

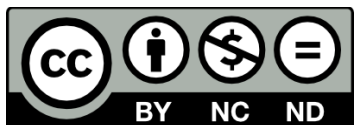


# ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΙΙ

## Ενότητα 2: Διαφορικός ενισχυτής (BJT)

Χατζόπουλος Αλκιβιάδης

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχ. Υπολογιστών



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



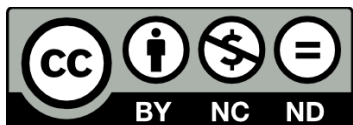
# Σχεδιασμός ενοτήτων:

- 1. Διαφορικός ενισχυτής (MOS)
- **2. Διαφορικός ενισχυτής (BJT)**
- 3. Ενισχυτές στις χαμηλές συχνότητες
- 4. Ενισχυτές στις υψηλές συχνότητες
- 5. Πολυβάθμιοι ενισχυτές
- 6. Ανάδραση
- 7. Τελεστικός ενισχυτής
- 8. Ταλαντωτές – Γεννήτριες σήματος





# ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΣ ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ (BJT)



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
*επένδυση στην κοινωνία της γνώσης*

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



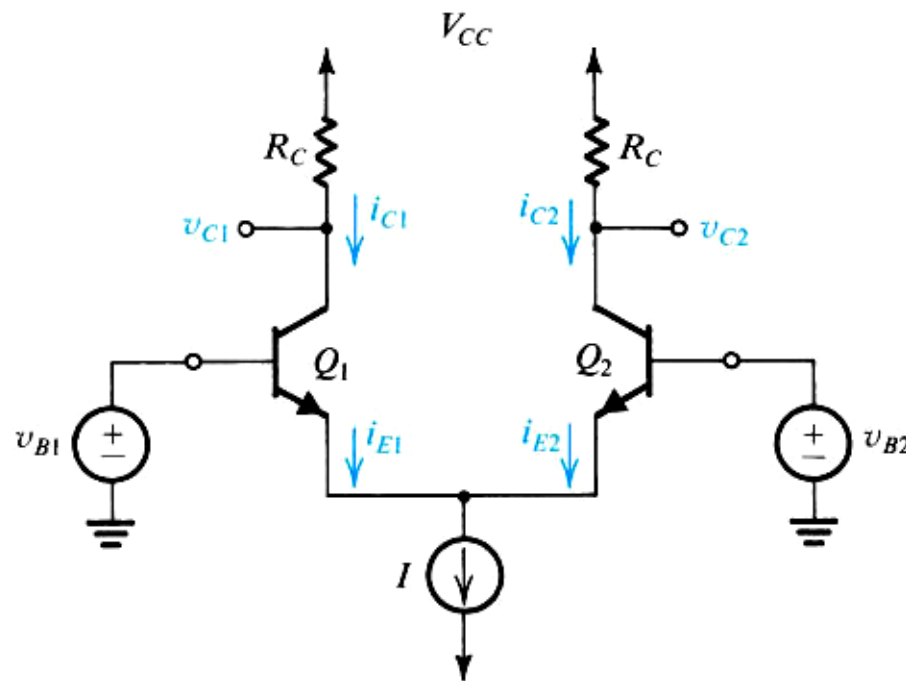
ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Περιεχόμενα ενότητας

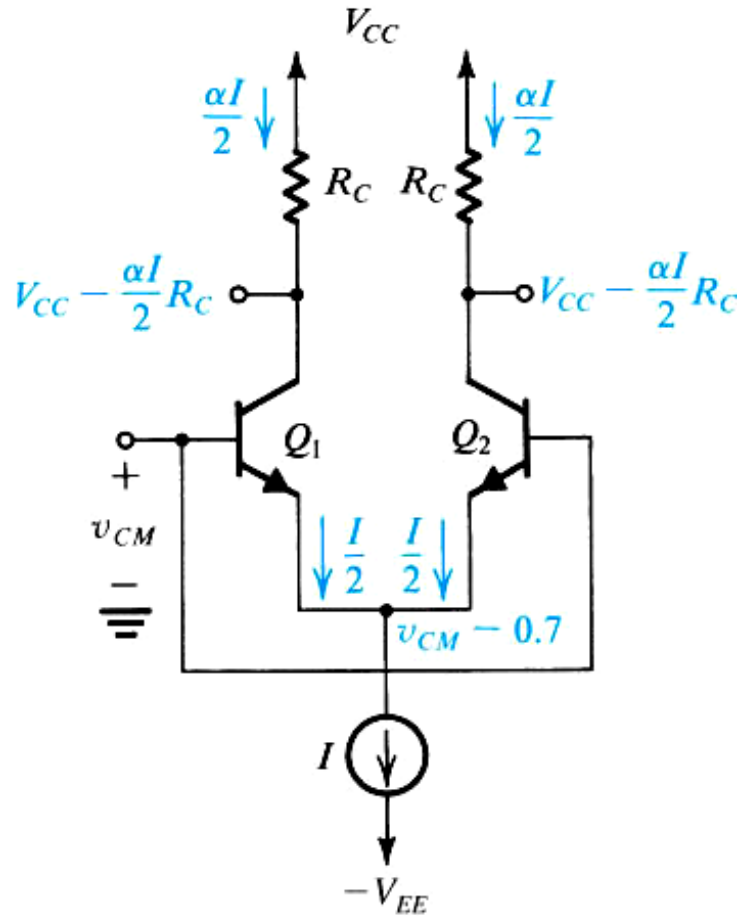
1. Εισαγωγή – Δ.Ε. με κοινό σήμα- παράδειγμα (διαφ. 7- 11)
2. Δ.Ε. με μεγάλο σήμα εισόδου (διαφ. 12- 14)
3. Δ.Ε. με μικρό σήμα εισόδου (διαφ. 15- 24)
4. Επίδραση ασυμμετριών στην συμπεριφορά του Δ.Ε. (διαφ. 25 – 30)
5. Δ.Ε. με ενεργό φορτίο (διαφ. 31-37)



# Διαφορικός ενισχυτής με διπολικά τρανζίστορ (BJT)

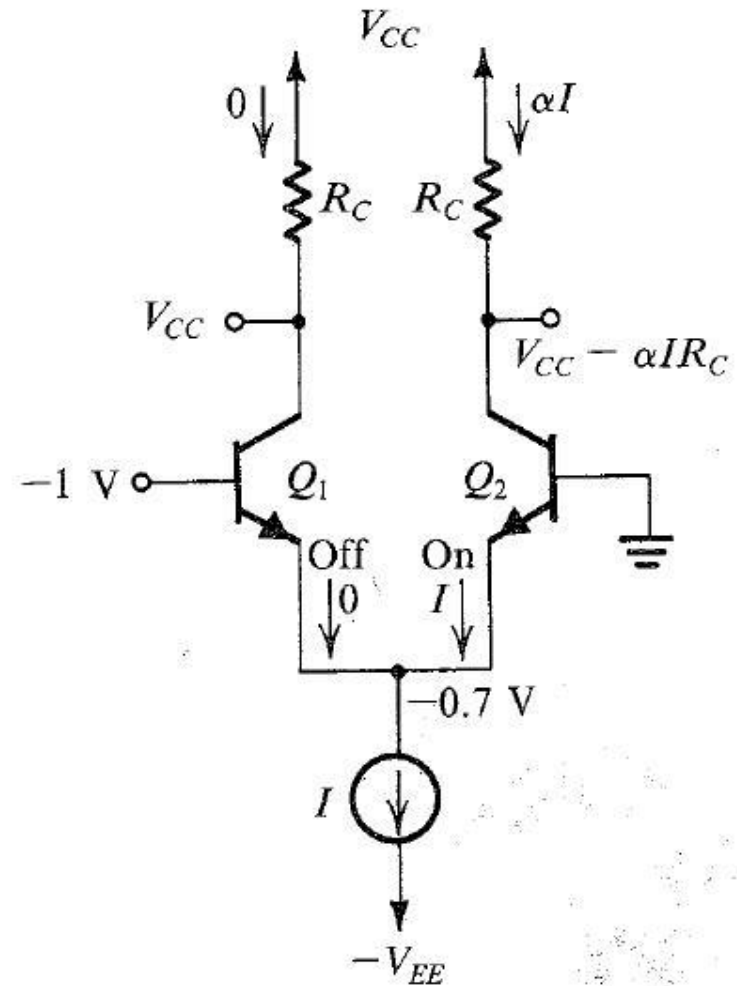
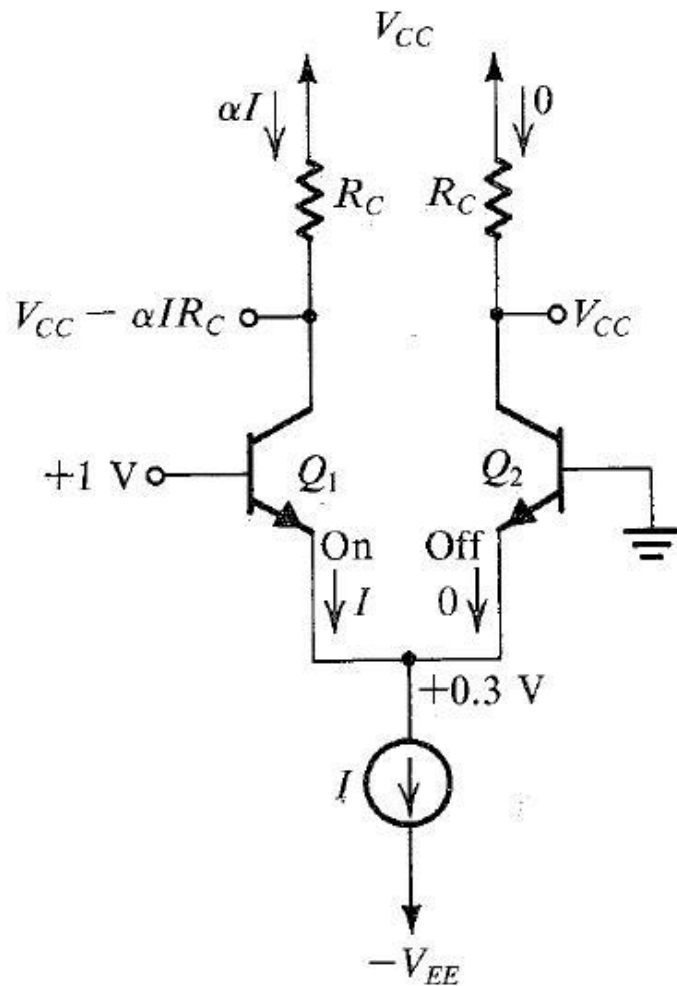


# Διαφορικός ενισχυτής BJT με κοινό σήμα

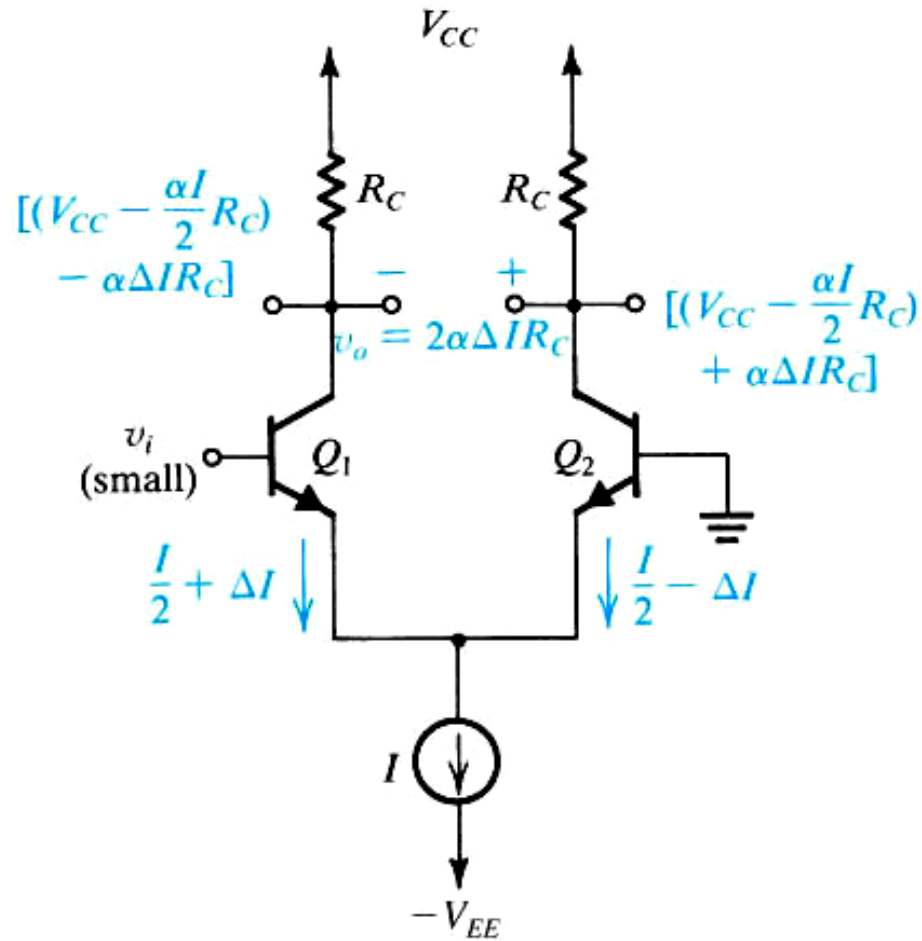




# Διαφορικός ενισχυτής BJT με «μεγάλο» σήμα

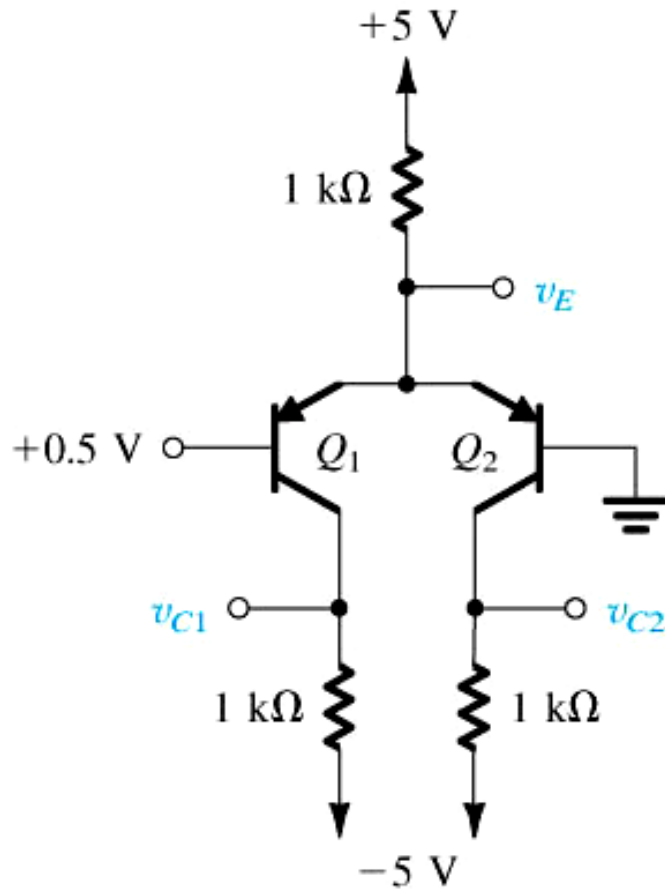


# Διαφορικός ενισχυτής BJT με μικρή διαφορική είσοδο



# Διαφορικός ενισχυτής BJT με μεγάλο σήμα

## Παράδειγμα



$$V_{BE} = 0.7 \text{ V}$$

$$v_E = ?$$

$$\alpha \approx 1$$

$$v_{C1} = ? \quad v_{C2} = ?$$

$$Q2 \text{ on} \Rightarrow v_E = 0.7 \text{ V}$$

$$\text{Άρα, } Q1 \text{ σε αποκοπή} \Rightarrow i_{C1} = 0$$

$$\Rightarrow v_{C1} = -5 \text{ V}$$

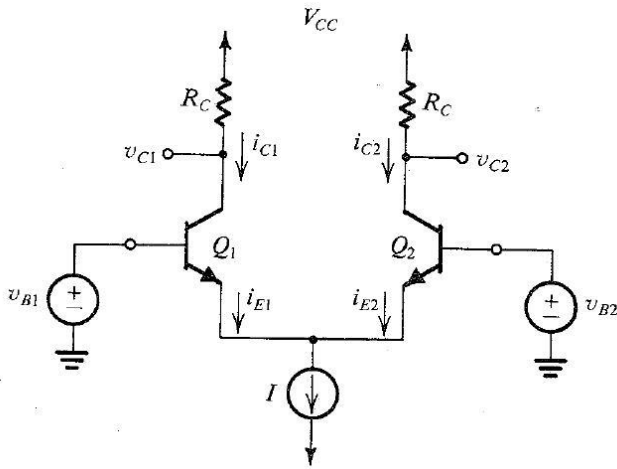
$$I = (5 - 0.7)/1 = 4.3 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow i_{C2} = I = 4.3 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow v_{C2} = -5 + 1 \cdot 4.3 = -0.7 \text{ V}$$



# Διαφορικός ενισχυτής BJT με μεγάλο σήμα εισόδου



$$i_{E1} = \frac{I_S}{\alpha} e^{(v_{B1} - v_E)/V_T}$$

$$i_{E2} = \frac{I_S}{\alpha} e^{(v_{B2} - v_E)/V_T}$$

$$\frac{i_{E1}}{i_{E2}} = e^{(v_{B1} - v_{B2})/V_T}$$

$$\frac{i_{E1}}{i_{E1} + i_{E2}} = \frac{1}{1 + e^{(v_{B2} - v_{B1})/V_T}}$$

$$\frac{i_{E2}}{i_{E1} + i_{E2}} = \frac{1}{1 + e^{(v_{B1} - v_{B2})/V_T}}$$

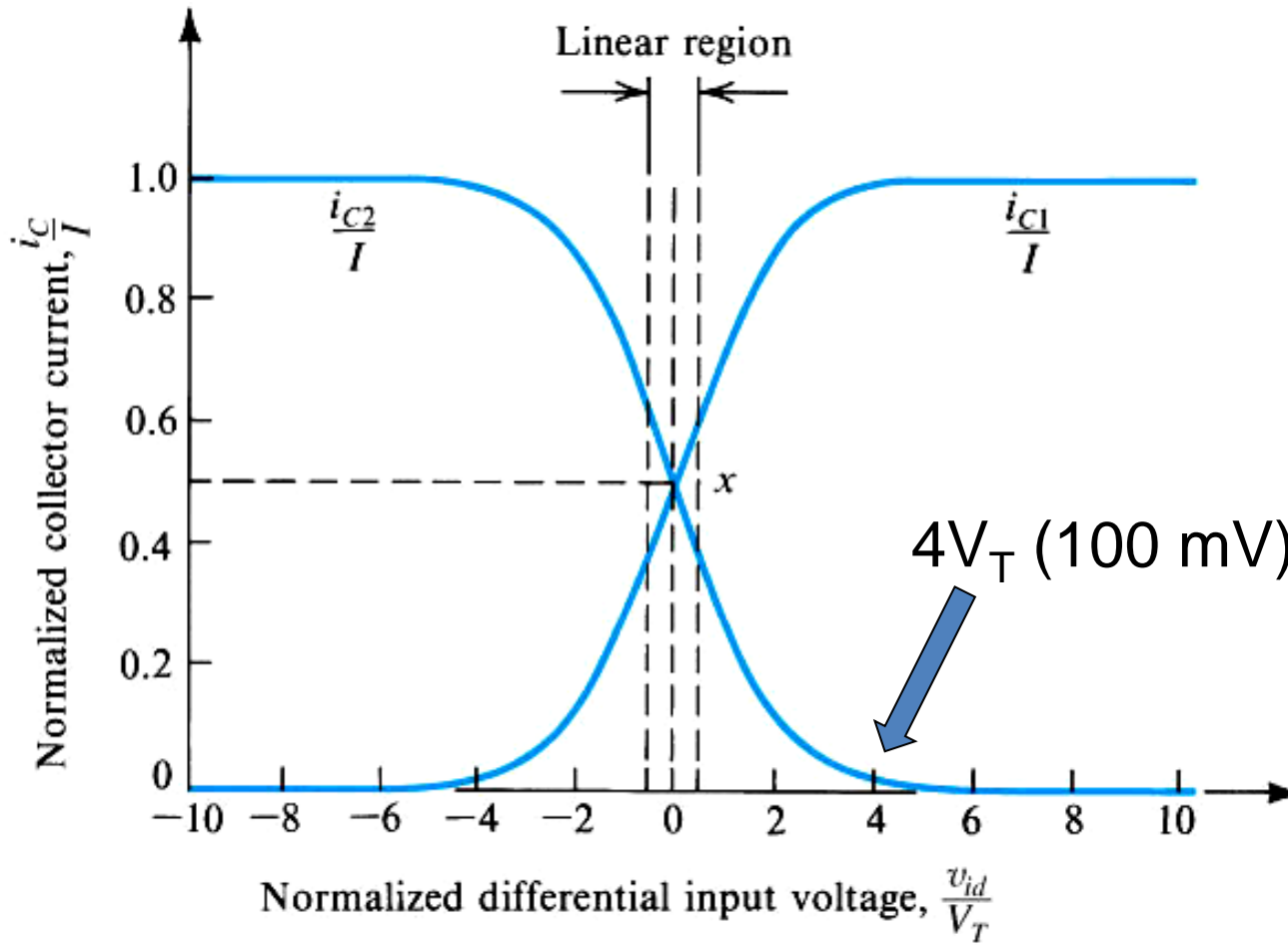
$$i_{E1} + i_{E2} = I$$

$$i_{E1} = \frac{I}{1 + e^{-v_{id}/V_T}}$$

$$i_{E2} = \frac{I}{1 + e^{v_{id}/V_T}}$$



# Χαρακτηριστική μεταφοράς διαφορικού ενισχυτή BJT με μεγάλο σήμα εισόδου



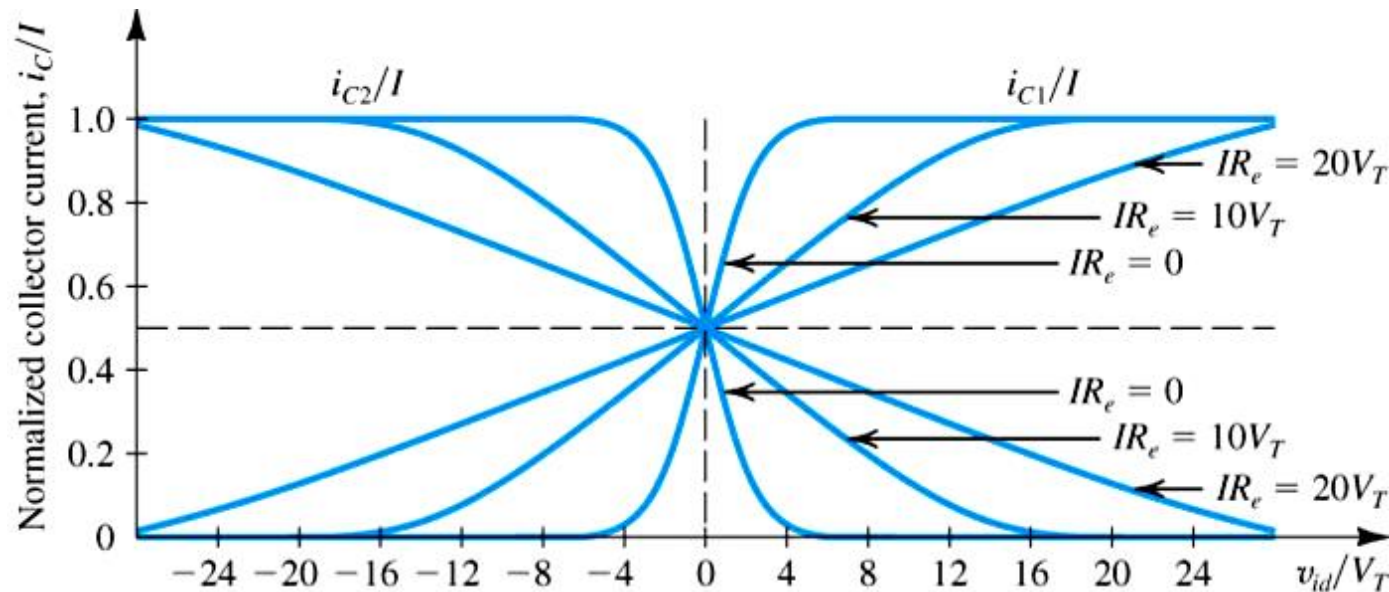
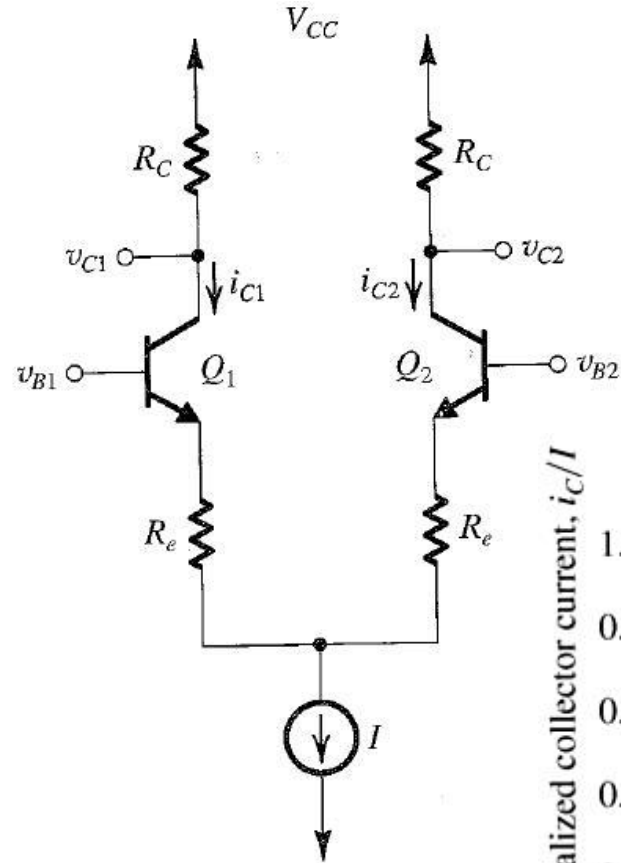
$$i_{E1} = \frac{I}{1 + e^{-v_{id}/V_T}}$$

$$i_{E2} = \frac{I}{1 + e^{v_{id}/V_T}}$$

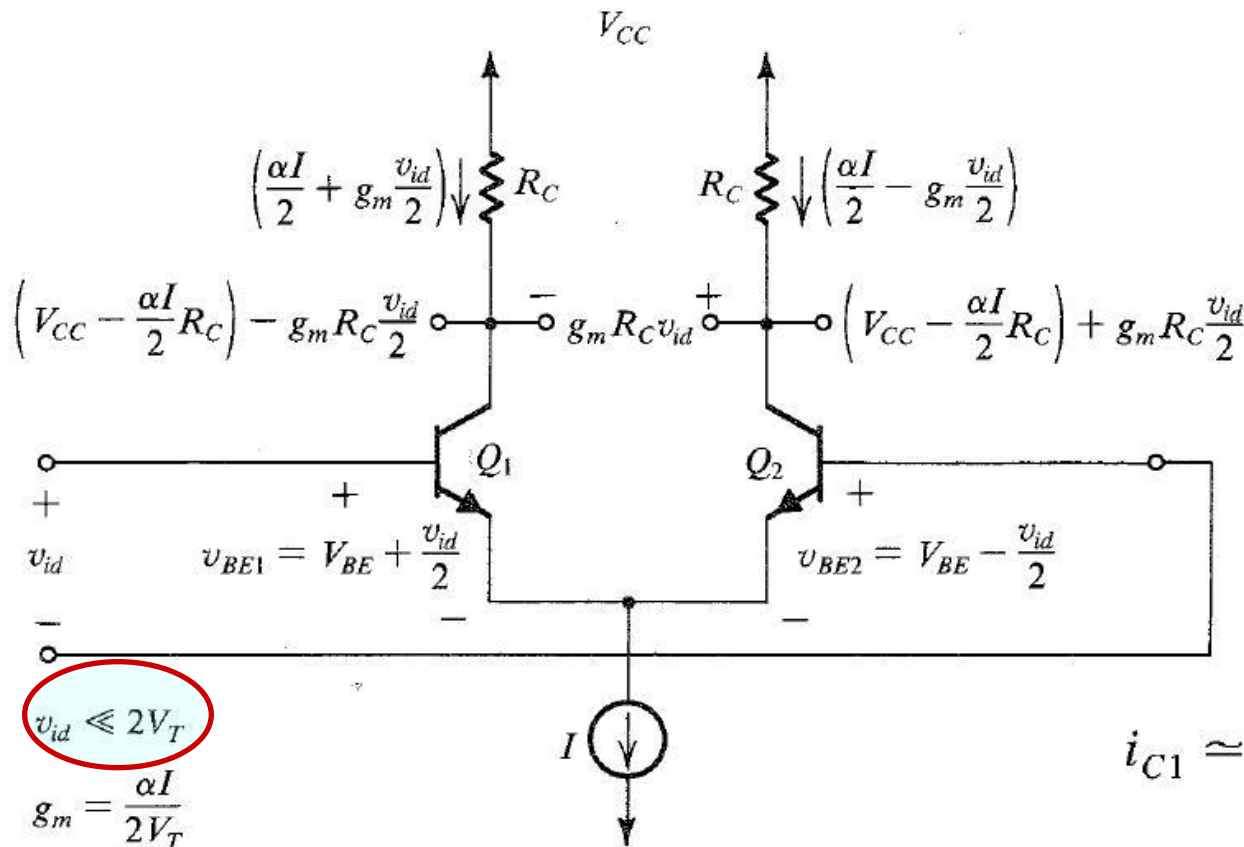


# Χαρακτηριστική μεταφοράς διαφορικού ενισχυτή BJT με μεγάλο σήμα εισόδου και αντιστάσεις $R_e$

Αύξηση  $R_e \Rightarrow$  διεύρυνση γραμμικής περιοχής  
αλλά και μικρότερο κέρδος  $g_m$  (κλίση στο  $v_{id} = 0$ )



# Διαφορικός ενισχυτής BJT με μικρό σήμα εισόδου



$$i_{C1} = \frac{\alpha I}{1 + e^{-v_{id}/V_T}}$$

$$i_{C2} = \frac{\alpha I}{1 + e^{v_{id}/V_T}}$$

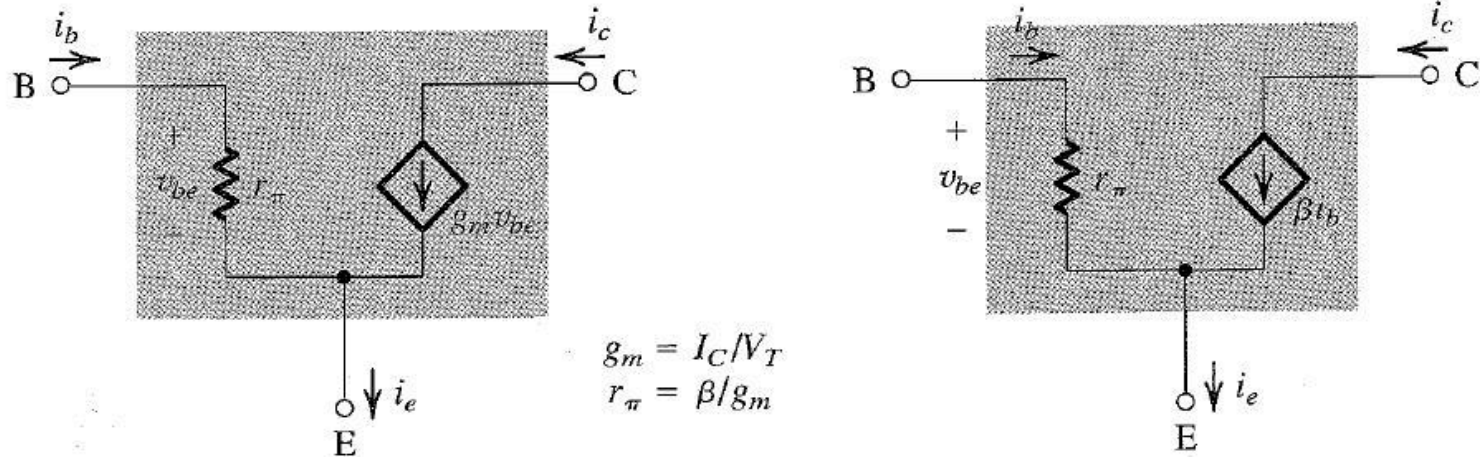
$$i_{C1} = \frac{\alpha I e^{v_{id}/2V_T}}{e^{v_{id}/2V_T} + e^{-v_{id}/2V_T}}$$

$$i_{C1} \approx \frac{\alpha I (1 + v_{id}/2V_T)}{1 + v_{id}/2V_T + 1 - v_{id}/2V_T}$$

$$i_{C1} = \frac{\alpha I}{2} + \frac{\alpha I}{2V_T} \frac{v_{id}}{2}$$



# π-υβριδικό ισοδύναμο BJT



$$g_m = \frac{I_C}{V_T}$$

$$r_e = \frac{V_T}{I_E} = \alpha \left( \frac{V_T}{I_C} \right)$$

$$r_\pi = \frac{V_T}{I_B} = \beta \left( \frac{V_T}{I_C} \right)$$

$$r_o = \frac{|V_A|}{I_C}$$

$$r_e = \frac{\alpha}{g_m}$$

$$r_\pi = \frac{\beta}{g_m}$$

$$g_m = \frac{\alpha}{r_e}$$

$$r_\pi = (\beta + 1)r_e$$

$$g_m + \frac{1}{r_\pi} = \frac{1}{r_e}$$

$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

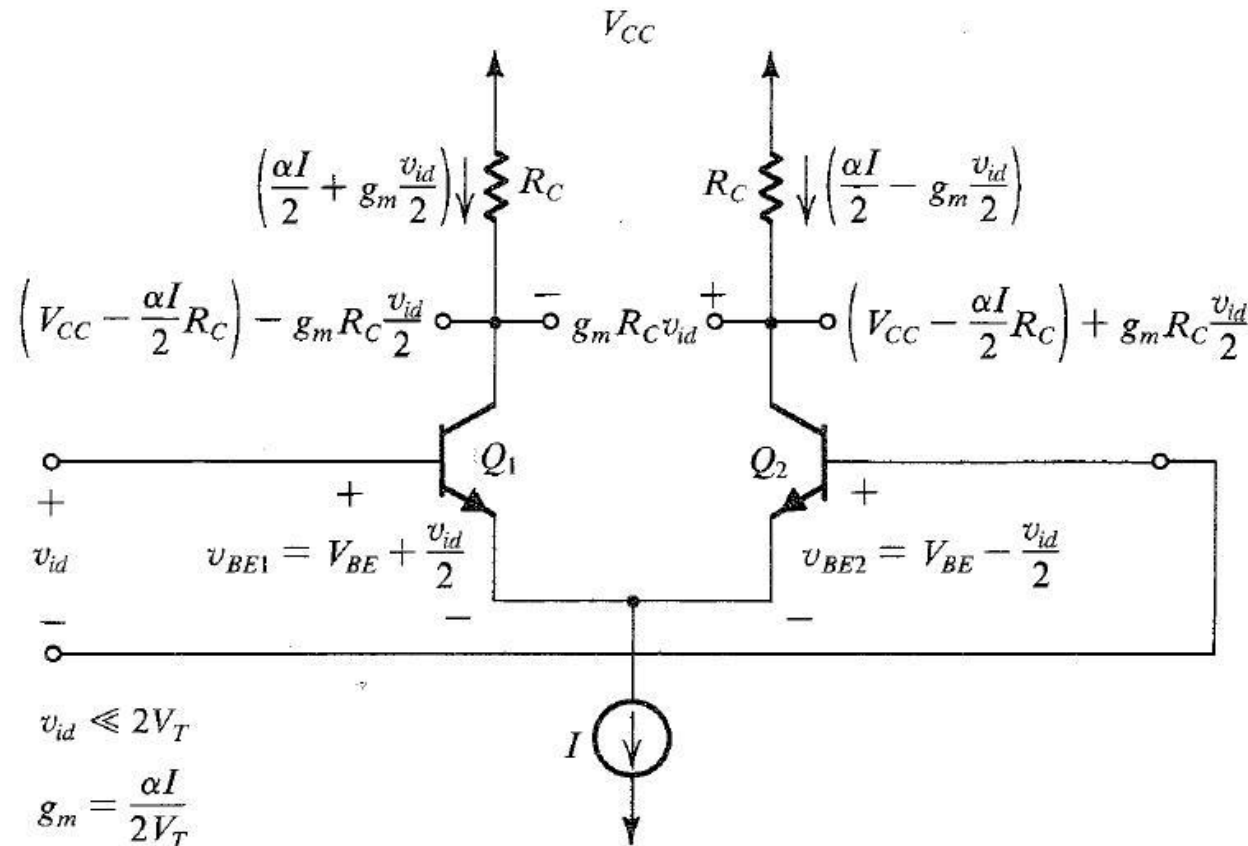
$$\alpha = \frac{\beta}{\beta + 1}$$

$$\beta + 1 = \frac{1}{1 - \alpha}$$





# Διαφορικός ενισχυτής BJT με μικρό σήμα εισόδου (1/2)



$$i_{C1} = \frac{\alpha I}{2} + \frac{\alpha I}{2V_T} \frac{v_{id}}{2}$$

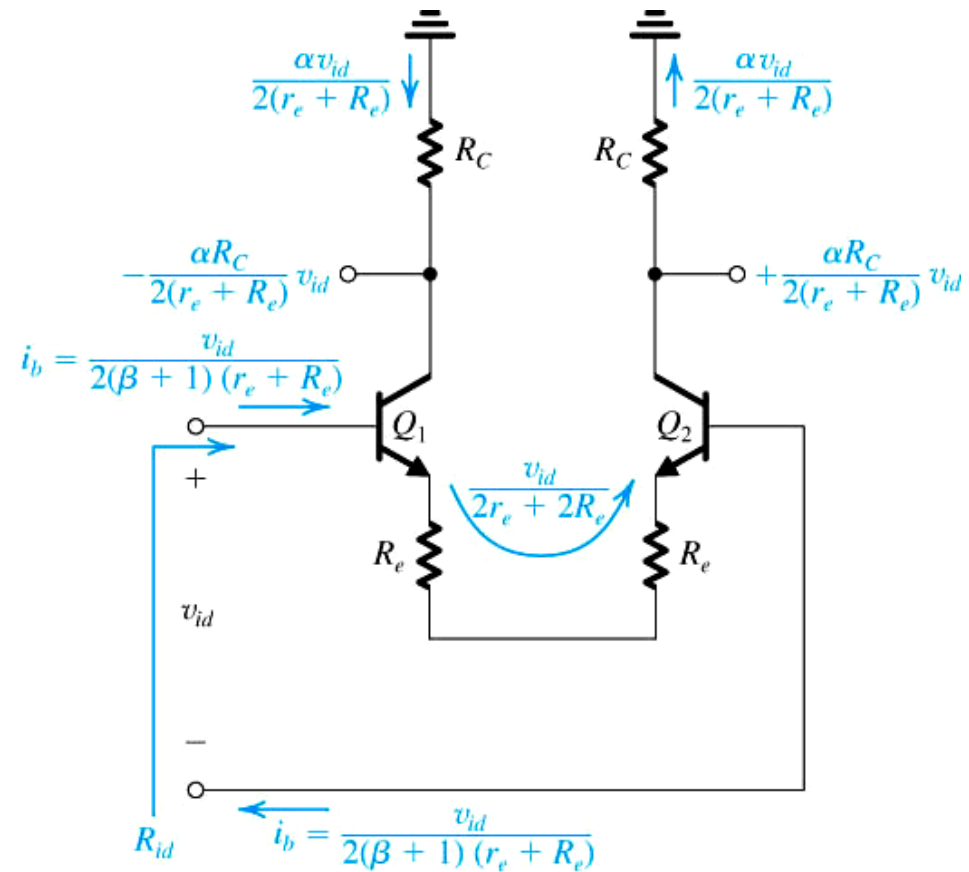
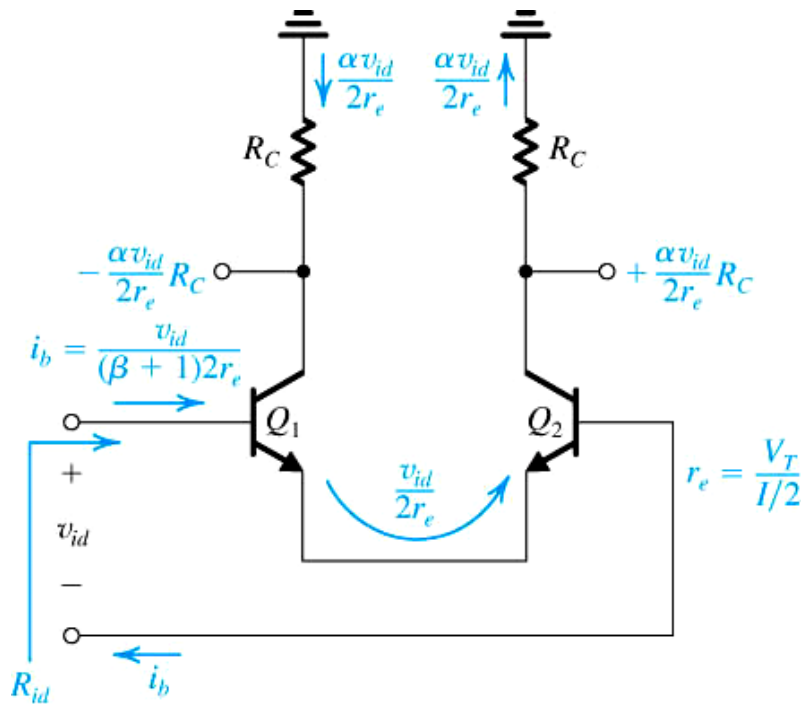
$$i_{C2} = \frac{\alpha I}{2} - \frac{\alpha I}{2V_T} \frac{v_{id}}{2}$$

$$i_c = \frac{\alpha I}{2V_T} \frac{v_{id}}{2} = g_m \frac{v_{id}}{2}$$

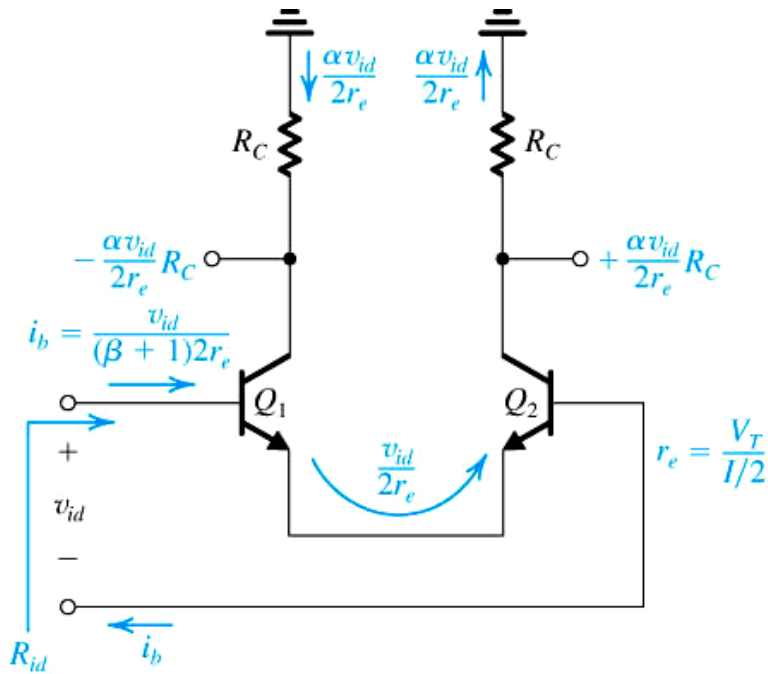
$$g_m = \frac{I_C}{V_T} = \frac{\alpha I / 2}{V_T}$$



# Διαφορικός ενισχυτής BJT με μικρό σήμα εισόδου (2/2)

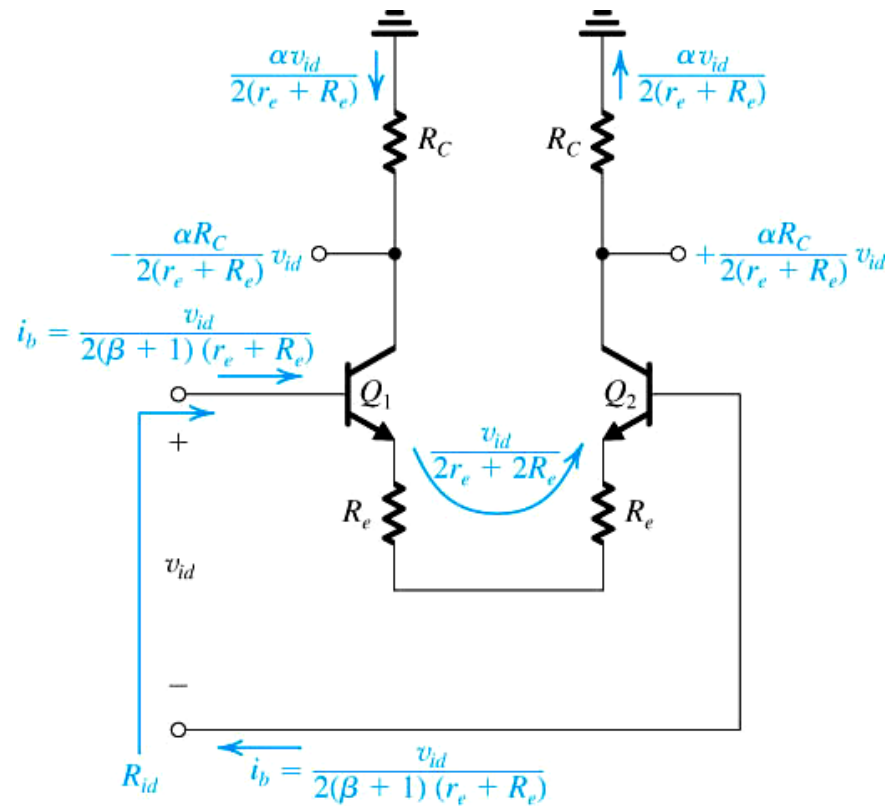


# Διαφορική αντίσταση εισόδου



$$i_b = \frac{i_e}{\beta + 1} = \frac{v_{id}/2r_e}{\beta + 1}$$

$$R_{id} \equiv \frac{v_{id}}{i_b} = (\beta + 1)2r_e = 2r_{\pi}$$

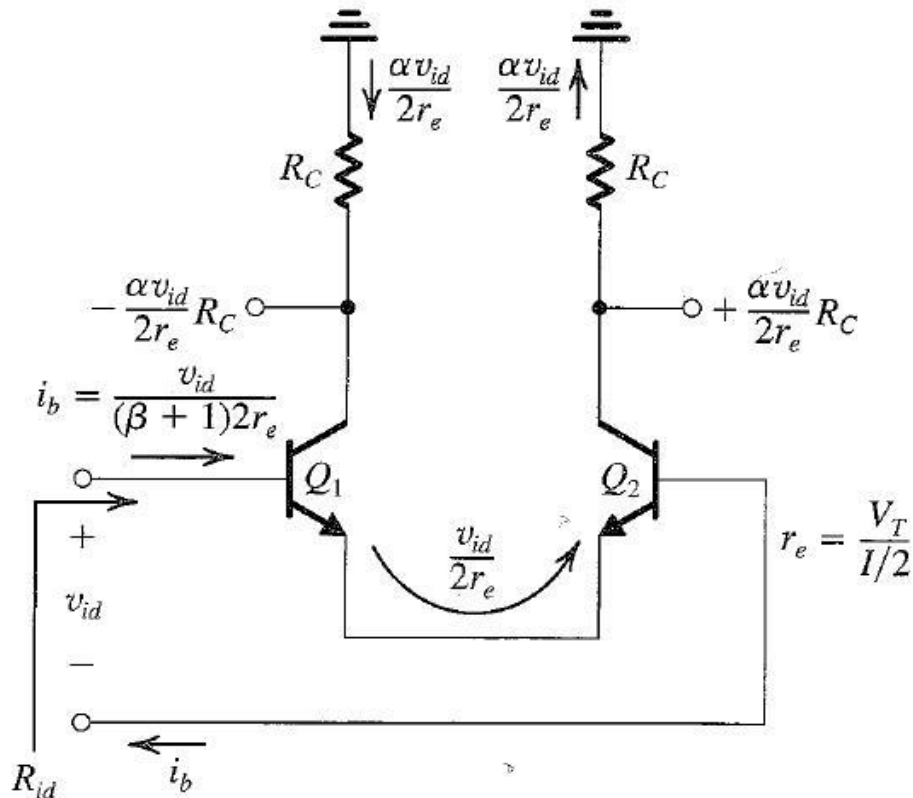


$$R_{id} = (\beta + 1)(2r_e + 2R_e)$$



# Διαφορικός ενισχυτής BJT με μικρό σήμα εισόδου

## Διαφορικό κέρδος



$$i_{C1} = I_C + g_m \frac{v_{id}}{2}$$

$$i_{C2} = I_C - g_m \frac{v_{id}}{2}$$

$$v_{C1} = (V_{CC} - I_C R_C) - g_m R_C \frac{v_{id}}{2}$$

$$v_{C2} = (V_{CC} - I_C R_C) + g_m R_C \frac{v_{id}}{2}$$

$$A_d = \frac{v_{c1} - v_{c2}}{v_d} = -g_m R_C$$

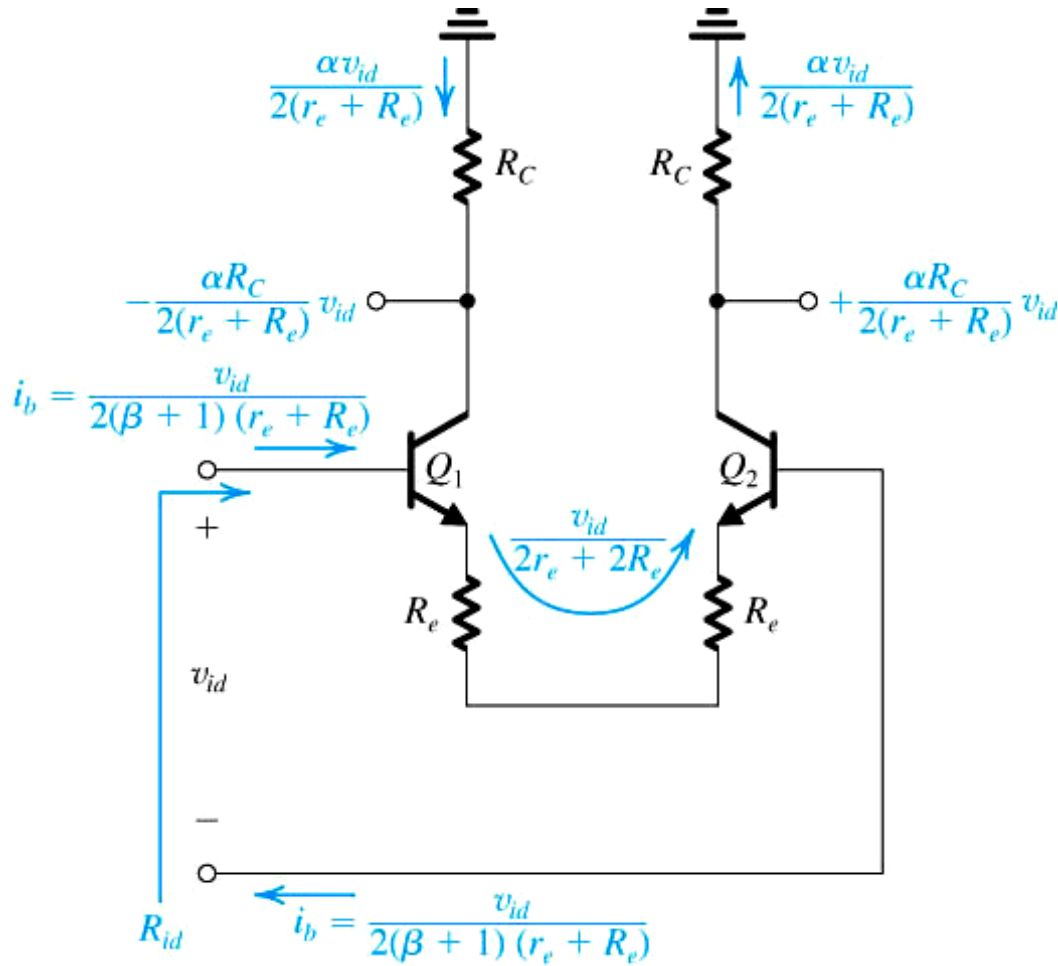
Μη διαφορική έξοδος (απλή)

$$A_d = \frac{v_{c1}}{v_d} = -\frac{1}{2} g_m R_C$$



# Διαφορικός ενισχυτής BJT με μικρό σήμα εισόδου

## Διαφορικό κέρδος με αντιστάσεις $R_e$

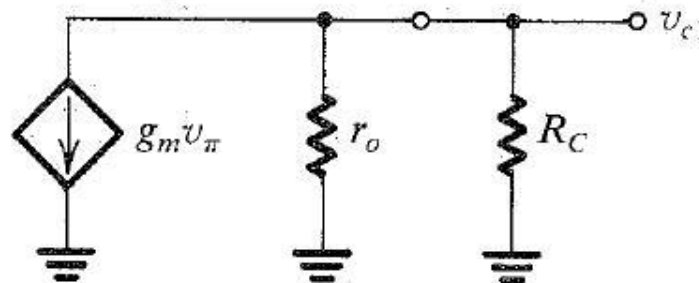
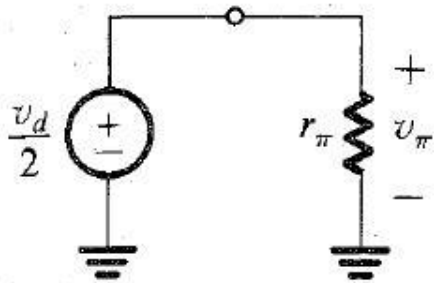
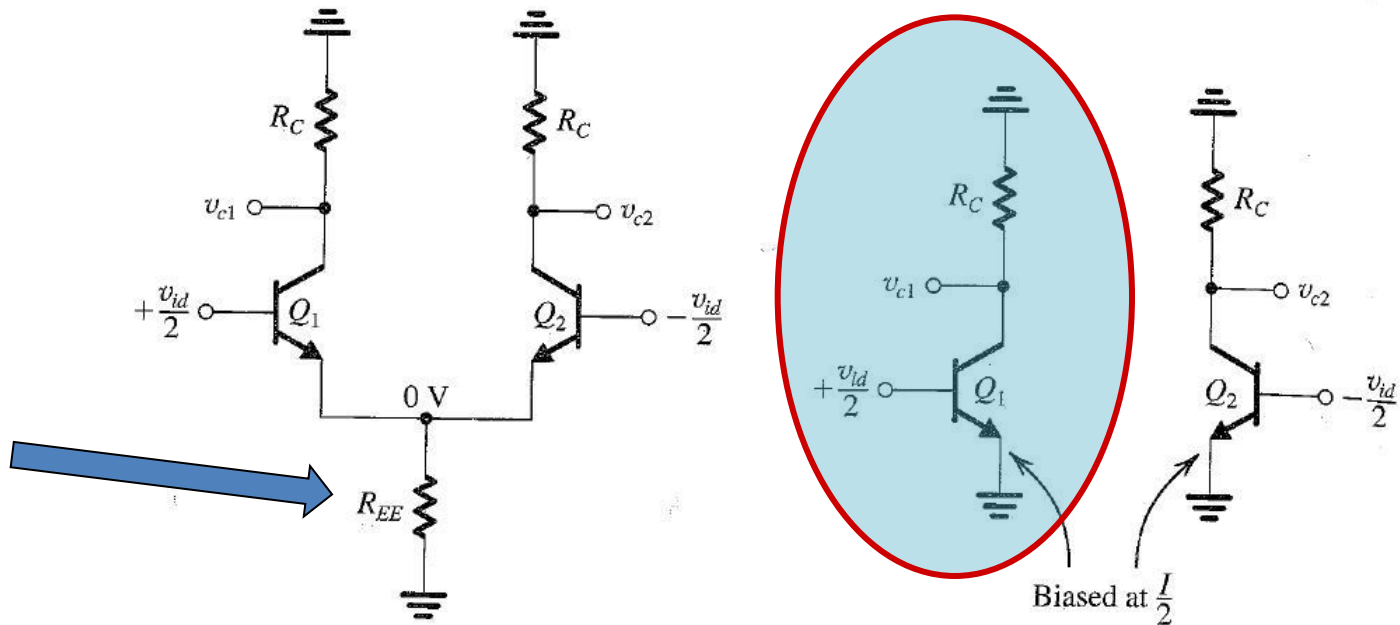


$$A_d = -\frac{\alpha(2R_C)}{2r_e + 2R_e} \approx -\frac{R_C}{r_e + R_e}$$



# Διαφορικός ενισχυτής BJT με μικρό σήμα εισόδου Ισοδύναμο με «διαφορικό ημικύκλωμα»

Αντίσταση  
εξόδου πηγής  
ρεύματος

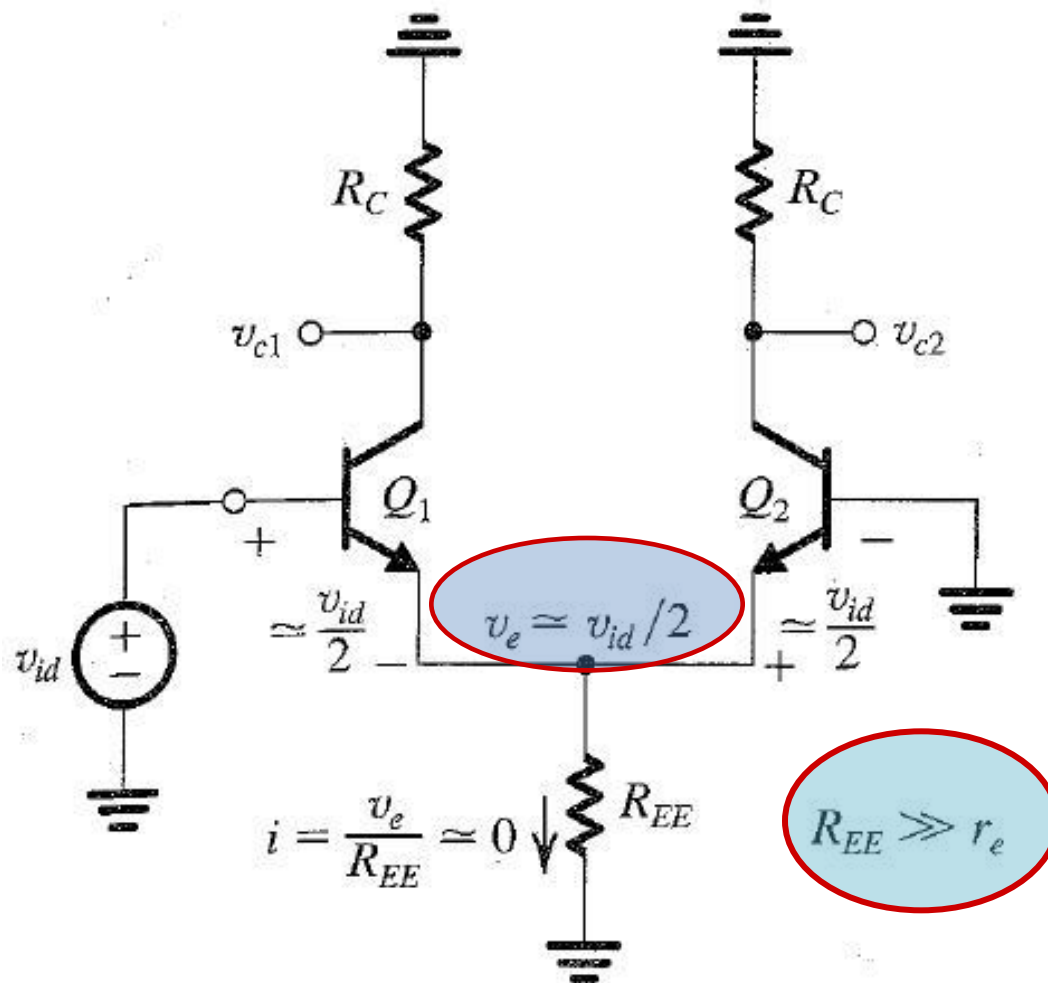


Επίδραση της  
αντίστασης  $r_o$

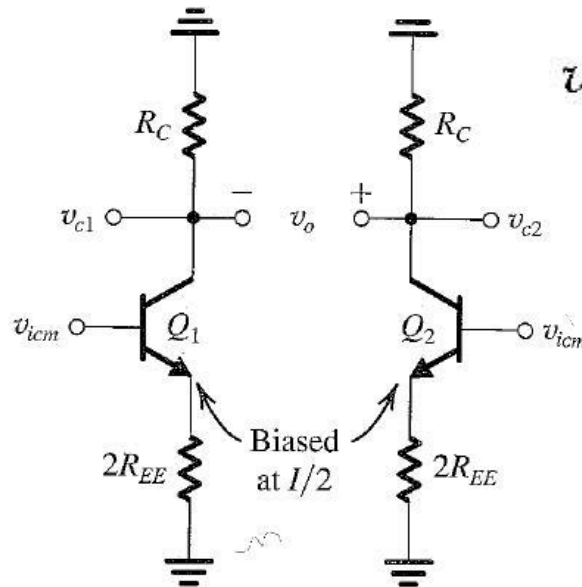
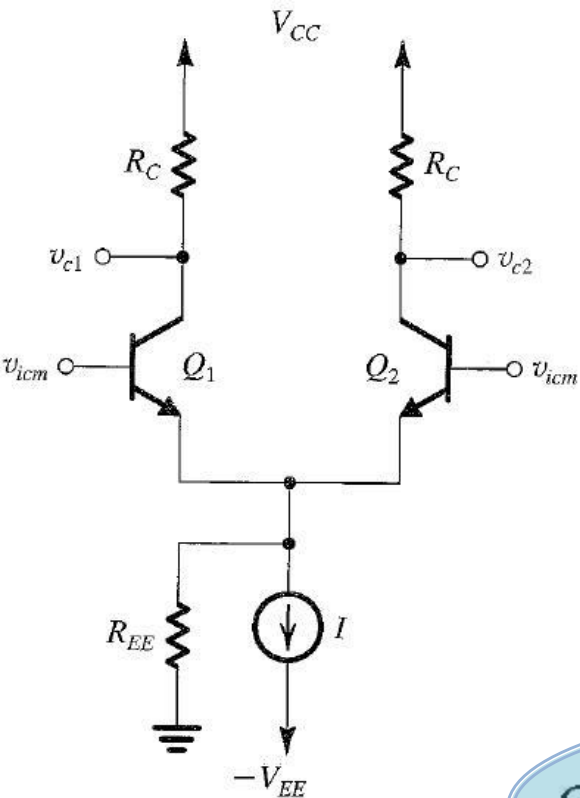
$$A_d = -g_m (R_C \parallel r_o)$$



# Μη διαφορική είσοδος



# Κέρδος κοινού σήματος και CMRR



$$v_{c1} = -v_{icm} \frac{\alpha R_C}{2R_{EE} + r_e} \approx -v_{icm} \frac{\alpha R_C}{2R_{EE}}$$

$$v_{c2} \approx -v_{icm} \frac{\alpha R_C}{2R_{EE}}$$

Για διαφορική έξοδο:

$$A_{cm} = \frac{v_{c2} - v_{c1}}{v_{icm}} = 0$$

$$CMRR = \infty$$

Για απλή έξοδο:

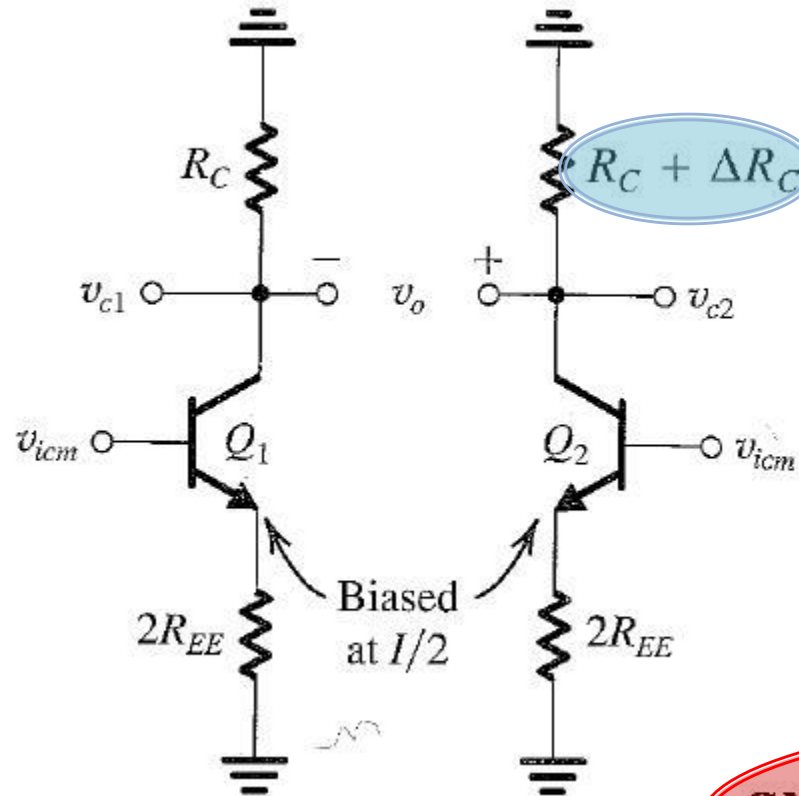
$$A_{cm} = -\frac{\alpha R_C}{2R_{EE}}$$

$$A_d = \frac{1}{2} g_m R_C$$

$$CMRR = \left| \frac{A_d}{A_{cm}} \right| \approx g_m R_{EE}$$



# Επίδραση $\Delta R_C$ στον λόγο απόρριψης κοινού σήματος CMRR



$$v_{c1} = -v_{icm} \frac{\alpha R_C}{2R_{EE} + r_e}$$

$$v_{c2} = -v_{icm} \frac{\alpha(R_C + \Delta R_C)}{2R_{EE} + r_e}$$

Για διαφορική έξοδο:

$$v_o = v_{c1} - v_{c2} = v_{icm} \frac{\alpha \Delta R_C}{2R_{EE} + r_e}$$

$$A_{cm} = \frac{\alpha \Delta R_C}{2R_{EE} + r_e} \approx \frac{\Delta R_C}{2R_{EE}} = \frac{R_C}{2R_{EE}} \frac{\Delta R_C}{R_C}$$

$$A_d = \frac{v_{c1} - v_{c2}}{v_d} = -g_m R_C$$

$$CMRR = \left| \frac{A_d}{A_{cm}} \right| = (2g_m R_{EE}) / \left( \frac{\Delta R_C}{R_C} \right)$$



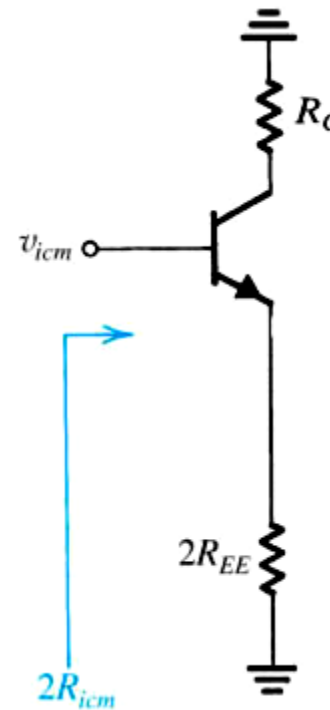
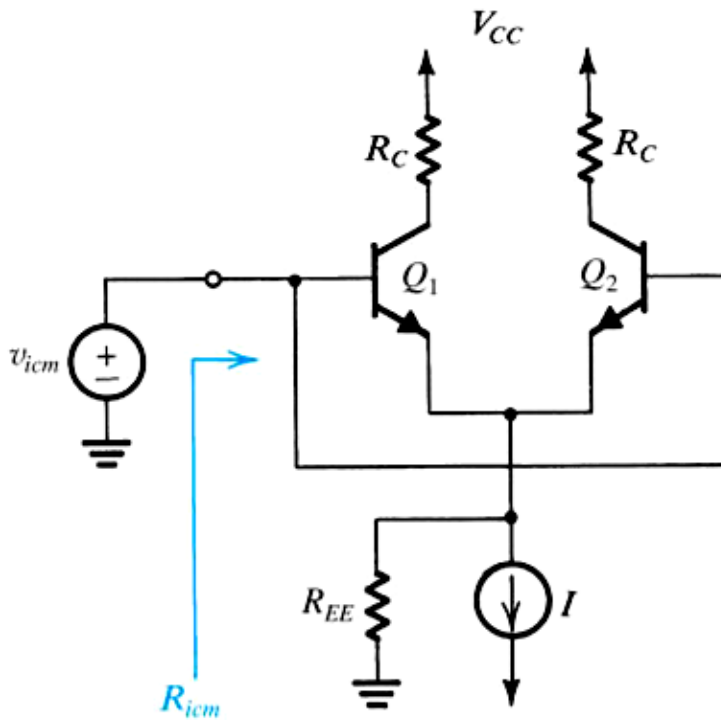
# Αντίσταση εισόδου κοινού σήματος

$$R_{in} = (\beta + 1)r_e + (\beta + 1)R_e \frac{r_o + \frac{R_L}{\beta + 1}}{r_o + R_L + R_e}$$

$$R_e = 2R_{EE}$$

$$R_C \ll r_o$$

$$2R_{EE} \gg r_e$$

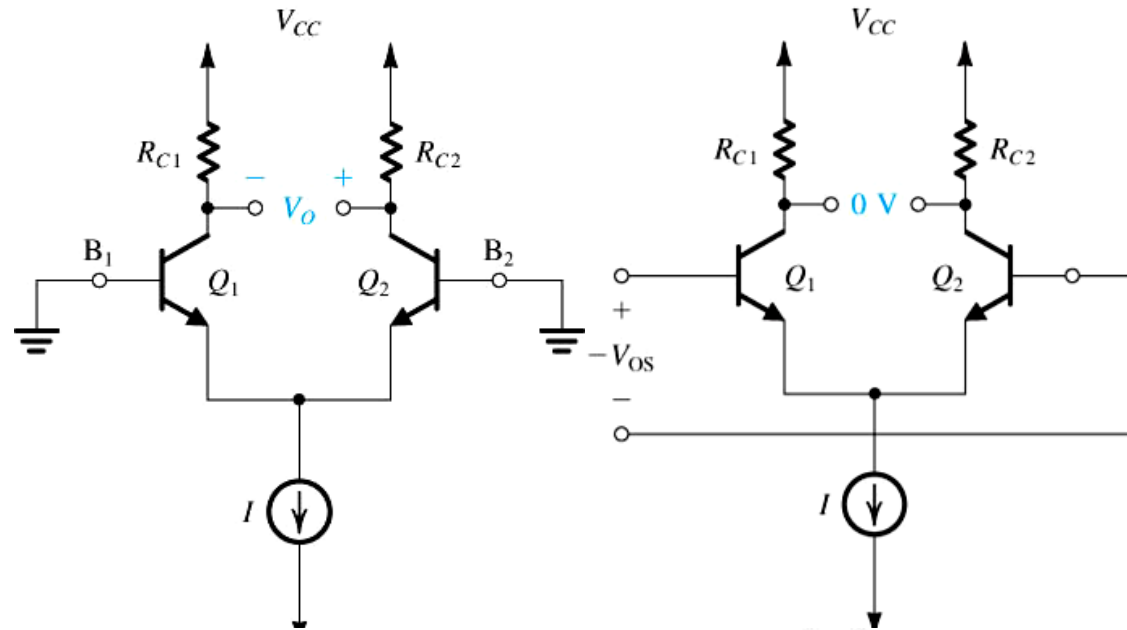


$$2R_{icm} \approx (\beta + 1)(2R_{EE} \parallel r_o)$$

$$R_{icm} \approx (\beta + 1) \left( R_{EE} \parallel \frac{r_o}{2} \right)$$



# Τάση εκτροπής εισόδου $V_{OS}$ : επίδραση $\Delta R_C$



$$R_{C1} = R_C + \frac{\Delta R_C}{2}$$

$$R_{C2} = R_C - \frac{\Delta R_C}{2}$$

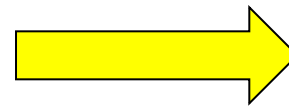
$$V_{C1} = V_{CC} - \left(\frac{\alpha I}{2}\right) \left(R_C + \frac{\Delta R_C}{2}\right)$$

$$V_{C2} = V_{CC} - \left(\frac{\alpha I}{2}\right) \left(R_C - \frac{\Delta R_C}{2}\right)$$

$$V_O = V_{C2} - V_{C1} = \alpha \left(\frac{I}{2}\right) (\Delta R_C)$$

$$V_{OS} = \frac{\alpha(I/2)(\Delta R_C)}{A_d}$$

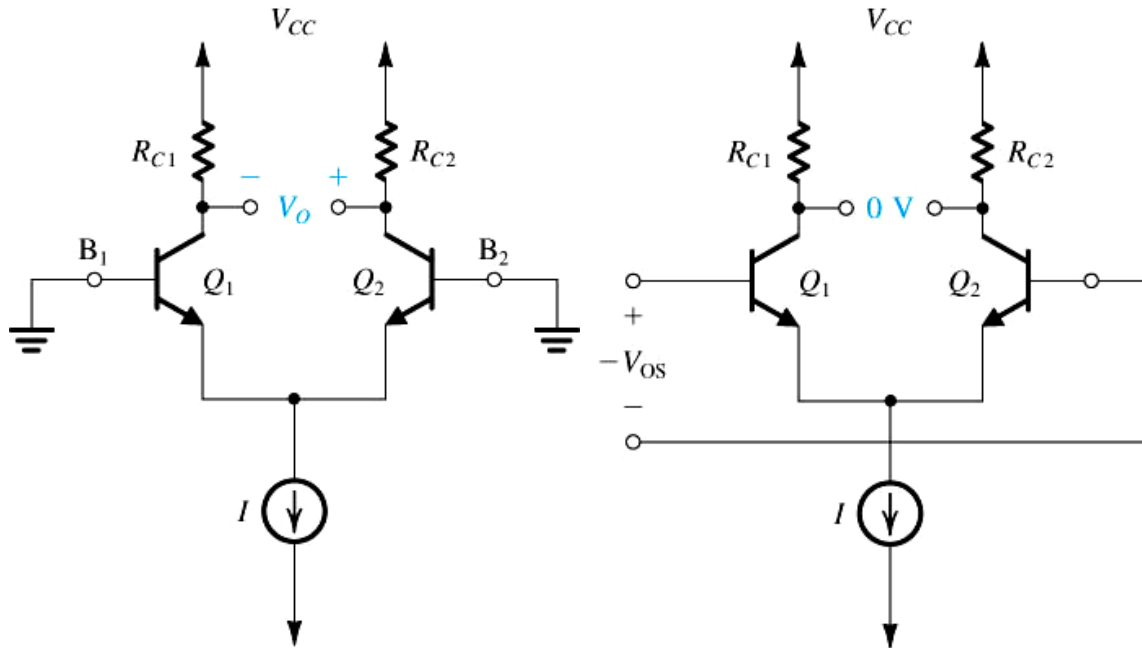
$$g_m = \frac{\alpha I/2}{V_T}$$



$$|V_{OS}| = V_T \left(\frac{\Delta R_C}{R_C}\right)$$



# Τάση εκτροπής εισόδου VOS : επίδραση $\Delta I_S$



$$I_{S1} = I_S + \frac{\Delta I_S}{2}$$

$$I_{S2} = I_S - \frac{\Delta I_S}{2}$$

$$I_{E1} = \frac{I}{2} \left( 1 + \frac{\Delta I_S}{2I_S} \right)$$

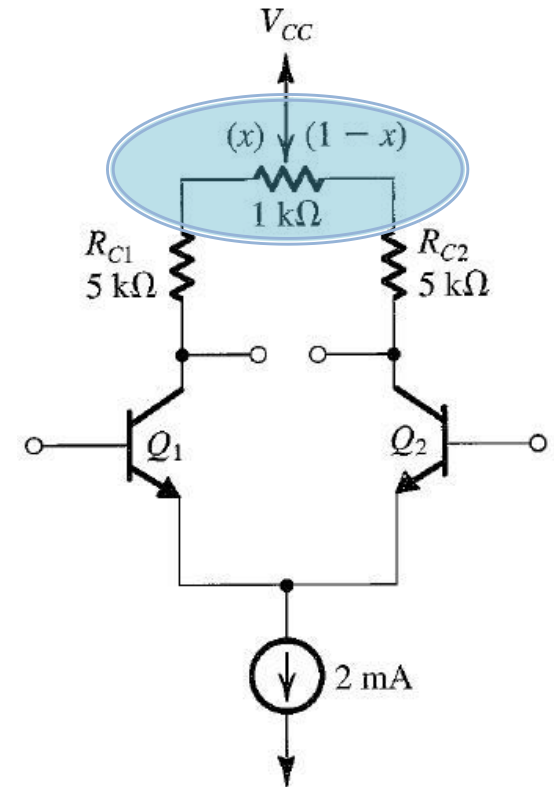
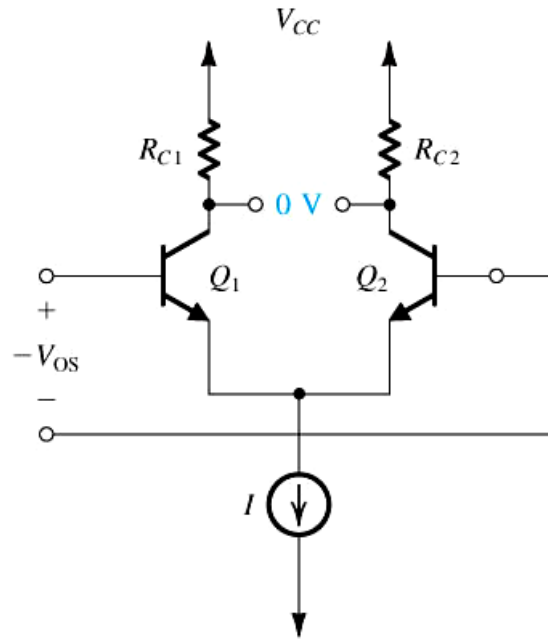
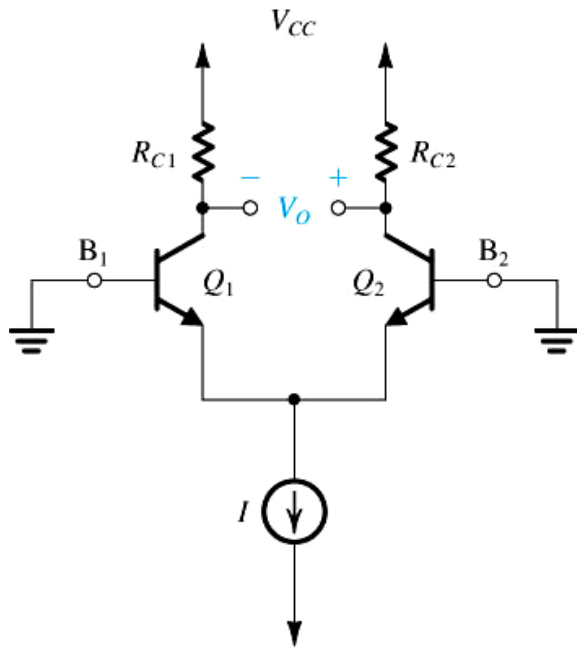
$$I_{E2} = \frac{I}{2} \left( 1 - \frac{\Delta I_S}{2I_S} \right)$$

$$|V_{OS}| = V_T \left( \frac{\Delta I_S}{I_S} \right)$$

$$V_O = \alpha \left( \frac{I}{2} \right) \left( \frac{\Delta I_S}{I_S} \right) R_C$$



# Τάση εκτροπής εισόδου $V_{OS}$ : συνολική επίδραση και εξουδετέρωση εκτροπής



$$V_{OS} = \sqrt{\left(V_T \frac{\Delta R_C}{R_C}\right)^2 + \left(V_T \frac{\Delta I_S}{I_S}\right)^2}$$

$$= V_T \sqrt{\left(\frac{\Delta R_C}{R_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta I_S}{I_S}\right)^2}$$



# Ρεύμα εκτροπής εισόδου $I_{OS}$ : επίδραση $\Delta\beta$

Ρεύμα πόλωσης εισόδου

$$I_{B1} = I_{B2} = \frac{I/2}{\beta + 1}$$

$$\beta_1 = \beta + \frac{\Delta\beta}{2}$$


$$\beta_2 = \beta - \frac{\Delta\beta}{2}$$

Ρεύμα εκτροπής εισόδου

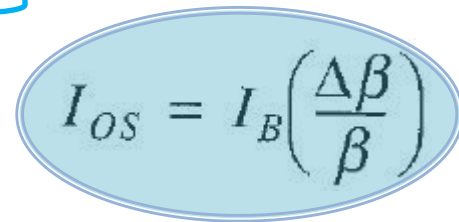
$$I_{OS} = |I_{B1} - I_{B2}|$$

$$I_{B1} = \frac{I}{2} \frac{1}{\beta + 1 + \Delta\beta/2} \approx \frac{I}{2} \frac{1}{\beta + 1} \left( 1 - \frac{\Delta\beta}{2\beta} \right)$$

$$I_{B2} = \frac{I}{2} \frac{1}{\beta + 1 - \Delta\beta/2} \approx \frac{I}{2} \frac{1}{\beta + 1} \left( 1 + \frac{\Delta\beta}{2\beta} \right)$$


$$I_{OS} = \frac{I}{2(\beta + 1)} \left( \frac{\Delta\beta}{\beta} \right)$$

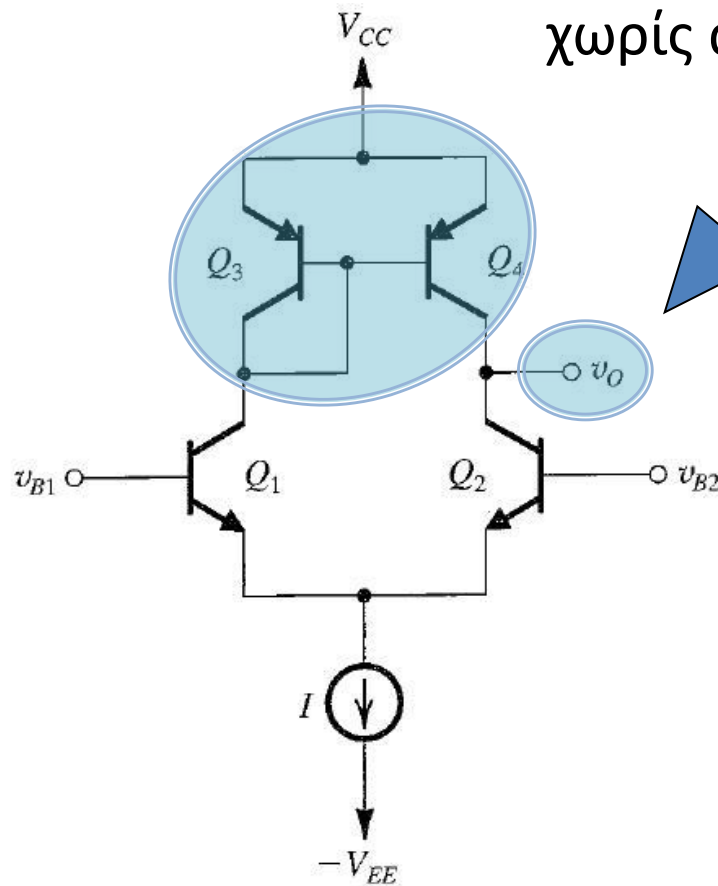
$$I_B \equiv \frac{I_{B1} + I_{B2}}{2} = \frac{I}{2(\beta + 1)}$$


$$I_{OS} = I_B \left( \frac{\Delta\beta}{\beta} \right)$$



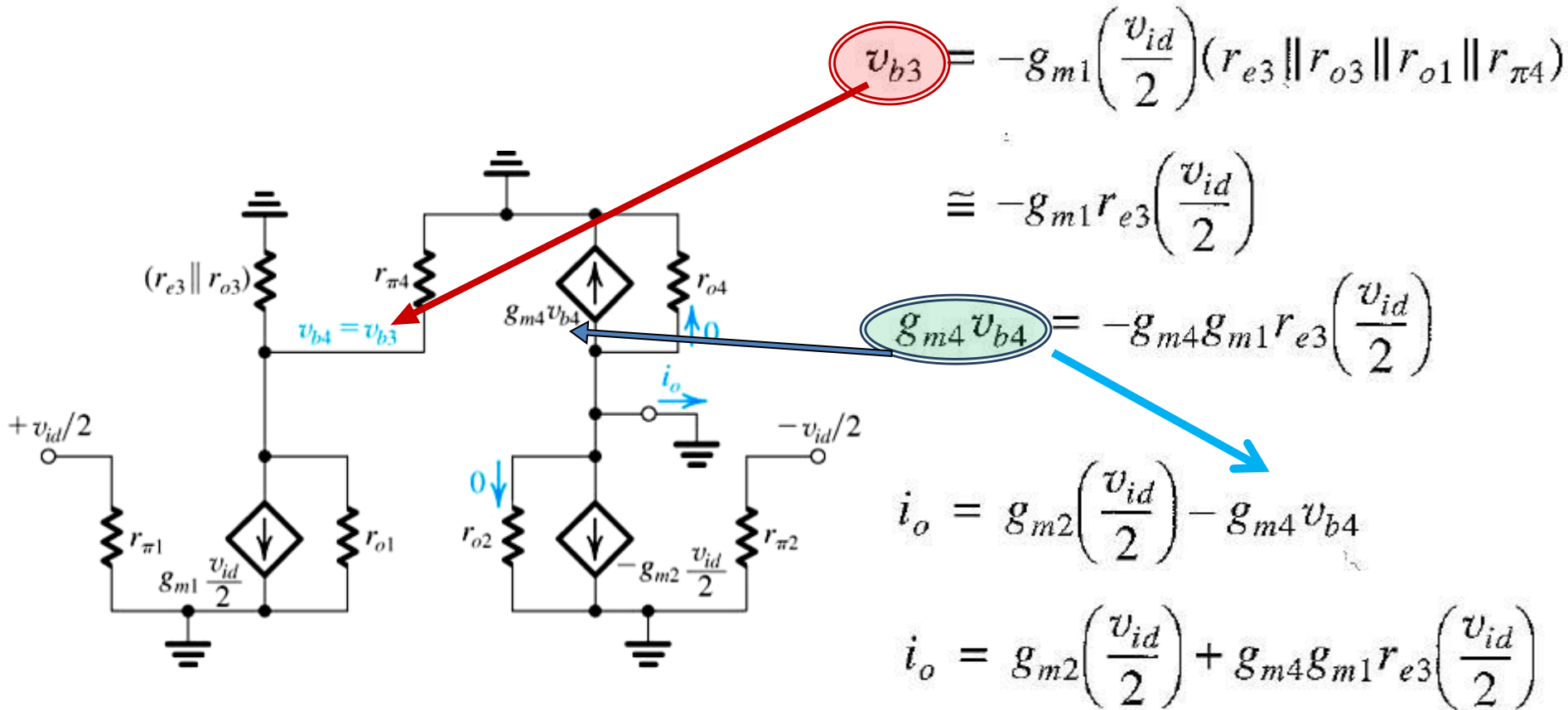
# Διαφορικός ενισχυτής BJT με ενεργό φορτίο

Απλή (μη διαφορική) έξοδος  
χωρίς απώλεια κέρδους



# Διαφορικός ενισχυτής BJT με ενεργό φορτίο

## Υπολογισμός διαγωγιμότητας $g_m$



$$g_m \cong \frac{I/2}{V_T} \quad r_{e3} = \alpha_3 / g_{m3} = \alpha / g_m \cong 1 / g_m$$

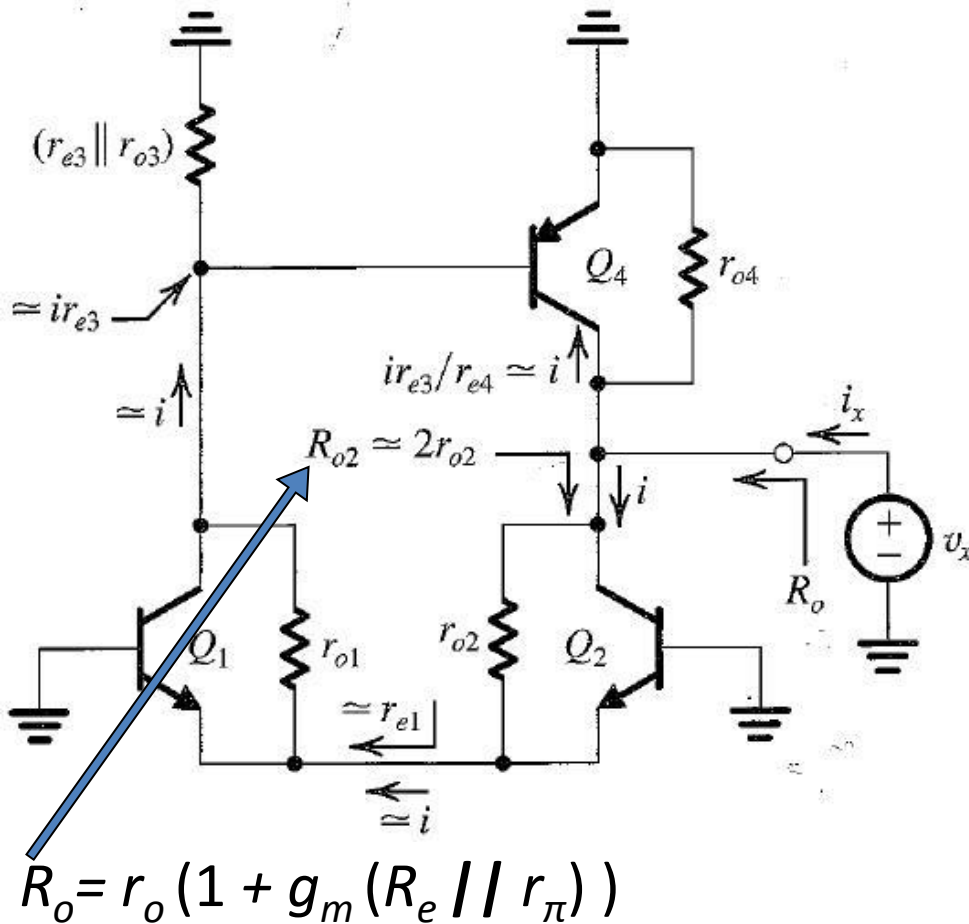
$$G_m = g_m$$





# Διαφορικός ενισχυτής BJT με ενεργό φορτίο

## Υπολογισμός αντίστασης εξόδου $R_o$



$$R_{o2} = r_{o2}[1 + g_{m2}(r_{e1} || r_{\pi2})]$$

$$\cong r_{o2}(1 + g_{m2}r_{e1})$$

$$\cong 2r_{o2}$$

$$i = \frac{v_x}{R_{o2}} = \frac{v_x}{2r_{o2}}$$

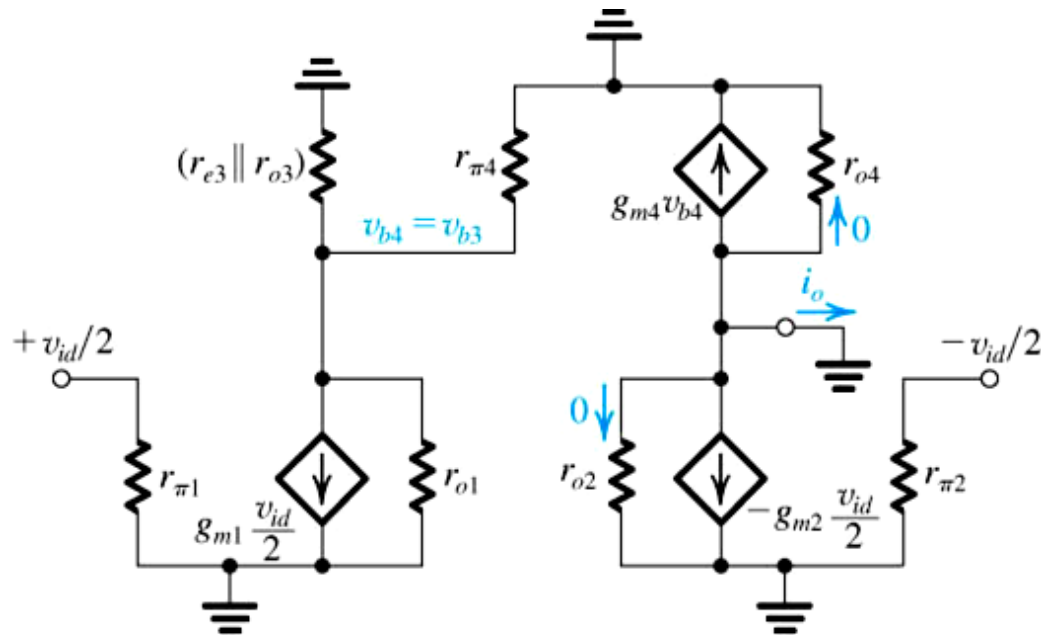
$$i_x = 2i + \frac{v_x}{r_{o4}} = \frac{v_x}{r_{o2}} + \frac{v_x}{r_{o4}}$$

$$R_o \equiv \frac{v_x}{i_x} = r_{o2} || r_{o4}$$



# Διαφορικός ενισχυτής BJT με ενεργό φορτίο

## Υπολογισμός διαφορικού κέρδους $A_d$



$$G_m = g_m$$

$$R_o \equiv \frac{v_x}{i_x} = r_{o2} \parallel r_{o4}$$

$$A_d \equiv \frac{v_o}{v_{id}} = G_m R_o = g_m (r_{o2} \parallel r_{o4})$$

$$A_d = \frac{1}{2} g_m r_o$$

$$R_{id} = 2r_{\pi}$$

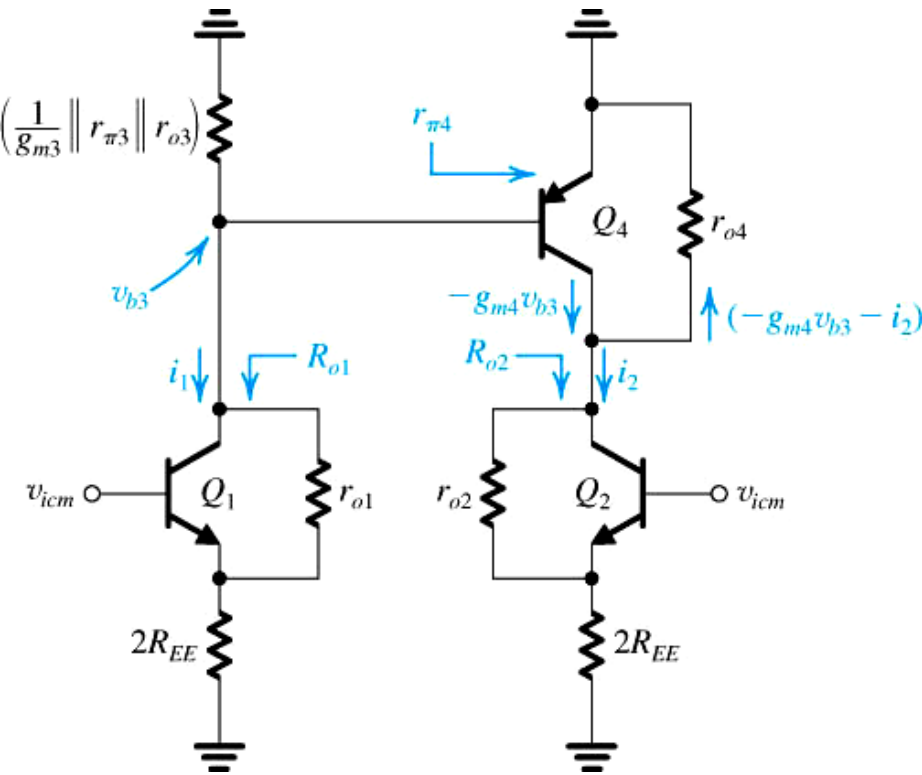
Κέρδος BJT πολύ μεγαλύτερο από του MOS

Αντίσταση εισόδου BJT πολύ μικρότερη από του MOS



# Διαφορικός ενισχυτής BJT με ενεργό φορτίο

## Υπολογισμός κέρδους κοινού σήματος



$$i_1 \cong i_2 \cong \frac{v_{icm}}{2R_{EE}} \quad v_{b3} = -i_1 \left( \frac{1}{g_{m3}} \parallel r_{\pi3} \parallel r_{o3} \parallel r_{\pi4} \right)$$

$$v_o = (-g_{m4}v_{b3} - i_2)r_{o4}$$

$$A_{cm} \cong \frac{v_o}{v_{icm}} = \frac{r_{o4}}{2R_{EE}} \left[ g_{m4} \left( \frac{1}{g_{m3}} \parallel r_{\pi3} \parallel r_{o3} \parallel r_{\pi4} \right) - 1 \right]$$

$$= -\frac{r_{o4}}{2R_{EE}} \frac{\frac{1}{r_{\pi3}} + \frac{1}{r_{\pi4}} + \frac{1}{r_{o3}}}{g_{m3} + \frac{1}{r_{\pi3}} + \frac{1}{r_{\pi4}} + \frac{1}{r_{o3}}}$$

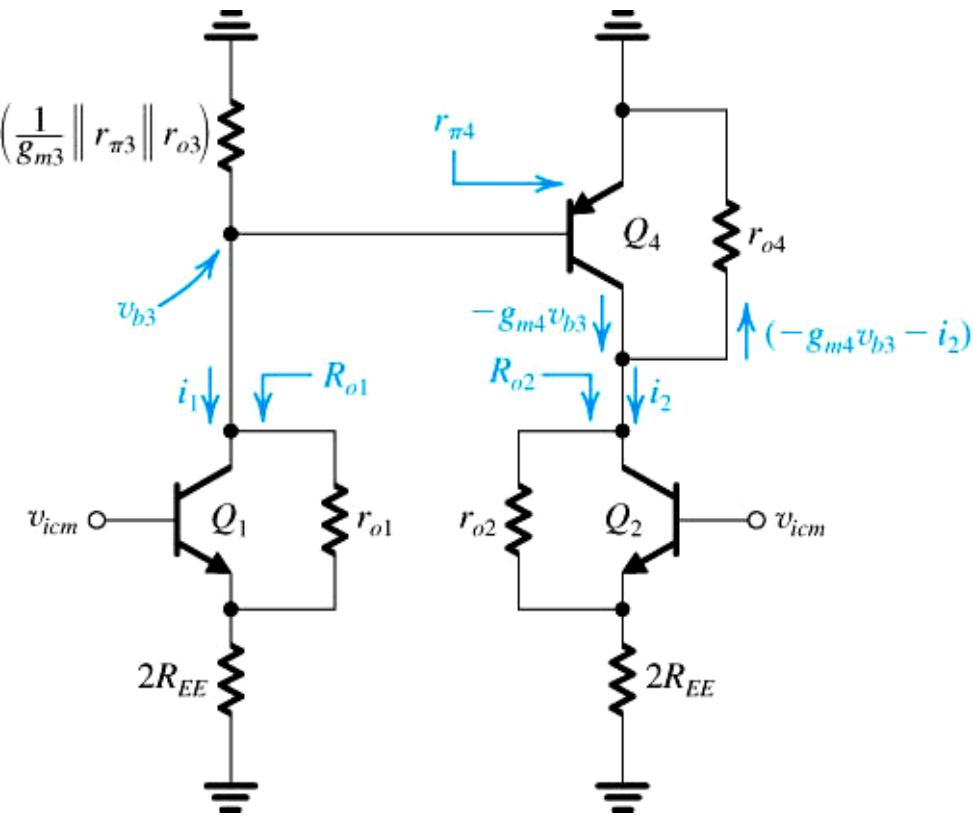
$$A_{cm} \cong -\frac{r_{o4}}{2R_{EE}} \frac{2}{g_{m3} + \frac{2}{r_{\pi3}}}$$

$$\cong -\frac{r_{o4}}{2R_{EE}} \frac{2}{\beta_3} = -\frac{r_{o4}}{\beta_3 R_{EE}}$$



# Διαφορικός ενισχυτής BJT με ενεργό φορτίο

## Υπολογισμός λόγου απόρριψης κοινού σήματος



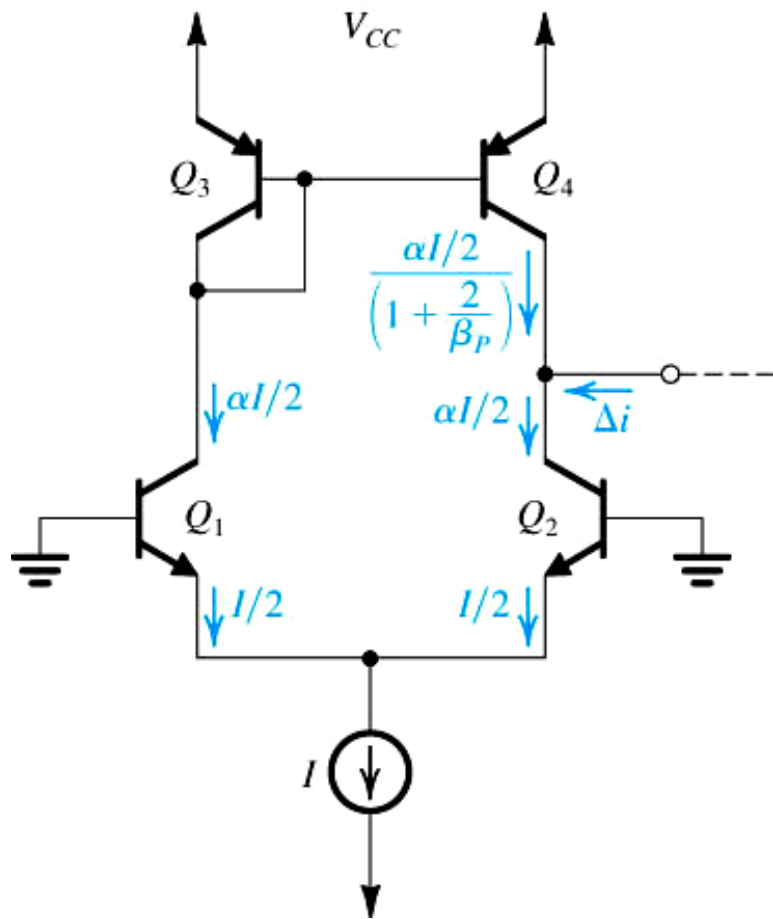
$$A_d \equiv \frac{v_o}{v_{id}} = G_m R_o = g_m (r_{o2} \parallel r_{o4})$$

$$\text{CMRR} \equiv \frac{|A_d|}{|A_{cm}|} = g_m (r_{o2} \parallel r_{o4}) \left( \frac{\beta_3 R_{EE}}{r_{o4}} \right)$$

$$\text{CMRR} = \frac{1}{2} \beta_3 g_m R_{EE}$$



# Τάση εκτροπής εισόδου $V_{os}$ : επίδραση σφάλματος λόγου μεταφοράς καθρέπτη



$$\frac{I_4}{I_3} = \frac{1}{1 + \frac{2}{\beta_P}} \quad I_4 = \frac{\alpha I / 2}{1 + \frac{2}{\beta_P}}$$

$$\Delta i = \frac{\alpha I}{2} - \frac{\alpha I / 2}{1 + \frac{2}{\beta_P}} = \frac{\alpha I}{2} \frac{2 / \beta_P}{1 + \frac{2}{\beta_P}} \approx \frac{\alpha I}{\beta_P}$$

$$V_{os} = -\frac{\Delta i}{G_m}$$

$$V_{os} = -\frac{\alpha I / \beta_P}{\alpha I / 2 V_T} = -\frac{2 V_T}{\beta_P}$$



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Χατζόπουλος Αλκιβιάδης. «ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ II, Διαφορικός ενισχυτής (BJT)». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: [http://opencourses.auth.gr/eclass\\_courses](http://opencourses.auth.gr/eclass_courses).



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Μη Εμπορική Χρήση - Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>





# Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Σβάρνα Κωνσταντίνα  
Θεσσαλονίκη, χειμερινό εξάμηνο 2014-2015



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

# Σημειώματα

# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

