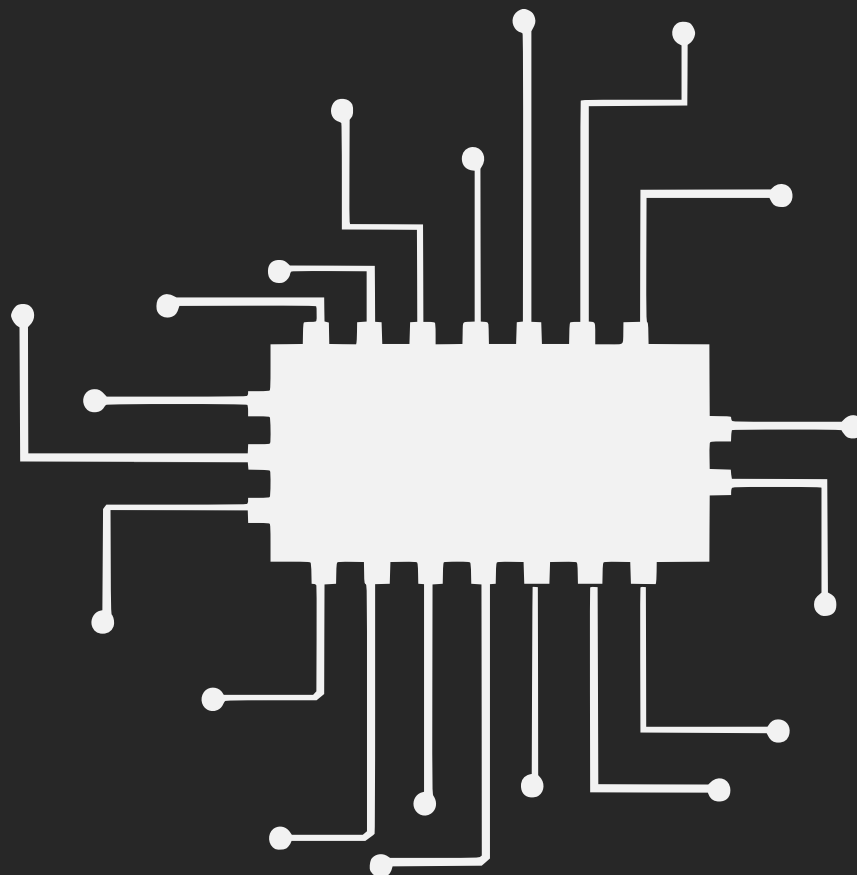


ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ II

Αναφορά 4^{ης} Εργαστηριακής Άσκησης «ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΕΝΙΣΧΥΤΩΝ ΣΤΙΣ ΧΑΜΗΛΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ»



 LAB31138249



 Μπεχτσούδης Χρήστος 2016030005

 Γάκης Κωσταντίνος 2011030066

 Γαλάνης Μιχάλης 2016030036

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

*Οι παρακάτω σύνδεσμοι είναι διαδραστικοί.
Πατήστε σε κάποιο από αυτούς για τη μετάβαση στο κατάλληλο τμήμα της αναφοράς.*

	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
	ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΕΝΙΣΧΥΤΗ (4.2)	1
	Θεωρητική Ανάλυση – Προεργασία (DC).....	2
	Θεωρητική Ανάλυση – Προεργασία (AC)	2
	Πειραματική Διαδικασία	3
	Επεξεργασία Μετρήσεων.....	4
	Προσομοίωση SPICE	5
	Διαγράμματα Προσωμοίωσης.....	5
	Σύγκριση Bode (Θεωρητικό – Πειραματικό)	6
	Σύγκριση Bode (Πειραματικό – SPICE).....	6

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση εξετάζουμε την απόκριση ενισχυτών στις χαμηλές συχνότητες μελετώντας διαγράμματα Bode για το κέρδος τάσης $A_v = V_o/V_s$.

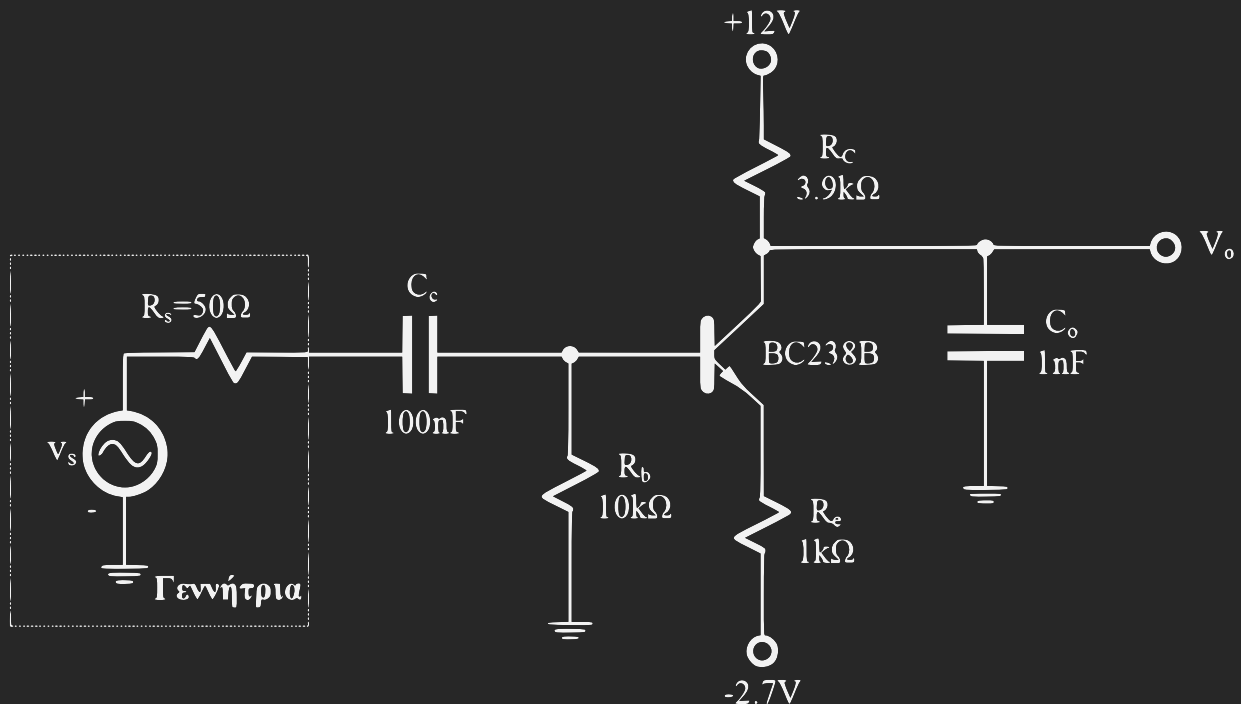
Η ανάλυση αυτής της άσκησης χωρίζεται σε 3 ακόλουθα μέρη:

- **Θεωρητική Ανάλυση:** περιλαμβάνει την DC & AC ανάλυση της προεργασίας.
- **Πειραματική Ανάλυση:** περιλαμβάνει μετρήσεις που πάρθηκαν κατά τη διεξαγωγή της εργαστηριακής άσκησης
- **Προσομοίωση:** περιλαμβάνει την ανάλυση σε μοντέλο υπολογιστή.

? Γενικό Ζητούμενο: Κατασκευή διαγραμμάτων Bode για το κάθε μέρος ανάλυσης και σύγκριση αυτών μεταξύ τους.

ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΕΝΙΣΧΥΤΗ (4.2)

Παρακάτω δίνεται το κύκλωμα το που θα ασχοληθούμε χρησιμοποιώντας τρανζίστορ *BC238B* και θέτοντας τάση εισόδου $V_s = 0.5 \sin \omega t$:





Θεωρητική Ανάλυση – Προεργασία (DC)

Από KVL έχουμε:

$$0 - I_B R_B - 0.7 - I_E R_E = -2.7$$

$$\Leftrightarrow$$

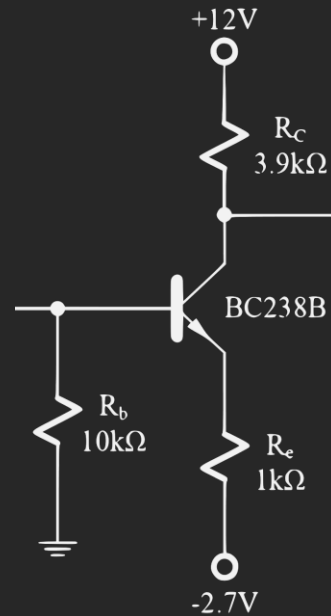
$$0 - I_B R_B - 0.7 - I_E R_E = -2.7 \quad \xLeftrightarrow{I_E = \beta I_B}$$

$$I_B = \frac{2}{R_B + \beta R_E} \Leftrightarrow$$

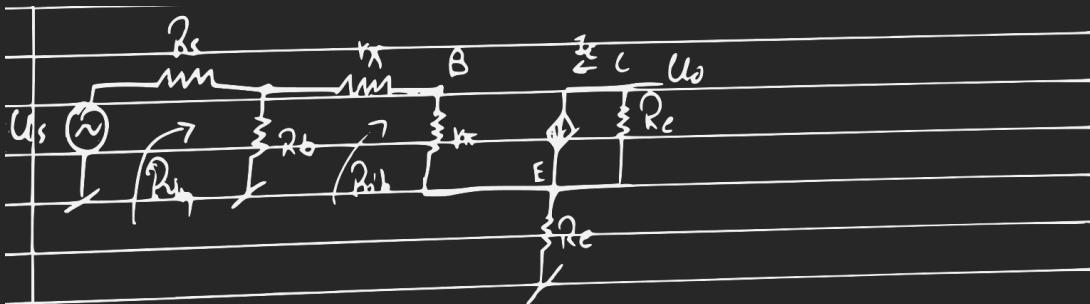
$$I_B \cong 6 \mu A$$

Άρα:

$$I_C \cong I_E = 2 mA$$



Θεωρητική Ανάλυση – Προεργασία (AC)



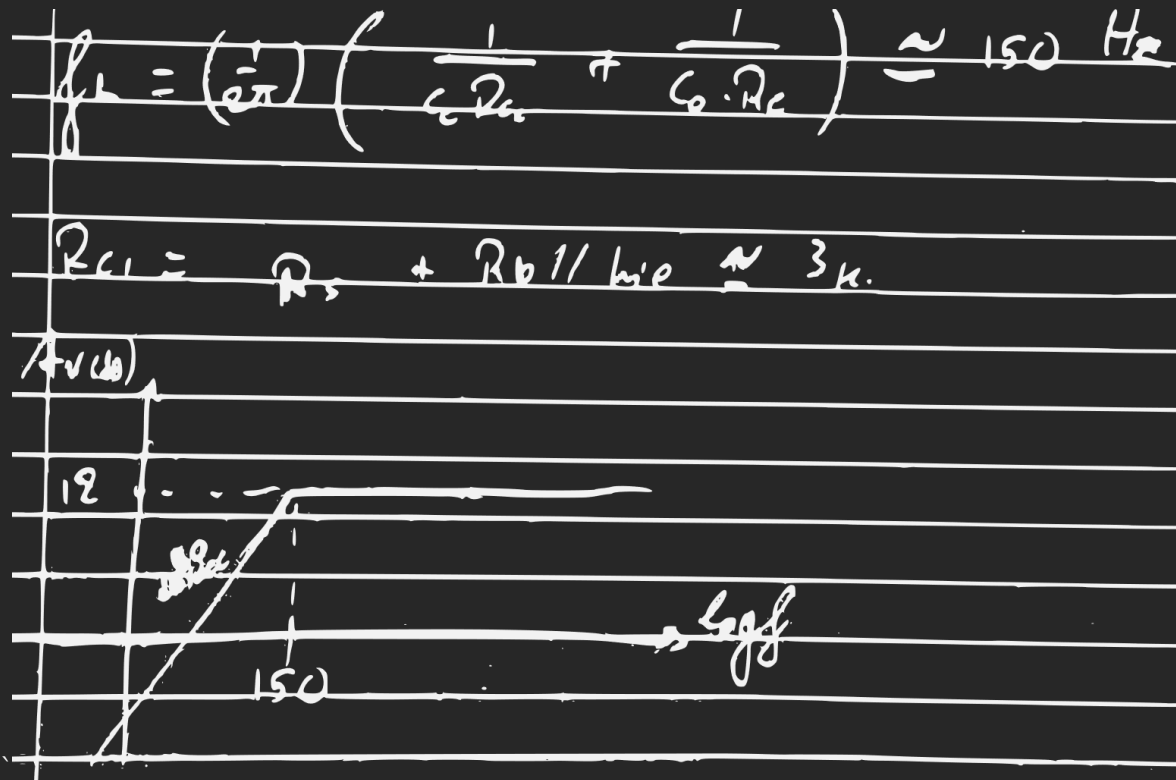
$$r_{\pi} = \frac{V_T}{I_B}$$

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

$$r_x = h_{ie} - r_{\pi}$$

$$A_m = -g_m \left[R_{L1} / (R_s + R_{in}) \right] \cdot R_E \cong 4 \text{ V/V}$$

$$A_m(\text{dB}) = 20 \log(4) \cong 12$$



Πειραματική Διαδικασία

Ζητήθηκε να μετρηθεί το κέρδος τάσης A_v για συγκεκριμένες τιμές συχνοτήτων. Παρακάτω φαίνονται τα αποτελέσματά μας:

Μέγεθος	Τιμή									
V_s (V)	1									
f (kHz)	0.02	0.05	0.1	0.16	0.3	0.5	1	3	5	10
V_{out} (V)	0.42	1	1.8	2.45	3.2	3.4	3.6	3.7	3.7	3.5
A_v	0.42	1	1.8	2.45	3.2	3.4	3.6	3.7	3.7	3.5
A_v (dB)	-7.54	0.00	5.11	7.78	10.10	10.63	11.13	11.36	11.36	10.88

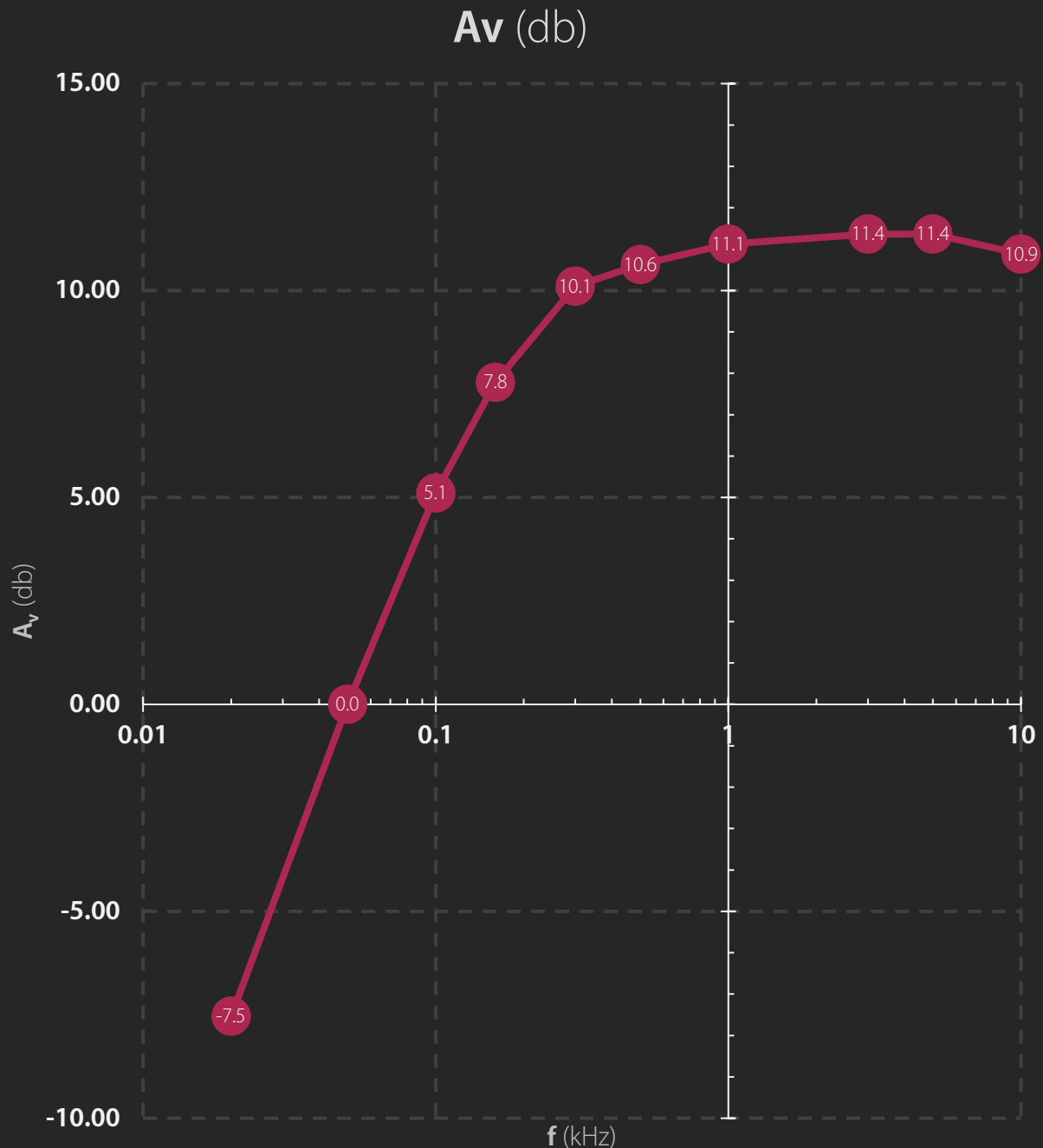


Παρατήρηση: οι τιμές V_s , V_{out} είναι μορφής peak-peak.



Επεξεργασία Μετρήσεων

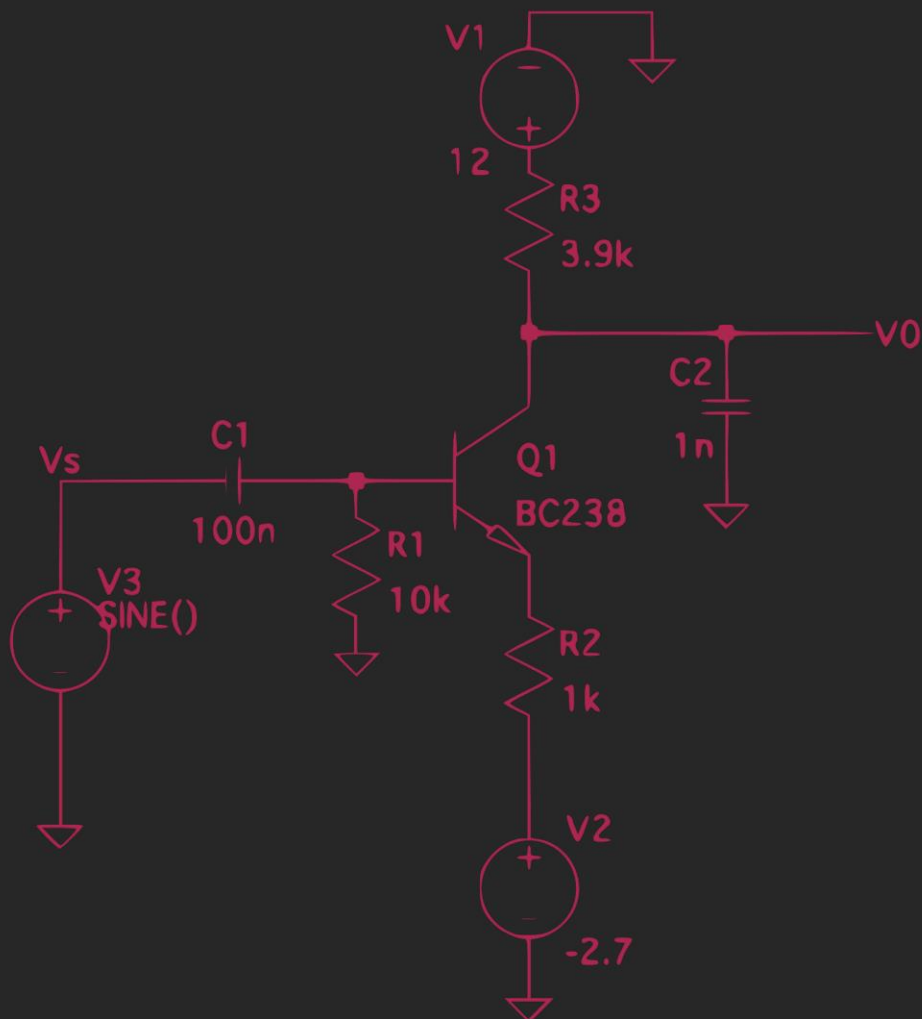
Σύμφωνα με τις παραπάνω τιμές, κατασκευάζουμε το διάγραμμα Bode του κέρδους τάσης:



Μπορούμε επίσης να υπολογίσουμε τη συχνότητα αποκοπής f_L η οποία συμβαίνει για $A_v \cong 0.7A_{vmax} \cong 2.59$ άρα σύμφωνα με τον πίνακα τιμών, έχουμε ότι $f_L = 170\text{Hz}$.

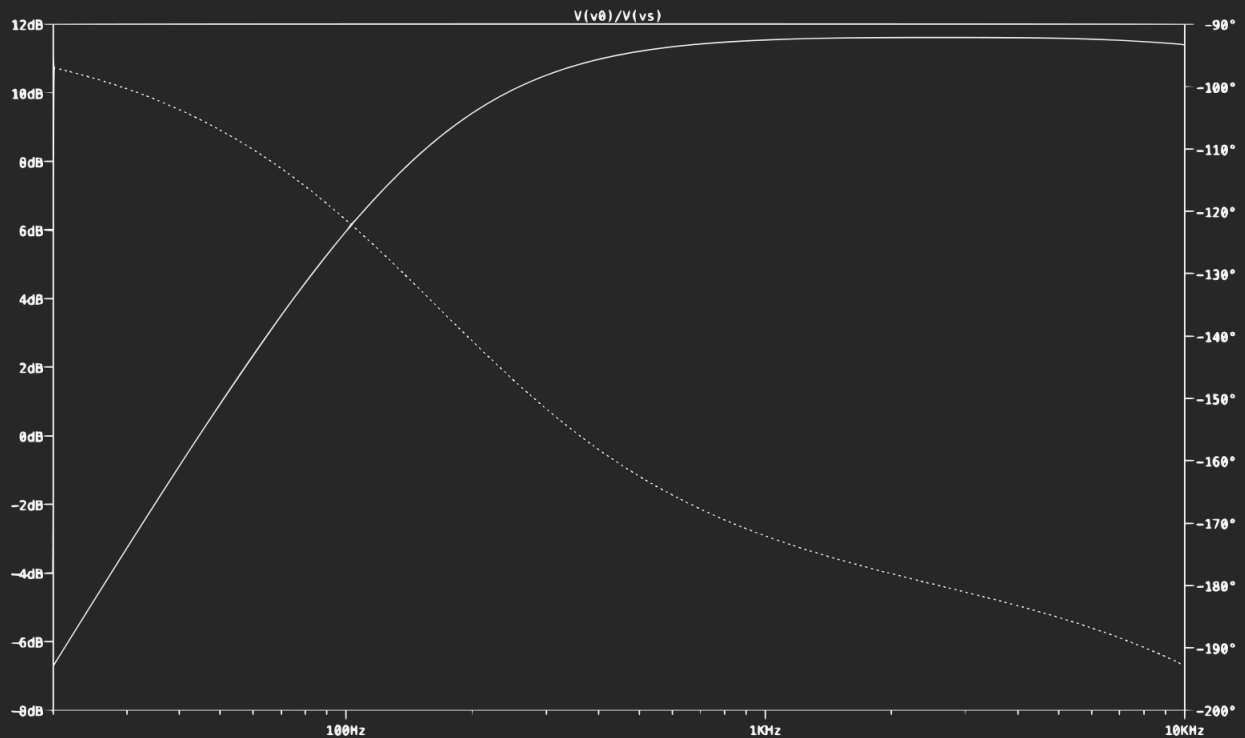
Προσομοίωση SPICE

Για την επιβεβαίωση με χρήση υπολογιστή, κατασκευάστηκε το κύκλωμα στο LT SPICE όπως φαίνεται στην επόμενη σελίδα:



Διαγράμματα Προσωμοίωσης

Η προσομοίωση του SPICE εξήγαγε τις παρακάτω κυματομορφές. Η συνεχής γραμμή περιγράφει το διάγραμμα Bode σε λογαριθμική κλίμακα συχνότητας ενώ η διακεκομμένη παρουσιάζει τη φάση.



Σύγκριση Bode (Θεωρητικό – Πειραματικό)

Οι διαφορές του θεωρητικού και πειραματικού διαγράμματος είναι μικρές. Αυτές οφείλονται κυρίως στην έλλειψη ακρίβειας του παλμογράφου (μέγιστη υποδιαίρεση **0.2 div**) και σε στρογγυλοποιήσεις αριθμών κατά τη εκτέλεση πράξεων. Άλλος ένας λόγος της απόκλισης είναι η ανοχή των στοιχείων (αντιστάσεις – πυκνωτές) που δε συμπεριλαμβάνεται στη θεωρητική ανάλυση (θεωρούνται ιδανικά).

Σύγκριση Bode (Πειραματικό – SPICE)

Τα διαγράμματα Bode μεταξύ πειραματικών τιμών και προσωμοίωσης είναι πανομοιότυπα. Οι ελάχιστες διαφορές οφείλονται στην έλλειψη ακρίβειας του παλμογράφου και σε στρογγυλοποιήσεις αριθμών κατά τη εκτέλεση πράξεων.