



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Ηλεκτρονική ΙΙΙ

Ακαδημαϊκό Έτος 2022-2023

1^η Σειρά Θεωρητικών Ασκήσεων

Καθ. Παύλος-Πέτρος Σωτηριάδης
Επικουρία: Νικόλαος Βουδούκης, ΕΔΙΠ
Χρήστος Δήμας, Δρ

Οδηγίες

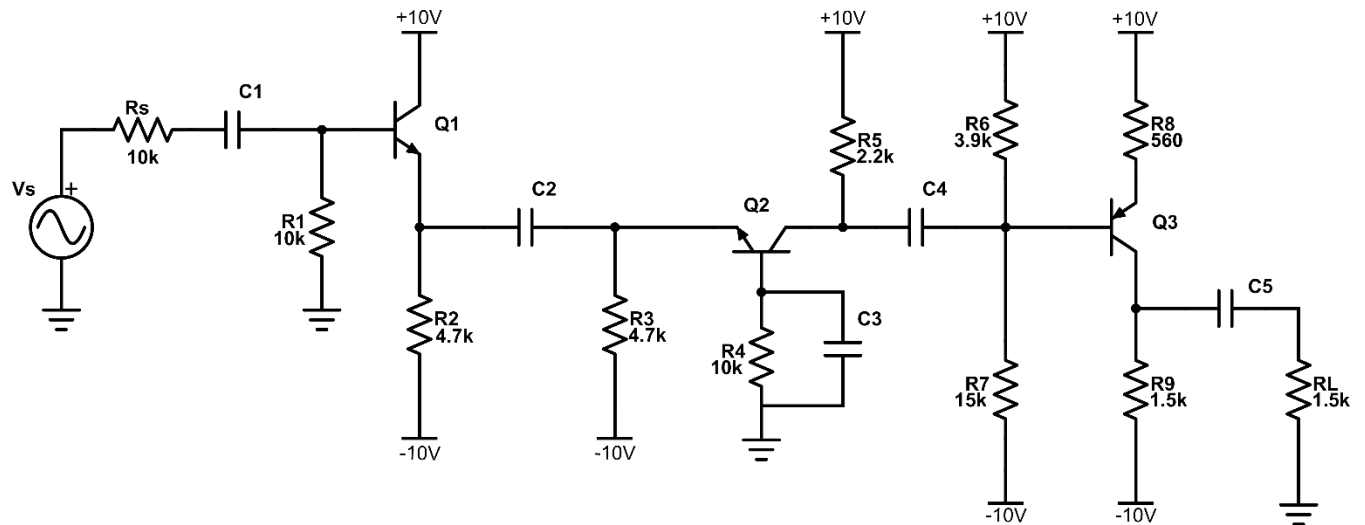
- Οι ασκήσεις είναι αυστηρά ατομικές.
- Η παράδοση γίνεται στις εργασίες στο helios.
- Παραδοτέα: ένα αρχείο pdf με τις λύσεις των ασκήσεων.
- Αξιολογούνται η ορθότητα, η τεχνική και επιστημονική τεκμηρίωση, η ποιότητα και η πληρότητα των εργασιών.
- Προσθεμία παράδοσης μέχρι και Κυριακή 30 Οκτωβρίου 2022.
- Οι προθεσμίες παράδοσης είναι αυστηρές και δεν θα δοθούν παρατάσεις.
- Η βαθμολογία των θεωρητικών σειρών ασκήσεων συμμετέχει στο 20% του τελικού βαθμού, ανεξαρτήτως του αν θα επιλέξετε τις ασκήσεις προσομοιώσεων.

Ύλη προς μελέτη

	Θέμα	Κεφάλαιο(α)	Βιβλίο
Διαφάνειες			
PS_L1	Επανάληψη (προαπαιτούμενα)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	Μικροηλεκτρονικά Κυκλώματα, A.Sedra, K. Smith, 7η Έκδοση, Εκδόσεις Παπασωτηρίου
PS_L2 PS_L3	Μέθοδος Σταθερών Χρόνου Ανοιχτού Κυκλώματος	7.3, 7.4, 7.5	Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, P. Gray,P. Hurst,S. Lewis,R. Meyer 5th Edition (2009), JohnWiley & Sons

Άσκηση 1^η

Δίνεται το ακόλουθο κύκλωμα ενισχυτή τριών σταδίων. Για τα τρία τρανζίστορ, δίνονται $\beta_1 = 50$, $\beta_2 = 40$ και $\beta_3 = 50$ και $V_T = 25mV$. Αγνοήστε το φαινόμενο Early ($r_o = \infty$). Επίσης θεωρείστε ότι $C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C_5 = \infty$.



Σχήμα 1

DC Ανάλυση (Θεωρείστε $V_{BE} = 0,7V$)

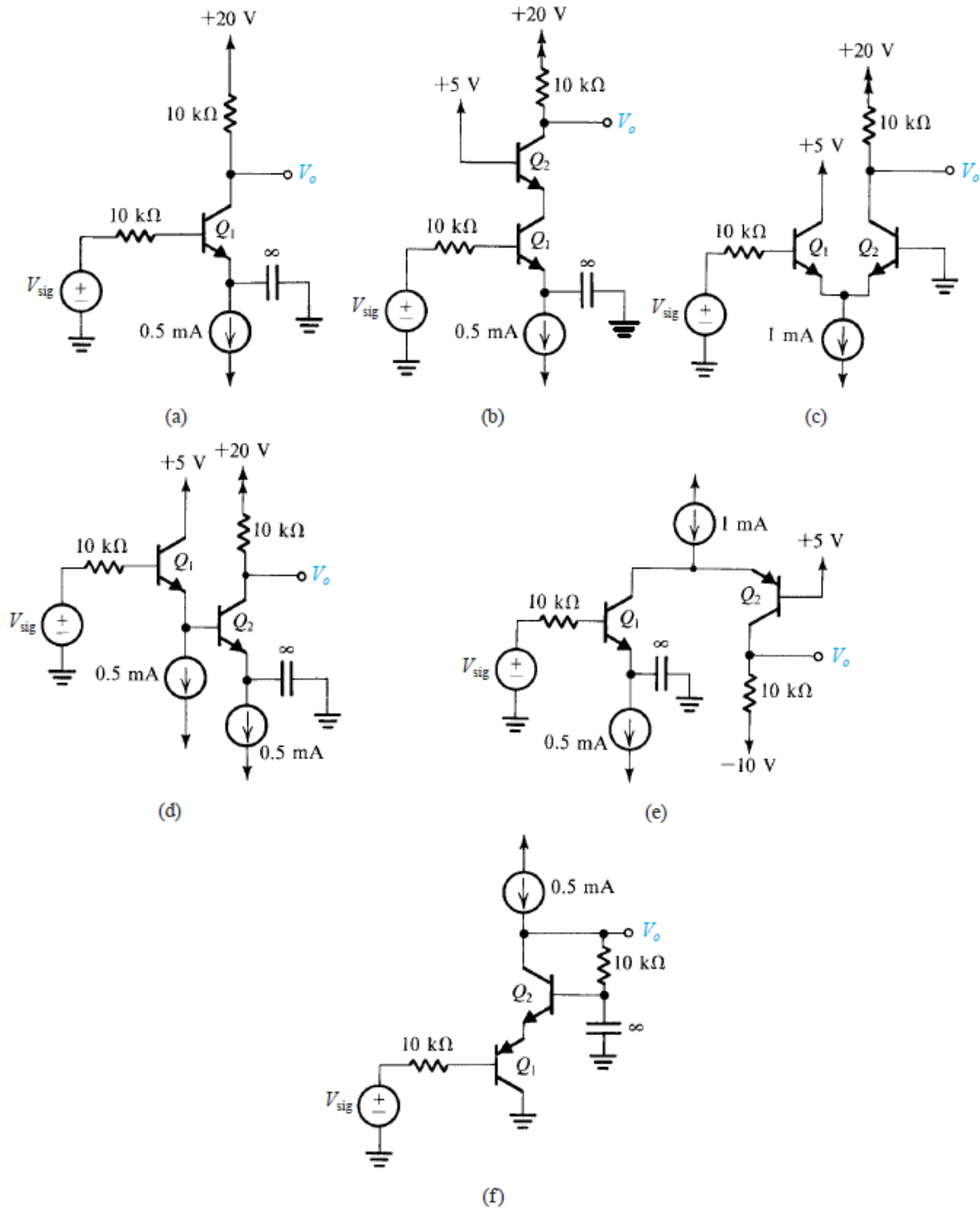
- A) Να υπολογιστούν τα ρεύματα συλλέκτη των τριών τρανζίστορ.
- B) Να υπολογιστούν τα g_m και r_π των τριών τρανζίστορ.

AC Ανάλυση (ασθενούς σήματος, χαμηλών συχνοτήτων)

- A) Να υπολογιστεί το κέρδος τάσης κάθε βαθμίδας ως μέρος του ενισχυτή και ως ανεξάρτητη βαθμίδα χωρίς φορτίο.
- B) Να υπολογιστεί το συνολικό κέρδος τάσης του ενισχυτή.

Άσκηση 2^η

Σε κάθε ένα από τα έξι κυκλώματα (a-f) του Σχήματος 2, θεωρήστε $\beta=100$, $C_\mu = 2$ pF και $f_T = 400$ MHz, και αγνοήστε τις r_x και r_o . Υπολογίστε το κέρδος χαμηλών συχνοτήτων A_v (με βραχυκυκλωμένους τους bypass και decoupling πυκνωτές) και τη συχνότητα $f_{-3\text{ dB}}$ (με χρήση της μεθόδου OCTC).



Σχήμα 2

Άσκηση 3^η

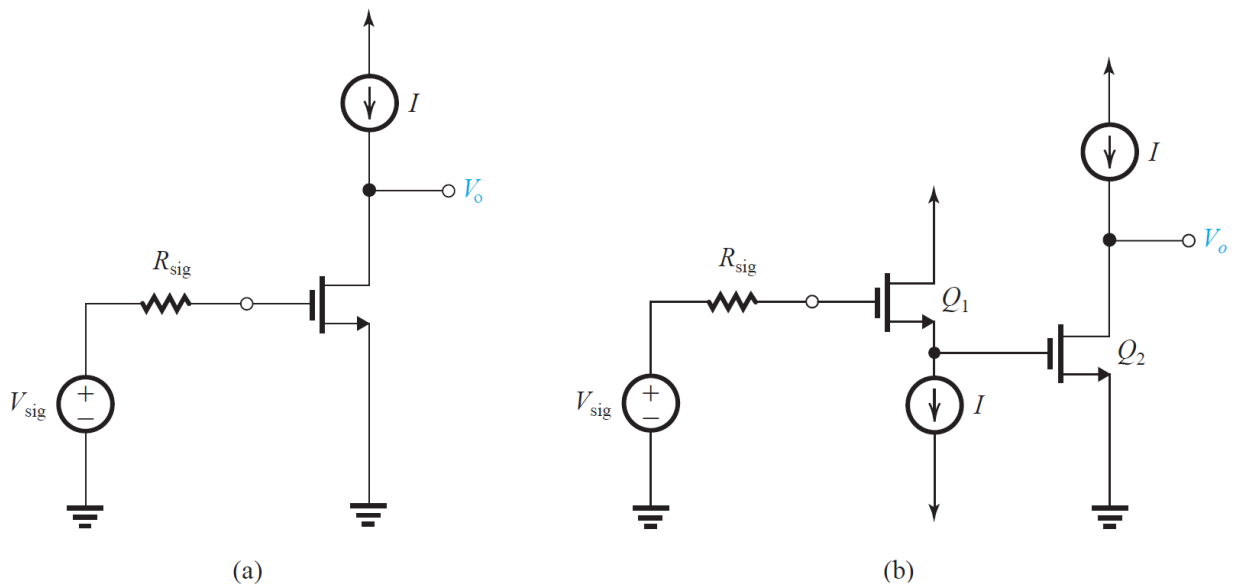
Στο συγκεκριμένο πρόβλημα, εξετάζεται η επέκταση του εύρους ζώνης, μέσω της προσθήκης μίας βαθμίδας ακολούθου τάσης μεταξύ της πηγής σήματος και της ενισχυτικής βαθμίδας common source (κοινής πηγής).

A) Αρχικά θεωρήστε τον ενισχυτή CS (common source) του Σχ. 3 (a). Ζητείται να βρείτε το A_v (κέρδος τάσης ασθενούς σήματος χαμηλών συχνοτήτων) και τη σταθερά χρόνου τ , με τη μέθοδο OCTC. Ορίζουμε C_L τη συνολική χωρητικότητα μεταξύ του κόμβου εξόδου και της γης. Λάβετε υπόψη μόνο τους πυκνωτές C_{gs} και C_{gd} .

Υπολογίστε την αριθμητική τιμή των A_v και τ όταν $g_m = 1 \text{ mA/V}$, $r_o = 20 \text{ k}\Omega$, $R_{sig} = 20 \text{ k}\Omega$, $C_{gs} = 20 \text{ fF}$, $C_{gd} = 5 \text{ fF}$ και $C_L = 10 \text{ fF}$.

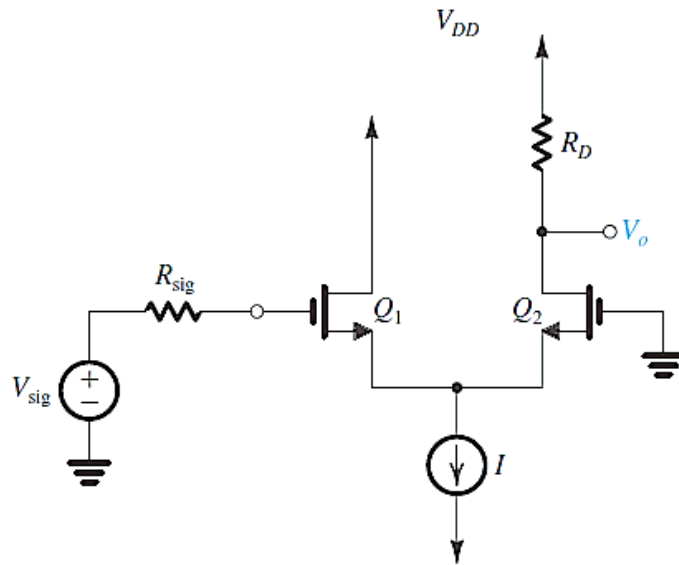
B) Για τον ενισχυτή CD-CS του σχήματος Σχ. 4(b), ζητείται να βρείτε το A_v (κέρδος τάσης ασθενούς σήματος χαμηλών συχνοτήτων) και τη σταθερά χρόνου τ , με τη μέθοδο OCTC.

Υπολογίστε την αριθμητική τιμή των A_v και τ για τις ίδιες τιμές παραμέτρων με το ερώτημα (α). Συγκρίνετε τα αποτελέσματα με εκείνα του ερωτήματος (α).



Σχήμα 3

Άσκηση 4^η

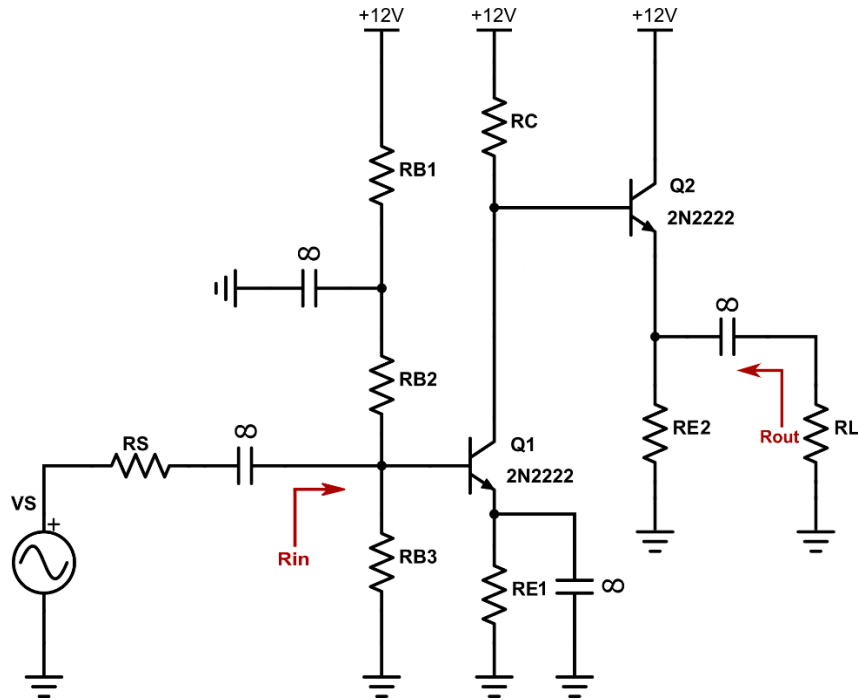


Σχήμα 4

Για το παραπάνω κύκλωμα, δίνονται $I = 200 \mu A$ and $V_{OV} = 0.2 V$, $R_{sig} = 100 k\Omega$, $R_D = 50 k\Omega$, $C_{gs} = 4 pF$, and $C_{gd} = 0.5 pF$. Βρείτε το κέρδος χαμηλών συχνοτήτων και τη συχνότητα f_{3dB} OCTC.

Άσκηση 5^η

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 $R_L = 1k\Omega$.



Σχήμα 5

Για το διπολικό τρανζίστορ δίνονται οι παράμετροι: $\beta = 200$, $C_{jco} = 8pF$, $V_{0C} = 0.7V$, $m = 0.3$, $C_{je0} = 25pF$, $\tau_F = 400ps$. Αγνοήστε το φαινόμενο Early ($r_o = \infty$).

A) Να υπολογιστεί το κέρδος τάσης του ενισχυτή (χωρίς τις παρασιτικές χωρητικότητες των transistor).

B) Να υπολογιστεί η αντίσταση εισόδου (R_{in}) (χωρίς τις παρασιτικές χωρητικότητες των transistor).

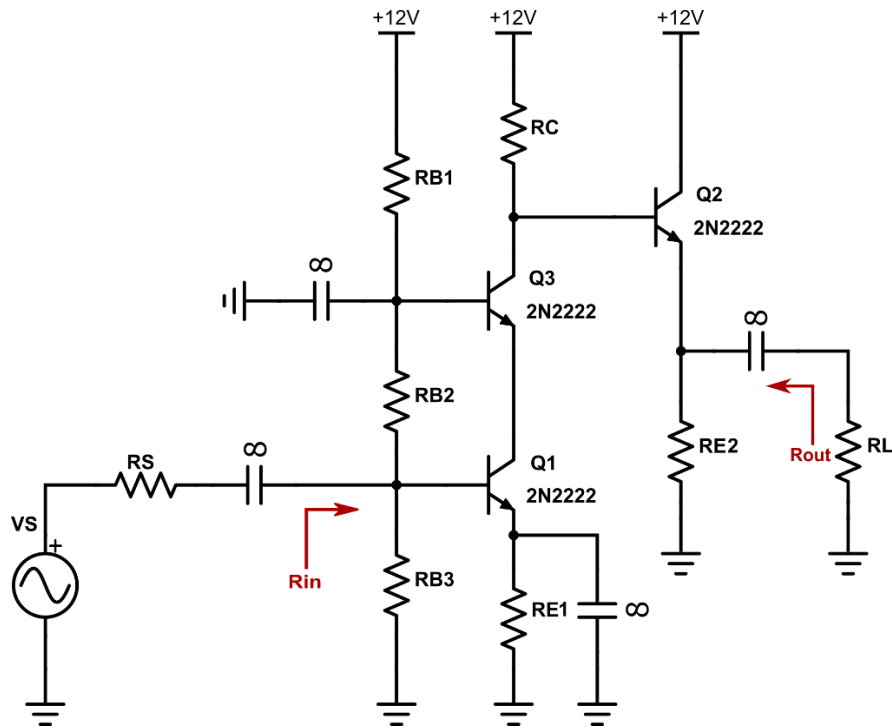
Γ) Να υπολογιστεί η αντίσταση εξόδου (R_{out}) (χωρίς τις παρασιτικές χωρητικότητες των transistor).

Δ) Να υπολογίσετε τη συνάρτηση μεταφοράς u_o/u_s λαμβάνοντας υπόψη τις παρασιτικές χωρητικότητες (μόνο αυτές) $C_{\mu1}$, $C_{\pi1}$, $C_{\mu2}$, $C_{\pi2}$ (Υπόδειξη: Μετατρέψτε την πηγή με την εσωτερική αντίσταση σε Norton και χρησιμοποιήστε μέθοδο κόμβων, θα πρέπει να σας βγει ένα σύστημα 3×3).

Ε) Χρησιμοποιώντας την μέθοδο OCTC, υπολογίστε προσεγγιστικά την συχνότητα f_{-3dB} .

Άσκηση 6^η

Τροποποιούμε το παραπάνω κύκλωμα προσθέτοντας το τρανζίστορ Q_3 όπως φαίνεται παρακάτω.



Σχήμα 6

Για το διπολικό τρανζίστορ δίνονται οι παράμετροι: $\beta = 200$, $C_{jco} = 8pF$, $V_{0C} = 0.7V$, $m = 0.3$, $C_{je0} = 25pF$, $\tau_F = 400ps$. Αγνοήστε το φαινόμενο Early ($r_o = \infty$).

Με βάση τα στοιχεία της 5^{ης} άσκησης:

- A) Να υπολογιστεί το κέρδος τάσης του ενισχυτή.
- B) Να υπολογιστεί η αντίσταση εισόδου (R_{in}) (χωρίς τις παρασιτικές χωρητικότητες των transistor).
- Γ) Να υπολογιστεί η αντίσταση εξόδου (R_{out}) (χωρίς τις παρασιτικές χωρητικότητες των transistor)..
- Δ) Χρησιμοποιώντας την μέθοδο OCTC, υπολογίστε προσεγγιστικά την συχνότητα f_{-3dB} .