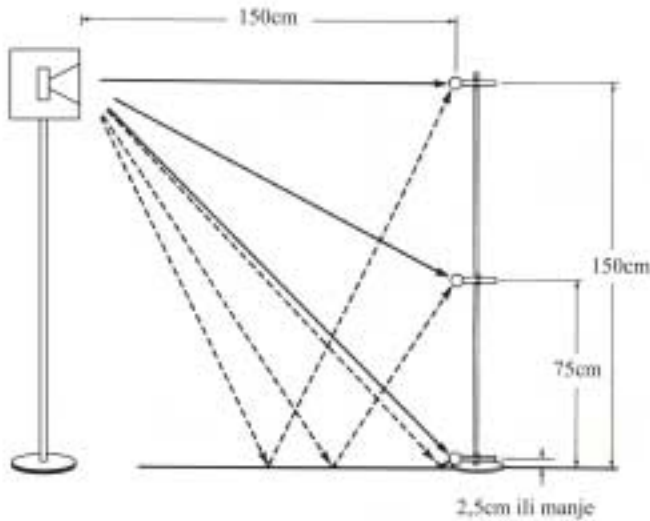
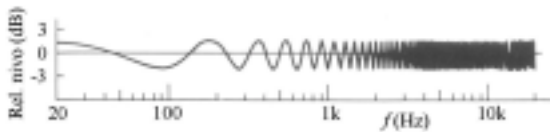


6.1.1. Mikrofoni zone pritiska (PZ mikrofoni)

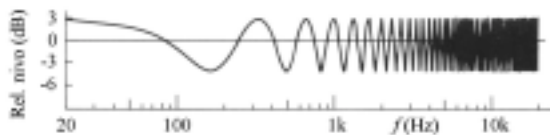


Slika 6.115. Uticaj reflektujuće površine

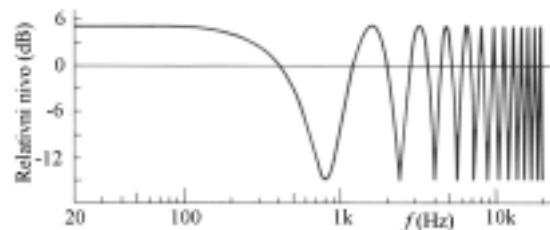
Izvor zvuka prikazan na slici 6.115, nalazi se ispred mikrofona čiji je položaj moguće menjati po vertikali. Za tri karakteristična položaja mikrofona u odnosu na pod (sasvim blizu poda, na rastojanju 75 cm od poda i na rastojanju 150 cm od poda) naznačeni su putevi direktnog i reflektovanog zvučnog talasa do mikrofona. Zvučni talasi koji prelaze različite puteve, sabiraju se na mikrofону, i zbog različitih pređenih puteva i nastalih faznih razlika dolazi do njihove superpozicije i određenog

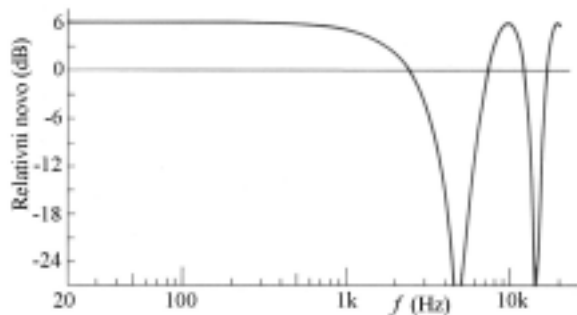


- a) pojačavanja i slabljenja ukupnog signala. S obzirom da je ovde put reflektovanog talasa duži, on će u izvesnoj meri biti oslabljen u odnosu na direktni, pa u ukupnom signalu neće doći do potpunog poništavanja ali će zakašnjeni (reflektovani) talas naizmenično pojačavati i slabiti direktni.

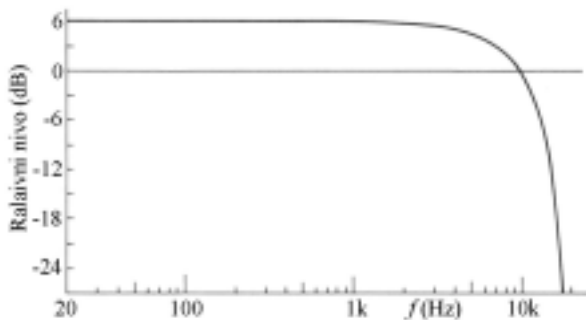


- b) Na slici 6.116. prikazana je familija krivih koja predstavlja uticaj reflektovanog talasa na vrednost ukupnog signala za različite visine mikrofona od poda. Kriva a) se odnosi na slučaj kada je mikrofón na istoj visini od poda kao i izvor zvuka (150 cm), i odnos dužina pređenih puteva je 2,24:1. Vrednost amplitude

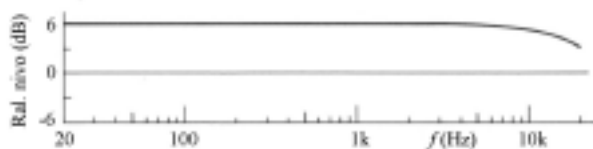




d)



e)



f)

Slika 6.116. Krive ukupnog nivoa zvuka na membrani za različite visine mikrofona od poda: a) 150 cm, b) 75 cm, c) 15 cm, d) 2,5 cm, e) 0,6 cm, f) 0,2 cm.

ukupnog signala u ovom slučaju ima varijacije od oko 4 dB u celom opsegu frekvencija. Ostale krive na slici 6.116, redom, odgovaraju slučajevima kada se mikروفon pomera sve bliže podu i putna razlika između direktnog i reflektovanog talasa se smanjuje. Kao rezultat toga iznos fluktuacija se povećava, položaj prve nule u frekvencijskoj karakteristici se pomera prema višim frekvencijama a maksimalni nivo ukupnog pritiska raste.

Konačno, u slučaju krive f) mikروفon je udaljen od poda samo nešto više od 2 mm. Nivo ukupnog pritiska je za 6 dB veći od nivoa direktnog zvuka, idući do najviših frekvencija. Tek na 20 kHz ovo pojačanje spadne na 3 dB.

Imajući u vidu prethodno rečeno možemo zaključiti da izlazni signal mikrofona postavljenog blizu reflektujuće površine pokazuje kolebanja usled interakcije direktnog i reflektovanog zvučnog talasa koji stižu do njegove membrane. Ovaj efekat, poznat pod imenom „grebenasto“ ili „češljasto“ filtriranje“ (comb filtering) se pojačava kada se

mikروفon približava reflektujućoj površini. Izobličenja koja nastaju na ovaj način su štetna jer dovode do promene boje i zvučne slike audio signala, doprinose gubitku pojedinih detalja i kvare razumljivost.

Međutim kada se mikروفon sasvim približi reflektujućoj površini direktni i reflektovani zvučni talasi pojačavaju jedan drugog u najvećem delu opsega audio frekvencija, povećavajući ukupni nivo signala za 6 dB.

Zona pritiska (granični sloj)

Površina na kojoj dolazi do refleksije zvučnih talasa naziva se granica, a oblast u njenoj neposrednoj blizini je zona pritiska ili granični sloj. U zoni pritiska fazne razlike između upadnog i reflektovanog talasa su približno jednake nuli, pa je zvučni pritisak duplo veći (6 dB) od pritiska upadnog talasa.

Ako se mikروفon nalazi u zoni pritiska na njegovoj membrani će biti duplo veći pritisak što rezultira i duplo većem izlaznim naponom mikrofona. Ovo praktično znači da

mikrofon tada ima duplo veću osetljivost.



Slika 6.117. Mikrofon u zoni pritiska

Mikrofoni koji su izrađeni tako da im se membrana nalazi u zoni pritiska, slika 6.117, gde je zvučni pritisak dva puta veći u odnosu na pritisak upadnog talasa, nazivaju se mikrofoni zone pritiska ((Pressure Zone Microphones, PZ mikrofoni) ili mikrofoni graničnog sloja (Boundary layer Microphones).

Debljina zone pritiska zavisi od frekvencije, odnosno talasne dužine zvuka koji pogađa graničnu površinu. Na primer na rastojanju od granične površine jednakom polovini talasne dužine, direktni i reflektovani talasi se poništavaju, tako da je ovo rastojanje znatno izvan zone pritiska ili graničnog sloja. Može se smatrati da je debljina zone pritiska približno jednaka jednoj trinaestini talasne dužine zvuka ($\lambda/13$) na datoj frekvenciji.

Tabela 6.4. Slabljenje ukupnog nivoa zvučnog pritiska na 20 kHz u funkciji rastojanja b mikrofona od granične površine

Slabljenje na 20 kHz (dB)	Rastojanje mikrofona b (mm)	b/λ
6	2,8	1/6
3	2,2	1/8
1	1,3	1/13

Tako na frekvenciji od 4kHz debljina zone pritiska je oko 7 mm, na frekvenciji od 7,5 kHz oko 3 mm a na frekvenciji od 20 kHz samo 1,3 mm.

Zato, da bi mikrofon bio sasvim u zoni pritiska, mora biti veoma malog prečnika, ili orijentisan tako da mu je membrana paralelna sa graničnom površinom.

Slabljenje ukupnog nivoa zvučnog pritiska na frekvenciji od 20 kHz, u funkciji rastojanja mikrofona od granične površine dato je u tabeli 6.4. Kada je rastojanje mikrofona od reflektujuće površine manje ili jednako $\lambda/13$ onda je ukupni nivo pritiska na membrani niži za najviše 1 dB od svoje maksimalne vrednosti (+6 dB u odnosu na nivo direktnog zvuka).

Veličina granične površine

Veličina granične površine utiče na donju graničnu frekvenciju mikrofona. Većina mikrofona zone pritiska je ugrađena u relativno male okrugle ili kvadratne ploče, slika 6.118. U frekvencijskoj karaktersitici ovako ugrađenog mikrofona, slika 6.118,

razlikujemo prelomnu frekvenciju f_p ispod koje osetljivost mikrofona počinje da opada i frekvenciju f_{-6dB} na kojoj se osetljivost ponovo vraća na vrednost koju bi imao mikrofoni u slobodnom zvučnom polju. Prelomna frekvencija f_p data je približno izrazom:

$$f_p = \frac{230}{a},$$

gde je a veličina granične površine izražena u metrima.



Slika 6.118. Mikrofon zone pritiska (PZ mikrofoni)

Na frekvenciji:

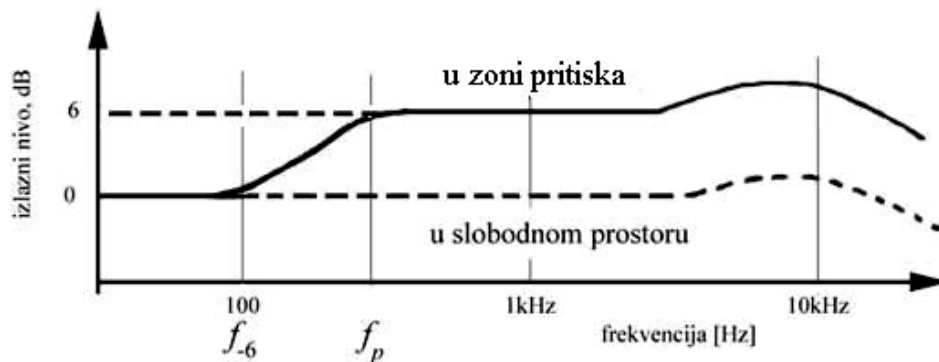
$$f_{-6} = \frac{57}{a}$$

izlaz mikrofona opadne za 6 dB, mikrofoni postaje neusmeren, i ima ravnu frekventijsku karakteristiku sve do donje granice radnog opsega neugrađene mikrofonske kapisle.

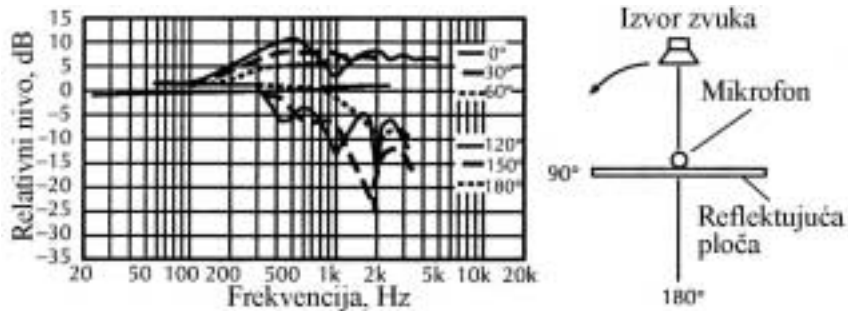
Ako je reflektujuća površina pravougaona sa dužinama stranica a i b ($a > b$) onda osetljivost mikrofona opadne za 3 dB na frekvenciji $57/a$ a za 6 dB na frekvenciji $57/b$.

Da bi frekvencije f_p i f_{-6dB} bile što niže u praktičnoj primeni se ovi mikrofoni postavljaju na pod ili na zid, ili se ugrađuju u sto, čime se granična površina znatno uvećava.

Povećanje osetljivosti PZ - mikrofona nije isto za sve uglove dolaska zvučnih talasa u odnosu na osu normalnu na reflektujuću površinu, slika 6.120. Za upadne uglove bliske 90° , nema povećanja osetljivosti mikrofona. Frekventijska karakteristika je najravnija za upadne uglove od 0 do 90° . Za uglove iznad 90° imamo slabljenje visokih frekvencija i neravnu frekventijsku karakteristiku.



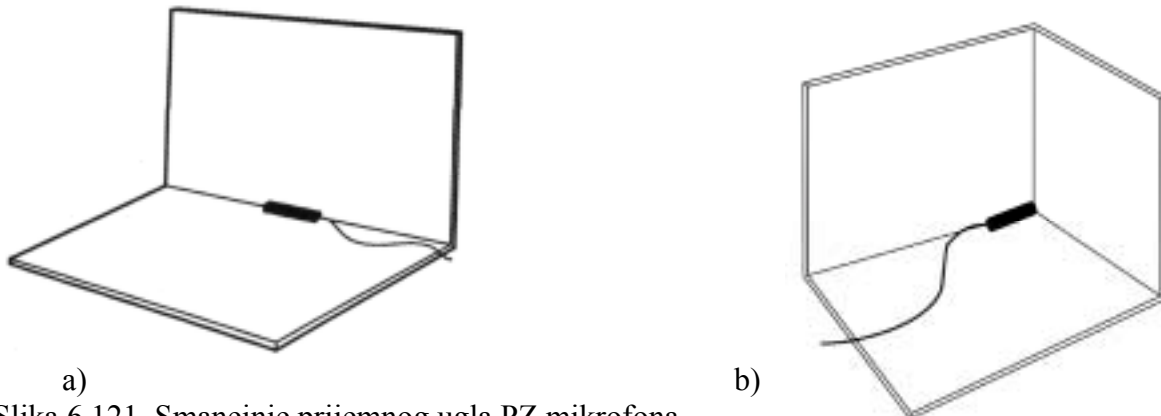
Slika 6.119. Uticaj veličine granične površine na donju graničnu frekvenciju PZ mikrofona



Slika 6.120. Zavisnost frekvencijske karakteristike PZ mikrofona od upadnog ugla zvučnih talasa

Smanjenje prijemnog ugla PZ mikrofona

Kao što smo videli, postavljanjem mikrofona u zonu pritiska jedne reflektujuće površine njegov prijemni ugao postaje 2π steradiana i povećava se njegova osjetljivost za 6 dB.



Slika 6.121. Smanjenje prijemnog ugla PZ mikrofona dodavanjem novih međusobno normalnih graničnih površina: a) dve površine, b) tri površine

Postavljanjem mikrofona na presek dve međusobno normalne reflektujuće površine, slika 6.120a, prijemni ugao se smanjuje na π steradiana dok se osjetljivost povećava za dodatnih 6 dB odnosno za 12 dB u odnosu na slučaj kada je bio u polju ravnih talasa. I važi opšte pravilo da, svaki put kada reflektujućoj površini dodamo (pod pravim uglom) novu reflektujuću površinu, (na slici 6.121. b su tri reflektujuće površine), osjetljivost mikrofona, koji se nalazi u zoni pritiska svake od ovih površina, poveća se za novih 6 dB. Sopstveni šum mikrofona u svim ovim slučajevima ostaje nepromenjen, pa se dodavanjem nove reflektujuće površine povećava i odnos signal / šum mikrofona za 6 dB.

Reflektovani zvučni talasi, izuzimajući prvu refleksiju, stižu do mikrofona sa različitim fazama pa je njihov ukupni nivo veći za samo 3 dB, pri svakom dodavanju nove reflektujuće površine. To znači da će se i odnos direktnog i reflektovanog zvuka, sa svakom novom reflektujućom površinom povećati za 3 dB.

Usmerenost

PZ mikrofoni primaju zvuk iz svih pravaca iznad površine na koju su montirani, pa je njihova karakteristika usmerenosti polusfera. U slučajevima kada su ovi mikrofoni postavljeni u ugao između dva ili čak između tri zida, njihova karakteristika usmerenosti je definisana oblikom zajedničke granice koju čine sve reflektujuće površine. Na niskim frekvencijama, gde se osetljivost mikrofona ponovo vraća na vrednost koju bi imali u slobodnom zvučnom polju, njihova karakteristika usmerenosti je kružna.

Posebni oblici mikrofona

Pored standardnih modela ugrađenih u kvadratne, pravougaone ili okrugle ploče, PZ mikrofoni se izrađuju i u drugim oblicima prilagođenim za montažu u zid, plafon, ploču ili sto, slika 6.121.



Slika 6.122. Različiti oblici PZ mikrofona predviđenih za ugradnju

Kao što se vidi, postoje i verzije koje po svom spoljašnjem izgledu liče na prekidače za svetlo (da ne bi izazivale pažnju) predviđene za ugradnju u zidove, u standardne električarske kutije.