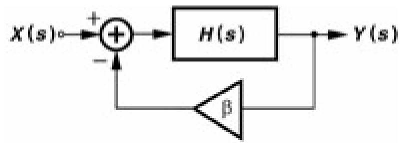
ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

Σύστημα αρνητικής ανάδρασης



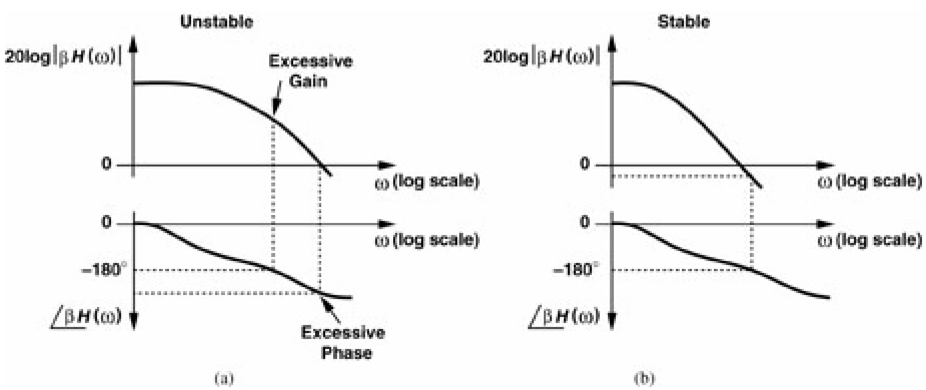
$$\frac{Y}{X}(s)=\frac{H(s)}{1+\beta\cdot H(s)}$$

Συνάρτηση μεταφοράς κλειστού βρόχου

Ταλαντωτής αν: $\beta\cdot H(s)=-1$

Συνθήκη Barkhausen: $|\beta\cdot H(j\omega_1)|=1$

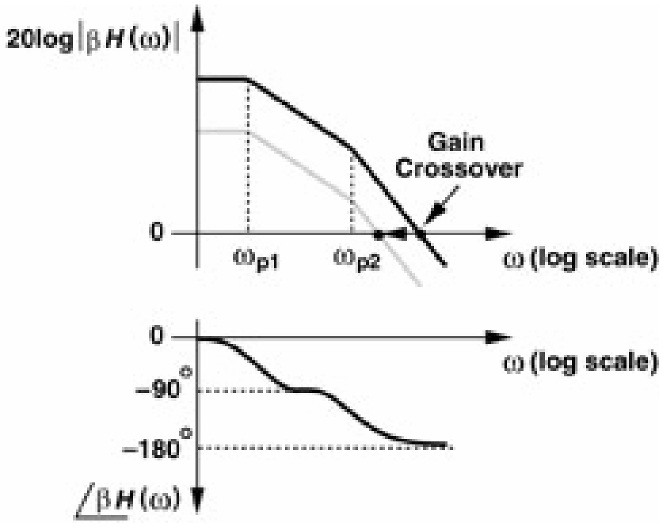
$$\angle\beta\cdot H(j\omega_1)=-180°$$

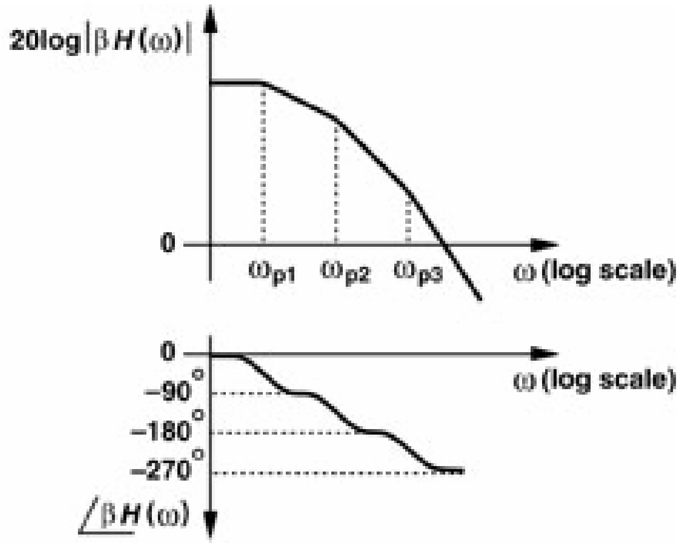


Για ευσταθή λειτουργία πρέπει GX<<PX

Όταν το β μειώνεται το σύστημα γίνεται πιο ευσταθές, οπότε αρκεί να μελετήσουμε τη χειρότερη περίπτωση (β=1) => β·H=H

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΠΟΛΩΝ



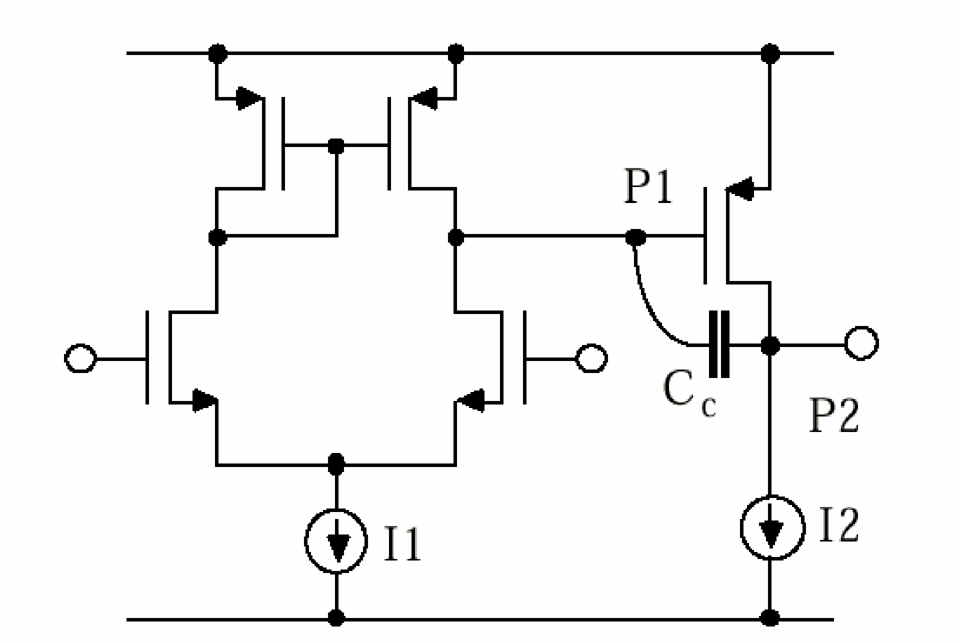


Οι πρόσθετοι πόλοι επηρεάζουν τη φάση πολύ περισσότερο από ό,τι την απολαβή.

Περιθώριο φάσης $\quad PM = 180° + \angle\beta H(\omega = GX) \geq 60^0$

ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

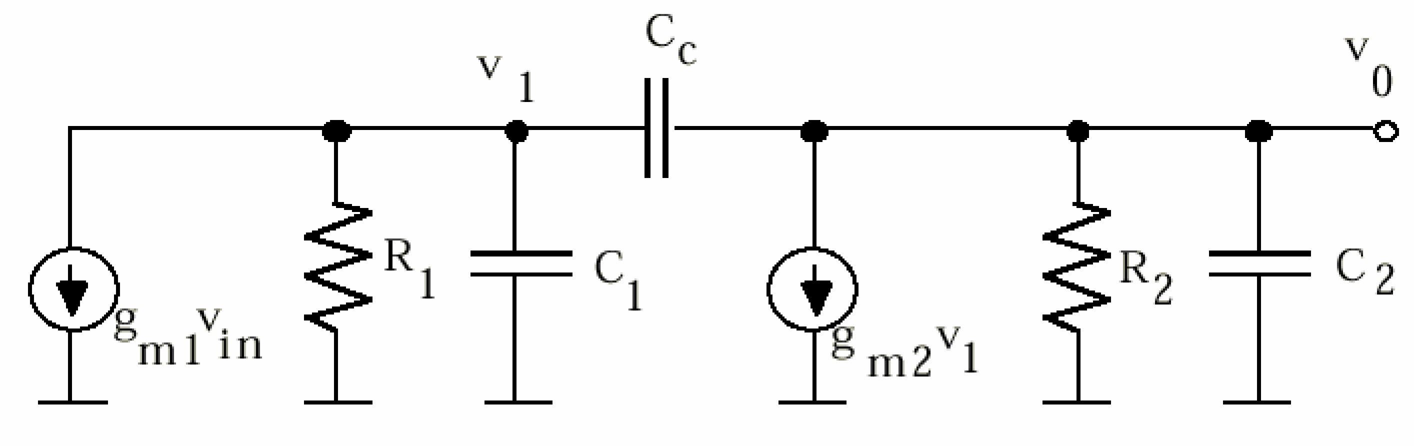
- Ένα σύστημα με έναν πόλο είναι πάντοτε σταθερό.
- Ένας ενισχυτής δύο βαθμίδων με πόλους στην ίδια περιοχή συχνοτήτων χρειάζεται αντιστάθμιση.
- Στρατηγική: Απομακρύνουμε τους πόλους μεταξύ τους.



• Η χωρητικότητα Miller μετακινεί τον πόλο p_1 σε χαμηλότερες συχνότητες.

• Η ανασύζευξη βραχυκύκλωσης μετακινεί τον p_2 σε υψηλότερες συχνότητες.

Το ισοδύναμο μικρού σήματος για έναν τελεστικό δύο βαθμίδων.



$$v_1(g_1 + sC_1) + (v_1 - v_0)sC_c + g_{m1}v_{in} = 0$$

$$v_0(g_2 + sC_2) + (v_0 - v_1)sC_c + g_{m2}v_1 = 0$$

$$\frac{V_0}{V_{in}} = g_{m1}R_1g_{m2}R_2\frac{1 - \dfrac{sC_c}{g_{m2}}}{1 + sR_1R_2g_{m2}C_c + S^2R_1R_2[C_1C_2 + (C_1 + C_2)C_c]}$$

Το κύκλωμα εμφανίζει δύο πόλους και μία ρίζα στο δεξιό ημιεπίπεδο.

$$p_1 \cong \frac{-1}{g_{m2} R_2 R_1 C_c} \qquad p_2 \cong \frac{-g_{m2} C_c}{C_1 C_2 + (C_1 + C_2) C_c}$$

$$z = +\frac{g_{m2}}{C_c}$$

Επειδή στην πράξη $C_C > C_1$, $C_C \approx C_2$ και $g_{m1} > 1/R_1$, $g_{m2} > 1/R_2$ προκύπτει:

$$|p_1| \ll \frac{1}{R_1 C_1} \qquad |p_2| \cong \frac{g_{m2}}{C_2} \gg \frac{1}{R_2 C_2}$$

Υποθέτοντας ότι ο p_1 επικρατεί, η γωνιακή συχνότητα μοναδιαίας απολαβής ω_T είναι:

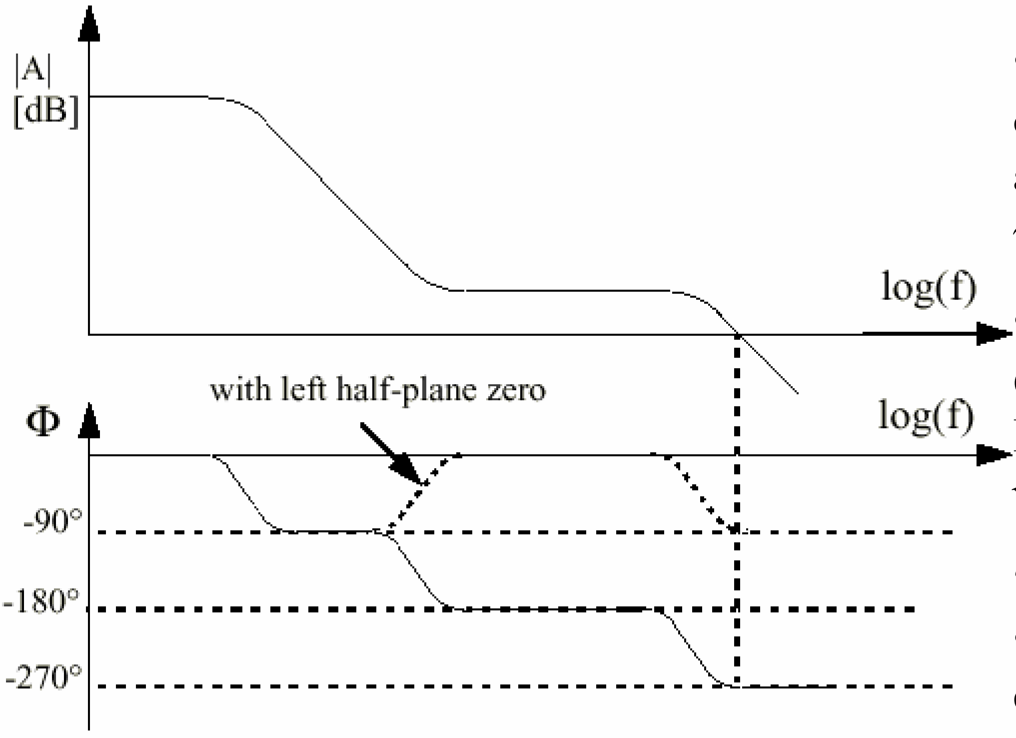
$$\omega_T = |p_1| A_0 = \frac{1}{g_{m2} R_2 R_1 C_c} g_{m1} g_{m2} R_1 R_2 = \frac{g_{m1}}{C_c}$$

Οι θέσεις του δεύτερου πόλου p_2 και της ρίζας ως προς την ω_T υπολογίζονται ως εξής:

$$\left|\frac{p_2}{\omega_T}\right| = \frac{g_{m2}C_c}{g_{m1}C_2} \quad \text{for stability} > 2 \text{ to } 4;$$

Αν $C_C>C_2$ και $g_{m2}>g_{m1}$

$$\left|\frac{z}{\omega_T}\right| = \frac{g_{m2}}{g_{m1}}$$



Παρατηρήσεις:

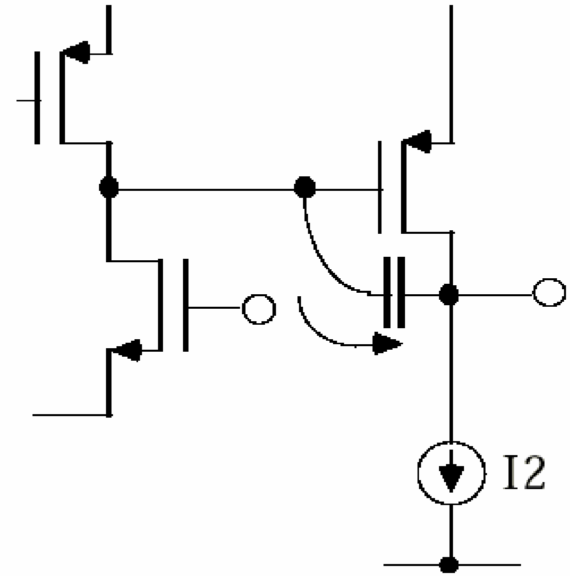
•Η ρίζα στο δεξιό ημιεπίπεδο χειροτερεύει το περιθώριο φάσης.

•Στη διπολική τεχνολογία $g_{m2}>>g_{m1}$ διότι το ρεύμα της δεύτερης βαθμίδας είναι κανονικά μεγαλύτερο από αυτό της πρώτης.

•Στην τεχνολογία CMOS το g_m είναι ανάλογο της τετραγωνικής ρίζας του I. Επίσης η βαθμίδα εισόδου πρέπει να έχει μεγάλη διαγωγιμότητα για μικρότερο θερμικό θόρυβο.

•Στην πράξη το εφικτό περιθώριο φάσης δεν εγγυάται την ευστάθεια.

Κατάργηση της ρίζας δεξιού ημιεπιπέδου.

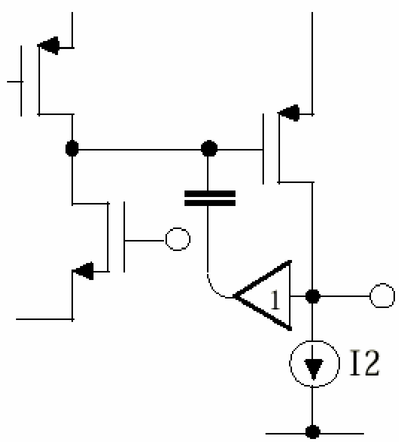


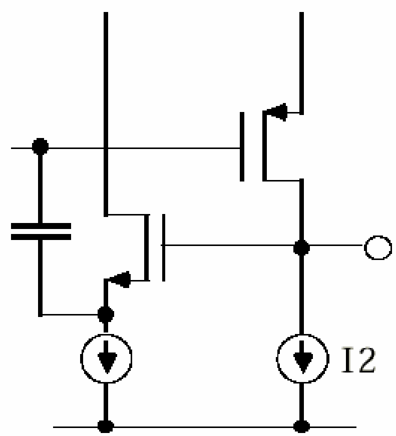
•Ακολουθητής πηγής

•Αντίσταση μηδενισμού ρίζας

Η ρίζα οφείλεται σε ανατροφοδότηση του σήματος σε ένα σημείο με διαφορά φάσης 180^0

Λύση: 1.Κατάργηση της ανατροφοδότησης με έναν ακολουθητή πηγής



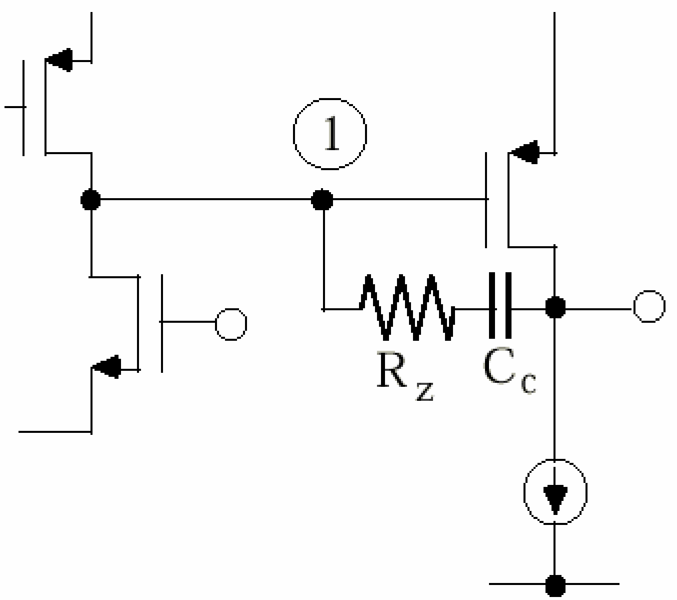


Μειονεκτήματα:

- Επιφάνεια
- Κατανάλωση ισχύος
- Στην πράξη δημιουργεί διπλό δρόμο ανατροφοδότησης και επομένως πιθανή αστάθεια.

Λύση: 2. Αντίσταση μηδενισμού ρίζας.

Η θέση της ρίζας απομακρύνεται με μία αντίσταση σε σειρά με τη C_C



$$\frac{V_0}{V_{in}} \cong \frac{A_0[1 + s(R_z - 1/g_{m2})C_c]}{\left(1 + \frac{s}{p_1}\right)\left(1 + \frac{s}{p_2}\right)}$$

$$z = \frac{1}{C_c\left(\frac{1}{g_{m2}} - R_z\right)}$$

- Οι πόλοι είναι κοντά στις αρχικές τους θέσεις
- Η ρίζα μετακινείται σύμφωνα με την R_Z
- Αν $R_Z=1/g_{m2}$ η ρίζα τείνει στο άπειρο
- Αν $R_Z>1/g_{m2}$ η ρίζα τοποθετείται στο αριστερό ημιεπίπεδο