

Audio měření

1. Zadání:

A. Na předloženém stereofonním nf předzesilovači změřte:

- a) Amplitudovou frekvenční charakteristiku napájecího přenosu jednoho kanálu zesilovače $A_u = f(f)$ pro výstupní výkon W.
Průběh naměřené amplitudové charakteristiky srovnajte s normou RIAA (graficky vynesete do grafu formou tolerančního pole).
- b) Frekvenční závislost přeslechu mezi kanály (min. 20 Hz až 20 kHz)
- c) Frekvenční závislost vyvážení stereozesilovače

B. Na reproduktoru změřte:

- a) Závislost impedance na kmitočtu
- b) Určete jmenovitou impedanci a rezonanční frekvenci reproduktoru

2. Popis měřeného předmětu

Měřeným předmětem v části A zadání je stereofonní korekční RIAA nf zesilovač K2573.

Korekční zesilovač pro rychlostní magnetodynamickou přenosku je osazen dvojitým unipolárním operačním zesilovačem TL 072CN v neinvertujícím zapojení. Frekvenční charakteristika je upravena pomocí zapojených RC členů tak, aby splňovala požadavky normy RIAA.

Parametry zesilovače:

- Zesílení (1 kHz): 35 dB
- Vstupní impedance: 47 kΩ
- Napájecí napětí: 10 až 30 V_{ss}
- Klidový proud: typ. 5 mA

3. Teoretický rozbor

a) vlastností měřeného předmětu

Nízkofrekvenční zesilovač je elektronické zařízení pracující v pásmu slyšitelných frekvencí, jehož výstupní výkon signálu odevzdaný do spotřebiče je větší než výkon vstupní, potřebný k buzení zesilovače. Přitom zkreslení zpracovávaného signálu musí být co nejmenší a frekvenční charakteristika rovnoměrná.

Pásmo slyšitelných frekvencí se pohybuje v rozmezí od 25 Hz do 16 kHz, normou je definováno od 40 Hz do 16 kHz, ale v praxi bývá podle konkrétních podmínek určeno přesněji. Zdrojem budicího signálu bývá nejčastěji rozhlasový nebo televizní tuner, snímací magnetofonová hlava a přenoska gramofonu. S ohledem na různé druhy zdroje signálu a subjektivní vjem posluchače může být frekvenční charakteristika upravována podle předem definovaného průběhu. Sem patří frekvenční korektory nízkých a vysokých frekvencí, kompresní zesilovače apod.

Spotřebičem výstupního výkonu zesilovače rozumíme především sluchátka a reproduktory, popřípadě reproduktorové soupravy. Může jím však být i záznamová hlava magnetofonu, budicí smyčka pro bezdrátový přenos nízkofrekvenčním magnetickým polem nebo různá ovládací zařízení a indikátory.

Nízkofrekvenční zesilovač musí být vždy navržen a proveden tak, aby co nejméně (popřípadě jen předepsaným způsobem) zatěžoval zdroj signálu a nebyl tak hned na začátku zesilovacího řetězce zdrojem nežádoucího zkreslení nebo přijímačem cizích signálů. Parametry zesilovače musí být stabilní, výstupní obvod zesilovače nesmí být nežádoucím způsobem ovlivněn připojenou zátěží. Proto se snažíme, aby byl výstupní odpor zesilovače co nejmenší a současně přispíval i k tlumení parazitních rezonancí reproduktorů a sluchátek.

V současně době se jako zesilovací prvky nízkofrekvenčních zesilovačů používají tranzistory, převážně křemíkové obou typů, bipolární a unipolární. Také v nf technice jsou vyráběny integrované obvody včetně výkonových zesilovačů buď pro

úzkou oblast použití, nebo univerzální. Pokud integrované obvody splňují dané požadavky na celý zesilovač, dáváme jim přednost, protože přinášejí úsporu místa, hmotnosti i energetické spotřeby.

Celkové výkonové zesílení nízkofrekvenčního zesilovače bývá velké, bžně až 10^8 , proto je důležité udržet stabilitu jeho parametrů. Při výrobě je nutné proto respektovat všechny konstrukční zásady i poučky o stabilizaci vlastností zesilovače.

Napřevým zesílením zařízení označujeme poměr výstupního napětí u_2 ke vstupnímu napětí u_1 při uvedení vstupního odporu R_{vst} a výstupního odporu $R_{výst}$. Podobně výkonové zesílení je definováno jako poměr výstupního výkonu p_2 k vstupnímu výkonu p_1 . Je-li zesílení vyjádřeno v decibelech, mluvíme o zisku. Pro napřevý zisk A_u a výkonový zisk A_p platí

$$A_u = 20 \cdot \log \frac{u_2}{u_1} \qquad A_p = 20 \cdot \log \frac{p_2}{p_1}$$

Amplitudovou frekvenční charakteristikou zesilovače rozumíme závislost zesílení, zpravidla napřevého na frekvenci. Odchyšky se vztahují obyčejně k referenční frekvenci

1 kHz. Frekvenční charakteristika nemůže být samozřejmě ideálně rovnoměrná. Pokles na nízkých frekvencích způsobuje hlavně konečná hodnota kapacit vazebních a blokovacích kondenzátorů. Naproti tomu na horním okraji pásma ovlivňují zesílení kapacity spojů a pokles zesilovacích vlastností tranzistorů na vyšších frekvencích. Ani ve střední části není charakteristika úplně rovná. Proto se určují tolerance nerovnoměrnosti charakteristik v dB, ze kterých kvóta nesmí vybojít. Podle požadované jakosti zesilovače bývá šířka tolerančního pole stanovena od 1 do 6 dB. Závislost zesílení na frekvenci bývá vyjadřovaná grafem. Pro dobrou srozumitelnost a příjemný vjem poslechu je třeba, aby geometrický průměr dolní a horní mezní frekvence charakteristiky zesilovače byl roven přibližně 700 Hz. Tedy

$$\sqrt{f_d \cdot f_h} \cong 700 \text{ Hz}$$

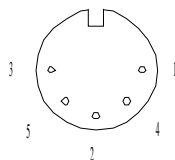
K základním parametrům nízkofrekvenčního zesilovače patří také vstupní a výstupní odpor. Zesilovač má obvykle více vstupů připřesobených pro různé druhy zdrojů signálu, kterým se připřesobuje vstupní odpor, popřípadě vstupní kapacita. Zejména kapacitu delších stíněných vodičů již nelze zanedbat, protože při spojení se vstupním odporem kolem 1 MΩ a více již působí znatelný pokles přenosu vyšších akustických frekvencí. To je případ připojení piezoelektrické nebo keramické přenoskové vložky gramofonu k zesilovači. Výstupní odpor zesilovače má být co nejmenší. Bžné hodnoty jsou řádu desetin ohmů.

Podobně jsou pro různé vstupy definovány úrovně napětí ze zdrojů signálu, které mají vybudit zesilovač na daný výkon do určené zátěže. Všechny tyto i další parametry nízkofrekvenčních zesilovačů jsou obsahem příslušných norem. Zde je možno uvést alespoň základní údaje středních hodnot vstupních úrovní a odporů zesilovače pro základní zdroje signálu a frekvenci 1 kHz:

Zdroj signálu	Vstupní úroveň / mV	Vstupní odpor / kΩ
tuner	500 (200 až 2000)	≥ 47
rychlostní přenoska	5 (2 až 20)	$47 \pm 20 \%$
výhylková přenoska	500 (200 až 2000)	≥ 470
mikrofon	0,5 až 3	> 3 podle druhu
magnetofon	500 (200 až 2000)	≥ 47
rezerva	500 (200 až 2000)	≥ 220
digitální zdroj signálu	500 (až 8 V!)	≥ 47

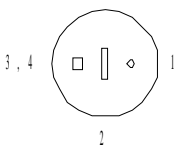
Zesilovač má obvykle i výstup pro magnetofon k nahrávání různých signálů, které procházejí zesilovačem. Výstup pro magnetofon má nominální úroveň 0,5 mV (0,2 až 2 mV) na každý kiloohm zátěže. Výstup pro magnetofon tedy představuje zdroj proudu 0,5 μA (0,2 až 2 μA) s předepsaným vnitřním odporem minimálně 150 kΩ.

Každý zdroj nebo spotřebič signálu bývá připojen k zesilovači pomocí nízkofrekvenčních konektorů, jejichž zapojení i provedení je normalizováno. Zapojení nf konektorů používaných v Evropě je na obr.8.



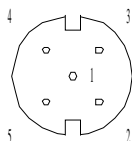
Obr. 8a) Zásuvka pevná pro nf propojení, pohled do zdířek

- vývod: 1 výstup pro magnetofon levý; 0,5 (0,2 až 2) μA, $R_g \geq 150 \text{ k}\Omega$ ($R_{vst} \leq 47 \text{ k}\Omega$)
2 stínění
3 vstup levý kanál
4 výstup pro magnetofon pravý; 0,5 (0,2 až 2) μA, $R_g \geq 150 \text{ k}\Omega$ ($R_{vst} \leq 47 \text{ k}\Omega$)
5 vstup pravý kanál



Obr. 8b) Zásuvka pevná pro reproduktory do výkonu 20 VA pohled do zdířek

- vývod: 1 signál ($R_g \leq 0,33 R_z$)
2 společný vodič
3, 4 rozpínací kontakty



Obr. 8c) Zásuvka pevná pro sluchátka pohled do zdířek

vývod: 1 stínění

2 levý kanál, zpětný vodič

3 pravý kanál, zpětný vodič

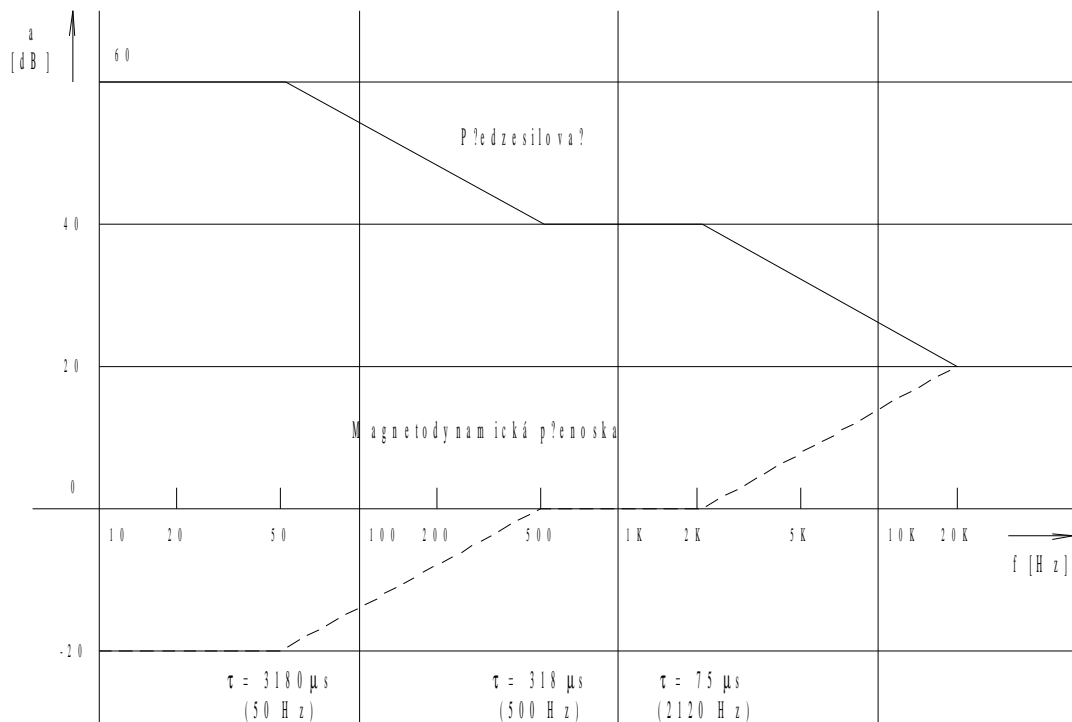
4 levý kanál, signál ($R_g = 120 \Omega$)

5 pravý kanál, signál ($R_g = 120 \Omega$)

Celý nízkofrekvenční zesilovač se mimo napájecí část obvykle skládá z následujících celků. Jsou to předzesilovače, korekční obvody, koncové zesilovače, indikátory a různé pomocné obvody. Předzesilovače jsou citlivé obvody, které slouží k zesílení signálu ze zdroje o zvláště malém výstupním napětí na úroveň, která již může být zpracována v korekčních obvodech nebo přímo v koncových stupních. Někdy mají předzesilovače ještě další netypické vlastnosti jako třeba velký vstupní odpor, nelineární frekvenční charakteristiku, možnost směšování více signálů apod. Funkce předzesilovače je často spojena s korekčními obvody, které upravují frekvenční charakteristiku přenosu. Nastavení frekvenční charakteristiky může být buď pevné nebo v jistých mezích proměnné, a to buď plynule nebo v definovaných skocích. Předzesilovače s pevně nastavenými korekčními obvody se použijí jako první stupeň zesilovače pro magnetofonové snímací hlavy, magnetodynamické přenoskové vložky, optické snímače atd.

Naproti tomu korekční obvody s nastavitelným práhem umožňují nastavit frekvenční práh zesilovače podle individuálních potřeb posluchače.

Korekční předzesilovač pro rychlostní (magnetodynamickou) přenosku musí mít podle normy RIAA vstupní odpor $47 \text{ k}\Omega \pm 20 \%$ a směrem k vyšším frekvencím klesající zisk. Práh frekvenční charakteristiky pro tuto přenosku je na obr.9. Základní zisk na frekvenci 1 kHz je asi 40 dB, potom na frekvenci 20 Hz musí být zisk 59,3 dB, na 100 Hz zisk 53,1 dB, na 5 kHz jen 31,8 dB a na 20 kHz zisk 20,4 dB. Ve stejném obrázku je pro úplnost nakreslena i frekvenční charakteristika samotné přenosky.



Obr. 9

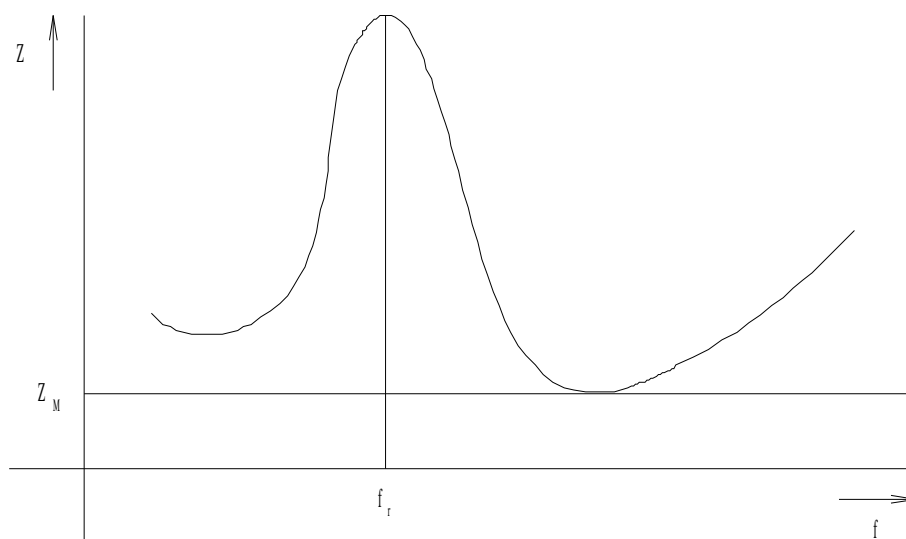
Koncové zesilovače jsou výkonové stupně, které do zátěže dodávají běžně desítky wattů, méně často i více. Při běžné zatěžovací impedanci 4 a 8 Ω, říději i 2 a 16 Ω, je rozkmit napětí v řádu desítek voltů a proud v řádu jednotek ampérů. To klade nároky na provedení zdroje napětí, jakost filtrace, malý vnitřní odpor a při napájení integrovaných koncových zesilovačů i na stabilitu napětí a potlačení nežádoucích zámků. Je třeba, aby tyto zdroje měly ochranu proti přetížení, případně samočinné vypnutí při nadměrném odběru, kterému může dojít při náhodném zkratu výstupu koncového zesilovače. Napájecí díl nesmí být zdrojem rušení, zejména magnetického rušení z transformátoru.

Zesilovače s menšími výkony do 10 až 20 W se navrhují s integrovanými koncovými stupni MBA 810, MDA 2005, MDA 2020 ...). Integrované koncové zesilovače musí být chlazeny, a proto mají vyvedena chladicí křídélka pro připojení k vnějšímu chladiči.

Vedle koncových zesilovačů v integrované formě se stále ještě používají koncové zesilovače sestavené z diskrétních součástek. Zejména pro větší výkony nejsou integrované zesilovače běžné. S výhodou se používá souměrného napájení zesilovače, při jehož užití můžeme vypustit obvyklý velký elektrolytický kondenzátor mezi výstupem a reproduktorem. Vzniká však určité nebezpečí, že při některé závadě v koncovém zesilovači by mohlo na výstupu být trvalé napájecí napětí, které by vedlo až ke zničení reproduktoru. Diskrétně řešené ochranné obvody, pokud mají být účinné, jsou složité. U každého zesilovače lze navíc zařadit k reproduktorům oddělovací kondenzátor o kapacitě kolem 2000 μF.

Reproduktory

Reproduktory jsou elektroakustické měniče. Mění elektrický signál na mechanický pohyb membrány, která svým chvěním rozkmitá vzduch, a tím vznikne akustický signál. Reproduktory jsou doplněny pomocnými mechanickými obvody - ozvučnicemi a zvukovody, které umožňují správnou činnost reproduktoru. K základním parametrům reproduktoru patří impedance, rezonanční frekvence, citlivost a výkon.



Obr. 10

Impedance reproduktoru závisí na frekvenci (obr.10). Přibližně je dána indukčností a zejména odporem kmitající cívky. Jmenovitá impedance $Z_M(\Omega)$ je nejmenší velikost absolutní hodnoty impedance v pásmu frekvencí, pro které je reproduktor určen. Má obvykle hodnotu 4Ω , 8Ω nebo 16Ω . Udává se pro impedanční přizpůsobení výstupu koncového zesilovače.

Rezananční frekvence f_r (Hz) je frekvence, při které má impedance maximální hodnotu. Určuje hranici přenosu signálu s nízkou frekvencí.

Citlivost reproduktoru je určena průměrným akustickým tlakem měřeným v ose reproduktoru ve vzdálenosti 1 m při výkonu 1 V.A. Závisí na frekvenci tónu a na směru, do kterého reproduktor vyzařuje. V praxi se citlivost udává jedním číslem, a to hodnotou citlivosti v ose reproduktoru při referenční frekvenci.

Ykon reproduktoru P (V.A) se určí z efektivního napětí na jeho svorkách a jmenovité impedance.

Platí:

$$P = \frac{U^2}{Z_M}$$

Ykon reproduktoru udávaný výrobcem nelze překročit.

Podle způsobu vyzařování akustického vlnění rozdělujeme reproduktory do dvou skupin:

- přímo vyzařující reproduktory - kmitající membrána je přímo spojena s prostředím, kterému odevzdávají energii
- nepřímo vyzařující reproduktory - membrána je vázána na vnější prostředí přes tlakovou komůrku a zvukovod.

Při konstrukci reproduktoru se využívá elektrodynamický, elektromagnetický, elektrostatický a piezoelektrický jev. Nejrozšířenějším typem je elektrodynamický reproduktor.

b) měřicí metody

Nejdůležitější vlastnosti zesilovače, tj. zesílení, frekvenční charakteristiky, zkreslení, výkon i vstupní a výstupní impedanci zjišťujeme u hotových zesilovačů měřením.

U nf zesilovačů určených pro stereofonní reprodukci se může měřit jako na běžných (monofonních) nf zesilovačích, a to pro každý kanál zvlášť. Kromě toho se vyžaduje i měření přeslechu mezi kanály, souběžný kanál? a vyvážení (balance).

Pro spolehlivé měření zesilovačů se musí dodržovat jednak všeobecné požadavky, pro které zesilovače ještě i zvláštní podmínky. K všeobecným požadavkům patří zejména:

- Napájecí napětí, tj. napětí vnějšího (i vnitřního) napájecího zdroje, který dodává zesilovači elektrickou energii, musí mít předepsanou hodnotu.
- Na vstup zesilovače se připojuje budící napětí požadovaného průběhu (bývá harmonické, při zvláštních zkouškách obdélníkové) a požadované frekvence. Generátor, kterým zesilovač budíme musí mít předepsanou výstupní impedanci.
- Na výstup zesilovače (výstupní svorky) se musí připojit zatěžovací rezistor. Jeho hodnota je shodná s hodnotou zatěžovací impedance, pro kterou byl zesilovač navržen.
- Na měřený vstup zesilovače se připojuje jmenovité napětí zdroje signálu v sérii s jmenovitou impedancí zdroje nebo náhradním odporem zdroje
- Ostatní vstupní a výstupní svorky (pokud má zesilovač více vstupů a výstupů) jsou zakončeny podle údaje výrobce.
- Frekvence referenčního signálu je nastavená tak, aby se co nejméně uplatnil vliv korekčních obvodů, jestliže jsou v zesilovači použity. Obvykle se používá $f_{\text{ref}} = f_0 = 1 \text{ kHz}$, není-li dříve použito jinou frekvenci.
- Ovládací frekvenční korekční obvody se nastaví na rovný frekvenční průběh.
- Regulátorem zesílení se nastaví jmenovité výstupní napětí.
- Rušivá magnetická pole musí být zanedbatelná.
- Části měřicího obvodu, citlivé na cizí elektrická a magnetická pole, musí být stíněné. Jednotlivé části stínění se musí propojit tak, aby vytvořily uzavřenou smyčku a uzemňují se v jediném bodě na vstupu zesilovače.
- Měřicí přístroje (voltmetry, osciloskopy atd.) musí mít požadovaný kmitočetový rozsah a jejich impedance nesmí mít vliv na výsledek měření.

Přizpůsobení výstupní impedance generátoru vstupní impedanci zesilovače

Při měření nízkofrekvenčních zesilovačů bývá výstupní impedance generátoru malá vzhledem k vstupní impedanci zesilovače. Jindy je však nutné, aby se výstupní impedance generátoru rovnala výstupní impedanci zdroje, který budí zesilovač ve skutečném provozu.

Výstupní impedanci generátoru můžeme někdy přizpůsobit zapojením odporů do jeho výstupního obvodu. Je-li výstupní impedance generátoru menší než potřebná, zvětšíme ji zapojením odporu do série. Tak je nutné postupovat například při měření zesilovačů, jejichž vstupní obvod je tvořen paralelním rezonančním obvodem. Má-li totiž generátor v tomto případě malou výstupní impedanci, byl by rezonanční obvod velmi tlumen a naměřené hodnoty by byly nesprávné.

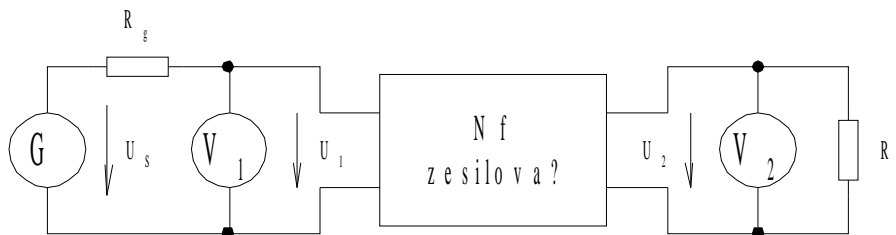
Je-li výstupní impedance generátoru velká, je ji možné zmenšit paralelním připojením odporu, popř. zapojením dalšího diode napětí. Takový požadavek se může vyskytnout tehdy, je-li vstupní obvod zesilovače tvořen seriovým rezonančním obvodem, nebo u nf zesilovačů, je-li buzen transformátorem.

Výsledky měření budou správné jen za předpokladu, že připojením voltmetru na výstup měřeného zesilovače se nezměnila pracovní poměry zesilovače. To znamená, že připojením voltmetru se nemá změnit velikost ani charakter výstupní impedance. Je-li výstupní impedance zesilovače proti impedanci voltmetru malá, je i chyba měření, způsobená připojením voltmetru malá.

Je-li výstupní impedance zesilovače velmi velká (např. u rezonančních zesilovačů nebo nízkofrekvenčních předzesilovačů), může se připojením voltmetru velikost výstupní impedance značně změnit, popř. se změnit i její charakter, tím se změní pracovní poměry zesilovače a měření je nesprávné. Při měření nízkofrekvenčních předzesilovačů, které mají zpravidla velkou výstupní impedanci jiného charakteru, musíme použít výstupního voltmetru, který má jednak podstatně větší vstupní odpor, jednak tak malou vstupní kapacitu, aby její reaktance i při nejvyšších měřených kmitočtech byla podstatně větší než výstupní odpor zesilovače.

Měření amplitudové frekvenční charakteristiky napájecího proudu nf zesilovače

Zesilovač a měřicí přístroje zapojíme podle obr.11. Vstup zesilovače se budí z generátoru, jehož kmitočtový rozsah odpovídá kmitočtovému rozsahu zesilovače. Pomocí generátoru nastavíme vstupní napětí U_s pro daný vstup na jmenovitou hodnotu, kterou najdeme v dokumentaci výrobce pro jednotlivé vstupy a druhy zdrojů signálů. Rezistor R_g slouží k nastavení požadované impedance zdroje signálu U_1 , přičemž platí, že výstupní odpor samotného generátoru G (zdroje signálu U_s) nemá překročit 10 % impedance zdroje signálu U_1 . Například vstup pro dynamický mikrofon s transformátorem má jmenovitou impedanci zdroje signálu 50 k Ω . Výstupní odpor generátoru musí být tedy menší než 5 k Ω a odpor R_g větší než 45 k Ω .



Obr. 11

Regulátorem zesílení nastavíme na výstupním jmenovitým rezistoru R_Z jmenovité výstupní napětí U_{2N} pro které platí:

$$P_{2N} = \frac{U_{2N}^2}{R_Z} \quad U_{2N} = \sqrt{P_{2N} \cdot R_Z}$$

kde P_{2N} je jmenovitý výstupní výkon zesilovače

Jmenovitý výstupní výkon zesilovače P_{2N} je výkon zesilovače, buzeného sinusovým napětím o kmitočtu 1 kHz, zatíženého jmenovitou impedancí R_Z , při kterém limit nelineárního zkreslení nepřekročí přípustnou velikost.

Můžeme-li zesilovač při normálních provozních podmínkách, je nutné dále snížit úroveň napětí zdroje signálu U_S o 10 dB, aby nedocházelo při měření k přebuzení zesilovače. Tím poklesne i výstupní napětí U_2 . Vstupní napětí U_1 udržujeme dále konstantní a při měření v požadovaném kmitočtovém rozsahu odečítáme U_1 a U_2 . Napěťový přenos zesilovače v dB:

$$a_{dB} = 20 \cdot \log \frac{U_2}{U_1}$$

U zesilovačů s nastavitelnými korekčními obvody se doporučuje měřit frekvenční charakteristiky i se zařazenými korekčními obvody v různých polohách regulačních prvků (regulátor nízkých tónů ve střední poloze - regulátor výšek na maximum, regulátor hloubek na maximum - regulátor výšek na maximum, regulátor hloubek na maximum - regulátor výšek ve střední poloze, popř. i jiné polohy.)

Při těchto měřeních stejně jako u měření stejného charakteru nesmí výstupní napětí při jakékoli frekvenci přesáhnou hodnoty 50 % jmenovitého výstupního napětí U_{2N} . Pokud by k tomu došlo (v praxi zejména při použití korekčních obvodů zděrazňujících určité tóny), musíme snížit napětí zdroje budícího signálu a měřit potom znovu při tomto napětí v celém frekvenčním rozsahu zesilovače.

Měření vstupní impedance nf zesilovače

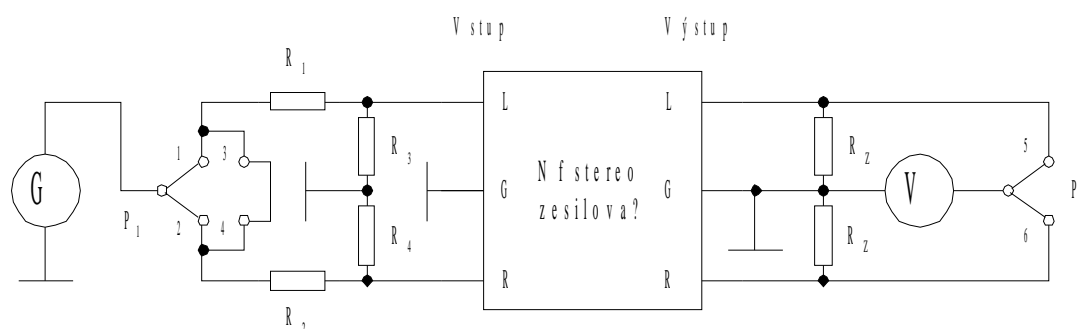
Absolutní hodnotu vstupní impedance zesilovače zjišťujeme nejčastěji buď metodou seriovou (Ohmovou) nebo metodou poloviční výchylky. Princip těchto metod je studentům znám ze 3. ročníku a není proto nutné ho zde uvádět.

Měření přeslechu stereofonního zesilovače

U stereofonního dvoukanalového zesilovače se vyžaduje dostatečné vzájemné oddělení obou kanálů. Proniká-li signál z jednoho kanálu do druhého, následkem vazeb v zesilovači

(vazba přes napájecí, elektromechanická vazba - mikrofoničnost, indukční, kapacitní vazba apod.), říkáme, že jde o přeslech. Přeslech lze měřit podle zapojení na obr. 12. Na výstupech obou kanálů jsou zapojeny rezistory R_z s hodnotou odporu, která se rovná jmenovité zatěžovací impedanci reproduktoru. V sérii s generátorem G jsou zapojeny rezistory R_1 , R_2 ($1\text{ M}\Omega$), které zabezpečují proudové napájení stereofonního zesilovače. Zapojení vstupu můžeme realizovat i podle doporučení výrobce. Nejprve se přivede současně na oba vstupy L a R stejný referenční signál 1 kHz (svorky 3 a 4 se spojí zkratovací spojkou). Úroveň vstupního signálu má být taková, aby výstupní výkon byl alespoň o 10 dB menší, než je maximální užitečný výkon (při celkovém harmonickém zkreslení 10 %). Vyvažovacím regulátorem se nastaví stejný výstupní výkon v obou kanálech.

Potom se signál přivede jen k jednomu kanálu, např. ke kanálu L a mění se frekvence v pásmu 30 Hz až 15 kHz. Přitom se odečítá výstupní napětí v buzeném kanálu $U_{2L(L)}$ a v nebuzeném kanálu $U_{2R(L)}$. Rovněž se vypočítají výkony $P_{2L(L)}$ a $P_{2R(L)}$.



Obr. 12

Přeslech (diafonii) vyjadřujeme jako poměr výstupního napětí buzeného kanálu $U_{2L(L)}$ (nebo $U_{2R(R)}$) k výstupnímu napětí nebuzeného (přeslechového) kanálu $U_{2R(L)}$ (nebo $U_{2L(R)}$). Přeslech se obvykle vyjadřuje v decibelech:

$$D_{L(R)} = 20 \cdot \log \frac{U_{2L(L)}}{U_{2R(L)}} = 10 \cdot \log \frac{P_{2L(L)}}{P_{2R(L)}}$$

nebo při opačném buzení zesilovače

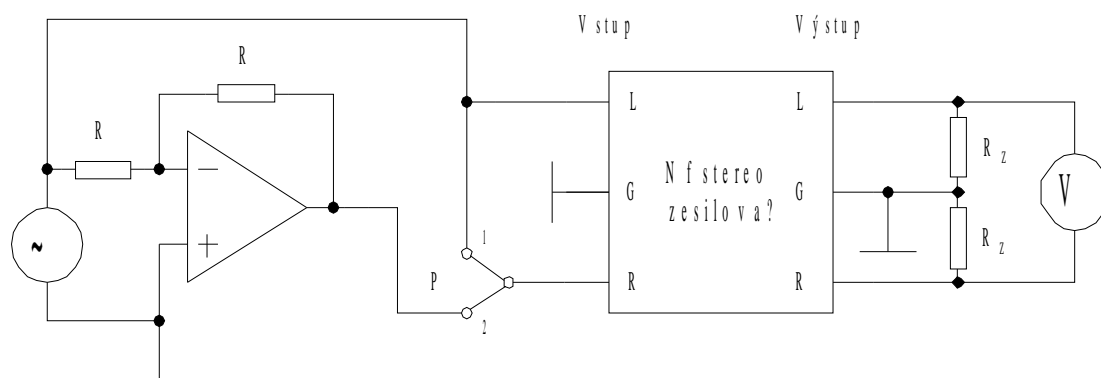
$$D_{R(L)} = 20 \cdot \log \frac{U_{2R(R)}}{U_{2L(R)}} = 10 \cdot \log \frac{P_{2R(R)}}{P_{2L(R)}}$$

Potom přepneme generátor na vstup druhého kanálu a stejným způsobem změříme jeho působení na první kanál.

Měření vyvážení (balance)

Vyvážení (nesprávný stereováhu) měříme podle zapojení na obr.13, které umožňuje buď oba kanály stereofonního zesilovače soufázovým (přepínač P v poloze 1) nebo protifázovým (přepínač P v poloze 2) signálem. Vyvážení B se potom definuje jako poměr celkového výstupního napětí $U_{2(L+R)}$ nebo výkonu $P_{2(L+R)}$ obou kanálů při jejich buzení napětím se shodnou amplitudou a fází, k výstupnímu napětí $U_{2(L-R)}$ nebo výkonu $P_{2(L-R)}$, při buzení obou kanálů napětím stejné amplitudy, ale opačné fáze. Udává se v decibelech

$$B = 20 \cdot \log \frac{U_{2(L+P)}}{U_{2(L-P)}} = 10 \cdot \log \frac{P_{2(L+P)}}{P_{2(L-P)}}$$



Obr. 13

Před začátkem měření je třeba vyvažovacím regulátorem při referenční frekvenci $f_0 = 1$ kHz a soufázovým buzením nastavit stejný výstupní výkon v obou kanálech. Potom se frekvence mění a určí se hodnoty pro zjištění vyvážení. Čím větší vychází hodnota vyvážení B, tím lepší je shodnost elektrických parametrů obou kanálů.

Měření reproduktorů

Při zjišťování elektroakustických vlastností má být reproduktor umístěn v bezodrazové akustické komoře nebo ve volném prostoru. Reproduktor je napájen signálem sinusového průběhu z generátoru s malou výstupní impedancí (výstupní impedance generátoru nemá překročit 20 % jmenovité impedance reproduktoru). Napětí se nastaví tak, aby při kmitočtu 1 kHz a při zatížení generátoru jiným odporem stejné velikosti jako jmenovitá impedance reproduktoru, výkon v odporu se rovnal 10 % jmenovitého výkonu reproduktoru.

Měření impedance

Impedance se měří Ohmovou metodou v celém kmitočtovém rozsahu. Z proudu a napětí se určí impedance:

$$Z = \frac{U}{I}$$

a z průběhu charakteristiky $Z = f(f)$ se určí jmenovitá impedance Z_M a rezonanční kmitočet f_r .