

Analiza aktivnih analognih vezij

12. Vaja: Meritve na operacijskem ojačevalniku

Uporabite merilni modul z operacijskim ojačevalnikom LM 741 oz. TL 081 in izberite pripadajoče upore tako, da bo ojačanje okrog 40 dB (100) – npr. $R_1 = 470 \Omega$ in $R_2 = 47 \text{ k}\Omega$.

1. Sestavite merilno vezje za **neinvertirajoči ojačevalnik** in za oba čipa izmerite :

- Izmerite maksimalen vhodni nivo signala,
- Izmerite mejno frekvenco,
- izmerite tranzitno frekvenco,
- posnemite fazno karakteristiko (vsaj 5 meritev),
- iz karakteristike določite frekvenco dominantnega pola,
- izmerite hitrost sledenja izhodne napetosti SR

2. Sestavite merilno vezje za **invertirajoči ojačevalnik** in za oba čipa izmerite :

- Izmerite mejno frekvenco,
- izmerite tranzitno frekvenco,
- posnemite fazno karakteristiko (vsaj 5 meritev).

Navodila za delo:

Izračuni:

- za izbrane vrednosti uporov izračunajte ojačenje A_v neinvertirajočega oz. inverirajočega operacijskega ojačevalnika ($\mu\text{A}741$ in TL081),
- izračunajte vrednost upornosti R za kompenzacijo mirovnega toka na izhodno napetost,
- iz frekvenčne karakteristike ojačenja izračunajte produkt GBW,
- iz odziva na vzbujanje s pravokotnimi impulzi izračunajte strmino izhodne napetosti- *slew rate* SR.

Meritve:

- Na generatorju izberite sinusni signal frekvence 1kHz in nastavite takšen amplitudni nivo, da signal na izhodu operacijskega ojačevalnika ne bo popačen - zapišite maksimalni vhodni nivo,
- izmerite mejno frekvenco f_m (-3dB),
- izmerite tranzitno frekvenco f_T $U_{izh}(dB) = U_{vh}(dB)$,
- izberite glede na logaritemsko porazdelitev primerne frekvence*, in pri njih izmerite nivo izhodne napetosti, fazni kot, ter izračunajte ojačanje,
- narišite frekvenčno in fazno karakteristiko neinvertirajočega in inverirajočega ojačevalnika (LM741 in TL081),
- izmerite SR faktor za operacijska ojačevalnika LM741 in TL081 ($SR = \frac{\Delta U_{izh}}{\Delta t}$),
- iz karakteristike ocenite frekvenco dominantnega pola f_{DP} za oba operacijska ojačevalnika in sicer na sledeči način:
 - a) V karakteristiko ojačanja vrišite vodoravno asimptoto v višini podanega ojačanja A_0 (npr. 105dB),
 - b) skozi značilni točki pri f_m in f_T narišite premico in jo podaljšajte navzgor do presečišča z asimptoto A_0 ,
 - c) označite presečišče kot frekvenco dominantnega pola f_{DP} .

Osnovni podatki za operacijski ojačevalnik $\mu\text{A}741$:

$R_{vh} = 2 \text{ [M}\Omega\text{]}$ $U_{off\ set} = 2 \text{ [mV]}$ $I_{off\ set} = 20 \text{ [nA]}$ $I_{B\ iast} = 80 \text{ [nA]}$ $A_o = 2 \cdot 10^5$ (pri $R_{Breme} > 2 \text{ [k}\Omega\text{]}$) $CMMR = 90 \text{ [dB]}$
 $SR = 0,5 \text{ [V/}\mu\text{s]}$ (pri $R_{Breme} > 2 \text{ [k}\Omega\text{]}$)
 $GBW = 1,5 \text{ [MHz]}$ $t_r = 0,3 \text{ [}\mu\text{s]}$ $U_{napajanje\ max} = + -15 \text{ [V]}$

Ostali podatki za operacijska ojačevalnik $\mu\text{A}741$ so na naslovu:
<http://www.ti.com/sc/docs/products/analog/ua741.html>

Osnovni podatki za operacijski ojačevalnik TL081:

$R_{vh} = 10^{12} \text{ [}\Omega\text{]}$ $U_{off\ set} = 3 \text{ [mV]}$ $I_{off\ set} = 5 \text{ [pA]}$ $I_{B\ iast} = 20 \text{ [pA]}$ $A_o = 1 \cdot 10^5$ (pri $R_{Breme} > 2 \text{ [k}\Omega\text{]}$) $CMMR = 86 \text{ [dB]}$
 $SR = 16 \text{ [V/}\mu\text{s]}$ (pri $R_{Breme} > 2 \text{ [k}\Omega\text{]}$)
 $GBW = 4 \text{ [MHz]}$ $t_r = 0,1 \text{ [}\mu\text{s]}$ $U_{napajanje\ max} = + -18 \text{ [V]}$

Ostali podatki za operacijska ojačevalnik TL081 so na naslovu:
<http://www.ti.com/sc/docs/products/analog/tl081.html>

Izbrane vrednosti: $R_1 = \text{_____} [\Omega]$; $R_2 = \text{_____} [\Omega]$

IZRAČUNI IN REZULTATI MERITEV:

a) Neinvertirajoči operacijski ojačevalnik:

$$K_p = \frac{R_1}{R_1 + R_2} = \text{_____}; R \approx \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \text{_____};$$

$$A_{\mu A741} = \frac{A_0}{1 + A_0 \cdot K_p} = \text{_____}; A_{TL081} = \frac{A_0}{1 + A_0 \cdot K_p} = \text{_____};$$

$$A_{\mu A741} (dB) = 20 \log A_{\mu A741} = \text{_____}; A_{TL081} (dB) = 20 \log A_{TL081} = \text{_____}.$$

Merilno vezje

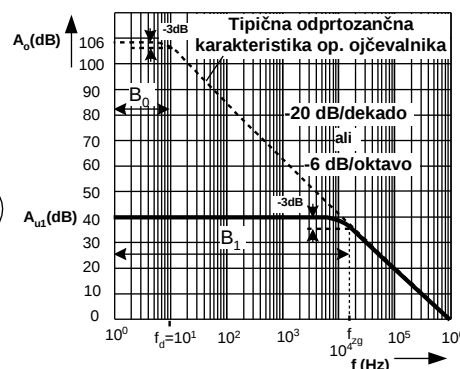
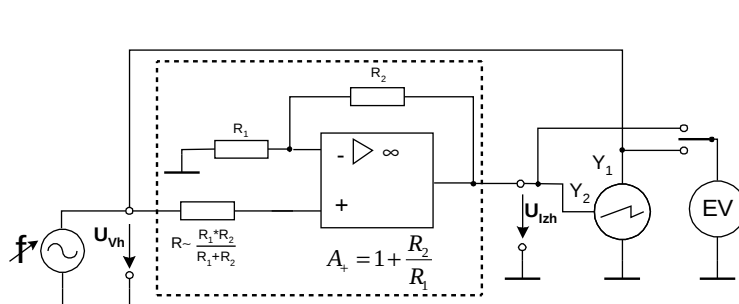


Tabela za vnos izmerjenih oz. izračunanih veličin:

Operacijski ojačevalnik LM741									
f [Hz]								f_m	f_T
U_{vh} [dB]									
U_{izh} [dB]									
A_u [dB]									
ϕ [°]									
Operacijski ojačevalnik TL081									
f [Hz]								f_m	f_T
U_{vh} [dB]									
U_{izh} [dB]									
A_u [dB]									
ϕ [°]									

Amplitudno-frekvenčna karakteristika neinvertirajočega operacijskega ojačevalnika $\mu A741$ in TL081:

Fazno-frekvenčna karakteristika neinvertirajočega operacijskega ojačevalnika LM741 in TL081:

b) Invertirajoči operacijski ojačevalnik:

$$K_p = \frac{R_1}{R_2} = \underline{\hspace{2cm}}; R \approx \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$A_{TL081} = -\frac{A_0}{1 + A_0 \cdot K_p} = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$A_{\mu A741} = -\frac{A_0}{1 + A_0 \cdot K_p} = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$A_{TL081} (dB) = -20 \lg A_{TL081} = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$A_{\mu A741} (dB) = -20 \lg A_{\mu A741} = \underline{\hspace{2cm}}.$$

Merilno vezje

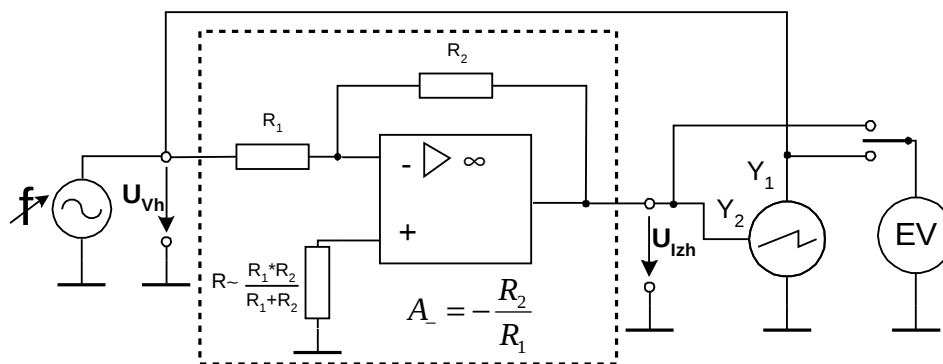


Tabela za vnos izmerjenih oz. izračunanih veličin:

Operacijski ojačevalnik LM741											
f [Hz]					f_m						f_T
U_{vh} [dB]											
U_{Tzh} [dB]											
A_u [dB]											
φ [°]											
Operacijski ojačevalnik TL081											
f [Hz]					f_m						f_T
U_{vh} [dB]											
U_{Tzh} [dB]											
A_u [dB]											
φ [°]											

Amplitudno-frekvenčna karakteristika invertirajočega operacijskega ojačevalnika LM741 in TL081:

Fazno-frekvenčna karakteristika invertirajočega operacijskega ojačevalnika $\mu A741$ in TL081:

Izmerjene vrednosti značilnejših parametrov:

Za LM741

$$SR_{\mu A741} = \frac{\Delta U_{izh}}{\Delta t} = \text{---} = \text{---} \left[\frac{V}{\mu s} \right];$$

Za TL081

$$SR_{TL081} = \frac{\Delta U_{izh}}{\Delta t} = \text{---} = \text{---} \left[\frac{V}{\mu s} \right];$$



$$f_{T\mu A741} = \text{---}[kHz]; f_{D\mu A741} = \text{---}[Hz]; \quad f_{TL081} = \text{---}[kHz]; f_{DTL081} = \text{---}[Hz];$$

$$U_{izh\ max.\ +\ \mu A741} = \text{---}[V]; U_{izh\ max.\ -\ \mu A741} = \text{---}[V];$$

$$U_{izh\ max.\ +\ TL081} = \text{---}[V]; U_{izh\ max.\ -\ TL081} = \text{---}[V].$$