

# Εργαστήριο Ηλεκτρονικής

Αναφορά προσομοίωσης 3<sup>ης</sup> Άσκησης

**Ακαδημαϊκό έτος 2024 – 2025**

**(Χειμερινό Εξάμηνο 2024)**

**Ονοματεπώνυμο:** Κλαϊντι Τσάμη

### Περίληψη προσομοίωσης 3<sup>ης</sup> άσκησης:

Στην παρούσα αναφορά προσομοίωσης θα μελετήσουμε δύο κυκλώματα ενισχυτών τάσης. Στο πρώτο μέρος θα εξεταστεί ένα κύκλωμα ενισχυτή τάσης κοινού εκπομπού, ενώ στο δεύτερο μέρος θα αναλύσουμε ένα κύκλωμα ενισχυτή τάσης με φορτίο. Και στις δύο περιπτώσεις, θα διερευνήσουμε τις κυματομορφές της τάσης εισόδου και εξόδου, προβαίνοντας στις κατάλληλες μετρήσεις και παρατηρήσεις.

### Κύκλωμα 1: Κύκλωμα ενισχυτή τάσης κοινού εκπομπού

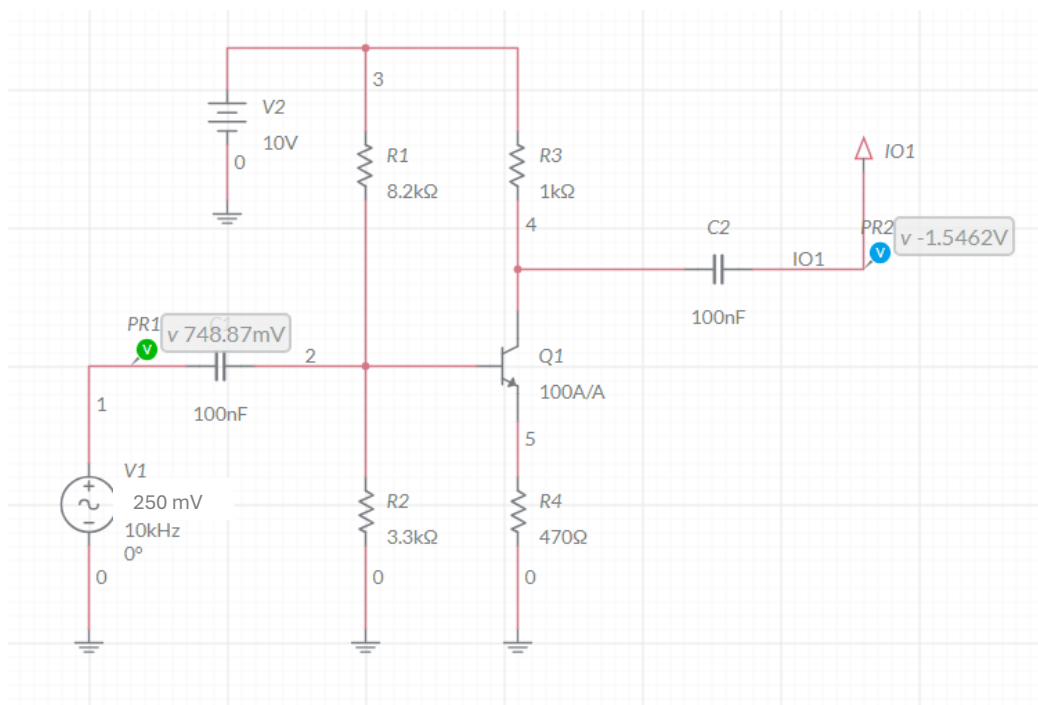
Διεύθυνση κυκλώματος:

<https://www.multisim.com/content/FJdmBVLalWGE2H3A6QhQP6/circuit/>

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

- AC τάση  $V_{pp} = 500 \text{ mV}$  και  $f = 10 \text{ kHz}$
- 4 αντιστάσεις ( $8.2 \text{ k}\Omega$ ,  $1 \text{ k}\Omega$ ,  $3.3 \text{ k}\Omega$  και  $470 \Omega$ )
- 1 transistor NPN
- Πηγή συνεχούς τάσης  $10 \text{ V}$

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

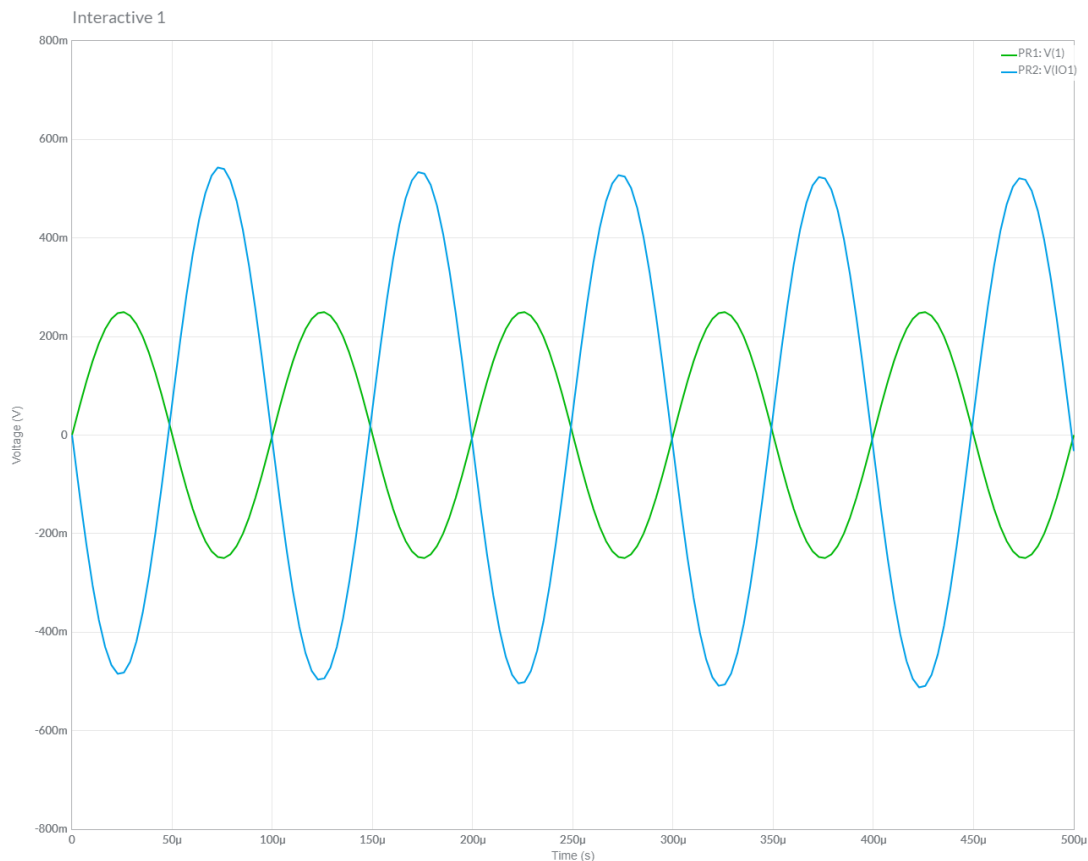


**Εικόνα 1:** Συνδεσμολογία κυκλώματος ενισχυτή τάσης κοινού εκπομπού.

Στο κύκλωμα αυτό θα μελετήσουμε την τάση εισόδου και εξόδου και θα επιχειρήσουμε να υπολογίσουμε την ενίσχυση τάσης. Στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 1) απεικονίζεται η ημιτονική τάση εισόδου του κυκλώματος (πράσινη κυματομορφή) και η τάση εξόδου (μπλε κυματομορφή), η οποία είναι ενισχυμένη σε σχέση με την τάση εισόδου, κάτι που φυσικά περιμέναμε, καθώς αυτή είναι η λειτουργία του κυκλώματος. Επιπλέον, παρατηρούμε ότι είναι και αντεστραμμένη. Αυτό εξηγείται από την παρακάτω σχέση, η οποία αποδεικνύεται θεωρητικά και δίνει την τιμή της τάσης εξόδου:

$$V_o = V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C \quad (1)$$

Συγκεκριμένα, καθώς αυξάνουμε το ρεύμα εισόδου, αυξάνεται πολύ περισσότερο το ρεύμα στον συλλέκτη, και το ίδιο και η πτώση τάσης στα άκρα της RCR\_CRC, με αποτέλεσμα ο όρος  $I_C R_C$  να αυξάνεται και τελικά η τάση εξόδου να μειώνεται, σύμφωνα με τη σχέση (1). Γι' αυτό παρατηρούμε την τάση εξόδου αντεστραμμένη σε σχέση με την τάση εισόδου.



**Εικόνα 2:** Διάγραμμα  
κυματομορφών τάσης εισόδου  
(πράσινη) και τάσης εξόδου (μπλε).

Επιπλέον σύμφωνα με την θεωρία η ενίσχυση τάσης υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$A_v = \frac{U_o}{U_i} = \frac{-i_c R_o}{i_b R_i} = \frac{\beta i_b R_C}{i_b \beta R_E} = \frac{R_C}{R_E} = \frac{1 \cdot 10^3}{470} \simeq 0.02 \cdot 10^2 = 2 \Rightarrow A_v = 2$$

## Κύκλωμα 2: Κύκλωμα ενισχυτή τάσης κοινού εκπομπού με φορτίο

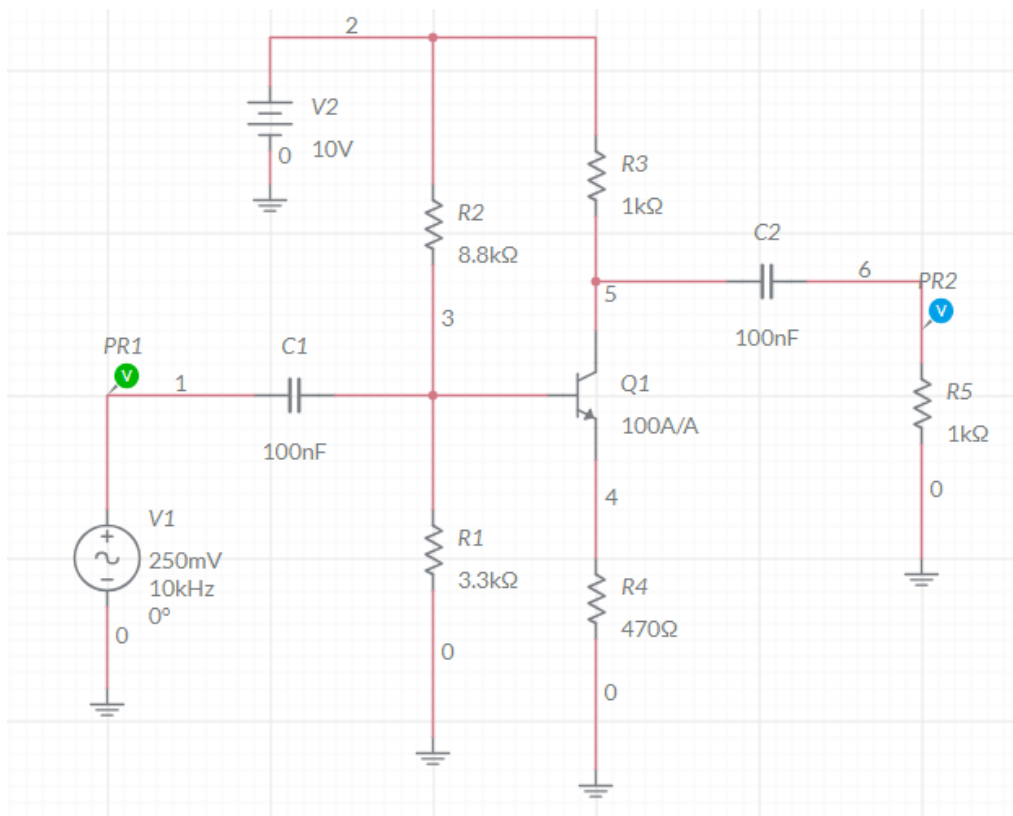
Διεύθυνση κυκλώματος:

<https://www.multisim.com/content/GTHRdz25hAQ6SA9gFqssC2/circuit/>

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

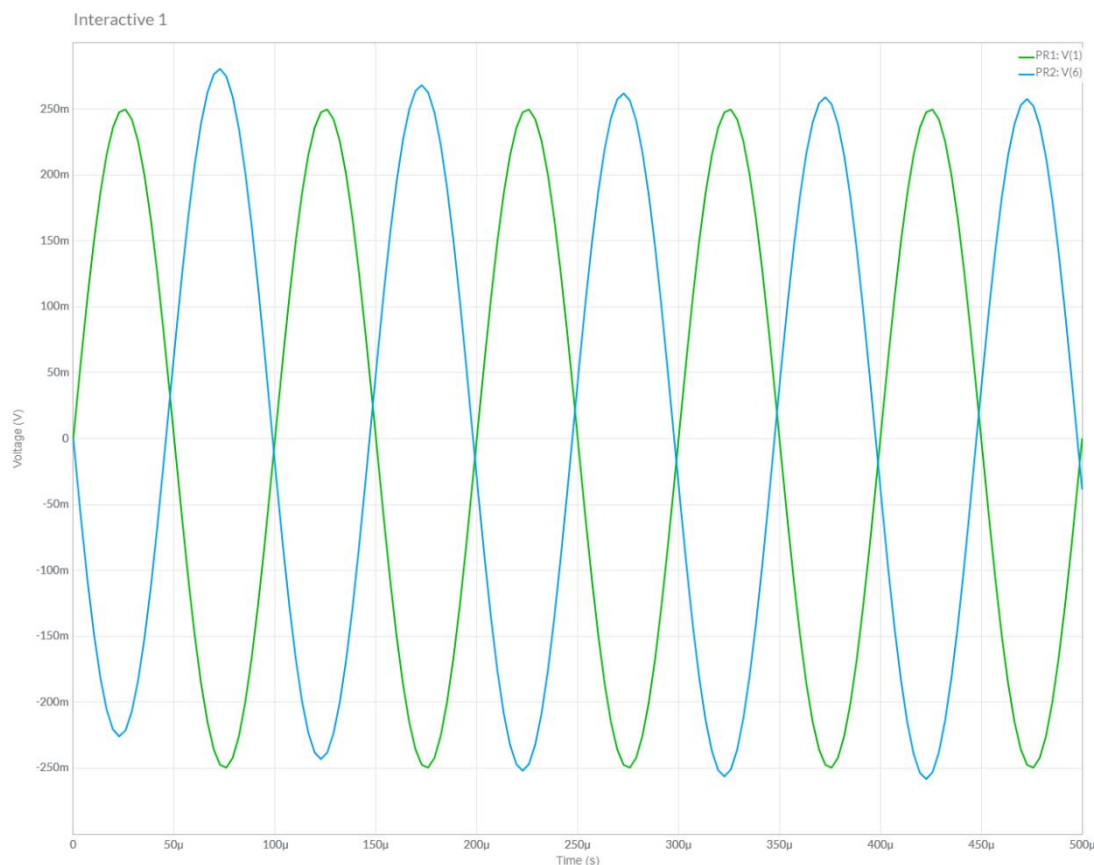
- AC τάση  $V_{pp} = 500 \text{ mV}$  και  $f = 10 \text{ kHz}$
- 5 αντιστάσεις ( $8.2 \text{ k}\Omega$ ,  $2 \cdot 1 \text{ k}\Omega$ ,  $3.3 \text{ k}\Omega$  και  $470 \Omega$ )
- 1 transistor NPN
- Πηγή συνεχούς τάσης  $10 \text{ V}$
- Πυκνωτής χωρητικότητας  $100 \text{ nF}$

Η συνδεσμολογία του κυκλώματος αποτυπώνεται χαρακτηριστικά στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 2):



**Εικόνα 2:** Συνδεσμολογία κυκλώματος ενισχυτή τάσης κοινού εκπομπού με φορτίο.

Το κύκλωμα αυτό είναι ακριβώς το ίδιο με το κύκλωμα του πρώτου μέρους, με τη μόνη διαφορά ότι έχουμε προσθέσει μια αντίσταση φορτίου στην έξοδο. Στην περίπτωση αυτή, οι κυματομορφές της τάσης εισόδου και εξόδου αποτυπώνονται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 3):



**Εικόνα 3:** Διάγραμμα  
κυματομορφών τάσης εισόδου  
(πράσινη) και τάσης εξόδου (μπλε).

Στην περίπτωση αυτή παρατηρούμε ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα, με τη μόνη διαφορά τη φανερή μείωση της τάσης εξόδου. Δηλαδή, μπορούμε να πούμε ότι μειώθηκε η ικανότητα ενίσχυσης του κυκλώματος μετά την προσθήκη της αντίστασης φορτίου. Αυτό μπορούμε να το καταλάβουμε και από την τιμή της ενίσχυσης τάσης, η οποία στην περίπτωση αυτή, σύμφωνα με τη θεωρία, θα είναι:

$$A_v = \frac{U_o}{U_i} = \frac{R_C // R_L}{R_E} = \frac{5 \cdot 10^2}{470} \approx 0.1 \cdot 10 = 1 \Rightarrow A_v \approx 1$$

Όπου:

$$R_C // R_L = \frac{R_C R_L}{R_C + R_L} = \frac{10^3 \cdot 10^3}{10^3 + 10^3} = \frac{10^3 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^3} = 0.5 \cdot 10^3 = 5 \cdot 10^2$$

Η μείωση της ενίσχυσης τάσης οφείλεται στο γεγονός ότι ο παράλληλος συνδυασμός  $R_C // R_L$  εξαρτάται δραστικά από την αντίσταση φορτίου. Στην πραγματική λειτουργία, το κύκλωμα αυτό προορίζεται συνήθως για την ενίσχυση κάποιας ηχητικής κυματομορφής, και στην έξοδο προστίθεται ένα μεγάφωνο, το οποίο έχει συνήθως αντίσταση από 8 έως 16 Ω. Συμπερασματικά, το κύκλωμα αυτό με την συγκεκριμένη συνδεσμολογία δεν λειτουργεί σωστά και θα πρέπει να τροποποιηθεί ώστε να χρησιμοποιηθεί ως ενισχυτής.