

Názov cvičenia:

Meranie na nf zosilňovači

Cieľ: naučiť žiakov vyhľadať z katalógu potrebné údaje, vedieť menovité prevádzkové podmienky daného nízkočfrekvenčného zosilňovača, odmerať frekvenčné charakteristiky nf zosilňovača, posúdiť frekvenčné charakteristiky z hľadiska prenosu a vypočítať maximálny výstupný výkon a porovnať s katalógom

Úlohy:

- Odmerajte na danom nízkočfrekvenčnom zosilňovači:
 - Prenosovú frekvenčnú charakteristiku $y_U = f(\text{frekvencia})$
 - Fázovú frekvenčnú charakteristiku $\varphi = f(\text{frekvencia})$
 - Nelineárne skreslenie $d_h = f(\text{frekvencia})$
- Nakreslite frekvenčné charakteristiky a skreslenie nf zosilňovača
- Vypočítajte z odmeraných hodnôt:
 - Maximálny výstupný výkon
- Porovnajte odmerané veličiny s katalógovými údajmi

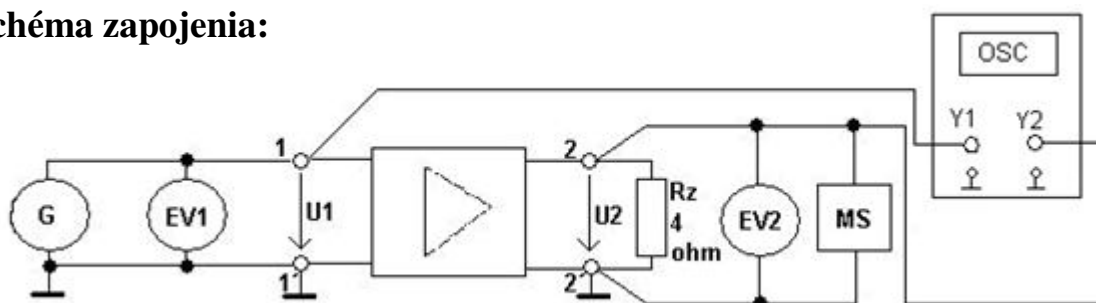
Teoretický úvod: vysvetliť pojem zosilňovač (Z), rozdelenie Z, nakresliť základné zapojenie nf Z so SE, vysvetliť činnosť, základné parametre nf Z, základné vlastnosti nf Z, základné podmienky a požiadavky pri meraní na nf Z, normálne prevádzkové podmienky

Predmet merania:

nízkočfrekvenčný zosilňovač MBA 810DS katalógové údaje:

Charakteristické údaje:		MBA810, MBA810A		MBA810S, MBA810AS	
Kľidový prúd		prům.	min. - max.	prům.	min. - max.
$U_{CC} = 14,4 \text{ V}, U_I = 0 \text{ V}$	I_{CC}	9	< 20	9	< 20
$U_{CC} = 20 \text{ V}, U_I = 0 \text{ V}$	I_{CC}	12	< 30	12	< 30
					mA
Výstupní napětí					
$U_{CC} = 6 \text{ V}, R_L = 4 \Omega, k = 10\%, f = 1 \text{ kHz}$	U_O	1,9	—	1,9	—
$U_{CC} = 9 \text{ V}, R_L = 4 \Omega, k = 10\%, f = 1 \text{ kHz}$	U_O	3,0	> 2,5	3,0	> 2,6
$U_{CC} = 14,4 \text{ V}, R_L = 4 \Omega, k = 10\%, f = 1 \text{ kHz}$	U_O	4,6	> 4,0	4,7	> 4,2
$U_{CC} = 16 \text{ V}, R_L = 4 \Omega, k = 10\%, f = 1 \text{ kHz}$	U_O	5,1	—	5,3	—
					V
Vstupní napětí					
$U_{CC} = 14,4 \text{ V}, R_L = 4 \Omega, U_O = 4 \text{ V}, f = 1 \text{ kHz}$	U_I	40	≤ 100	50	40 ... 100
					mV
Zkreslení					
$U_{CC} = 14,4 \text{ V}, U_O = 3,1 \text{ V}, R_L = 4 \Omega, f = 1 \text{ kHz}$	k	0,7	< 2	0,7	< 2
$U_{CC} = 14,4 \text{ V}, U_O = 0,5 \text{ V}, R_L = 4 \Omega$	k	0,7	—	0,7	—
					%
Vstupní odpor					
$U_{CC} = 14,4 \text{ V}, U_O = 2 \text{ V}, R_L = 4 \Omega, f = 1 \text{ kHz}$	R_I	85	> 80	85	> 80
					k Ω
Proud při vybuzení					
$U_{CC} = 14,4 \text{ V}, U_O = 4 \text{ V}, R_L = 4 \Omega, f = 1 \text{ kHz}$	I_{CC}	500	< 550	500	< 550
					mA
Vstupní proud					
$U_{CC} = 14,4 \text{ V}, R_L = 4 \Omega, U_I = 0 \text{ V}$	I_I	1,0	—	1,0	—
					μA
Šumové napětí na výstupu					
$U_{CC} = 14,4 \text{ V}, R_L = 4 \Omega, U_I = 0 \text{ V}$	U_{ON}	4,0	—	4,0	—
					mV
Šířka pásma					
$U_{CC} = 14,4 \text{ V}, U_O = 2 \text{ V}, R_L = 4 \Omega, U_I = \text{konst}$	BW	50 ... 120000	—	50 ... 15000	—
					Hz

Schéma zapojenia:



Použité meracie prístroje a pomôcky:

G – generátor = HAMEG HM 8037

EV1, EV2 – elektronický voltmetr = *GVT-427B*

O – osciloskop = VOLTcraft 630-2 + *digitálny osc. RIGOL DS1052E*

MS – merač skreslenia = HAMEG HM 8037

ZDROJ – jednosmerný typ *GPS-303D*

Nf zosilňovač = **KMJ7233**, pomocné odpory - *záťaž 4Ω*

Tabuľky nameraných a vypočítaných hodnôt:

$U_1 = 20\text{mV}$ = konšt., $f_d = \dots\dots\dots$ kHz, $f_h = \dots\dots\dots$ kHz, $B_3 = \dots\dots\dots$ kHz

M. Č	f (kHz)	U_2 (V)	a_u (dB)	y_u (dB)	D (diel)	d (diel)	φ (°)	d_h (%)
1.	0,03	0,4	26,02	-2,77	6,7	1,1	56	3,5
2.	0,04	0,46	27,23	-1,55	5	0,7	50	3,76
3.	0,1	0,64	30,1	1,32	5	0,3	17	5,2
4.	0,2	0,68	30,63	1,84	5	0,1	7	5
5.	0,5	0,7	30,88	2,09	10	0,1	2	4,03
6.	1	$U_{20}=0,55$	28,79	0	4,8	0	0	3,2
7.	5	0,73	31,25	2,46	5	0	0	3,65
8.	10	0,71	31	2,22	10	0,4	-10	1,17
9.	16	0,66	30,37	1,58	6,3	0,3	-17	1,3
10.	20	0,64	30,1	1,32	10	0,4	-17	1,35

Postup pri meraní: *K meraniu budeme potrebovať: osciloskop (na meranie fázového posunu); generátor (obsahuje: nízke harmonické skreslenie, vieme nastaviť signály od pásma počuteľnosti =>10/20Hz -> 20/50kHz, vieme nastaviť vst. napätie, merač harmonického skreslenia); NFZ; napájanie; predpísanú záťaž (odpory špeciálne upravené pre vysoký výkon); 2x elektronické voltmetre (dvojkanálový- v našom prípade). Začneme tak, že si na NFZ nastavíme referenčnú*

Meno a priezvisko: *Daniel Orbán, IV.C*

Meranie na nf zosilňovači

frekvenciu **1kHz** (je uvedená výrobcom). Napájacie napätie je udané výrobcom **20mV**. Pri tejto frekvencii by nám malo výjsť **max. zosilenie** a fázový posun **0°**. Na osciloskope môžeme vidieť, že výstupný signál je veľmi **skreslený**. Pri meraní fázového posunu, môžeme použiť aj 2. metódu => X-Y (lenže čiaru neuvidíme-veľké skreslenie). Odmeriame **výstupné napätie** U_2 pri 1kHz => 0,55V. Odčítame počet dielikov a zistíme fázový posun, ktorý je teda 0°. Smerom k **nižším** frekvenciám je **kladná** fáza a k **vyšším** frekvenciám je **záporná** fáza. Pri meraní **skreslenia** si zvolíme správny merací rozsah (nahrubo/najemno), **nakalibrujeme** (nast. harmonické skreslenie 100%). Otočným potenciometrom nastavíme tak, aby **ani jeden trojuholníček nesvietil**. Odmeriame skreslenie v percentách-(3,2%). Ďalej meriame pre **predpísané frekvencie** (z pásma počuteľnosti). Tu už budeme vidieť fázový posun medzi priebehmi (viď. kalibrácia osciloskopu). Zostrojíme charakteristiku pre **napäťový zisk** (AFCH) a **prenosovú charakteristiku** pre porovnanie s inými zosilňovačmi (výst. napätie k výst. napätiu pri ref. frekv. 1kHz).

Pri meraní **max. dovoleného výkonu** meriame opäť **pri referenčnej frekvencii 1kHz**. Zvyšujeme amplitúdu vstupu a na výstupe sledujeme, kedy sa nám signál začína **skresľovať**. **Vrátíme sa** kúsok do bodu, kde ešte **nebol skreslený** a odčítame výst. **efektívne napätie**. Môžeme vidieť **charakter tranzistora**-pracuje ako zosik (je v nasýtenom stave)-skreslí log.1. Lenže pri zosilňovači je to neprípustné=nadmerne sa zahrieva. Porovnáme či naozaj je výstupný výkon **1,6W**.

Použité vzťahy pre výpočet:

Meranie amplitúdovej, prenosovej a fázovej frekvenčnej charakteristiky:

$$a_U = 20 \cdot \log \frac{U_2}{U_1} \quad (\text{dB})$$

$$y_U = 20 \log \frac{U_2}{U_{20}} \quad (\text{dB})$$

$$\varphi = \frac{d}{D} \cdot 360 \quad (^\circ)$$

Meranie maximálneho výstupného výkonu: // Pri zapojení menšej odporovej záťaže, ako je daná výrobcom, sa zvýši I_{VYST} a tým sa môže zničiť koncový stupeň zosil.

$R_z = 4 \Omega$

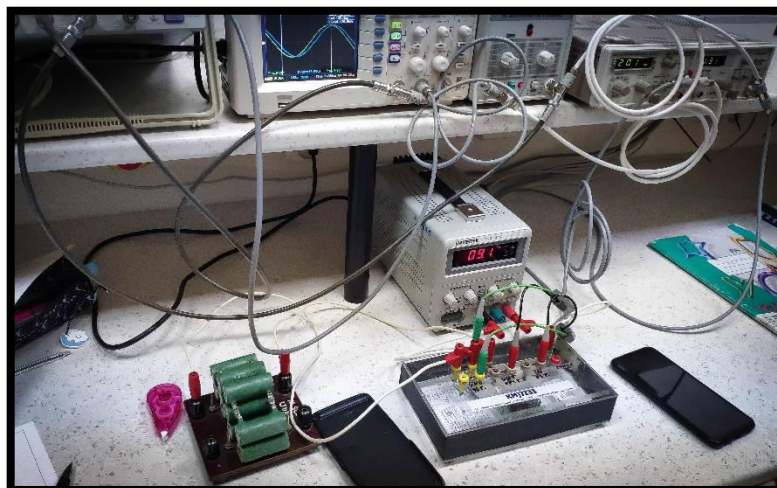
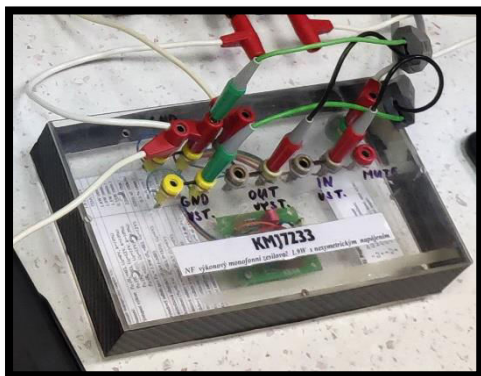
$U_{2 \max ef} = 2,28 \text{ V}$

Pri zapojení väčšej odporovej záťaže, ako je predpísaná, sa zníži

$$P_{\max} = \frac{U_{2 \max ef}^2}{R_z} = \frac{2,28^2}{4} = 1,3 \text{ W}$$

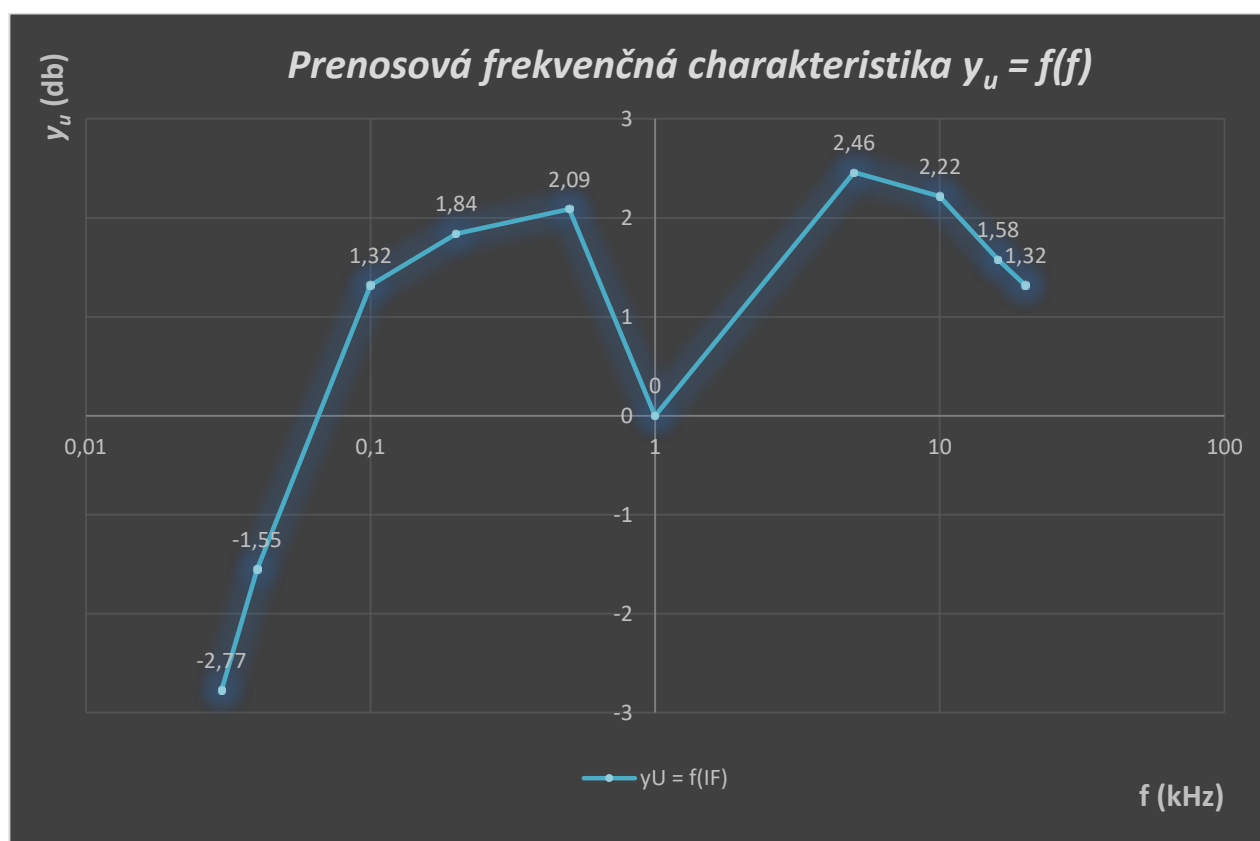
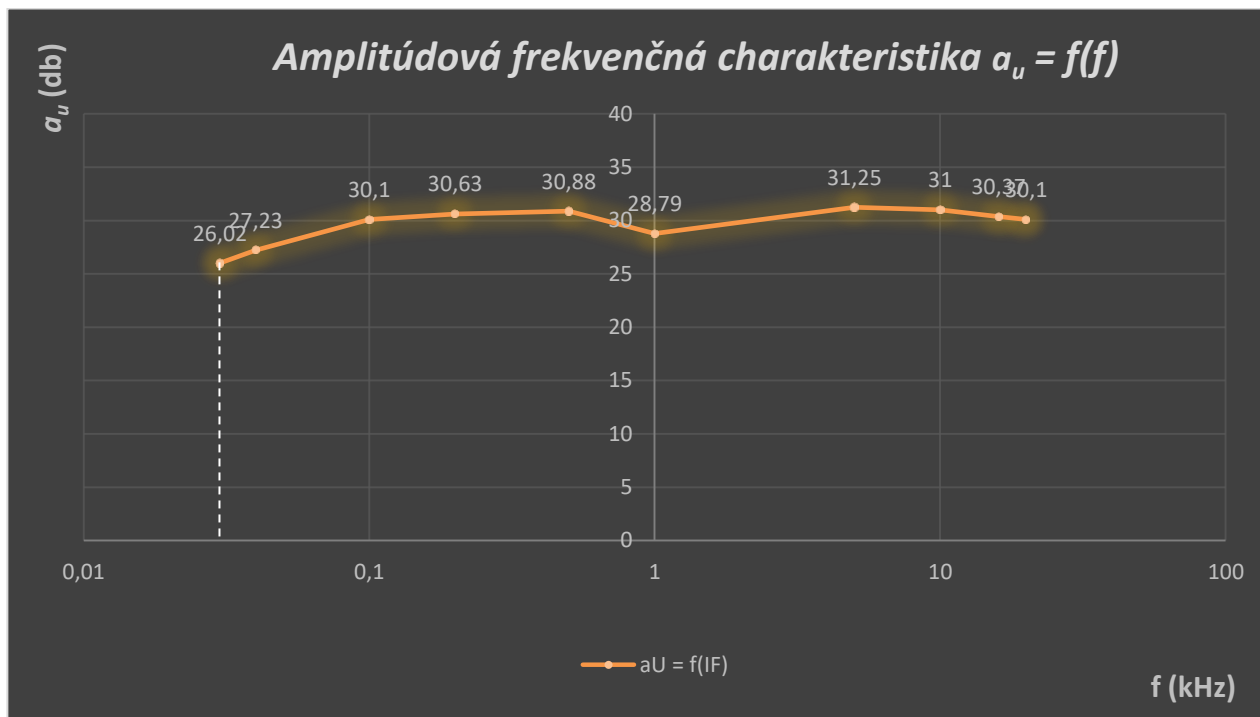
I_{VYST} a tým aj výkon koncového stupňa zosilňovača. !

Vyhodnotenie: zostavte graf prenosovej a fázovej frekvenčnej charakteristiky, vyznačte dolné a horné postranné pásmo nf Z, vypočítajte šírku prenášaného pásma nf Z (napíšte vzťah), napíšte rozdiel medzi amplitúdovou a prenosovou frekvenčnou charakteristikou, vyhodnoťte maximálny výkon

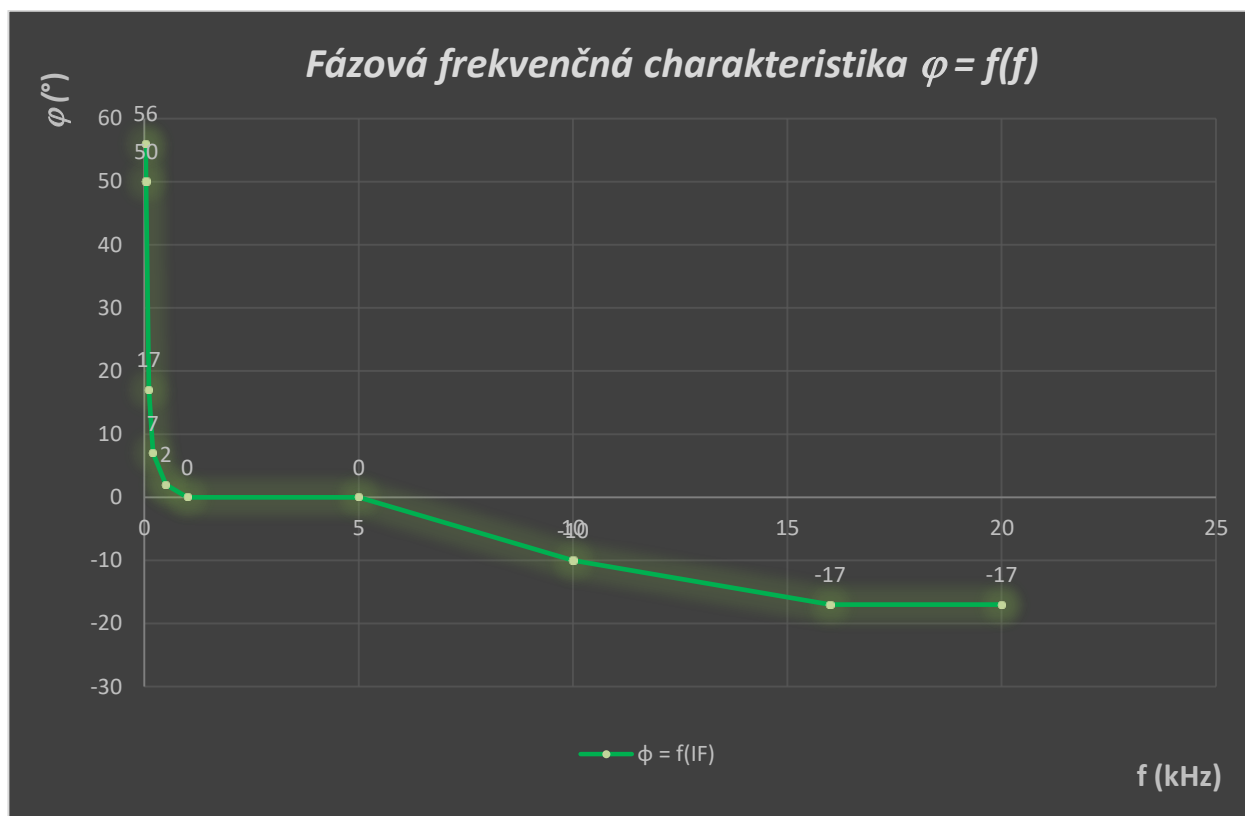


Meno a priezvisko: **Daniel Orbán, IV.C**

Meranie na nf zosilňovači



Meranie FFCH a AFCH bolo sprevádzané mnohými nepresnosťami, ktoré je možné vidieť aj z grafov. Nepresnosti mohli byť spôsobené zlým odčítaním hodnoty pre slabú ostrosť čiary na osciloskope alebo aj náhodnými chybami.



Ako sme meraním mohli zistiť **zosilňovač** slúži na **zosilnenie** slabých el. signálov. Pri zosilnení sa zväčšuje len **AMPLITÚDA!**, tvar a frekvencia signálu zostáva **nezmenená**. Zaraďuje sa do skupiny **aktívnych dvojbrán**. Potrebuje js. napájanie pre svoju činnosť (na nastavenie prac. bodov + dodanie js. príkonu). **Nelineárna VACH**. **Zapojenie NFZ so SE:** (vedieť nakresliť)

Pre zosilnenie signálu je potrebný zosilňovací prvok (tranzistor), vďaka ktorému musí byť na výstupe js. napätie (napr. 12V js. \rightarrow nie \sim !). Striedavú a js. zložku nám oddeľuje C_V ("viaže"). R_I nám slúži na nastavenie prac. bodu. Prúd I_C regulujeme pomocou pracovného R_C . Odporový delič R_E slúži na stabilizáciu prac. bodu. Kondenzátor C_E premostňuje R_E . Výstupný signál I_C je vždy zosilnený (na vstupe rovnaký, ale na výstupe je veľký).

Vlastnosti a parametre zosilňovačov:

1. **Vstupný a výstupný odpor** - požadujeme, aby R_{vst} bol čo najväčší (najmenší odber zo zdroja) a R_{vst} čo najmenší (najväčší dodávaný výkon do záťaže). Tejto požiadavke najviac vyhovuje zapojenie so SE. Zapojenie so SE má výstupný odpor veľký a vstupný odpor malý
2. **Zosilnenie** Pomer výstupného signálu k vstupnému.
3. **Účinnosť** je pomer výstupného výkonu zosilňovača k celkovému príkonu zosilňovača odoberaného z napájacieho jednosmerného zdroja
4. **Šírka prenášaného frekvenčného pásma** – v závislosti od frekvencie signálu sa mení amplitúda aj fáza prenášaného signálu
5. **Skreslenie** ak sa výstupný signál svojim tvarom nepodobá vstupnému signálu (ne / lineárne, modulačné)

Činnosť:

- a.) U_I je kladné – tranzistor je otvorený – I_C je maximálne – na R_C je maximálny úbytok napätia – výstupné napätie bude záporné (II.KZ) – prevráti fázu vstupného napätia o 180°
- b.) U_I je záporné – tranzistor sa zatvorí – I_C je minimálne – na R_C je minimálny úbytok napätia – výstupné napätie je kladné

Triedy zosilňovačov: $A \rightarrow \downarrow$ skreslenie a účinnosť; $B \rightarrow \downarrow$ skreslenie a väčšia účinnosť; $C \rightarrow \uparrow$ účinnosť

Väzby: **Priama** \rightarrow minimálne skreslenie na úkor \downarrow zosilnenia; **Impedančná** \rightarrow ovplyvňovanie tranzistorov vzájomne; **Transformátorová** \rightarrow dobré prispôsobenie, nákladná záležitosť

KMJ7233		
NF výkonový monofonní zesilovač 1.9W s nesymetrickým napájením		
		
Napájecí napětí U_Z :		1.8 až 15V
Osazení:		TDA7233
Výstupní výkon zátěž proti GND: můstek:		1.6W (4 Ω , 9V) 1.9W (8 Ω , 12V)
Proudový odběr:		220mA (typ.)
Kmitočtová charakteristika:		32Hz až 100kHz
Zkreslení:		0.3 % (1kHz)
Klidový odběr ($U_Z=12V$):		4mA (typ.)
Klidový odběr v režimu MUTE:		1mA (typ.)
Regulace hlasitosti:		
Vstupní citlivost :		160mV (typ.)
Minimální zatěžovací impedance:		4 Ω / 8 Ω (dle režimu a napájení)
Výška modulu:		16 mm
Rozteč otvorů pro uchycení:		32.5 x 42.5 mm
Rozměry plošného spoje:		40 x 50 mm
Stupeň obtížnosti:		

datasheet