

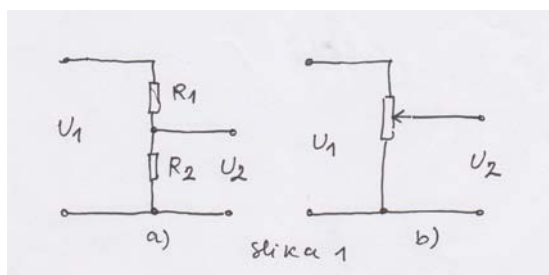
Delitelji napona i regulatori nivoa audio signala

1. **Šta je delitelj napona?** Delitelj napona je linearno kolo kod koga je izlazni napon deo (ili frakcija) njegovog ulaznog napona.
2. **Iz čega se sastoji najprostiji delitelj napona u praksi?** Prosto kolo delitelja napona čine dva redno vezana otpornika ili potencijometar.
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 slabejnje otpornog delitelja napona?** Kod ovog delitelja napona slabejnje 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 srednje i visoko - tonskih zvučnika, kako bi se ostvario odgovarajući balans između nivoa zvučnih pritisaka koje stvaraju pojedini zvučnici u zvučničkom sistemu.
8. **Koje tipove oslabljivača razlikujemo s obzirom na konfiguraciju otporne mreže i koji tip se najčešće koristi u audio skretnicama?** Prema konfiguraciji otporne mreže razlikujemo oslabljivače tipa "T", "Π", "U", "L" i td. Oslabljiivači tipa "L" se najčešće sreću u audio skretnicama.
9. **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.

10. U kakvim oblicima se proizvode oslabljivači u pasivnim audio skretnicama?
Oslabljivači se proizvode kao fiksni, skokovito promenljivi, ili kontinualno promenljivi.

11. 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.

12. 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.

13. Koja kola u stvari predstavljaju otporno-kapacitivni delitelji napona? U oba slučaja se praktično radi o filterima 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).

14. Kako izgleda prenosna funkcija otporno-kapacitivnog delitelja napona kod kog se izlazni napon dobija sa kondenzatora? Kao kod filtra propusnika niskih frekvencija prvog reda.

15. Kako izgleda prenosna funkcija otporno-kapacitivnog delitelja napona kod kog se izlazni napon dobija sa otpornika? Kao kod filtra propusnika visokih frekvencija prvog reda.

16. Šta je najprostiji regulator jačine audio signala? Najprostiji regulator jačine audio signala je potencijometar.

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

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

19. Koje zakone promene otpornosti srećemo kod potencijometara? U praksi postoje potencijometri sa različitim zakonima promene otpornosti između klizača i jednog kraja: linearni, logaritamski, antilogaritamski i td.

20. 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.

21. Koliki je ugao promene otpornosti kod rotacionih potencijometara? Ukupni ugao rotacije a time i promene otpornosti ovih potencijometara je oko 270°.

22. 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 samnjuje do vrednosti približno jednak izlaznoj otpornosti prethodnog pojačavačkog stepena. (Podrazumeva se da prethodni stepen ima malu izlaznu impedansu a naredni veliku).

23. 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).

- 24. 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.
- 25. 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.
- 26. Zašto se za promenu nivoa signala u audio uređajima koriste logaritamski potencijometri?** Ovi potencijometri se koriste za promenu nivoa signala u audio uređajima iz razloga što je osećaj glasnosti zvuka kod čoveka logaritamski.
- 27. Kako u praksi izgleda kriva promene otpornosti logaritamskih potencijometara?** U praksi, kriva promene otpornosti logaritamskih potencijometara ne prati sasvim tačno logaritamski zakon. Naime, otporna staza kod ovih potencijometara ima dva dela koji su napravljeni od različitih otpornih materijala pa se zakon promene sastoji od dva linearna segmenta koji aproksimiraju logaritamsku krivu.
- 28. Kako je moguće linearni potencijometar »pretvoriti« u logaritamski?** Jedan od načina je da se optereti klizač linearnog potencijometra fiksnom otpornošću. Dodavanje fiksnog otpornika znatno poboljšava zakon promene izlazne otpornosti.
- 29. Koji je nedostatak logaritamskog potencijometra dobijenog od linearnog dodavanjem fiksnog otpornika između klizača i početnog kraja?** Nedostatak ovog postupka leži u tome što je opseg slabljenja dobijenog logaritamskog potencijometra 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.

Električni filtri

1. **Šta je električni filter?** Električni filter predstavlja mrežu čija je namena da iz frekvencijski složenog ulaznog signala izdvoji i propusti signal datih karakteristika.
2. **Koje su uobičajene primene filtera u audiotehnici i akustici?** Filtri su srce 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 frekvencijsku obradu pri radio prenosu (izdizanje i slabljenje visokih), ograničavanju opsega (aliasing) pri digitalnoj obradi signala, uređajima za optimiziranje karaktersitka medija za snimanje i td.
3. **Kako električne filtre možemo podeliti?** Filtri se mogu podeliti na više načina. 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 kalemove, kondrnzatori su manjih dimenzija nego kod pasivnih, nema interakcije između susednih stepeni, moguća je realizacija sa promenljivim pojačanjem i promenljivim parametrima, nema magnetne sprege između pojedinih delova, moguća je reelizacija 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 frekvencijskom karaktersitkaom i linearnom fazom, sa mogućnošću posešavanja parametara. Ovi filtri su imuni na EMI i šum, stabilni su (temperaturno i vremenski), imaju visok stepen ponovljivosti, preciznost povezana sa cenom odnosno uloženim radom.
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.
11. **Šta je red filtra?**
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. **Šta je granična frekvencija ili granica nepropusnog opsega filtra?** Granična frekvencija ili granica nepropusnog opsega f_n filtra definiše se kao frekvencija na kojoj imamo minimalno određeno minimalno slabljenje filtra A_{min} .
14. **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.
15. **Šta je prelazna oblast filtra?** Područje na frekvencijskoj osi između granične frekvencije propusnog opsega (f_3) i granične frekvencije nepropusnog opsega (f_n).
16. **Šta je idealni normalizovani filter propusnik niskih frekvencija?** To je filter kod kojeg je: amplitudska karakteristika u propusnom opsegu jednaka jedinici fazna karakteristika linearna sa nagibom jednakim jedinici, grupno kašnjenje jednako jedinici. Amplitudska karakteristika van propusnog opsega jednaka je nuli pa nije važno kakva je faza i grupno kašnjenje.
17. **Šta se podrazumeva pod aproksimacijom idealnog filtra propusnika niskih frekvencija?** To je postupak u kojem se aproksimira amplitudska ili fazna karakteristika idealnog filtra sa filterom čija je realizacija moguća i čije su karakteristike najpribližnije idealnim.
18. **Kao rezultat aproksimacije idealnog filtra, u praksi se dobijaju različite familije filtera. Navesti najpoznatije od njih.** To Batervortovi, Čebiševljevi, inverzni Čebiševljevi, eliptički, Beselovi, itd. filteri. Svaka od navedenih familija filtera na određeni način aproksimira amplitudsku ili faznu karakteristiku idealnog filtra.
19. **Kakva aproksimacija se postiže Batervortovim filterima?** Batervortovi filteri aproksimiraju amplitudsku karakteristiku idealnog filtra propusnika niskih frekvencija. Ovakva amplitudska karakteristika naziva se maksimalno ravnom karakteristikom, jer je njenih prvih $(2n - 1)$ izvoda jednako nuli u koordinatnom

- početku, pa stvarna i idealna karakteristika imaju dodir najvišeg reda u tački $\omega = 0$. Aproksimacija idealne amplitudske karakteristike je sve bolja što je red filtra veći.
- 20. Kako se menja karaktersitka grupnog kašnjenja Batervortovog filtra sa povećanjm njegovog reda?** Sa povećanjem reda Batervortovog filtra rastu i izobličenja u karakteristici grupnog kašnjenja, što ima za posledicu pogoršanje karakteristika filtra u vremenskom domenu.
- 21. Koje familije filtara imaju oštriju selektivnost, odnosno brži pad frekvencijske karakteristike u nepropusnim opsegu od Batervotrovih?** Čebiševljevi i eliptički ili Kauerovi (Cauer) filtri.
22. Skicirati amplitudsku karakteristiku filtra i na njoj označiti njegove karakteristične frekvencijske opsege (propusni, nepropusni, prelaznu oblast).
23. Skicirati amplitudske karakteristike filtara propusnika niskih, propusnika visokih i propusnika opsega frekvencija.
24. Šta se podrazumeva pod aproksimacijom idealnog filtra propusnika niskih frekvencija?
-
-
25. Kakvi se uslovi kod aproksimacije idealnog filtra postavljaju?
-
-
26. Kakva je razlika između amplituda aproksimirajućih filtara Batervortovog, Beselovog, Čebiševljevog i eliptičkog tipa?

27. Skicirati kako izgledaju grupna kašnjenja aproksimirajućih filtara Batervortovog, Beselovog, Čebiševljevog i eliptičkog tipa?

28. Kakve su razlike u tranzijentnoj karakteristici aproksimirajućih filtara Batervortovog, Beselovog, Čebiševljevog i eliptičkog tipa?

29. Čime je određen red filtra i kako brzina opadanja amplitudske karakteristike filtra zavisi od njegovog reda?

30. Kojim postupkom se prenosne funkcije jedne vrste filtara pretvaraju u prenosne karakteristike druge vrste filtara?

31. Navesti primere primene električnih filtara u auditehnici.

32. Kako izgleda amplitudska karakteristika rezonantnog filtra i kako se definiše njegov Q faktor?

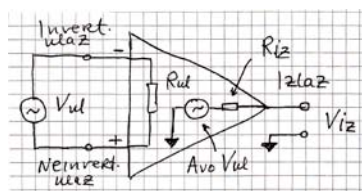
33. Skicirati amplitudske karakteristike lepezastih filtara i filtra nepropusnika opsega frekvencija.

34. Navesti tipove električnih mreža pomoću kojih se realizuju pasivni filtri:

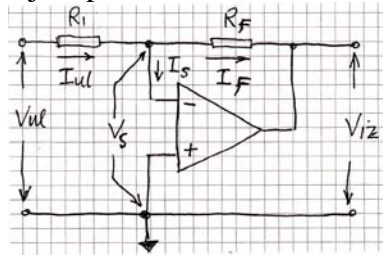
35. Skicirati koncept realizacije aktivnih filtara:

Osnovni karakteristike operacionih pojačavača i audio kola sa njima

1. **Kako se može definisati operacioni pojačavač?** Operacioni pojačavač je u stvari pojačavač jednosmernih signala sa diferencijalnim ulazom i velikim pojačanjem, čije radne karakteristike zavise od primenjenih elemenata u njegovoj povratnoj sprezi.
2. **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.).
3. **Šta je pojava operacionih pojačavača značila za dalji razvoj integrisanih elektronskih kola?** Nastaje novi koncept u razvoju integrisanih kola gde se jedan isti pojačavač koristi za obavljanje različitih operacija.
4. **U kom obliku su se pojavili prvi operacioni pojačavači i kako je tekao njihov dalji 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.
5. **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.
6. **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 diskretnih komponenta, koji su vremenom postali i sami diskretne elektronske komponente.
7. **Koje osobine ima idealni operacioni pojačavač?** Beskonačno veliko naponsko pojačanje ($A_{vo} = \infty$), beskonačno velika ulazna otpornost ($R_{ul} = \infty$), izlazna otpornost jednak nuli ($R_{iz} = 0$), beskonačno širok radni opseg ($B = \infty$), ulazni napon greške (offset voltage) jednak nuli ($V_{iz} = 0$, ako je $V_{ul} = 0$).
8. **Nacrtati ekvivalentnu električnu šemu idealnog operacionog pojačavača.**



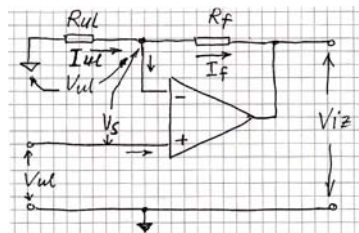
9. **Kako izgleda invertujući pojačavač u realizaciji sa operacionim pojačavačem?**
Signal se preko otpornika R1 dovodi na (-) ulaz dok je (+) ulaz na masi. U povratnoj sprezi od izlaza do (-) ulaza je otpornik Rf.



10. **Koliko iznosi pojačanje invertujućeg pojačavača?**

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

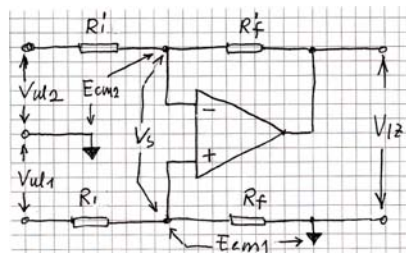
11. **Šta je virtuelna masa?** Kada je plus (+) ulaz invertujućeg pojačavača na masi tada je i minus (-) ulaz na istom potencijalu, tj. na potencijalu mase, pa kažemo da je ta tačka virtuelna masa (nije direktno vezana na masu ali je uvek na potencijalu mase).
12. **Kako izgleda ne-invertujući pojačavač u realizaciji sa operacionim pojačavačem?**
Signal se dovodi na (+) dok su na (-) ulaz vezani otpornik Rul prema masi i otpornik Rf u grani povratne sprege prema izlazu.



13. **Koliko iznosi pojačanje ne-invertujućeg pojačavača?**

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

14. **Kako izgleda diferencijalni pojačavač u realizaciji sa operacionim pojačavačem?**
Na oba ulaza se preko otpornika iste vrednosti R1 dovode dva različita signala. Od (+) ulaza prema masi vezan je otpornik Rf iste vrednosti kao otpornik povratne sprege (od izlaza na (-) ulaz).



15. **Koliko iznosi pojačanje diferencijalnog pojačavača za diferencijalni signal Vdif?**

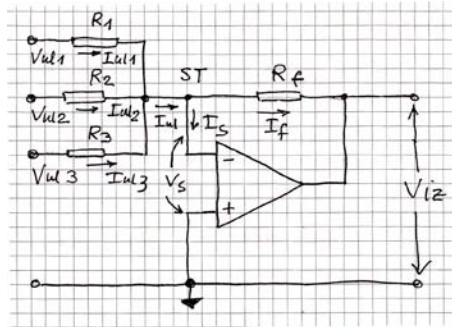
$$A_d = \frac{V_{iz}}{V_{ul1} - V_{ul2}} = \frac{V_{iz}}{V_{dif}} = \frac{R_f}{R_1}$$

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

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

17. Kako izgleda sabirni pojačavač u realizaciji sa operacionim pojačavačem? Ovde

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



18. Koliki je izlazni napon kod sabirnog pojačavača? Proporcionalan je zbiru ulaznih napona sa obrnutim znakom.

$$V_{iz} = - \left[V_{ul1} \frac{R_f}{R_1} + V_{ul2} \frac{R_f}{R_2} + V_{ul3} \frac{R_f}{R_3} \right], \text{ ako je } R_1=R_2=R_3=R \text{ onda je:}$$

$$V_{iz} = - \frac{R_f}{R} [V_{ul1} + V_{ul2} + V_{ul3}]$$

19. Na kojem potencijalu je (-) ulaz u odnosu na (+) ulaz kod invertujućeg, neinvertujućeg, diferencijalnog i sabirnog pojačavača, respektivno? Kod svih pobrojanih pojačavača (-) ulaz i (+) ulaz su na istom potencijalu ako je pojačavač u stabilnom režimu rada sa povratnom spregom.

Audioelektronika

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°C i daje se u milionitim delovima po °C (ppm/°C)).
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. **Kako se manifestuje uticaj skin efekta na otpornost otpornika u opsegu audio frekvencija?** (Uticaj skin efekta nije posebno izražen na ovim frekvencijama).
7. **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).
8. **Šta je nominalna snaga otpornika?** (Nominalna snaga otpornika, data u vatima, predstavlja količinu toplote koju otpornik može bezbedno da disipira pri normalnim uslovima okoline).
9. **Pod kojim uslovima je određena nominalna snaga otpornika i kolika je njena vednost na višim temperaturama okoline?** (Nominalna snaga određena je pod uslovom da temperatura ni jedne tačke otpornika ne pređe određenu vrednost (obično 70 °C). Iznad ove temperature snaga otpornika opada).
10. **Kolika treba da bude snaga disipacije otpornika pri normalnom radu?** (Radi postizanja visoke pouzdanosti, poželjno je da snaga koju otpornik disipira pri radu ne prelazi polovinu njegove nominalne snage).
11. **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 $U = \sqrt{P \cdot R}$.
12. **Čime je ograničen nominalni radni napon otpornika velike otpornosti?** (Za otpornike velikih otpornosti ovaj napon je ograničen dielektričnom čvrstoćom materijala u otporniku kao i veličinom i konstrukcijom otpornika i manji je od vrednosti definisane snagom i otpornoću otpornika).
13. **Kako nastaje šum kod otpornika?** (Šum kod otpornika nastaje usled dva uzroka i to usled termičkog kretanja molekula (Džonsonov šum - Johnson) i usled proticanja struje kroz otpornik ("strujni šum").
14. **Od čega zavisi Džonsonov šum otpornika?** (Džonsonov šum je funkcija otpornosti i temperature i nezavisan je od vrste materijala od kojeg je izrađen otpornik).
15. **Od čega zavisi »strujni« šum otpornika?** ("Strujni šum" je naročito karakterističan kod otpornika od ugljene mase. Ovaj šum se povećava sa povećanjem otpornosti otpornika i povećanjem struje kroz njega i opada sa porastom frekvencije).
16. **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).

17. **Kakav je sastav masenih otpornika?** (Otporni element kod ovih otpornika sastoji se od ugljenog praha, vezivnog sredstva i neorganske ispune (azbest ili liskun u prahu).
18. **Od čega se sastoje slojni otpornici?** (Slojni otpornici se sastoje od otpornog sloja nanesenog u obliku spirale na izolacioni nosač - obično keramička cevčica).
19. **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).
20. **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 aluminijski hladnjak).
21. **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 trimere potenciometre ili trimere).
22. **Koja je razlika između potencimetara i trimer-potencimetara 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 odvijajača).
23. **Šta je promenljivi otpornik ili reostat?** (Promenljivi otpornik je potencimetar čiji je klizač vezan za jedan kraj otporne staze).
24. **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“).
25. **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°) dok je kod višeobrtnih za istu promenu otpornosti obično potrebno deset obrtaja klizača. Zbog ove činjenice višeobrtni trimer potenciometri imaju mogućnost finijeg podešavanja).
26. **Kakav može biti zakon promene otpornosti potencimetara?** (Zakon promene otpornosti potencimetara je najčešće linearni ili logaritamski).
27. **Kako su standardizovane vrednosti otpornika?** (Vrednosti otpornika u okviru jedne dekade se dobijaju povećavaju prethodne vrednost za isti procenat. Broj vrednosti u jednoj dekadi može biti različit i ovaj broj nazivamo redom. Tako imamo redove E6, E12, E24, E48, E96 i E192. Faktor povećanja otpornosti se dobija iz izraza $\sqrt[n]{10}$, gde n predstavlja numeričku vrednost u nazivu reda ($n = 6, 12, 24, 48, 96, 192$).
28. **Šta je kolor kod kod otpornika i čemu je namenjen?** (Kolor kod je način označavanja karakteristika otpornika. Oznaka je nanosena na telu otpornika u obliku prstenova različite boje, od kojih svaka boja ima svoju brojnu vrednost).
29. **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).
30. **Kako se otpornost otpornika označava alfanumeričkim karakterima?** (Umesto decimalne tačke uobičajeno je da se koriste slova R (Ω), k ($k\Omega$) i M ($M\Omega$) da označe njen položaj i težinski faktor broja. Na primer R39=0,39 Ω , 4k7=4,7 $k\Omega$, 47k=47 $k\Omega$, 22M=22 $M\Omega$ i td).

31. **Koje slovne oznake se koriste za označavanje tolerancije otpornika?** (Slovne oznake prema tabeli)

Slovo	B	C	D	F	G	J	K	M
Tolerancija (%)	0,1	0,25	0.5	1	2	5	10	20

Kondenzatori

32. **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).
33. **Kako izgleda kriva impedanse kondenzatora u funkciji frekvencije?** (Impedansa kondenzatora prvo opada sa frekvencijom, dostiže minimum na frekvenciji rezonanse i nakon toga raste. Frekvencija rezonanse zavisi od tipa kondenzatora i varira od oko 10 kHz za elektrolitičke kondenzatore do oko 1 MHz i više, za folijske i keramičke kondenzatore).
34. **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 šema možemo svesti na rednu vezu kapaciteta C i otpornosti R_s , gde otpornost predstavlja ukupne gubitke koje svaki kondenzator ima).
35. **Od kojih veličina zavisi kapacitet kondenzatora?** (Kapacitet kondenzatora zavisi od površine njegovih obloga razmaka između njih i dielektrične konstante dielektrika).
36. **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).
37. **Šta je sačinilac gubitaka ili faktor disipacije kondenzatora?** (Faktor disipacije kondenzatora definisan je kao: $tg\delta = R_s \omega C$. Snaga gubitaka kondenzatora je proporcionalna ovom faktoru pa se on naziva i faktor snage kondenzatora).
38. **Kako sačinilac gubitaka utiče na stvarnu vrednost kapaciteta kondenzatora?** (Ekvivalentni kapacitet C_e realnog kondenzatora zavisi od vrednosti ovog parametra, prema relaciji:

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

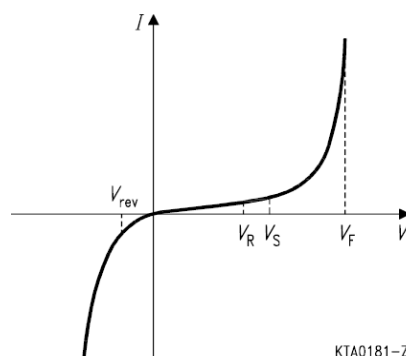
Sačinilac gubitaka $tg\delta$ se manja sa frekvencijom i temperaturom što se odražava na promene kapaciteta a ovo dovodi do izobličenja audio signala koja su ekvivalentna faznoj i amplitudskoj modulaciji. Zato je poželjno da sačinilac gubitaka kondenzatora ima što manju vrednost).

39. **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 $^\circ\text{C}$ ($\text{ppm}/^\circ\text{C}$). Dat je relacijom:

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

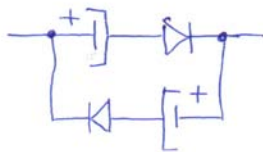
40. **Šta je apsorpcija dielektrika (DA) kod kondenzatora?** (Prilikom punjenja kondenzatora dielektrik „apsorbouje“ izvesni deo energije, koji ostaje zarobljen i nakon pražnjenja kondenzatora. Apсорpcija dielektrika se izražava u procentima i data je odnosom napona nastalog na krajevima kondenzatora posle pražnjenja i napona na koji je kondenzator prethodno bio napunjen).

41. **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).
42. **Šta je radni napon kondenzatora?** (Radni napon kondenzatora predstavlja onu vrednost napona pri kojoj kondenzator može bezbedno da radi duže vreme).
43. **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).
44. **S obzirom na konstrukciju i tip dielektrika koje vrste kondenzatora razlikujemo?** (Najznačajnije među njima su: folijski, keramički i elektrolitički kondenzatori).
45. **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).
46. **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).
47. **Konstrukcija folijskih konsenzatora**
48. **Poređenje folijskih kondenzatora**
49. **Šta su keramički kondenzatori?** (Ovi kondenzatori imaju dielektrik od keramičke mase, dok su im obloge od sloja srebra nanesenog sa obe strane dielektrika. Inkapsiluliraju se u keramiku ili smolu).
50. **Koje vrste keramike se koriste kao dielektrici keramičkih kondenzatora?** (Kao dielektrici keramičkih kondenzatora koristi se više različitih tipova keramike, među kojima su nappoznatiji COG (ili NPO), X7R, X5R, Y5V i td).
51. **Konstrukcija keramičkih kondenzatora**
52. **Poređenje ker kondenzatora**
53. **Navesti osnovne osobine elektrolitičkih aluminijumskih kondenzatora.** (Dobre osobine - veliki kapacitet (1 uF-1 F), veliki radni napon (do 450V i više), Loše osobine - šum, struja curenja, promena C sa temperaturom, apsorpcija dielektrika, induktivnost).
54. **Koje su osnovne razlike između tantal i aluminijumskih elektrolitičkih kondenzatora?** (Tantal elektroliti imaju: manje dimenzije, manju struju curenja, manji DA, manje ESR, manje promene C sa temperaturom, širi temperaturni opseg rada. Nažalost, imaju i znatno manji radni napon (do 50 V) i maksimalni kapacitet (do 100 uF)).
55. **Skicirati U-I karakteristiku elektrolitičkog kondenzatora i na njoj naznačiti: nominalni, vršni i inverzni napon, kao inapon formiranja kondenzatora.**



V_R – nominalni napon, V_S – vršni napon, V_F – napon formiranja, V_{rev} – inverzni napon

56. **Koji parametri su posebno važni kod ocene kvaliteta kondenzatora za primenu u audio uređajima?** (To su veličina sačinioaca gubitaka ($tg\delta$) i apsorpcije dielektrika (DA), kao i stepen promene kapaciteta kondenzatora, sačinioaca gubitaka i apsorpcije dielektrika sa temperaturom i frekvencijom).
57. **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. Elektrolitičke i keramičke kondenzatore treba, po mogućstvu, izbegavati).
58. **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).
59. **Elektrolitički kondenzatori su u određenim slučajevima ipak neizbežni u audio sklopovima. Kako tada treba odabrati, ipak, one manje loše?** (Trebalo odabrati kondenzatore datog kapaciteta sa što manjim gubicima i apsorpcijom dielektrika, dajući prednost onim koji su predviđeni za veće radne napone).
60. **Koju vrstu elektrolitičkih kondenzatora treba koristiti u pasivnim zvučničkim skretnicama i kao sprežne elemente u audio kolima?** (To treba da budu nepolarizovani (bipolarni) elektrolitički kondenzatori ili dva polarizovana vezana na red sa istoimenim elektrodama spojenim u zajedničku tačku).
61. **Na koji još način je moguće od dva polarizovana elektrolitička kondenzatora dobiti nepolarizovani?** (Prema niže datoj šemi, u kom slučaju kroz kondenzatore ne protiče inverzna struja, što je povoljnije).



62. **Na višim frekvencijama elektrolitički kondenzatori postaju induktivni. Kako se njihov uticaj na izobličenje audio signala u tom opsegu frekvencija može smanjiti?** (Paralelno nepolarizovanom elektrolitičkom 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).
63. **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

64. **Kako izgleda ekvivalentna električna 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).
65. **Čime je definisana induktivnost kalema?** (Induktivnost kalema zavisi od njegovih dimenzija i oblika, permeabilnosti materijala jezgra i broja zavoja).
66. **Koji parametri utiču na promenu induktivnosti kalema?** (Induktivnost kalema se menja sa vremenom, kao i sa promenom vlažnosti i temperature).
67. **Šta je faktor dobrote kalema?** (Faktor dobrote kalema je dat odnosom reaktivne ωL i otporne R_0 komponente njegove impedanse, tj.:

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

gde je $\tau = L/R_0$ vremenska konstanta kalema.

- 68. 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 τ 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).
- 69. 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).
- 70. Koji su sastavni elementi kalemova za elektronske uređaje?** (Jezgro, kalemsko telo i namotaj).
- 71. 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).
- 72. 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 objumicama ili se zavojci međusobno slepe odgovarajućim lepkom ili smolom).
- 73. S obzirom na tip jezgra, koje kalemove 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 gvozdеног lima, nemetalnog magnetnog praha (magneto - dielektrika) i metalnog magnetnog praha (ferita)).
- 74. 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).
- 75. Šta karakteriše kalemove 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).
- 76. Kako je moguće optimizirati kalem bez jezgra?** (Izborom dimenzija moguće je kalem bez jezgra optimizirati tako da za datu induktivnost i otpornost ima najmanju količinu bakra (najmanja cena) ili da ima najmanje dimenzije (ako je problem smeštaj)).
- 77. 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 :

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

- 78. Kako je moguće merenjem utvrditi faktor induktivnosti A_L , kalema.** (Na dato jezgro je potrebno namotati jedan zavojak i izmeriti induktivnost. Dobijeni podatak, izražen u pF, je brojno jednak faktoru induktivnosti kalema).