



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ
Τομέας Επικοινωνιών, Ηλεκτρονικής και Συστημάτων Πληροφορικής
Εργαστήριο Ηλεκτρονικής

Ηλεκτρονική II

6ο Εξάμηνο

5η Σειρά Ασκήσεων

Τα παρακάτω προβλήματα από το βιβλίο «Μικροηλεκτρονικά Κυκλώματα», Sedra Smith.

5η έκδοση:

6.127 (b) και (d)

6.126

7.14

7.38

7η έκδοση:

8.101 (b) και (d)

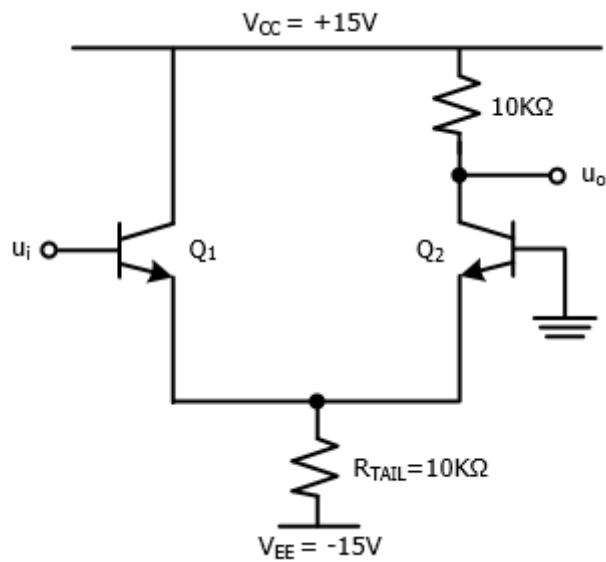
8.100

9.24

9.53

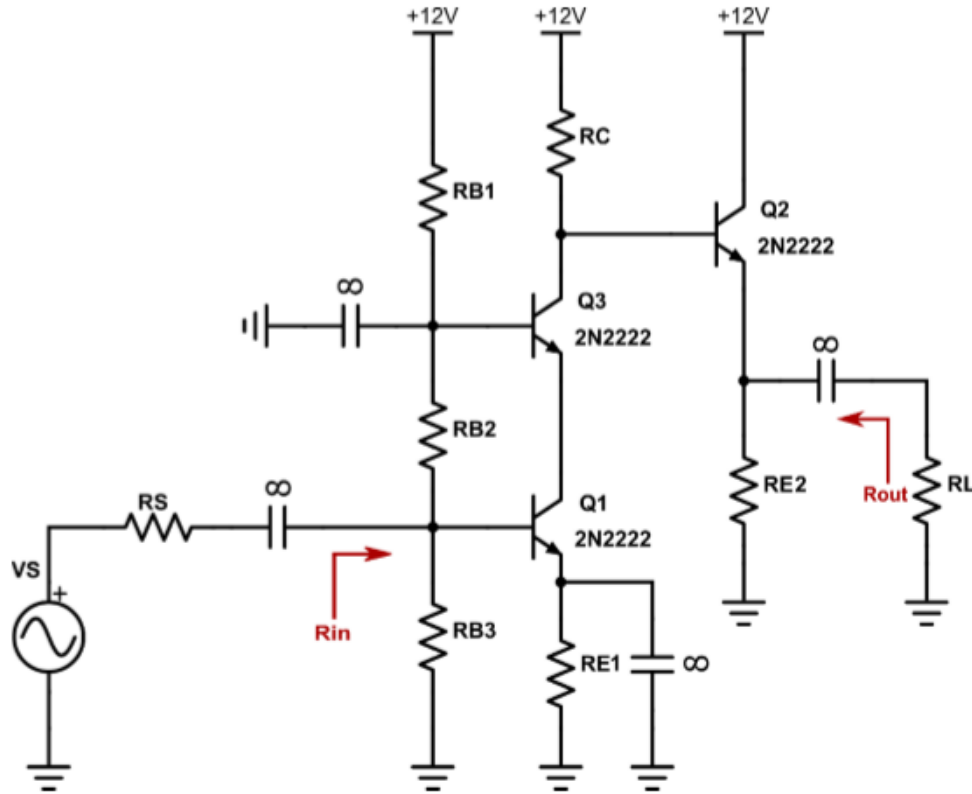
Άσκηση 5

Προσδιορίστε τη συνολική αντίσταση εισόδου, το κέρδος τάσης ασθενούς σήματος χαμηλών συχνοτήτων και την αντίσταση εξόδου για τη συνδεσμολογία CC-CB του παρακάτω σχήματος α) αγνοώντας και β) λαμβάνοντας υπόψη το φαινόμενο Early.



Άσκηση 6

Για το παρακάτω κύκλωμα, δίνονται: $R_{B1} = 30k\Omega$, $R_{B2} = 6k\Omega$, $R_{B3} = 12k\Omega$, $R_{E1} = 2.3k\Omega$, $R_C = 4k\Omega$, $R_{E2} = 1.8k\Omega$, $R_S = 1k\Omega$ και $R_L = 1k\Omega$.



Για το διπολικό τρανζίστορ 2N2222 δίνονται οι παράμετροι: $\beta = 200$, $V_{BE} = 0.7V$. Αγνοήστε το φαινόμενο Early ($r_o = \infty$). Με αναλυτικό τρόπο:

- A) Να υπολογιστεί το κέρδος τάσης του ενισχυτή.
- B) Να υπολογιστεί η αντίσταση εισόδου (R_{in}).
- Γ) Να υπολογιστεί η αντίσταση εξόδου (R_{out}).

Προσομοίωση

Για το διπολικό τρανζίστορ 2N2222 δίνονται οι παράμετροι: $\beta = 200$, $C_{jco} = 8pF$, $V_{oc} = 0.7V$, $m = 0.3$, $C_{je0} = 25pF$, $\tau_F = 400ps$. Αγνοήστε το φαινόμενο Early ($r_o = \infty$).

Σημείωση: Η παράμετρος m αναφέρεται στο junction coefficient. Γενικά η παρασιτική χωρητικότητα μιας διόδου ένωσης είναι μη γραμμική όπως ξέρετε οπότε αυτό το m είναι ο εκθετικός όρος στην τάση στα άκρα της διόδου που εκφράζει αυτή τη μη γραμμικότητα. Το διπολικό τρανζίστορ απαρτίζεται από δύο διόδους (B-E και C-B) οπότε αντίστοιχα υπάρχουν δύο όροι m : m_{je} και m_{jc} . Θα πρέπει λοιπόν να πάτε στο μοντέλο του τρανζίστορ στο spice που θα χρησιμοποιήσετε για την προσομοίωση σας και να βάλετε «με το χέρι»: $M_{je} = 0.3$ $M_{jc} = 0.3$

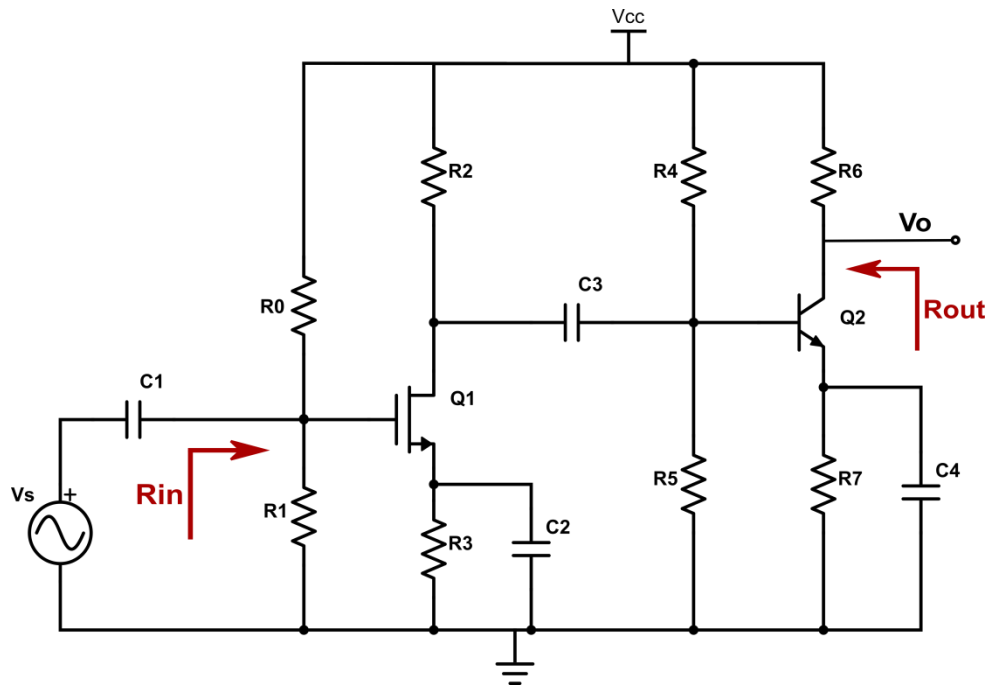
Απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα αποκλειστικά με χρήση προσομοίωσης στο LTSpice:

- A)** Να σχεδιαστεί το διάγραμμα Bode πλάτους και φάσης του ενισχυτή από 1Hz μέχρι 1GHz.
- B)** Να σχεδιαστεί το διάγραμμα του μέτρου και της φάσης της σύνθετης αντίστασης εισόδου R_{in} .
- Γ)** Να σχεδιαστεί το διάγραμμα του μέτρου και της φάσης της σύνθετης αντίστασης εξόδου R_{out} .

Σημείωση: Για τον υπολογισμό της R_{out} θέτουμε AC στην $V_{in}=0$ και πηγή τάσης στην έξοδο.

Άσκηση 7

Για το παρακάτω κύκλωμα, δίνονται: $R_0 = R_1 = 1M\Omega$, $R_2 = 3K\Omega$, $R_3 = 1K\Omega$, $R_4 = 100K\Omega$, $R_5 = 47K\Omega$, $R_6 = 5.6K\Omega$, $R_7 = 5.6K\Omega$, $C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = \infty$. Επίσης δίνονται για το MOS $g_m = 5mA/V$ και για το BJT $r_\pi = 2K\Omega$ και $\beta = 100$. Αγνοήστε το φαινόμενο Early και για το MOS και για το BJT ($r_o = \infty$).



- A) Να βρεθεί η αντίσταση εισόδου και η αντίσταση εξόδου.
- B) Να βρεθεί το ολικό κέρδος τάσης του ενισχυτή.

Προσομοίωση

Θεωρείστε $V_{cc} = 12V$

Για το MOS να χρησιμοποιηθεί το μοντέλο Mbreakn που έχουμε εισάγει.

Για το διπολικό τρανζίστορ 2N2222 δίνονται οι παράμετροι: $\beta = 200$, $C_{jco} = 8pF$, $V_{oc} = 0.7V$, $m = 0.3$, $C_{je0} = 25pF$, $\tau_F = 400ps$. Αγνοήστε το φαινόμενο Early ($r_o = \infty$).

Απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα αποκλειστικά με χρήση προσομοίωσης στο LTSpice:

- A) Να σχεδιαστεί το διάγραμμα Bode πλάτους και φάσης του ενισχυτή από 1Hz μέχρι 1GHz.
- B) Να σχεδιαστεί το διάγραμμα του μέτρου και της φάσης της σύνθετης αντίστασης εισόδου R_{in} .
- Γ) Να σχεδιαστεί το διάγραμμα του μέτρου και της φάσης της σύνθετης αντίστασης εξόδου R_{out} .

Άσκηση 8

A) Για τον ενισχυτή CC-CB τα δύο BJT είναι όμοια με $r_{e1}=r_{e2}=r_e$, $\beta_1=\beta_2=\beta$, $r_{\pi 1}=r_{\pi 2}=r_{\pi}$, $C_{\pi 1}=C_{\pi 2}=C_{\pi}$, $C_{\mu 1}=C_{\mu 2}=C_{\mu}$, $r_{o1}=r_{o2}=r_o$.

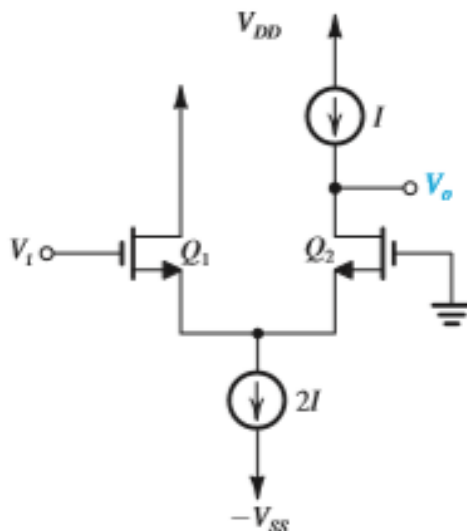
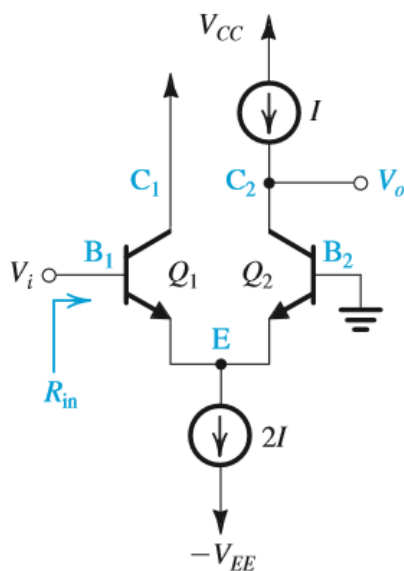
Να βρεθεί το κέρδος τάσης V_o/V_i λαμβάνοντας υπόψη και τις χωρητικότητες C_{π} , C_{μ} .

Αν στην είσοδο συνδεθεί πηγή σήματος V_s με αντίσταση R_s ποιο είναι το V_o/V_s ;

B) Για τον ενισχυτή CD-CG τα δύο MOS είναι όμοια με $C_{gs1}=C_{gs2}=C_{gs}$, $C_{gd1}=C_{gd2}=C_{gd}$, $r_{o1}=r_{o2}=r_o$,

Να βρεθεί το κέρδος τάσης V_o/V_i λαμβάνοντας υπόψη και τις χωρητικότητες C_{gs} , C_{gd} .

Αν στην είσοδο συνδεθεί πηγή σήματος V_s με αντίσταση R_s ποιο είναι το V_o/V_s ;



Προσομοίωση

Για το MOS να χρησιμοποιηθεί το μοντέλο Mbreakn που έχουμε εισάγει.

Για το διπολικό τρανζίστορ να χρησιμοποιηθεί το μοντέλο 2N2222.

Επιλέξτε κατάλληλες πολώσεις ώστε τα τρανζίστορ να λειτουργούν ως ενισχυτές (τα BJT στην ορθή ενεργό περιοχή και τα MOS στον κορεσμό) και απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα αποκλειστικά με χρήση προσομοίωσης στο LTSpice.

A) Να σχεδιαστεί το διάγραμμα Bode πλάτους και φάσης του ενισχυτή CC-CB από 1Hz μέχρι 10GHz.

B) Να σχεδιαστεί το διάγραμμα Bode πλάτους και φάσης του ενισχυτή CD-CG από 1Hz μέχρι 10GHz.