

Študijné odbory

Téma: Základné pojmy a charakteristiky

Cieľ: Naučiť základné pojmy a charakteristiky zosilňovačov



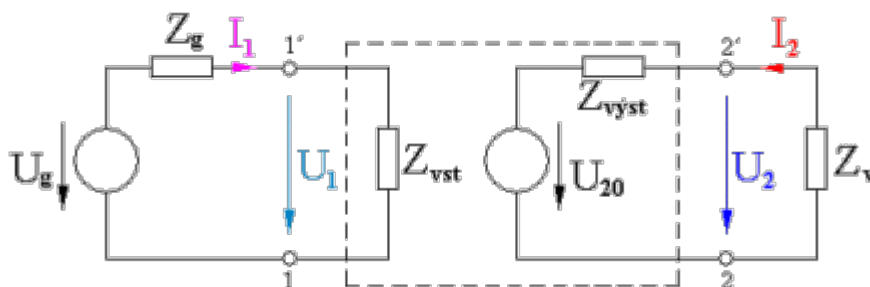
Na výstupe snímačov v automatizačných obvodoch alebo antén získavame napätie, ktoré má veľmi malú amplitúdu. Aby sme tento signál mohli ďalej spracovať, napríklad digitalizovať alebo demodulovať a reprodukovať potrebujeme signál zosilniť. Na to využívame elektronické obvody, ktoré nazývame elektronické zosilňovače.

Zosilňovač je elektronická súčiastka, alebo sústava elektronických súčiastok, ktorých úlohou je zvýšiť elektrického signálu tak, aby jeho ostatné charakteristiky (napr. frekvencia) ostali podľa možnosti zachované. Toto zväčšenie amplitúdy sa nazýva zosilnenie. Základné pojmy, ktoré budeme používať:

Elektrický signál je obvodová veličina (napr. napätie alebo prúd), ktorá vo svojom časovom priebehu obsahuje a prenáša určitú informáciu. Touto informáciou môže byť zvukový a obrazový signál, analógový alebo digitálny signál.

Budiaci zdroj je obvod, z ktorého vstupuje elektrický signál na vstupné svorky zosilňovača. Budiacim obvodom môže byť napríklad snímač, mikrofón, predzosilňovač...

Zátťaž je to obvod, do ktorého z výstupných svoriek zosilňovača vstupuje signál na spracovanie. Zátťažou môže byť reproduktor, ďalší stupeň zosilňovača, meracie a vyhodnocovacie zariadenie...



Obr. Nízkofrekvenčný zosilňovač

Z_v - predstavuje pre zosilňovač zaťažovaciu impedanciu. Treba ju odlíšiť od *výstupnej impedancie* Z_{vyst} , ktorá je súčasťou vlastného zapojenia zosilňovača a určuje jeho pracovný režim. Budiaci zdroj a vonkajšia záťaž ovplyvňujú vlastnosti zosilňovača a preto pri jeho návrhu treba brať do úvahy aj ich vlastnosti.

Zosilnenie A je definované ako pomer výstupnej veličiny k zodpovedajúcej vstupnej veličine. Zosilnenie vyjadrené v dB pomocou logaritmov označujeme ako zisk zosilňovača
Rozlišujeme

- **napäťové zosilnenie**

$$A_U = \frac{U_2}{U_1} (V) \qquad a_U = 20 \log \frac{U_2}{U_1} (dB, V)$$

U_1 - vstupné napätie

U_2 - výstupné napätie

A_U - napäťové zosilnenie

- **prúdové zosilnenie**

$$A_I = \frac{I_2}{I_1} (A) \qquad a_I = \frac{I_2}{I_1} (dB, A)$$

I_1 – vstupný prúd

I_2 – výstupný prúd

A_I – prúdové zosilnenie

- **výkonové zosilnenie**

$$A_P = \frac{P_2}{P_1} (A) \qquad a_P = \frac{P_2}{P_1} (dB, W)$$

P_1 – vstupný prúd

P_2 – výstupný prúd

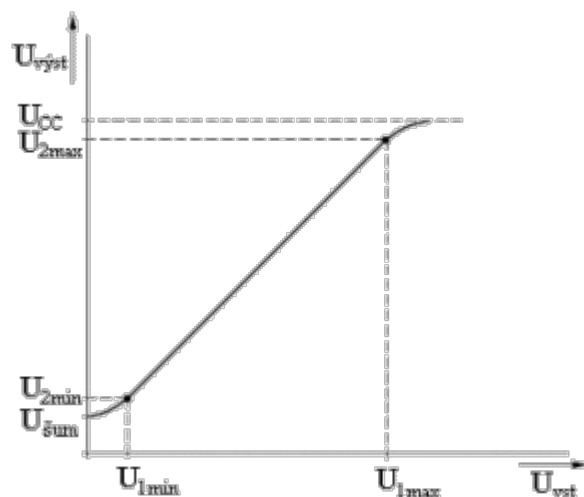
A_P – výkonové zosilnenie

Dynamický rozsah je daný pomerom najväčšieho k najmenšiemu signálu na vstupe zosilňovača, ktorý je zosilňovač schopný preniesť pri definovanom výstupnom výkone a skreslení. Dynamický rozsah súvisí s amplitúdovou charakteristikou. Dynamický rozsah zosilňovača vieme vyhodnotiť z nasledujúcich vzťahov

$$D = \frac{U_{1\max}}{U_{1\min}} (V) \qquad D_{dB} = \frac{U_{1\max}}{U_{1\min}} (dB)$$

Amplitúdová charakteristika zosilňovača je grafické znázornenie závislosti amplitúdy výstupného napätia U_2 od amplitúdy U_1 vstupného napätia pre konštantnú frekvenciu vstupného signálu.

Grafické vyjadrenie amplitúdovej charakteristiky:

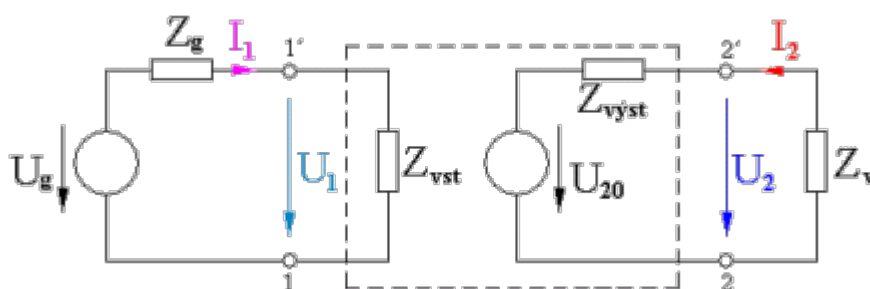


Obr.2 Amplitúdová charakteristika zosilňovača

Výstupné napätie U_2 má vždy určitú počiatočnú hodnotu rovnú šumovému napätiu U_{sum} , aj keď na vstupe nie je žiadne napätie U_1 . Toto napätie je dané vlastným šumom použitých zosilňovacích súčiastok. Od napätia U_{min} po U_{max} je charakteristika lineárna. V tejto časti má zosilňovač svoje najširšie použitie.

Vstupná impedancia Z_{vst} je daná pomerom napätia U_1 medzi vstupnými svorkami zosilňovača a prúdom I_1 vtekajúcim do vstupných svoriek zosilňovača. Vstupná impedancia komplexné číslo, teda má svoju reálnu a imaginárnu časť, vplyvom prítomnosti reaktančných prvkov vo vstupnom obvode. Vstupná impedancia nezávisí od veľkosti budiaceho signálu, ale závisí od jeho frekvencie.

$$\bar{Z}_{\text{vst}} = \frac{\bar{U}_1}{\bar{I}_1} (\Omega)$$



Obr.3 Vstupná a výstupná impedancia zosilňovača vyjadrená pomocou obvodových veličín

Výstupná impedancia Z_{vyst} je daná pomerom U_{20} medzi výstupnými svorkami zosilňovača pri odpojenej záťaži (naprázdno) a výstupného prúdu I_{2k} , ktorý je výstupný obvod zosilňovača schopný dodať pri skratovaných výstupných svorkách. Podobne ako vstupná impedancia, aj výstupná impedancia je vo všeobecnosti

komplexné číslo, teda má svoju reálnu a imaginárnu časť a taktiež nezávisí od veľkosti výstupného signálu, ale od jeho frekvencie.

$$\bar{Z}_{vyst} = \frac{\bar{U}_{20}}{\bar{I}_{2K}} \quad (\Omega)$$

Výstupný výkon P_{2ef} sa udáva ako maximálny efektívny sa udáva ako maximálny efektívny výkon na výstupných svorkách zosilňovača pri definovanom skreslení, frekvencii, tvare signálu a záťaži.

$$P_{2ef} = \frac{U_{2ef}^2}{R_Z} = \frac{U_{2max}^2}{2R_Z} (W)$$

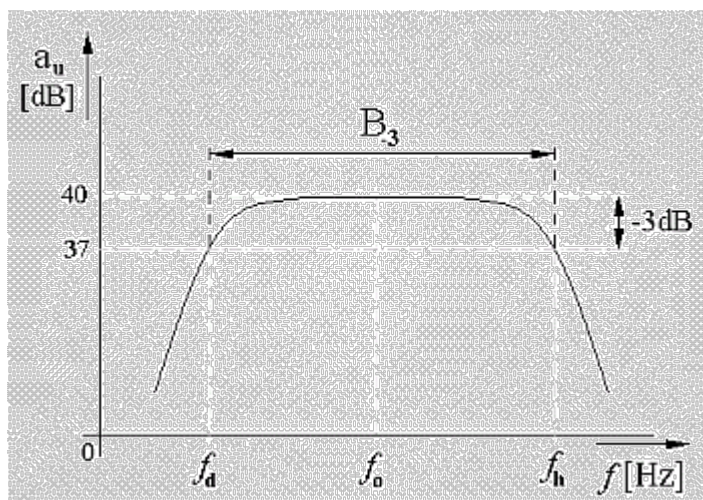
Účinnosť η je pomer výstupného efektívneho výkonu P_{2ef} na výstupných svorkách zosilňovača k jednosmernému príkonu P_0 zosilňovača odoberaného z napájacieho zdroja UCC.

Účinnosť určíme zo vzťahu:

$$\eta = \frac{P_{2ef}}{P_0} (\%, W, W) \quad \text{mmmm}$$

Citlivosť – sa udáva veľkostí menovitého napätia na vstupe zosilňovača, ktorým na výstupe dosiahneme požadovaný výkon (poprípade veľkosť výstupného napätia pre predzosilňovacie stupne) pre určité skreslenie, záťaž, frekvenciu a tvar vstupného signálu.

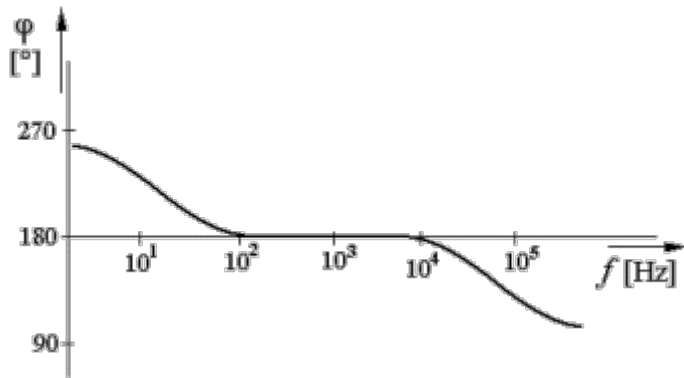
Šírka prenášaného frekvenčného pásma - je pásmo frekvencií vstupného signálu, pri ktorých je zosilnenie zosilňovača v daných technických podmienkach. Graficky šírku prenášaného pásma znázorníme pomocou amplitúdovo-frekvenčnej charakteristiky-



Obr.4 Amplitúdovo-frekvenčná charakteristika zosilňovača

Šumové napätie - je určité malé napätie, ktoré je na výstupných svorkách zosilňovača aj keď na vstup neprivádzame žiadny signál. Spôsobuje ho šum na pozadí užitočného signálu a znižuje tak citlivosť elektronického zariadenia. Toto napätie je spôsobené šumom a samotných súčiastok a zosilňovacích prvkov.

Fázová frekvenčná charakteristika vyjadruje závislosť fázového posunu vstupného a výstupného signálu od frekvencie



Obr.5 Fázová frekvenčná charakteristika zosilňovača

Lineárne skreslenie: vzniká vplyvom frekvenčných závislostí vlastných súčiastok a prejavuje sa zmenou tvaru výstupného signálu, vzhľadom na vstupný. Skreslenie je spôsobené amplitúdovým a fázovým skreslením. Pre neskreslený prenos musí platiť, že zosilnenie je konštantné v celom rozsahu frekvencie.

Nelineárne skreslenie prejavuje sa prítomnosťou vyšších harmonických zložiek, ktorých frekvencia môže byť 2,3 atď. až n násobne väčšia ako frekvencie v sieti. Nelineárne skreslenie vzniká vplyvom nelineárnych súčiastok a je vyjadrené koeficientom

$$k_n = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^n a_i^2}}{A_1} \cdot 100\%$$

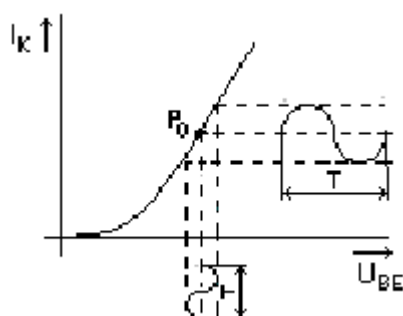
Trieda zosilňovačov

Určuje uhol otvorenia aktívnej súčiastky (tranzistora) a závisí od voľby pokojového pracovného bodu P_0 .

- **trieda A**

- na zosilňovanie v tejto triede prakticky stačí jediný tranzistor pracovný bod je totiž nastavený tak, že tento tranzistor je stále v otvorenom stave, v kľude (pri nulovej úrovni signálu) je približne v strede prevodovej charakteristiky
- tranzistor stále otvorený (stále ním tečie prúd), zosilňovač v tejto triede spotrebúva energiu aj v neprítomnosti vstupného signálu
- veľmi nízka účinnosť(maximálna hodnota je 25%)

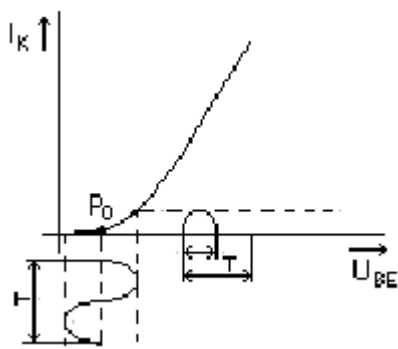
- výhodou je malé skreslenie signálu



Obr. 6 Zosilňovač triedy A

- **trieda B**

- v kludovom stave teda tranzistor nie je otvorený
- s kladnou aj so zápornou polovinou signálu pracujú osobitné tranzistory (komplementárny pár)
- účinnosť je teda maximálne 78,5%
- vyššie skreslenie a za istých okolností aj problém pri zosilňovaní vyšších frekvencií



Obr. 7 Zosilňovač triedy B

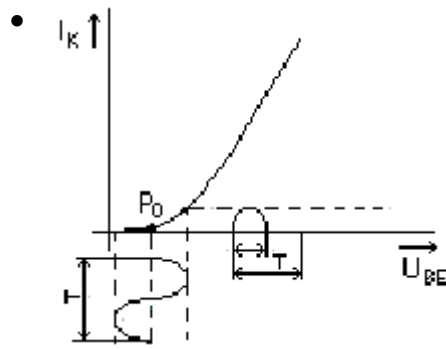
- **trieda AB**

- spája výhody tried A a B
- najviac využívaná trieda
- pracovný bod tranzistorov je mierne posunutý tak, aby sa nedostávali do uzavreného stavu, no zároveň aby nimi v klude netiekol veľký prúd
- majú menšie skreslenie ako trieda B
- vyššiu účinnosť ako u trieda A

- **trieda D**

- tranzistory teda pracujú len v oblastiach s minimálnymi stratami - plne uzavretý a plne otvorený stav
- vstupný signál je prevedený na impulzy
- majú vyššiu účinnosť

- menšie nároky na chladenie



Obr. 8 Zosilňovač triedy AB

- **trieda D**

- tranzistory teda pracujú len v oblastiach s minimálnymi stratami - plne uzavretý a plne otvorený stav
- vstupný signál je prevedený na impulzy
- majú vyššiu účinnosť
- menšie nároky na chladenie

Základné pojmy z oblasti zosilňovačov:

- **napät'ové zosilnenie**
- **prúdové zosilnenie**
- **výkonové zosilnenie**
- **dynamický rozsah**
- **amplitúdová charakteristika zosilňovača**
- **šírka prenášaného frekvenčného pásma**
- **fázová frekvenčná charakteristika**
- **vstupná impedancia**
- **výstupná impedancia**
- **účinnosť**
- **citlivosť**
- **šumové napätie**
- **lineárne skreslenie**
- **nelineárne skreslenie**
- **trieda zosilňovača**



1. Definujte pojem zosilňovač elektronického signálu.
2. Vymenujte základné charakteristiky zosilňovačov.