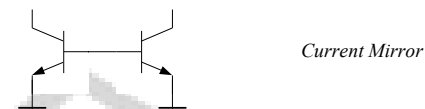
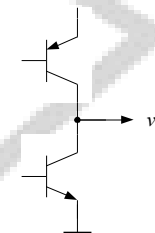


# Σύνθετες Διατάξεις

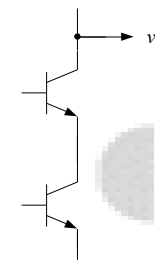
- ✓ Διατάξεις που προκύπτουν από απευθείας σύζευξη δύο βαθμίδων απλών ενισχυτών : CE, CC & CB.
- ✓ Συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα των επιμέρους βαθμίδων – δημιουργία ενισχυτών με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά
- ✓ Χρησιμότετοι στο σχεδιασμό ολοκληρωμένων κυκλωμάτων
- ✓ 5 βασικές τοπολογίες από τις οποίες προκύπτουν αρκετές παραλλαγές
  - ☞ Καθρέπτης ρεύματος
  - ☞ Ενεργό φορτίο
  - ☞ Κοινού εκπομπού – κοινής βάσης (Κασκωδικός)
  - ☞ Κοινου εκπομπου - κοινού εκπομπου με κοινή αντίσταση εκπομπού (διαφορικός)
  - ☞ Κοινού συλλέκτη – κοινού συλλέκτη (Darlington)



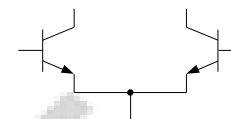
Current Mirror



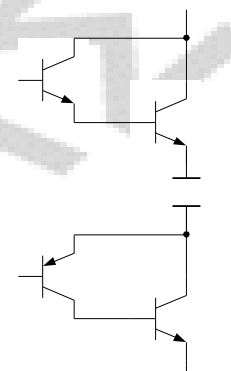
Active load



Cascode



Differential amplifier



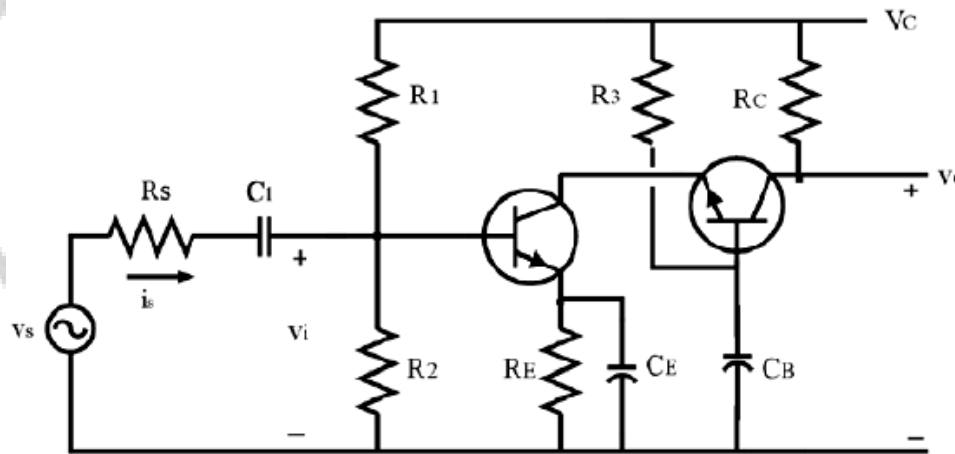
Darlington configurations



# Ενισχυτής CC-CC (Darlington) (συν.)

- ✓ Η ενίσχυση ρεύματος είναι περίπου ίση με το γινόμενο των ενισχύσεων ρεύματος των δύο transistor. Τυπικές τιμές από 10,000 έως 100,000
- ✓ Η ενίσχυση τάσης τείνει προς τη μονάδα (σε σχέση με έναν απλό ενισχυτή CC) → ιδανικός για απομονωτής τάσης
- ✓ Ενίσχυση ρεύματος και αντίσταση εισόδου είναι αυξημένες κατά  $h_{fe}$  φορές σε σχέση με έναν απλό ενισχυτή CC. Αντίθετα η αντίσταση εξόδου είναι κατά πολύ μικρότερη
- ✓ Η συχνότητα μοναδιαίας ενίσχυσης ( $f_T$ ) είναι περίπου  $h_{fe}$  φορές μικρότερη από εκείνη που παρουσιάζει το κάθε transistor ξεχωριστά
- ✓ Η τάση  $V_{BE}$  του ζεύγους Darlington είναι διπλάσια από την αντίστοιχη ενός απλού transistor. Αν αυτό δημιουργεί πρόβλημα σε κάποια εφαρμογή τότε γίνεται αντικατάσταση με το συμπληρωματικό transistor Darlington (που απαιτεί απλή  $V_{BE}$ )

# Ενισχυτής CE-CB (cascode)



Σχ.4.9 – Ηλεκτρονικό ΙΙ, Χαριταντής Γ.

Γιατί?

- ✓ Προκύπτει από την απευθείας σύζευξη μιας βαθμίδας CE με CB
- ✓ Η βασική ιδέα είναι να δημιουργηθεί μία τοπολογία που να ενσωματώνει την υψηλή διαγωγιμότητα και αντίσταση εισόδου του CE με τα χαρακτηριστικά απομόνωσης ρεύματος και **υψηλού BW** της CB.
- ✓ Η διάταξη cascode προσφέρει την ίδια σχεδόν απολαβή αλλά πολύ καλύτερο BW από τον CE. Αυτό μας δίνει τη δυνατότητα επίσης να διατηρήσουμε το BW χαμηλό αλλά να έχουμε αυξημένο κέρδος ( $GBW=ct$ ).
- ✓ Αντίσταση εισόδου : υψηλή (CE) – αντίσταση εξόδου : υψηλή (CB)

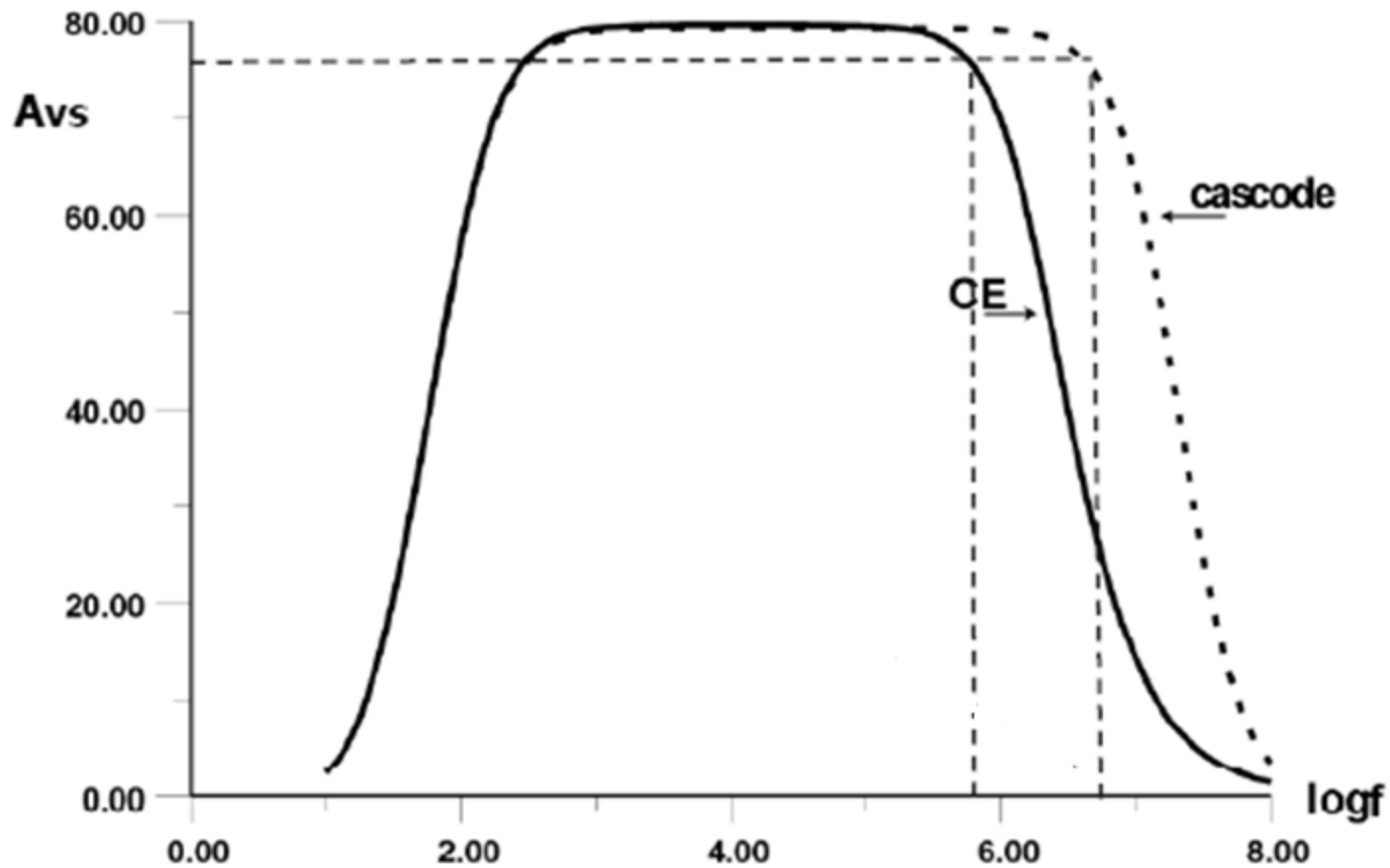
## Ενισχυτής CE-CB (cascode)

- ✓ Το φορτίο που «βλέπει» η βαθμίδα CE είναι η αντίσταση εισόδου της βαθμίδας CB. Άρα η αντίσταση φορτίου για τον CE είναι σχετικά μικρή.
- ✓ Αυτό σημαίνει ότι η ισοδύναμη χωρητικότητα  $C_{eq}$  της βαθμίδας CE είναι μικρότερη στον cascode σε σχέση με τον CE. Γιατί? Θυμηθείτε ότι

$$C_{eq} = C_{\pi} + C_{\mu} (1 + g_m R'_L)$$

- ✓ Γνωρίζουμε ότι στον ενισχυτή CE η βαθμίδα εισόδου είναι που δημιουργεί τον πρωτεύοντα πόλο στις ΥΣ άρα η σταθερά χρόνου του κυκλώματος εισόδου του cascode θα είναι μικρότερη από την αντίστοιχη του CE. → Η ανώτερη συχνότητα αποκοπής του cascode θα είναι μεγαλύτερη από αυτή του CE → μεγαλύτερο BW
- ✓ Στις χαμηλές συχνότητες η κατώτερη συχνότητα αποκοπής ταυτίζεται με αυτή του CE

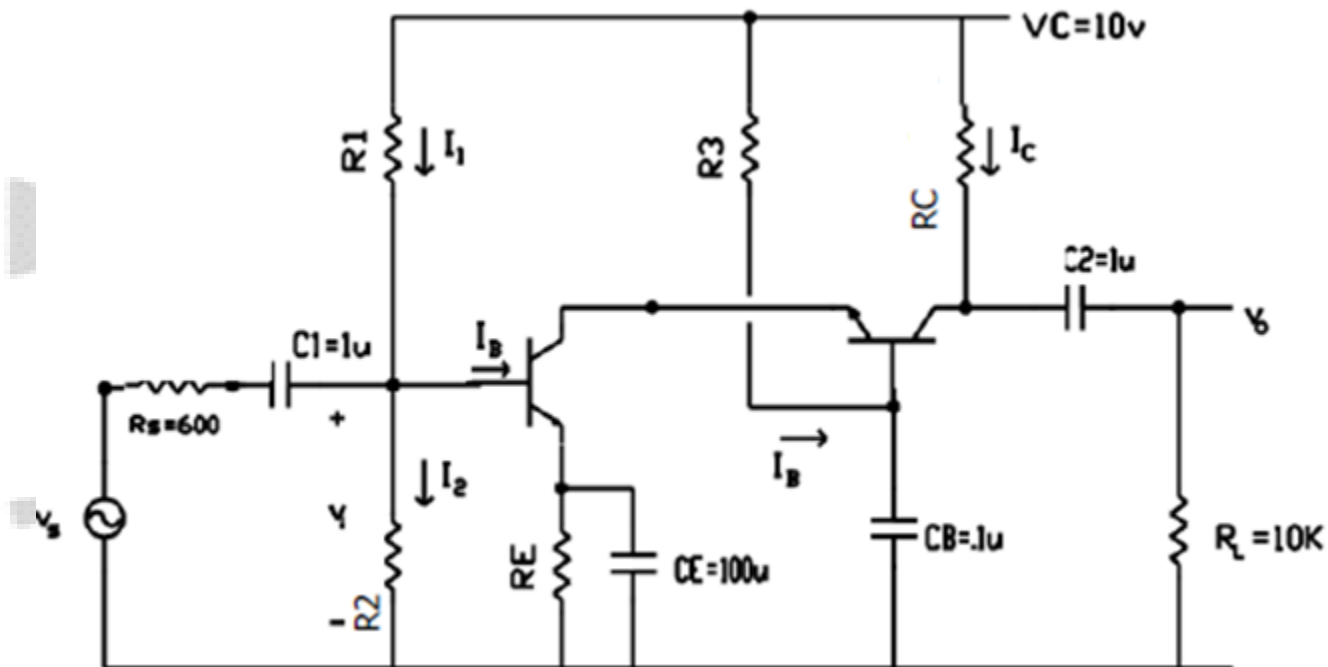
# Ενισχυτής CE-CB (cascode)



Σχ.4.13 - Ηλεκτρονικά ΙΙ, Χαριπανης Γ.

# Παράδειγμα

Να υπολογιστούν οι αντιστάσεις  $R_1$ ,  $R_3$  &  $R_e$  για τον ενισχυτή του παρακάτω σχήματος ώστε να παρουσιάζει ενίσχυση τάσης 100. Δίνονται επιπρόσθετα  $R_c=3.5k\Omega$ ,  $R_2=5.2k\Omega$ ,  $\beta_1=\beta_2=200$ , θερμική τάση  $26mV$ ,  $V_{CB}=2V$  &  $V_{BE}=0.7V$



Σχ.4.11 - Ηλεκτρονικά ΙΙ, Χαριτανής Γ.

# Παράδειγμα

$$A_{vi} = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{h_{fe} R'_L}{h_{ie}}$$

$$h_{fe} = g_m r_{\pi} \approx g_m h_{ie}$$

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

$$|A_{vi}| = \frac{h_{fe} \cdot R'_L}{h_{ie}} = g_m \cdot R'_L = \frac{I_C}{V_T} \cdot R'_L \Rightarrow I_C = \frac{|A_{vi}| \cdot V_T}{R'_L}$$

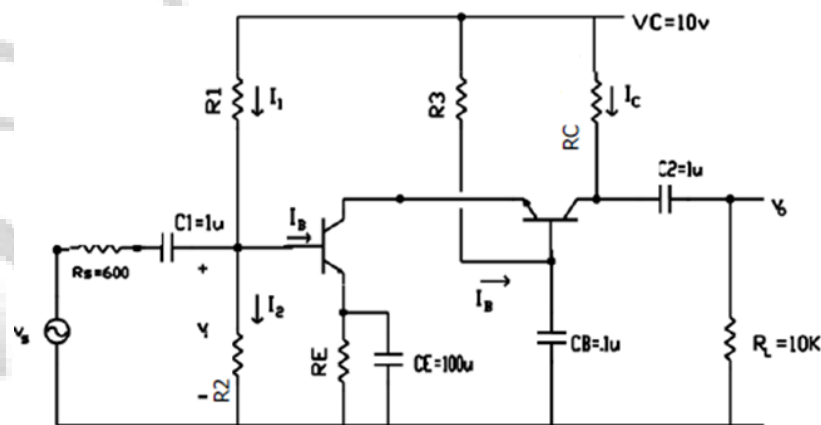
100

26mV

$$I_C = 1 \text{ mA}$$

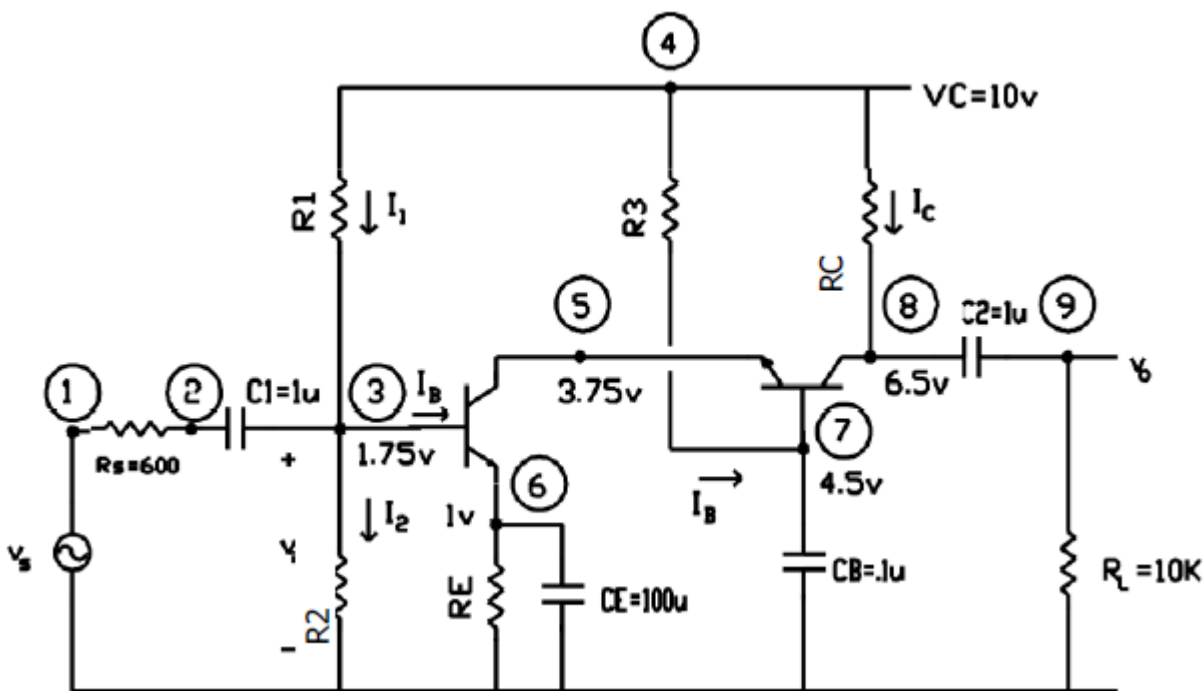
$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = 5 \mu\text{A}$$

$$R'_L = R_C // R_L = 2.6 \text{ k}\Omega$$



Σχ.4.11 - Ηλεκτρονικά ΙΙ, Χαριτανής Γ.

# Παράδειγμα



Σχ.4.11 – Ηλεκτρονικά ΙΙ, Χαριτανής Γ.

$$V_{CC} - I_C R_C = 6.5\text{V} = V_8$$

$$6.5\text{V} - V_{CB} = 4.5\text{V} = V_7$$

$$4.5\text{V} - V_{BE} = 3.75\text{V} = V_5$$

$$3.75\text{V} - V_{CB} = 1.75\text{V} = V_3$$

$$1.75\text{V} - V_{BE} = 1\text{V} = V_6$$

$$R_E = \frac{V_6}{I_E} = 1\text{k}\Omega$$

$$R_3 = \frac{V_{CC} - V_7}{I_B} = 1100\text{k}\Omega$$

$$I_2 = \frac{V_3}{R_2} = 337\mu\text{A}$$

$$I_1 = I_2 + I_B = 342\mu\text{A}$$

$$R_1 = \frac{V_C - V_3}{I_1} = 24\text{k}\Omega$$