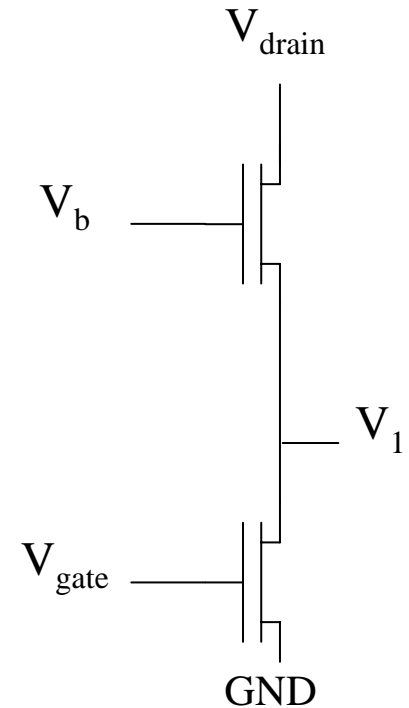


ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑΣ

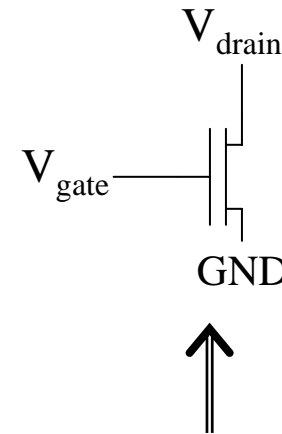
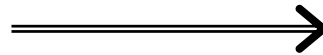
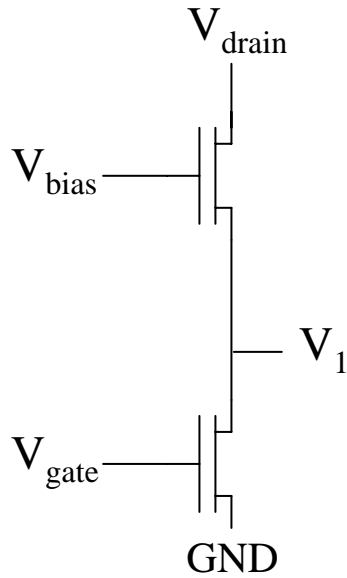
ΔΙΑΛΕΞΗ 5

Cascode Κυκλώματα (1/2)

- Χρησιμοποιούμε ένα κοινής-πύλης/βάσης τρανζίστορ για να:
 - Βελτιώσουμε την αντίσταση εξόδου ενός άλλου τρανζίστορ.
 - Μειώσουμε το φαινόμενο Gate-to-Drain χωρητικότητας ενός άλλου τρανζίστορ.
- Η αντίσταση εισόδου του τρανζίστορ κοινής-πύλης είναι μικρή - Ο ακροδέκτης πηγή είναι σχεδόν ταιριασμένος όταν συνδέεται στον επαγωγό ενός τρανζίστορ.



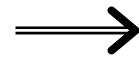
Cascode κυκλώματα (2/2)



$$I_{\text{drain}} = I_o e^{\kappa V_{\text{gate}}/U_T} e^{\kappa V_{\text{bias}}/V_A} e^{V_{\text{drain}}/(A_v V_A)}$$

$$I_{\text{drain}} = I_o e^{(\kappa V_{\text{bias}} - V_1)/U_T} e^{V_{\text{drain}}/V_A}$$

$$= I_o e^{\kappa V_{\text{gate}}/U_T} e^{V_1/V_A}$$

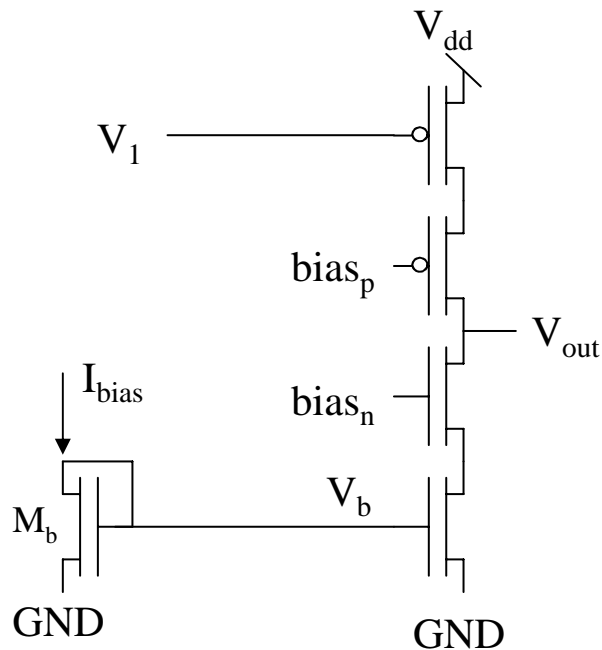


$$V_1 \sim \kappa V_{\text{bias}} - \kappa V_{\text{gate}} + \underbrace{(U_T/V_A) V_{\text{drain}}}_{\text{Drain is fixed}}$$

(Βελτιώνει την τάση V_1 ή απομονώνει την V_1 από την έξοδο)

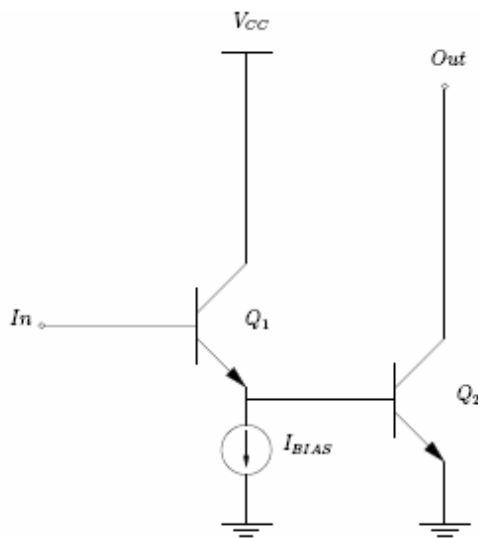
Cascode Ενισχυτής κοινού απαγωγού

- Ένας πόλος
- Υψηλή αντίσταση εισόδου → DC κέρδος



Ο cascade ενισχυτής

- Τοπολογία κοινού συλλέκτη-κοινού εκπομπού

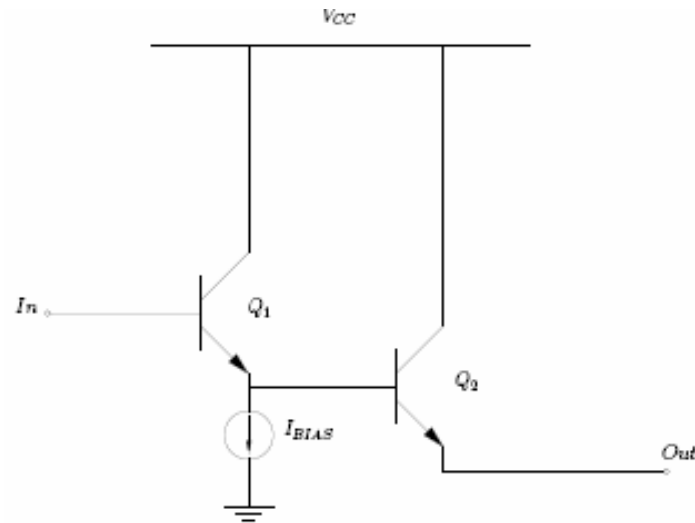


- Αυξάνω την αντίσταση εισόδου και το κέρδος ρεύματος

$$r_{pi}^c \approx r_{pi1} + \beta_o r_{pi2}$$

$$\beta^c \approx \beta_o^2$$

Ο cascade ενισχυτής τοπολογία κοινού συλλέκτη – κοινού συλλέκτη



- Αυξάνω την αντίσταση εισόδου και το κέρδος ρεύματος

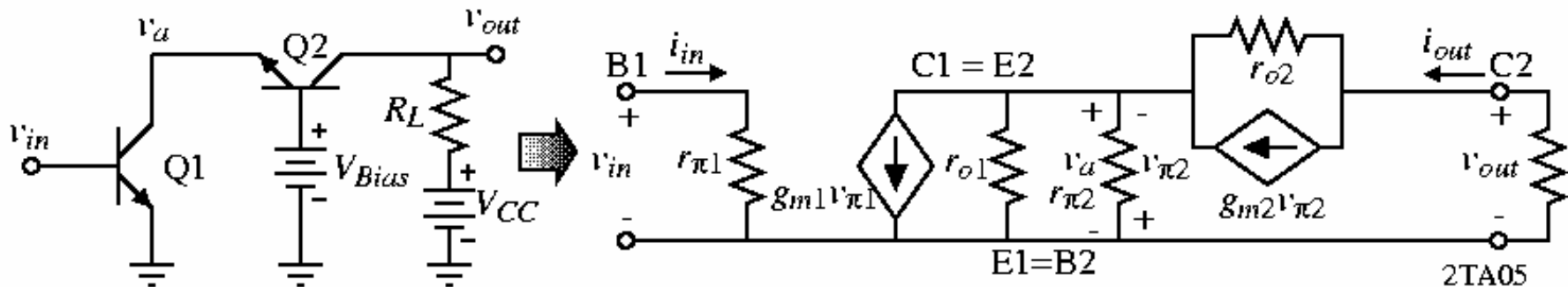
$$r_{pi}^c \approx r_{pi1} + \beta_o r_{pi2}$$

$$\beta^c \approx \beta_o^2$$

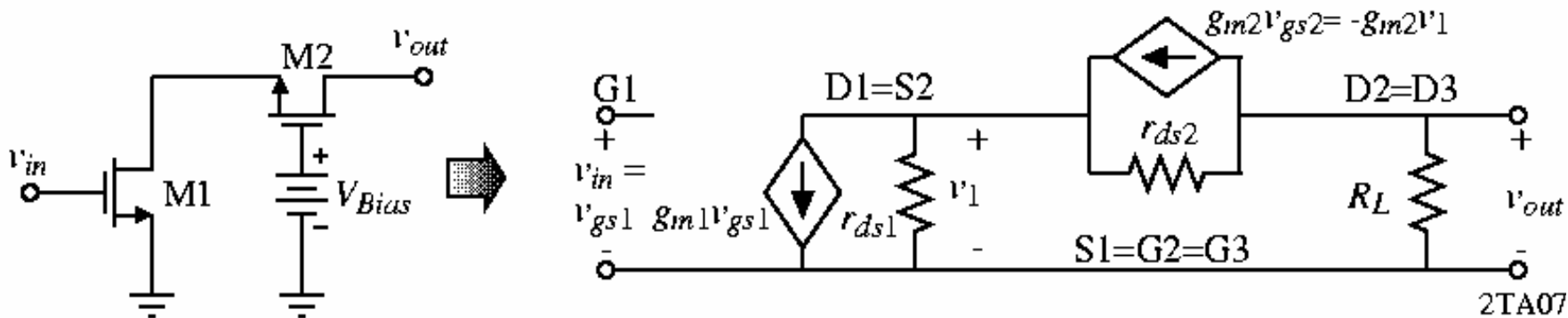
- Η τοπολογία CC-CC σαν ακόλουθος εκπομπού ισοδυναμεί με το ζεύγος Darlington.

Συνδεσμολογίες Cascode (1/3)

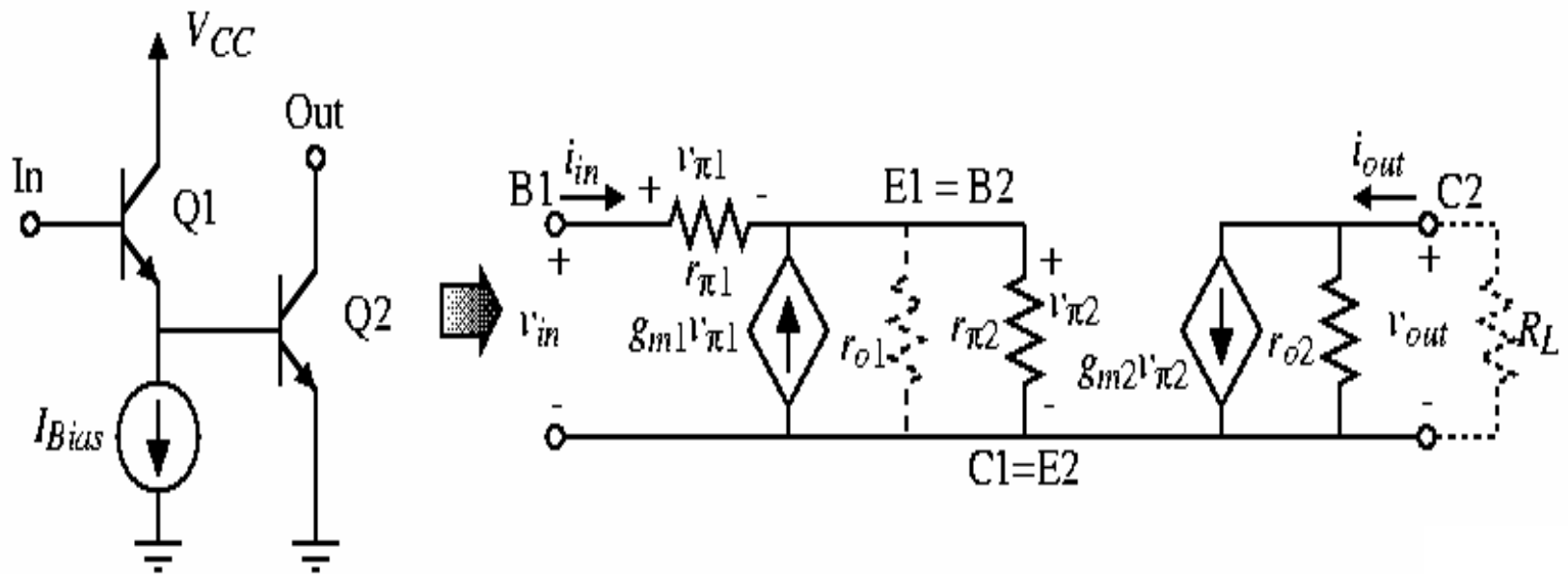
Συνδεσμολογία BJT Cascode



Συνδεσμολογία MOS Cascode

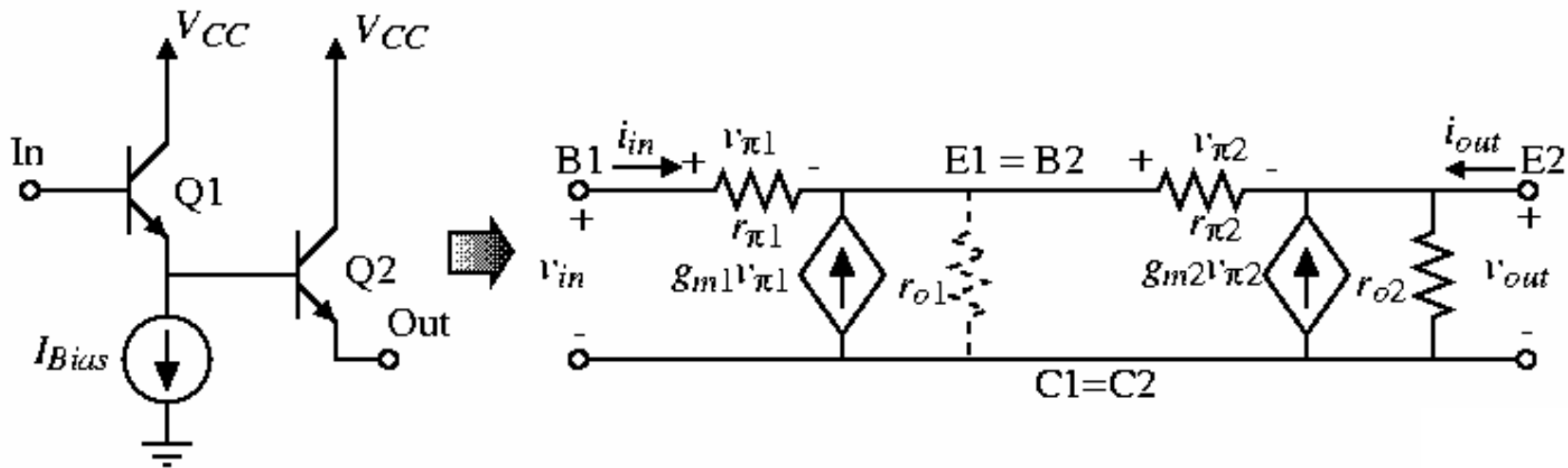


Συνδεσμολογίες Cascode (2/3)

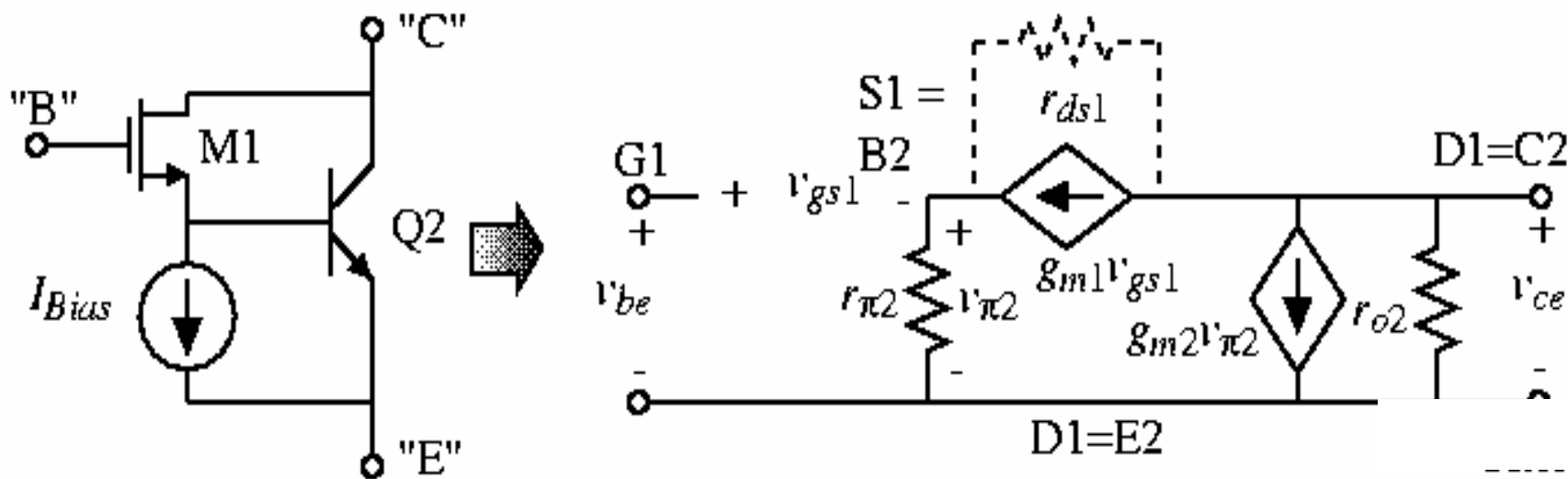


Συνδεσμολογίες Cascode (3/3)

- R_{out}



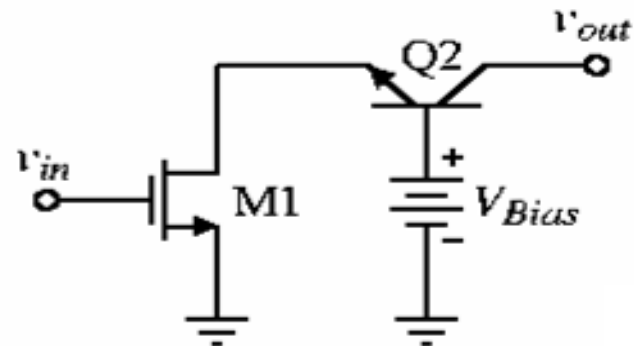
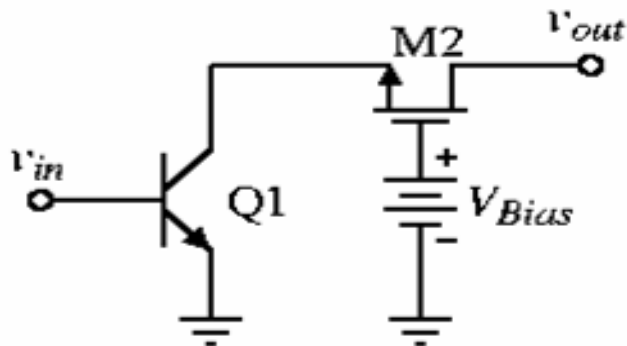
Τοπολογία BJT-MOS Cascade (1/2)



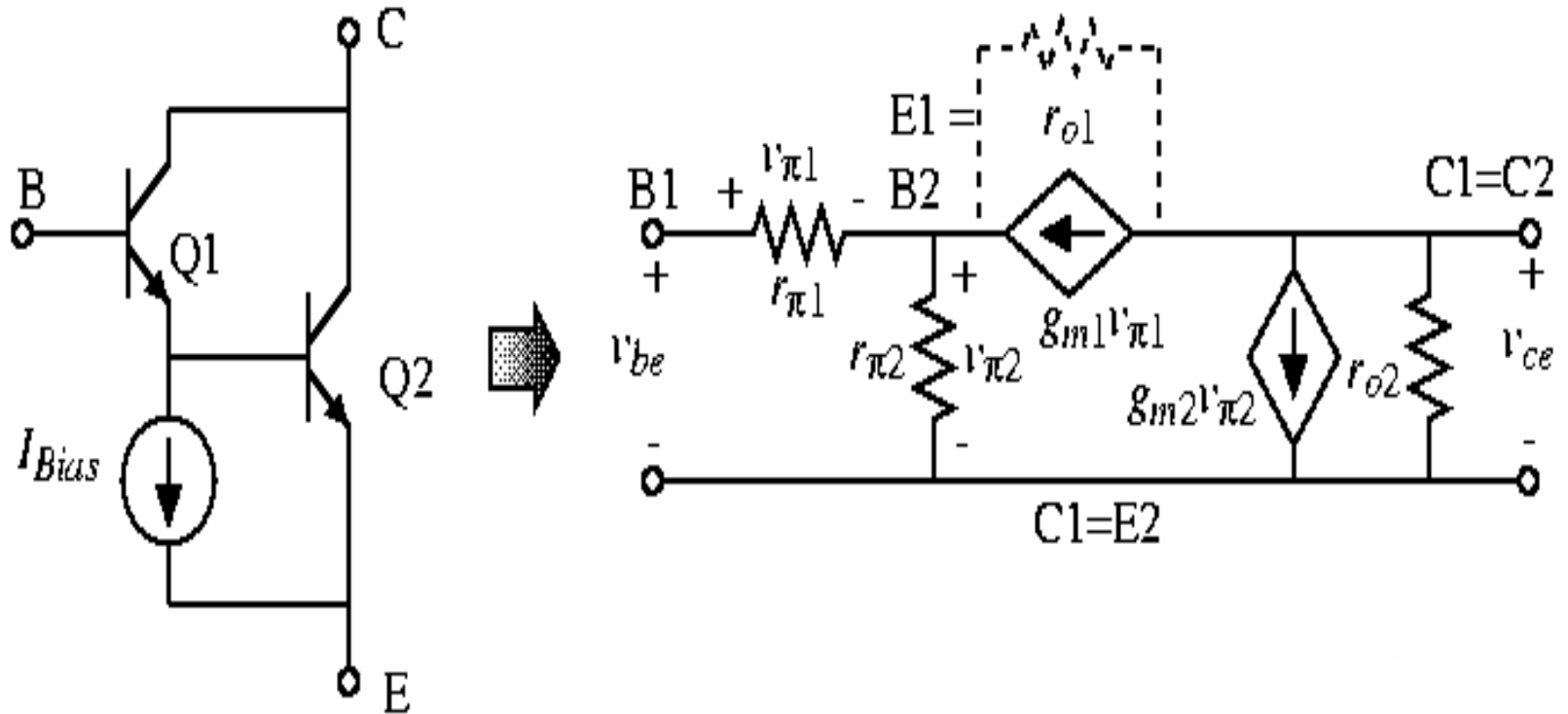
Παρατήρηση: έχουμε μηδενικό ρεύμα τάσης

Τοπολογία BJT-MOS Cascade (2/2)

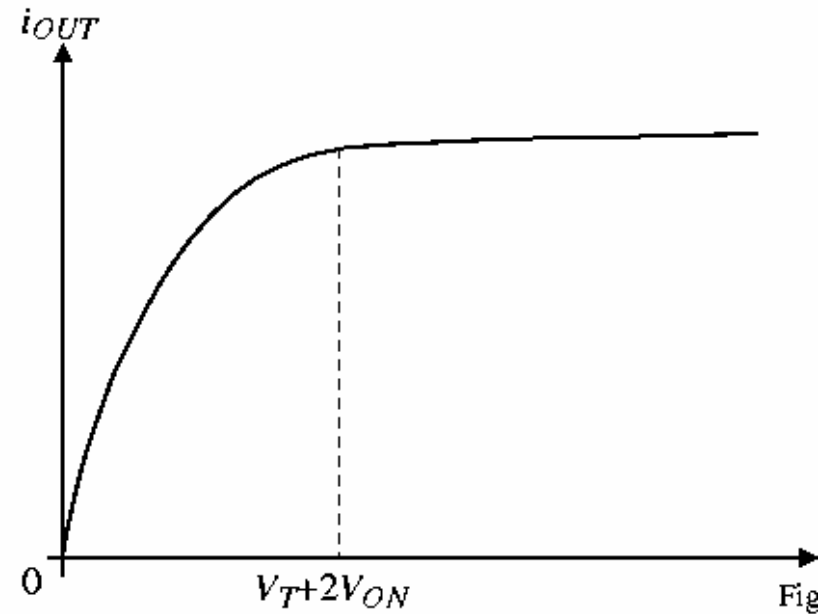
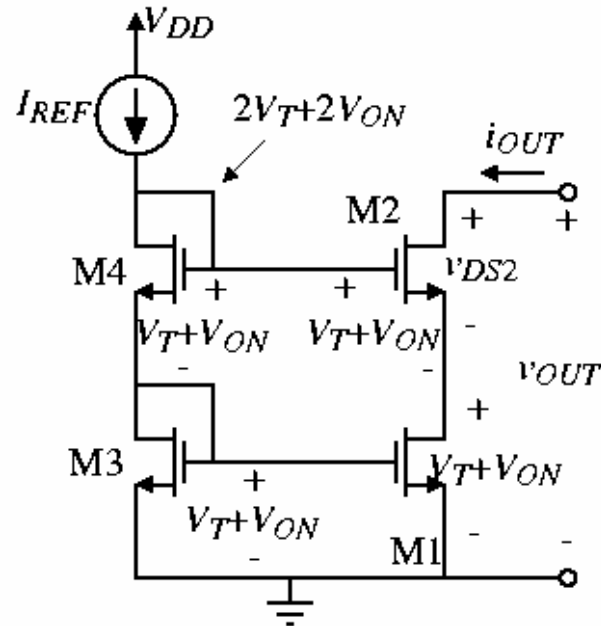
- Διατηρώ μεγάλο g_m/I



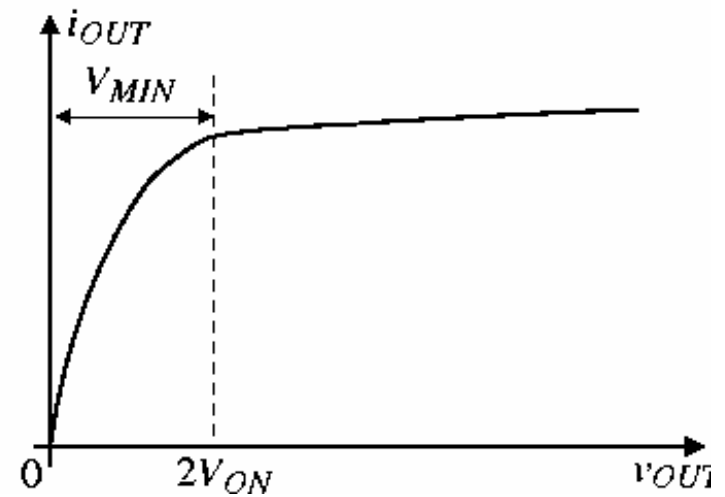
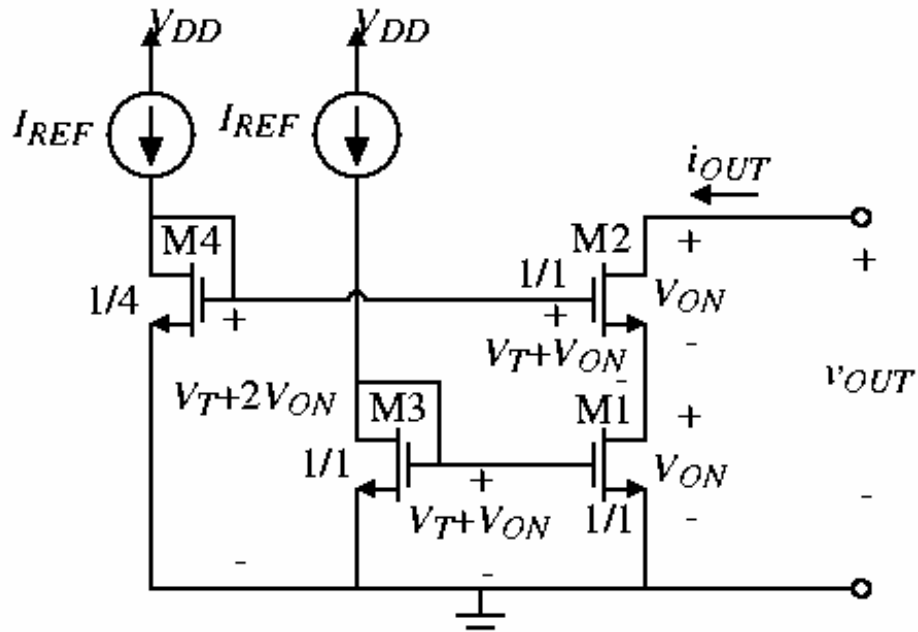
Cascades - περισσότερα



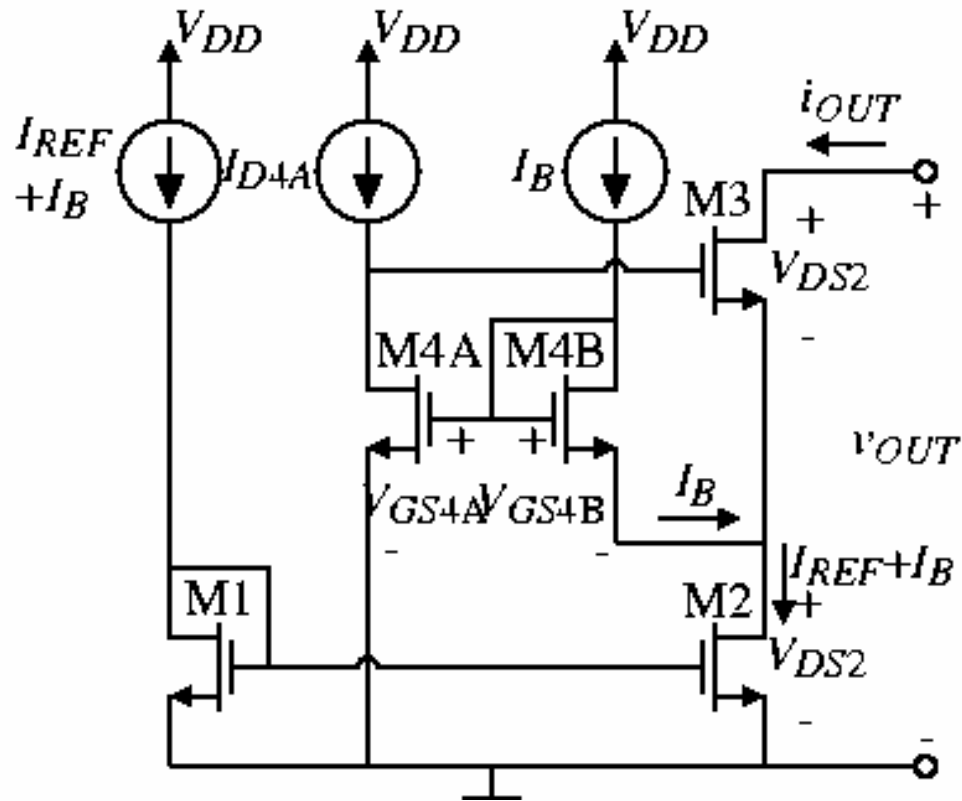
MOS Cascode πηγής(Sink)



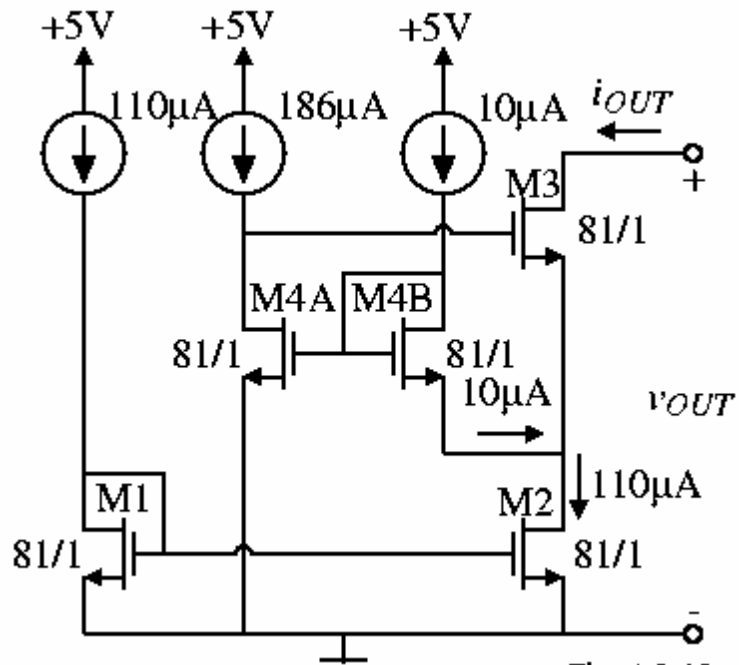
Μια βελτιωμένη source (sink)



Πηγή τάσης χαμηλού κορεσμού



Σχεδίαση πηγής ρεύματος



SPICE Results

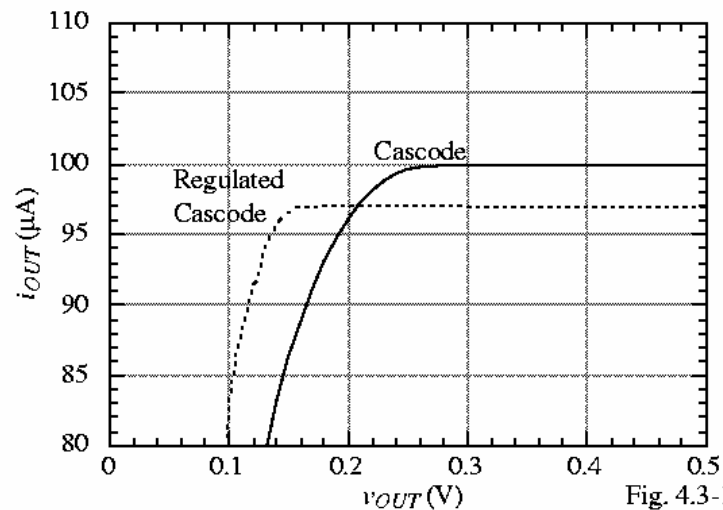
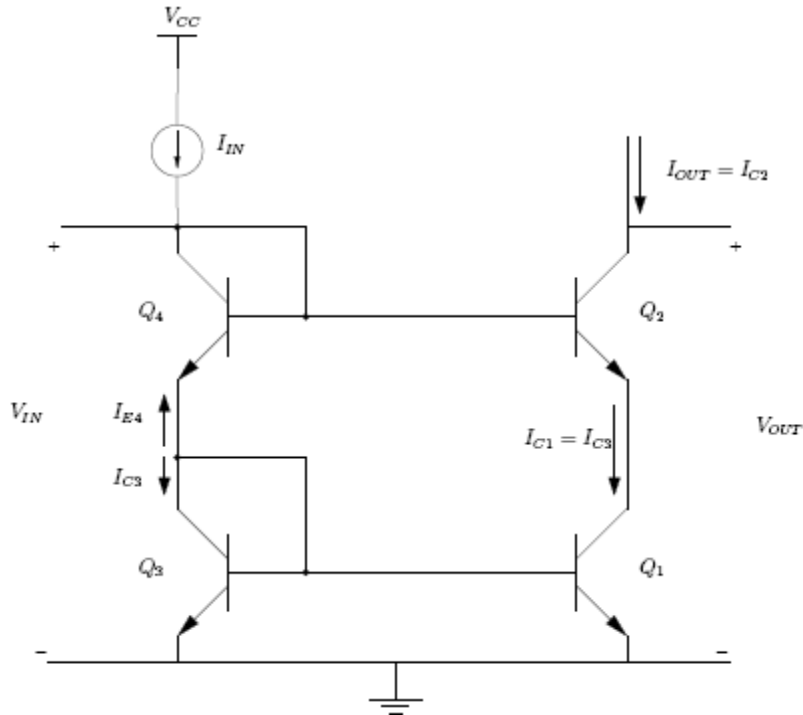
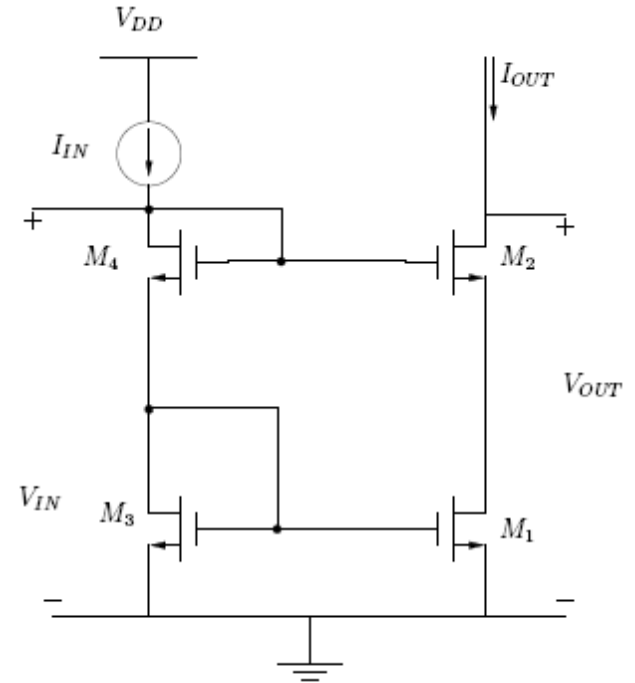


Fig. 4.3-19

Καθρέφτες ρεύματος Cascode



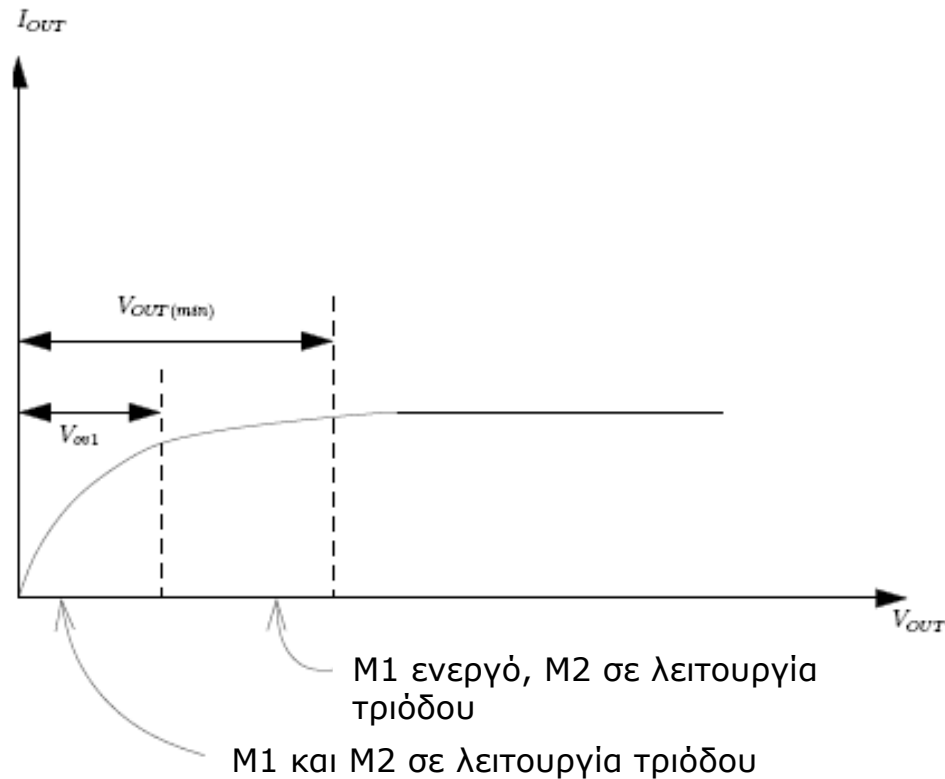
Διπολικός



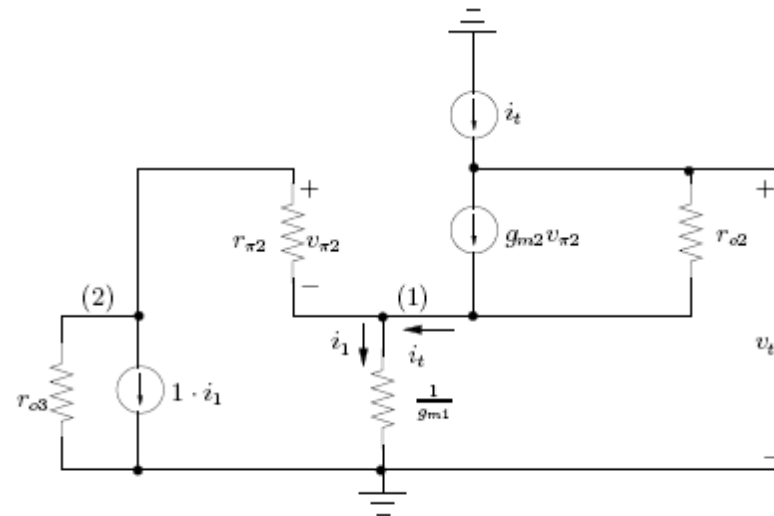
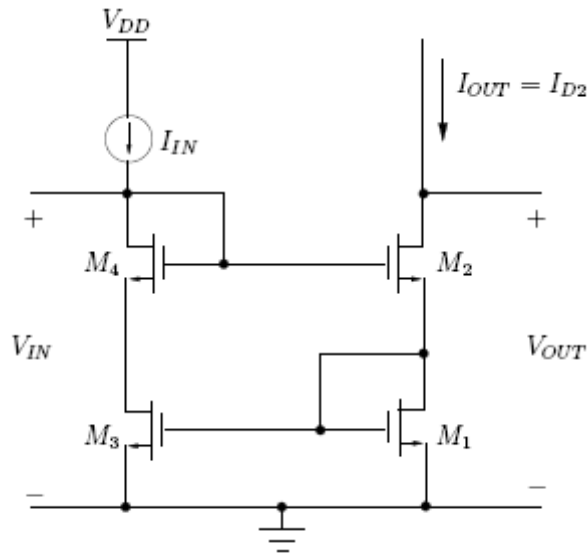
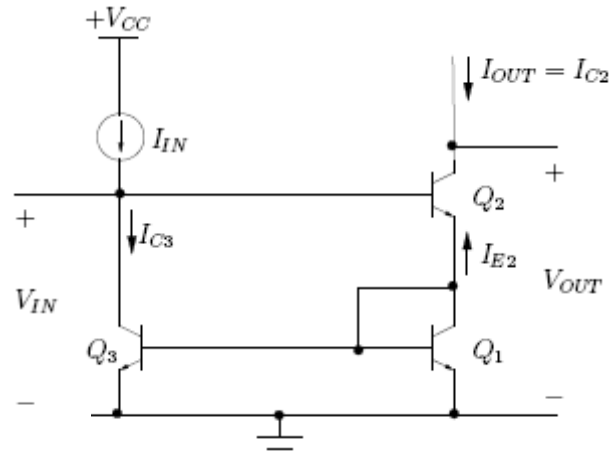
MOS

MOS Καθρέφτης ρεύματος Cascode

- Χαρακτηριστική εξόδου



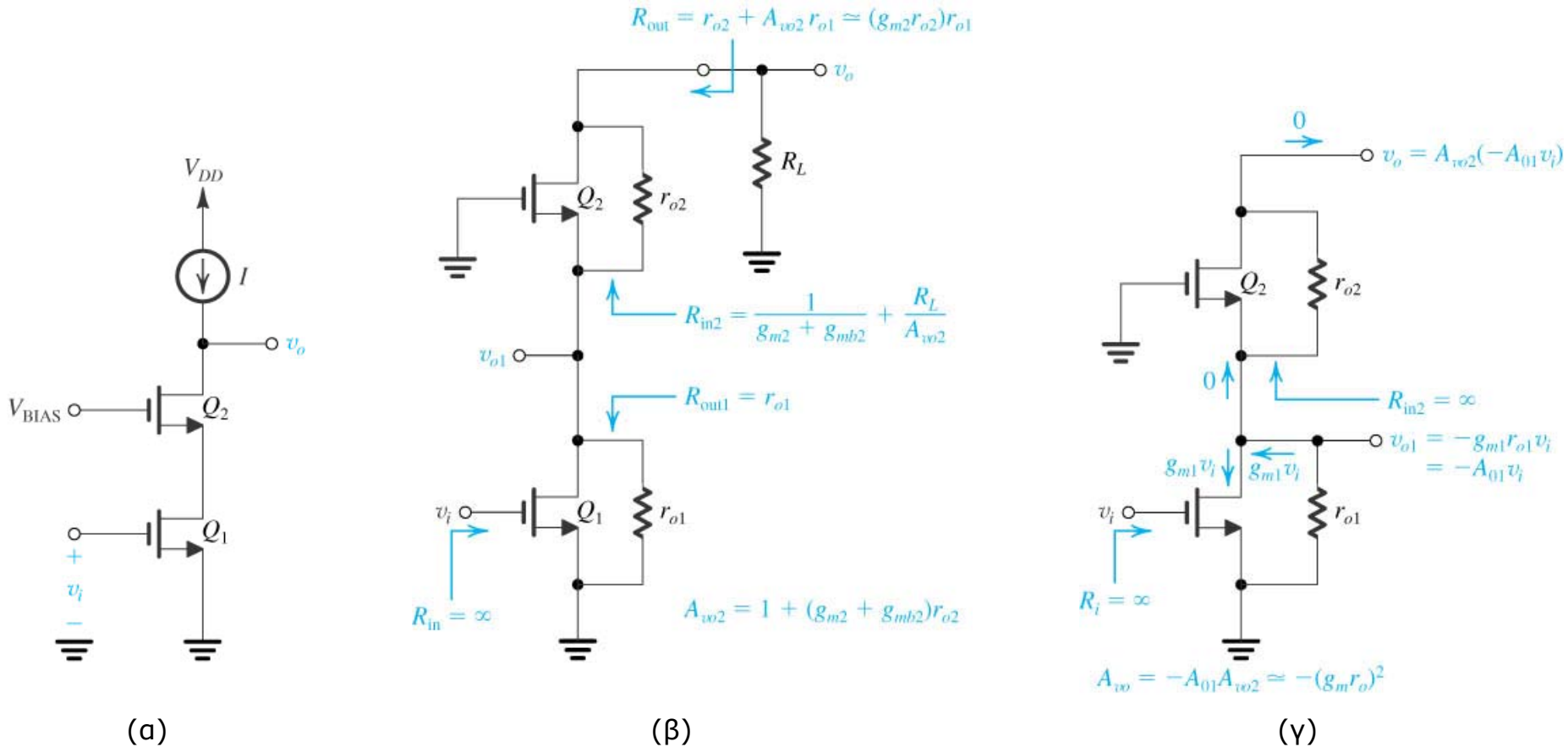
Διπολικός καθρέφτης ρεύματος Wilson



Βελτιωμένος καθρέφτης ρεύματος Wilson

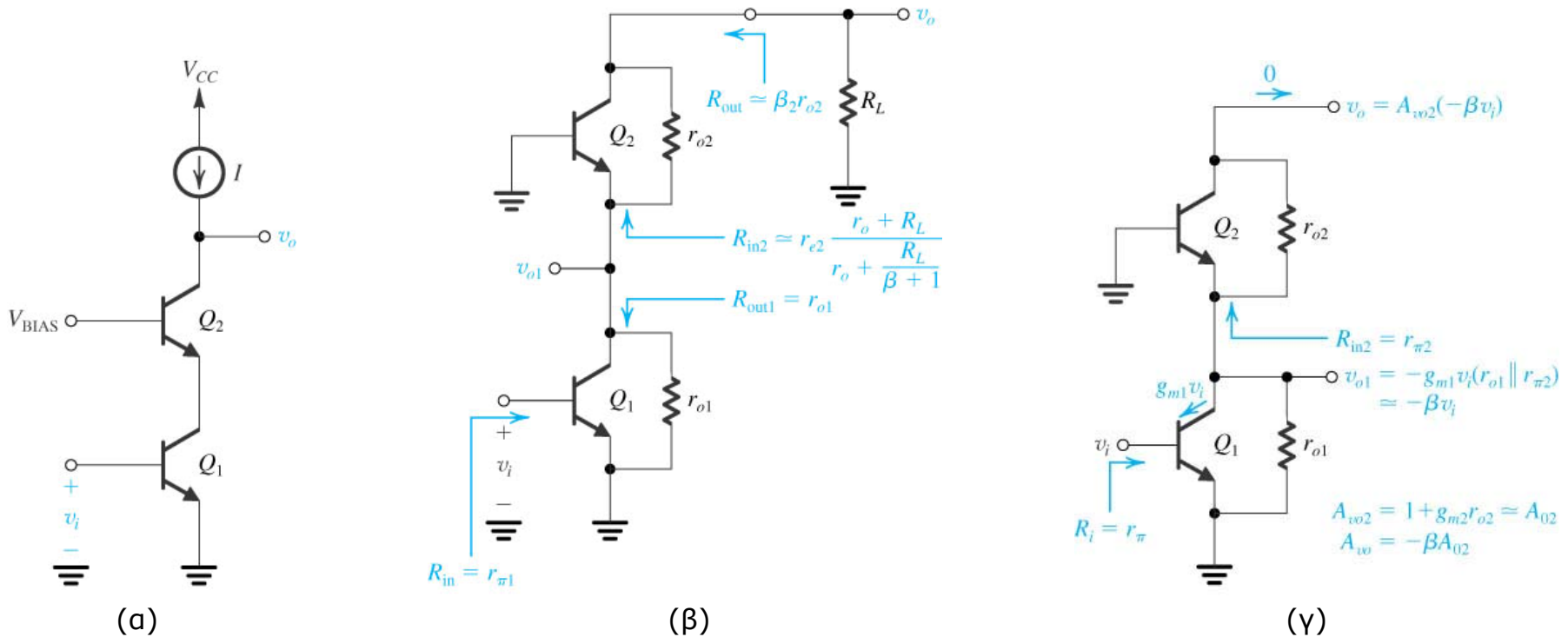
Μοντέλο μικρού σήματος

Ο Ενισχυτής MOS cascode



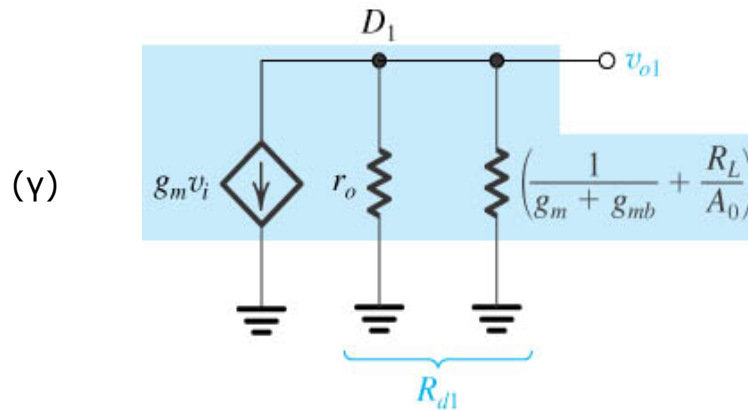
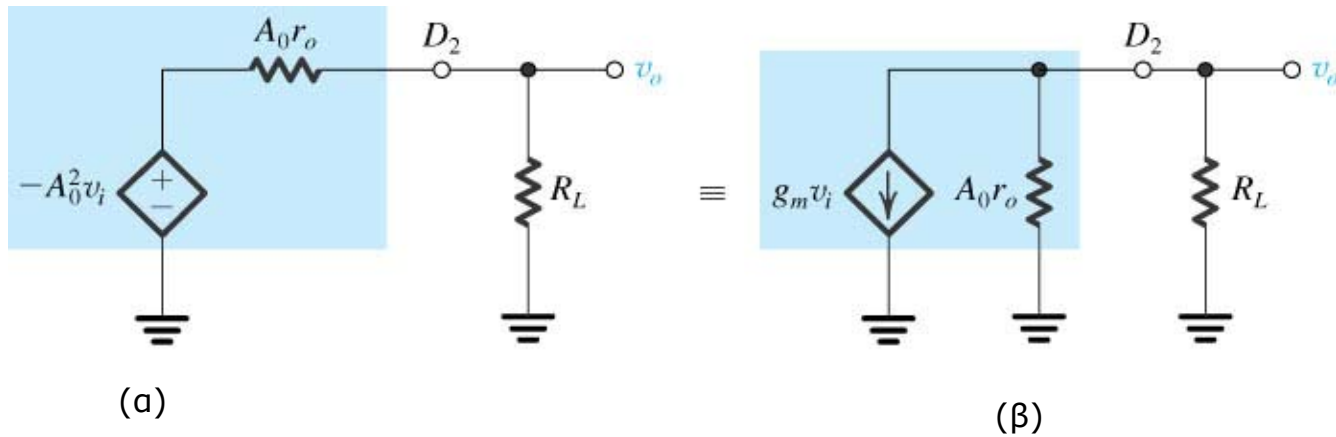
(α) Ο MOS cascode ενισχυτής. **(β)** το κύκλωμα ανάλυσης μικρού σήματος με διάφορες αντιστάσεις εισόδου-εξόδου. **(γ)** Το cascode κύκλωμα με έξοδο ανοιχτό κύκλωμα.

Ο Ενισχυτής BJT cascode



(α) Ο BJT cascode ενισχυτής. **(β)** Κύκλωμα για την ανάλυση μικρού σήματος όπου φαίνονται οι διάφορες αντιστάσεις εισόδου και εξόδου. Παρατηρούμε ότι η αντίσταση r_x έχει αγνοηθεί. **(γ)** Το cascode κύκλωμα με ανοιχτοκυκλωμένη την έξοδο.

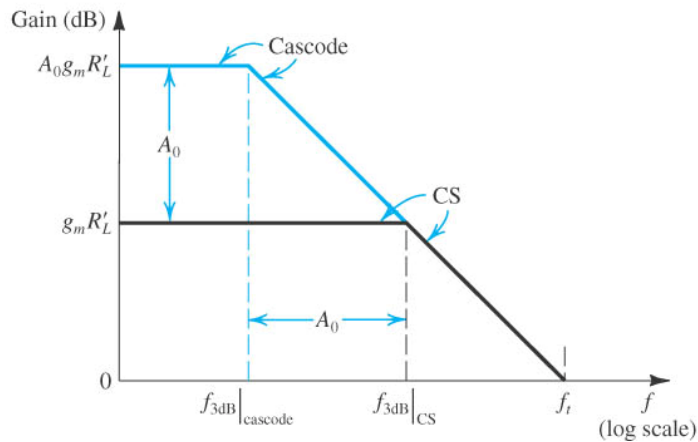
Έξοδος του Cascode ενισχυτή



(α,β) 2 ισοδύναμα κυκλώματα για την έξοδο του Cascode ενισχυτή. Οποιοδήποτε κύκλωμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καθορίσει το κέρδος A_v . **(γ)** Ισοδύναμο κύκλωμα για καθορισμό του κέρδους τάσης του σταδίου κοινής πηγής, Q_1 .

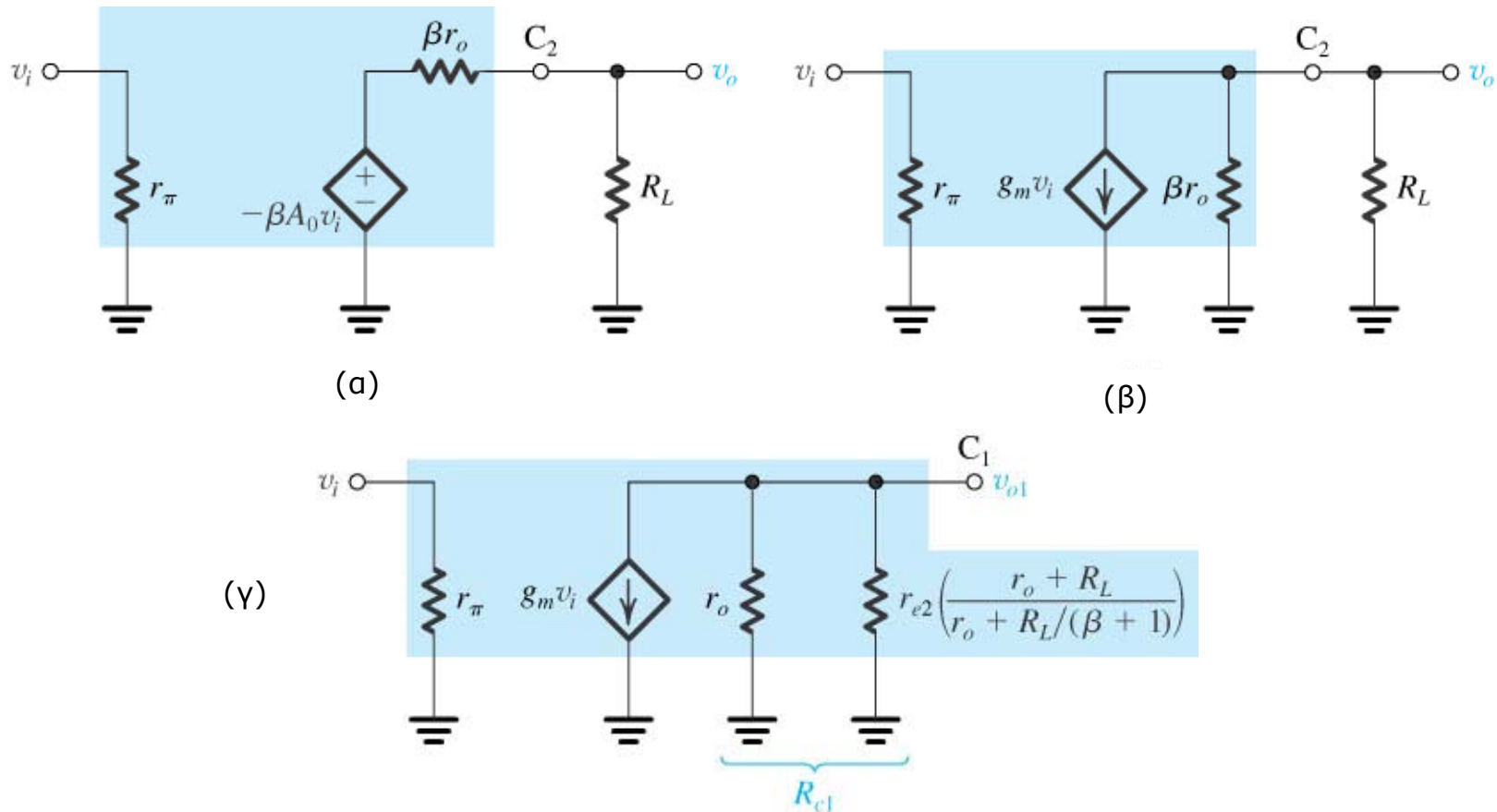
Κέρδος και εύρος ζώνης

	Common Source	Cascode
Circuit		
DC Gain	$-g_m R'_L$	$-A_0 g_m R'_L$
f_{3dB}	$\frac{1}{2\pi(C_L + C_{gd})R'_L}$	$\frac{1}{2\pi(C_L + C_{gd})A_0 R'_L}$
f_t	$\frac{g_m}{2\pi(C_L + C_{gd})}$	$\frac{g_m}{2\pi(C_L + C_{gd})}$



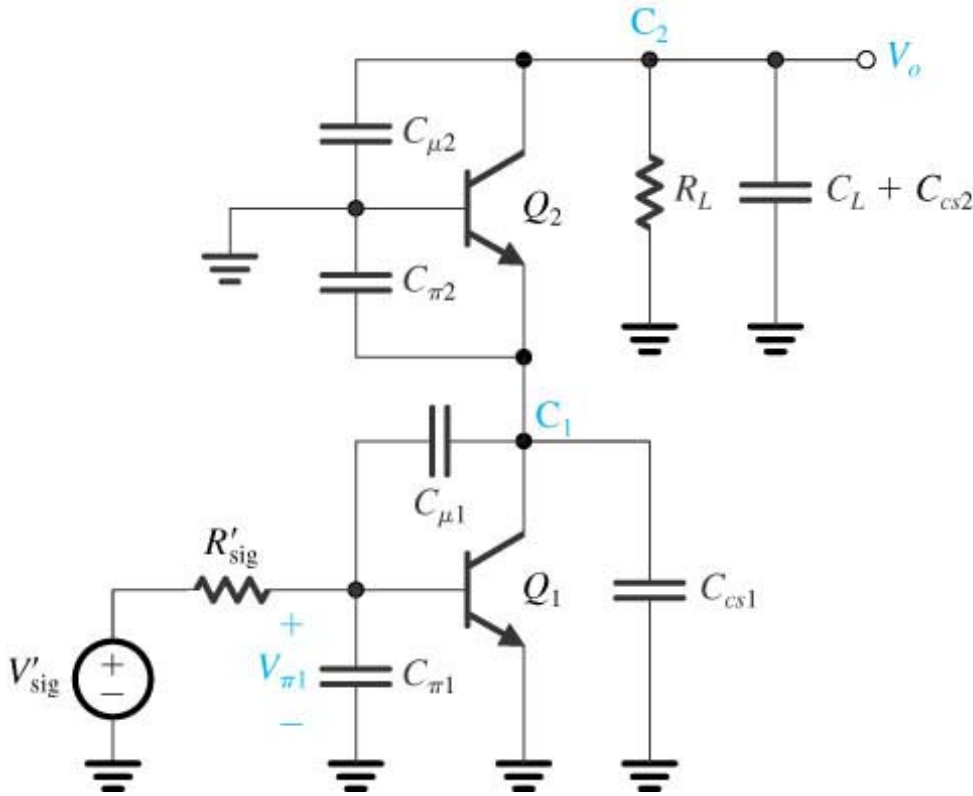
Επίδραση του cascoding στο κέρδος και στο bandwidth στην περίπτωση όπου $R_{sig} \ll 0$. Η τοπολογία Cascoding μπορεί να αυξήσει το dc κέρδος κατά A_0 κρατώντας παράλληλα τη συχνότητα μοναδιαίου κέρδους σταθερή. Παρατηρούμε ότι για να πετύχουμε υψηλό κέρδος το ωμικό φορτίο π'ρεπει να αυξηθεί κατά A_0 .

Ισοδύναμο κύκλωμα



(α) Ισοδύναμο κύκλωμα του ενισχυτή cascode αναφορικά με το κέρδος τάσης ανοιχτού κυκλώματος $A_{vo} = -\beta A_0$. **(β)** Ισοδύναμο κύκλωμα σε σχέση με το συνολικό βραχυκύκλωμα των $G_m \cdot g_m$. **(γ)** Ισοδύναμο κύκλωμα εύρεσης του κέρδους για το στάδιο κοινού εκπομπού, Q_1 .

Απόκριση συχνότητας ενός ενισχυτή BJT cascode



$$R'_{sig} = r_{\pi 1} \parallel (r_{x1} + R_{sig})$$

$$R_{\pi 1} = R'_{sig}$$

$$R_{\mu 1} = R'_{sig}(1 + g_{m1}R_{c1}) + R_{c1}$$

$$R_{c1} = r_{o1} \parallel \left[r_{e2} \left(\frac{r_{o2} + R_L}{r_{o2} + R_L / (\beta_2 + 1)} \right) \right]$$

$$\tau_H = C_{\pi 1}R_{\pi 1} + C_{\mu 1}R_{\mu 1} + (C_{cs1} + C_{\pi 2})R_{c1} + (C_L + C_{cs2} + C_{\mu 2})(R_L \parallel R_{out})$$

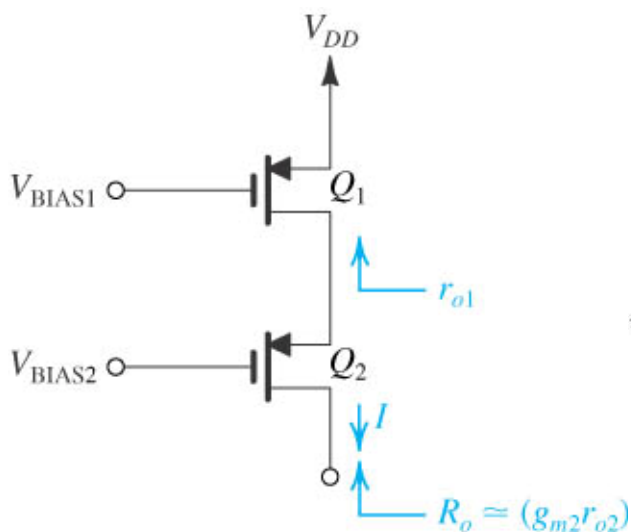
$$f_H \approx \frac{1}{2\pi\tau_H}$$

$$A_M = -\frac{r_{\pi}}{r_{\pi} + r_x + R_{sig}} g_m (\beta r_o \parallel R_L)$$

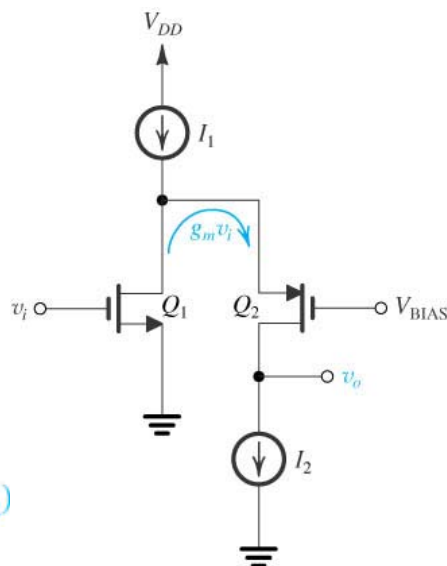
Παρατηρούμε ότι εκτός από τις BJT χωρητικότητες C_p και C_m , περιλαμβάνεται επίσης και η χωρητικότητα μεταξύ συλλέκτη και υποστρώματος C_{cs} για κάθε τρανζίστορ.

Cascode κυκλώματα (1/2)

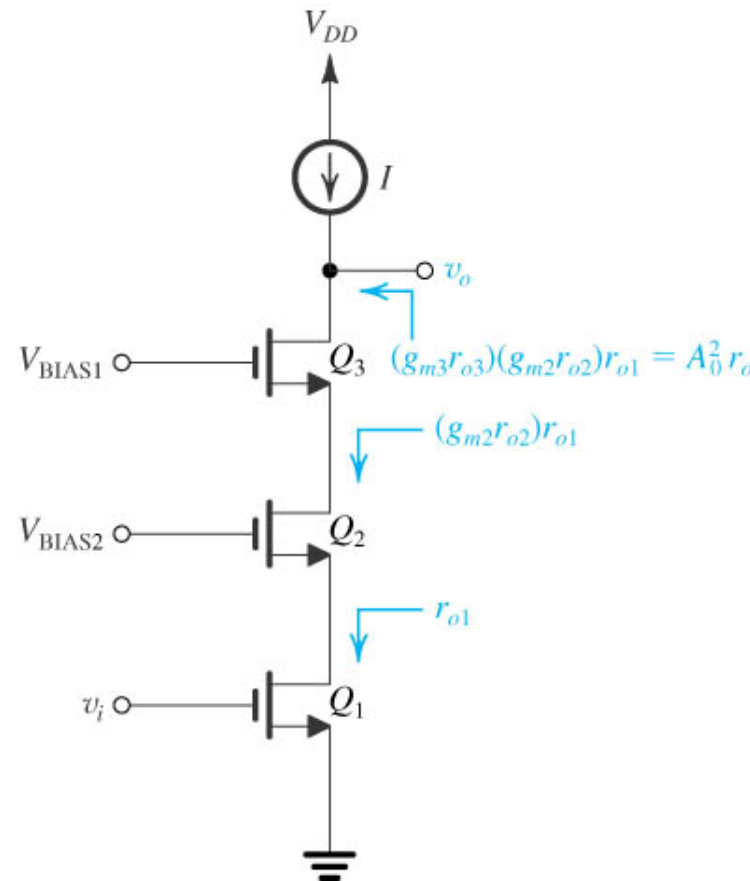
Πηγή ρεύματος



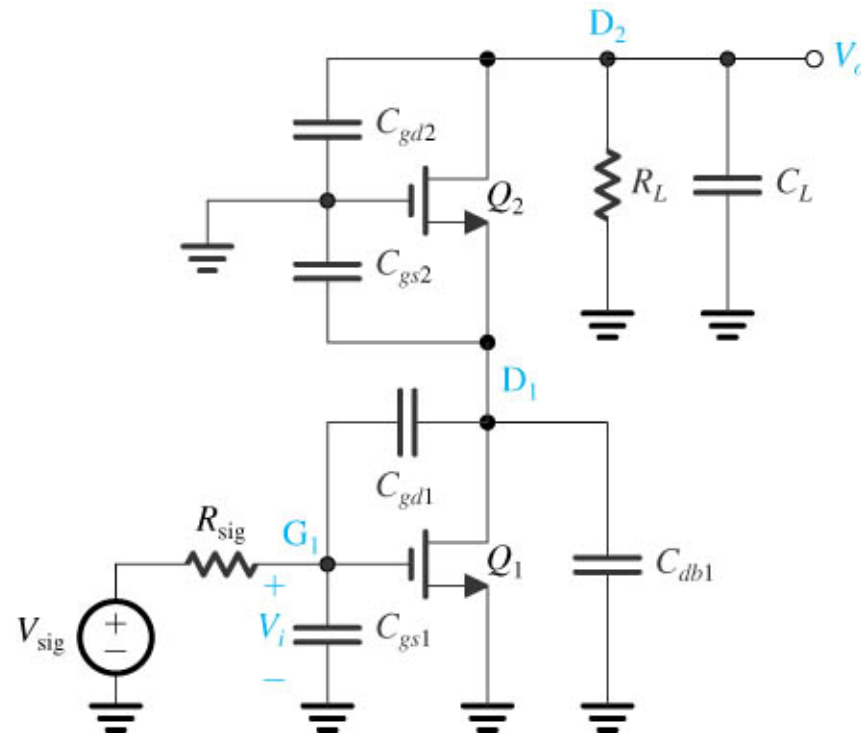
Folded cascode



Διπλός cascoding



Cascode κυκλώματα (2/2)



Cascode κύκλωμα όπου φαίνονται διάφορες χωρητικότητες του τρανζίστορ.

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