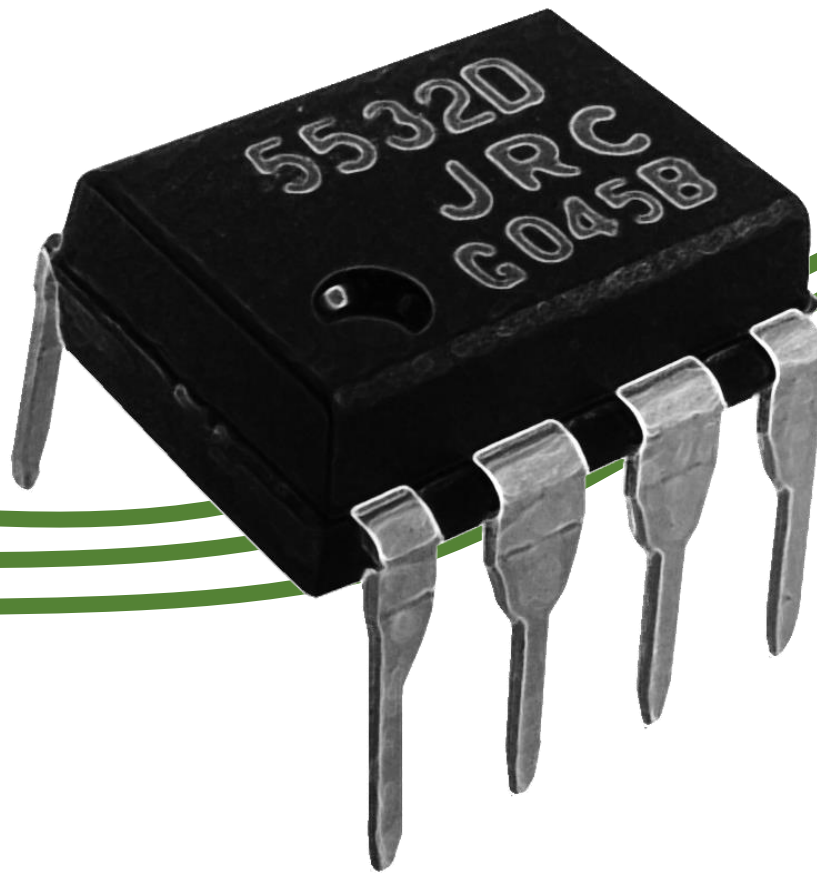


Ηλεκτρονική II

Αναφορά Εργαστηριακής Άσκησης I

Γραμμικές Εφαρμογές Τελεστικών Ενισχυτών



LAB31138249

Μπεχτσούδης Χρήστος 2016030005

Γάκης Κωσταντίνος 2011030066

Μιχάλης Γαλάνης 2016030036

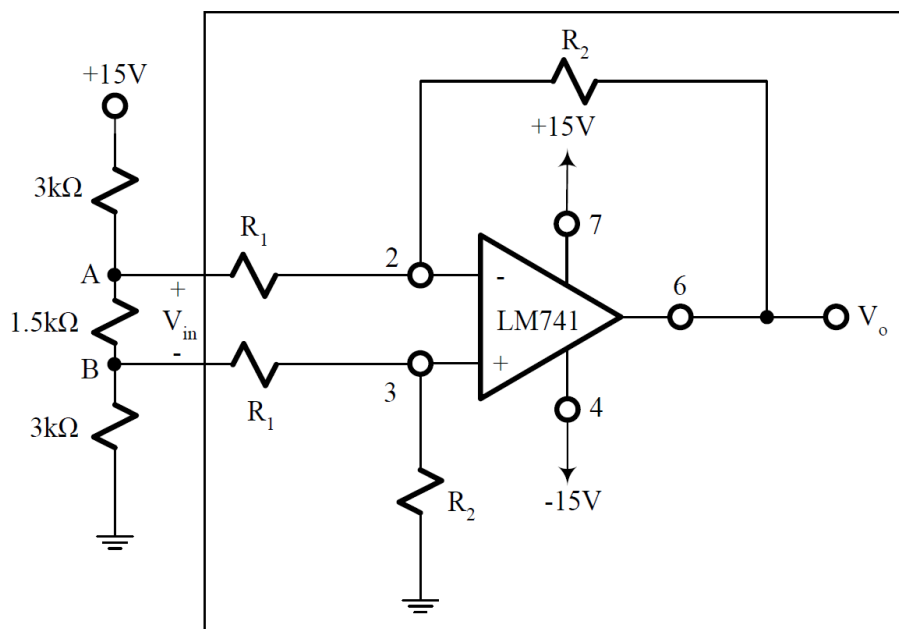
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο **Τελεστικός Ενισχυτής** (Operational Amplifier) είναι ένας ενισχυτής με πολύ μεγάλο **κέρδος τάσης** κατασκευασμένος σε **ολοκληρωμένο κύκλωμα**. Απο τις πολλές γραμμικές εφαρμογές που υπάρχουν για αυτόν, στη συγκεκριμένη άσκηση επιλέχθηκαν:

- ο **διαφορικός ενισχυτής** (1.2.3), και
- το **βαθυπερατό φίλτρο** (1.2.5)

ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΣ ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ (1.2.3)

Παρακάτω παρουσιάζεται η διάταξη διαφορικού ενισχυτή με $R_1 = R_2 = 100k\Omega$



Θεωρητική Ανάλυση

Στους κόμβους A και B αντίστοιχα απο το θεώρημα διαιρέτη τάσης έχουμε:

$$V_A = \frac{3 + 1.5}{3 + 1.5 + 3} * 15 = 9V$$

$$V_B = \frac{3}{3 + 1.5 + 3} * 15 = 6V$$

Άρα

$$V_{AB} = V_{in} = V_A - V_B = 3V$$

Επίσης:

$$V^+ = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * V_B$$

Από την αρχή της επαλληλίας έχουμε:

$$V_o = \left(-\frac{R_2}{R_1}\right) * V_A + \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) * V^+ \Leftrightarrow$$

$$V_o = \left(-\frac{R_2}{R_1}\right) * V_A + \frac{R_2}{R_1} * V_B \Leftrightarrow$$

$$V_o = \frac{R_2}{R_1} (V_B - V_A) = -3V$$

Οπότε τελικά:

$$A_v = \frac{V_o}{V_{in}} = 1$$

Πειραματική Διαδικασία

$$V_A \cong 9V \quad V_B \cong 6V$$

Τάση **εισόδου** διαφορικού ενισχυτή: $V_{in} = V_{AB} = 2.965V$

Τάση **εξόδου** διαφορικού ενισχυτή: $V_o = 3.057V$

Το κέρδος τάσης A_v σύμφωνα με τις πειραματικές τιμές ισούται με $A_v = \frac{V_o}{V_{in}} = 1.031$

Σύγκριση Αποτελεσμάτων

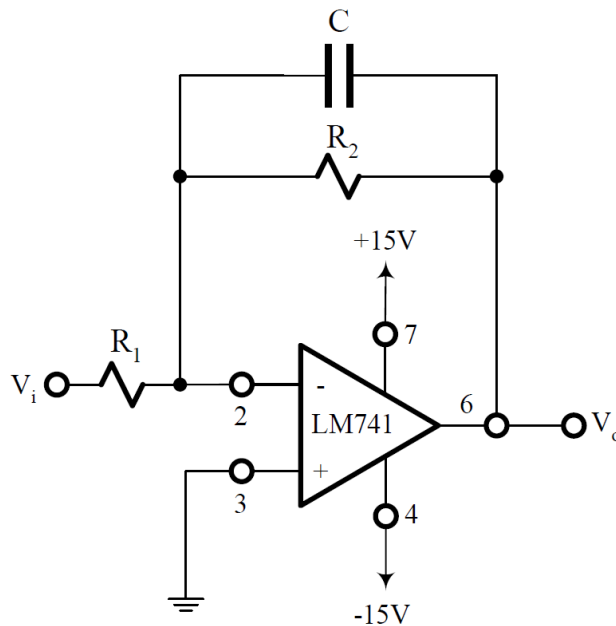
Οι διαφορές των κερδών τάσης A_v μεταξύ θεωρητικής προσέγγισης και πειραματικής οφείλεται στην ανοχή των αντιστάσεων και στη μη ιδανικότητα του τελεστικού ενισχυτή.

ΒΑΘΥΠΕΡΑΤΟ ΦΙΛΤΡΟ (1.2.5)

Παρακάτω παρουσιάζεται η διάταξη **βαθυπερατού φίλτρου** 1^{ου} βαθμού με

$$R_1 = R_2 = 16k\Omega$$

$$C = 10nF$$



Προεργασία – Θεωρητική Ανάλυση

Ισχύει ότι:

$$H(s) = -\frac{z_2}{z_1}$$

Όμως:

$$z_2 = \frac{\frac{1}{sC} * R_2}{R_2 + \frac{1}{sC}} \Leftrightarrow z_2 = \frac{R_2}{R_2 sC + 1}$$
$$z_1 = R_1$$

Άρα

$$H(s) = \frac{R_2}{R_1} * \frac{1}{R_2 s C + 1}$$

Επίσης:

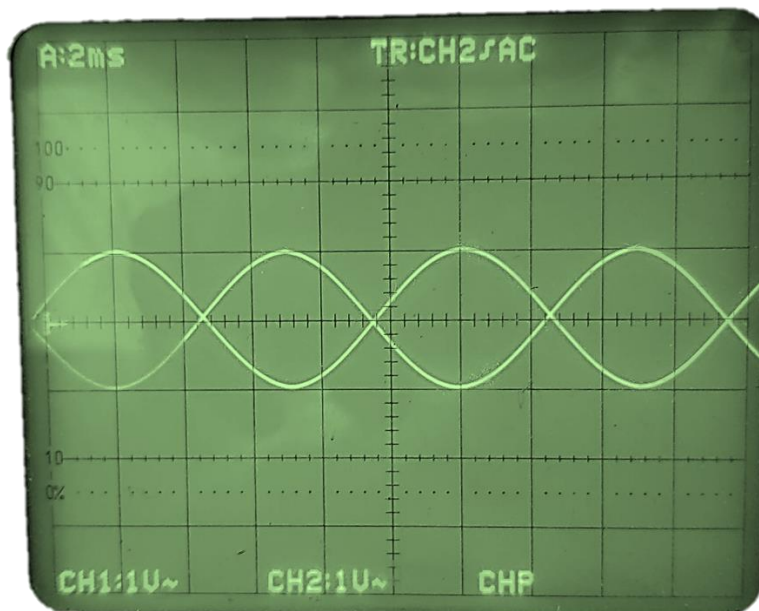
$$\omega_o = \frac{1}{R_2 * C} = 2\pi f_L$$

άρα

$$f_L = \frac{1}{2\pi R_2 C} = 0.995 \text{ kHz}$$

Πειραματική Διαδικασία

Στην επόμενη σελίδα φαίνονται οι κυματομορφές τάσεων εισόδου V_i και εξόδου V_o σύμφωνα με τις μετρήσεις μας στο εργαστήριο.

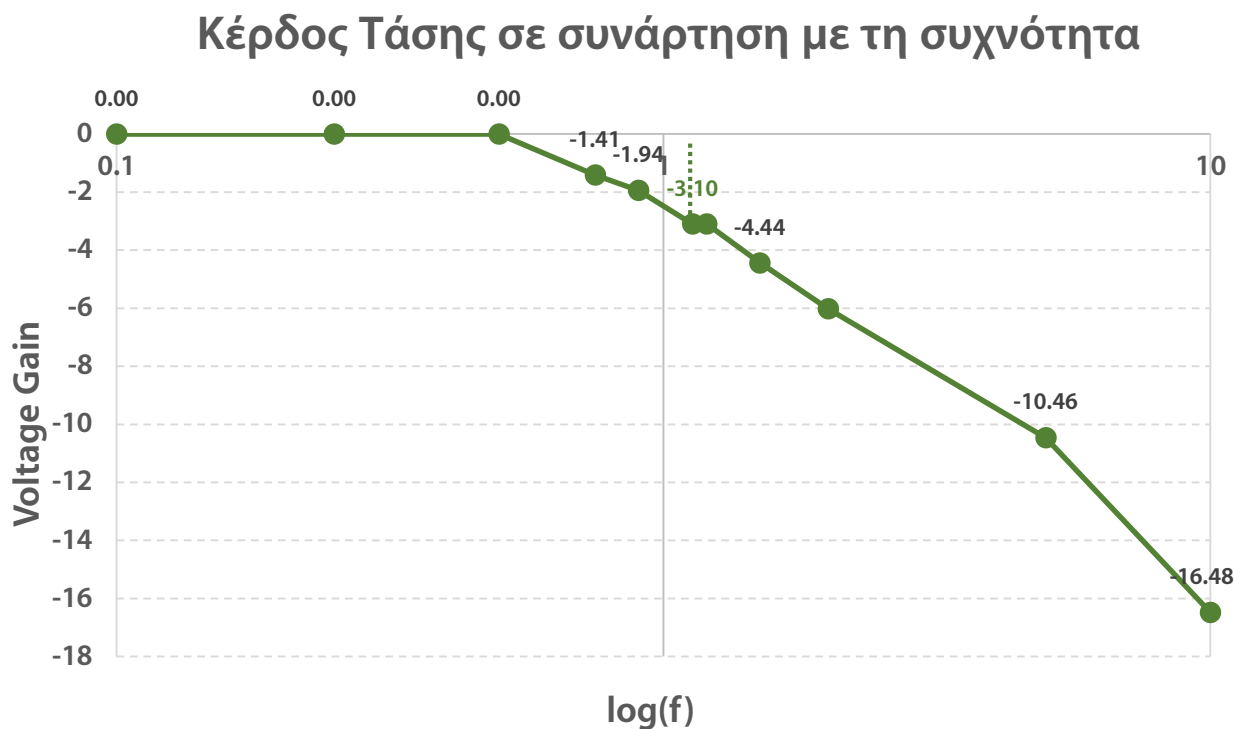


Η συχνότητα αποκοπής f_L του φίλτρου στο εργαστήριο μετρήθηκε ίση με **1138 Hz**. Απόκλιση από τη θεωρητική τιμή έχουμε επίσης λόγω της διακριτότητας των οργάνων. Στον παλμογράφο έχουμε ακρίβεια έως 0.2 div, επομένως μια μικρή απόκλιση από την επιθυμητή τιμή του πλάτους εξόδου κατά την μέτρηση στον παλμογράφο μπορεί να επηρεάσει την τιμή της συχνότητας που λαμβάνουμε ως συχνότητα αποκοπής.

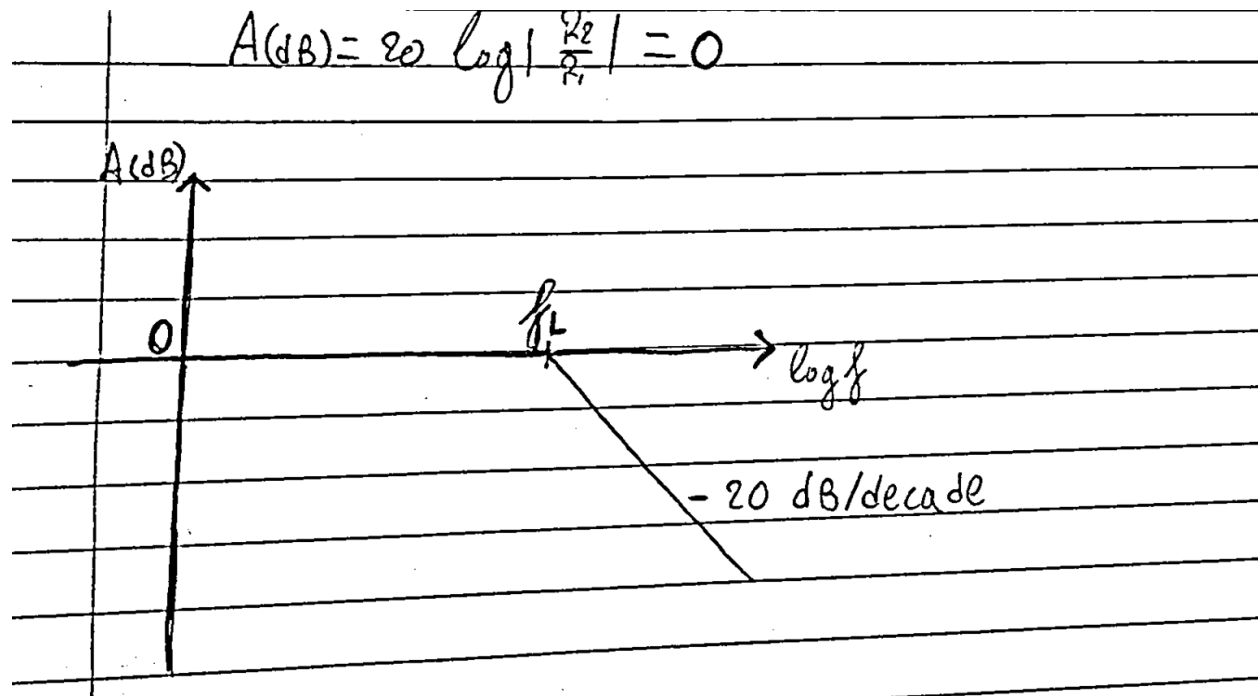
Σε επόμενο πίνακα παραθέτονται οι τιμές **τάσης εισόδου** V_i και **κέρδους τάσης** A_v ανάλογα με τις τιμές της **συχνότητας** f του φίλτρου.

Όνομα μεγέθους	Μονάδα Μέτρησης	Τιμές										
Συχνότητα Φίλτρου	f (kHz)	0.1	0.25	0.5	0.75	0.9	1.2	1.5	2	5	10	
Τάση Εξόδου	Vo (V)	1	1	1	0.85	0.8	0.7	0.6	0.5	0.3	0.15	
Κέρδος Τάσης	Av	1	1	1	0.85	0.8	0.7	0.6	0.5	0.3	0.15	

ii) Σύμφωνα με τις παραπάνω τιμές κατασκευάσαμε το διάγραμμα του κέρδους τάσης A_v σε συνάρτηση με τη συχνότητα f αυτή.

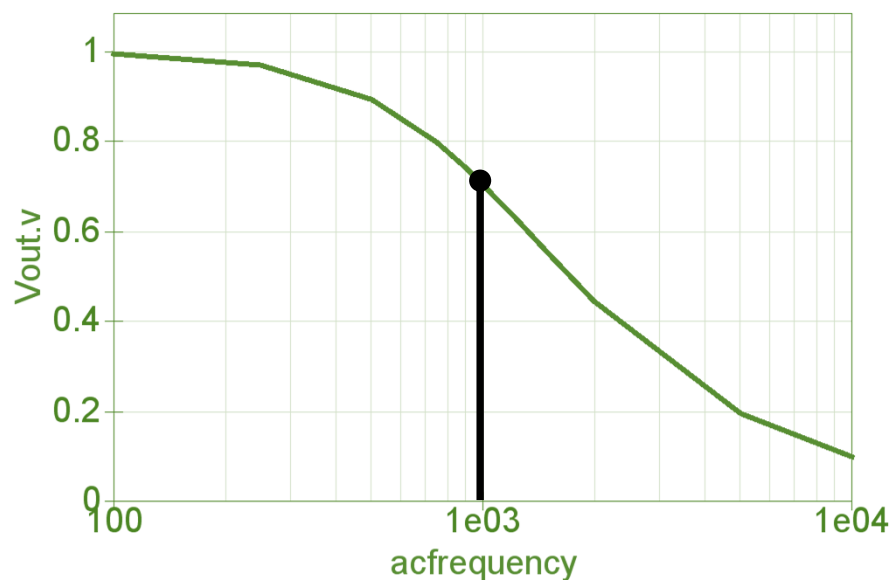


iii) Σύμφωνα με τη θεωρία που έχει αναλυθεί, δείχνουμε παρακάτω το θεωρητικό (ποιοτικό) διάγραμμα:

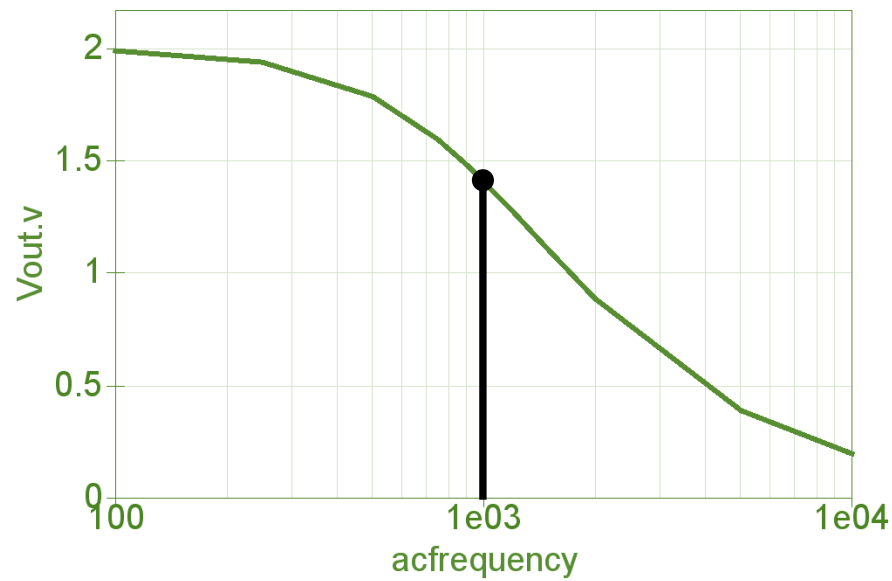


Η απόκλιση του πειραματικού διαγράμματος οφείλεται σε έλλειψη ακρίβειας του παλμογράφου (0.2 div) και σε στρογγυλοποίηση τιμών τάσης.

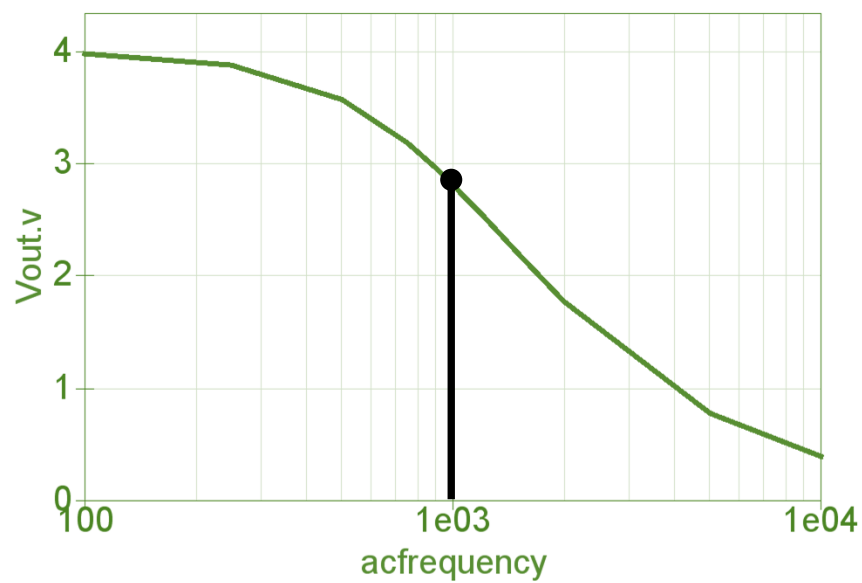
iv) Για $R_1 = 16k\Omega$ το πρόγραμμα προσομοίωσης **QUCS** παράγει το εξής διάγραμμα:



ν) Για $R_1^* = \frac{R_1}{2} = 8k\Omega$:



Ενώ για $R_1^* = \frac{R_1}{4} = 4k\Omega$:

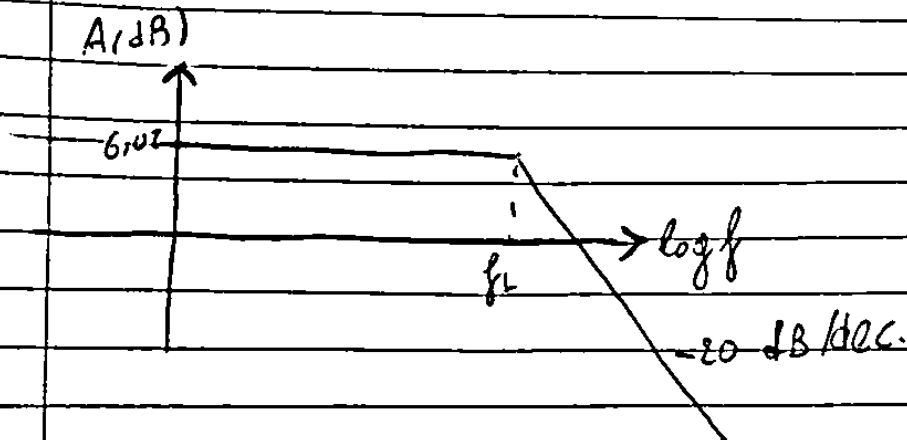


Τα διαγράμματα που παράγει το QUCS αναπαριστούν με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια το κέρδος τάσης (καθώς περιέχει πραγματικά στοιχεία και συμπεριλαμβάνει ανοχές αντιστάσεων κτλ).

Θεωρητικά διαγράμματα:

$$\text{Για } R_1' = \frac{R_1}{2}$$

$$A(\text{dB}) = 20 \log \left| \frac{R_2}{\frac{R_1}{2}} \right| = 6,02$$



$$\text{Για } R_1'' = \frac{R_1}{4}$$

$$A(\text{dB}) = 20 \log \left| \frac{R_2}{\frac{R_1}{4}} \right| = 12,04$$

