

Delitelji napona i regulatori nivoa audio signala

1. Šta je delitelj napona?

Delitelj napona je linearno kolo kod koga je izlazni napon deo (frakcija) njegovog ulaznog napona.

2. Iz čega se sastoji najprostiji delitelj napona u praksi?

Prosto kolo delitelja napona čine dva redno vezana otpornika ili potenciometar.

3. Šta se podrazumeva pod deliteljem napona u opštem slučaju?

U opštem slučaju delitelj napona se sastoji iz dve redno vezane impedanse, koje u svom sastavu mogu imati bilo koju kombinaciju otpornika, kalemova ili kondenzatora.

4. Koliko iznosi slabljenje otpornog delitelja napona?

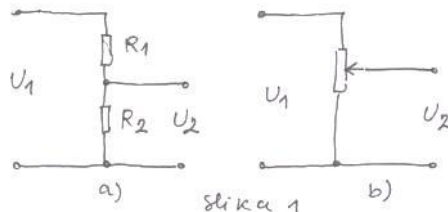
Kod ovog delitelja napona slabljenje iznosi:

$$k = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

gde su R_1 i R_2 redno vezani otpornici u delitelju napona a izlaz je na otporniku R_2 .

5. Nacrtati električnu šemu otpornog delitelja napona.

Električna šema izgleda kao na donjoj slici:



6. Ako je slabljenje otpornog delitelja napona k , koliko iznosi R_2 pri zadatoj vrednosti R_1 ?

U ovim uslovima imamo da je:

$$R_2 = \frac{R_1}{k - 1}$$

7. Koja je uloga delitelja napona u zvučničkim skretnicama?

Namena mu je da za određeni iznos oslabi pobudni napon srednjetonkih i visokotonskih zvučnika, kako bi se ostvario odgovarajući balans između nivoa zvučnih pritisaka koje stvaraju pojedini zvučnici u zvučničkom sistemu.

8. Šta pored odgovarajućeg pada napona mora da obezbedi oslabljivač napona u audio skretnici?

Oslabljiivač u skretnici, pored odgovarajućeg pada napona mora da obezbedi i konstantnu ulaznu impedansu.

9. U kakvim oblicima se proizvode oslabljivači u pasivnim audio skretnicama?

Oslabljiivači se proizvode kao fiksni, skokovito promenljivi, ili kontinualno promenljivi.

10. Kako izgleda kapacitivni delitelj napona i koliko je njegovo slabljenje?

Kapacitivni delitelj napona se sastoji iz dva redno vezana kondenzatora. Kod ovog kola slabljenje iznosi:

$$k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{C_1 + C_2}{C_1}$$

gde su C1 i C2 redno vezani kondenzatori u delitelju napona a izlaz je na kondenzatoru C2.

11. Kako izgleda otporno-kapacitivni delitelj napona?

To je redna veza otpornika i kondenzatora i ima dva oblika. Razlikuju se po tome da li se izlazni napon dobija sa kondenzatora ili otpornika.

12. Kako se drugačije nazivaju kola koja su otporno-kapacitivni delitelji napona?

U oba slučaja se praktično radi o filtrima prvog reda, s tim što je u prvom slučaju to filter propusnik niskih frekvencija (izlazni napon se uzima sa kondenzatoru i on opada kako frekvencija raste) a u drugom filter propusnik visokih frekvencija (izlazni napon se uzima na otporniku i on raste kako frekvencija raste).

13. Kako izgleda prenosna funkcija otporno-kapacitivnog delitelja napona kod kog se izlazni napon dobija sa kondenzatora?

Kao kod filtra propusnika niskih frekvencija prvog reda.

14. Kako izgleda prenosna funkcija otporno-kapacitivnog delitelja napona kod kog se izlazni napon dobija sa otpornika?

Kao kod filtra propusnika visokih frekvencija prvog reda.

15. Šta je najprostiji regulator jačine audio signala?

Najprostiji regulator jačine audio signala je potencijometar.

16. Šta je to potencijometar?

Potencijometar je otpornik sa kliznim kontaktom i tri izvoda koji u osnovi predstavlja podesivi delitelj (razdelnik) napona.

17. Šta je promenljivi otpornik ili reostat?

Potencijometar kod kog se koriste samo dva izvoda, jedan krajnji i klizač, predstavlja promenljivi otpornik ili reostat.

18. Koje zakone promene otpornosti srećemo kod potencijometara?

U praksi postoje potencijometri sa različitim zakonima promene otpornosti između klizača i jednog kraja: linearni, logaritamski, antilogaritamski itd.

19. Koje vrste potencijometara razlikujemo s obzirom na oblik provodne staze?

Zavisno od toga kakvog je oblika provodna staza po kojoj se kreće klizač imamo rotacione i klizne potencijometre.

20. Koliki je ugao promene otpornosti kod rotacionih potencijometara?

Ukupni ugao rotacije a time i promene otpornosti ovih potencijometara je oko 270° .

21. Kako se menja izlazni audio signal a kako izlazna otpornost potencijometra kada se klizač okreće u smeru kazaljke na satu?

Jačina izlaznog signala se povećava od nule do maksimalne vrednosti, dok se u isto vreme izlazna otpornost potencijometra koju vidi naredni pojačavački stepen menja od nule do svoje maksimalne vrednosti jednake $R/2$ (R je ulazna ili nazivna otpornost potencijometra) a zatim smanjuje do vrednosti približno jedanake izlaznoj otpornosti prethodnog pojačavačkog stepena. (Podrazumeva se da prethodni stepen ima malu izlaznu impedansu a naredni veliku).

22. Koliki je izlazni signal kada otpornost potencijometra dostigne svoju maksimalnu vrednost?

Izlazna otpornost potencijometra dostiže svoju maksimalnu vrednost kada je izlazni signal na polovini svoje maksimalne vrednosti ili kada mu je nivo -6 dB u odnosu na maksimalni. (Podrazumeva se da prethodni stepen ima malu izlaznu impedansu a naredni veliku).

23. Zašto je važna vrednost maksimalne izlazne otpornosti potencijometra?

Vrednost maksimalne izlazne otpornosti potencijometra je važna iz razloga što ona predstavlja najnepovoljniji slučaj za nivo šuma narednog pojačavačkog stepena. Što je ona veća veći je i šum na ulazu u naredni stepen.

24. Šta su „linearni“ potencijometri i kako se označavaju?

Potencijometri kod kojih je promena linearna funkcija pomeraja klizača. Radi raspoznavanja ovakvi potencijometri se označavaju slovom B.

25. Zašto se za promenu nivoa signala u audio uređajima koriste logaritamski potencimetri?

Ovi potencimetri se koriste za promenu nivoa signala u audio uređajima iz razloga što je osećaj glasnosti zvuka kod čoveka logaritamski.

26. Kako u praksi izgleda kriva promene otpornosti logaritamskih potencimetara?

U praksi, kriva promene otpornosti logaritamskih potencimetara ne prati sasvim tačno logaritamski zakon. Naime, otporna staza kod ovih potencimetara ima dva dela koji su napravljeni od različitih otpornih materijala pa se zakon promene sastoji od dva linerna segmenta koji aproksimiraju logaritamsku krivu.

27. Kako je moguće linearni potencimetar »pretvoriti« u logaritamski?

Jedan od načina je da se optereti klizač linearnog potencimetra fiksnom otpornošću. Dodavanje fiksnog otpornika znatno poboljšava zakon promene izlazne otpornosti.

28. Koji je nedostatak logaritamskog potencimetra dobijenog od linearnog dodavanjem fiksnog otpornika između klizača i početnog kraja?

Nedostatak ovog postupka je u tome što je opseg slabljenja dobijenog logaritamskog potencimetra ograničen na vrednost od 0 do – 20 dB. Ovoliki opseg regulacije je dovoljan kod pojačavača snage ali nije primenljiv kod pretpojačavača, koji zahtevaju mnogo šire granice.

Filtri

1. **Šta je električni filter?** Električni filter predstavlja mrežu čija je namena da iz frekventijski složenog ulaznog signala izdvoji i propusti signal određenih karakteristika.
2. **Koje su uobičajene primene filtera u audiotehnici i akustici?** Filtri su glavni deo svih uređaja za obradu signala. Koriste se u zvučničkim skretnicama, uređajima za merenje i analizu (merači nivoa zvuka, analizatori u realnom vremenu), ekvalizerima, ton kontrolama, procesorima dinamike, eliminatorima povratne sprege, uređajima za frekventijsku obradu pri radio prenosu (izdizanje i slabljenje visokih), ograničavanju opsega (aliasing) pri digitalnoj obradi signala, uređajima za optimiziranje karaktersitka medija za snimanje itd.
3. **Kako električne filtre možemo podeliti?** Pre svega, razlikujemo analogne i digitalne filtre. Analogni filtri se izrađuju u dve varijante kao pasivne ili kao aktivne mreže.
4. **Navesti najznačajnije karakteritike aktivnih filtera.** Manji su, lakši i jeftiniji od pasivnih, nemaju kalemове, kondenzatori su manjih dimenzija nego kod pasivnih, nema interakcije između susednih stepena, moguća je realizacija sa promenljivim pojačanjem i promenljivim parametrima, nema magnetne sprege između pojedinih delova, moguća je realizacija blokova sa velikim Q faktorom.
5. **Koje su najznačajnije karakteristike pasivnih filtera?** Nije im potrebno napajanje, ne može doći do pojave oscilovanja, niti klipovanja signala, pouzdaniji su, imaju manji šum i manju osetljivost na elektromagnetne smetnje od aktivnih.
6. **Navesti osnovne karakteritike analognih filtera.** Moguće ih je realizovati sa dinamičkim opsegom od oko 140 dB (12 Vrms signal, 1uV šum) i u rasponu frekvencija od 8 dekada (0,01 Hz – 1 MHz), brži su od digitalnih za 10 do 100 puta, preciznost im je ograničena šumom i tolerancijom komponenata.
7. **Koje su osnovne karakteristike digitalnih filtera?** Digitalnom implementacijom moguća je realizacija vrlo složenih filtera, sa proizvoljnom frekventijskom karaktersitkaom i linearnom fazom, sa mogućnošću podešavanja parametara. Ovi filtri su imuni na elektromagnetne smetnje i šum, stabilni su (temperaturno i vremenski), imaju visok stepen ponovljivosti.
8. **U kojem opsegu audio frekvencija se mogu koristiti aktivni a u kojem pasivni filtri?** Za najniže audio frekvencije pasivni filtri su praktično neupotrebljivi zbog izuzetno velikih vrednosti i dimenzija LC elemenata. Aktivni filtri su mnogo praktičniji, jer se mogu realizovati sa višim vrednostima otpornika pri čemu su vrednosti kondenzatora male. Na srednjim i višim audio frekvencijama moguće je uspešno koristiti i pasivne i aktivne filtre.
9. **Šta je propusni opseg filtra?** Opseg frekvencija u kojem električni filter propušta ulazni signal (bez značajnog slabljenja).

10. **Šta je nepropusni opseg filtra?** Opseg frekvencija u kojem je ulazni signal pri prolasku kroz filter oslabljen za definisani iznos obično dat u dB.
12. **Šta je granična frekvencija filtra?** Granična frekvencija filtra f_3 (misli se na graničnu frekvenciju propusnog opsega) je frekvencija na kojoj amplitudska karakteristika filtra opadne za 3 dB u odnosu na njenu vrednost u propusnom opsegu.
13. **Nabrojati pet osnovnih tipova frekvencijski selektivnih filtera.** To su: propusnik niskih frekvencija, propusnik visokih frekvencija, propusnik opsega frekvencija, nepropusnik opsega frekvencija i propusnik frekvencija (svih) sa faznom ili vremenskom korekcijom.
14. **Šta je prelazna oblast filtra?** Područje na frekvencijskoj osi između granične frekvencije propusnog opsega (f_3) i granične frekvencije nepropusnog opsega (f_n).
15. **Šta se podrazumeva pod aproksimacijom idealnog filtra propusnika niskih frekvencija?** To je postupak u kojem se aproksimira amplitudska ili fazna karakteristika idealnog filtra sa filtrom čija je realizacija moguća i čije su karakteristike najpribližnije idealnim.
16. **Kao rezultat aproksimacije idealnog filtra, u praksi se dobijaju različite familije filtera.** Navesti najpoznatije od njih. To Batervortovi, Čebiševljevi, inverzni Čebiševljevi, eliptički, Beselovi filteri. Svaka od navedenih familija filtera na određeni način aproksimira amplitudsku ili faznu karakteristiku idealnog filtra.
17. **Skicirati amplitudsku karakteristiku filtra i na njoj označiti njegove karakteristične frekvencijske opsege (propusni, nepropusni, prelaznu oblast)**
18. **Skicirati amplitudske karakteristike filtera propusnika niskih, propusnika visokih i propusnika opsega frekvencija.**

Osnovni karakteristike operacionih pojačavača i audio kola sa njima

Kako se može definisati operacioni pojačavač?

Operacioni pojačavač je pojačavač sa velikim pojačanjem, čije radne karakteristike zavise od primenjenih elemenata u njegovoj povratnoj sprezi.

Kada su nastali operacioni pojačavači i odakle im ovo ime?

Operacioni pojačavači su nastali u vreme razvoja analognih računara, negde tokom 1940-tih godina. Ime operacioni pojačavač potiče iz prvobitne namene ovog elementa koji se koristio za obavljanje različitih matematičkih operacija u analognim računarima (pojačanje ili množenje sa konstantom, sabiranje, oduzimanje, diferenciranje, integraljenje i td.).

U kom obliku su se pojavili prvi operacioni pojačavači i kako je tekao njihov razvoj?

Prvi operacioni pojačavači su u svom sastavu imali elektronske cevi, ali je njihov nagli razvoj počeo dosta kasnije, 1960-tih godina, prvo u obliku kompaktnih modula sa diskretnim elektronskim elementima a kasnije kao integrisanih elektronskih kola.

Kako se razvijalo polje primene operacionih pojačavača?

Ubrzo nakon pojave u integrisanom obliku operacioni pojačavači su našli mnogo širu primenu izvan polja analognih računara. Vremenom postaju široko primenljivi elektronski elementi prihvatljive cene.

S obzirom na složenu strukturu, široku primenu i nisku cenu da li operacione pojačavače danas smatramo sistemima ili komponentama?

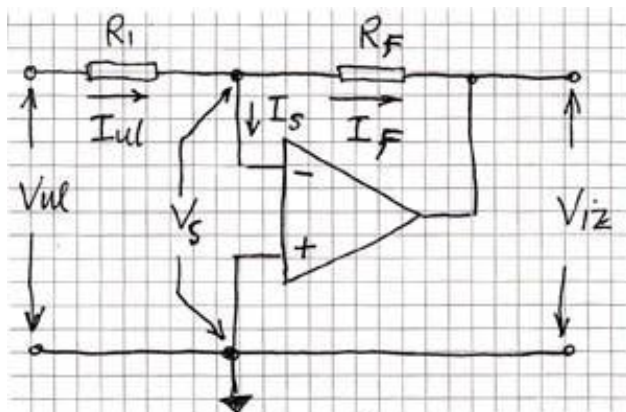
To su u osnovi složeni elektronski sistemi izgrađeni od mnogo komponenata, koji su vremenom postali i sami elektronske komponente.

Koje osobine ima idealni operacioni pojačavač?

Beskonačno veliko naponsko pojačanje ($A_{vo}=\infty$), beskonačno velika ulazna otpornost ($R_{ul}=\infty$), izlazna otpornost jednak je nuli ($R_{iz}=0$), beskonačno širok radni (frekvencijski) opseg ($B=\infty$), ulazni napon greške (offset voltage) jednak je nuli ($V_{iz}=0$, ako je $V_{ul}=0$).

Kako izgleda invertujući pojačavač u realizaciji sa operacionim pojačavačem?

Signal se preko otpornika R_1 dovodi na (-) ulaz dok je (+) ulaz na masi. U povratnoj sprezi od izlaza do (-) ulaza je otpornik R_f .



Koliko iznosi pojačanje invertujućeg pojačavača?

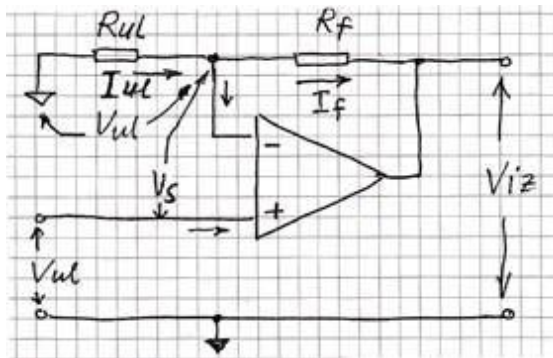
$$A = \frac{V_{iz}}{V_{ul}} = -\frac{R_f}{R_1}$$

Šta je virtuelna masa?

Kada je plus (+) ulaz invertujućeg pojačavača na masi tada je i minus (-) ulaz na istom potencijalu, tj. na potencijalu mase, pa kažemo da je ta tačka virtuelna masa (nije direktno vezana na masu ali je uvek na potencijalu mase).

Kako izgleda ne-invertujući pojačavač u realizaciji sa operacionim pojačavačem?

Signal se dovodi na (+) dok su na (-) ulaz vezani otpornik R_{ul} prema masi i otpornik R_f u grani povratne sprege prema izlazu.

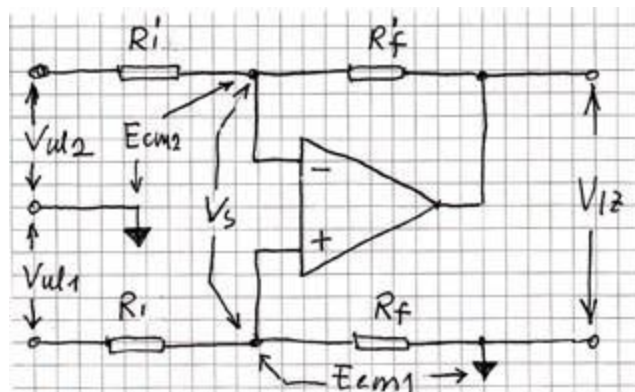


Koliko iznosi pojačanje ne-invertujućeg pojačavača?

$$A = \frac{V_{iz}}{V_{ul}} = \frac{R_1 + R_f}{R_1} = 1 + \frac{R_f}{R_1}$$

Kako izgleda diferencijalni pojačavač u realizaciji sa operacionim pojačavačem?

Na oba ulaza se preko otpornika iste vrednosti R_1 dovode dva različita signala. Od (+) ulaza prema masi vezan je otpornik R_f iste vrednosti kao otpornik povratne sprege (od izlaza na (-) ulaz).



Koliko iznosi pojačanje diferencijalnog pojačavača za diferencijalni signal V_{dif} ?

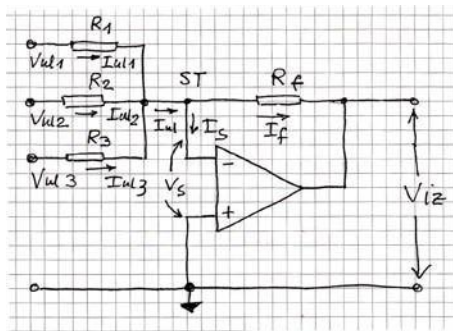
$$A_d = \frac{V_{iz}}{V_{ul1} - V_{ul2}} = \frac{V_{iz}}{V_{dif}} = \frac{R_f}{R_1}$$

Koliko iznosi pojačanje diferencijalnog pojačavača za zajednički signal V_{cm} ?

Diferencijalni pojačavač poništava zajednički signal, odnosno pojačanje za ovaj signal je jednako nuli.

Kako izgleda sabirni pojačavač u realizaciji sa operacionim pojačavačem?

Ovde se u osnovi radi o invertujućem pojačavaču na čiji (-) ulaz se dovodi istovremeno više signala preko odgovarajućih otpornika.



Koliki je izlazni napon kod sabirnog pojačavača?

Proporcionalan je zbiru ulaznih napona sa obrnutim znakom.

$$V_{iz} = - \left[V_{ul1} \frac{R_f}{R_1} + V_{ul2} \frac{R_f}{R_2} + V_{ul3} \frac{R_f}{R_3} \right]$$

za $R_1 = R_2 = R_3 = R$ izlazni napon je

$$V_{iz} = - \frac{R_f}{R} (V_{ul1} + V_{ul2} + V_{ul3})$$

Na kojem potencijalu je (-) ulaz u odnosu na (+) ulaz kod: invertujućeg, neinvertujućeg, diferencijalnog i sabirnog pojačavača?

Kod svih pobrajanih pojačavača (-) ulaz i (+) ulaz su na istom potencijalu ako je pojačavač u stabilnom režimu rada sa povratnom spregom.

Pasivne komponente u audio uređajima

Otpornici

1. **Nabrojati osnovne parametre otpornika.** (Otpornost, nominalna snaga, nominalni radni napon, šum)
2. **Koje karaktersitke otpornika utiču na njegovu otpornost?** (Specifična otpornost materijala otpornog elementa, dužina i površina poprečnog preseka otpornog elementa).
3. **Koji faktori mogu uticati na promenu otpornosti otpornika?** (Temperatura i vlažnost okoline, napon i frekvencija signala).
4. **Čime se izražava zavisnost otpornosti otpornika od temperature?** (Izražava se temperaturnim koeficijentom otpornosti, koji predstavlja relativnu promenu otpornosti pri promeni temperature za 1 K i daje se u milionitim delovima po K (ppm/K)).
5. **Kakav je uticaj frekvencije audio signala na otpornost otpornika?** (Otpornost otpornika opada na višim frekvencijama. Međutim, u opsegu audio frekvencija ovaj nedostatak otpornika može se zanemariti).
6. **Kod koje vrste otpornika može biti značajan uticaj njihove kapacitivnosti i induktivnosti na otpornost u opsegu audio frekvencija?** (Sopstvena induktivnost i kapacitivnost otpornika mogu biti od značaja na audio frekvencijama samo kod žičanih otpornika).
7. **Šta je nominalna snaga otpornika?** (Nominalna snaga otpornika, data u vatima, predstavlja količinu toplote koju otpornik može bezbedno da disipira pri normalnim uslovima okoline).
8. **Čime je određen nominalni radni napon otpornika?** (Nominalni radni napon otpornika zavisi od vrednosti njegove otpornosti R i nominalne snage P , i dat je relacijom $U = \sqrt{P \cdot R}$).
9. **Koje vrste otpornika razlikujemo prema tipu otpornog elementa?** (Prema tipu otpornog elementa otpornike možemo podeliti u sledeće osnovne grupe: otpornici od mase (ugljeni), slojni otpornici (ugljeni, metalni, i cermetni) i žičani otpornici).
10. **Kakav je sastav masenih otpornika?** (Otporni elemenat kod ovih otpornika sastoji se od ugljenog praha, vezivnog sredstva i neorganske ispune (azbest ili liskun u prahu)).
11. **Od čega se sastoje slojni otpornici?** (Slojni otpornici se sastoje od otpornog sloja nanesenog u obliku spirale na izolacioni nosač - obično keramička cevčica).
12. **Od kojeg materijala je otporni sloj kod slojnih otpornika?** (Kod ugljenslojnih otpornika otporni sloj je od pirolitičkog ugljena a kod metal-slojnih od legure hrom nikla ili od nekog od plemenitih metala. Otporni sloj kod cermetnih otpornika je od mešavine čestica metala i stakla ili keramike).

13. **Kakva je konstrukcija žičanih otpornika velike snage?** (Provodna žica koja se izrađuje od nikl-hroma ili manganina namotana je na cilindrični nosač od staklenih vlakana. Kontaktni provodnici se zavaruju na krajeve provodne žice. Ovako formiran otpornik zaliva se u keramičko telo ili u mineralni izolacioni sloj preko koga se postavlja aluminijumski hladnjak).
14. **Šta su promenljivi otpornici i kako ih delimo?** (To su otporni elementi sa tri izvoda od kojih su dva vezana za krajeve otpornog sloja a treći za klizač. Razlikujemo ugljene, cermetne i žičane promenljive otpornike kao i promenljive otpornike od provodne plastike. takođe ih delimo na potenciometre i trimer potenciometre ili trimere).
15. **Koja je razlika između potenciometara i trimer-potenciometara ili trimera?** (Potenciometri su predviđeni za ručno menjanje nekog parametra audio uređaja, imaju na klizaču realtivno dugačku osovinu na koju se postavlja dugme radi lakšeg rukovanja. Montiraju se tako da je dugme sa osovinom dostupno sa spoljašnje strane uređaja. Trimer potenciometri su potenciometri koji se koriste u samom uređaju na ploči štampanih veza, tamo gde je neki parametar potrebno jednom podesiti (podesi i ostavi ili zaboravi). Imaju minijaturnu osovinu prilagođenu za okretanje pomoću odvijaača).
16. **Šta je promenljivi otpornik ili reostat?** (Promenljivi otpornik je potenciometar čiji je klizač vezan za jedan kraj otporne staze).
17. **Kako se dele potenciometri prema obliku provodnog sloja?** (Potenciometri se dele na rotacione i klizne. Na većini audio uređaja se koriste rotacioni potenciometri. Klizni potenciometri se uglavnom koriste kao glavni regulatori nivoa signala na audio mikserima, kada se nazivaju „regleri“ ili „faderi“).
18. **Kako delimo trimer potenciometre prema veličini ugla rotacije klizača?** (Trimer potenciometre delimo na jedno-obrtne i više-obrtne. Jedno-obrtni promene ukupnu otpornost za jedan obrt klizača (tačnije 270 stepeni) dok je kod višeobrtnih za istu promenu otpornosti obično potrebno deset obrtaja klizača. Zbog ove činjenice višeobrtni trimer potenciometri imaju mogućnost finijeg podešavanja).
19. **Kakav može biti zakon promene otpornosti potencimetara?** (Zakon promene otpornosti potenciometara je najčešće linearni ili logaritamski).
20. **Šta je kolor kod kod otpornika i čemu je namenjen?** (Kolor kod je način označavanja karakteristika otpornika. Oznaka je nanesena na telu otpornika u obliku prstenova različite boje, od kojih svaka boja ima svoju brojnu vrednost).
21. **Šta označavaju pojedini kolor prstenovi na telu otpornika?** (Prva tri prstena označavaju prve tri cifre u vrednosti otpornosti otpornika. Četvrti prsten je množilac, koji označava broj nula koje se dodaju brojnoj vrednosti. Peti prsten označava toleranciju a šesti temperaturni koeficijent otpornika. U praksi se često pojavljuju oznake sa četiri i pet prstenova, kada su izostavljeni podaci o temperaturnom koeficijentu).

Kondenzatori

1. **Da li se kondenzator može smatrati elementom koji predstavlja samo kapacitet?** (Kondenzator u praksi nikada ne predstavlja čist kapacitet već se, u opštem slučaju, može predstaviti složenijom ekvivalentnom električnom šemom u kojoj su sadržani i njegovi parazitni elementi).
2. **Kako u opsegu nižih (pa i audio) frekvencija možemo predstaviti ekvivalentnu šemu kondenzatora?** (Ako se ograničimo na opseg frekvencija ispod rezonanse, gde su kondenzatori dominantno kapacitivni, ekvivalentna šemu možemo svesti na rednu vezu kapaciteta C i otpornosti R_s , gde otpornost predstavlja ukupne gubitke koje svaki kondenzator ima).
3. **Od kojih veličina zavisi kapacitet kondenzatora?** (Kapacitet kondenzatora zavisi od površine njegovih obloga razmaka između njih i dielektrične konstante dielektrika).
4. **Šta u praksi dominantno utiče na promenu kapaciteta kondenzatora?** (Kapacitet kondenzatora se menja sa promenom vlažnosti, kao i zbog starenja u toku vremena. Posebno su važne promene kapaciteta kondenzatora koje nastaju sa promenom frekvencije i temperature. One značajno utiču na pogoršanje kvaliteta signala u audio uređajima).
5. **Kako sačinilac gubitaka utiče na stvarnu vrednost kapaciteta kondenzatora?** (Ekvivalentni kapacitet C_e realnog kondenzatora zavisi od vrednosti ovog parametra, prema relaciji:

$$C_e = \frac{C}{\sqrt{1 + (tg \delta)^2}}$$

Sačinilac gubitaka $tg \delta$ se manja sa frekvencijom i temperaturom što se odražava na promene kapaciteta, a ovo dovodi do izobličenja audio signala koja su ekvivalentna faznoj i amplitudskoj modulaciji. Zato je poželjno da sačinilac gubitaka kondenzatora ima što manju vrednost).

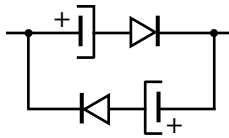
6. **Šta je temperaturni sačinilac kondenzatora?** (To je parametar koji predstavlja relativnu promenu kapaciteta kondenzatora pri promeni temperature za 1°C i izražava se u milionitim delovima po K (ppm/K). Dat je relacijom:

$$TSK = \frac{\Delta C}{C \cdot \Delta \theta} \cdot 10^6$$

7. **Šta je apsorpcija dielektrika (DA) kod kondenzatora?** (Prilikom punjenja kondenzatora dielektrik „apsorbuje“ izvesni deo energije, koji ostaje zarobljen i nakon pražnjenja kondenzatora. Apsorpcija dielektrika se izražava u procentima i data je odnosom napona nastalog na krajevima kondenzatora posle pražnjenja i napona na koji je kondenzator prethodno bio napunjen).
8. **Kako kondenzatori sa visokom apsorpcijom dielektrika izobličavaju audio signale?** (Pri prolazu kroz ovakav kondenzator signal prvo biva oslabljen zbog apsorpcije određenog procenta energije u dielektriku. Kasnije se ova zaostala energija pojavljuje u obliku signala šuma na krajevima kondenzatora. Time se gubi tačnost reprodukcije finih detalja audio signala i smanjuje njegov

dinamički opseg).

9. **Šta je radni napon kondenzatora?** (Radni napon kondenzatora predstavlja onu vrednost napona pri kojoj kondenzator može bezbedno da radi duže vreme).
10. **Koliki sme da bude ukupni napon na kondenzatoru ako ima i jednosmernu i naizmeničnu komponentu?** (Ukupni napon na kondenzatoru, koji je jednak zbiru jednosmernog i vršne vrednosti naizmeničnog napona, ne sme pređe vrednost radnog napona).
11. **S obzirom na konstrukciju i tip dielektrika koje vrste kondenzatora razlikujemo?** (Najznačajnije među njima su: folijski, keramički i elektrolitski kondenzatori).
12. **Šta su folijski kondenzatori?** (Folijski kondenzatori su kondenzatori sa plastičnim folijama kao dielektrikom i oblogama od aluminijumskih folija ili kondenzatori od metalizovanih plastičnih folija. Inkapsulacija ovih kondenzatora se izvodi zalivanjem u epoksi ili fenolnu smolu sa ili bez spoljašnjeg plastičnog kućišta).
13. **Koje vrste plastičnih folija se koriste kao dielektrici folijskih kondenzatora?** (U proizvodnji folijskih kondenzatora koriste se poliester (milar), polietilen, polikarbonat, polistiren, stirofleks, kao i druge plastične folije).
14. **Šta su keramički kondenzatori?** (Ovi kondenzatori imaju dielektrik od keramičke mase, dok su im obloge od sloja srebra nanesenog sa obe strane dielektrika. Inkapsuliraju se u keramiku ili smolu).
15. **Navesti osnovne osobine elektrolitskih aluminijumskih kondenzatora.** (Dobre osobine - veliki kapacitet (1 μ F-1 F), veliki radni napon (do 450V i više), Loše osobine - šum, struja curenja, promena C sa temperaturom, apsorpcija dielektrika, induktivnost).
16. **Koji parametri su posebno važni kod ocene kvaliteta kondenzatora za primenu u audio uređajima?** (To su veličina sačinioća gubitaka ($tg \square \square$) i apsorpcije dielektrika (DA), kao i stepen promene kapaciteta kondenzatora, sačinioća gubitaka i apsorpcije dielektrika sa temperaturom i frekvencijom).
17. **Koje vrste kondenzatora su pogodne za primenu u audio uređajima visokog kvaliteta a koje treba po mogućstvu izbegavati?** (Za primenu u audio uređajima najpogodniji su folijski kondenzatori. Elektrolitske i keramičke kondenzatore treba, po mogućstvu, izbegavati).
18. **Koje vrste folijskih kondenzatora su najpoželjnije za primenu u audio sklopovima?** (Polistiren, polipropilen pa polikarbonat. Međutim, ovim redosledom ide i njihova cena. Najjeftiniji su poliester kondenzatori ali su i najlošijeg kvaliteta).
19. **Koju vrstu elektrolitskih kondenzatora treba koristiti u pasivnim zvučničkim skretnicama i kao sprežne elemente u audio kolima?** (To treba da budu nepolarizovani (bipolarni) elektrolitski kondenzatori ili dva polarizovana vezana na red sa istoimenim elektrodama spojenim u zajedničku tačku).
20. **Na koji još način je moguće od dva polarizovana elektrolitska kondenzatora dobiti nepolarizovani?** (Prema niže datoj šemi, u kom slučaju kroz kondenzatore ne protiče inverzna struja, što je povoljnije).



21. **Na višim frekvencijama elektrolitski kondenzatori postaju induktivni. Kako se njihov uticaj na izobličenje audio signala u tom opsegu frekvencija može smanjiti?** (Paralelno nepolarizovanom elektrolitskom kondenzatoru, treba postaviti folijski kondenzator manjeg kapaciteta (po mogućnosti polipropilen) koji na višim frekvencijama (gde elektrolit postaje induktivan) preuzima signal na sebe i smanjuje izobličenja).
22. **U kojim tolerancijama se izrađuju kondenzatori?** (Folijski kondenzatori se izrađuju u najužim tolerancijama (1-20%), keramički kondenzatori dok elektroliti imaju jako široke granice tolerancije (+80% -20%)

Kalemovi

1. **Kako izgleda ekvivalentna elektrišna šema kalema u opsegu audio frekvencija?** (U opsegu audio frekvencija kalem možemo posmatrati kao rednu vezu induktivnosti L i otpornosti za jednosmernu struju R_0).
2. **Čime je definisana induktivnost kalema?** (Induktivnost kalema zavisi od njegovih dimenzija i oblika, permeabilnosti materijala jezgra i broja zavojsa).
3. **Koji parametri utiču na promenu induktivnosti kalema?** (Induktivnost kalema se menja sa vremenom, kao i sa promenom vlažnosti i temperat)
4. **Šta je faktor dobrote kalema?** (Faktor dobrote kalema je dat odnosom reaktivne ωL i R_0 kompenente njegove impedanse, tj.

$$Q = \frac{\omega L}{R_0} = \omega \cdot \tau ,$$

где је, $\tau = L / R_0$ временска константа калема.

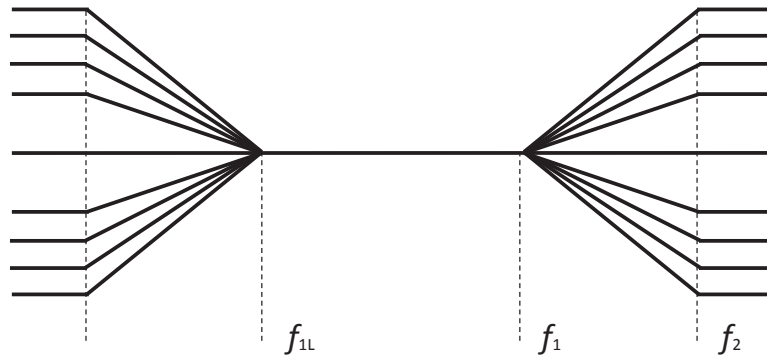
5. **Koliki treba da bude faktor dobrote kalema i zašto?** (Potrebno je da faktor dobrote Q kalema bude što veći da bi gubici u kalemu bili što manji, a to znači da otpornost kalema R_0 mora biti što manja, odnosno vremenska konstanta što veća. Kalemovi u audio skretnicama moraju imati malu otpornost R_0 i iz razloga da se ne bi značajno pogoršao faktor prigušenja pojačavača snage, koji napaja zvučnik, a time i kvalitet reprodukcije).
6. **Kolika sme biti otpornost svih redno vezanih kalemova u filtrima pasivne skretnice zvučnika?** (Ukupna otpornost redno vezanih kalemova između pojačavača snage i zvučnika ne bi trebalo da bude veća od 3-5% od vrednosti impedanse zvučnika. Kada se radi o skretnicama višeg reda otpornost pojedinog kalema može biti samo deo ove vrednosti, zavisno od toga koliko je ukupno kalemova vezano na red).
7. **Koji su sastavni elementi kalemova za elektronske uređaje?** (Jezgro, kalemsko telo i namotaj).

8. **Od čega se izrađuju namotaji kalemova koji se koriste u audio uređajima?** (Za namotaje kalemova koji se koriste u audio uređajima obično se upotrebljava bakarna žica kružnog preseka izolovana lakom (CuL). Ova žica se standardno proizvodi u rasponu prečnika od 0,02 mm do 3 mm).
9. **Šta je kalemsko telo i od čega se pravi?** (Kalemsko telo je mehanički sklop koji nosi namotaj kalema. Najčešće se izrađuju od različitih plastičnih materijala, bakelita i slično. Nekada se kalemovi koriste bez kalemskog tela, tako što se namotaj fiksira plastičnim obujmicama ili se zavojci međusobno slepe odgovarajućim lepkom ili smolom).
10. **S obzirom na tip jezgra, koje kalemове koristimo u audio uređajima?** (Kalemovi koji se koriste u audio uređajima izrađuju se sa magnetnim jezgrom ili bez jezgra. Kalemovi sa jezgrom mogu biti sa jezgrom od gvođenog lima, nemetalnog magnetnog praha (magneto - dielektrika) i metalnog magnetnog praha (ferita)).
11. **Koje su osnovne karaktersitike kalemova sa jezgrom?** (Kalemovi sa jezgrom su po pravilu jeftiniji, od onih bez jezgra, jer u sebi imaju manje bakra koji je danas veoma skup. Pored toga, ovi kalemovi su mnogo manjih dimenzija za istu vrednost induktivnosti i manje su osebljivi na uticaj stranih elektromagnetnih polja. Međutim, pri većim vrednostima audio signala oni mogu biti uzrok zanačajnih izobličenja).
12. **Šta karakteriše kalemове bez jezgra?** (Kalemovi bez jezgra su skupi, velikih su dimenzija, ne izobličavaju dudio signal, ali su osetljivi na uticaj stranih promenljivih elektromagnetnih polja, kakva naprimer stvara mrežni transformator kod audio uređaja. Pasivne skretnice sa kalemovima bez jezgra najčešće se ugrađuju u zvučničke kutije gde ovakvih izvora smetnji nema).
13. **Šta je faktor induktivnosti kalema?** (Faktor induktivnosti A_L , za dati oblik i dimenzije kalema, predstavlja induktivnost za jedan zavojak ($N = 1$). Tada je potreban broj zavojaka N za željenu induktivnost L :

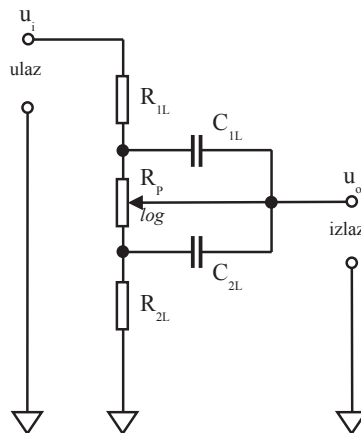
$$N = \sqrt{\frac{L}{A_L}}$$

Ton kontrola i ekvalizeri

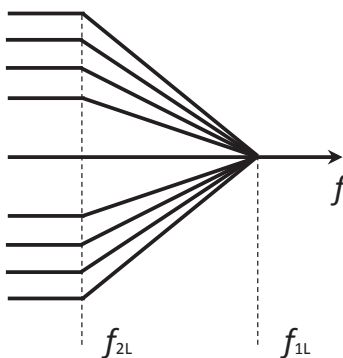
1. Nacrtati amplitudsku karakteristiku lepezastog filtra niskih i visokih frekvencija.



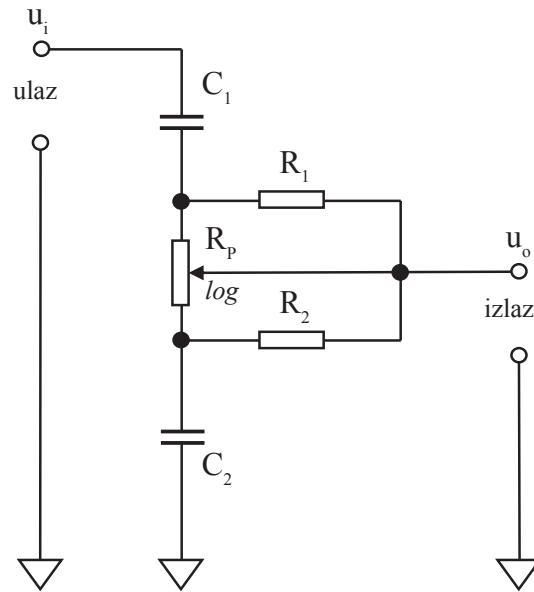
2. Nacrtati električnu šemu lepezastog filtra niskih frekvencija.



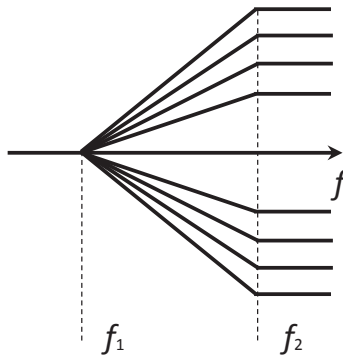
3. Nacrtati amplitudsku karakteristiku lepezastog filtra niskih frekvencija.



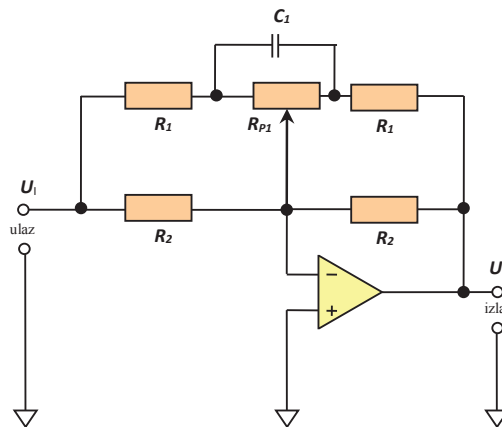
4. Nacrtati električnu šemu lepezastog filtra visokih frekvencija.



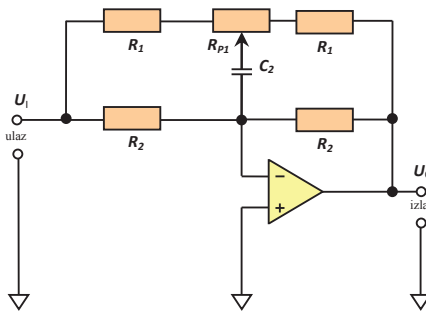
5. Nacrtati amplitudsku karakteristiku lepezastog filtra visokih frekvencija.



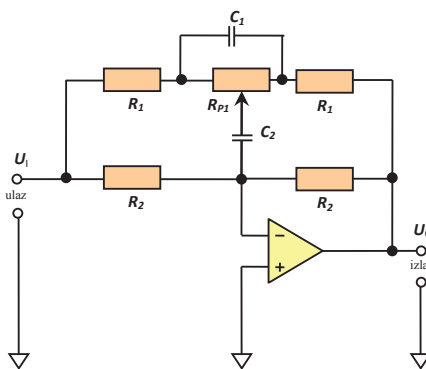
6. Nacrtati električnu šemu aktivnog lepezastog filtra niskih frekvencija.



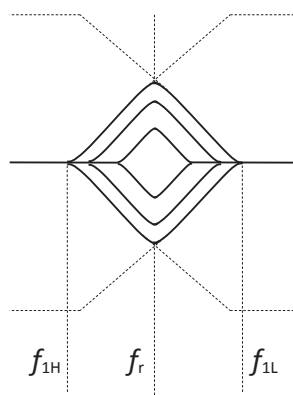
7. Nacrtati električnu šemu aktivnog lepezagostog filtra visokih frekvencija.



8. Nacrtati električnu šemu rezonantnog filtera.



9. Nacrtati amplitudsku karakteristiku rezonantnog filtera.



Zvučničke skretnice

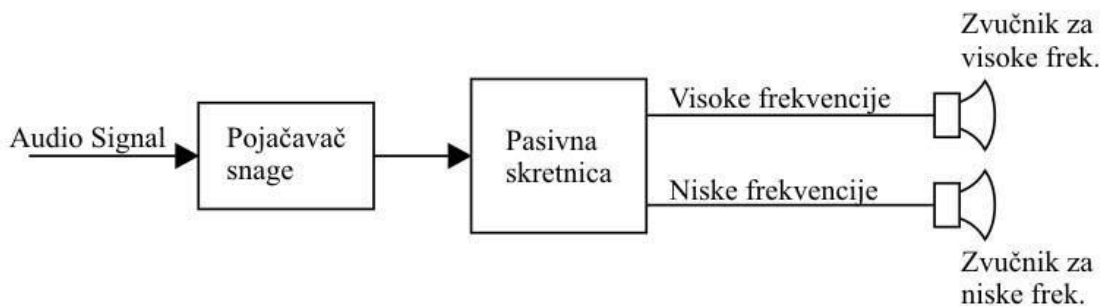
1. Šta je zvučnička skretnica?

To je električna mreža koja se sastoji od dva ili više filtara, pa otuda i nazivi dvopojasna, tropojasna ili višepojasna skretnica. Skretnica deli ukupni signal, koji treba reprodukovati, na dva ili više odvojenih signala po frekvenciji. Tako se, svaki zvučnik, u jednom zvučničkom sistemu, napaja signalom iz opsega frekvencija za koji je predviđen.

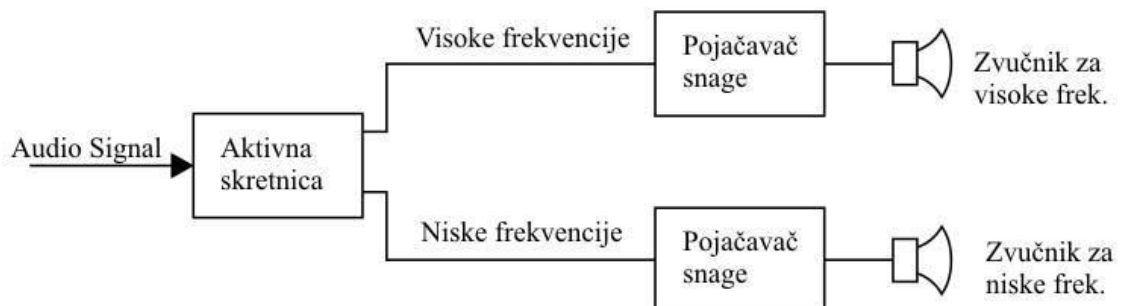
2. Kako se mogu podeliti zvučničke skretnice?

U upotrebi su dve osnovne verzije skretnica.

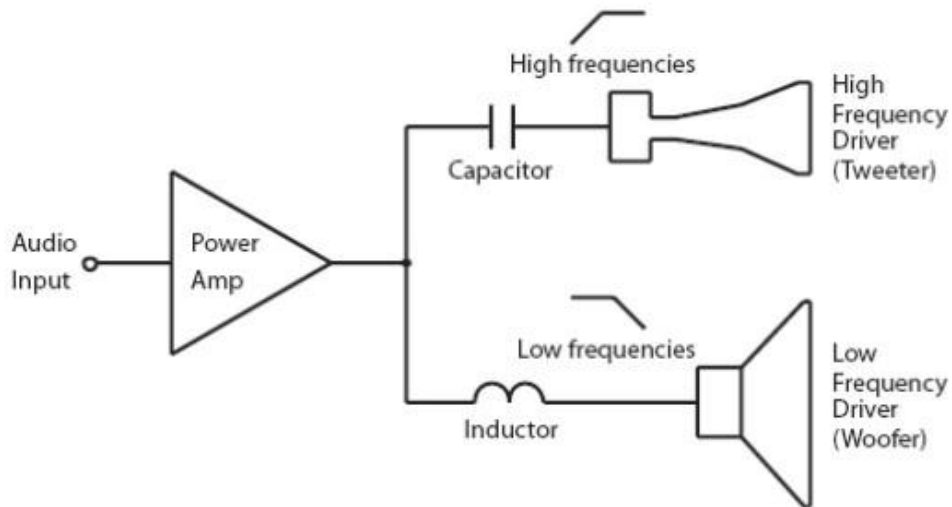
Jedno su pasivne skretnice, napravljene sa L, C elementima, koje se nalaze između izlaza pojačavača snage i zvučnika u zvučničkom sistemu. Ove skretnice se često nazivaju i skretnicama visokog nivoa pošto se koriste na izlazu pojačavača snage, gde audio signal ima najveći nivo u celom audio lancu.



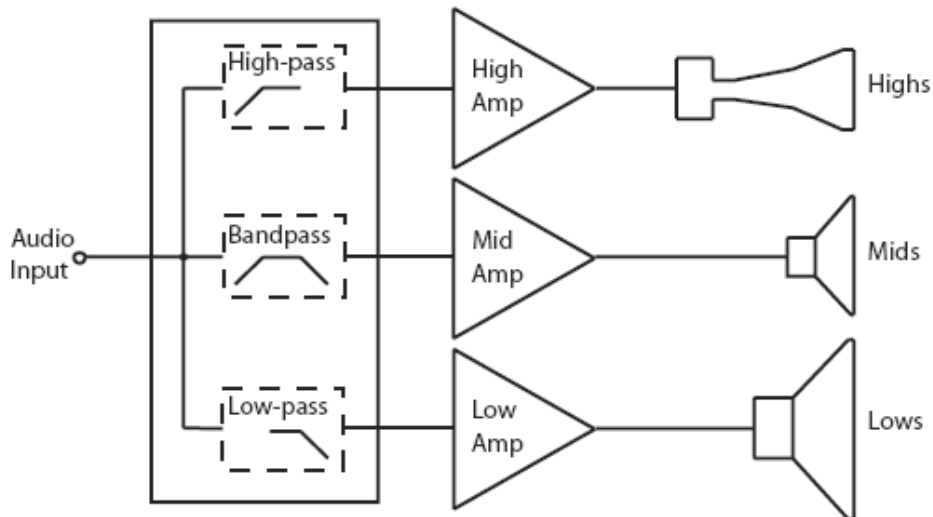
Drugo su aktivne skretnice koje se proizvode kao elektronske mreže sa operacionim pojačavačima i R, C elementima. One se još nazivaju i elektronske skretnice ili skretnice niskog nivoa. Aktivne skretnice se u audio lancu nalaze ispred pojačavača snage, tako da svaki zvučnik, u jednom zvučničkom sistemu, ima svoj pojačavač snage.



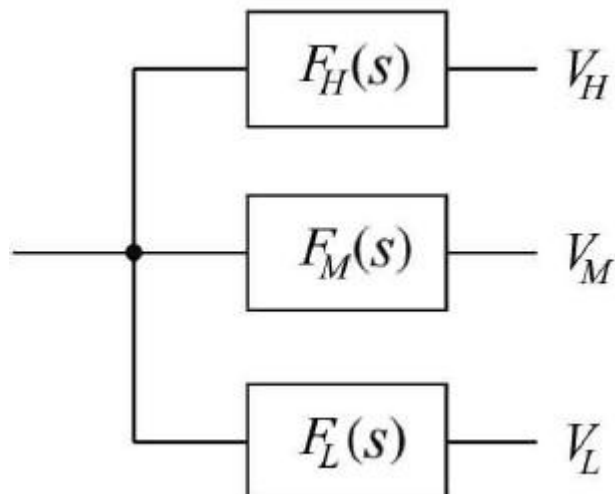
3. Skicirati osnovne celine dvopojasnog zvučnikog sistema sa pasivnom skretnicom.



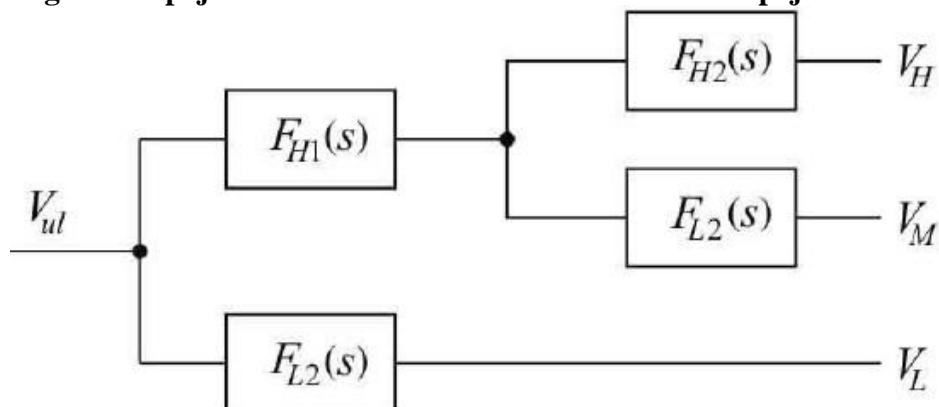
4. Skicirati osnovne celine trobojasnog zvučnikog sistema sa aktivnom skretnicom.



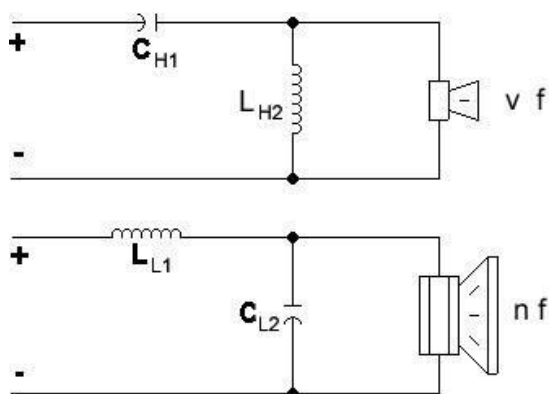
5. Skicirati osnovne celine trobojاسne skretnice sa paralelnim filtrima



6. Kako izgleda tropojasna skretnica sa rednom vezom dve dvopojasne skretnice?



7. Nacrtati električnu šemu pasivne dvopojasne skretnice drugog reda.



8. Koje su tri osnovne familije dvopojasnih zvučničkih skretnica?

U praktičnoj primeni se najčešće mogu sresti tri osnovne familije dvopojasnih zvučničkih skretnica. To su skretnice konstantnog napona, skretnice konstantne snage i skretnice konstantne amplitude.

9. Koje karakteristike treba da imaju kvalitetne dvopojasne skretnice?

Kvalitetne dvopojasne skretnice treba da imaju sledeće karakteristike, poredane po prioritarnom redosledu važnosti:

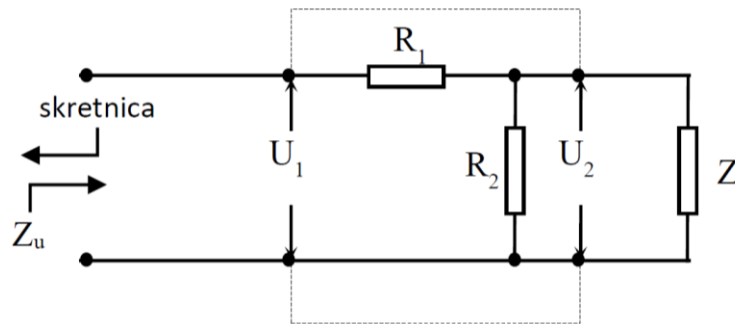
a) Ravnu amplitudsku karakteristiku zbirne prenosne funkcije za tačke na akustičkoj osi dvopojasnog sistema, zbog ekstremne osetljivosti čovečjeg čula sluha na relativno male promene frekvencijske karakteristike;

b) Dovoljno oštar nagib pojedinih filtera u nepropusnim opsezima da bi se, pre svega, sprečilo pogoršanje karakteristika sistema usled uticaja loših karakteristika zvučnika izvan njihovog radnog opsega;

- c) Pravilnu polarnu karakteristiku zbirne prenosne funkcije, uzimajući u obzir i fizičko rastojanje između zvučnika;
- d) Prihvatljivu faznu karakteristiku zbirne prenosne funkcije, po mogućnosti linearnu;
- e) Ukupnu prenetu snagu konstantnu u funkciji frekvencije.

10. Zašto se u sastavu pasivnih zvučničkih skretnica koriste razdelnici napona (oslabljivači)? Nacrtati električnu šemu jednog takvog razdelnika.

Namena mu je da za određeni iznos oslabi pobudni napon srednje i visoko - tonskih zvučnika, kako bi se ostvario odgovarajući balans između nivoa zvučnih pritisaka koje stvaraju pojedini zvučnici u zvučničkom sistemu.



R_1, R_2 – отпорности грана ослабљивача, Z – импеданса звучника.

11. Šta se podrazumeva pod kompenzacijom opterećenja pasivnih zvučničkih skretnica?

Dodavanje takve električne mreže na izlazu filtera u skretnici koja će kompenzovati promene impedance zvučnika u funkciji frekvencije i obezbediti konstantnu otpornost opterećenja.

12. Koji je razlog primene kompenzacije opterećenja pasivnih zvučničkih skretnica?

U realnim uslovima filtri u skretnici opterećeni su zvučnicima. Kao što je poznato zvučnik nije ni konstantno ni čisto termogeno opterećenje. Iz tog razloga treba očekivati da će se ponašanje pasivne skretnice opterećene zvučnicima znatno razlikovati od onog koje se teorijski predviđa i koje bi se imalo pri konstantnom termogenom opterećenju, za koje su filtri u skretnici projektovani.

Ovi nedostaci pasivnih skretnica mogu se znatno ublažiti pravilnom kompenzacijom opterećenja filtera u njoj.