



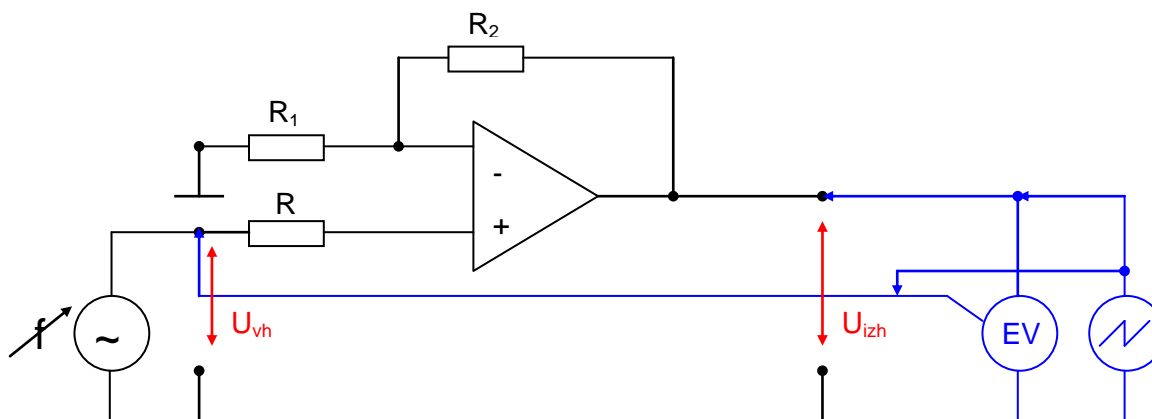
VAJA 12: Meritve na operacijskem ojačevalniku

1. Besedilo naloge:

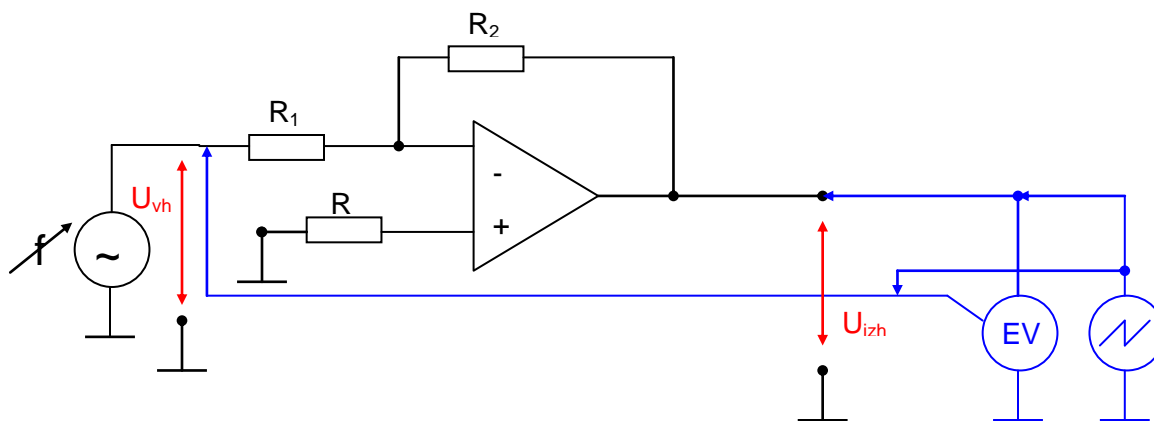
Izmerite frekvenčno in fazno karakteristiko operacijskih ojačevalnikov LM741 in TL081 v izvedbi invertirajočega in neinvertirajočega ojačevalnika. Vrednosti uporov izberite oz. izračunajte tako, da bo ojačanje okrog 40dB. Primerjajte dobljene karakteristike enega in drugega ter izmerite še SR faktor.

2. Sheme merilnih vezij:

a) Merilno vezje za neinvertirajoči ojačevalnik



b) Merilno vezje za invertirajoči ojačevalnik



3. Izbira vrednosti uporov in izračuni:

$$R_1 = 470 [\Omega] \quad R_2 = 22 [\text{K}\Omega] \quad R = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2} = 460 [\Omega] \quad A = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 47,8 [\text{dB}] \quad K_p = \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 0,0209$$

4. Rezultati:

a) Za invertirajoči ojačevalnik

Izvedba z operacijskim ojačevalnikom **LM 741**

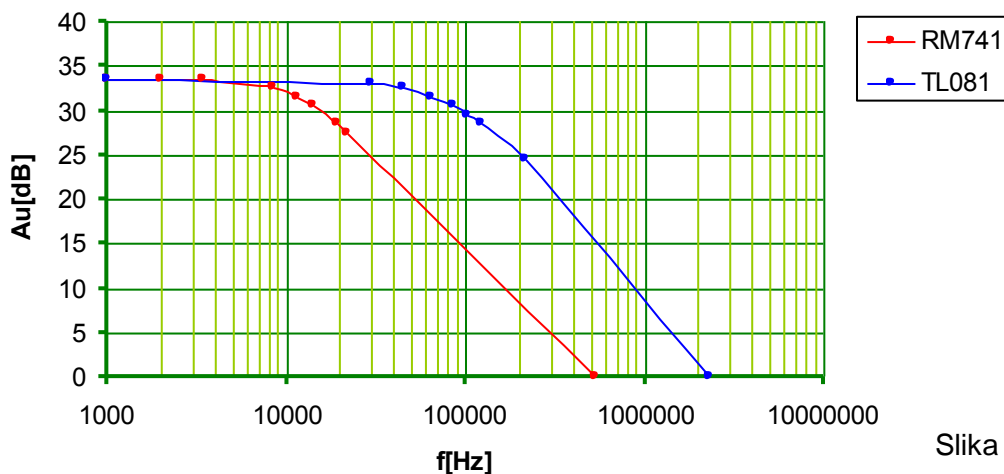
f[Hz]	1000	2000	3460	8520	11630	14310^a	19120	21720	539000^b
Uvh[dB]	-17,5	-17,5	-17,5	-17,5	-17,5	-17,5	-17,5	-17,5	-17,5
Uizh[dB]	16	16	16	15	14	13	11	10	-17,5
Au[db]	33,5	33,5	33,5	32,5	31,5	30,5	28,5	27,5	0
φ[°]	0	8	10	29	40	48	62	86	120

Izvedba z operacijskim ojačevalnikom **TL 081**

f[Hz]	1004	29900	45000	65400	85400^a	102500	121900	218200	233700^b
Uvh[dB]	-18,5	-18,5	-18,5	-18,5	-18,5	-18,5	-18,5	-18,5	-18,5
Uizh[dB]	15	14,5	14	13	12	11	10	6	-18,5
Au[db]	33,5	33	32,5	31,5	30,5	29,5	28,5	24,5	0
φ[°]	0	22	32	40	48	52	69	94	180

Tabeli prikazujeta meritve, ki sem jih izvedel na obeh ojačevalnikih. V tabeli je krepko označena mejna frekvenca, pri kateri pade ojačanje za $-3[\text{dB}]$. Krepko, barvasto pa je označena tranzitna frekvenca, to pa je frekvenca pri kateri, krivulja ojačanja seka napetostni nivo 0dB .

Frekvenčni potek amplitude

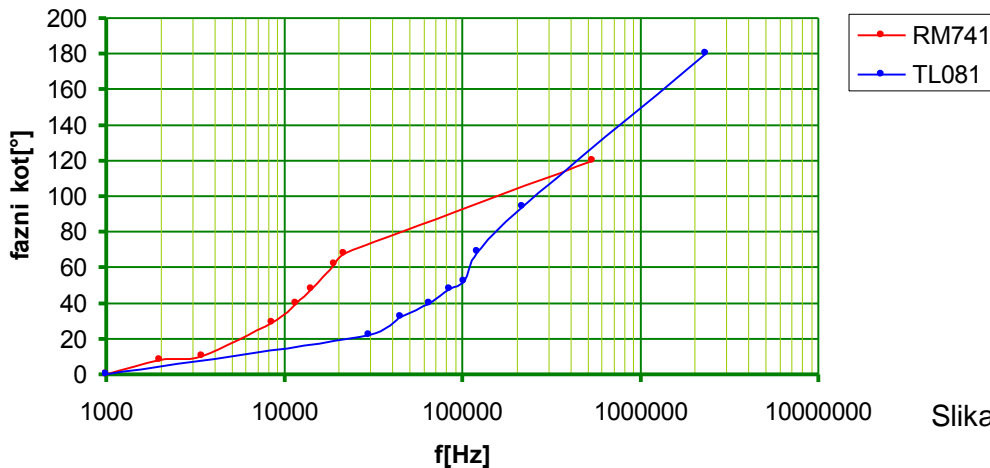


Slika 3.1

Slika 3.1 prikazuje graf poteka ojačanja operacijskega ojačevalnika z invertiranim vhodom. Na sliki sta dve premici, modra označuje potek pri ojačevalniku TL081, ki je novejši, rdeča črta pa prikazuje potek ojačanja pri ojačevalniku LM741. Iz slike je razvidno da novejši ojačevalnik zmore višje frekvenčno območje. Ojačevalnik TL081 je približno za pol deкаде boljši.

^a Mejna frekvenca (F_m)
^b Tranzitna frekvenca (F_t)

Frekvenčni potek faze



Slika 3.2

Slika 3.2, prikazuje potek faznega kota v odvisnosti od frekvence. Potek karakteristike ni zvezen zaradi premajhnega števila meritev in napak pri merjenju faznega kota.

b) Za neinvertirajoči ojačevalnik

Izvedba z operacijskim ojačevalnikom **LM 741**

f[Hz]	1000	7840	11110	13900^c	16250	20060	22770	42000	134500	517000^d
U_{vh}[dB]	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17
U_{izh}[dB]	16,5	15,5	14,5	13,5	12,5	11	10	5	-5	-17
Au[db]	33,5	32,5	31,5	30,5	29,5	28	27	22	12	0
φ[°]	180	160	145	136	128	124	120	108	88	18

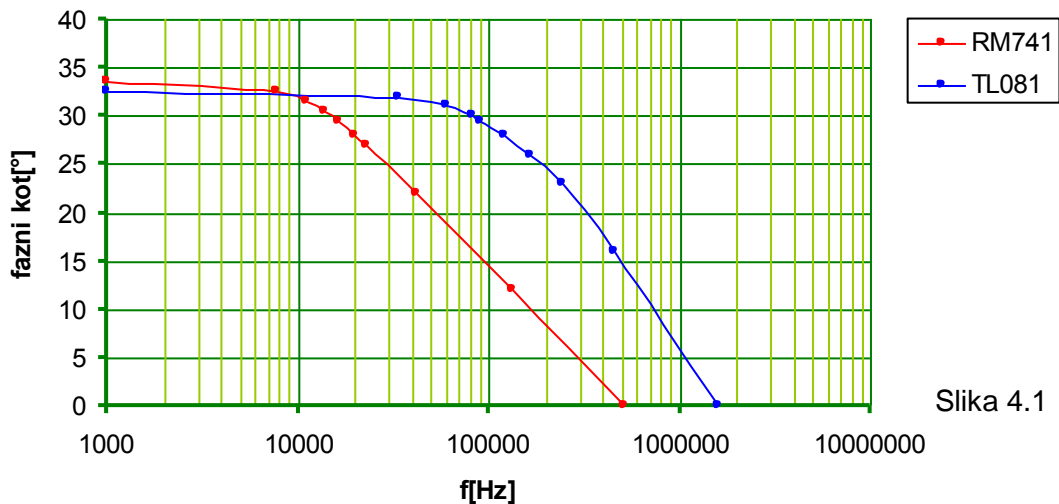
Izvedba z operacijskim ojačevalnikom **TL 081**

f[Hz]	999	34100	60600	82100	90000^c	120000	165300	244900	461000	1588000^d
U_{vh}[dB]	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18
U_{izh}[dB]	14,5	14	13	12	11,5	10	8	5	0	-18
Au[db]	32,5	32	31	30	29,5	28	26	23	18	0
φ[°]	180	160	144	136	132	122	112	96	96	18

Tabeli prikazujeta izmerjene rezultate na neinvertirajočem ojačevalniku v obeh izvedbah. Mejna in tranzitna frekvenca sta v diagramu označeni na isti način kot pri prejšnjem primeru.

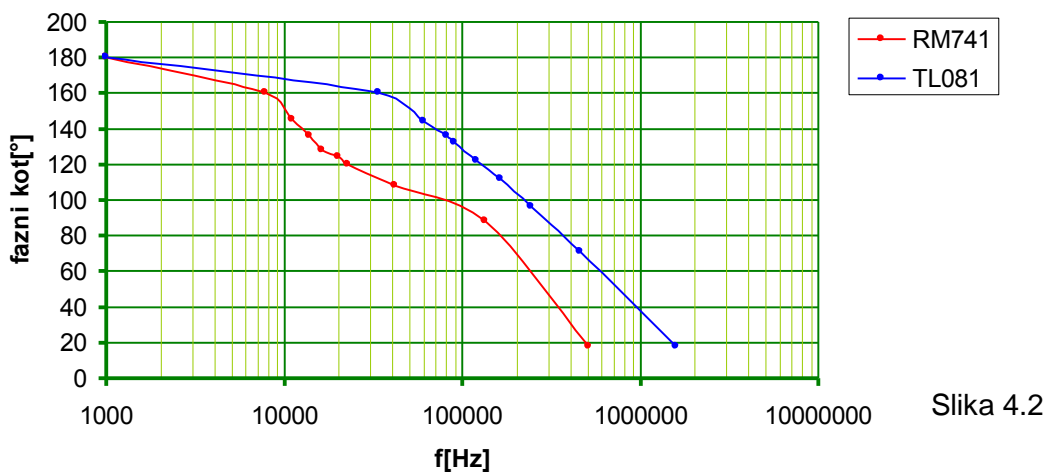
^c Mejna frekvenca (F_m)
^d Tranzitna frekvenca (F_t)

Frekvenčni potek amplitude



Slika 4.1

Frekvenčni potek faze



Slika 4.2

Sliki 4.1 in 4.2, prikazujeta amplitudno in fazno odvisnost od frekvence. Iz slike je ponovno razvidno da je zaradi tranzitne frekvence novejši ojačevalnik TL081 boljši.

5. Opis merilne metode:

Pri tej vaji sem meril fazne in amplitudne razmere signala, na vhodu in izhodu. Izmeril sem tudi mejno in tranzitno frekvenco. Tranzitna frekvenca nastane, ko krivulja ojačanja seka nivo ojačanja **0dB**. Pri tej frekvenci je skupno ojačanje $A_u=1$, kar pomeni, da sta postala izhodni in vhodni signal po absolutni vrednosti izenačena. Razlika je le v fazi in v prisotnem šumu, ki je v izhodnem signalu. Meritve sem opravil pri dveh vezavah in sicer v orientaciji ko deluje ojačevalnik tudi kot obračalnik faze za 180° in v orientaciji, ko ojačevalnik deluje neinvertirujoče. Meritve sem izvedel dvakrat, kajti meril sem dva različna tipa operacijskega ojačevalnika LM741 in TL081.

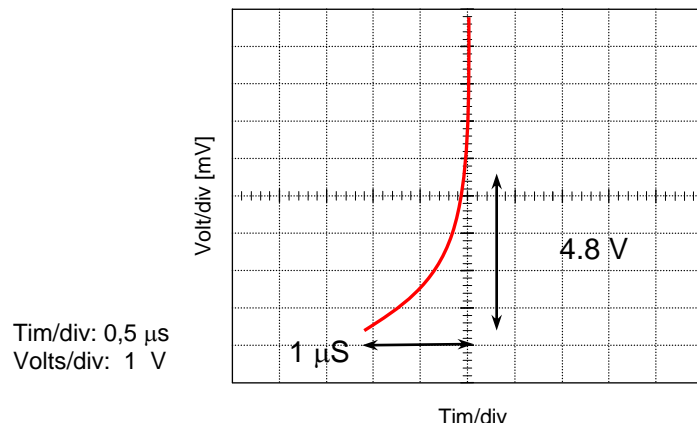
S pomočjo osciloskopa sem izmeril za oba tipa še *Slew Rate* - (S/R) faktor

6. Meritev *Slew Rate* faktorja

To meritev sem izvedel s pomočjo osciloskopa, tako da sem vezje vzbujal s pravokotnimi impulzi dovolj visoke amplitude in frekvence in opazoval kaj se dogaja na izhodu. Iz trapeznega odziva sem pri kalibriranih nastavitvah osciloskopa izračunal hitrost vzpona oz. upadanja signal na izhodu- *SR* faktor. Izmeril sem naslednje vrednosti *SR*:

- ➔ TL081; $SR = 4,8 \text{ [V/ms]}$
- ➔ LM741; $SR = 0,54 \text{ [V/ms]}$

Bistveno boljši *SR* je bil izmerjen pri TL081



Slika prikazuje merjenje *SR* faktorja pri TL081 ojačevalniku. Slika prikazuje da je potrebno izmeriti razmerje za koliko se amplituda dvigne v časovnem razmerju. To lahko najbolj točno izmerimo tako, da uporabimo čimvečji del zaslona osciloskopa.