

ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΔΡΑΣΗΣ ΚΑΙ ΣΤΑΔΙΑ ΕΞΟΔΟΥ

ΔΙΑΛΕΞΗ 6

Γιατί χρησιμοποιούμε ανάδραση

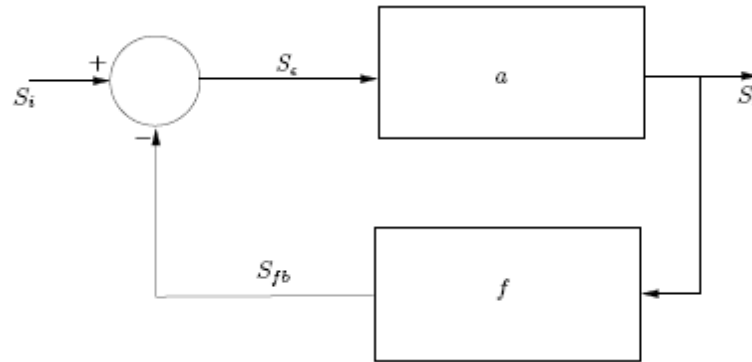
- Πλεονεκτήματα

- Σταθεροποιεί το κέρδος στις αλλαγές παραμέτρων
- Επιτρέπει αλλαγές στις αντιστάσεις εισόδου και εξόδου
- Μειώνει την παραμόρφωση σήματος
- Αυξάνει το ενεργό bandwidth

- Μειονεκτήματα

- Το κέρδος μειώνεται → Απαιτούνται επιπλέον στάδια ενίσχυσης του κέρδους.
- Υπάρχει πιθανότητα ταλάντωσης → Απαιτείται προσεκτική σχεδίαση.

Ο ενισχυτής με ανάδραση (1/2)



$$S_{\varepsilon} = S_i - S_{fb}$$

$$S_o = aS_{\varepsilon},$$

$$S_{fb} = fS_o,$$

$a \rightarrow$ το κέρδος ανοιχτού βρόχου.

$f \rightarrow$ η ανάδραση του δικτύου.

Ο ενισχυτής με ανάδραση (2/2)

- Κέρδος κλειστού βρόχου

$$S_i = S_\varepsilon + S_{fb}$$

$$S_\varepsilon = S_o / a$$

$$S_{fb} = fS_o, \quad \frac{S_o}{S_i} = \frac{a}{1+af} = \frac{1}{f} \left(\frac{T}{1+T} \right)$$

$$T = af \quad \text{Το κέρδος κλειστού βρόχου}$$

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{S_o}{S_i} = \frac{1}{f}$$

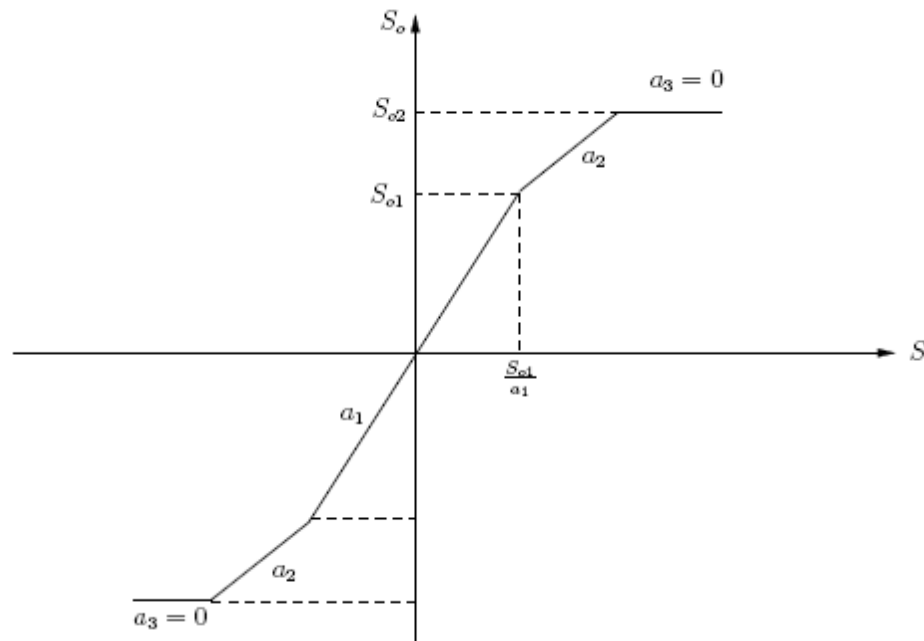
- Συνήθως η ανάδραση f αποτελείται από παθητικά στοιχεία και αν το T είναι αρκετά μεγάλο τότε το κέρδος κλειστού βρόχου $1/f$ είναι ανεξάρτητο από τις διακυμάνσεις του a .

Ευαισθησία κέρδους

$$A = \frac{a}{1 + a f} = \frac{a}{1 + T} = \frac{1}{f} \cdot \frac{T}{1 + T}$$
$$\frac{dA}{da} = \frac{(1 + a f) - a f}{(1 + a f)^2} = \frac{1}{(1 + a f)^2}$$
$$\delta A = \frac{\delta a}{(1 + a f)^2}$$
$$\frac{\delta A}{A} = \frac{1}{1 + a f} \cdot \frac{\delta a}{a} = \frac{1}{1 + T} \cdot \frac{\delta a}{a}$$

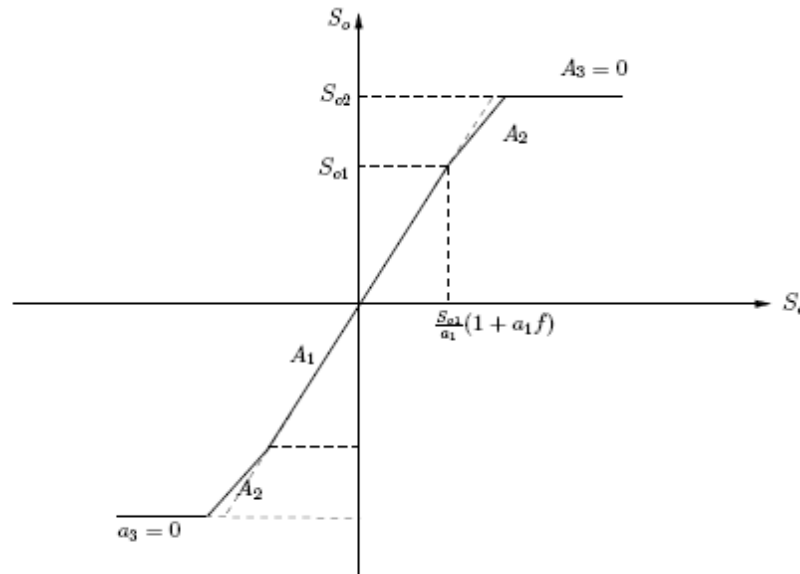
Ιδανικός ενισχυτής-συνάρτηση μεταφοράς

- Χωρίς ανάδραση



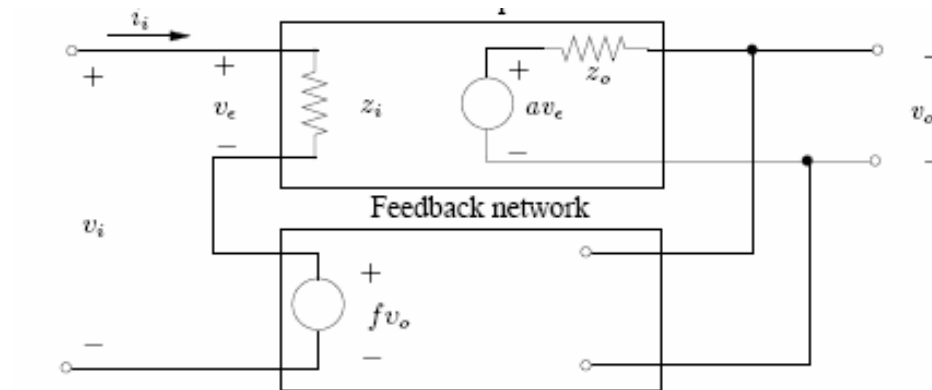
Ιδανικός ενισχυτής-συνάρτηση μεταφοράς

- Με ανάδραση



$$A_1 = \frac{a_1}{1 + a_1 f} \approx \frac{1}{f}, \quad A_2 = \frac{a_2}{1 + a_2 f} \approx \frac{1}{f}$$

Τοπολογία σειράς-παράλληλα

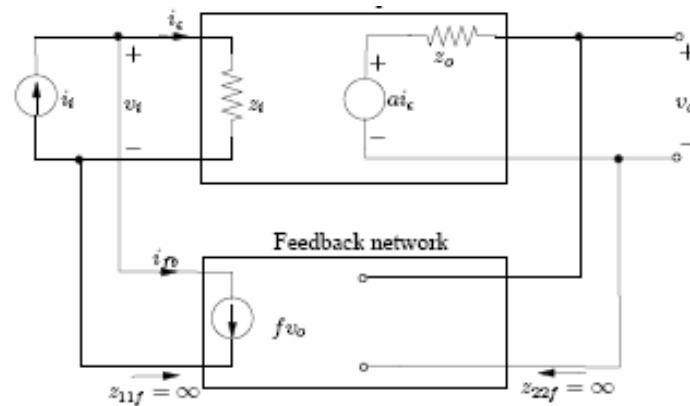


$$A = \frac{v_o}{v_i} = \frac{a}{1+T}$$

$$Z_i = (1+T)z_i$$

$$Z_o = \frac{z_o}{1+T}$$

Τοπολογία παράλληλα-παράλληλα

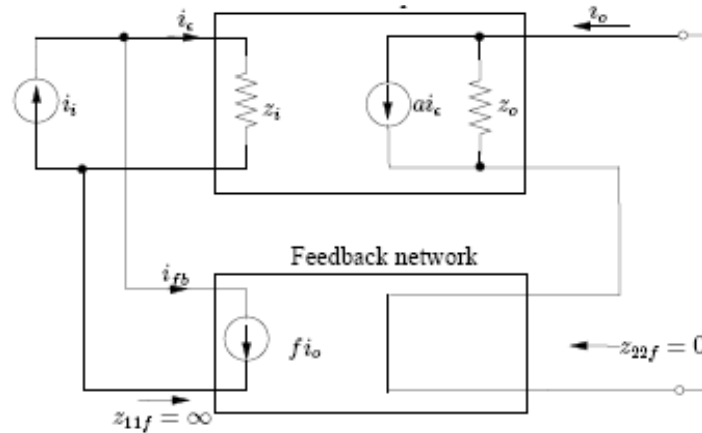


$$A = \frac{v_o}{i_i} = \frac{a}{1+T}$$

$$Z_i = \frac{z_i}{1+T}$$

$$Z_o = \frac{z_o}{1+T}$$

Τοπολογία παράλληλα-σειράς

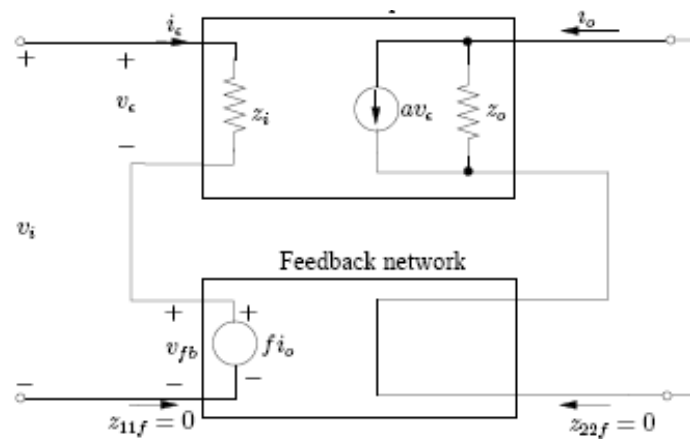


$$A = \frac{i_o}{i_i} = \frac{a}{1+T}$$

$$Z_i = \frac{z_i}{1+T}$$

$$Z_o = z_o(1+T)$$

Τοπολογία σειράς-σειράς

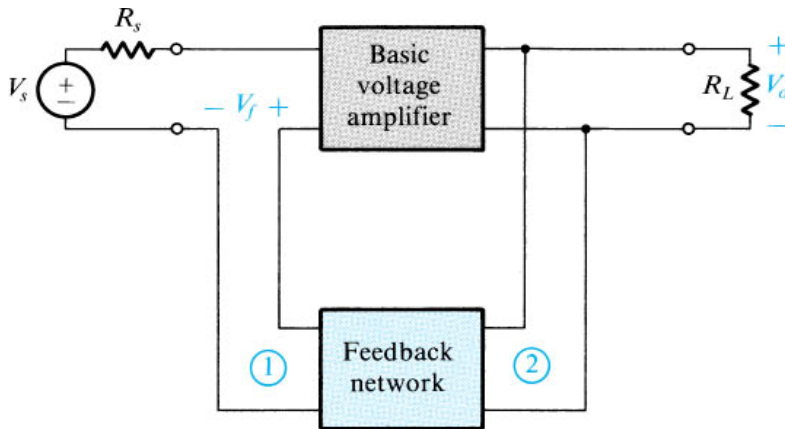


$$A = \frac{i_o}{v_i} = \frac{a}{1+T}$$

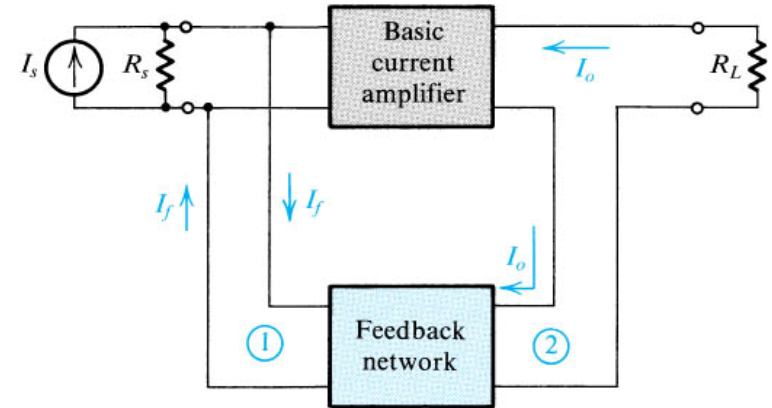
$$Z_i = z_i(1+T)$$

$$Z_o = z_o(1+T)$$

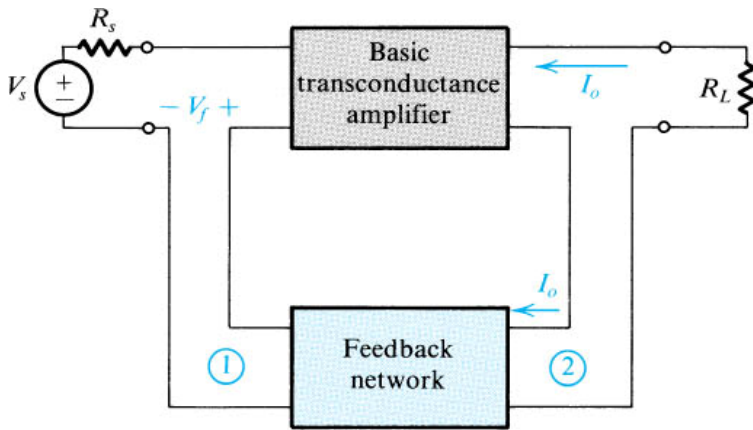
Οι 4 βασικές τοπολογίες ανάδρασης



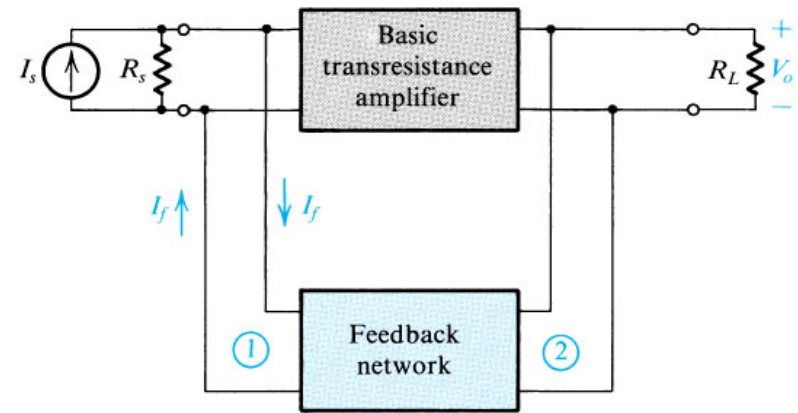
(a)



(b)



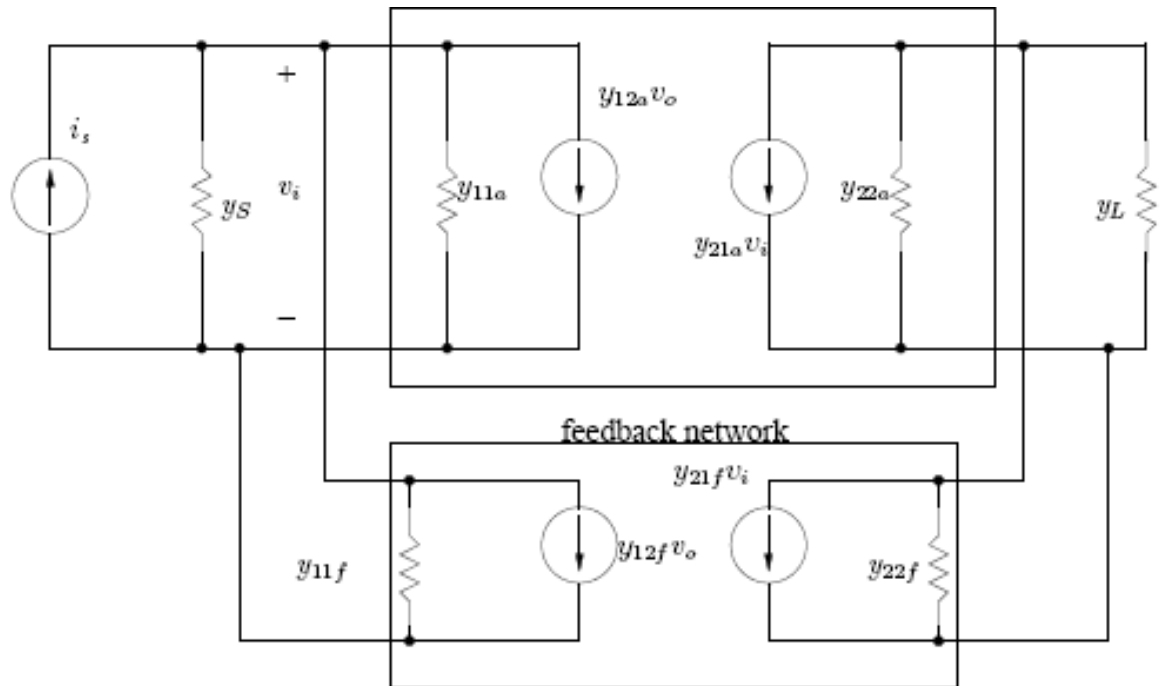
(c)



(d)

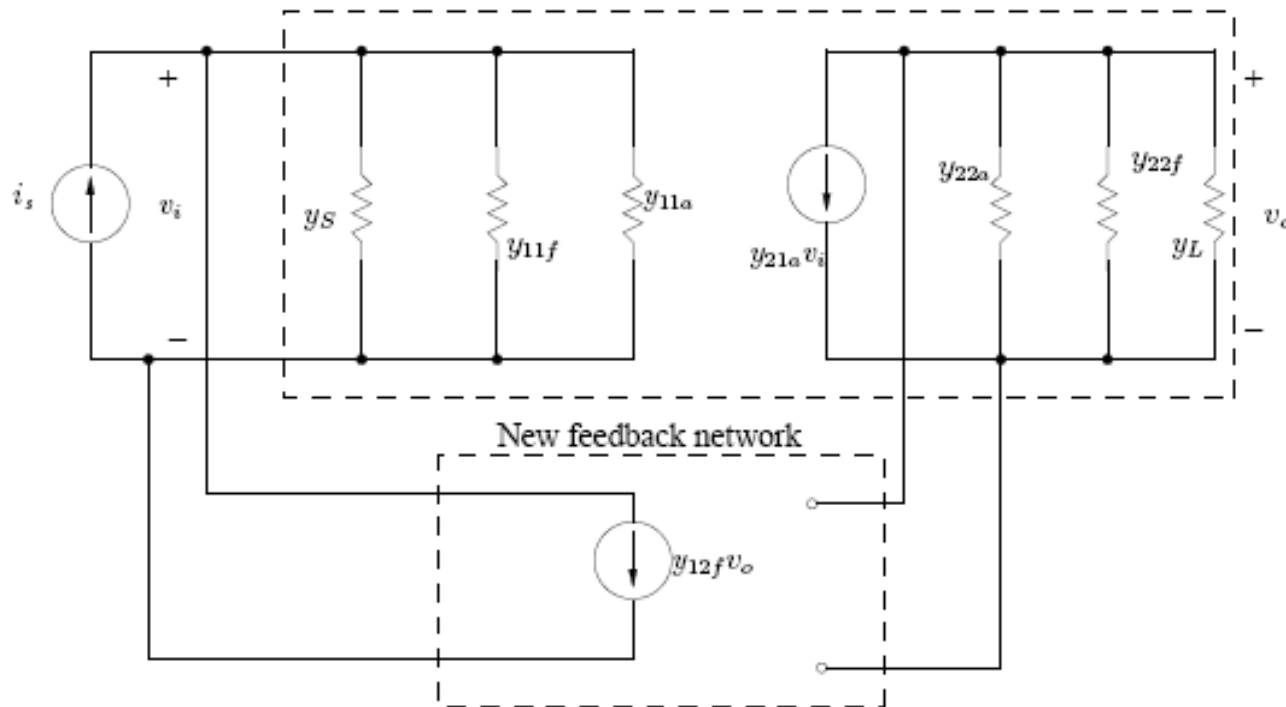
Τοπολογία παράλληλα-παράλληλα με y παραμέτρους

- Κύκλωμα μικρού σήματος



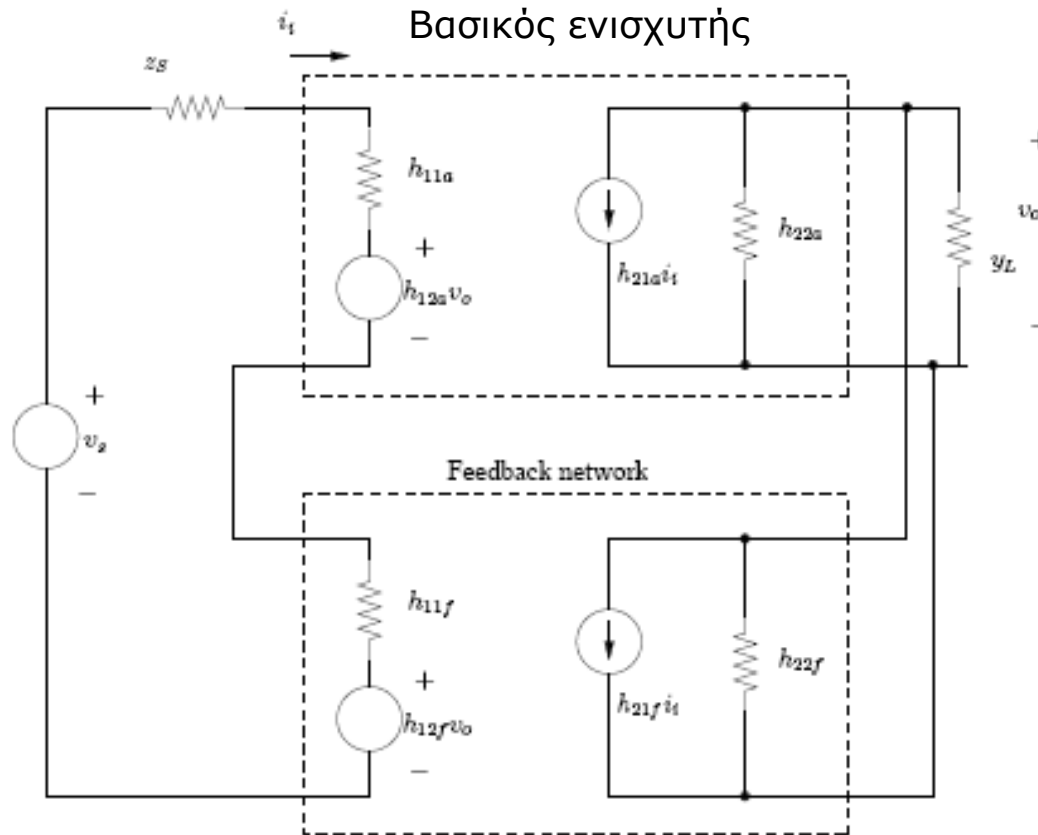
Τοπολογία παράλληλα-παράλληλα με y παραμέτρους

- Κύκλωμα μικρού σήματος
 - Τα $Y_{21f}v_i$ και $Y_{12a}v_o$ έχουν αφαιρεθεί



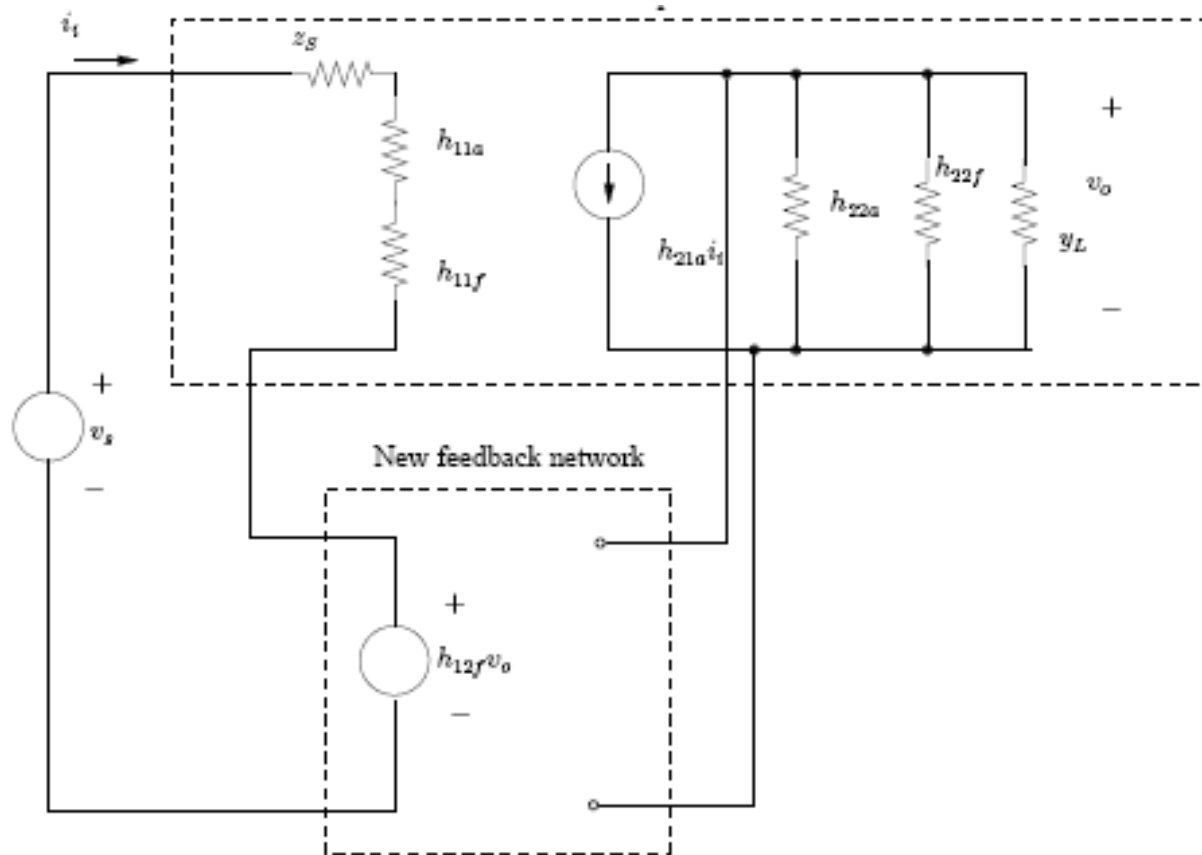
Τοπολογία σειράς-παράλληλα με h παραμέτρους

- Κύκλωμα μικρού σήματος



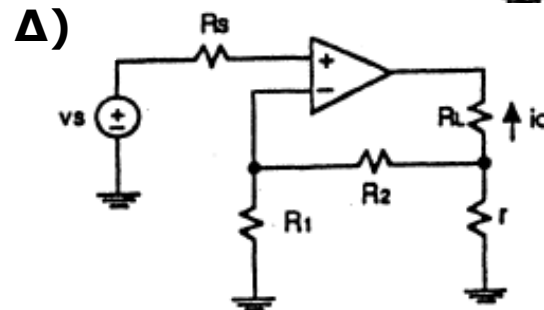
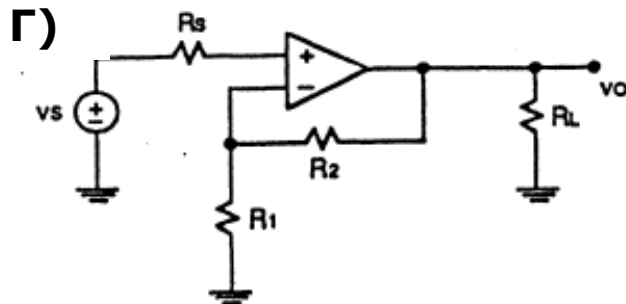
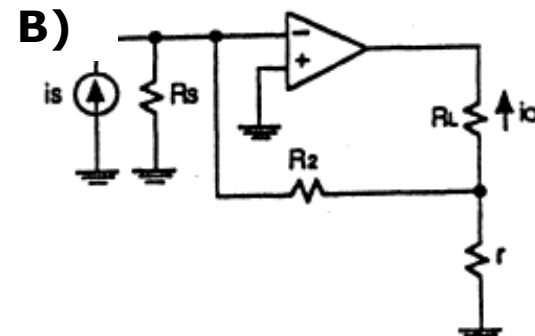
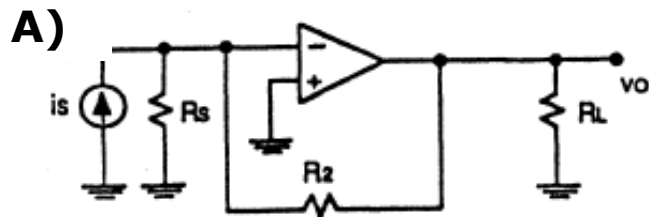
Τοπολογία σειράς-παράλληλα με h παραμέτρους

- Κύκλωμα μικρού σήματος
 - Τα $h_{21f}i_i$ και $h_{12a}v_o$ έχουν αφαιρεθεί



Παράδειγμα τύπων ανάδρασης (1/2)

Προσδιορίστε τους παρακάτω ενισχυτές βάση του τύπου της ανάδρασης. Επίσης για κάθε έναν από αυτούς βρείτε το β σε συνάρτηση με τα εικονιζόμενα στοιχεία. Υποθέστε ότι έχουμε ιδανικούς τελεστικούς ενισχυτές.



Παράδειγμα τύπων ανάδρασης (2/2)

- Α. Συνδεσμολογία παράλληλα-παράλληλα.

$$\beta = \frac{I_f}{V_o} = -\frac{V_o / R_2}{V_o} = -\frac{1}{R_2}$$

- Β. Συνδεσμολογία παράλληλα-σειράς.

$$R_2 \gg r, \quad \beta = \frac{I_f}{I_o} \approx -\frac{I_o r / R_2}{I_o} = -\frac{r}{R_2} \quad R_2 \approx r, \quad I_f = \frac{-r}{r+R_2} \times I_o, \quad \beta = \frac{I_f}{I_o} = -\frac{r}{r+R_2}$$

- Γ. Συνδεσμολογία σειράς-παράλληλα.

$$\beta = \frac{V_f}{V_o} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times \frac{V_o}{V_o} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

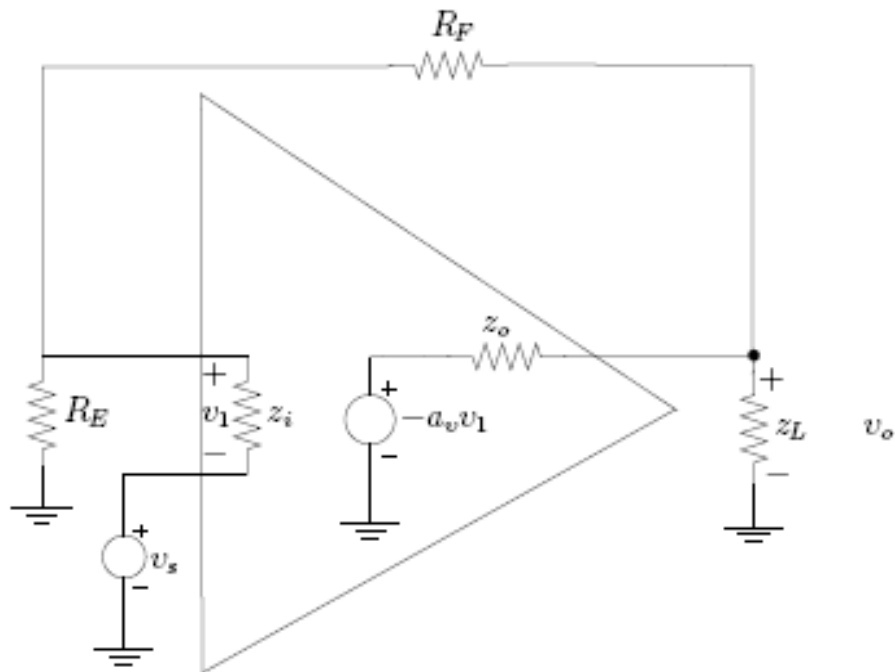
- Δ. Συνδεσμολογία σειράς-σειράς.

$$(R_1 + R_2) \gg r, \quad \beta = \frac{V_f}{I_o} \approx \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times \frac{I_o r}{I_o} = \frac{r R_1}{R_1 + R_2}$$

$$(R_1 + R_2) \approx r, \quad V_r = (r // (R_1 + R_2)) I_o \quad \beta = \frac{V_f}{I_o} \approx \frac{\frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_r}{I_o} = \frac{r R_1}{r + R_1 + R_2}$$

Μη-Αναστρέφων Ενισχυτής

- Μακροσκοπικό μοντέλο
 - Τοπολογία ανάδρασης σειράς-παράλληλα



Ανάλυση του μη-αναστρέφων ενισχυτή

- KCL

$$\frac{v_s - v_i}{R_S} + \frac{v_o - v_i}{R_F} - \frac{v_i}{r_i} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{v_o - v_i}{R_F} + \frac{v_{oi}}{R_L} + \frac{v_o - (-a_v v_i)}{r_o} = 0, \quad (2)$$

- Εισάγουμε την (2) στην (1) και έχω

$$A_v(s) = -\frac{R_F}{R_S} \frac{1}{1 + \frac{(1+a)(1+b)}{a_v(s) - \frac{r_o}{R_F}}}$$

$$a = r_o \left(\frac{1}{R_F} + \frac{1}{R_L} \right), \quad b = R_F \left(\frac{1}{r_i} + \frac{1}{R_S} \right)$$

Ανάλυση του μη-αναστρέφων ενισχυτή

- $r_o=0$ (πρώτη ειδική περίπτωση)

$$A_v(s) = -\frac{R_F}{R_S} \frac{1}{1 + \frac{(1+b)}{a_v(s)}}$$

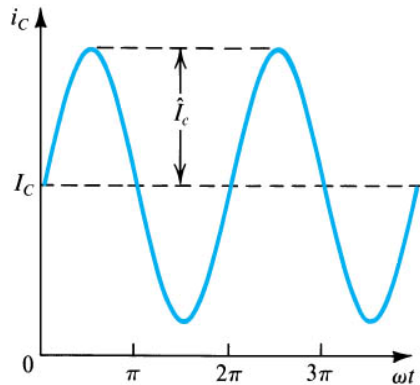
$$b = R_F \left(\frac{1}{r_i} + \frac{1}{R_S} \right)$$

- $R_i=R_L=\infty$

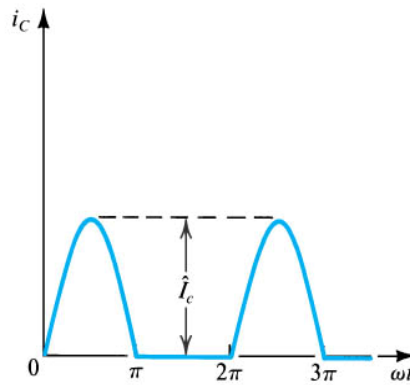
$$A_v(s) = -\frac{R_F}{R_S} \frac{1 - \frac{r_o}{a_v(s)R_S}}{1 + \frac{1 + (r_o + R_F)/R_S}{a_v(s)}}$$

ΣΤΑΔΙΑ ΕΞΟΔΟΥ

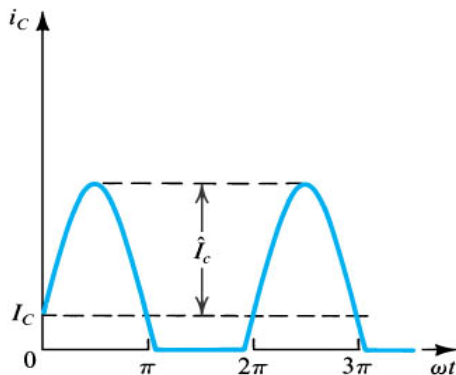
- Κυματομορφές ρεύματος συλλέκτη τρανζίστορ που λειτουργούν (α) σε τάξη Α, (β) σε τάξη ΑΒ, (γ) σε τάξη ΑΒ και (δ) σε τάξη C.



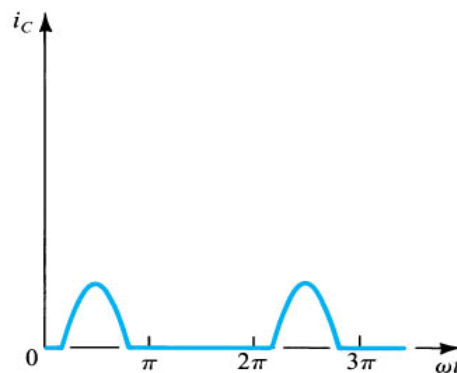
(α)



(β)

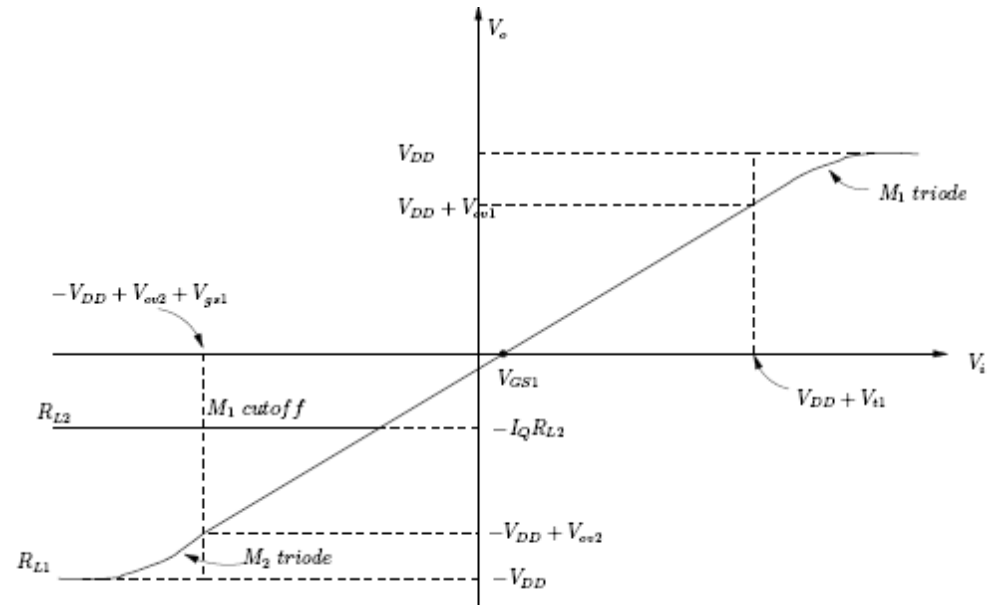
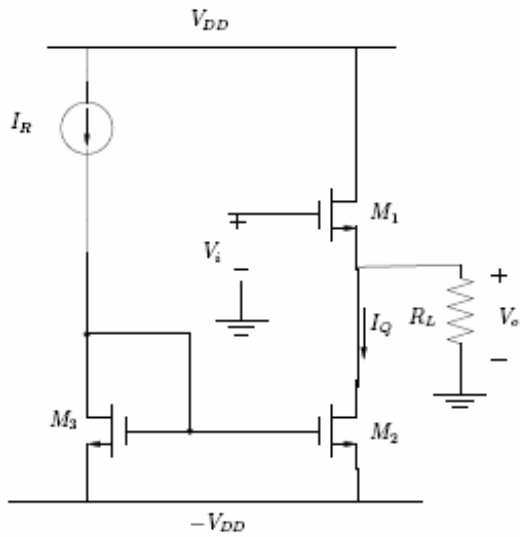


(γ)

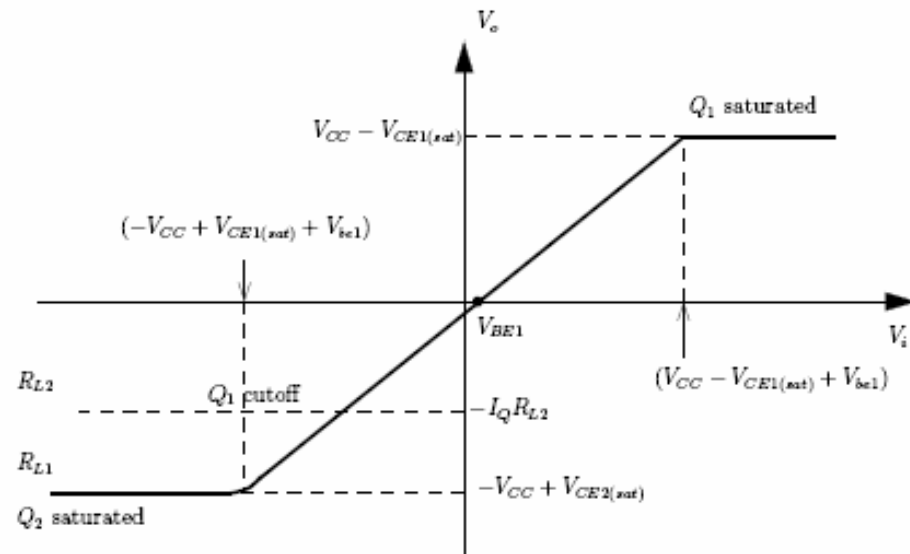
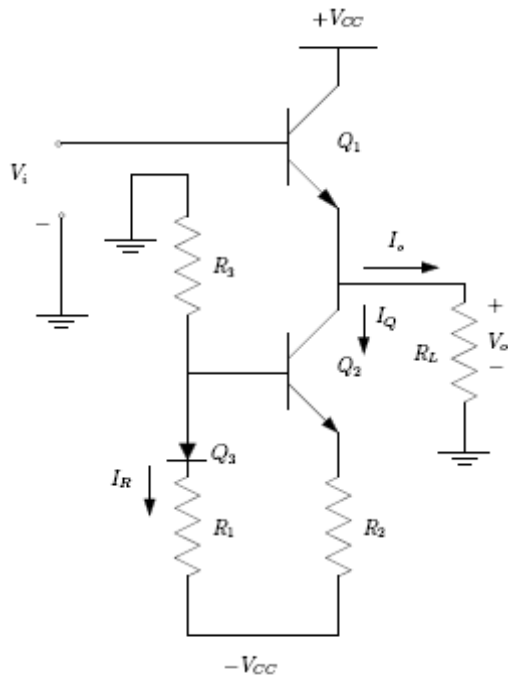


(δ)

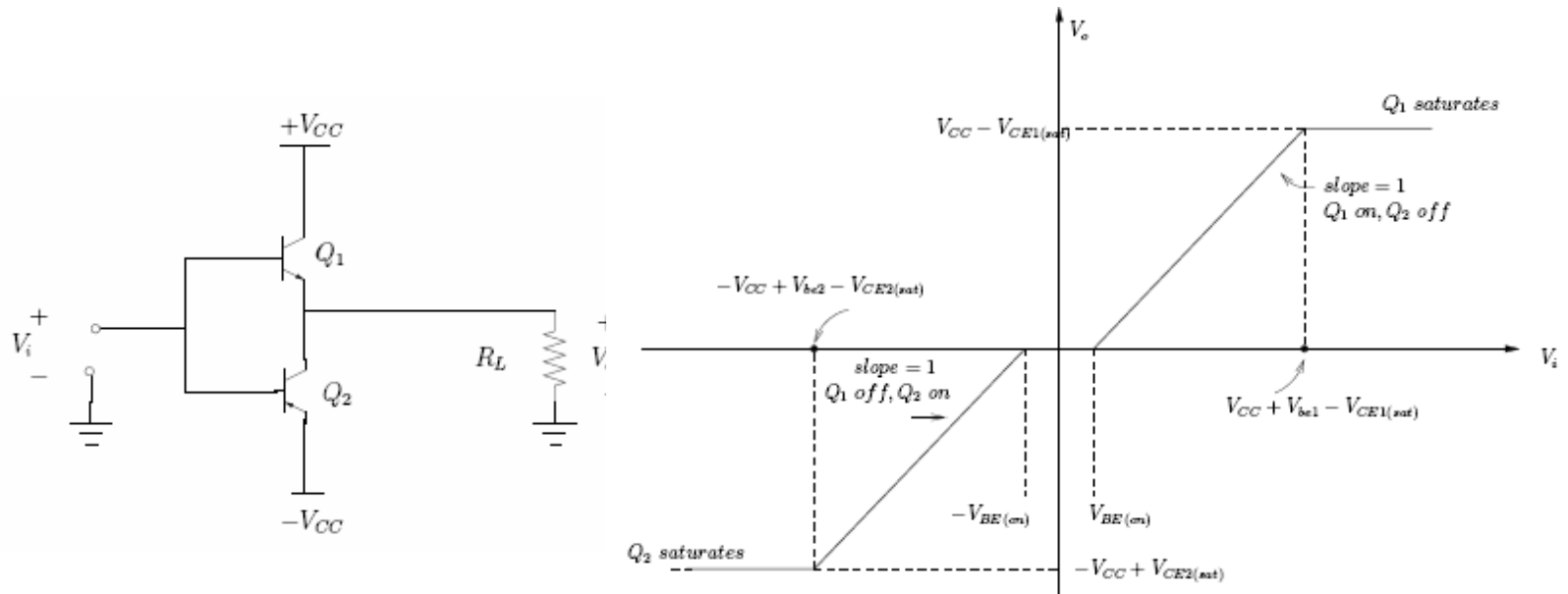
Ακόλουθος εκπομπού



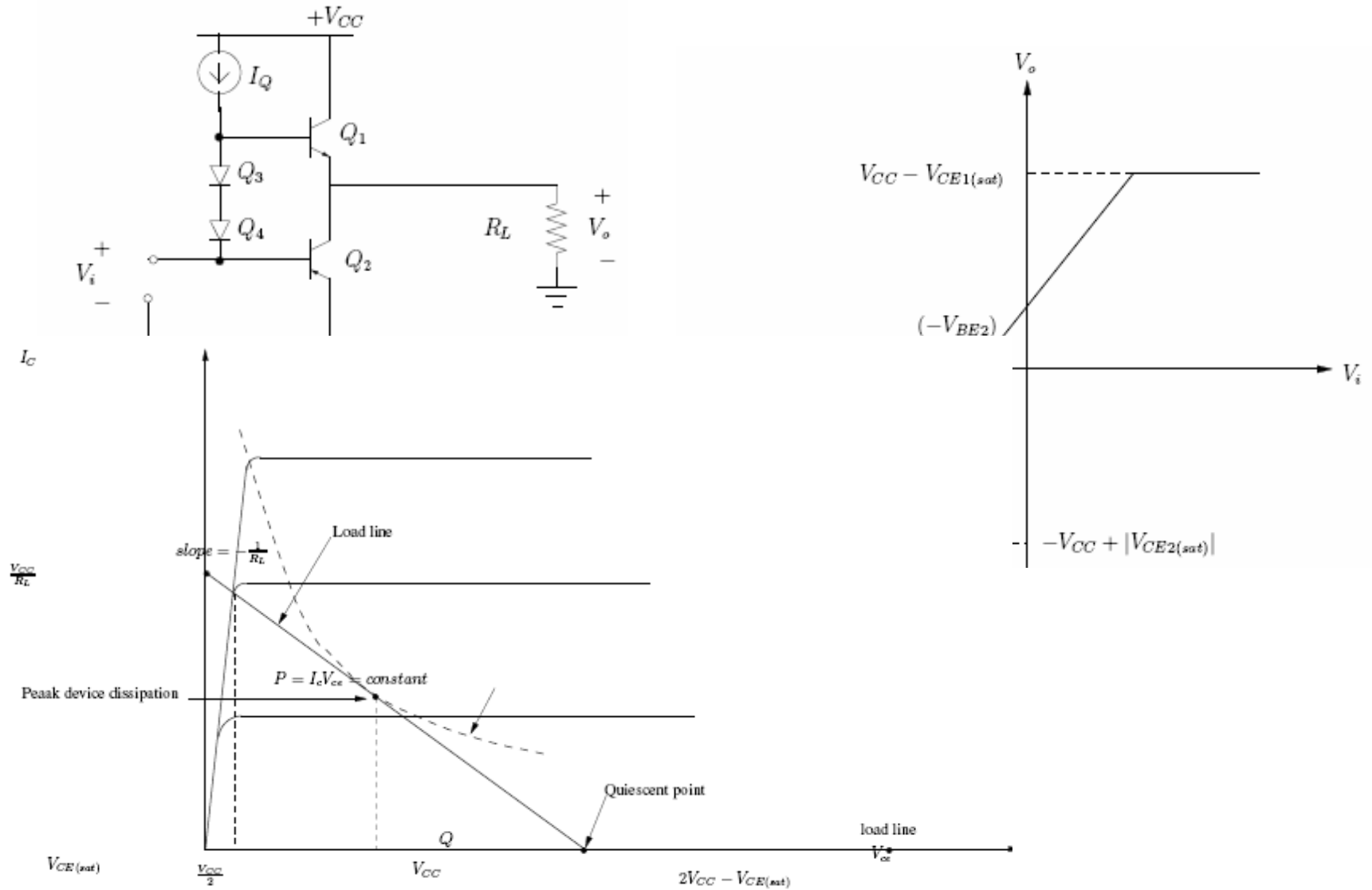
Στάδια εξόδου



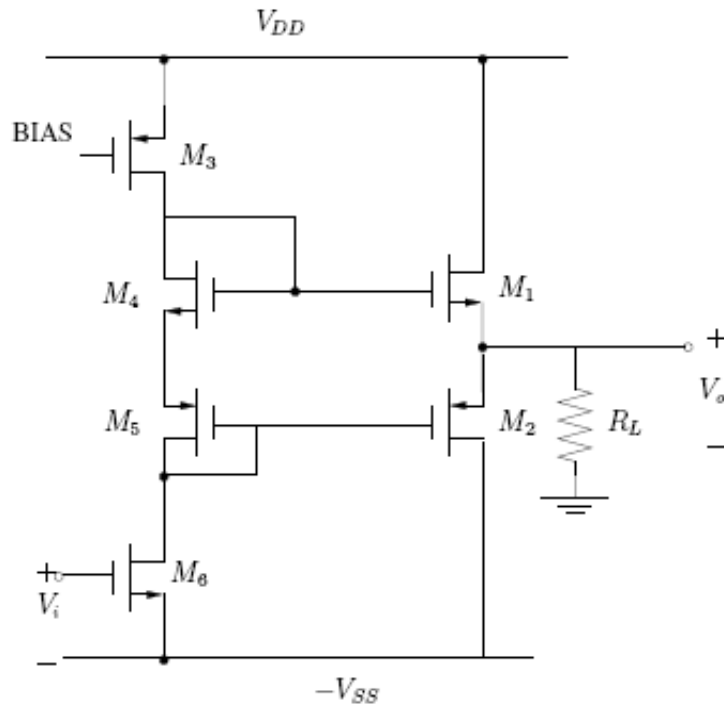
Ακόλουθος πηγής



Στάδια τάξης B



Στάδια τάξης AB



- Η διάλεξη αυτή έγινε στο πλαίσιο του ΕΠΕΑΚ ΙΙ για το μάθημα Αναλογικά Ηλεκτρονικά