

Εργαστήριο Ηλεκτρονικής

Αναφορά 1^{ης} Εργαστηριακής Άσκησης

Ακαδημαϊκό έτος 2024 – 2025

(Χειμερινό Εξάμηνο 2024)

Ονοματεπώνυμο: Κλαΐντι Τσάμη

Εισαγωγή:

Στην παρακάτω εργασία ασχοληθήκαμε με την ανάλυση και την μελέτη διαφόρων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Συγκεκριμένα, εξετάσαμε κυκλώματα όπως ο διαιρέτης τάσης, η απλή ανορθωτική διάταξη, η διπλή ανορθωτική διάταξη με γέφυρα μαζί με πυκνωτή εξομάλυνσης και δίοδο Zener, καθώς και το κύκλωμα ψαλιδισμού με Zener. Σε κάθε πείραμα, μελετήσαμε τα αποτελέσματα που προέκυψαν και αποδείξαμε βασικές θεωρητικές αρχές. Μέσα από τη διαδικασία αυτή, αποκομίσαμε σημαντικές γνώσεις για τη λειτουργία και τις εφαρμογές των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων στην πράξη.

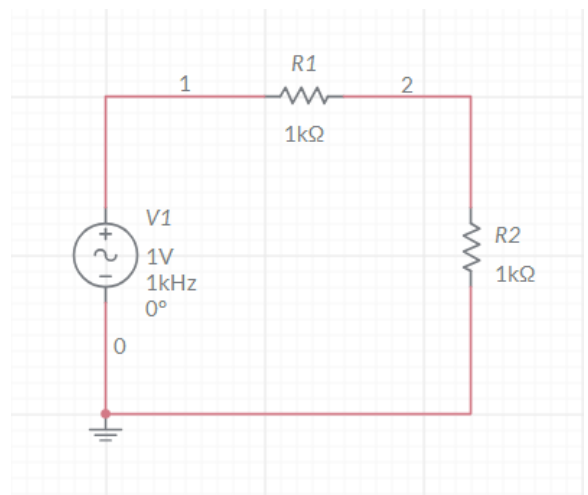
Θεωρία:

Για την μαθηματική μελέτη της εργαστηριακής άσκησης αυτής χρειάζονται κάποιες βασικές θεωρίες και εξισώσεις η οποίες αναγράφονται και αριθμούνται παρακάτω.

Διαιρέτης τάσης:

Ο διαιρέτης τάσης είναι ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (Εικόνα 1) που χρησιμοποιείται για να μειώσει μια αρχική τάση σε ένα χαμηλότερο επίπεδο. Αυτό επιτυγχάνεται συνήθως με τη χρήση δύο ή περισσότερων αντιστάσεων που είναι συνδεδεμένες σε σειρά. Στο κύκλωμα αυτό η τάση στην έξοδο δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$V_{out} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{in} \quad (1)$$



Εικόνα 1: Κύκλωμα διαιρέτη τάσης.

Επιπλέον, επειδή πρόκειται να συγκριθούν πειραματικές τιμές με θεωρητικές (ονομαστικές), απαιτείται η χρήση μιας σχέσης για την απόκλιση των τιμών αυτών. Αυτή η σχέση δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\% \text{ απόκλιση} = \frac{\text{θεωρητική τιμή} - \text{πειραματική τιμή}}{\text{θεωρητική τιμή}} \cdot 100 \quad (1.1)$$

Διπλή ανόρθωση με γέφυρα:

Το κύκλωμα διπλής ανόρθωσης με γέφυρα είναι ένα είδος ανορθωτή που μετατρέπει το εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) σε συνεχές ρεύμα (DC). Χρησιμοποιεί τέσσερις διόδους συνδεδεμένες σε μορφή γέφυρας, ώστε να επιτρέπουν τη ροή του ρεύματος προς την ίδια κατεύθυνση, ανεξαρτήτως

της πολικότητας του εναλλασσόμενου ρεύματος. Έτσι, εκμεταλλεύεται και τις δύο ημιπεριόδους του AC, αυξάνοντας την απόδοση της ανόρθωσης και παρέχοντας πιο σταθερό συνεχές ρεύμα. Στο κύκλωμα αυτό ισχύουν η εξής σχέσεις.

Η συνεχής συνιστώσα της τάσης εξόδου δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$V_{DC} = V_{r_{p-p}} / \pi \quad (1.2)$$

Ενώ η ενεργός τιμή της (για τριγωνικό κύμα):

$$V_r = V_{r_{p-p}} / 2\sqrt{3} \quad (1.3)$$

Εάν το κύκλωμα περιέχει και πυκνωτή εξομάλυνσης ο συντελεστής σταθεροποίησης δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\rho = \frac{V_r}{V_{DC}} \quad (1.4)$$

Ενώ θεωρητικά υπολογίζεται ως εξής:

$$\rho = \frac{1}{4\sqrt{3} \cdot f \cdot C \cdot R} \quad (1.5)$$

Διπλής ανόρθωσης με γέφυρα μαζί με πυκνωτή και δίοδο Zener:

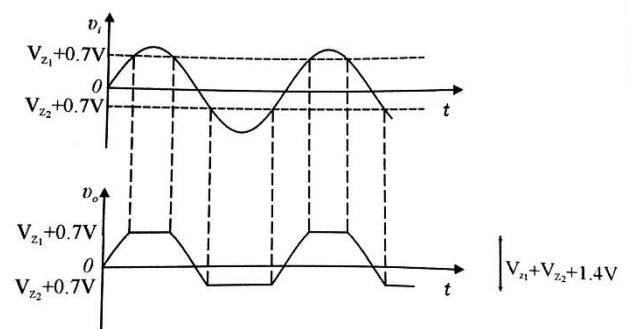
Ο συντελεστής σταθεροποίησης στην περίπτωση αυτή θα ισούται με:

$$\gamma = \frac{\Delta V_o}{\Delta E} \quad (1.7)$$

Κύκλωμα ψαλιδισμού Zener:

Στόχος του κυκλώματος αυτού είναι να περιοριστεί η τάση εξόδου σε μια τιμή. Συγκεκριμένα το κύκλωμα αυτό κόβει τιμές τάσης μεγαλύτερες από την τιμή $V_z + 0.7 \text{ V}$ κάτι που γίνεται εμφανές στην τάση εξόδου (Εικόνα 1.1 διάγραμμα V_o-t). Επιπλέον από την εικόνα αυτή προκύπτει και η παρακάτω σχέση για την τάση εξόδου:

$$V_o = V_{z1} + 0.7 + V_{z2} + 0.7 = V_{z1} + V_{z2} + 1.4 \quad (1.8)$$



Εικόνα 1.1: Διάγραμμα τάσης εισόδου V_i και τάσης εξόδου V_o κυκλώματος ψαλιδισμού.

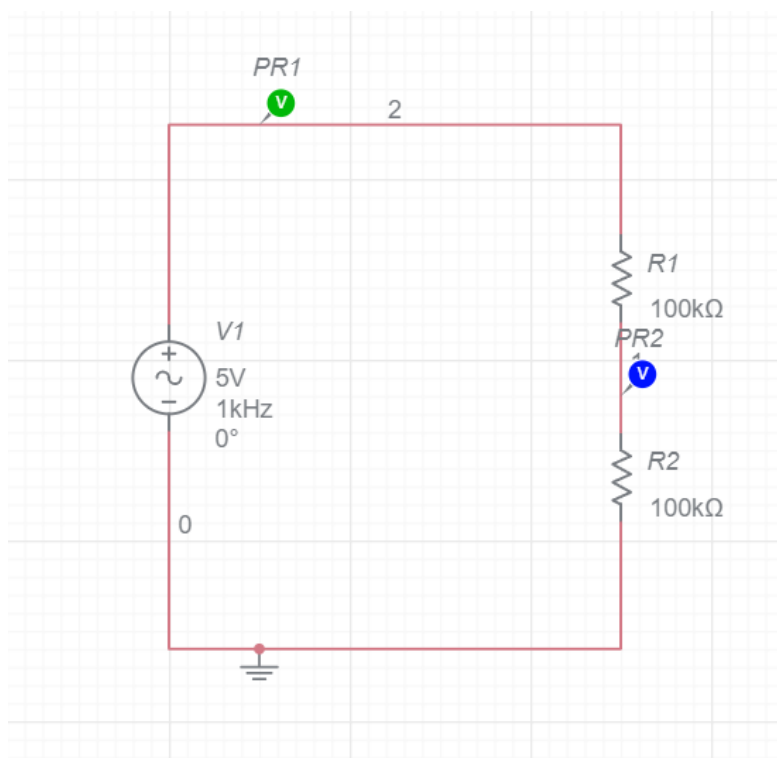
Πειραματικό μέρος:

Κύκλωμα 1: Διαιρέτης τάσης

Στο μέρος αυτό της εργαστηριακής άσκησης θα μελετήσουμε ένα κύκλωμα διαιρέτη τάσης. Για την δημιουργία του κυκλώματος και την υλοποίηση του πειράματος απαιτούνται τα εξής ηλεκτρονικά εξαρτήματα:

- Γεννήτρια ημιτονικού ρεύματος
- Παλμογράφος
- Πλακέτα διασύνδεσης (breadboard)
- 2 Αντιστάσεις $100\text{k}\Omega$

Η συνδεσμολογία του κυκλώματος αποτυπώνετε χαρακτηριστικά στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Συνδεσμολογία κυκλώματος διαιρέτη τάσης (Κύκλωμα 1).

Συγκεκριμένα, γίνετε η σύνδεση της AC πηγής τάσης με $V_{pp} = 10\text{ V}$ ($V_p = 5\text{ V}$) και συχνότητας $f = 1\text{ kHz}$ με τις δύο αντιστάσεις R_1 και R_2 όπως ακριβώς φαίνεται στην εικόνα 1. Επιπλέον, γίνετε και η τοποθέτηση των δύο καναλιών του παλμογράφου στο κύκλωμα, το πρώτο στην τάση εισόδου (πράσινη πινέζα PR1, εικόνα 2) και το δεύτερο στην τάση εξόδου (μπλε πινέζα PR2, εικόνα 2). Ξεκινώντας από τις παραπάνω τιμές τάσης και συχνότητας στην πηγή, πάμε και καταγράφουμε την τιμή της τάσης V_{pp} στην είσοδο και την έξοδο μέσω του παλμογράφου. Έπειτα επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία, κρατώντας σταθερή την τάση της πηγής αλλά αλλάζοντας την τιμή της συχνότητας, δίνοντάς της τις εξής τιμές (10 kHz, 100 kHz και 1000 kHz). Από τις πειραματικές μετρήσεις αυτές προέκυψε ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 1).

α/α	f (kHz)	V_i p-p (V)	V_{out} p-p (V)	V_{out} p-p θεωρ.	ϵ (%)
1	1	10.08	5.04	5.04	0.00
2	10	10.16	4.8	5.08	5.51
3	100	10.24	1.68	5.12	67.19
4	1000	9.6	0.32	4.8	93.33

Πίνακας 1: Πειραματικά
δεδομένα κυκλώματος
διαίρετη τάσης.

Σύμφωνα με την θεωρία και συγκεκριμένα μέσω της σχέσης (1) σε ένα κύκλωμα διαίρετη τάσης με αντιστάσεις R_1 και R_2 ίδιας τιμής η σχέση τάσης εξόδου παίρνει την τιμή:

$$(1) \xrightarrow{R_1=R_2} V_{out} = R_2 \cdot V_{in} / 2R_2 = V_{in} / 2$$

Αυτό σημαίνει πρακτικά ότι η τάση εξόδου θεωρητικά θα πρέπει να είναι η μισή της τάσης εισόδου, γι' αυτό και στη στήλη 4 του πίνακα 1 παρατηρούμε τις μισές τιμές τάσης από τη στήλη 2. Τέλος, μέσω της σχέσης (1.1) υπολογίζουμε και το σφάλμα ϵ για κάθε τιμή τάσης (Στήλη 5).

$$(1.1) \Rightarrow \% \text{ απόκλιση} = \frac{V_{out \text{ p-p θεωρ.}} - V_{out \text{ p-p (V)}}}{V_{out \text{ p-p θεωρ.}}} \cdot 100$$

Όπως εύκολα μπορεί να παρατηρήσει κανείς από τον πίνακα 1, όσο μεγαλώνει η τιμή της συχνότητας, τόσο μεγαλώνει και το σφάλμα ϵ . Αυτό οφείλεται κυρίως στη χωρητική αντίσταση του παλμογράφου, η οποία είναι παράλληλα συνδεδεμένη με την αντίσταση φορτίου R_2 και επηρεάζεται σημαντικά με την αύξηση της συχνότητας στην τάση εισόδου, αφού η τιμή της δίνεται από την παρακάτω σχέση:

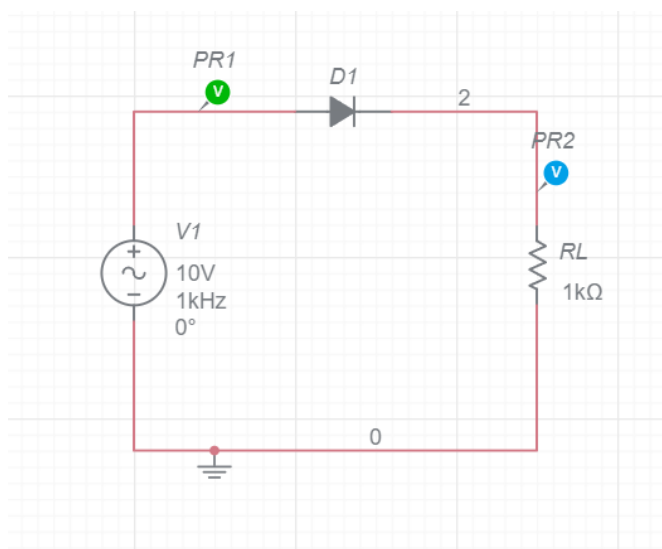
$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}, \quad \text{χωρική αντίσταση παλμογράφου.}$$

Κύκλωμα 2: Απλής ανόρθωσης

Στο 2^ο μέρος της εργαστηριακής άσκησης θα μελετήσουμε ένα κύκλωμα απλής ανόρθωσης. Για την δημιουργία του κυκλώματος και την υλοποίηση του πειράματος απαιτούνται τα εξής ηλεκτρονικά εξαρτήματα:

- Γεννήτρια ημιτονικού ρεύματος
- Παλμογράφος
- Πλακέτα διασύνδεσης (breadboard)
- 1 Αντίσταση 1k Ω
- Δίοδος απλή

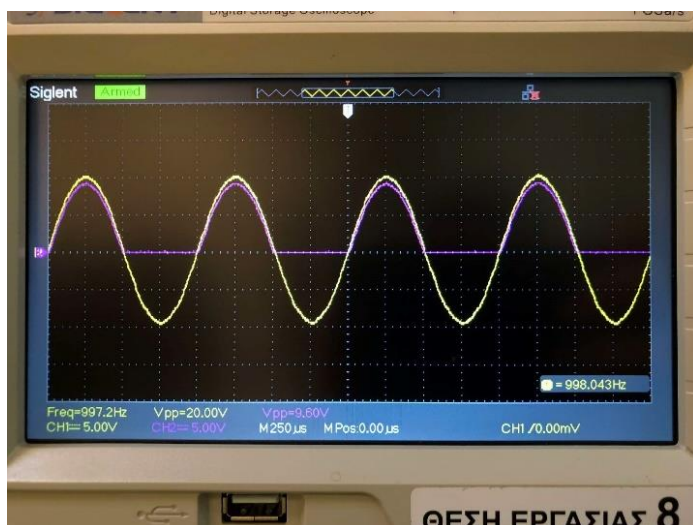
Η συνδεσμολογία του κυκλώματος αποτυπώνετε χαρακτηριστικά στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 3).



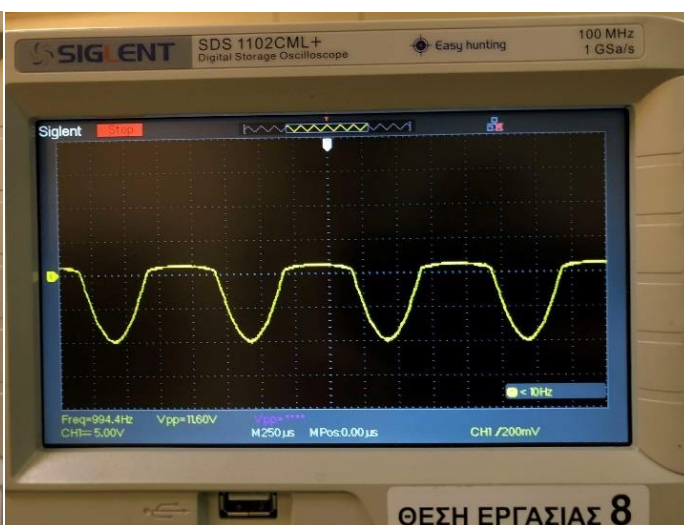
Εικόνα 3: Συνδεσμολογία κυκλώματος απλής ανόρθωσης (Κύκλωμα 2).

Συγκεκριμένα στο κύκλωμα αυτό γίνεται η σύνδεση της AC πηγής τάσης με την διόδο και την αντίσταση R_L όπως ακριβώς φαίνεται στην εικόνα 3, έπειτα γίνεται η σύνδεση του πρώτου καναλιού του παλμογράφου στην τάση εισόδου (πράσινη πινέζα PR1, εικόνα 3) και του δεύτερου στην αντίσταση φορτίου R_L (μπλε πινέζα PR2, εικόνα 3).

Το κύκλωμα αυτό γίνεται πρακτικά για να παρατηρήσουμε την επίδραση της απλής διόδου στην AC τάση εισόδου. Έχοντας λοιπόν δώσει στην τάση αυτή τιμή τάσης $V_{pp} = 20\text{ V}$ ($V_p = 10\text{ V}$ στο κύκλωμα της εικόνας) και συχνότητα $f = 1\text{ kHz}$ ανοίγουμε τον παλμογράφο και παρατηρούμε της κυματομορφές της τάσης εισόδου και εξόδου (Εικόνα 4). Έπειτα βγάζουμε τα δυο κανάλια και βάζουμε μόνο ένα κανάλι στα άκρα της διόδου ώστε να παρατηρήσουμε και την κυματομορφή της τάσης στα άκρα της (Εικόνα 5).



Εικόνα 4: Κυματομορφές τάσης εισόδου (κίτρινη) και τάσης εξόδου (μοβ).



Εικόνα 5: Κυματομορφή τάσης στα άκρα της διόδου.

Στην εικόνα 4 παρατηρούμε καταρχάς την τάση εισόδου (κίτρινη κυματομορφή) η οποία είναι ένα αναμενόμενο ημιτονικό κύμα και την τάση εξόδου (μωβ κυματομορφή) η οποία στην θετική πόλωση της τάσης εισόδου είναι η ίδια η τάση εισόδου με μια μικρή διαφορά που θα αναφερθεί παρακάτω, ενώ στα αρνητικά είναι 0 και αυτό διότι για αρνητικές τιμές τάσης και συγκεκριμένα για τάση $< 0.7V$, σύμφωνα με τη θεωρία, η δίοδος δεν άγει με αποτέλεσμα η τάση εξόδου να είναι 0. Το ίδιο μπορούμε να παρατηρήσουμε και στην εικόνα 5 όπου φαίνεται η τάση στα άκρα της δίοδου. Στην θετική πόλωση της τάσης εισόδου, η τάση στα άκρα είναι λίγο παραπάνω από το 0 και συγκεκριμένα $0.7V$ αφού άγει, ενώ στην αρνητική πόλωση φαίνεται η διατήρηση της τάσης εισόδου από τη δίοδο.

Επιπλέον θεωρητικά η τάση εξόδου θα ισούται με:

$$V_{out(p)} = V_{i(p)} - 0.7 = 10 - 0.7 = 9.3 V$$

κάτι που συμφωνεί με τα πειραματικά δεδομένα καθώς στην εικόνα 4 η τάση εξόδου ισούται με $V_{out(p)} = 9.6 V$ και η τιμή αυτή είναι πολύ κοντά στην θεωρητική. Ενώ η πολύ μικρή διαφορά των κυματομορφών που φαίνεται στην θετική πόλωση της τάσης εισόδου στην εικόνα 4 πρέπει σύμφωνα με την σχέση αυτή να ισούται με $0.7 V$ αφού:

$$V_{i(p)} - V_{out(p)} = 0.7 V$$

Ενώ αν βρούμε την διαφορά αυτή μέσω των πειραματικών τιμών :

$$V_{i(p)} - V_{out(p)} = \frac{20}{2} - 9.6 = 10 - 9.6 = 0.4 V$$

Η οποία δεν ισούται με 0.7 αλλά μπορούμε να θεωρήσουμε προσεγγιστικά ότι είναι κοντά στην τιμή αυτή.

Κύκλωμα 3: Διπλής ανόρθωσης με γέφυρα

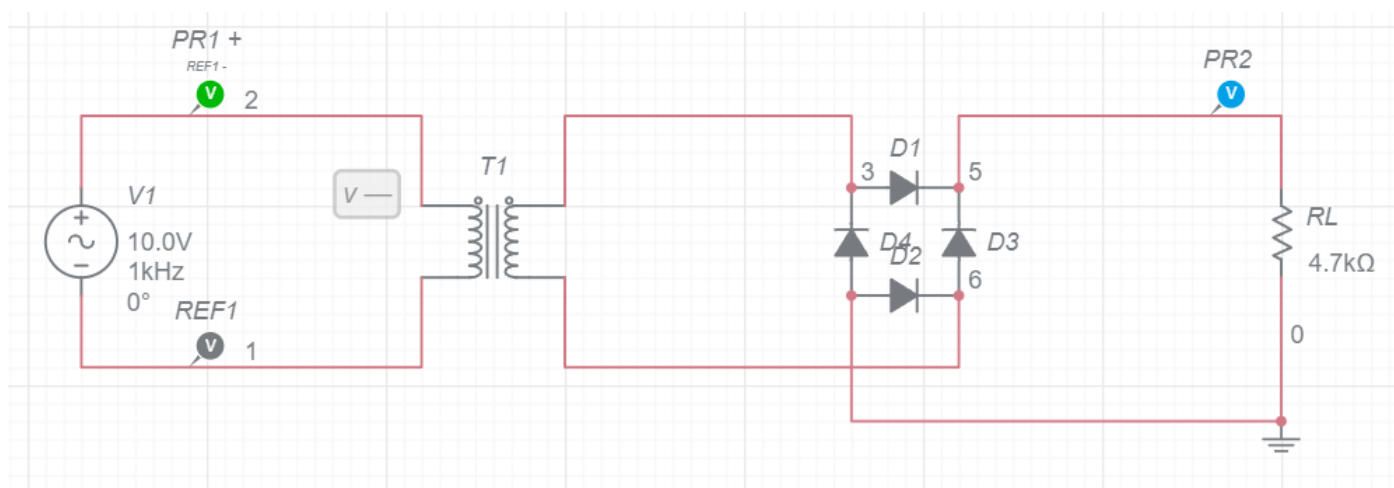
Στο 3^ο μέρος της εργαστηριακής άσκησης θα μελετήσουμε ένα κύκλωμα διπλής ανόρθωσης με γέφυρα. Η βασική λειτουργία του κυκλώματος αυτού είναι να ανορθώνει και τις δύο φάσεις της κυματομορφής του AC ρεύματος, παρέχοντας μια πιο σταθερή και πιο ομαλή τάση εξόδου σε σχέση με την απλή ανόρθωση. Για την δημιουργία του κυκλώματος και την υλοποίηση του πειράματος απαιτούνται τα εξής ηλεκτρονικά εξαρτήματα:

- Γεννήτρια ημιτονικού ρεύματος
- Παλμογράφος
- Πλακέτα διασύνδεσης (breadboard)
- 1 Αντίσταση $4.7 k\Omega$
- 4 Απλές δίοδους
- Μετασχηματιστή με πηνία 1:1
- Πυκνωτής χωρητικότητας $22 \mu F$

Στην πρώτη περίπτωση (μέρος α) θα εξετάσουμε ένα απλό κύκλωμα διπλής ανόρθωσης με γέφυρα όπου στην έξοδο θα έχουμε μόνο την αντίσταση φορτίου, ενώ στην δεύτερη περίπτωση (μέρος β) θα προσθέσουμε παράλληλα με την αντίσταση φορτίου και έναν πυκνωτή.

Α) Κύκλωμα 3α: Διπλή ανόρθωση με γέφυρα (μόνο με αντίσταση φορτίου στην έξοδο)

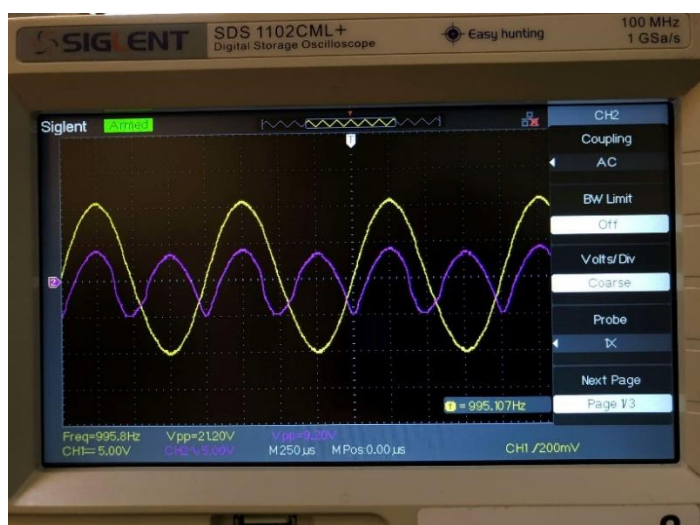
Η συνδεσμολογία του κυκλώματος αποτυπώνετε χαρακτηριστικά στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 6).



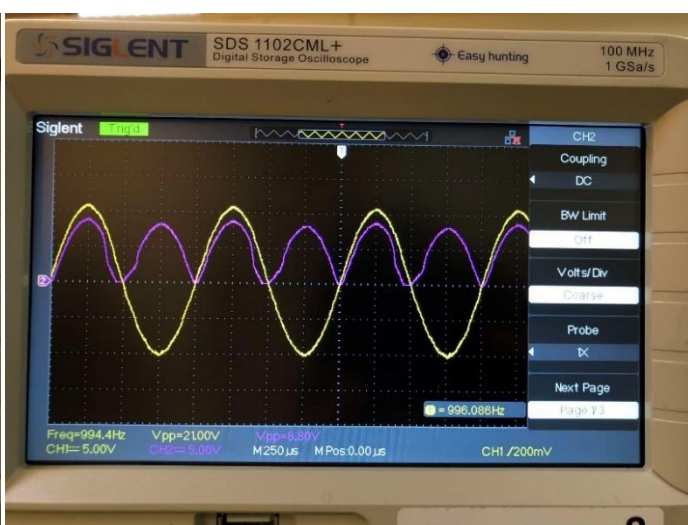
Εικόνα 6: Συνδεσμολογία κυκλώματος διπλής ανόρθωσης με γέφυρα (Κύκλωμα 3α).

Για την δημιουργία του κυκλώματος στο breadboard χρειάζεται καταρχάς να τοποθετήσουμε πάνω τον μετασχηματιστή, στα άκρα εισόδου του τοποθετούμε την AC πηγή ενώ τα άκρα εξόδου του τα συνδέουμε με την γέφυρα των διόδων, η οποία φαίνεται χαρακτηριστικά στην εικόνα 6, τέλος συνδέουμε την αντίσταση φορτιού στα άκρα της γέφυρας. Για να μπορέσουμε να κάνουμε την κατάλληλη μελέτη θα χρειαστεί να τοποθετήσουμε το κανάλι 1 του παλμογράφου στα άκρα της τάσης εισόδου ενώ το κανάλι 2 στα άκρα της R_L .

Ενεργοποιώντας τον παλμογράφο και έχοντας επιλέξει να μας εμφανίσει την AC τάση στο κανάλι της τάσης εξόδου παρατηρούμε της δυο παρακάτω κυματομορφές (Εικόνας 7). Έπειτα επιλέγουμε να μας εμφανίσει την DC τάση της τάσης εξόδου, η κυματομορφές που εμφανίζονται είναι αυτές της Εικόνας 8.



Εικόνα 7: Κυματομορφές τάσης εισόδου (κίτρινη) και **AC** τάσης εξόδου (μωβ).



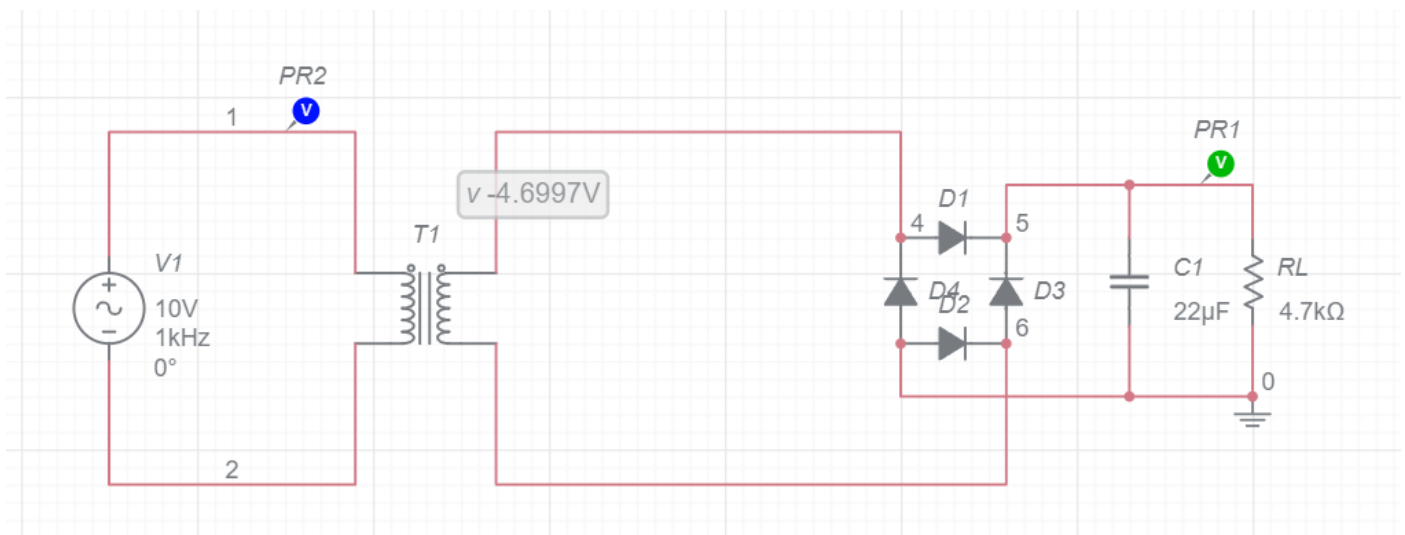
Εικόνα 8: Κυματομορφές τάσης εισόδου (κίτρινη) και **DC** τάσης εξόδου (μωβ).

Η κίτρινη κυματομορφή αντιπροσωπεύει την τάση εισόδου η οποία είναι ένα αναμενόμενο ημιτονικό κύμα ενώ η μοβ κυματομορφή αντιπροσωπεύει την τάση εξόδου. Καταρχάς παρατηρούμε ότι η κυματομορφή της τάσης εξόδου έχει μεγάλη κυμάτωση, αρά δεν μπορεί να χαρακτηριστεί συνεχής. Επιπλέον εάν συγκρίνουμε της δυο εικόνες (Εικόνα 7 και 8) μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η DC τάση εξόδου (Εικόνα 8, μοβ κυματομορφή) είναι λίγο πιο πάνω σε σχέση με την AC τάση εξόδου (Εικόνα 7, μοβ κυματομορφή), η διαφορά αυτή μπορεί να υπολογιστεί από την σχέση (1.2):

$$(1.2) \Rightarrow V_{DC} = \frac{V_{pp}}{\pi} = \frac{21.2}{\pi} = 6.75 \text{ V} \Rightarrow V_{DC} = 6.75 \text{ V}$$

Β) Κύκλωμα 3α: Διπλή ανόρθωση με γέφυρα (Με πυκνωτή εξομάλυνσης)

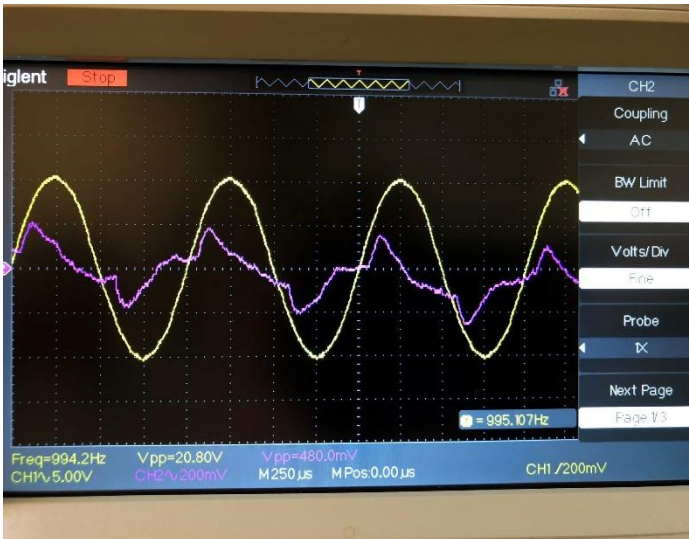
Η συνδεσμολογία του κυκλώματος αποτυπώνετε χαρακτηριστικά στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 9).



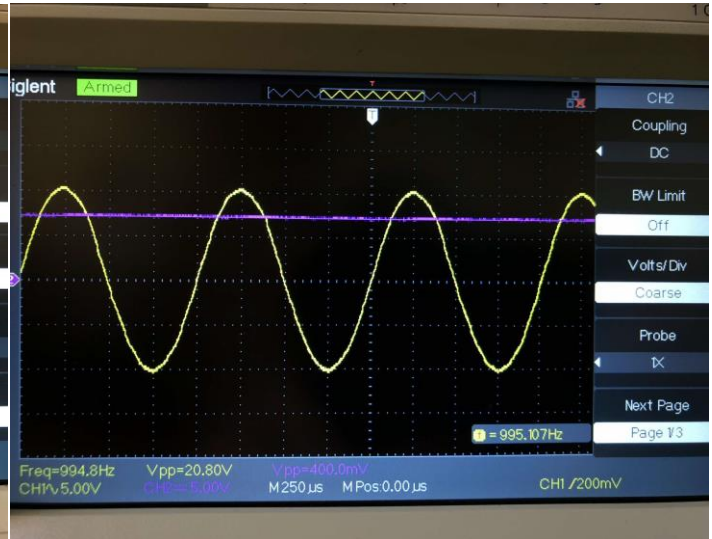
Εικόνα 9: Συνδεσμολογία κυκλώματος διπλής ανόρθωσης με γέφυρα (Κύκλωμα 3β).

Το κύκλωμα αυτό έχει παρόμοια συνδεσμολογία και τοποθέτηση των καναλιών του παλμογράφου με το προηγούμενο κύκλωμα 3α, η μονή διαφορά είναι η προσθήκη του πυκνωτή παράλληλα με την αντίσταση φορτίου όπως χαρακτηριστικά φαίνεται στην εικόνα 9.

Με τον ίδιο τρόπο επιλέγουμε στον παλμογράφο να μας εμφανίσει την AC τάση εξόδου και την DC, η κυματομορφές που εμφανίστηκαν και στην δυο περιπτώσεις παριστάνονται στις δυο παρακάτω εικόνες:



Εικόνα 10: Κυματομορφές τάσης εισόδου (κίτρινη) και **AC** τάσης εξόδου (μοβ).



Εικόνα 11: Κυματομορφές τάσης εισόδου (κίτρινη) και **DC** τάσης εξόδου (μοβ).

Στην πρώτη εικόνα (Εικόνα 10) παρατηρούμε την AC τάση εξόδου σε μεγέθυνση ώστε να μπορέσουμε να διακρίνουμε την κυμάτωση η οποία στην περίπτωση αυτή μπορεί να προσεγγιστεί με τριγωνικό κύμα. Αν παρατηρήσουμε την εικόνα 11 θα δούμε ότι η τάση εξόδου (μοβ κυματομορφή) δεν παρουσιάζει σχετική κυμάτωση και αυτή που παρουσιάζει είναι πολύ μικρού βαθμού γι' αυτό και μπορεί να θεωρηθεί συνεχής. Με την ίδια λογική η διαφορά της DC από την AC δίνεται από την σχέση (1.2):

$$(1.2) \Rightarrow V_{DC} = \frac{V_{pp}}{\pi} = \frac{20.8}{\pi} = 6.62 \text{ V} \Rightarrow \mathbf{V_{DC} = 6.62 \text{ V}}$$

Επιπλέον η ενεργός τιμή της τάσης εξόδου δίνεται από την σχέση (1.3) εφόσον την προσεγγίζουμε με τριγωνική κυματομορφή:

$$(1.3) \Rightarrow V_r = \frac{V_{r-p-p}}{2\sqrt{3}} = \frac{480 \text{ mV}}{2\sqrt{3}} = \frac{480 \text{ mV}}{2\sqrt{3}} = 138.7 \text{ mV} = 138.7 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$

Τέλος ο συντελεστής σταθεροποίησης που δίνεται από την σχέση (1.4) θα είναι ίσος με:

$$\rho = \frac{V_r}{V_{DC}} = \frac{138.7 \cdot 10^{-3}}{6.62} = 20.95 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \rho_{\pi} = \mathbf{20.95 \cdot 10^{-3}}$$

Ενώ θεωρητικά η τιμή αυτή υπολογίζεται από την σχέση (1.5):

$$\rho = \frac{1}{4\sqrt{3} \cdot f \cdot C \cdot R} = \frac{1}{4\sqrt{3} \cdot 10^3 \cdot 22 \cdot 10^{-6} \cdot 4.7 \cdot 10^3} = 1.39 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \mathbf{\rho_{\theta} = 1.39 \cdot 10^{-3}}$$

Η απόκλιση της πειραματικής τιμής από την θεωρητική θα δίνεται σύμφωνα με την σχέση (1.1):

$$\% \text{ απόκλιση} = \frac{1.39 \cdot 10^{-3} - 20.95 \cdot 10^{-3}}{1.39 \cdot 10^{-3}} \cdot 100 = -14 \%$$

Η απόκλιση αυτή, αν και δεν είναι τόσο μεγάλη, μπορεί να οφείλεται λόγω της μη σταθερής τάσης εξόδου, όπου αν παρατηρήσουμε την εικόνα 10, είναι εμφανές ότι η τάση αυτή παρουσιάζει ένα

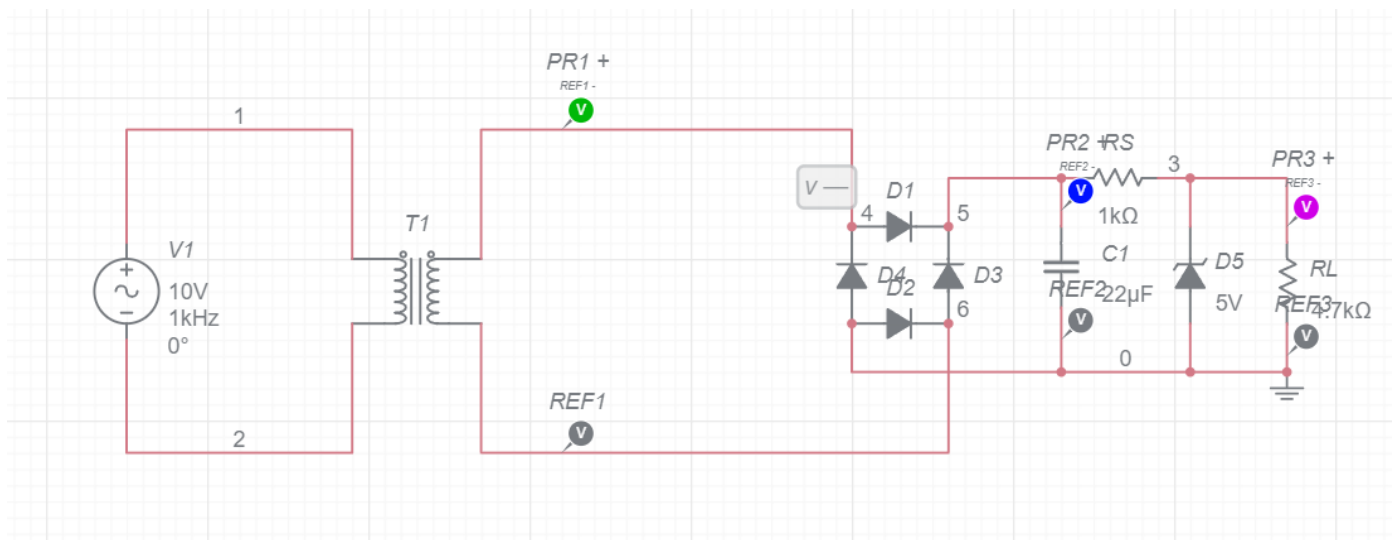
ανεπαίσθητο τρεμόπαιγμα. Το τρεμόπαιγμα αυτό μπορεί να επηρεάσει την τιμή της τάσης που εμφάνισε ο παλμογράφος, με αποτέλεσμα να επηρεαστεί και ο συντελεστής. Παρόλα αυτά, για την εργαστηριακή άσκηση αυτή μπορεί να θεωρηθεί ικανοποιητική.

Κύκλωμα 4: Διπλής ανόρθωσης με γέφυρα μαζί με πυκνωτή και δίοδο Zener

Στο 4^ο μέρος της εργαστηριακής άσκησης θα μελετήσουμε ένα κύκλωμα διπλής ανόρθωσης με γέφυρα μαζί με πυκνωτή και δίοδο Zener στην έξοδο. Για την δημιουργία του κυκλώματος και την υλοποίηση του πειράματος απαιτούνται τα εξής ηλεκτρονικά εξαρτήματα:

- Γεννήτρια ημιτονικού ρεύματος
- Παλμογράφος
- Πλακέτα διασύνδεσης (breadboard)
- 2 Αντίστασης 4.7 k Ω και 1 k Ω
- 4 Απλές διόδους
- Μετασχηματιστή με πηνία 1:1
- Πυκνωτής χωρητικότητας 22 μ F
- Δίοδος Zener με $V_z=3.3$ V

Η συνδεσμολογία του κυκλώματος αποτυπώνετε χαρακτηριστικά στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 12).



Εικόνα 12: Συνδεσμολογία κυκλώματος διπλής ανόρθωσης με γέφυρα μαζί με πυκνωτή και zener στην έξοδο (Κύκλωμα 4).

Στο κύκλωμα αυτό προσθέτουμε παράλληλα με τον πυκνωτή και μια δίοδο Zener και την αντίσταση $R_S=1\text{k}\Omega$ όπως ακριβώς φαίνεται στην εικόνα 12 και έπειτα πάμε και μετράμε μέσω του παλμογράφου την τάση AC και DC στον πυκνωτή και την τάση AC και DC στην αντίσταση φορτίου, τα δεδομένα αυτά παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 2):

	VDC (V)	VAC (mV)
Πυκνωτής	5.9	59.2
Αντίσταση φορτίου	2.8	10.32

Πίνακας 2: Πειραματικά δεδομένα
Vdc και Vac πυκνωτή και
αντιστάσεις φορτίου.

Σύμφωνα με την σχέση (1.7) ο συντελεστής σταθεροποίησης στην περίπτωση αυτή θα ισούται με:

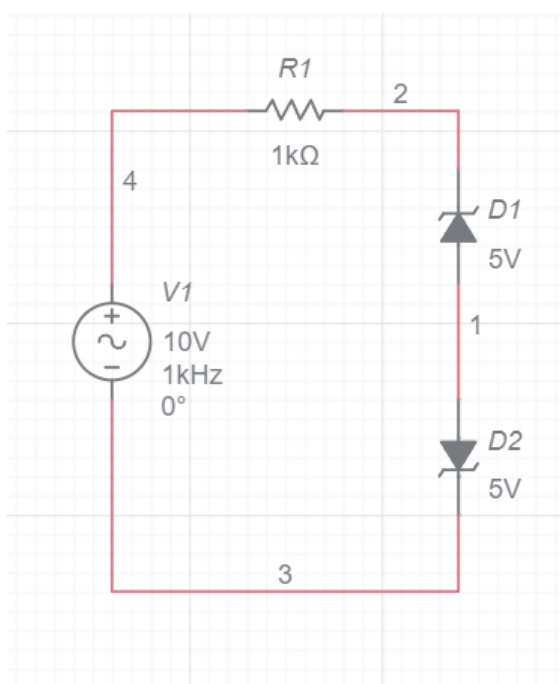
$$\gamma = \frac{\Delta V_o}{\Delta E} = \frac{59.2 \cdot 10^{-3} - 10.32 \cdot 10^{-3}}{5.9 - 2.8} = \frac{48.88 \cdot 10^{-3}}{3.1} = 15.7 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \gamma = 15.7 \cdot 10^{-3}$$

Κύκλωμα 5: Κύκλωμα ψαλιδισμού με Zener

Στο 5^ο μέρος της εργαστηριακής άσκησης θα μελετήσουμε ένα κύκλωμα ψαλιδισμού με Zener. Για την δημιουργία του κυκλώματος και την υλοποίηση του πειράματος απαιτούνται τα εξής ηλεκτρονικά εξαρτήματα:

- Γεννήτρια ημιτονικού ρεύματος
- Παλμογράφος
- Πλακέτα διασύνδεσης (breadboard)
- 1 Αντίσταση 1 kΩ
- 2 δίοδους zener

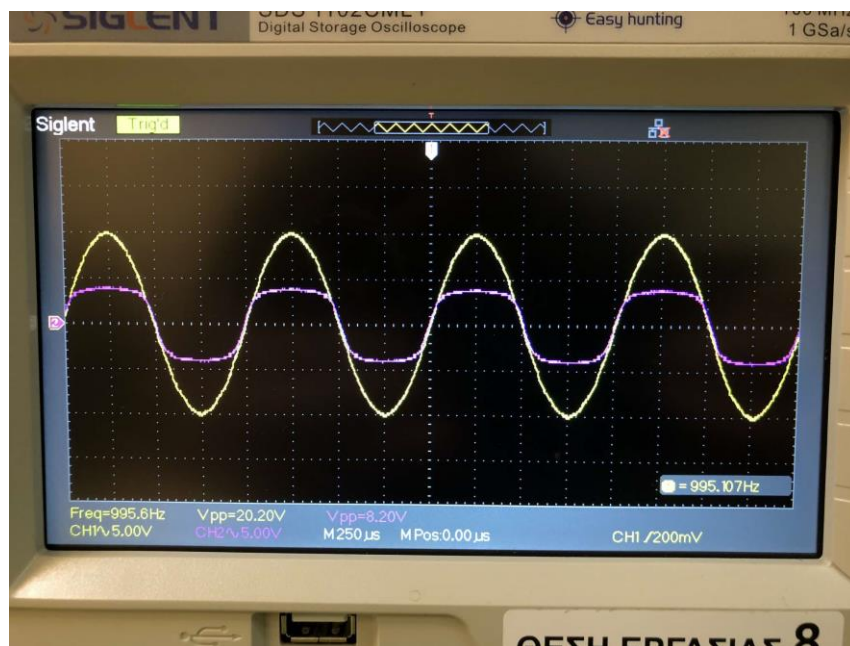
Η συνδεσμολογία του κυκλώματος αποτυπώνετε χαρακτηριστικά στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 13).



Εικόνα 13: Συνδεσμολογία
κυκλώματος ψαλιδισμού με
Zener (Κύκλωμα 5).

Το κύκλωμα αυτό είναι ένα απλό κύκλωμα στο οποίο έχουν συνδεθεί η πηγή τάσης με την αντίσταση R και οι δύο δίοδοι, με τη μία ορθά πολωμένη και την άλλη ανάστροφα πολωμένη.

Στο συγκεκριμένο πείραμα θα επιχειρήσουμε να υπολογίσουμε της διόδους Zener που βάλαμε στο κύκλωμα της οποίες και θεωρούμε αρχικά άγνωστες σε τιμή τάσης. Θα χρειαστεί λοιπόν να γίνει η τοποθέτηση του καναλιού 1 στα άκρα της AC πηγής τάσης, ενώ το κανάλι 2 στα άκρα της εξόδου, όπου η έξοδος είναι οι δύο zener μαζί. Ο ψαλιδισμός της τάσης εξόδου φαίνεται χαρακτηριστικά στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 14):



Εικόνα 14: Κυματομορφές τάσης εισόδου (κίτρινη) και τάσης εξόδου (μωβ) κυκλώματος ψαλιδισμού.

Σύμφωνα με την θεωρία εφόσον η κυματομορφή εξόδου είναι συμμετρική ως προς την τιμή τάσης και στην θετική αλλά και στην αρνητική πόλωση της αυτό σημαίνει ότι η δυο Zener έχουν ίδια τιμή, συγκεκριμένα θα πρέπει σύμφωνα με την σχέση (1.8) να ισχύει ότι:

$$V_{Z1} + V_{Z2} + 1.4 = 8.2 \Rightarrow 2V_{Z1} = 8.2 - 1.4 = 6.8 \Rightarrow V_{Z1} = V_{Z2} = \frac{6.8}{2} = 3.4 \text{ V}$$

$$\Rightarrow V_{Z1} = V_{Z2} = 3.4 \text{ V}$$