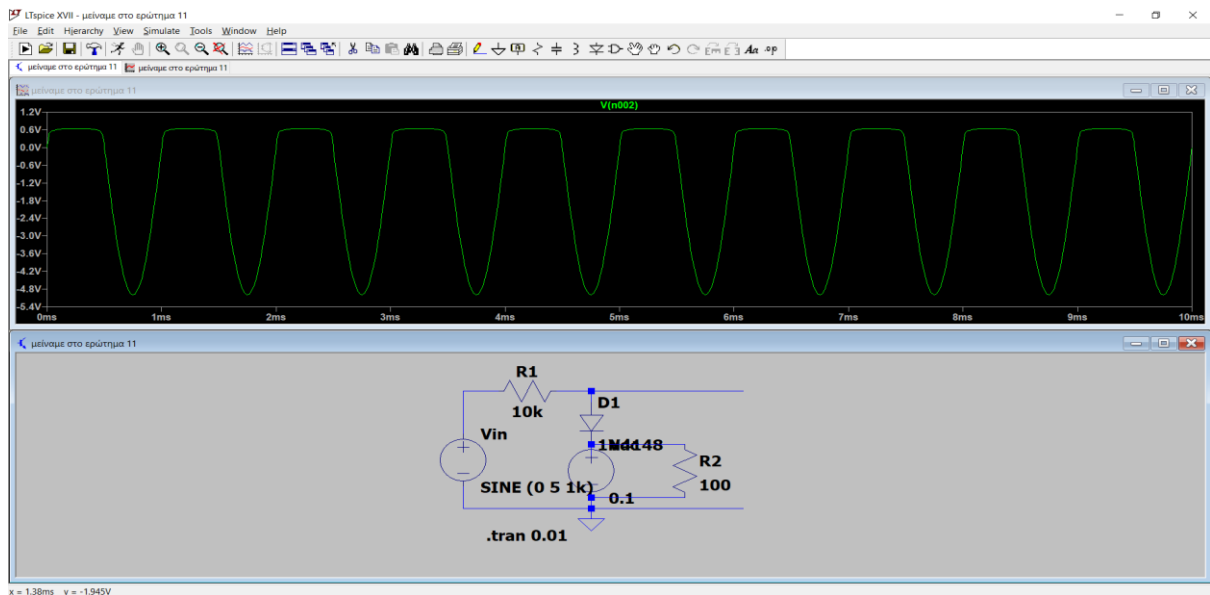
Όταν η είσοδος ξεπερνάει την τιμή των 2 Volt, η πολικότητα της διόδου αντιστρέφεται κι έτσι το V_{OUT} περιορίζεται στα 2 Volt.

14-17. Για $V_{DV} = 1$ Volt και V_{IN} είσοδο ημιτονοειδούς σήματος με πλάτος 3 Volt και συχνότητα 1kHz, η συμπεριφορά του κυκλώματος θα είναι παρόμοια με αυτή των βημάτων 11-13. Πιο συγκεκριμένα, όσο η V_{IN} λαμβάνει τιμές από το -3 έως το 1.7 (θεωρώντας την τάση της διόδου ίση με 0.7 Volt), η διόδος άγει και η κυματομορφή της εξόδου είναι ημιτονοειδής, με αρνητικό πλάτος ίσο με -3 Volt. Όταν, ωστόσο, το σήμα εισόδου ξεπερνάει την τιμή των 1.7 Volt, η πολικότητα της διόδου αντιστρέφεται κι έτσι το V_{OUT} περιορίζεται στα 1.7 Volt. Όταν η τιμή της εισόδου λαμβάνει και πάλι τιμές μικρότερες από 1.7 Volt, η V_{OUT} έχει ημιτονοειδή κυματομορφή με αρνητικό πλάτος -3 Volt, ενώ η διόδος άγει. Τα παραπάνω συμπεράσματα συμφωνούν και με τα πειραματικά στοιχεία:

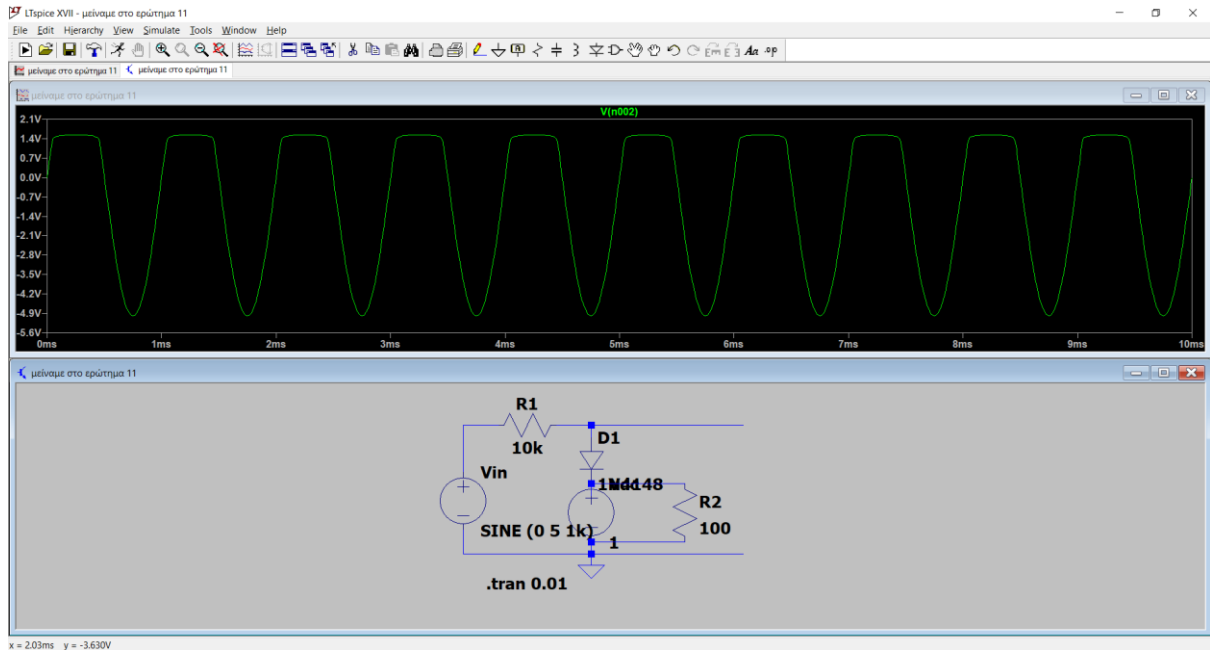


(με μόνη διαφορά την τιμή τάσης της διόδου η οποία είναι, προφανώς, 0.6 Volt). Εφόσον το κύκλωμα αυτό περιορίζει το θετικό πλάτος της κυματομορφής εξόδου, δικαίως ονομάζεται περιοριστής. Θα επαληθεύσουμε τις υποθέσεις μας και για περισσότερες τιμές της V_{DC} , όταν η V_{IN} έχει πλάτος 5 Volt και συχνότητα 1kHz:

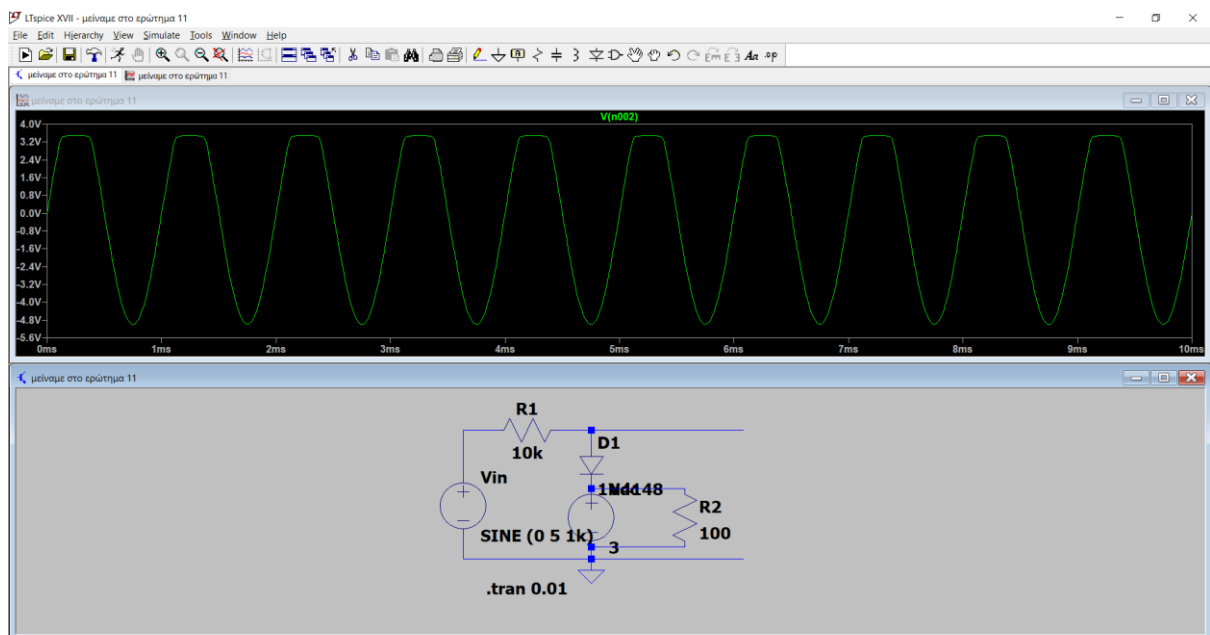
Για $V_{DC} = 0.1$ Volt: Όσο $V_{IN} < 0.7$ Volt, η κυματομορφή έχει ημιτονοειδή μορφή με αρνητικό πλάτος -5. Για $V_{IN} \geq 0.7$ Volt, η τιμή της εξόδου περιορίζεται στα 0.7 Volt.



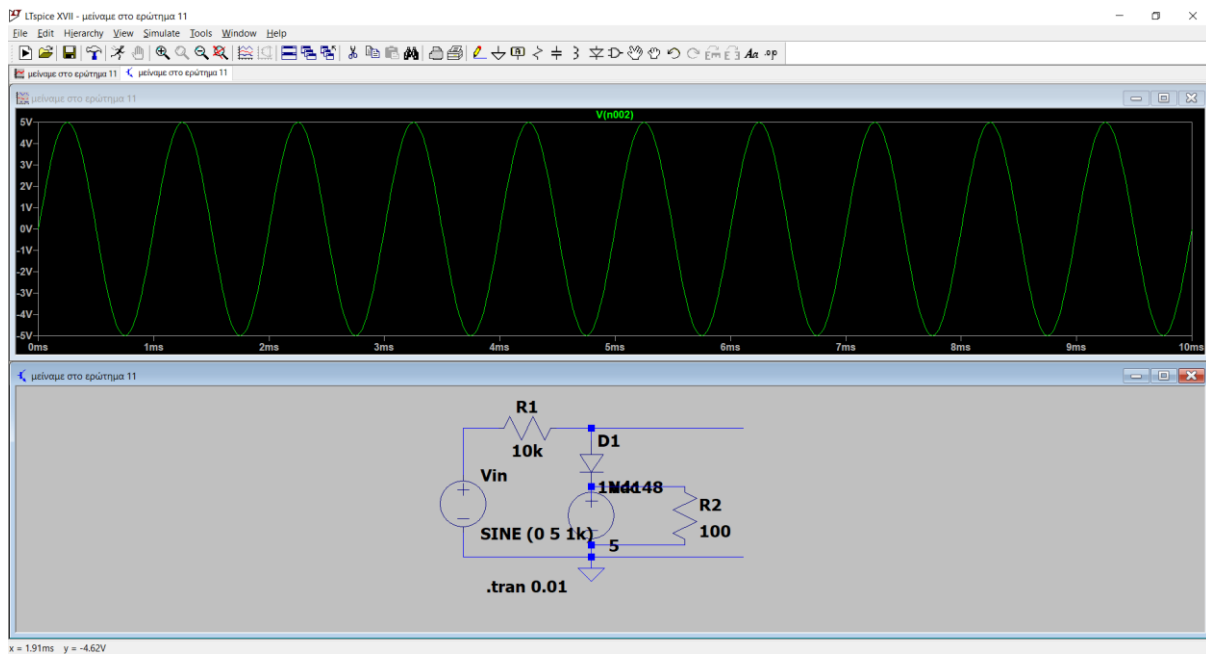
Για $V_{DC} = 1 \text{ Volt}$: Όσο $V_{IN} < 1.6 \text{ Volt}$, η κυματομορφή έχει ημιτονοειδή μορφή με αρνητικό πλάτος -5. Για $V_{IN} \geq 1.6 \text{ Volt}$, η τιμή της εξόδου περιορίζεται στα 3.6 Volt.



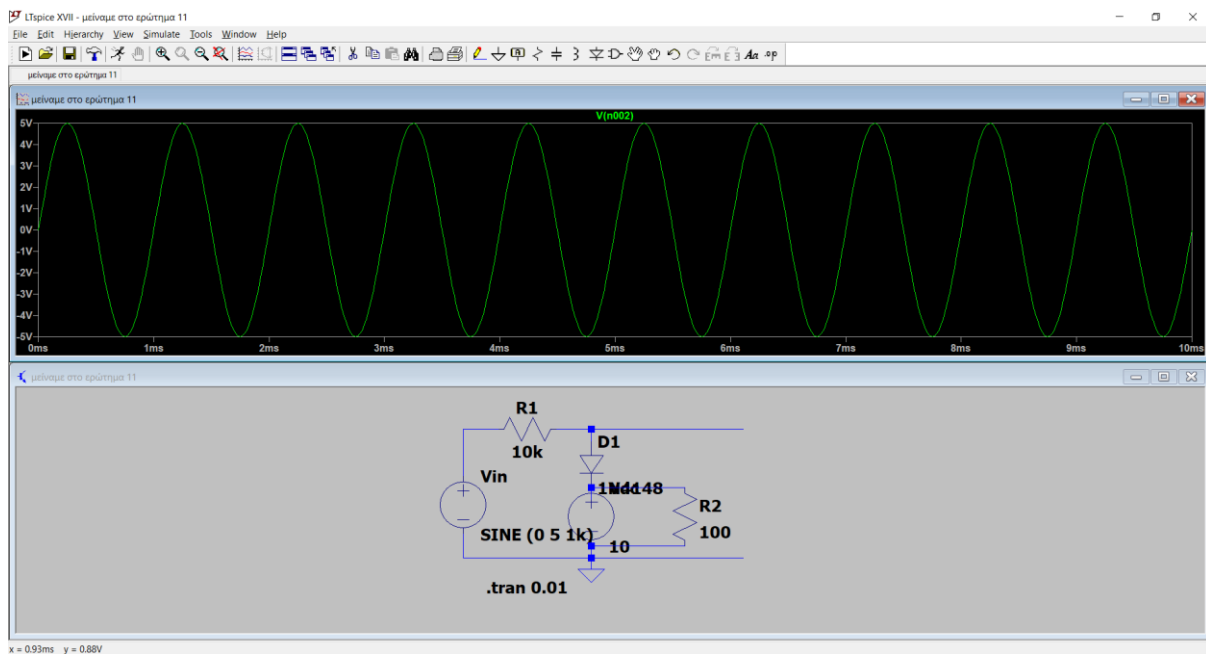
Για $V_{DC} = 3 \text{ Volt}$: Όσο $V_{IN} < 3.6 \text{ Volt}$, η κυματομορφή έχει ημιτονοειδή μορφή με αρνητικό πλάτος -5. Για $V_{IN} \geq 3.6 \text{ Volt}$, η τιμή της εξόδου περιορίζεται στα 3.6 Volt.



Για $V_{DC} = 5 \text{ Volt}$: Σε κάθε περίπτωση ισχύει $V_{IN} \leq V_{DC}$, επομένως η κυματομορφή εξόδου είναι ημιτονοειδές σήμα με πλάτος 5 Volt.

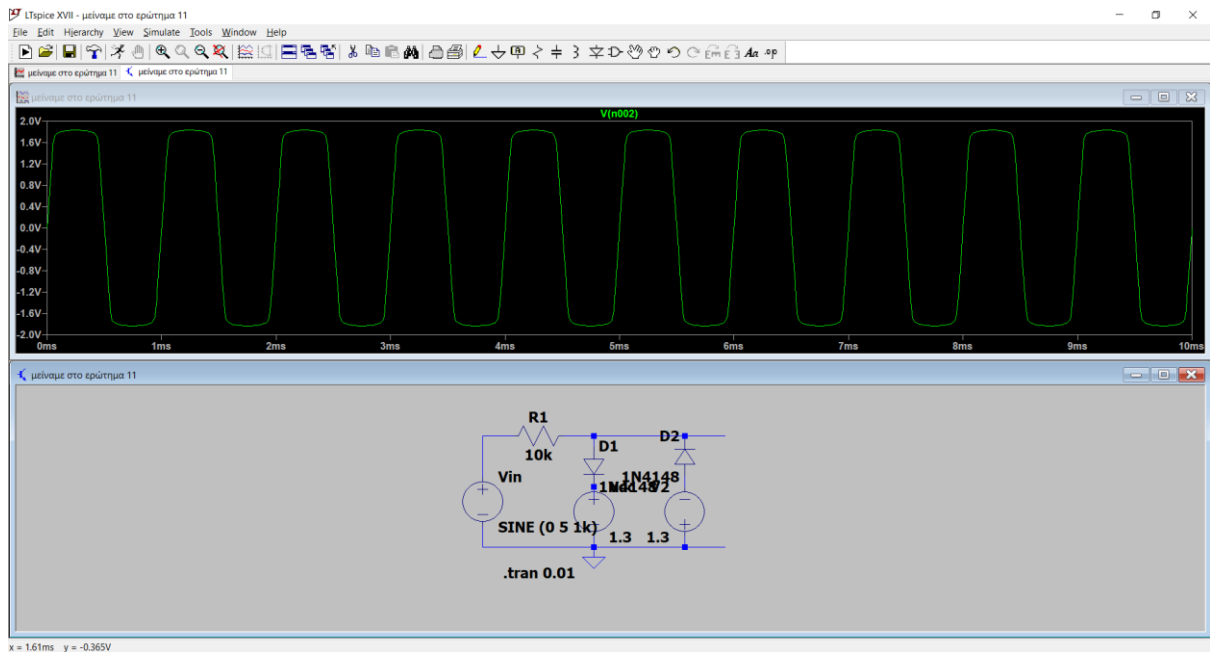


Για $V_{DC} = 5 \text{ Volt}$: Το παραπάνω ισχύει για κάθε τιμή $V_{DC} \geq 5 \text{ Volt}$.



Για να κατασκευάσουμε έναν «διπλό» περιοριστή, χρειαζόμαστε έναν περιοριστή για το θετικό πλάτος και έναν για το αρνητικό. Έτσι, συνδέουμε παράλληλα κλάδους που αποτελούνται από μια διόδο και μια ιδανική πηγή. Οι δύο κλάδοι θα διαθέτουν διαφορετικής φοράς πηγή και

δίοδο. Το κύκλωμα προκύπτει όπως παρακάτω:



Καθώς θέλουμε να περιορίσουμε τόσο το θετικό, όσο και το αρνητικό πλάτος μεταξύ των τιμών -2 και 2 Volt, λαμβάνοντας υπόψη πως η τάση της διόδου ισούται με 0.7 Volt, θέτουμε κάθε πηγή στα 1.3 Volt. Πράγματι, το κύκλωμα που λαμβάνουμε εκτελεί το ζητούμενο και είναι, ουσιαστικά, ένας διπλός περιοριστής.