



UNIVERZITET U NIŠU
FAKULTET ZAŠTITE NA RADU U NIŠU



BUKA I VIBRACIJE

- PREZENTACIJA PREDAVANJA -

**STRUKTURA INSTRUMENATA ZA MERENJE BUKE I
MERNE VELIČINE**

Dr Darko Mihajlov, vanr. prof.

Dr Momir Praščević, red. prof.

STRUKTURA INSTRUMENATA ZA MERENJE BUKE I MERNE VELIČINE

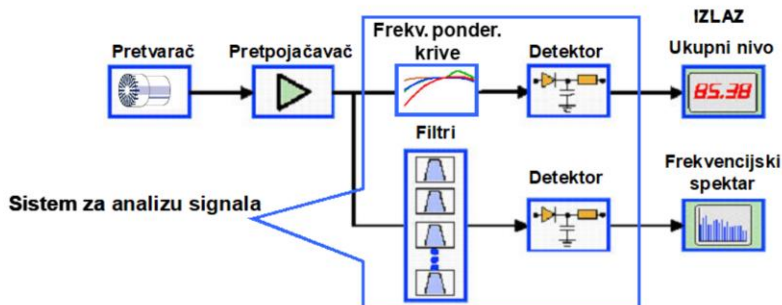
SADRŽAJ

- ♦ Struktura instrumenata za merenje buke;
- ♦ Kondenzatorski mikrofoni;
- ♦ Frekvencijska analiza signala buke;
- ♦ Tipovi frekvencijske analize signala buke:
 - ♦ *Pojasna frekvencijska analiza;*
 - ♦ *Uskopojasna frekvencijska analiza;*
- ♦ Detektor signala buke;
- ♦ Merne veličine.



Struktura instrumenata za merenje buke

Opšta struktura instrumenata za merenje buke (merni lanac):



BUKA I VIBRACIJE

Osnovne karike mernog lanca:

1. **Pretvarač** - pretvaranje zvučne oscilacije u električni signal.
2. **Pretpojačavač** - pojačavanje električnog signala relativno male amplitude koji se dobije na izlazu pretvarača.
3. **Ponderacione frekvencijske krive** - ponderisanje signala u frekvencijskom domenu, čime se dobija trenutni nivo signala sa A, B, C ili linearnom (Z) ponderacijom.
4. **Filtiri** - analiza signala u frekvencijskom domenu.
5. **Detektor** - određivanje energijski srednje vrednosti signala.
6. **Ekran instrumenta** ili neki drugi izlazni uređaj (ploter ili štampač) – prikaz rezultata merenja i analize buke.

Pretvarač - mikrofoni



BUKA I VIBRACIJE

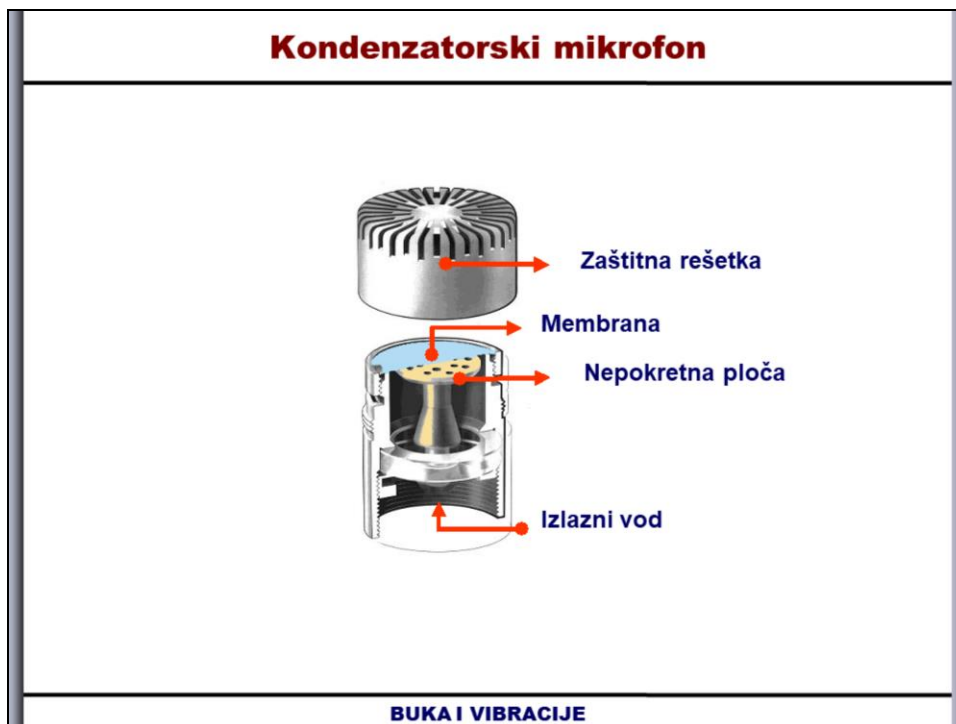
Najznačajniju kariku u mernom lancu čini **pretvarač**.

Od izbora pretvarača u mnogome zavisi preciznost samog merenja.

Vrste pretvarača:

- Ugljeni mikrofoni,
- Elektrodinamički mikrofoni,
- Elektrostatički mikrofoni,
- Kondenzatorski mikrofoni,
- Kristalni mikrofoni i
- Specijalni mikrofoni (hidrofoni...).

Osnovni zadatak mikrofona je da pretvara zvučne oscilacije izazvane dejstvom zvučnih talasa u električni signal.



Kao pretvarač se najčešće koristi **kondenzatorski mikrofoni** zbog svojih stabilnih i pouzdanih karakteristika u širokom frekventijskom području prilikom laboratorijskih i terenskih merenja buke (zvuka).

Osnovne radne karakteristike kondenzatorskog mikrofona:

- ✓ velika stabilnost rada u raznim okruženjima,
- ✓ ravan frekventijski odziv u širokom frekventijskom opsegu,
- ✓ mala izobličenja,
- ✓ veoma mali sopstveni šum, i
- ✓ široki dinamički opseg.

Kondenzatorski mikrofoni se sastoje od:

- ❖ zaštitne rešetke,
- ❖ tanke metalne membrane,
- ❖ nepokretne konusne ploče.

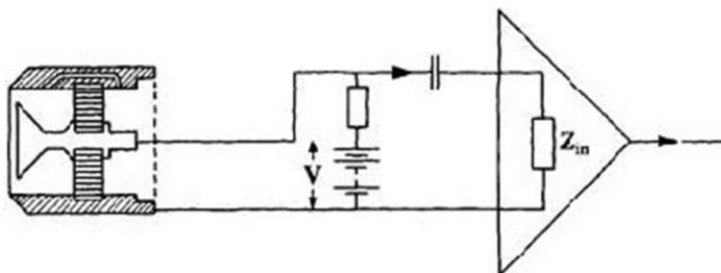
Membrana i nepokretna ploča čine *kondenzator* sa vazduhom kao dielektrikom.

Membrana je od spoljnjih oštećenja zaštićena zaštitnom rešetkom.

Izlazni vod omogućuje prenos signala na pretpojačavač.

Kondenzatorski mikrofoni

Princip rada kondenzatorskog mikrofona

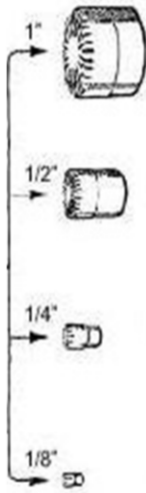


BUKA I VIBRACIJE

Princip rada kondenzatorskog mikrofona:

1. Zvučni talasi pomeraju membranu,
2. Menja se rastojanje između membrane i nepokretne ploče,
3. Menja se kapacitivnost kondenzatora,
4. Promenljiva kapacitivnost se konvertuje u električni signal promenljivog napona.

Kondenzatorski mikrofoni



Tehničke karakteristike mikrofona:

- Osetljivost,
- Frekvencijski opseg primene,
- Dinamički opseg primene,
- Karakteristika usmerenosti.

BUKA I VIBRACIJE

Kondenzatorski mikrofoni se u zavisnosti od namene izrađuju u različitim veličinama: 1", 1/2", 1/4" i 1/8".

Karakteristike mikrofona zavise od veličine mikrofona.

Osnovne tehničke karakteristike mikrofona:

- Osetljivost,
- Frekvencijski opseg primene,
- Dinamički opseg primene,
- Karakteristika usmerenosti.

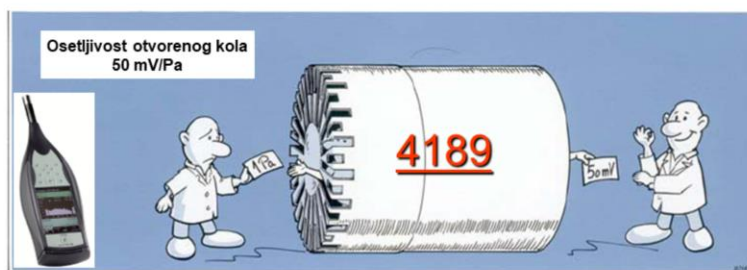
Kondenzatorski mikrofoni

$$s \left[\frac{\text{V}}{\text{Pa}} \right] = \frac{E \left[\text{V} \right]}{p \left[\text{Pa} \right]}$$

osetljivost

$$S \left[\text{dB} \right] = 20 \log \frac{s \left[\frac{\text{mV}}{\text{Pa}} \right]}{1 \left[\frac{\text{mV}}{\text{Pa}} \right]}$$

nivo osetljivosti

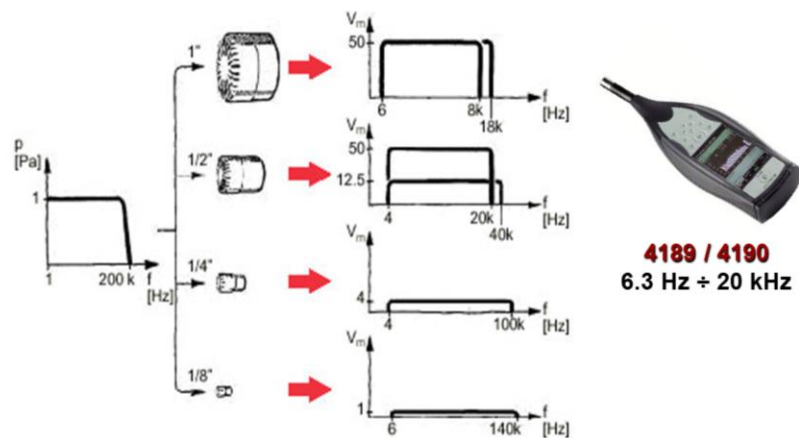


$$s = 43.3 \left[\frac{\text{mV}}{\text{Pa}} \right]; \quad S = 20 \log \frac{43.3 \left[\frac{\text{mV}}{\text{Pa}} \right]}{1 \left[\frac{\text{mV}}{\text{Pa}} \right]} = 27.1 \left[\text{dB} \right]$$

BUKA I VIBRACIJE

Mikrofoni različitih veličina imaju različite *osetljivosti otvorenog kola* - za istu pobudu (zvučni pritisak) daju različit izlaz (napon električnog signala).

Kondenzatorski mikrofoni



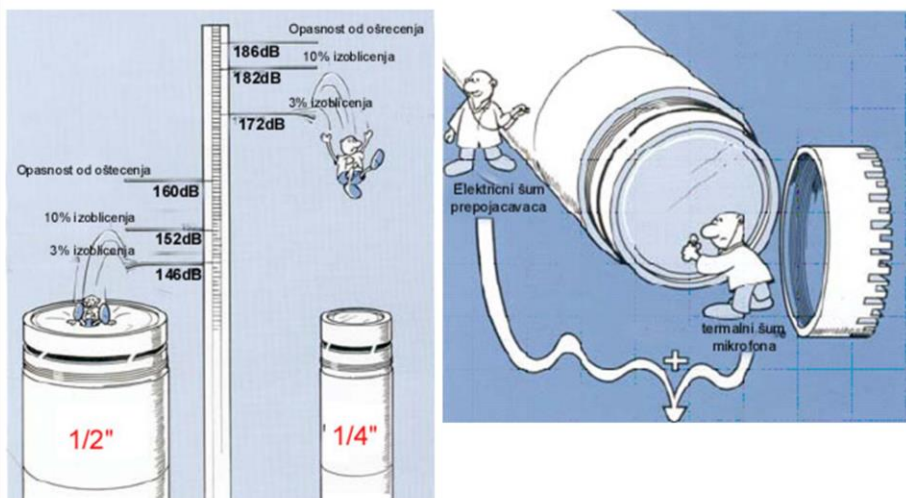
BUKA I VIBRACIJE

Mikrofoni većeg poprečnog preseka imaju veću osetljivost, odnosno daju veći izlazni napon.

Mikrofoni manjeg poprečnog preseka imaju stabilne karakteristike u širem frekvencijskom opsegu.

Kondenzatorski mikrofoni

Dinamički opseg mikrofona

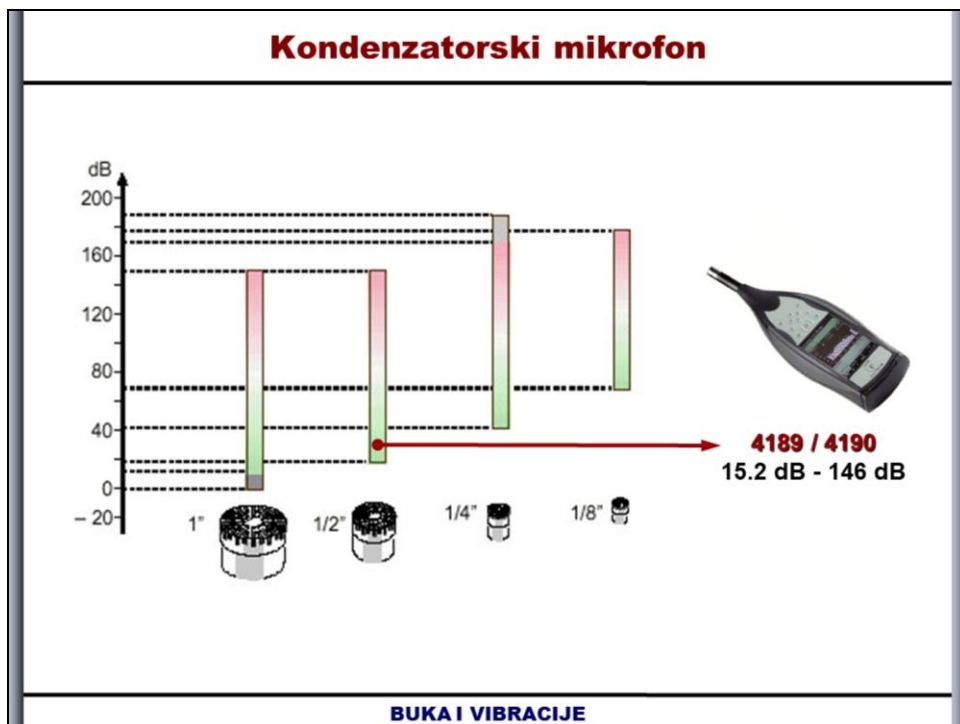


BUKA I VIBRACIJE

Dinamički opseg mikrofona je određen kao opseg između praga izobličenja i praga šuma.

Prag izobličenja - nivo kada dolazi do izobličenja signala 3%. Za neke kombinacije mikrofona i pretpojačavača je dozvoljeno 10% izobličenja;

Prag šuma - nivo kada električni šum pretpojačavača i termalni šum mikrofona utiču na merenje.



Mikrofoni većeg poprečnog preseka imaju niži prag šuma, dok mikrofoni manjeg poprečnog preseka imaju veći prag izobličenja.

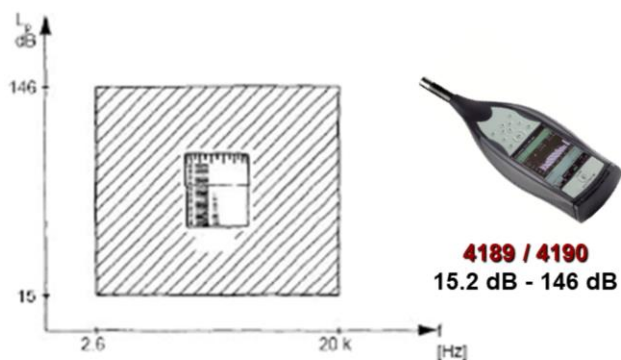
Za merenje **nižih nivoa buke** treba izabrati **mikrofon većeg poprečnog preseka**.

Za merenje **viših nivoa buke** treba izabrati **mikrofon manjeg poprečnog preseka**.

Kondenzatorski mikrofoni

Radni opseg $\frac{1}{2}$ " mikrofona:

- Frekvenzijski opseg: 2.6 Hz ÷ 20 kHz
- Dinamički opseg: 15 dB ÷ 146 dB



BUKA I VIBRACIJE

Najčešće korišćen kondenzatorski mikrofoni za merenje buke je $\frac{1}{2}$ " mikrofoni.

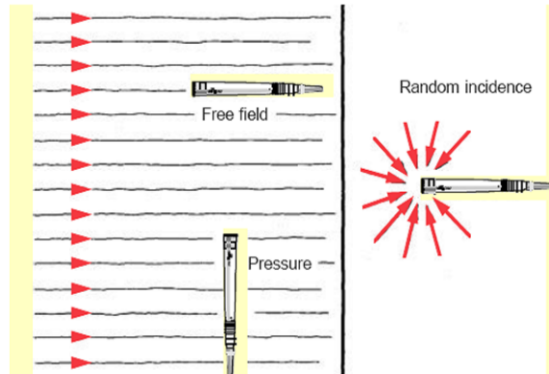
Radni opseg $\frac{1}{2}$ " mikrofona je definisan:

- ❖ Frekvenzijskim opsegom koji je širi od audio opsega: 2.6 Hz ÷ 20 kHz i
- ❖ Dinamičkim opsegom: 15 dB ÷ 146 dB.

Kondenzatorski mikrofoni

U odnosu na tip zvučnog polja u kome se primenjuju:

1. Mikrofoli za slobodno zvučno polje - “Free field” mikrofoli,
2. Mikrofoli za difuzno ili reverberaciono zvučno polje –
“Random incidence” mikrofoli
3. “Pressure” mikrofoli.

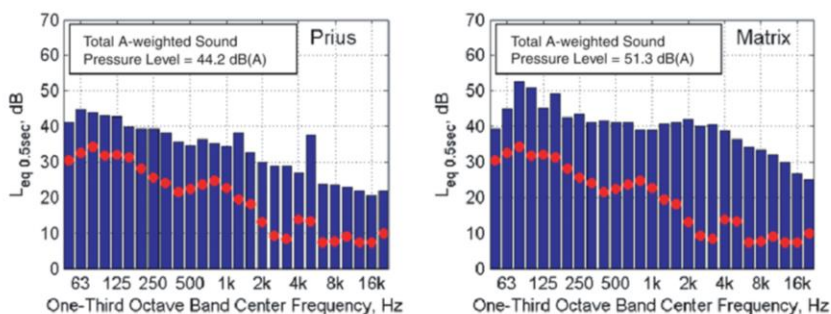


BUKA I VIBRACIJE

U odnosu na tip zvučnog polja u kome se primenjuju, postoje tri tipa mikrofoli:

1. “Free field” mikrofoli - mikrofoli za slobodno zvučno polje,
2. “Random incidence” mikrofoli - mikrofoli za difuzno ili reverberaciono zvučno polje,
3. “Pressure” mikrofoli.

Frekvencijska analiza signala buke



BUKA I VIBRACIJE

Merenje vrednosti **ukupnog nivoa buke** pruža samo informaciju o ukupnoj zvučnoj energiji na mestu prijema (mernom mestu).

Merenje i poznavanje **frekvencijskog sadržaja buke**, odnosno njenog frekvencijskog spektra, omogućava:

1. Detaljnije informacije o samom izvoru buke;
2. Povezivanje odgovarajućih komponenata spektra sa pojedinim elementima izvora - identifikaciju dominantnih izvora buke;
3. Preduzimanje odgovarajućih mera za snižavanje nivoa buke u proceduri upravljanja bukom.

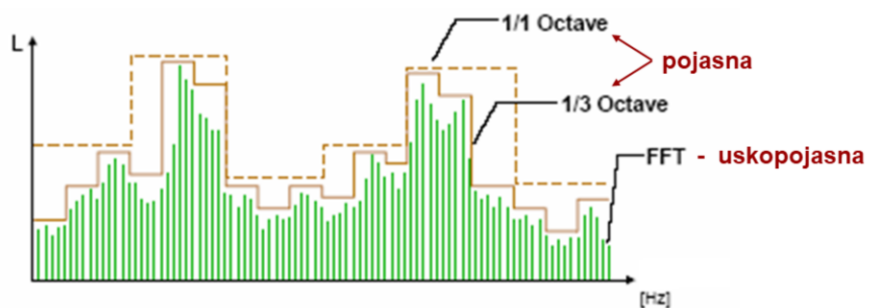
Frekvencijska analiza buke predstavlja određivanje nivoa buke komponenata složenog signala buke na različitim frekvencijama.

Rezultat frekvencijske analize je frekvencijski spektar signala buke koji daje prikaz nivoa buke komponenata (amplituda) u funkciji frekvencije.

Tipovi frekvencijske analize signala buke

Frekvencijska analiza signala buke:

- **pojasna** i
- **uskopojasna.**

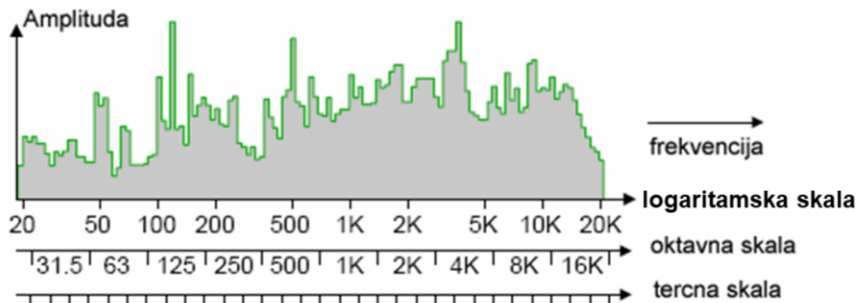


BUKA I VIBRACIJE

Frekvencijska analiza signala buke može biti **pojasna** i **uskopojasna**.

Tipovi frekvencijske analize signala buke

POJASNA FREKVENCIJSKA ANALIZA

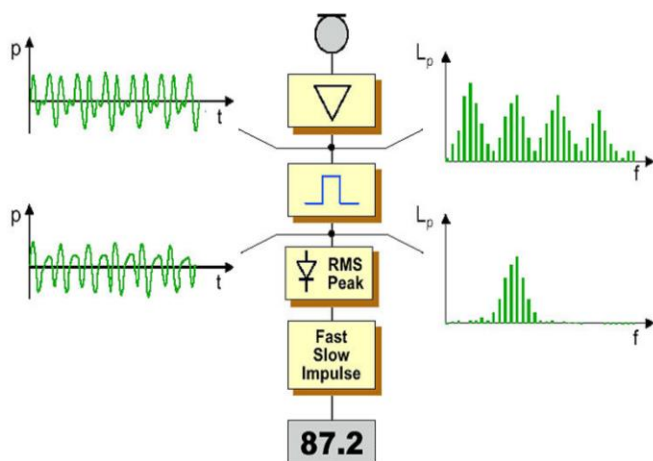


BUKA I VIBRACIJE

POJASNA FREKVENCIJSKA ANALIZA podrazumeva propuštanje električnog signala buke kroz određeni broj digitalnih filtera sa različitim centralnim frekvencijama (različitim širinama frekvencijskog pojasa), ili kroz jedan filter čija se centralna frekvencija pomera duž frekvencijskog opsega.

Širina frekvencijskog pojasa filtra može biti različita: oktava, terca, 1/12 oktave, 1/24 oktave i sl. Rezultati analize se prikazuju uglavnom na logaritamskoj skali.

Tipovi frekvencijske analize signala buke



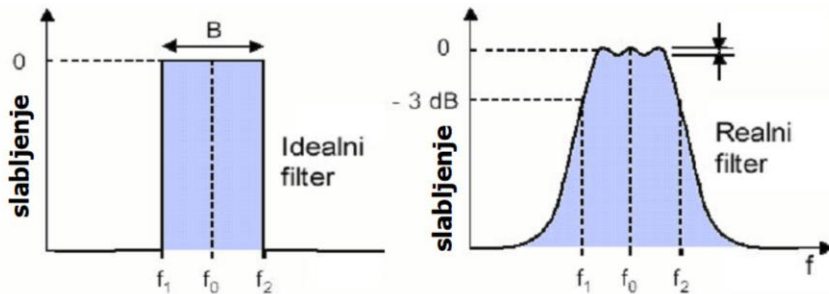
BUKA I VIBRACIJE

Pojasni filter (filter propusnik opsega) propušta samo deo frekvencijskog spektra buke (pojas ili opseg) koji zavisi od širine propusnog opsega (pojasa) i centralne frekvencije filtra.

Kao rezultat propuštanja signala buke kroz pojasni filter dobija se ukupna energija buke (energetska suma svih komponentata buke) u propusnom opsegu (pojasu) filtra.

Tipovi frekvencijske analize signala buke

$$B = f_2 - f_1$$



BUKA I VIBRACIJE

Propusni opseg filtra (B) je određen kao razlika gornje granične frekvencije f_2 i donje granične frekvencije propusnog opsega f_1 .

Idealni pojasni filter propušta bez slabljenja deo frekvencijskog opsega signala unutar propusnog opsega filtra.

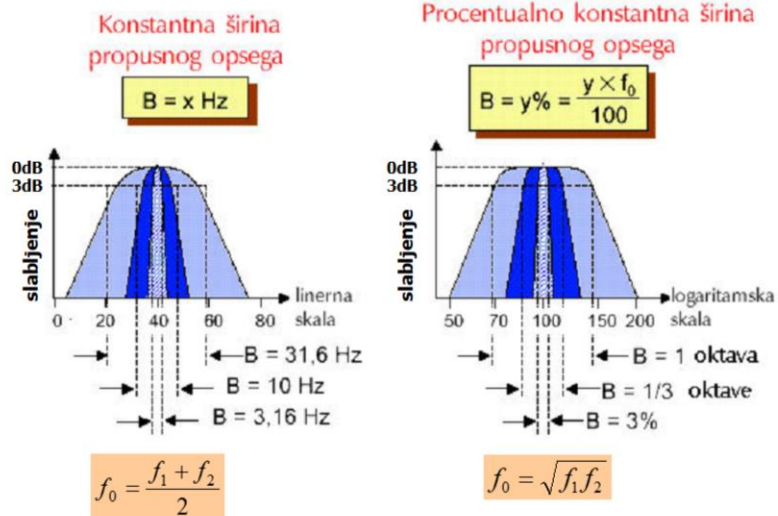
Komponente signala se van propusnog opsega filtra potuno oslabljuju.

Realni pojasni filter nema ravnu karakteristiku u propusnom opsegu, već je ona talasasta.

Realni filter propušta i frekvencije van propusnog opsega, ali su amplitude tih komponenata dosta oslabljene - što je frekvencija dalja od propusnog opsega, slabljenje je veće.

Propusni opseg realnih filtera se može definisati kao razlika frekvencija na kojima nivo signala opada za 3 dB (0.707 puta) u odnosu na vrednost nivoa signala na centralnoj frekvenciji filtra.

Tipovi frekvencijske analize signala buke

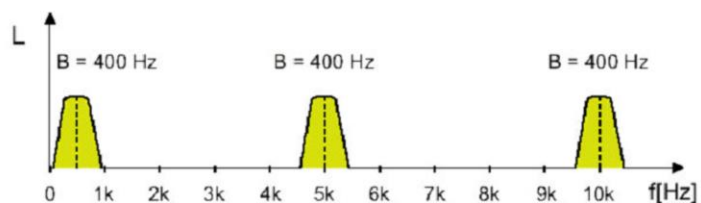


BUKA I VIBRACIJE

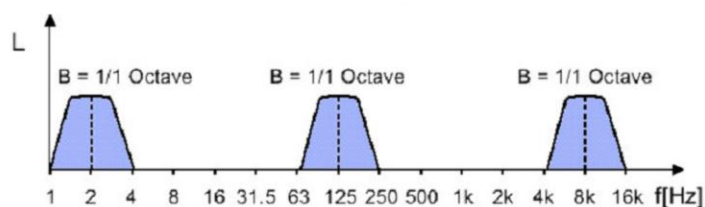
U praksi se koriste dva tipa pojasnih filtara:

1. Filtri sa konstantnom širinom propusnog opsega (CB filtri), nezavisnom od centralne frekvencije filtra, koja se određuje kao aritmetička sredina donje i gornje granične frekvencije.
2. Filtri sa procentualno konstantnom širinom propusnog opsega (CPB filtri), definisanom određenim procentom centralne frekvencije, koja se određuje kao geometrijska sredina donje i gornje granične frekvencije.

Tipovi frekvenijske analize signala buke



Linearna frekvenijska skala



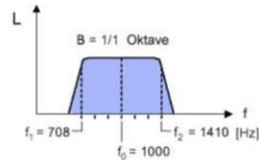
Logaritamska frekvenijska skala

BUKA I VIBRACIJE

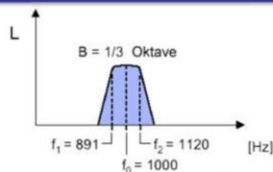
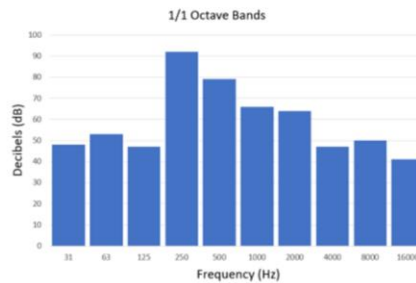
Kada se koriste **filtri sa konstantnom širinom propusnog opsega** (CB filtri), za prikazivanje rezultata se preporučuje *linearna frekvenijska skala*.

Za merenje buke se uglavnom koriste **filtri sa procentualno konstantnom širinom propusnog opsega** (CPB filtri), a rezultati frekvenijske analize se prikazuju na *logaritamskoj frekvenijskoj skali*, gde je *logaritamska širina propusnog opsega filtra konstantna*.

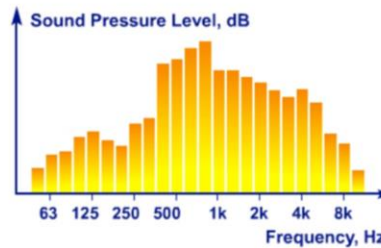
Tipovi frekvencijske analize signala buke



1/1 OKTAVE
 $f_2 = 2 \times f_1$
 $B = 0.7 \times f_0 \approx 70\%$



1/3 OKTAVE
 $f_2 = \sqrt[3]{2} \times f_1 = 1.25 \times f_1$
 $B = 0.23 \times f_0 \approx 23\%$



BUKA I VIBRACIJE

Za pojasnu frekvencijsku analizu buke se najčešće koriste **CPB filtri** čija je širina propusnog opsega jednaka širini oktave ili terce (1/3 oktave).

Oktavni filter je pojasni filter sa najširim propusnim opsegom:

- ✓ Širina propusnog opsega ima vrednost 70% centralne frekvencije,
- ✓ Gornja granična frekvencija je dvostruko veća od donje granične frekvencije filtra.

Tercni (trećinsko oktavni) filter je pojasni filter kod koga važi:

- ✓ Širina propusnog opsega tercnog filtra odgovara 1/3 širine propusnog opsega oktavnog filtra, ili 23% centralne frekvencije;
- ✓ Gornja granična frekvencija je 1.25 puta veća od donje.

Tipovi frekvencijske analize signala buke

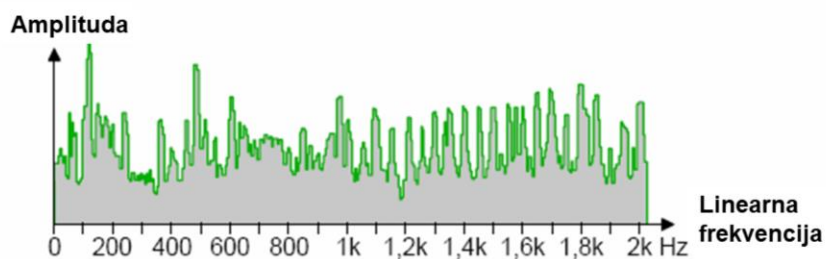
Standardizovane oktave i terce

n	TERCNI-FILTRI			OKTAVNI-FILTRI		
	f_d [Hz]	f_g [Hz]	f_0 [Hz]	f_d [Hz]	f_g [Hz]	f_0 [Hz]
1	22.4	28	25	22.4	45	31.5
2	28	35.5	31.5			
3	35.5	45	40			
4	45	56	50	45	90	63
5	56	71	63			
6	71	90	80			
7	90	112	100	90	180	125
8	112	140	125			
9	140	180	160			
10	180	224	200	180	355	250
11	224	280	250			
12	280	355	315			
13	355	450	400	355	710	500
14	450	560	500			
15	560	710	630			
16	710	900	800	710	1400	1000
17	900	1120	1000			
18	1120	1400	1250			
19	1400	1800	1600	1400	2800	2000
20	1800	2240	2000			
21	2240	2800	2500			
22	2800	3550	3150	2800	5600	4000
23	3550	4500	4000			
24	4500	5600	5000			
25	5600	7100	6300	5600	11200	8000
26	7100	9000	8000			
27	9000	11200	10000			
28	11200	14000	12500	11200	22400	16000
29	14000	18000	16000			
30	18000	22400	20000			

BUKA I VIBRACIJE

Tipovi frekvencijske analize signala buke

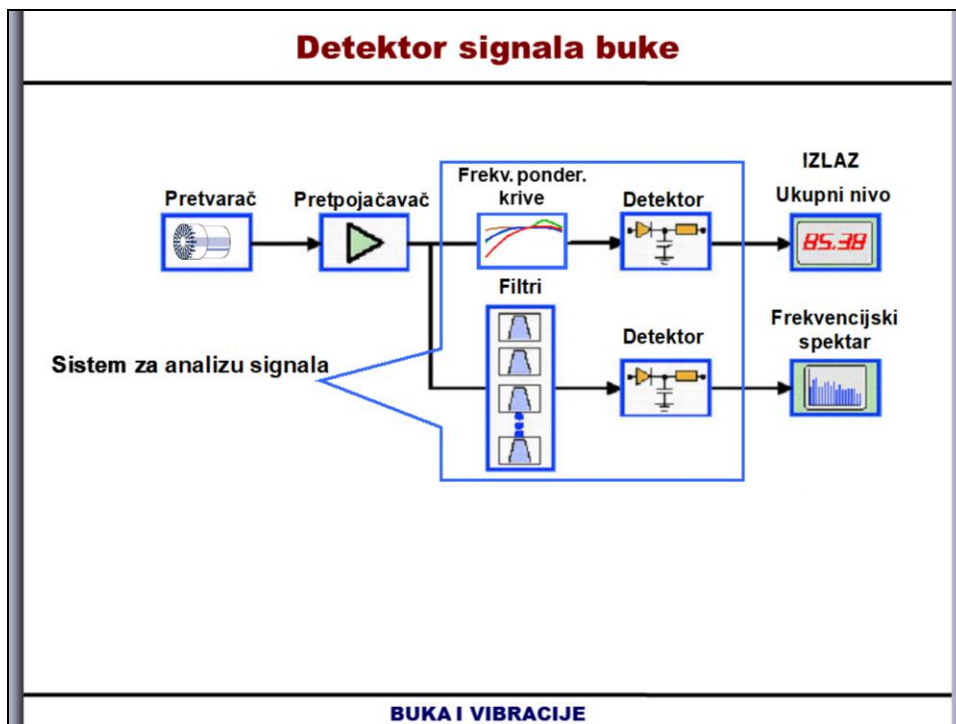
USKOPOJASNA FREKVENCIJSKA ANALIZA



BUKA I VIBRACIJE

USKOPOJASNA FREKVENCIJSKA ANALIZA se sprovodi korišćenjem algoritma *Brze Furijeove transformacije signala (Fast Fourier Transform - FFT)* za dobijanje Diskretne Furijeove transformacije signala (*Discrete Fourier Transform - DFT*), koja predstavlja ekvivalent vremenskog signala u frekvencijskom domenu.

Rezultati uskopojasne analize se obično prikazuju na linearnoj frekvencijskoj skali.



Signal koji napušta filtarsku sekciju ili sekciju za frekvencijsku ponderaciju nivoa buke je vremenski promenljiv i kao takav se dovodi na ulaz detektora signala buke.

Detektor signala predstavlja poslednju kariku u mernom lancu pre izlaznog sistema za prikaz rezultata.

- Signal buke na ulazu detektora predstavlja trenutnu vrednost zvučnog pritiska i ima promenljiv talasni oblik.
- Amplituda signala se veoma brzo menja (u zavisnosti od frekvencije) između pozitivnih i negativnih vrednosti.
- Veoma brze promene amplitude ne može da prati kazaljka (digitalni ekran) instrumenta, a ni merilac.
- Srednja vrednost signala u dužem vremenskom intervalu jednaka je nuli.

Osnovni zadatak detektora je da konvertuje vremenski promenljiv signal u signal čije će vremenske promene biti sporije i koje se mogu pratiti na ekranu instrumenta.

Kao rezultat primene detektora u mernom lancu dobija se:

- Efektivna (RMS) vrednost analiziranog signala,
- Srednja vrednost RMS signala u mernom intervalu,
- Logaritamska vrednost RMS signala, tako da očitavanje na ekranu instrumenta može da bude u decibelima.

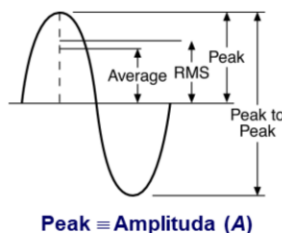
RMS signal na izlazu iz detektora je takođe vremenski promenljiva veličina.

Detektor signala buke

$$p_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt}$$

RMS prostoperiodičnog signala:

$$p_{rms} = \frac{A}{\sqrt{2}}$$



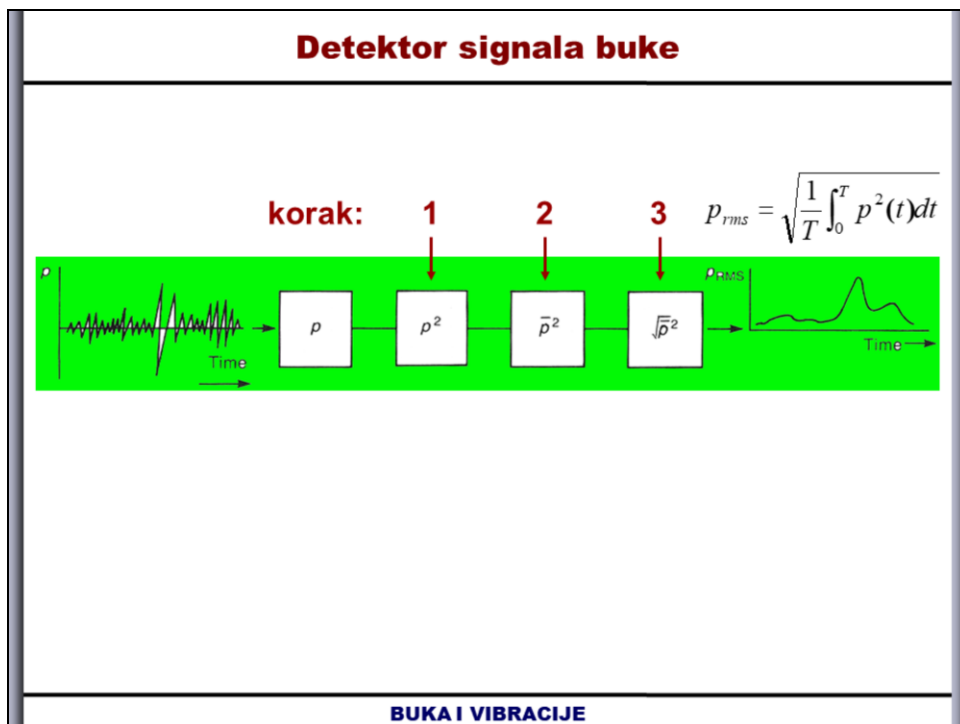
BUKA I VIBRACIJE

Efektivna (RMS) vrednost zvučnog pritiska p_{rms} je srazmerna kvadratu zvučnog pritiska, pa time i energiji zvučnog signala, odnosno njegovoj snazi, kao i intenzitetu zvuka.

Efektivna vrednost zvučnog pritiska je rezultat vremenskog usrednjavanja kvadrata trenutne vrednosti zvučnog pritiska: izraz 1.

Efektivna (RMS) vrednost zvučnog pritiska je pozitivna i različita od nule.

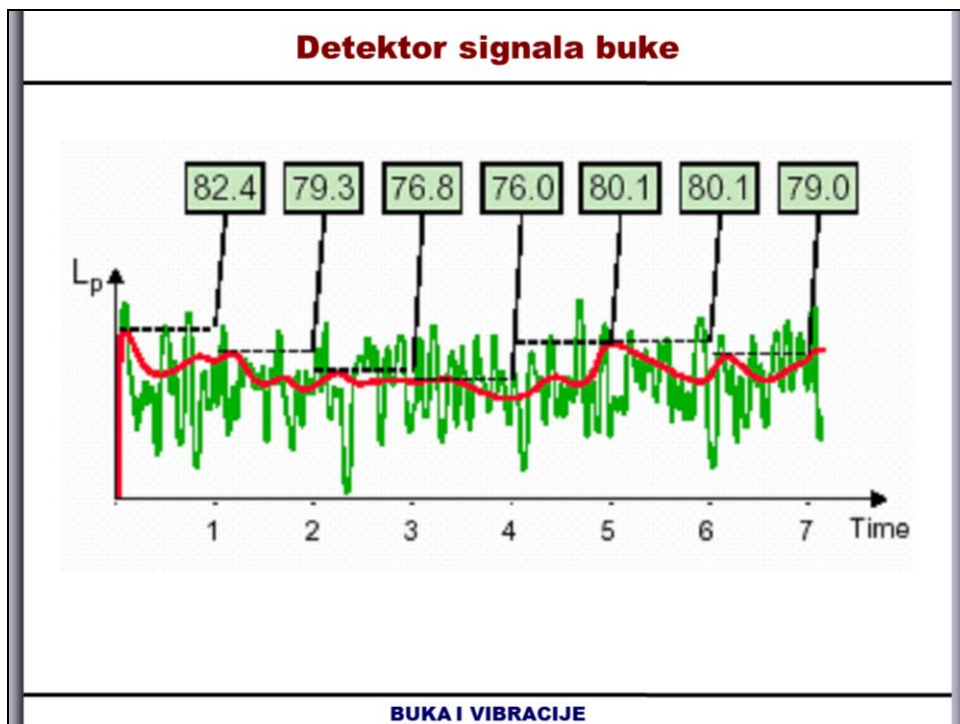
RMS prostoperiodičnog signala je data kao količnik amplitude i korena broja 2 (izraz 2).



U detektoru signala se vrši:

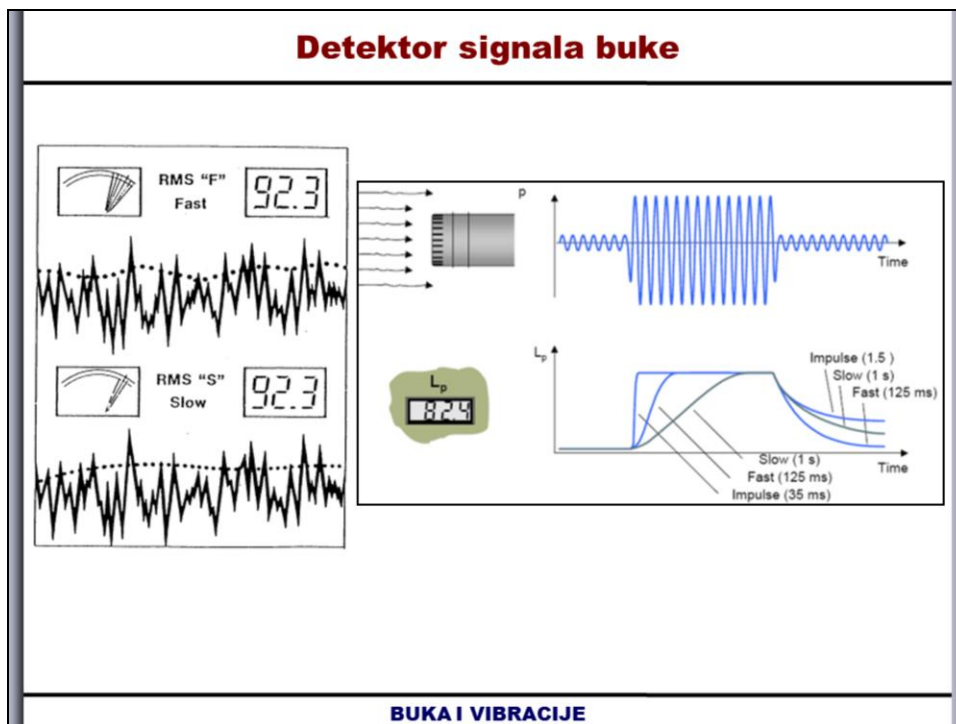
1. Kvadriranje trenutne vrednosti signala u cilju dobijanja trenutne snage signala,
2. Integracija u definisanom vremenu usrednjavanja za dobijanje srednje vrednosti,
3. Kvadratni koren srednje vrednosti (rms) daje veličinu istih dimenzija kao ulazni signal.

Izlazna vrednost se može konvertovati u dB vrednost ukoliko rezultate treba prikazati na logaritamskoj umesto na linearanoj skali.



Efektivna vrednost zvučnog pritiska koja se dobija na izlazu iz detektora je takođe vremenski promenljiva veličina (**crvena linija na dijagramu**).

Promene su manje, a brzina promene zavisi od izabrane **vremenske karakteristike detektora signala** koja se primenjuje na RMS signal.



Primenjena vremenska karakteristika određuje vreme odziva (reakcije) detektora na signal koji se dovodi na ulaz detektora.

Vreme odziva detektora treba da bude:

- **dovoljno dugo**, kako bi izmerena vrednost bila što približnija teorijskoj vrednosti energije signala;
- **dovoljno kratko**, kako bi se dobio uvid u vremenske promene zvučnog polja.

Različite vremenske karakteristike imaju različite vremenske konstante reakcije detektora (τ) na signal koji se dovodi na ulaz detektora.

U zavisnosti od trajanja vremenske konstante τ , primenjuju se **tri vremenske karakteristike**:

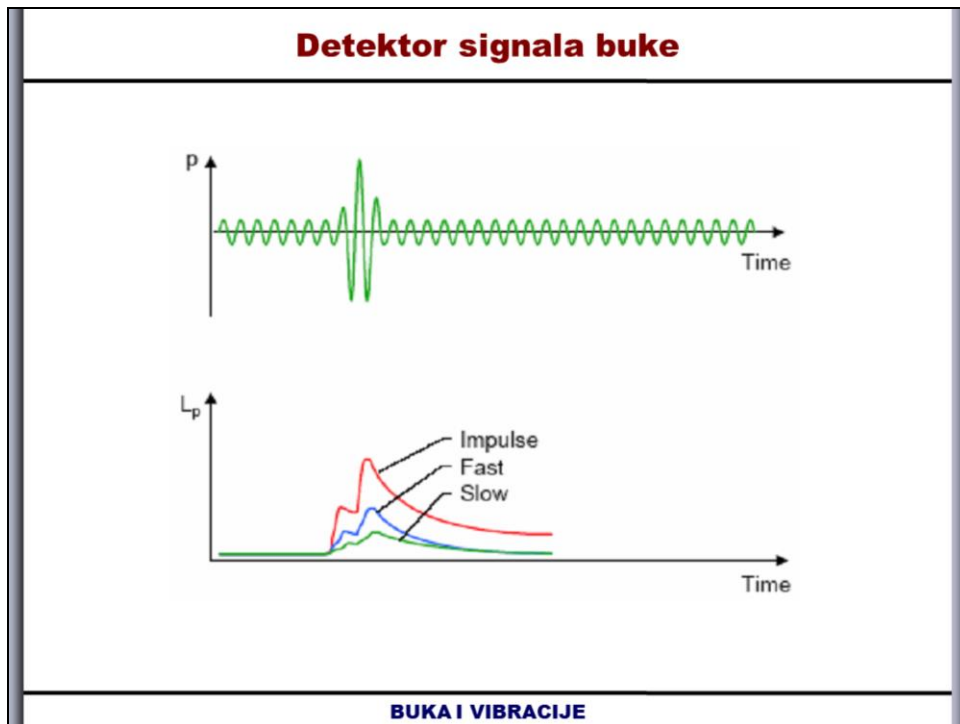
1. **SLOW** karakteristika, $\tau = 1 \text{ s}$
2. **FAST** karakteristika, $\tau = 125 \text{ ms}$
3. **IMPULSE** karakteristika, $\tau = 35 \text{ ms}$

Slow i *fast* karakteristika imaju istu konstantu rasta i opadanja nivoa, dok se kod *impulse* karakteristike konstante razlikuju.

Ukoliko **zvučni signal traje dovoljno dugo**, sve tri vremenske ponderacione krive daju istu vrednost nakon nekog vremena.

Detektor reaguje najbrže sa *impulsnom* karakteristikom, ali se sadržaj detektora i najsporije prazni, tako da ne može odmah da reaguje na sledeći zvučni događaj.

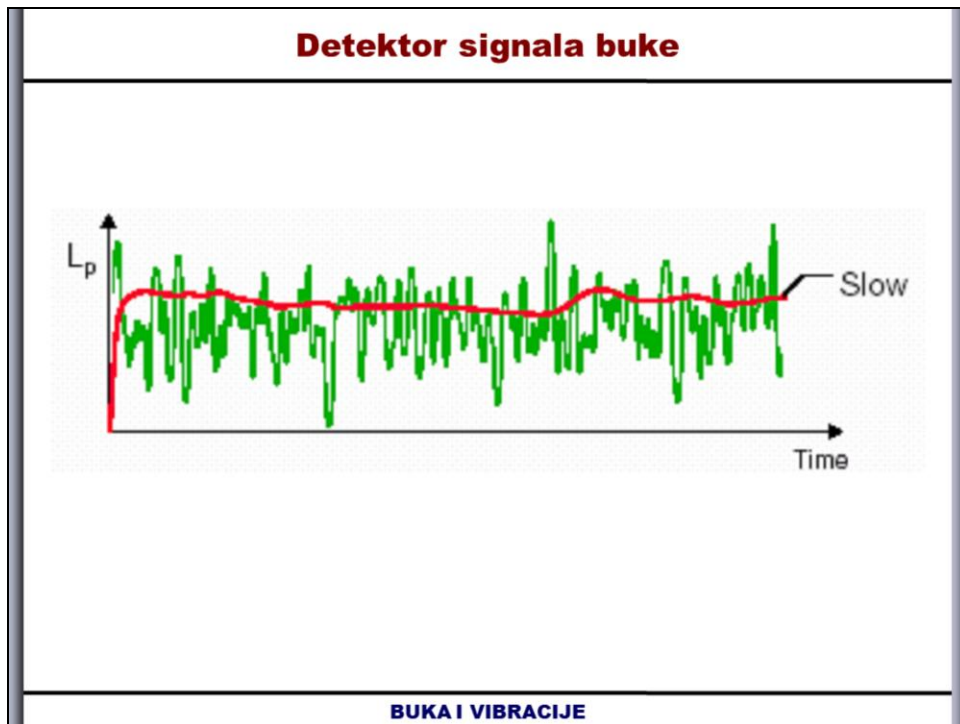
Sadržaj detektora se najbrže prazni sa *fast* karakteristikom, tako da najbolje može da prati brze promene zvučnog pritiska.



Ukoliko zvučni signal traje veoma kratko, impulsna karakteristika daje najpribližniji opis posmatrane kratkotrajne pojave, odnosno najbolje prati promene zvučnog pritiska.

Merenje *impulsnom* karakteristikom omogućava:

- Praćenje relativno brzih i kratkih promena u zvučnom signalu sa veoma visokim nivoom, kao što su impulsne pojave: pucanj pištolja, udar groma i slično;
- Određivanje vršnih (maksimalnih) nivoa buke u signalu trenutnog zvučnog pritiska.



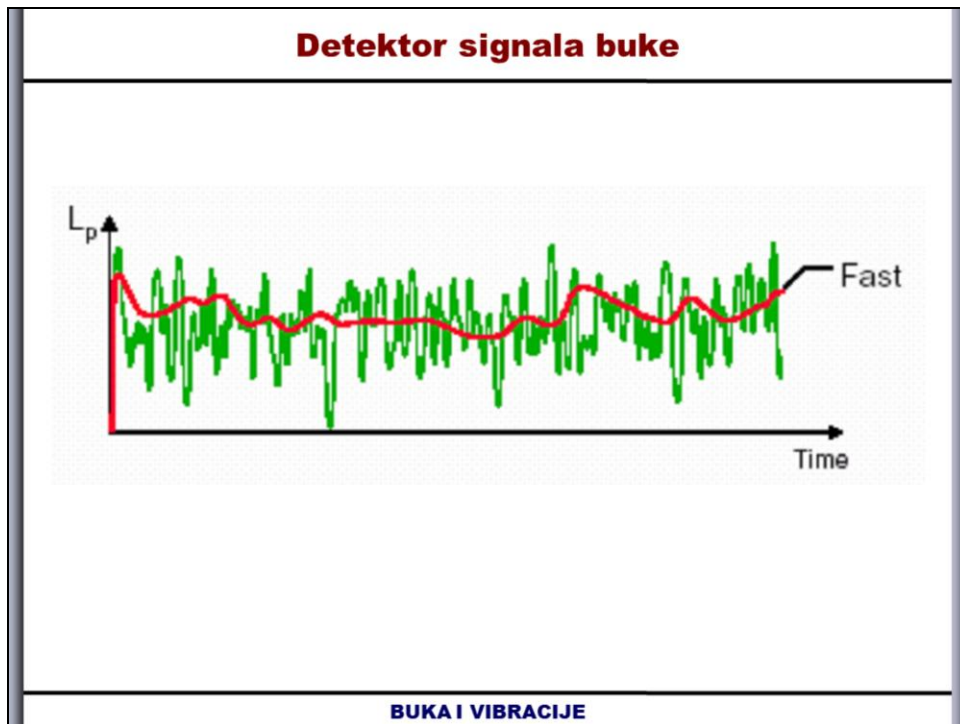
Kada su promene nivoa buke veoma brze i veće od 4 dB, što onemogućava praćenje i procenu srednje RMS vrednosti, primenjuje se *slow karakteristika*.

Merenje *slow* karakteristikom:

- Maskira kratkotrajne impulsne pojave u signalu, odnosno eliminiše njihov uticaj;
- Olakšava očitavanje podataka o nivou RMS vrednosti zvučnog pritiska;

Promene na displeju instrumenta su primenom *slow* karakteristike sporije i mogu da se prate.

Nedostatak: ne prati dobro trenutne promene zvučnog pritiska.



Merenje *fast* karakteristikom:

- Omogućava praćenje relativno brzih promena u zvučnom signalu;
- Otežava određivanje efektivne vrednosti za ceo signal;
- Otežava praćenje promena na ekranu instrumenta.

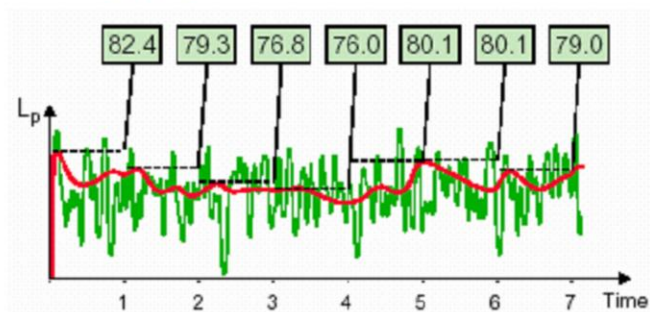
Za merenja buke se uglavnom primenjuje *fast* karakteristika, ali, ukoliko se signal suviše brzo menja i onemogućava jasno očitavanje i praćenje njegovih promena, tada se može koristiti i *slow* karakteristika.

Merne veličine

$L_{xy}(\text{SPL})$ - Nivo efektivne vrednosti (RMS) zvučnog pritiska u prethodnoj sekundi.

$X(A, C, Z)$ - Frekvencijska ponderaciona kriva.

$Y(F, S, I)$ - Vremenska karakteristika.



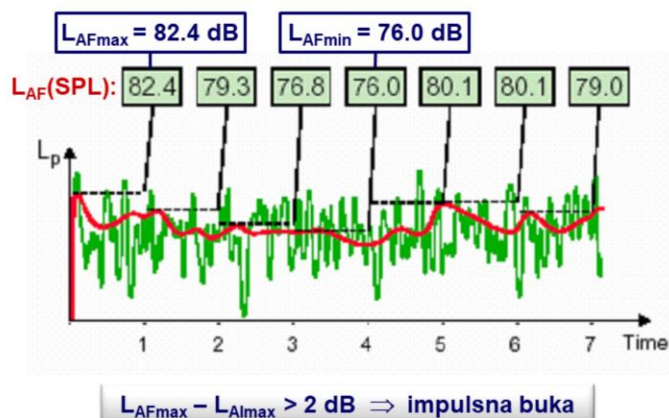
$L_{CF}(\text{SPL}) - L_{AF}(\text{SPL})$ - mera niskofrekvencijskog sadržaja buke.

BUKA I VIBRACIJE

Merne veličine

$L_{XY\max}$ (MAXL) - Maksimalna vrednost L_{XY} (SPL) u mernom intervalu.

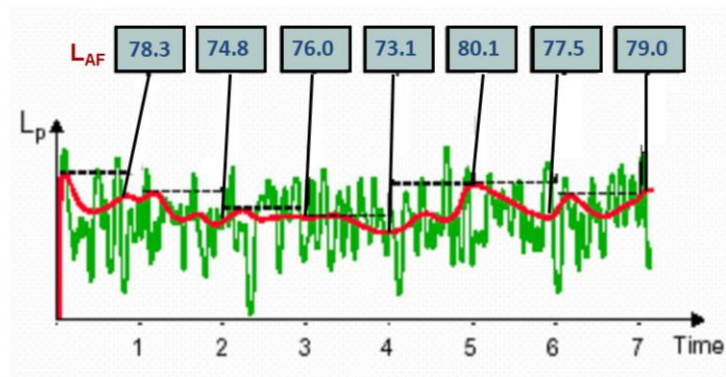
$L_{XY\min}$ (MINL) - Minimalna vrednost L_{XY} (SPL) u mernom intervalu.



BUKA I VIBRACIJE

Merne veličine

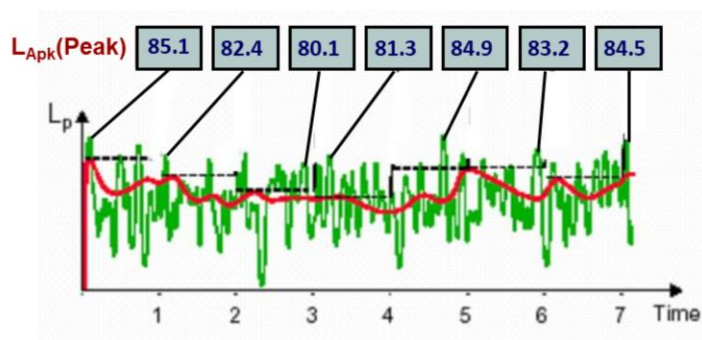
$L_{XY} (INST)$ - Trenutna RMS vrednost poslednjeg uzorka u prethodnoj sekundi.



BUKA I VIBRACIJE

Merne veličine

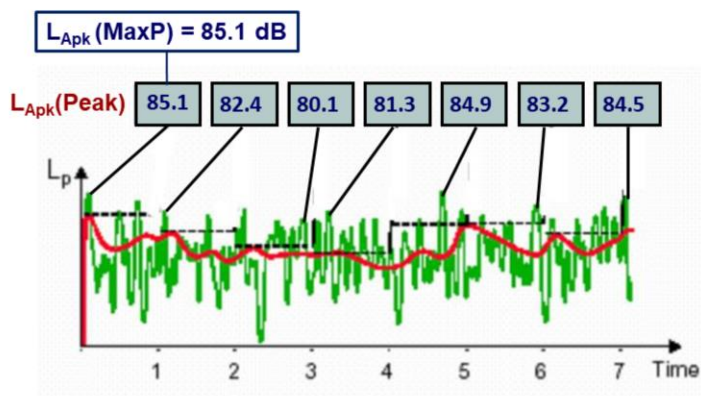
PEAK - Vršna (PEAK) vrednost u prethodnoj sekundi.



BUKA I VIBRACIJE

Merne veličine

$L_{xpk}(\text{MaxP})$ - Vršna (PEAK) vrednost u celom mernom intervalu.



BUKA I VIBRACIJE

Merne veličine

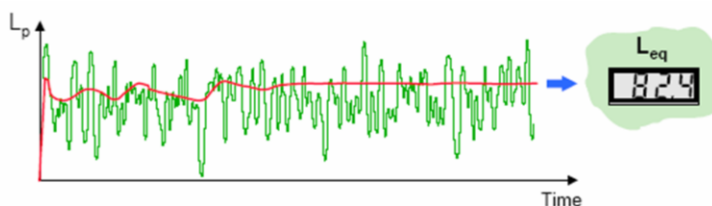
L_{Aeq} - ekvivalentni nivo buke (crvena linija);

Pri merenju ekvivalentnog nivoa buke su promene njegovog nivoa na početku merenja znatno veće, dok se kasnije nivo stabilizuje.

L_{Aeq} - ekvivalentni nivo buke određen impulsnom karakteristikom;

$L_{Aeq} - L_{Aeq}$ - ocena impulsnog sadržaja buke:

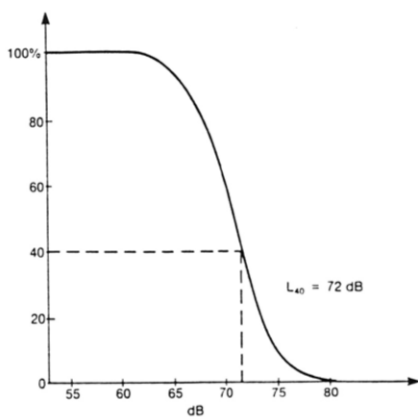
$$L_{Aeq} - L_{Aeq} > 10 \text{ dB} \Rightarrow \text{impulsna buka}$$



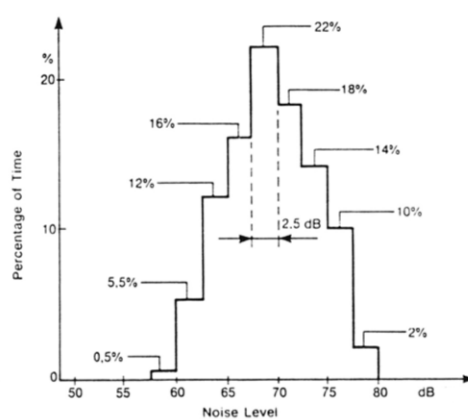
BUKA I VIBRACIJE

Merne veličine

Kumulativna raspodela nivoa buke



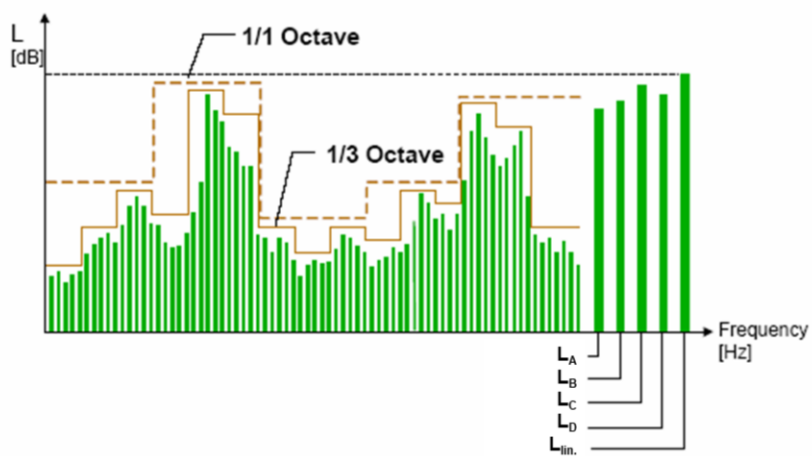
Statistička raspodela nivoa buke



BUKA I VIBRACIJE

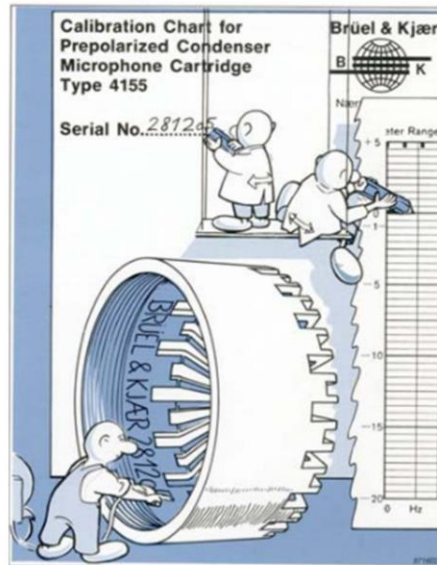
Merne veličine

Frekvencijski spektar buke



BUKA I VIBRACIJE

Kalibracija mernog lanca



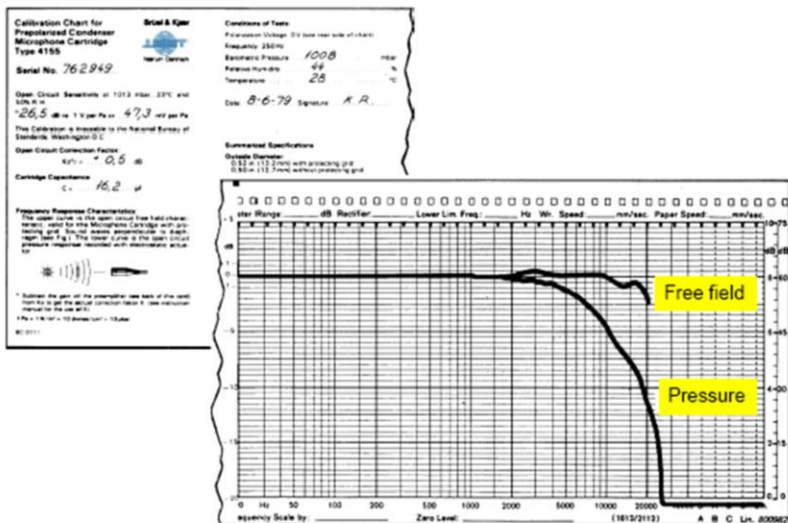
BUKA I VIBRACIJE

Pre svakog merenja je neophodno izvršiti kalibraciju mikrofona i instrumenta zajedno.

Kalibracijom se:

1. Proverava funkcija mernog sistema od mikrofona do sistema za indikaciju;
2. Obezbeđuje pouzdanost i preciznost merenja.

Kalibracija mernog lanca



BUKA I VIBRACIJE

Mikrofon se kao najosetljivija karika mernog lanca kalibriše fabrički, čime mu se definiše osetljivost data u njegovoj kalibracionoj karti.

Osetljivost mikrofona, datu u [mV/Pa], potrebno je uneti kao početni podatak pri kalibraciji mernog lanca.

Osetljivost mikrofona je potrebno proveravati u određenim intervalima laboratorijskim metodama (etaloniranjem).



Za terenska merenja se primenjuje jednostavniji metod kalibracije mernog lanca pomoću **kalibrisanog izvora zvuka**.

Kalibrisani izvor zvuka generiše na definisanoj frekvenciji zvučno polje definisanog nivoa.

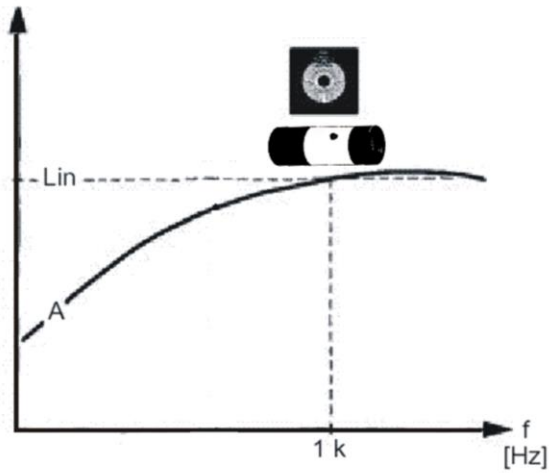
Za kalibraciju mernog lanca za merenje nivoa buke se uglavnom koristi **akustički kalibrator zvuka**.

Kalibrator zvuka proizvodi nivo od **94 dB** na frekvenciji od **1000 Hz**, sa tačnošću od $\pm 0.25 \text{ dB}$.

Kalibrator generiše zvuk uz pomoć stabilnog oscilatora.

Stabilni oscilator pobuđuje piezoelektrični element koji vibrira, kao i metalnu dijafragmu koja svojim oscilovanjem generiše zvučno polje.

Kalibracija mernog lanca



BUKA I VIBRACIJE

Kalibracija je nezavisna od primenjene ponderacione frekvencijske krive.

Nijedna ponderaciona frekvencijska kriva ne unosi bilo kakvo slabljenje na frekvenciji generisanog kalibracionog signala od 1000 Hz.

Pitanja za proveru znanja



1. Šta čini opštu strukturu instrumenata za merenje buke?
2. Koji je osnovni zadatak mikrofona?
3. Koje su radne karakteristike kondenzatorskih mikrofona?
4. Koje su tehničke karakteristike kondenzatorskih mikrofona?
5. Kako se definišu osetljivost i nivo osetljivosti mikrofona?
6. Šta omogućava poznavanje frekvencijskog sadržaja buke?
7. Čime je određen propusni opseg frekvencijskog filtra?
8. Koji su osnovni tipovi pojasnih filtara?
9. Kakvi su to oktavni i terčni filtri?
10. Šta se dešava sa signalom zvuka u detektoru?
11. Šta određuje vremenska karakteristika detektora signala?
12. Šta se postiže kalibracijom mernog mikrofona i instrumenta?

BUKA I VIBRACIJE