

Meranie zosilnenia NF Zosilňovača

ZÁKLADNÉ PODMIENKY A POŽIADAVKY PRI MERANÍ NF ZOSILŇOVAČOCH



Merania na nízko-frekvenčných zosilňovačoch uskutočňujeme pri týchto podmienkach:

- menovité prevádzkové podmienky,
- normálne prevádzkové podmienky.

Menovité prevádzkové podmienky sú:

- napájacie napätie musí mať predpísanú hodnotu,
- na výstupe zosilňovača musí byť zapojený reproduktor, alebo môže byť miesto neho zapojený zaťažovací rezistor, ktorého hodnota sa rovná hodnote zaťažovacej impedancie, predpísanej výrobcom pre meraný zosilňovač,
- na vstup zosilňovača sa pripája budiace napätie požadovaného priebehu (harmonické alebo obdĺžnikové) s požadovanou frekvenciou,
- na meraný vstup zosilňovača sa pripája menovité napätie zdroja signálu (generátor) v sérii s menovitou impedanciou zdroja alebo náhradným odporom zdroja,
- ostatné vstupné a výstupné svorky sú zakončené podľa údajov výrobcu,
- frekvencia referenčného signálu je nastavená tak, aby sa čo najmenej uplatnil vplyv korektorov, ktoré sa používajú v meranom zosilňovači; ak nie sú osobitné dôvody použiť inú frekvenciu, používame referenčnú frekvenciu 1000 Hz,
- frekvenčné korektory meraného zosilňovača nastavíme do takej polohy, ktorá zodpovedá rovnému frekvenčnému priebehu,
- regulátorom zosilnenia je nastavené menovité výstupné napätie zosilňovača.

Normálne prevádzkové podmienky sú zhodné s menovitými prevádzkovými podmienkami, iba úroveň napätia zdroja signálu je nižšia o 10 dB. V lineárnom zosilňovači tomu zodpovedá aj úroveň výstupného napätia znížená o 10 dB.

Pri meraní na nízko-frekvenčných zosilňovačoch musíme splniť rad ďalších podmienok, najmä požiadavky na **tienenie obvodov** citlivých na cudzie magnetické polia. Jednotlivé časti tienenia sa musia pospájať tak, aby nevytvárali uzavreté slučky. **Uzemňujú sa** v jednom bode, najčastejšie na kostre zdroja meracieho signálu. **Pripojením meracích prístrojov na zosilňovač sa nesmú zmeniť vlastnosti zosilňovača ani skresliť výsledky merania.**

MERANIE ZOSILNENIA NÍZKOFREKVENČNÉHO ZOSILŇOVAČA

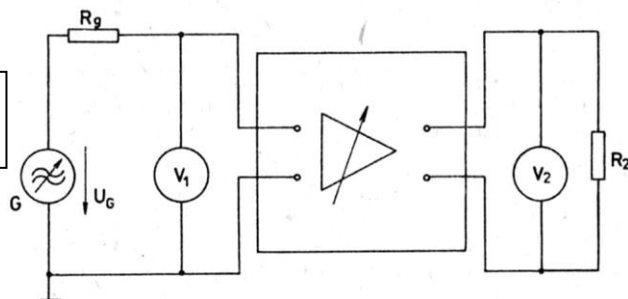
Zosilnenie meriame pri normálnych prevádzkových podmienkach

v zapojení podľa obr. 14.1. Do série s generátorom sa zapojí menovitá impedancia zdroja R_g podľa normy. Výstupný odpor generátora nemá presahovať 10 % hodnoty celkovej menovitej impedancie zdroja signálu. Vstupné napätie U_1 sa meria na vstupe zosilňovača. Zosilňovač je na výstupe zaťažený predpísanou zatažovacou impedanciou, na ktorej meriame výstupné napätie U_2

Napäťové zosilnenie nízko-frekvenčného zosilňovača je dané pomerom výstupného napätia k vstupnému napätiu alebo

$$A_u = U_2 / U_1$$
$$A_u = 20 \log \frac{U_2}{U_1} \text{ (dB)}$$

Obr. 14.1. Meranie zosilnenia nízko-frekvenčného zosilňovača



Frekvenciu zdroja referenčného signálu zvolíme 1 000 Hz.

Voltmetre V_1 a V_2 sú *striedavé elektronické voltmetre*, ktoré svojimi vlastnosťami **nesmú ovplyvňovať vlastnosti meraného zosilňovača**. **Postup** pri meraní je nasledujúci: *Pomocou generátora budiaceho signálu G nastavíme výstupné napätie zdroja signálu U_G pre meraný vstup na nominálnu hodnotu, ktorú získame z dokumentácie výrobcu*. Rezistor R sa používa na nastavenie požadovanej impedancie zdroja signálu, ktorý má mať vnútorný výstupný odpor menší ako 10% celkovej menovitej impedancie zdroja signálu. Regulátorom zosilnenia nastavíme na zaťažovacom rezistore R_2 menovité výstupné napätie U_2 . Pretože meranie má prebiehať pri normálnych prevádzkových podmienkach, musíme znížiť úroveň vstupného napätia zdroja signálu U_G o 10 dB. Tým poklesne aj výstupné napätie U_2 . Hodnotu napätia U_2 a hodnotu U_1 odčítame pri znížení úrovne výstupného napätia zdroja signálu o 10 dB. Namerané hodnoty sú podkladom pre výpočet zosilnenia podľa uvedeného vzťahu.



Napätová frekvenčná charakteristika nízko-frekvenčného zosilňovača sa meria **pri normálnych prevádzkových podmienkach**. Meriame ju v zapojení podľa obr. 14.1 **pre meranie napätového zosilnenia**. Postup prípravy merania je rovnaký ako pri meraní zosilnenia. Frekvenčné korektory zosilňovača sa vyradia z činnosti alebo sa nastavujú do polohy, pri ktorej je nastavený rovný priebeh frekvenčnej charakteristiky. Meriame **závislosť výstupného napätia U_2 od vstupnej frekvencie** pri konštantnej hodnote vstupného napätia $U_G = k$ alebo $U_1 = k$ v predpísanom rozsahu frekvencií.

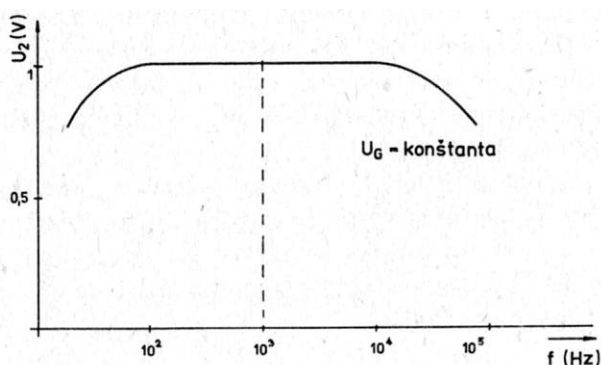
STN rozoznáva podľa menovitého rozsahu frekvencií tri druhy zosilňovačov:

- I. skupina (P - profesionálne): 40 Hz až 16 000 Hz,
- II. skupina (S - štandardné): 63 Hz až 12 500 Hz,
- III. skupina (H - na hlásne účely): 100 Hz až 6300 Hz.

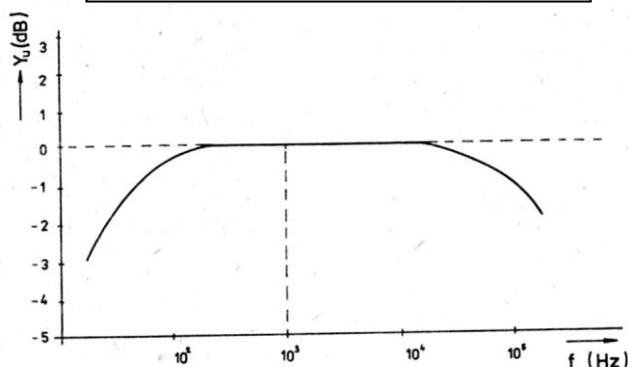
Pri zosilňovačoch I. skupiny zvolíme pri meraní frekvencie 30 Hz, 40 Hz, 100 Hz, 200 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 5 000 Hz, 10 000 Hz, 16 000 Hz a 20 000 Hz.

Graficky sa **napätová frekvenčná charakteristika** vyjadruje ako **závislosť výstupného napätia U_2 od vstupnej frekvencie** (obr. 14.2), pričom frekvencia sa vynáša na vodorovnú os a napätie na zvislú os. Frekvencia sa vynáša v logaritmickom meradle, napätie v lineárnom meradle.

Obr. 14.2. Napätová frekvenčná charakteristika nízko-frekvenčného zosilňovača



Obr. 14.3. Prenosová frekvenčná charakteristika nízko-frekvenčného zosilňovača



Z nameraných hodnôt možno zostrojiť aj **prenosovú frekvenčnú charakteristiku**, a to ako **závislosť Y_u od frekvencie**

$$Y_u = 20 \log U_2 / U_{20} \quad (\text{dB})$$

(meriame pri $U_G = k$ alebo $U_1 = k$)

kde U_2 je výstupné napätie namerané pri normálnych prevádzkových podmienkach a všeobecnej hodnote vstupnej frekvencie f_x ,

U_{20} - výstupné napätie namerané pri rovnakých podmienkach, ale pri frekvencii 1 000 Hz (referenčná frekvencia).

Pri grafickom vyjadrení prenosovej charakteristiky zvolíme lineárnu mierku pre Y_u (obr. 14.3).

Potom odmeriame napätovú frekvenčnú aj prenosovú frekvenčnú charakteristiku so **zaradenými korektormi**, pričom **volíme rôzne kombinácie polôh korektorov pre vysoké a nízke frekvencie** tak, aby sme mohli zistiť vplyv zdôraznenia aj potlačenia jednotlivých korektorov na priebeh napätovej frekvenčnej a prenosovej frekvenčnej charakteristiky.

Pri uvedených meraniach výstupné napätie U_2 nesmie prekročiť hodnotu 50 % menovitej hodnoty výstupného napätia U_{2m} pri žiadnom meraní. Ak by sa pri niektorom meraní táto hodnota prekročila (najmä v polohe korektorov pre maximálne zdôraznenie nízkych alebo vysokých frekvencií), musíme opäť znížiť hodnotu napätia budiaceho zdroja a celé meranie opakovať pri zníženom napätí v celom predpísanom rozsahu frekvencií podľa skupiny, do ktorej patrí meraný zosilňovač.

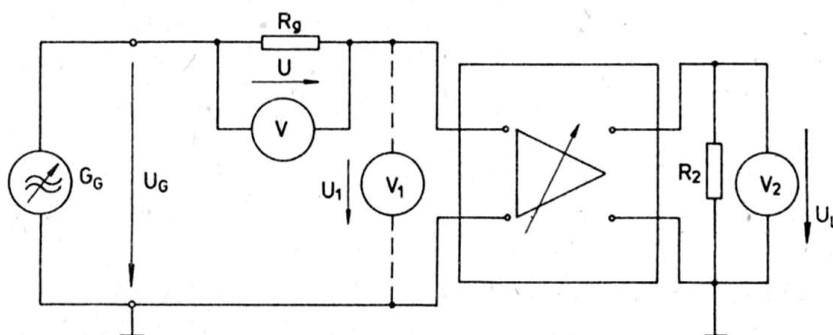


Absolútnu hodnotu vstupnej impedancie zisťujeme obyčajne meraním zosilnenia v zapojení podľa obr. 14.4. Predpokladáme, že vnútorný odpor zdroja meraného signálu je najviac 10 % celkovej hodnoty impedancie zdroja G . Meriame pri frekvencii 1 000 Hz. Na výstupe je zosilňovač zaťažený menovitým zaťažovacím odporom R_2 . Pre meranie predpisuje norma zvoliť odpor rezistora R_g podľa vzťahu $R_g = 0,1 \cdot Z_{vst}$ kde Z_{vst} je predpokladaná hodnota vstupnej impedancie. Na vstupe nastavíme menovité vstupné napätie U_1 určené výrobcom, ktoré kontrolujeme voltmetrom V_1 . Regulátorom zosilnenia nastavíme na výstupe menovité výstupné napätie U_{2m} ; meriame pri menovitých prevádzkových podmienkach. Odmeriame napätie na rezistore R_g (voltmeter na meranie napätia na R_g musí mať symetrický vstup), príp. ho určíme výpočtom pomocou hodnôt U_G a U_1 . Absolútnu hodnotu vstupnej impedancie potom vypočítame zo vzťahu

$$|Z_{vst}| = U_1 \cdot R_g / U$$

Hodnotu napätia U_1 môžeme odmerať pri odpojení R_g pri nominálnej hodnote U_{2m} .

Obr. 14.4. Meranie vstupnej impedancie nízkočfrekvenčného zosilňovača



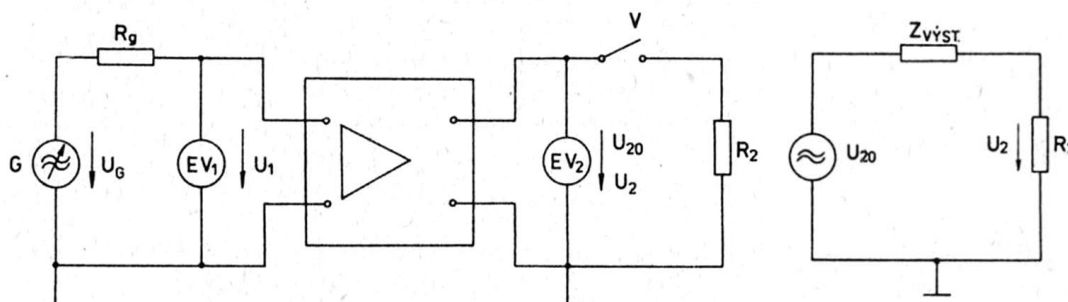
MERANIE VÝSTUPNEJ IMPEDANCIE NÍZKOFREKVENČNÝCH ZOSILŇOVAČOV

Meranie uskutočňujeme pri normálnych prevádzkových podmienkach. **Výstupná impedancia nízkočfrekvenčného zosilňovača je vnútorná impedancia meraná na výstupných svorkách zosilňovača.** Meria sa v zapojení podľa obr. 14.5a. Normálne prevádzkové podmienky nastavíme pri pripojenej záťaži R_2 a odmeriame výstupné napätie U_2 . Potom odpojíme záťaž R_2 vypínačom V a odmeriame napätie naprázdno U_{20} .

Podľa náhradnej schémy na obr. 14.5b platí

$$U_2 = U_{20} \cdot R_2 / (R_2 + Z_{vyst}) \quad \text{potom} \quad Z_{vyst} = R_2 \cdot (U_{20} - U_2) / U_2$$

Podľa uvedeného zapojenia možno odmerať zmeny výstupného napätia pri odľahčení zosilňovača. Toto zvýšenie napätia je predpísané a pri zosilňovačoch I. a II. skupiny môže byť najviac 30 % v rozsahu 63 Hz až 4000 Hz a pri dvojčinných zosilňovačoch III. skupiny najviac 40 % v rozsahu 125 Hz až 4000 Hz.



Obr. 14.5. Meranie výstupnej impedancie nízkočfrekvenčného zosilňovača
a) schéma zapojenia,
b) náhradná schéma výstupného obvodu