

ELEKTROAKUSTIKA

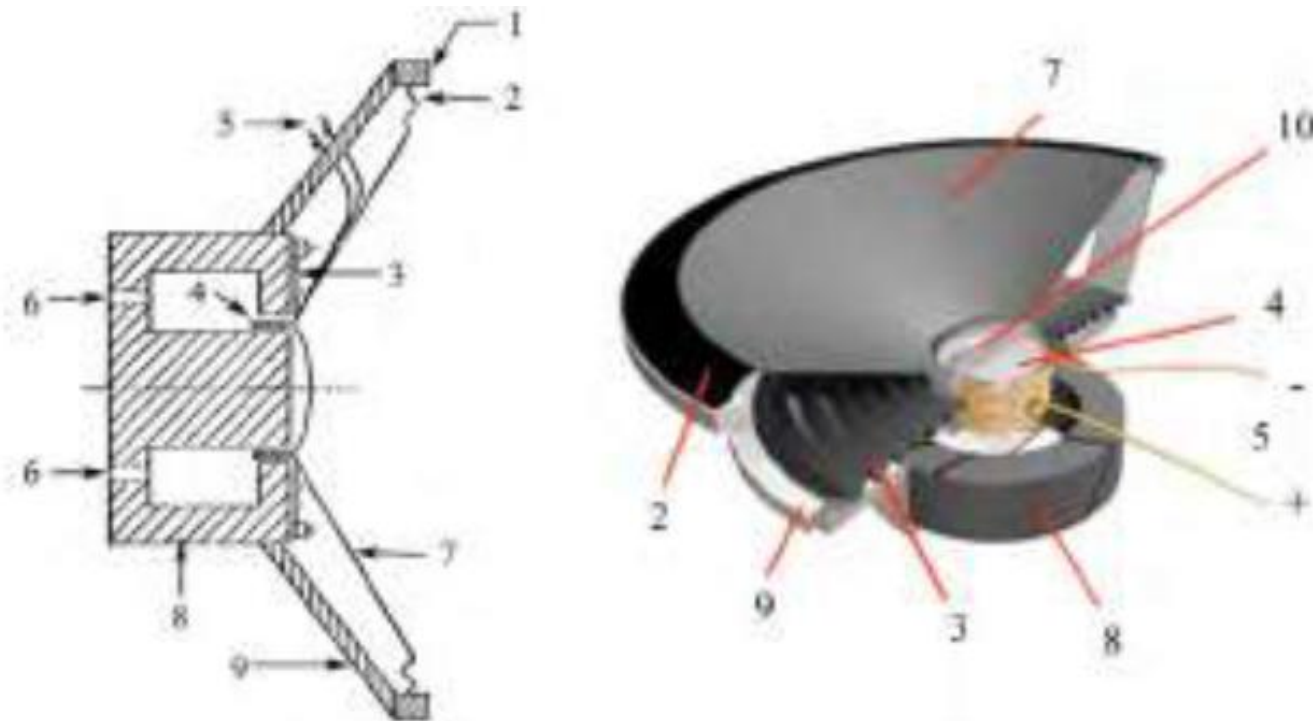
Elektrodinamički zvučnik

prof. dr Zoran Milivojević

mr Danijela Aleksić, predavač

Elektrodinamički zvučnik

Elektrodinamički zvučnik, slika 7.3, se sastoji iz tri osnovne celine: kretnog sistema, magnetnog sklopa i korpe.



Slika 7.3 – Presek elektrodinamičkog zvučnika: 1-elastični podmetač po obodu korpe, 2-elastični rub membrane, 3-centrator, 4-kalem, 5-provodnici, 6-otvor za izjednačavanje pritiska, 7-membrana, 8-magnetni sklop, 9-korpa, 10-kalota

Kretni sistem

Kretni sistem čine membrana, kalem, elementi za centriranje i vođenje i provodnici. Membrana (7) treba da bude laka i kruta. Izrađuje se od različitih materijala (papir, plastika, metali, kompozitni materijali) i najčešće je konusnog oblika mada se prave i levkaste, kalotne i ravne membrane, o čemu će više govora biti u poglavlju 7.2. Kalem (4) je izrađen od većeg broja navojaka lak žice, namotanih na kalemskom telu, i međusobno slepljenih temperaturno otpornim vezivnim materijalom.

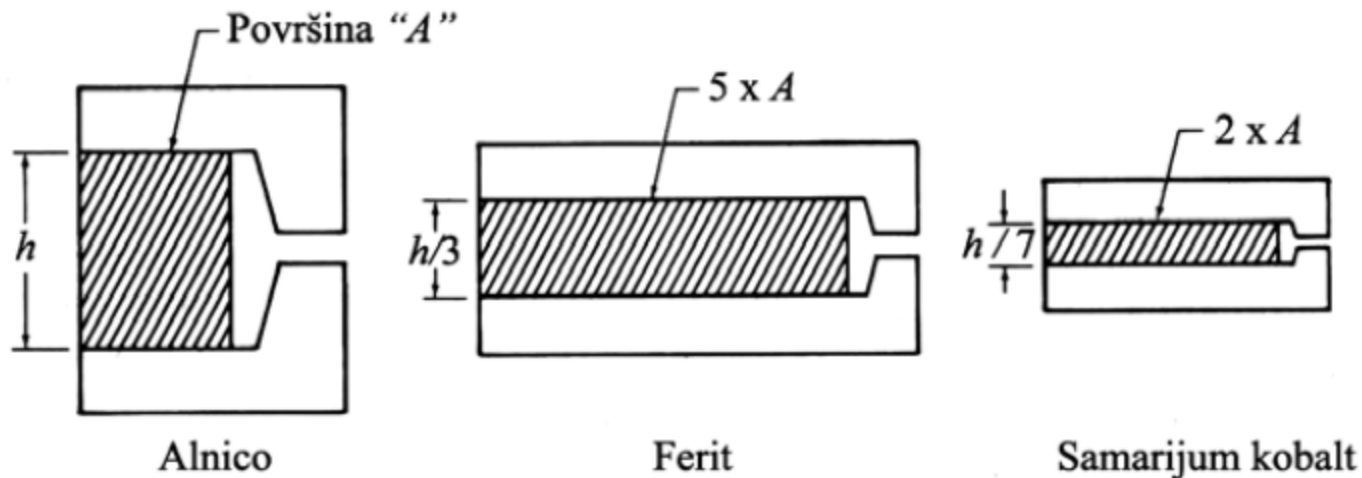
Kretni sistem je spojen za korpu zvučnika pomoću dve elastične veze: jedne postavljene po rubu membrane i druge fiksirane za membranu u neposrednoj blizini spoja sa kalemom. Rubna elastična veza (2) izrađena je kao nastavak membrane sa upresovanim kružnim naborima ili kao poseban materijal nalepljen na membranu. Druga elastična veza (3) koja se naziva centrator obezbeđuje precizno centriranje kalema u prstenasto međugvožđe magneta dozvoljavajući mu kretanje samo u pravcu ose zvučnika. Na kretnom sistemu se nalaze i provodnici (5) kojima su krajevi kalema povezani sa priključcima montiranim na korpi zvučnika.

Korpa

Korpa (9) povezuje sve elemente zvučnika u jednu celinu; izrađuje se od metala i na svom obodu ima otvore i elastične podmetače za ugradnju zvučnika. Na korpi se nalaze i priključci za povezivanje zvučnika sa izvorom audio signala.

Magnetni sklop

Magnetni sklop (8) zvučnika se sastoji od magneta i polnih nastavaka izrađenih od mekog čelika ili livenog gvožđa, slika 7.4. Osnovni zadatak magnetnog sklopa je da magnetnu energiju fokusira u prostor gde se nalazi kalem, odnosno u vazdušni procep. Gustina magnetnog fluksa, u vazdušnom procepu, kod niskotonskih zvučnika je između 1,1 i 1,3 T dok je kod kompresionih pobuđivača u granicama od 1,8 do 1,9 T. Magnetni sklop zajedno sa kalemom često se u literaturi naziva „motor zvučnika“.



Slika 7.5 – Tri ekvivalentna magnetna kola sa magnetima od Alnico materijala, ferita i samarijum kobalta. Na slikama su označene relativne vrednosti površina i visina magneta.

Magnetni sklop

Slika 7.5. Tri ekvivalentna magnetna kola sa magnetima od Alnico materijala, ferita i samarijum kobalta. Na slikama su označene relativne vrednosti površina i visina magneta.

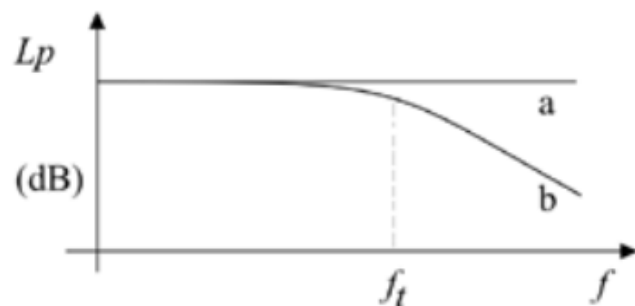
Za izradu stalnih magneta u zvučnicima danas se koriste tri vrste materijala; Alnico V, keramika i retke zemlje. Alnico je legura koja se dobija livenjem i njegov glavni sastojak kobalt je danas veoma skup i teško se dobija. Feriti predstavljaju prave keramičke materijale, dobijene presovanjem i pečenjem barijum ferita, i najveći broj magneta za zvučnike napravljen je od ovih materijala. Od materijala koji pripadaju grupi retke zemlje za magnete uglavnom se koristi samarijum kobalt, koji je takođe jedna vrsta pečene keramike. Magneti od samartijum kobalta su jako skupi ali im je prednost što imaju male dimenzije i masu. Uglavnom se koriste za visokotonske zvučnike.

Ne ulazeći u razmatranje detaljnih karakteristika ovih materijala interesantno je napomenuti, da za iste uslove u vazдушnom procepu magnetnog sklopa, zapremine magneta napravljenih od samarijum kobalta, Alnico V materijala i ferita se odnose približno kao 1:3,5:9, slika 7.5.

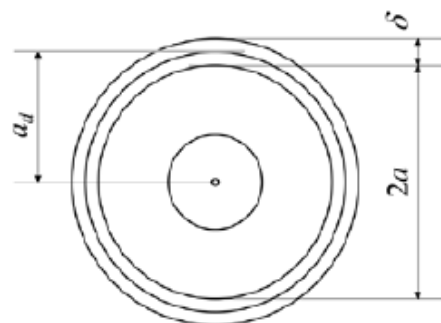
Membrane zvučnika

Membranu zvučnika u prvoj aproksimaciji predstavljamo krutim ravnim klipom.

Frekvencijska karakteristika pritiska koji stvara kruti klip u smeru svoje ose, vibrirajući konstantnom brzinom, potpuno je ravna, slika 7.6a. Karakteristika snage zračenja međutim opada na višim frekvencijama, jer zračenje klipa postaje usmereno.



Slika 7.6 – Frekvencijska karakteristika (a) i karakteristika snage (b) krutog klipa.



Slika 7.7 – Efektivni poluprečnik membrane

Prelomnu frekvenciju na kojoj frekvencijska karakteristika snage zračenja počinje da pada označićemo sa f_t i ona je data relacijom:

$$f_t = \frac{c}{2\pi r} \quad (7.4)$$

gde je: c - brzina zvuka, a r - poluprečnik klipa.

Membrane zvučnika

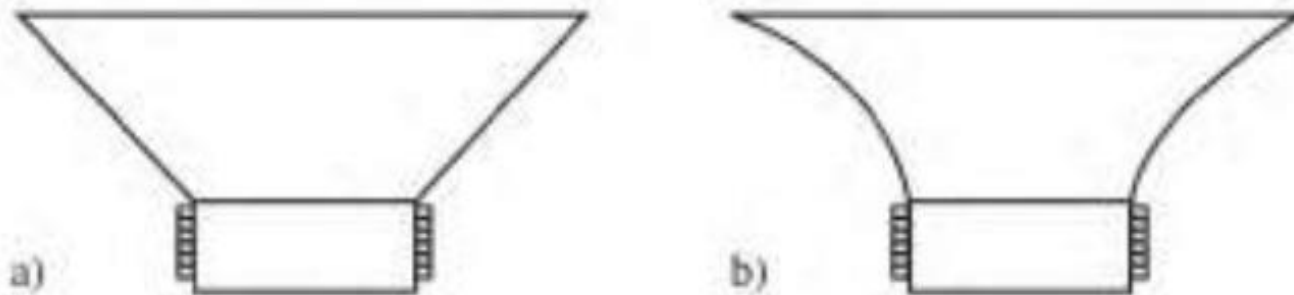
Ispod frekvencije f_k svi delovi membrane se, u datom trenutku, pomeraju u istom smeru i membrana stvarno deluje kao kruti klip. Iznad ove frekvencije kretanje membrane je mnogo složenije, usled čega njene akustičke karakteristike znatno odstupaju od karakteristika krutog ravnog klipa.

Pre svega treba imati u vidu da membrana zvučnika nije idealno kruta. To je u osnovi savitljiva ljuska odgovarajućeg osno-simetričnog oblika, na koju je na pogodan način pričvršćen kalem. Zbog svoje savitljivosti membrana ne može u potpunosti da prati kretanje kalema na višim frekvencijama. Ona se deli na površine koje se, u datom trenutku, pomeraju različitim brzinama i u različitim smerovima. Stoga su karakteristike zračenja membrane na višim frekvencijama veoma složene.

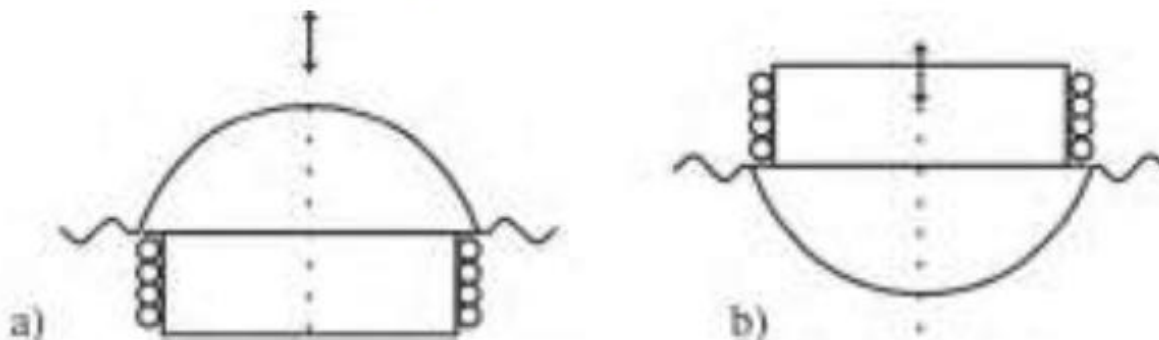
Pored toga, i sam oblik membrane, koja je obično neka kriva površina, nameće dodatna ograničenja na karakteristike zračenja. Sve ove pojave dovode do izobličenja akustičkog signala i naročito pogoršavaju impulsnu karakteristiku zvučnika.

Oblici membrana

Idealna membrana zvučnika trebalo bi da ima oblik ravnog diska. Međutim, kod ravne membrane veoma je teško, pri datoj debljini, postići odgovarajuću krutost. Stoga se u praksi koriste membrane različitih geometrijskih oblika sa ciljem da se poveća njihova krutost pri aksijalnom vibriranju.



Slika 7.8 – Konusna (a) i levkasta (eksponencijalna) membrana (b)



Slika 7.9 – Kalotne membrane: (a) konveksna, (b) konkavna

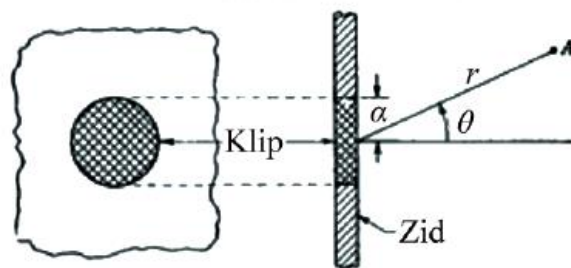
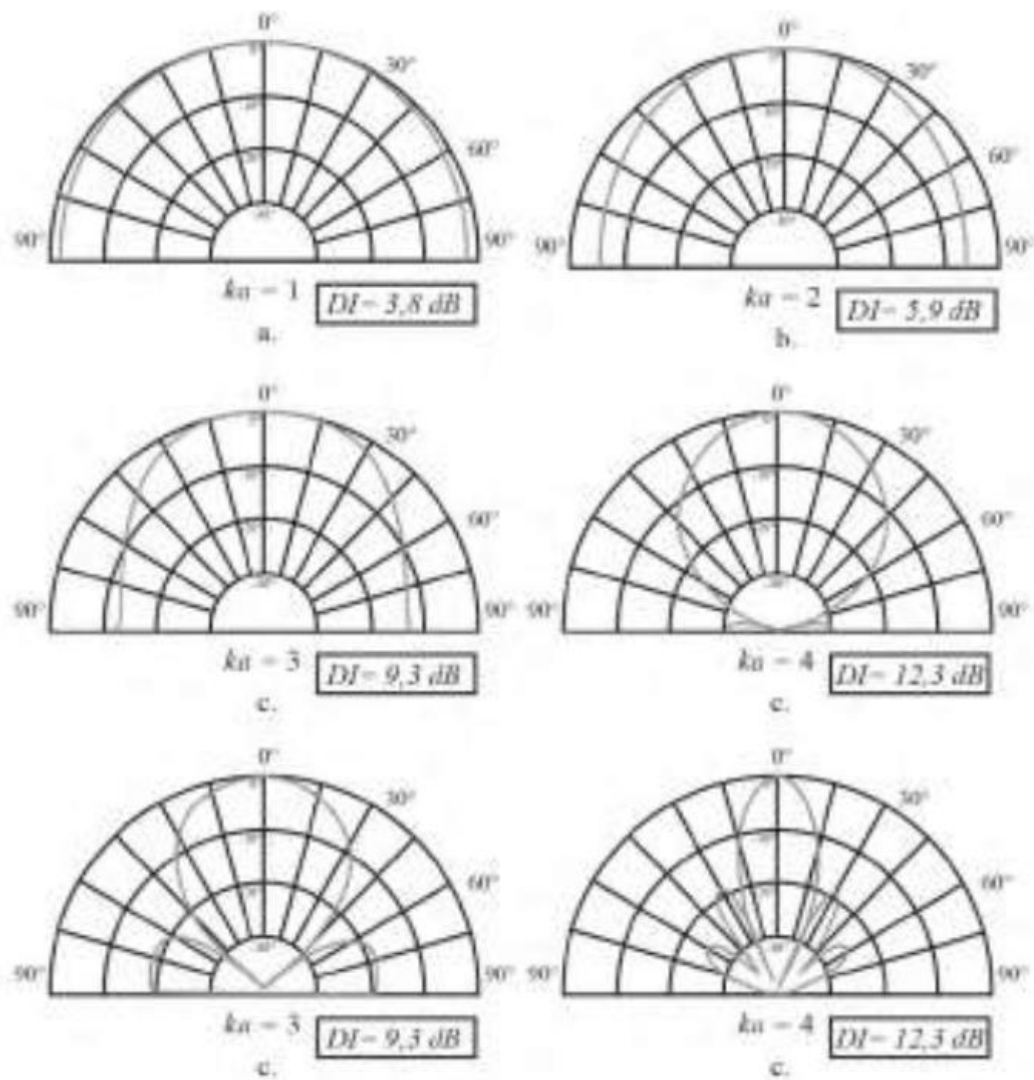
Oblici membrana

Najčešće se sreću konusne membrane, ili tačnije membrane oblika zarubljene kupe, slika 7.8a. Modifikacijom ovog oblika dobijaju se levkaste membrane, sa zakrivljenim izvodnicama, obično eksponencijalnim, slika 7.8b. Konusne i levkaste membrane po pravilu se koriste kod niskotonskih i srednjetonskih zvučnika. Kod visokotonskih zvučnika i pobuđivača za srednjetonske i visokotonske levkove koriste se kalotne membrane. Zavisno od toga koja strana zrači razlikujemo konveksne (slika 7.9a) i konkavne (slika 7.9b) kalotne membrane.

U novije vreme mogu se čak sresti i zvučnici sa potpuno ravnim membranama. To su višeslojne (sendvič) strukture specifične izrade, sa izuzetno velikom krutošću na savijanje.

Zračenje membrane

Karakteristike usmerenosti membrane zvučnika, koju u frekvencijskom opsegu njenog rada možemo smatrati krutim klipom, zavise od načina ugradnje i odnosa njenih dimenzija prema talasnoj dužini zvuka. Na slici 7.13 su prikazane karakteristike usmerenosti krutog kružnog klipa poluprečnika a ugrađenog u beskonačnu ravan[1]. Sa slike se vidi da sa porastom frekvencije (odnosno odnosa poluprečnika klipa i talasne dužine zvuka) zračenje postaje sve usmerenije. Pored toga, na višim frekvencijama se pojavljuju, pored osnovne, i sekundarne petlje zračenja.



Slika 7.13 - Karakteristike umerenosti krutog kružnog klipa poluprečnika a u beskonačnoj ravni (DI predstavlja vrednost indeksa direktivnosti)[1]

• **HVALA NA PAŽNJI**