

ELEKTROAKUSTIKA

Zvučnici

prof. dr Zoran Milivojević
mr Danijela Aleksić, predavač

Zvučnici

Zvučnik je elektroakustički pretvarač kod koga se električna energija pretvara prvo u mehaničku a zatim u akustičku. Ovde proces pretvaranja ide obrnutim redom od onog kod mikrofona, i kako smo već rekli, reverzibilni pretvarači o kojima je bilo reči u poglavlju 6, mogu da rade i kao mikrofoni i kao zvučnici. Međutim, s obzirom da zvučnik u pogledu snage zračenja treba da zameni prirodne izvore zvuka, gde se nekada radi o jako velikim iznosima akustičke snage, njegova membrana i pomeraj moraju po pravilu biti mnogo veći nego kod mikrofona. Zbog toga postoje određene razlike u konstruktivnim rešenjima ovih pretvarača iako je suštinski princip ostao isti. I kod zvučnika postoji jedan mehanički oscilatorni sistem čiji je sastavni deo membrana koja stvara zvučne talase.

U praksi postoje različite vrste zvučnika, ali će, s obzirom na njihovu pretežnu zastupljenost, ovde dalje biti reči o elektrodinamičkim zvučnicima. Takođe će u daljem delu teksta biti govora o osnovnim karakteristikama zvučnika, njihovoj konstrukciji i karakteristikama pojedinih sastavnih delova. Posebna pažnja je posvećena ugrađivanju zvučnika u akustičke zastore. U drugom delu ovog poglavlja biće govora o akustičkim levkovima, akustičkim talasovodima i zvučničkim grupama.

Osnovne karakteristike zvučnika

Osnovne karakteristike zvučnika koje proizvođači danas uglavnom daju u pratećoj dokumentaciji treba da omoguće projektantima i korisnicima da zvučnike lako međusobno uporede te da za odgovarajuću primenu odaberu pravi zvučnik.

Pod osnovnim karakteristikama zvučnika podrazumevaju se: faktor pretvaranja, frekvencijska karakteristika, efikasnost, karakteristika usmerenosti, faktor usmerenosti, stepen iskorišćenja, impedansa, nazivna ili nominalna snaga i faktor izobličenja. Radi pravilne ugradnje zvučnika potrebno je poznavati i njihove tzv. „Thiele-Small parametre” za male i velike signale. Parametri zvučnika za male signale su: frekvencija rezonanse f_s , zapreminski ekvivalent elastičnosti membrane V_{as} , i Q faktori koji uzimaju u obzir električne i akustičke gubitke neugrađenog zvučnika, Q_{es} i Q_{as} , respektivno. Parametri za velike signale su: vršni zapreminski pomeraj membrane V_d i maksimalna termički ograničena električna snaga zvučnika $P_{e(max)}$. Detaljni podaci o Thiele-Small parametrima zvučnika dati su u odeljku 7.4

Faktor pretvaranja

Faktor pretvaranja, koji se još naziva reprodukcija ili odziv, predstavlja odnos pritiska koji stvara zvučnik prema naponu napajanja, odnosno:

$$T_{p,U} = \frac{p}{U}, \quad (7.1)$$

gde je p pritisak u slobodnom polju na rastojanju 1 m u smeru ose zvučnika a U napon na krajevima zvučnika. Faktor pretvaranja izražava se i u dB, u kom slučaju se naziva indeks pretvaranja i dat je relacijom:

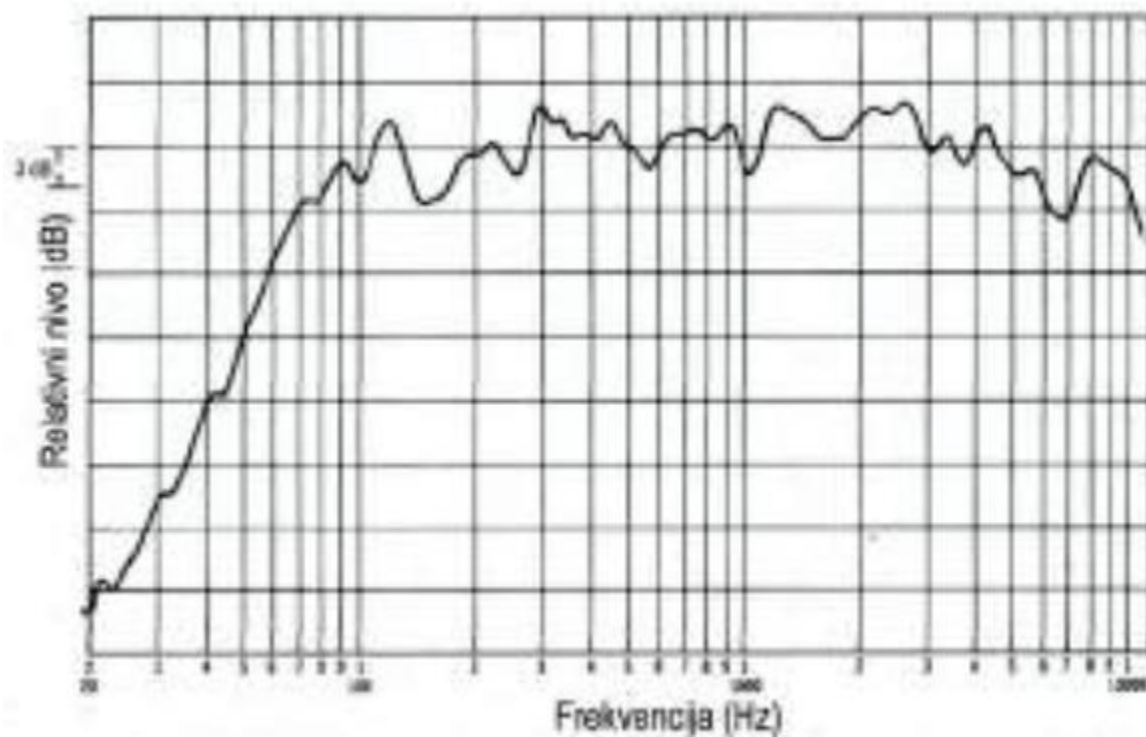
$$G_{p,U} = 20 \log \frac{p}{U}, \quad (7.2)$$

gde se kao referentni zvučnik uzima onaj koji bi pri naponu od $U = 1$ V dao pritisak $p = 1$ Pa.

Frekvencijska karakteristika

Frekvencijska karakteristika je promena odziva, data u decibelima, u zavisnosti od frekvencije, slika 7.1 Referentna tačka (0 dB) se obično uzima na 1000 Hz. Zvučnici nemaju tako ravnu frekvencijsku karakteristiku, kao recimo pojačavači snage ili mikrofoni, ali ona može da posluži za utvrđivanje širine frekvencijskog opsega zvučnika i uvid u opšti tok faktora pretvaranja. Smatra se da su granice frekvencijskog opsega na onom mestu gde odziv opadne za 3 dB u odnosu na njegovu vrednost na srednjim frekvencijama. Frekvencijska karakteristika se daje u smeru ose zvučnika, i u detaljnim prospektima za svakih narednih 15° u obe normalne ravni. Pri ovom je zvučnik ugrađen u standardnu ploču (snagu zrači u polovinu prostora koja odgovara prostornom uglu od 2π steradiana). Električna snaga i rastojanja na kojima se vrše ova merenja definisani su isto kao i u slučaju merenja efikasnosti. Merni signal je sinusnog oblika.

Frekvencijska karakteristika



Slika 7.1 – Frekvencijska karakteristika zvučnika

Karakteristika usmerenosti

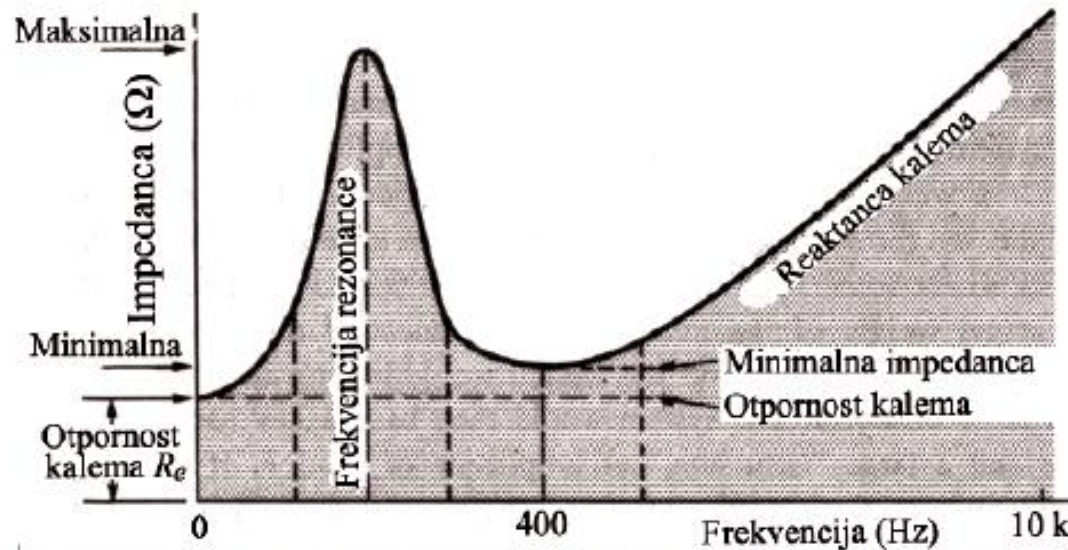
Karakteristika usmerenosti i faktor usmerenosti zvučnika definisani su na isti način kao i kod mikrofona. Obično se daju u horizontalnoj i vertikalnoj ravni i na standardnim frekvencijama oktava ili trećina oktava. Ovo je naročito važno za zvučnike ili zvučničke sisteme koji se koriste u sistemima ozvučenja i gde je potrebno što tačnije poznavati uglove pokrivanja u obe ravni i na različitim frekvencijama. Inače pod uglovima pokrivanja se podrazumevaju uglovi u horizontalnoj i vertikalnoj ravni pod kojima je nivo zvučnog pritiska za 6 dB manji nego u smeru ose zvučnika ili zvučničkog sistema.

Stepen iskorišćenja zvučnika η predstavlja odnos akustičke snage zračenja i električne snage napajanja zvučnika, i kao što ćemo kasnije videti, zavisi od načina ugradnje zvučnika pa ćemo ga posebno analizirati za svaki tip ugradnje.

Impedansa

Impedansa je neophodan podatak za pravilno priključivanje zvučnika na izlaz pojačavača snage. Njenu nazivnu ili nominalnu vrednost daje proizvođač. Ova vrednost, kao što je navedeno u poglavlju 7.4 nema neposrednu vezu ni sa jednom realnom vrednošću impedanse. Iz tog razloga neophodno je poznavati modul impedanse, zvučnika u funkciji frekvencije, kako je dato na slici 7.2. Obično je ordinata u logaritamskoj podeli i označena u omima (Ω). Tako se za impedansu može koristiti ista skala kao i za frekvencijsku karakteristiku, što čini veliki broj proizvođača dajući na istom dijagramu frekvencijsku karakteristiku i impedansu zvučnika. Kao poseban podatak daje se minimalna vrednost modula impedanse Z_{min} koju zvučnik dostiže u svom radnom frekvencijskom opsegu. Takođe je potrebno da se u podacima nalazi i vrednost otpornosti kalema zvučnika $-R_e$.

Impedansa



Slika 7.2 – Modul impedanse elektrodinamičkog zvučnika u slobodnom prostoru

Snaga

Snaga se najčešće definiše i daje kao nominalna (nazivna) snaga zvučnika (Power handling capacity-rated power). To je ona snaga koju zvučnik može da izdrži dva sata a da pri tom trajno ne promeni akustičke, mehaničke ili električne karakteristike za više od 10%. Ova snaga se izračunava kao količnik iz kvadrata efektivne vrednosti napona na priključcima zvučnika i minimalne vrednosti impedanse Z_{min} . Merni signal je ružičasti šum, sa vršnim faktorom od 6 dB filtriran Batervort-ovim filtrom drugog reda (nagib 12 db/okt) u opsegu jedne dekade, počev od donje granične frekvencije zvučnika. Prilikom merenja zvučnik je u slobodnom

Snaga

prostoru montiran tako da je pravac kretanja membrane u horizontalnoj ravni.

Često se u prospektima daje snaga kontinualnog programa (Continuous Program Power) koja predstavlja sposobnost zvučnika da sigurno reprodukuje normalni muzički ili govorni signal. Ova snaga se definiše kao dva puta (3dB) veća od nominalne snage zvučnika određene po prethodnom postupku. Vršna snaga je četiri puta (6 dB) veća od nominalne snage.

Pri prekomerno velikim vrednostima ulazne električne snage zvučnik se može oštetiti mehanički ili termički. Mehaničko oštećenje nastaje pri veoma velikim pomerajima membrane kada dolazi do pucanja same membrane, elastičnog prstena ili nekog drugog dela kretnog sistema. Do termičkih oštećenja dolazi kada se usled toplote, koju ne može da izrači u okolinu, kratko spoji ili prekine kalem. Električne snage zvučnika ograničene mehaničkim, odnosno termičkim oštećenjem nisu iste. Proizvođač može dati posebno jednu a posebno drugu i to za odgovarajuće frekvencijske opsege.

• **HVALA NA PAŽNJI**