



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Ηλεκτρονική ΙΙΙ

Ακαδημαϊκό Έτος 2022-2023

2^η Εργαστηριακή Σειρά Ασκήσεων

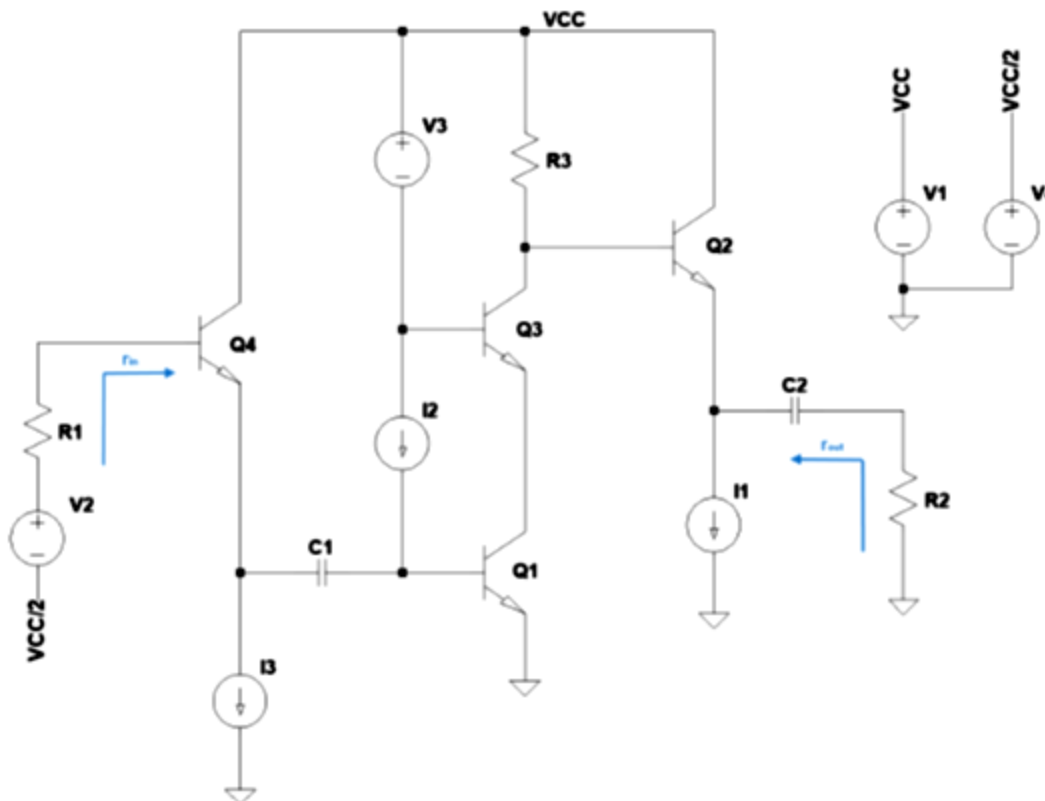
Καθ. Παύλος-Πέτρος Σωτηριάδης
Επικουρία: Νικόλαος Βουδούκης, ΕΔΙΠ
Χρήστος Δήμας, Δρ.

Οδηγίες

- Οι ασκήσεις είναι αυστηρά ατομικές.
- Η παράδοση γίνεται στις εργασίες στο helios.
- Παραδοτέα: ένα αρχείο .rar ή .zip το οποίο περιλαμβάνει:
 1. Μια τεχνική αναφορά με τις απαντήσεις, τις γραφικές παραστάσεις και τις κατάλληλες περιγραφές/ αιτιολογήσεις
 2. Τα κατάλληλα αρχεία προσομοιώσεων .asc του LT Spice
- Αξιολογούνται η ορθότητα, η τεχνική και επιστημονική τεκμηρίωση, η ποιότητα και η πληρότητα των εργασιών.
- Προσθεμία παράδοσης μέχρι και Κυριακή 27 Νοεμβρίου 2022.
- Οι προθεσμίες παράδοσης είναι αυστηρές και δεν θα δοθούν παρατάσεις.
- Η παράδοση των ασκήσεων προσομοίωσης SPICE ΔΕΝ είναι υποχρεωτική.

Άσκηση 1^η (30%)

Για το παρακάτω κύκλωμα δίνονται $V_{CC}=10V$, $R_1=1k\Omega$, $R_2=50\Omega$, $R_3=1k\Omega$, $C_1=C_2=100\mu F$, $I_1=50mA$, $I_2=25\mu A$, $I_3=1mA$ και $V_3=5V$. Για τα Q_1 , Q_2 , Q_3 και Q_4 , χρησιμοποιείτε το διπολικό τρανζίστορ 2N2222.



Σχήμα 1

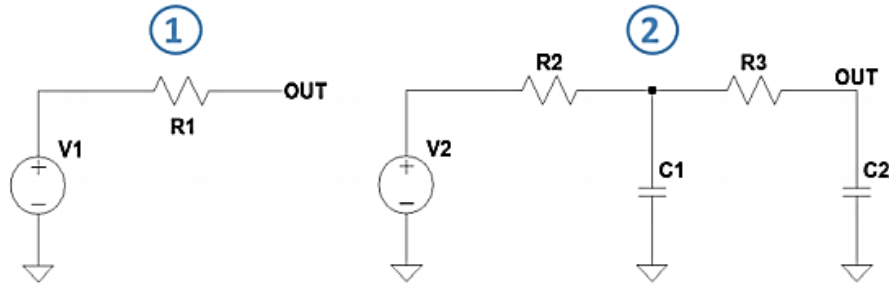
Ερώτημα 1: Να σχεδιαστεί το διάγραμμα Bode ενίσχυσης και φάσης σε κατάλληλο εύρος συχνοτήτων. Ποια η συχνότητα f_{-3dB} του παραπάνω ενισχυτή;

Ερώτημα 2: Να σχεδιαστεί το διάγραμμα της αντίστασης εισόδου του ενισχυτή (όπως υποδεικνύεται στο σχήμα) σε κατάλληλο εύρος συχνοτήτων. Οι τιμές του διαγράμματος να είναι σε Ohm (γραμμικός y άξονας) και ο άξονας συχνοτήτων λογαριθμικός. Ποια η αντίσταση εισόδου r_{in} του παραπάνω ενισχυτή στην συχνότητα $f = 10kHz$;

Ερώτημα 3: Να σχεδιαστεί το διάγραμμα της αντίστασης εξόδου του ενισχυτή (όπως υποδεικνύεται στο σχήμα) σε κατάλληλο εύρος συχνοτήτων. Οι τιμές του διαγράμματος να είναι σε Ohm (γραμμικός y άξονας) και ο άξονας συχνοτήτων λογαριθμικός. Ποια η αντίσταση εξόδου r_{out} του παραπάνω ενισχυτή στην συχνότητα $f = 10kHz$;

Άσκηση 2^η (20%)

Για τα κυκλώματα του σχήματος 1, δίνονται $R_1=R_2=R_3=100\Omega$ και $C_1=C_2=1\mu F$



Σχήμα 2

Ερώτημα 1: Για το κύκλωμα 1 ποια η RMS τάση θορύβου στην έξοδο στο φάσμα 1Hz – 100kHz.

Ερώτημα 2: Για το κύκλωμα 2 ποια η RMS τάση θορύβου στην έξοδο στο φάσμα 1Hz – 100kHz.

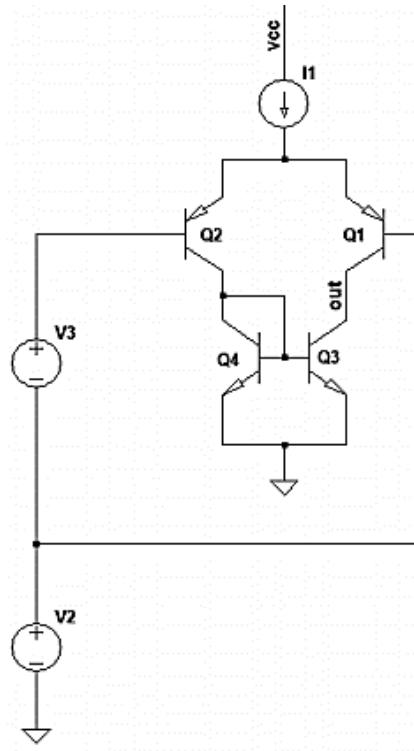
Ερώτημα 3: Για το κύκλωμα 1 ποια RMS τάση θορύβου στην έξοδο στο φάσμα 1Hz – 100kHz για θερμοκρασία 65°C .

Ερώτημα 4: Για το κύκλωμα 2 ποια η RMS τάση θορύβου στην έξοδο στο φάσμα 1Hz – 100kHz για θερμοκρασία 65°C . Να σχεδιαστούν οι γραφικές παραστάσεις θορύβου των ερωτημάτων 1 και 2.

Άσκηση 3^η (30%)

Για το κύκλωμα του σχήματος 2 δίνονται $V_{CC} = 10V$, $I_1 = 200\mu A$, $V_2 = V_{CM} = 5V$.

Για τα Q_1 και Q_2 χρησιμοποιείστε το διπολικό τρανζίστορ 2N3906 ενώ για τα Q_3 και Q_4 χρησιμοποιείστε το 2N3904.



Σχήμα 3

Ερώτημα 1: Ποια πρέπει να είναι η DC τάση της V_3 , ώστε η τάση στην έξοδο να είναι 3.3V.

Ερώτημα 2: Ποια η συχνότητα f_{-3dB} του παραπάνω ενισχυτή;

Ερώτημα 3: Ποιο το κέρδος χαμηλών συχνοτήτων του παραπάνω ενισχυτή;

Ερώτημα 4: Ποια η ισοδύναμη RMS τάση θορύβου στην είσοδο (Input Referred Noise) για $I_1 = 200\mu A$ στο φάσμα 1Hz – 100kHz;

Ερώτημα 5: Ποια η ισοδύναμη RMS τάση θορύβου στην είσοδο (Input Referred Noise) για $I_1 = 600\mu A$ στο φάσμα 1Hz – 100kHz;

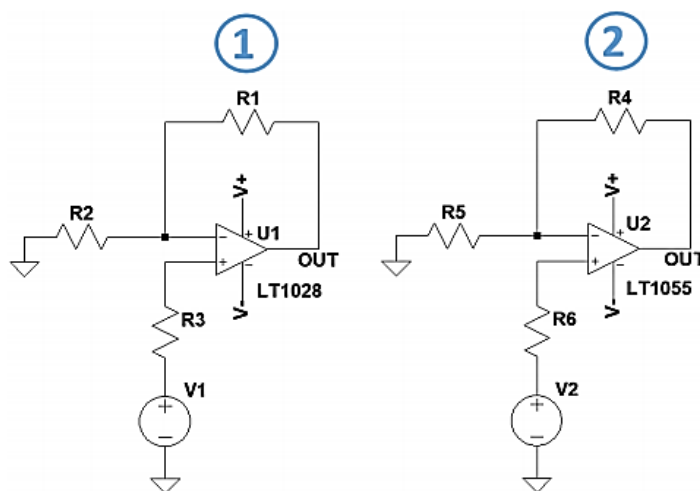
Ερώτημα 6: Ποια η ισοδύναμη RMS τάση θορύβου στην είσοδο (Input Referred Noise) για $I_1 = 1200\mu A$ στο φάσμα $1\text{Hz} - 100\text{kHz}$;

Να σχεδιαστούν:

- Τα διαγράμματα Bode πλάτους και φάσης για τον παραπάνω ενισχυτή.
- Διάγραμμα ισοδύναμου θορύβου στην είσοδο για τα ερωτήματα 3,4 και 5.

Άσκηση 4^η (20%)

Για τα παρακάτω κυκλώματα δίνονται $V_+ = -V_- = 5V$, $R_1 = R_4 = 9k\Omega$, $R_2 = R_5 = 1k\Omega$, $R_3 = R_6 = 100\Omega$.



Σχήμα 4

Ερώτημα 1: Ποια η ισοδύναμη RMS τάση θορύβου στην είσοδο (Input Referred Noise) για τον ενισχυτή 1 στο φάσμα $1\text{Hz} - 100\text{kHz}$;

Ερώτημα 2: Ποια η ισοδύναμη RMS τάση θορύβου στην είσοδο (Input Referred Noise) για τον ενισχυτή 2 στο φάσμα $1\text{Hz} - 100\text{kHz}$; Για τα επόμενα ερωτήματα θεωρείστε $R_3 = R_6 = 10k\Omega$.

Ερώτημα 3: Ποια η ισοδύναμη RMS τάση θορύβου στην είσοδο (Input Referred Noise) για τον ενισχυτή 1 στο φάσμα $1\text{Hz} - 100\text{kHz}$;

Ερώτημα 4: Ποια η ισοδύναμη RMS τάση θορύβου στην είσοδο (Input Referred Noise) για τον ενισχυτή 2 στο φάσμα $1\text{Hz} - 100\text{kHz}$;

Σε κάθε περίπτωση, σχολιάστε και συγκρίνετε τα αποτελέσματα.