

# Εργαστήριο Ηλεκτρονικής

Αναφορά προσομοίωσης 5<sup>ης</sup> Άσκησης

**Ακαδημαϊκό έτος 2024 – 2025**

**(Χειμερινό Εξάμηνο 2024)**

**Ονοματεπώνυμο:** Κλαϊντι Τσάμη

### Περίληψη προσομοίωσης 5<sup>ης</sup> άσκησης:

Στην παρούσα αναφορά προσομοίωσης θα μελετηθεί ένα κύκλωμα τελεστικού ενισχυτή με πυκνωτή και δίοδο. Ειδικότερα, θα εξεταστούν οι κυματομορφές διαφόρων τάσεων του κυκλώματος, με σκοπό την πραγματοποίηση κατάλληλων μετρήσεων και την εξαγωγή σχετικών συμπερασμάτων.

Επιπλέον η συντομογραφία "TE" χρησιμοποιείται για να αναφέρεται στον όρο "Τελεστικός Ενισχυτής". Επομένως, σε κάθε σημείο της ανάλυσης όπου εμφανίζεται το "TE", αναφέρεται στον Τελεστικό Ενισχυτή.

### Κύκλωμα 1: Κύκλωμα τελεστικού ενισχυτή με πυκνωτή και δίοδο

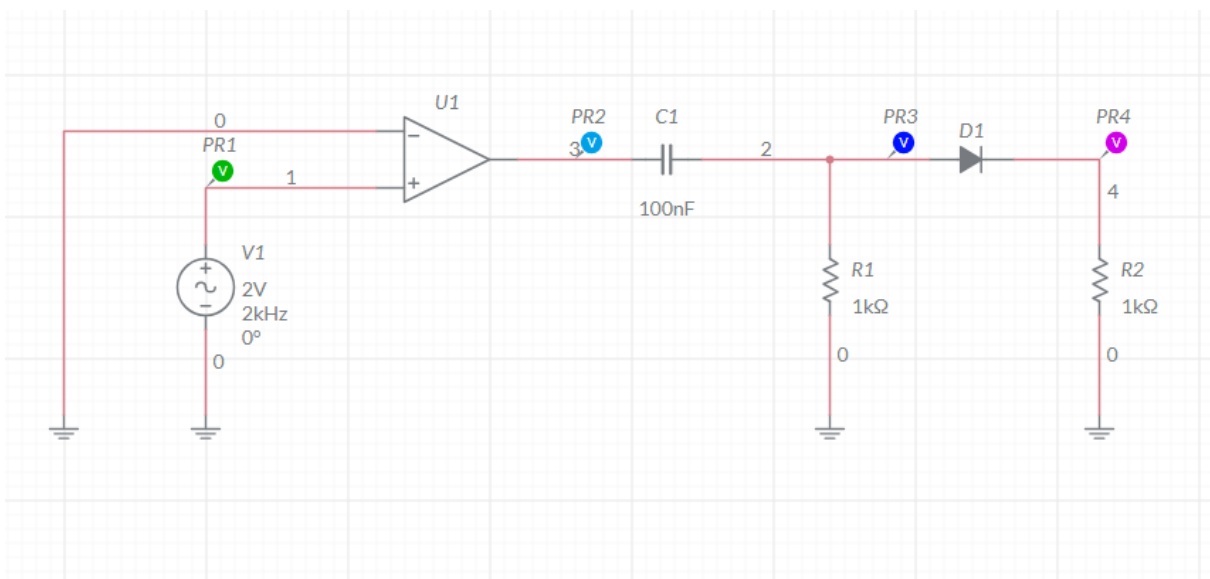
Διεύθυνση κυκλώματος:

<https://www.multisim.com/content/HiDrXAUSS2FiTgqwGckXCf/710/>

Για τον σχηματισμό του κυκλώματος αυτού απαιτούνται τα εξής ηλεκτρονικά στοιχεία:

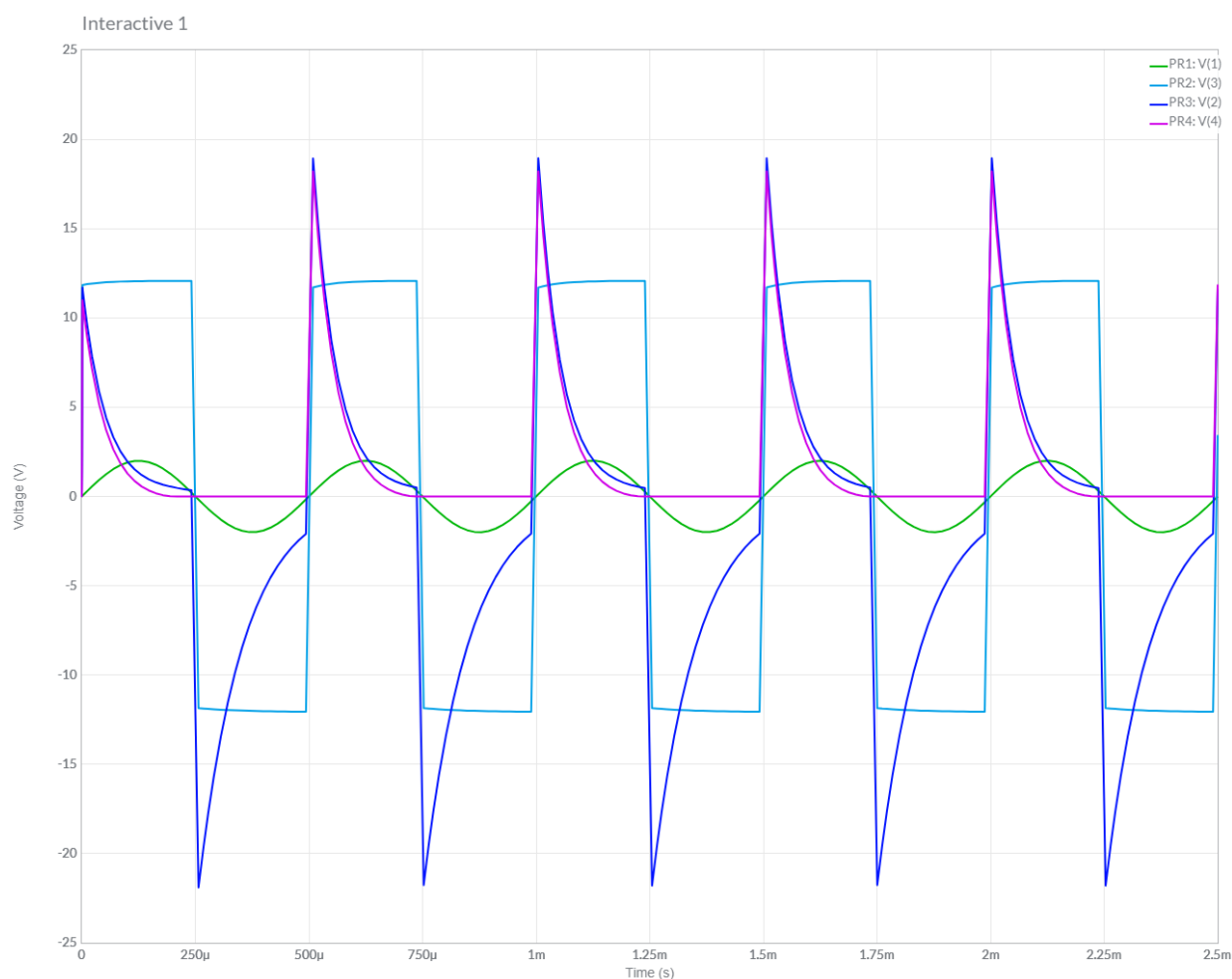
- AC ημιτονική τάση  $V_{pp} = 4\text{ V}$  και  $f = 2\text{ kHz}$
- Συνεχής πηγή τάσης  $12\text{ V}$  και  $5\text{ V}$
- 2 αντιστάσεις ( $2 \cdot 1\text{ k}\Omega$ )
- 1 τελεστικό ενισχυτή
- Πυκνωτής χωρητικότητας  $100\text{ nF}$
- 1 Δίοδος απλή

Η συνδεσμολογία του κυκλώματος αποτυπώνεται χαρακτηριστικά στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 1):



**Εικόνα 1:** Συνδεσμολογία κυκλώματος.

Έχοντας σχεδιάσει το παραπάνω κύκλωμα, τοποθετούμε πάνω κανάλια παρακολούθησης κυματομορφής. Συγκεκριμένα, για να γίνει σωστά η μελέτη του κυκλώματος, θα χρειαστεί να τοποθετήσουμε τα κανάλια στις εξής θέσεις: Στην AC τάση εισόδου (PR1, εικόνα 1), στην περιοχή ανάμεσα στην έξοδο του TE και τον πυκνωτή (PR2, εικόνα 1), πριν από τη δίοδο (PR3, εικόνα 1) και στην περιοχή ανάμεσα στη δίοδο και την αντίσταση R2 (PR4, εικόνα 1). Οι κυματομορφές και των τεσσάρων αυτών περιοχών αποτυπώνονται στο παρακάτω κοινό διάγραμμα (Εικόνα 2):



**Εικόνα 2:** Κυματομορφές και των τεσσάρων περιοχών ( **πράσινη**: AC τάση εισόδου, **γαλάζια**: περιοχή ανάμεσα της εξόδου του TE και του πυκνωτή, **μπλε**: πριν από την δίοδο και **μωβ**: περιοχή ανάμεσα στην δίοδο και την αντίσταση R2 ).

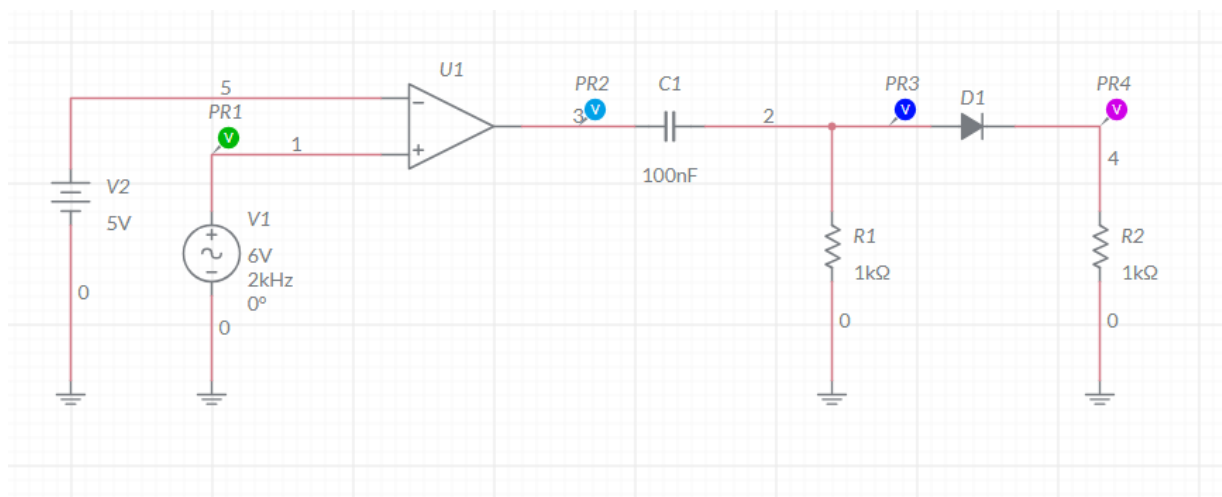
Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε καταρχάς την κυματομορφή της τάσης εισόδου (πράσινη κυματομορφή), η οποία είναι ένα αναμενόμενο ημιτονικό κύμα.

Επιπλέον, παρατηρούμε και την κυματομορφή της τάσης εξόδου του TE (γαλάζια κυματομορφή). Η κυματομορφή αυτή είναι ένας τετραγωνικός παλμός, ο οποίος ακολουθεί τη φάση της ημιτονικής τάσης εισόδου, ενώ παίρνει τιμές περίπου ίσες με +12 και -12. Αυτό συμβαίνει κυρίως διότι ο τελεστικός ενισχυτής λειτουργεί εδώ ως συγκριτής, χωρίς ανατροφοδότηση, με αποτέλεσμα να

εισέρχεται σε κατάσταση κορεσμού. Εφόσον δεν υπάρχει ανατροφοδότηση, ο ενισχυτής ουσιαστικά λειτουργεί σαν συγκριτής τάσης. Κάθε φορά που το ημιτονικό σήμα στην είσοδο υπερβαίνει το μηδέν, η έξοδος του τελεστικού ενισχυτή φτάνει στη μέγιστη θετική DC τάση εξόδου (+12 V). Όταν το σήμα πέφτει κάτω από το μηδέν, η έξοδος φτάνει στη μέγιστη αρνητική DC τάση εξόδου (-12 V).

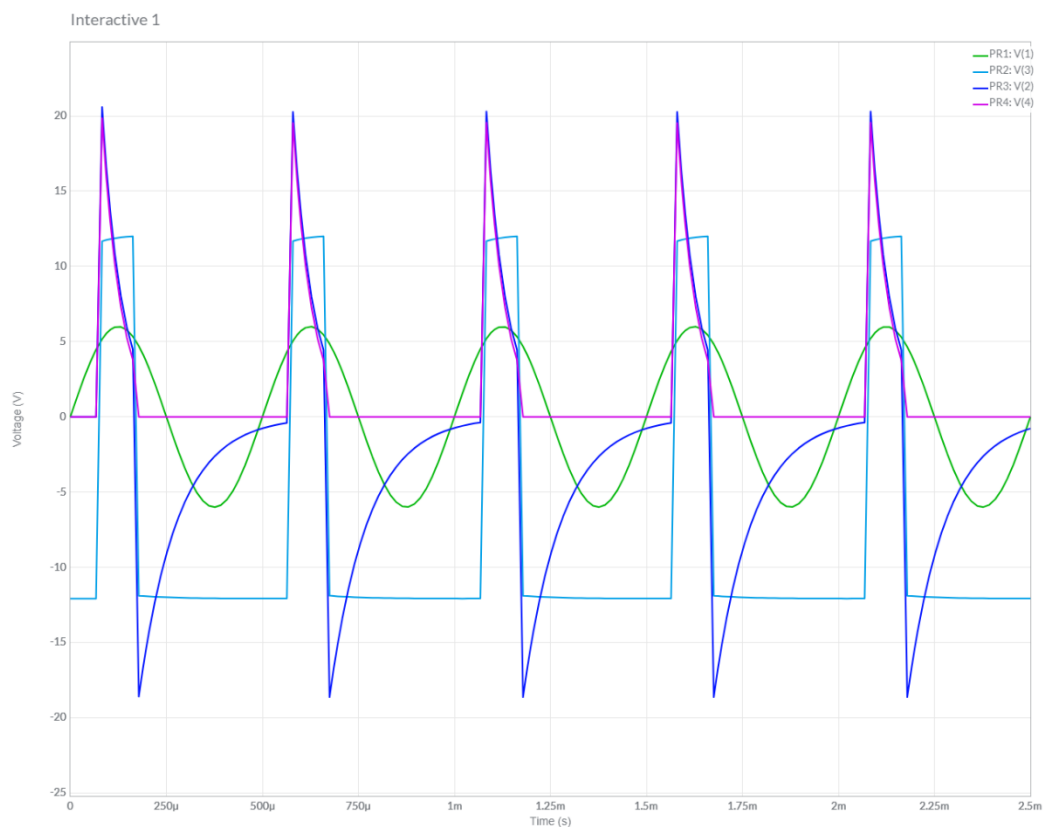
Στο διάγραμμα αυτό παρατηρούμε, επίσης, την κυματομορφή της τάσης πριν από τη δίοδο (μπλε κυματομορφή). Η τάση αυτή παρουσιάζει το συγκεκριμένο σχήμα λόγω της φόρτισης και εκφόρτισης του πυκνωτή. Τέλος η μοβ κυματομορφή αντιπροσωπεύει την έξοδο του κυκλώματος. Στη θετική πόλωση της τάσης εισόδου, η μοβ κυματομορφή έχει παρόμοιο σχήμα με την μπλε κυματομορφή, αλλά με ελαφρώς χαμηλότερη τιμή, λόγω της πτώσης τάσης στη δίοδο (0.7 V). Αντίθετα, στην αρνητική πόλωση της εισόδου η έξοδος είναι μηδενική, καθώς η δίοδος δεν επιτρέπει τη ροή ρεύματος όταν η τάση είναι κάτω από το κατώφλι των 0.7 V.

Για να γίνει πολύ καλύτερα η μελέτη του παραπάνω κυκλώματος θα προσθέσουμε στην αναστρέφουσα είσοδο του ΤΕ τάση DC +5V και θα αλλάξουμε το πλάτος της AC τάσης εισόδου σε 6V, συγκεκριμένα το κύκλωμα θα μετασχηματιστεί στο παρακάτω (Εικόνα 3):



**Εικόνα 3:** Συνδεσμολογία κυκλώματος δεύτερου μέρους.

Με τον ίδιο ακριβώς τρόπο παρουσιάζονται οι κυματομορφές των τεσσάρων περιοχών που μελετήθηκαν και στο αρχικό κύκλωμα. Συγκεκριμένα, οι κυματομορφές του δεύτερου κυκλώματος αποτυπώνονται χαρακτηριστικά στο κοινό διάγραμμα που ακολουθεί (Εικόνα 4):



**Εικόνα 4:** Κυματομορφές τάσεων κυκλώματος δευτέρου μέρους.

Εκτός από την αναμενόμενη αύξηση της τάσης εισόδου (πράσινη κυματομορφή) λόγω της ρύθμισής της, παρατηρούμε δύο επιπλέον φαινόμενα: Πρώτον, η γαλάζια τετραγωνική κυματομορφή στην θετική πόλωση της τάσης εισόδου, διατηρεί την τιμή των +12 V για μικρότερο χρονικό διάστημα. Δεύτερον, βλέπουμε ότι ο πυκνωτής δεν προλαβαίνει να φορτιστεί πλήρως κατά τη θετική πόλωση (μπλε κυματομορφή), με αποτέλεσμα η μωβ κυματομορφή στην έξοδο να έχει μικρότερη χρονική διάρκεια.