

ΨΣ014 – Ηλεκτρονική

9: Ενισχυτές με διπολικά τρανζίστορ

Γιάννης Λιαπέρδος

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Σχολή Οικονομίας και Τεχνολογίας
Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων

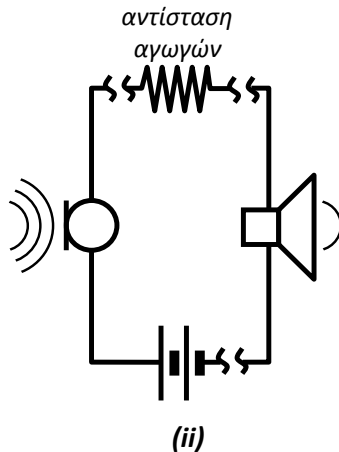
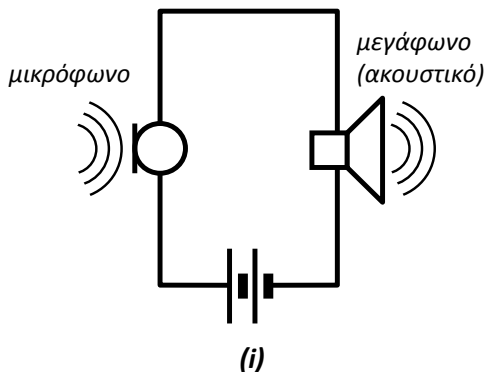


Περιεχόμενα

- 1 Ιστορικά Στοιχεία
- 2 Ανάλυση Ενισχυτή Κοινού Εκπομπού με Διπλή Τροφοδοσία
- 3 Ανάλυση Ενισχυτή Κοινού Εκπομπού με Απλή Τροφοδοσία
- 4 Ασκήσεις

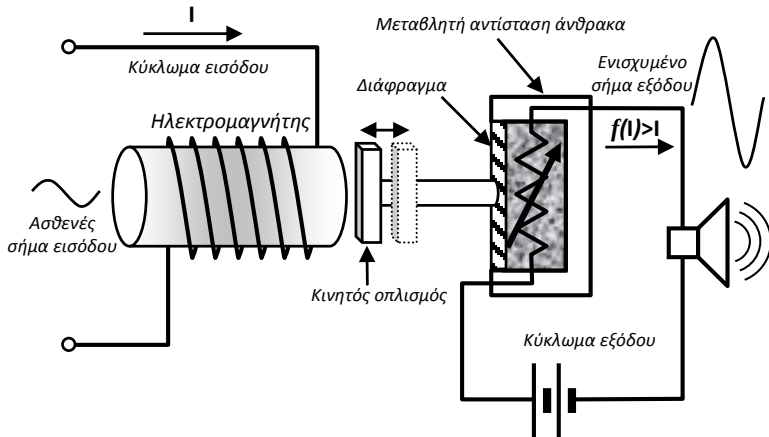
Η ανάγκη ενίσχυσης του σήματος

- Απλό κύκλωμα “τηλεφώνου” και η ανάγκη ενίσχυσης



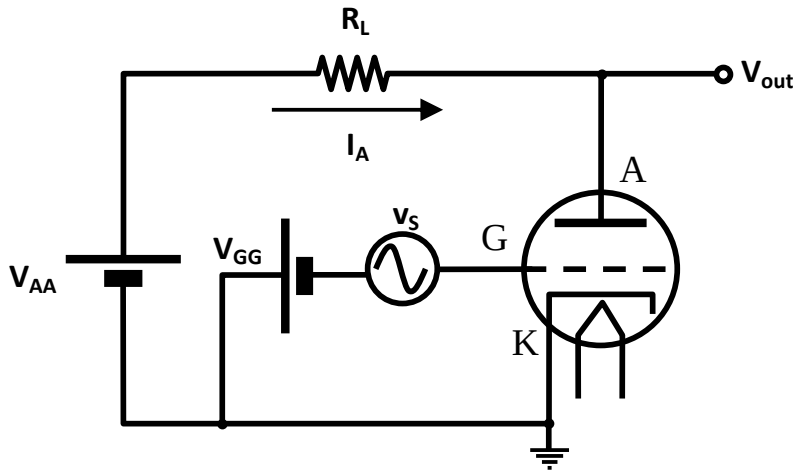
Πρώτες μορφές ενισχυτών

- Ηλεκτρομηχανικός ενισχυτής με μεταβλητή αντίσταση άνθρακα



Πρώτες μορφές ενισχυτών

- Απλό κύκλωμα ενίσχυσης με τριοδο ηλεκτρονική λυχνία

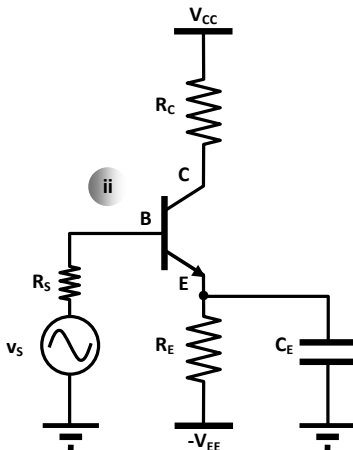
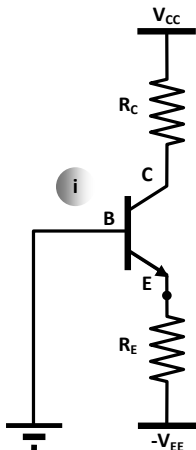


Περιεχόμενα

- 1 Ιστορικά Στοιχεία
- 2 **Ανάλυση Ενισχυτή Κοινού Εκπομπού με Διπλή Τροφοδοσία**
- 3 Ανάλυση Ενισχυτή Κοινού Εκπομπού με Απλή Τροφοδοσία
- 4 Ασκήσεις

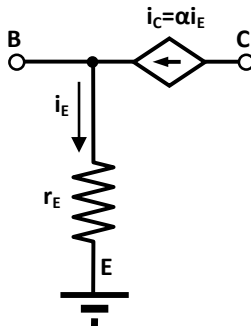
Ενισχυτής κοινού εκπομπού

- Κύκλωμα ενισχυτή κοινού εκπομπού με διπλή τροφοδοσία



Ανάλυση ενισχυτή κοινού εκπομπού

- Ισοδύναμο κύκλωμα διπολικού τρανζίστορ με r παραμέτρους

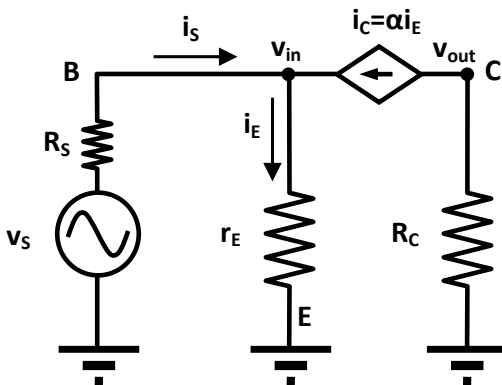


$$(r_E \text{ η δυναμική αντίσταση του εκπομπού: } r_E = \frac{\partial V_{BE}}{\partial I_E} = \frac{V_\theta}{I_{EQ}} = \frac{25\text{mV}}{I_{EQ}})$$



Ανάλυση ενισχυτή κοινού εκπομπού

- Ισοδύναμο κύκλωμα μικρού σήματος, με r παραμέτρους, ενισχυτή κοινού εκπομπού με διπλή τροφοδοσία



Ανάλυση ενισχυτή κοινού εκπομπού

- Αντίσταση Εισόδου

$$R_{in} = \frac{r_E}{1 - \alpha} = r_E(\beta + 1)$$



Ανάλυση ενισχυτή κοινού εκπομπού

- Απολαβή Τάσης

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -\alpha \frac{R_C}{r_E}$$



Ανάλυση ενισχυτή κοινού εκπομπού

- Απολαβή Τάσης

Αν λάβουμε υπόψη μας ότι:

$$g_m = \frac{\partial I_C}{\partial V_{BE}} = \frac{\partial I_C}{\partial I_E} \frac{\partial I_E}{\partial V_{BE}} = \alpha \left(\frac{\partial V_{BE}}{\partial I_E} \right)^{-1} = \frac{\alpha}{r_E}$$

έχουμε ισοδύναμα:

$$A_v = -g_m R_C$$



Ανάλυση ενισχυτή κοινού εκπομπού

- Αντίσταση Εξόδου

Δεδομένης της ιδανικής πηγής ρεύματος στο κύκλωμα εξόδου, είναι φανερό πως η αντίσταση εξόδου του ενισχυτή θα είναι άπειρη. (Θυμίζουμε πως η [εσωτερική] αντίσταση μιας ιδανικής πηγής ρεύματος είναι άπειρη). Προφανώς η χρήση ενός πιο σύνθετου (και άρα ακριβέστερου) ισοδύναμου κυκλώματος για το διπολικό τρανζίστορ θα έδινε μια μεγάλη (αλλά όχι άπειρη) τιμή για την αντίσταση εξόδου του ενισχυτή.



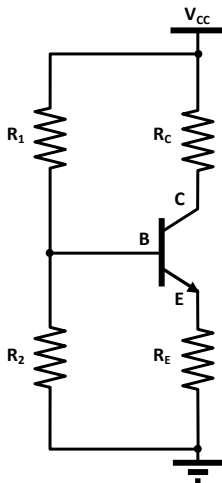
Περιεχόμενα

- 1 Ιστορικά Στοιχεία
- 2 Ανάλυση Ενισχυτή Κοινού Εκπομπού με Διπλή Τροφοδοσία
- 3 Ανάλυση Ενισχυτή Κοινού Εκπομπού με Απλή Τροφοδοσία
- 4 Ασκήσεις



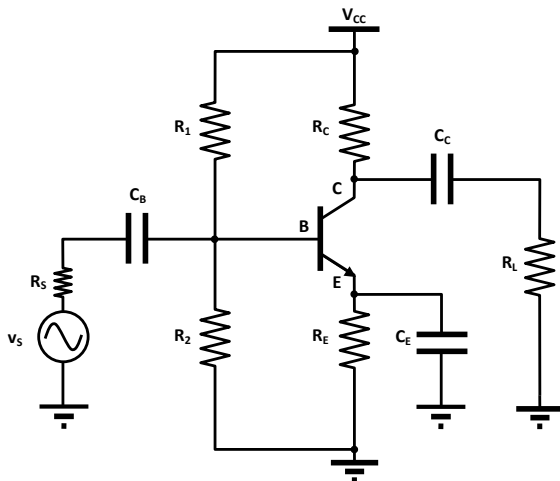
Ενισχυτής κοινού εκπομπού

- Κύκλωμα ενισχυτή κοινού εκπομπού με απλή τροφοδοσία (Δικτυώματα πόλωσης)



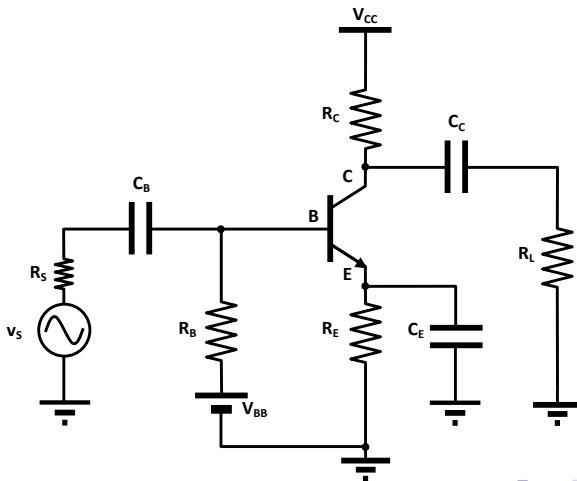
Ενισχυτής κοινού εκπομπού

- Κύκλωμα ενισχυτή κοινού εκπομπού με απλή τροφοδοσία (πλήρες)



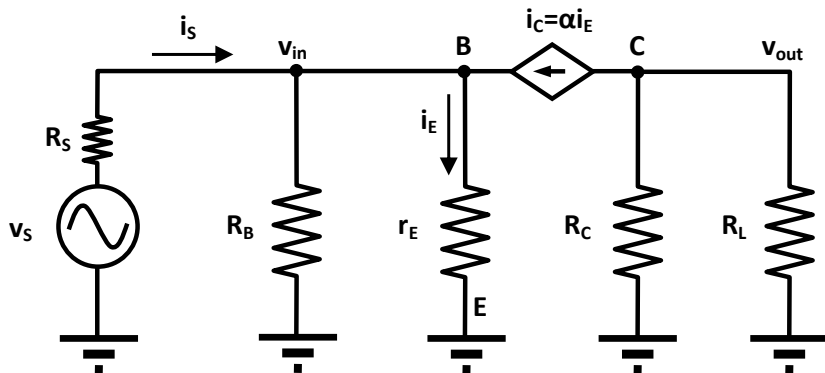
Ανάλυση ενισχυτή κοινού εκπομπού

- Κύκλωμα ενισχυτή κοινού εκπομπού με απλή τροφοδοσία (ισοδύναμο κατά Thevenin)



Ανάλυση ενισχυτή κοινού εκπομπού

- Ισοδύναμο κύκλωμα μικρού σήματος, με r παραμέτρους, ενισχυτή κοινού εκπομπού με απλή τροφοδοσία



Ανάλυση ενισχυτή κοινού εκπομπού

- Αντίσταση Εισόδου

$$\begin{aligned} R_{in} = \frac{v_{in}}{i_S} &= \left(\frac{1}{R_B} + \frac{1 - \alpha}{r_E} \right)^{-1} = \\ &= \frac{R_B r_E}{r_E + (1 - \alpha) R_B} \end{aligned}$$



Ανάλυση ενισχυτή κοινού εκπομπού

- Απολαβή Τάσης

$$A_V = -\alpha \cdot \frac{R_C // R_L}{r_E} \cdot \frac{R_{in}}{R_{in} + R_S}$$

ή

$$A_V = -g_m \cdot \frac{R_{in}(R_C // R_L)}{R_{in} + R_S}$$



Ανάλυση ενισχυτή κοινού εκπομπού

- Αντίσταση Εξόδου

Από το ισοδύναμο κύκλωμα του ενισχυτή μπορούμε εύκολα να συμπεράνουμε πως η αντίσταση εξόδου του κυκλώματος ταυτίζεται με την αντίσταση στο συλλέκτη (R_C), δεδομένου ότι η πηγή ρεύματος έχει άπειρη (εσωτερική) αντίσταση.



Περιεχόμενα

- 1 Ιστορικά Στοιχεία
- 2 Ανάλυση Ενισχυτή Κοινού Εκπομπού με Διπλή Τροφοδοσία
- 3 Ανάλυση Ενισχυτή Κοινού Εκπομπού με Απλή Τροφοδοσία
- 4 Ασκήσεις

Άσκηση 1

- Να σχεδιάσετε ενισχυτή κοινού εκπομπού με συμμετρική τροφοδοσία $V_{CC} = 10V$ και $V = -10V$. Η τάση ηρεμίας μεταξύ συλλέκτη και βάσης θέλουμε να είναι ίση με $V_{CBQ} = 5V$ και το ρεύμα ηρεμίας του εκπομπού να ισούται με $I_{EQ} = 1mA$. Το τρανζίστορ που θα χρησιμοποιηθεί θα διαθέτει $\beta=200$. Για το κύκλωμα που θα σχεδιάσετε να υπολογίσετε την απολαβή τάσης καθώς και την τιμή της αντίστασης εισόδου, ενώ η επίδραση της εσωτερικής αντίστασης της πηγής σήματος να θεωρηθεί αμελητέα.

