

Decibel (dB) – istine i zablude

Da li su svi decibeli isti? Koliko decibela je potrebno da se udvostruči nivo signala? Brojni pokušaji su učinjeni kako bi se objasnio jedan od najkontroverznijih pojmova audio i muzičke industrije. U kojoj meri je njihova primena značajna, saznajte više u ovom nastavku.

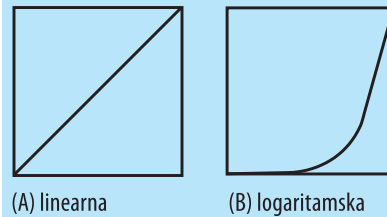
Decibel (dB) je način da izrazimo odnos između dve vrednosti ili dva nivoa signala (u našem slučaju), bez obaveze da navodimo prave vrednosti ili nivoe. Na primer, ako kažemo da izlaz iz pojačala daje 100 puta veću snagu od one koja je izmerena na ulazu, onda je odnos izlaza prema ulazu 100:1. Ovo nam i dalje ništa ne govori o konkretnoj snazi pojačala – to može da bude bilo koja količina volti ili milivolti. Ali ako govorimo decibel jezikom, onda kažemo da je izlaz +40dB u odnosu na ulaz. Zašto je to baš 40dB? Zato što ja tako kažem! Zato da bi odstranili komplikovane kalkulacije iz tonske režije. Kada govorimo o audio sistemima i akustici, znajte da baratamo ogromnim rasponom numeričkih vrednosti. Najslabiji signal iz mikrofona i najjači signal na izlazu iz pojačala, pokrivaju raspon od preko hiljadu miliona! U decibelima, taj raspon iznosi podnošljivih 180dB što je, složićete se, lakše za razumevanje. U stvari, kod decibela u najgorem slučaju koristimo trocifreni broj. I pošto je brojeva manje, manja je i mogućnost greške.

Decibel i logaritmi

Ljudsko uvo operiše energetskim rasponom od 10^{13} :1(10,000,000,000,000:1). Pošto je ovakav raspon ljudima teško razumljiv, usvojena je logaritamska skala da bi se smanjile mere na brojeve kojima se lakše operiše. Logaritam (log) se uvećava eksponencijalno, na sličan način kako

rade i naše uši kada je u pitanju utisak glasnosti. Zato decibeli i logaritmi lepo funkcionišu zajedno, a rezultati postaju jasni i praktični. (vidi sliku A).

(slika A) linearna i logaritamska (eksponencijalna) skala



Kako sam već napomenuo, decibeli se često koriste za poređenje dva nivoa signala – naveo sam primer ulaznih i izlaznih nivoa pojačala. Ako je izlazni nivo (Vizlaz) dvostruko veći od ulaznog (Vulaz), onda je u pitanju pojačanje od 6dB. Kalkulacija je sledeća:

Odnos u dB je: $20 \times \log(\text{Vulaz}/\text{Vizlaz})$

Ponekad međutim, umesto da poredimo neke apstraktne vrednosti, požećemo da uporedimo nivo signala sa definisanim referentnim nivoom. Tada je, naravno, potrebno da znamo šta taj nivo predstavlja i kako se obeležava. Referentni nivo označen je sufiksom koji se dodaje terminu dB, i podrazumeva vrlo konkretnu vrednost. Najčešće korišćeni dB termini jesu dB SPL, dBm, dBu, dBV i dBFS, mada ih ima mnogo više.

dB SPL koristimo kada hoćemo da

izrazimo nivo glasnosti. On označava intenzitet zvučnog pritiska (SPL = Sound Pressure Level). Referentna vrednost je 0 dB SPL, što je prag čujnosti. Pragom čujnosti smatramo najtiši zvuk koji je ljudsko uvo u stanju da registruje. Nasuprot pragu čujnosti postoji i prag bola, koji se označava sa 140 dB SPL. Iako to nije najglasniji zvuk koji možemo da čujemo, iz ovoga možemo da zaključimo da dB SPL raste kako raste i nivo glasnosti. Kada čujete da neko pomene decibele u kontekstu nivoa buke, intenziteta, jačine zvuka, glasnosti i sl, znajte da misli na dB SPL. Kao ilustraciju, pogledajte tabelu 1, koja prikazuje intenzitet zvučnog pritiska u nekim situacijama, izražen u dB SPL.

tabela 1. Tipični dB SPL	
primer	dB SPL
30m od mlaznog aviona	140
Prag (granica) bola	140
Prag (granica) nelagodnosti	120
Motorna testera, 1m udaljenosti	110
Diskoteka, 1m od zvučnika	100
Dizel kamion, 10m udaljenosti	90
Prometna saobraćajnica	80
Usisivač, 1m udaljenosti	70
Konverzacijski govor, 1m	60
Tipično kućno okruženje	50
Tiša biblioteka	40
Spavaća soba noću	30
TV studio, buka pozadine	20
List koji opada	10
Prag (granica) čujnosti	0

dBm je stari referentni nivo za signale u audio industriji, postavljen davnih dvadesetih godina prošlog veka. Dobija se kada se 1mW (1 milivat = 0,001 vat) električne snage propusti kroz mrežno opterećenje od 600Ω(oma). Poreklo je vezano za telekomunikacije u Engleskoj iz tog vremena, ali to ovde ne treba da nas zanima. Činjenica je, međutim, da 1mW u 600Ω proizvodi prosečan (rms) napon od 0,775 volti. 0 dBm je, znači, usvojen kao standard čija referentna vrednost iznosi 1mW, ('m' simbolizuje milivat). Ali, dBm polako izlazi iz upotrebe.

dBu - Srećom, praksa da se audio veze opterećuju sa 600Ω napuštena je u većem delu audio sveta, ali je zato napon od 0,775 volti i dalje ostao u upotrebi, samo sada kao nova

studiju. Još jednom podvlačim važnu razliku između dBm i dBu: 0 dBu je uvek 0.775 volti, dok je 0 dBm uvek 1mW.

Ali čemu služe formule i kako nam odnosi decibela mogu pomoći u praksi? Jednostavno gledano, ako se bavite muzikom ili snimanjem, sigurno ste do sada primetili da pojačavanje ili utišavanje, okretanje dugmića na procesoru ili efektu, povezivanje različitih audio uređaja ili doterivanje akustike prostora, uvek znače baratanje decibelima. Praktično bavljenje decibelima zahteva da znate o kojim decibelima je reč, to jest, koju referentnu vrednost decibel sa sobom nosi. U tu svrhu, pogledajte primere referentnih vrednosti i formula za izračunavanje decibela koji su prikazani u tabeli 2.

tabela 2. Referentne Vrednosti i Izračunavanje Decibela			
dB	opis / uslov	referentna vrednost	formula
dB SPL	intenzitet zvučnog (akustičnog) pritiska	0 dB SPL, prag čujnosti	$\text{dB SPL} = 20 \times \log (P/\text{Pref})$
dBm	podrazumeva opterećenje od 600Ω	1 mW (0.001 vat), što je = 775mV u 600Ω	$\text{dBm} = 10 \times \log (P/\text{Pref})$
dBu	dBu je poželjniji u odnosu na dBv	775mV, 0.775 volti	$\text{dBu} = 20 \times \log (V/V_{\text{ref}})$
dBV		1 volt	$\text{dBV} = 20 \times \log (V/V_{\text{ref}})$
dBFS	digitalni maksimalni nivo	nominalni nivo od 0 dBu, -18dBFS u Evropi, -20dBFS u Americi	/

referentna vrednost. Kažem srećom, zato što moderna audio tehnika poznaje različite standarde kada je opterećenje mreže u pitanju, tako da bi dBm danas stvarao mnoge poteškoće u primeni, mada je i dalje ponegde prisutan. Kada govorimo o muzičkim instrumentima i studijskim uređajima, današnja audio industrija prihvatila je da se decibeli vezuju za napon (u voltima) a ne za snagu (u vatima). Da bi razlikovali stari dBm (koji podrazumeva 600Ω) od novog sistema, uveden je termin dBu ('u' znači un-terminated – neokončan, i misli se na mrežu bez fiksnog opterećenja). Tako dobijamo 0 dBu koji predstavlja referentnih 0,775V (rms), bez obzira na opterećenje mreže. Zato se dBu odomacio u studijskom okruženju kao standard i danas se najčešće na njega misli kada se pominju decibeli u

Pogledajmo, na primer, šta se dešava kada pojačate gitaru u snimku za 6dB, imajući u vidu da sada pričamo o decibelima koji se odnose na napon (dBu). Kalkulacija će nam reći da je 6dB dvostruko više od onoga što smo prethodno imali. Znači li to da je gitara sada duplo glasnija? Naravno da nije, jer sada znamo da dBu i dB SPL nisu ista stvar. Dodajući 6dB mi udvostručujemo ono što pokazuju pikmetri (makar oni prikazivali i dB SPL), ali ako hoćemo da udvostručimo subjektivni utisak glasnosti, onda moramo da pojačamo izvor za 10dB. Pogledajmo šta se dešava kada podignemo regler na mikseti za 10dB? Tada će i napon na izlazu iz miksete, i snaga na izlazu iz pojačala, i SPL ispred zvučnika izmeriti uvećanje od 10dB. Međutim, numerički gledano, dok su napon i SPL uvećani za 3,16

puta, snaga (u vatima) se povećala za $(3,16)^2$, što je deset puta! Otkuda ta razlika? Evo zlatnog pravila koje treba da zapamtite: udvostručavanje snage (u vatima) iznosi 3dB, udvostručavanje napona (u voltima) iznosi 6dB, dok udvostručavanje jačine zvuka (u SPL) iznosi 10dB. Biće vam lakše ako naučite da se služite formulama koje definišu međusobni odnos decibela, kao i decibela i drugih veličina, (vidi tabelu 3).

tabela 3. Konverzija Decibela i Drugih Veličina	
da pronađete	operacija
dBu iz V (volti)	$\text{dBu} = V / 0.775, \log \times 20 = \text{dBu}$
V (volte) iz dBu	$V = \text{dBu} / 20, \text{inv. log} \times 0.775 = V$
dBV iz dBu	podelite sa 0.775
dBu iz dBV	pomnožite sa 0.775
W (vate) iz dBm	$W = \text{dBm} / 10, \text{inv. log} \times 0.001$
dBm iz W (vata)	$\text{dBm} = W / 0.001, \log \times 10$
W (vate) iz V (volti)	$W = V^2 / Z (Z=\text{otpor})$
V (volte) iz W (vata)	$V = \sqrt{W \times Z} (Z=\text{otpor})$
uvećanje napona 'n' puta (u dB)	$V \times n = \log n \times 20$
broj 'n'	$n = \text{inv. log}(\text{dB} / 20)$

Koliko dB je pojačalo od 40 vati? To zavisi od toga šta smo u njega uključili. Ali znamo da je pojačalo koje na izlazu daje 40dB, predviđeno da ulazni signal pojača 100 puta! Zar nije logičniji ovakav način izražavanja? Možda još nije, ali to je verovatno zato što, iz iskustva, već imate neku predstavu o tome koliko je glasno pojačalo od 40 vati. Ali ako nemate to iskustvo, sigurno vam koristi da zapamtite da treba da podignete regler za 10dB na mikseti kako bi učinili zvuk dvostruko glasnijim, ili da podizanje reglera za 20dB desetostruko pojačava originalnu informaciju. S druge strane, malo vam znači ako vam kažem da pojačate zvuk za 40 vati jer, koliko je 40 vati zapravo glasnije? Nije jasno zato što ne znamo u odnosu na koju drugu vrednost je to glasnije. Zato je korisno da razmišljate i da se izražavate u decibelima.

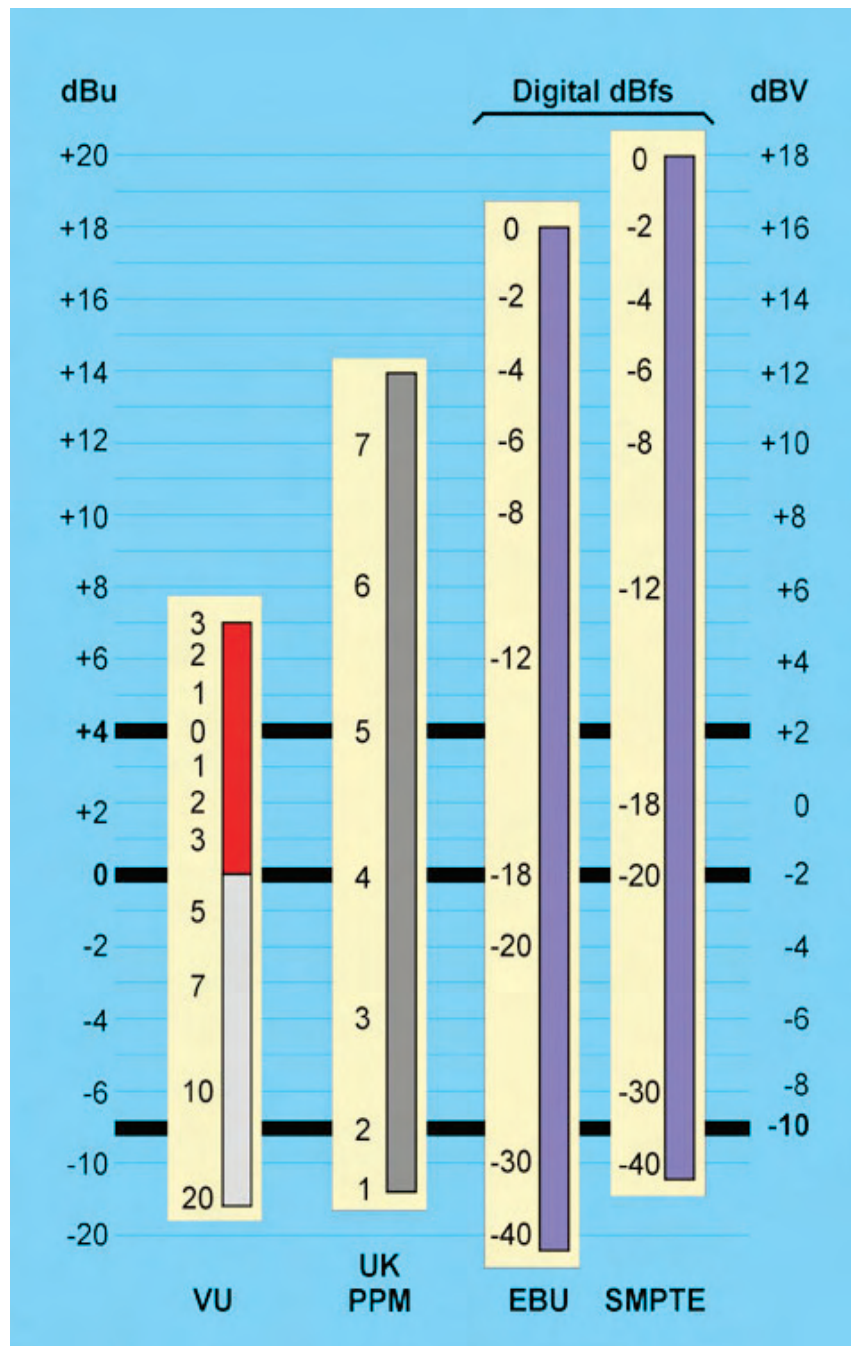
Decibeli se koriste kako u tehničkim specifikacijama tako i u pregledima uređaja. Nemam nameru da ulazim u detalje ali želim da vam skrenem

pažnju da više nije novost da se decibeli koriste i onda kada, na primer, osobinu nekog uređaja želimo da izrazimo kao duplo bolju (6dB bolje), ili kada se distorzija miksete označava sa -80dB (što se takođe označava sa 0.01%THD). Ali ako uskoro čujete da je originalni film bolji od nastavka za 10dB, znajte da su stvari krenule naopako.

Šta je to "nulti nivo", ili "nominalni nivo"? Danas 0 dB ne podrazumeva ni 0 dBU, ni 0 dBm, pa ni 0 dBV. Umesto toga, razni ogranci audio industrije uveli su svoje nominalne nivoe. Tako potrošačka i poluprofesionalna tehnika operiše sa -10dBV, tonski studiji su prihvatili 4dBU, dok je na emitovanju prisutan nominalni nivo od 8dBU. Da bih ilustrovao razliku, podsetiću vas na fenomen koji ste svi verovatno zapazili. Dok gledate televizijski program, da li ste uočili da reklame u prekidu programa zvuče glasnije? Stiče se utisak da neko tamo sedi i namerno pojačava zvuk, što nas izluđuje. Razlog je to što je ton za reklamu verovatno došao iz produkcije, gde je nominalni nivo bio 4dBU, dok je na emitovanju standard 8dBU. Ako inženjer zvuka u vreme emitovanja reklame ne spusti nivo za 4dB, reklama će biti glasnija za razliku između jedne i druge nominalne vrednosti.

Napomenuo bih još i dBFS koji se koristi u digitalnim sistemima. Jedina validna referenca u digitalnom sistemu jeste maksimalni nivo kvantizacije (quantising level) ili "full scale", odakle potiče i sufiks FS. Maksimalna vrednost dBFS je 0. Samim tim, nikada ne možemo dobiti pozitivnu vrednost za dBFS, sve se računa od nule naniže. Kako onda znamo koliko iznosi 0 dBFS? Tako što uspostavimo jedan međuprostor (headroom) kao tolerantni nivo i definišemo ga kao nominalni nivo za rad. Generalno su prihvaćeni -18dBFS u Evropi i -20dBFS u Americi, i izjednačavaju se sa 0 dBU pri međusobnom povezivanju analogne i digitalne opreme. Za bolje razumevanje, pogledajte sliku B.

dBFS je apsolutni nivo koji možete uočiti gledajući u vaše digitalne merne



Slika B: Uporedna skala različitih vrsta mera u odnosu na dBU vrednosti (levo) i dBV vrednosti (desno)

uređaje. Treba znati da nije svejedno kako merite ulazni nivo signala. Na ulazu, signal koji prelazi 0 dBFS pretvara se u distorziju pa se preporučuje da pratite signal na pikmetrima (PPM). Uvek usnivavajte sa nivoima koji su par decibela ispod nule, posebno onda kada snimate u visokoj rezoluciji (24 bit-a), jer tada imate raspoloživu dinamiku od preko 140dB.

Na kraju, uvećajte sopstveni

kredibilitet snimatelja zvuka tako, što ćete decibel skraćenicu pisati kako treba. U sumnjivim oglasima i čudnim specifikacijama viđao sam DB, Db i db. Možda će nekome zvučati nadmeno, ali ipak je u pitanju decibel, deseti deo Bel-a. Učinite čast prvom audio inženjeru, čoveku koji je sklopio prvi mikrofoni. U pitanju je čuveni Škot, Aleksandar Graham Bel.

Nastavak u sledećem broju... [▶](#)