

Logaritmer.

Logaritmer blir brukt i mange sammenhenger. Lydstyrke blir målt i dB, demping og forsterkning blir også ofte oppgitt i dB. (desibel)

Litt svada

Så hva er dB?. Et godt god mann økseskaft svar er at dB er Bel/10..

så ble du like klok :) (desi betyr 1/10, centi betyr 1/100).

Bel som konsept ble oppfunnet av Alexander Graham Bell.

dB betyr ikke! 1/10 av Alexander Graham Bell, men 1/10 av tallet bel

Endelsen Bel er kun til ære for oppfinneren.



Så hva var det egentlig Alexander fant opp denne gang?

Et problem med forsterkning, lydnivå og mer, er at tallene raskt blir veldig

store. Alexander fant rett og slett ut en metode til å kunne representere store tall med langt

mindre tall ved å tilføye endelsen Bel. Nå viste det seg at Bel endelsen selvfølgelig gav litt

mindre tall en man ønsket. (Fra den ene graven til den andre). Man valgte derfor stort sett å

benytte endelsen dB i stedet for Bel. Eksempel $0,1B = 0,1 \cdot 10 \cdot \frac{1}{10}B = 1dB$

Bell fant ut at han i stedet for å benytte det store tallet (x), isteden kunne benytte det tallet (n) han måtte opphøye grunntallet i for å få det store tallet (x). På den måten kunne han uttrykke store tall ved hjelp av mindre tall.

Dette tallet du må opphøye i kan finnes på kalkulatoren ved å trykke på **LOG**

$\log(x)=n$ fordi $10^n=y$

Tallet $100 = 10^2 \Rightarrow$ logaritmen til $100=2B$ eller $2 \cdot 10dB=20dB$

$\text{Log}(100)=2$

Tallet $1000 = 10^3 \Rightarrow$ logaritmen til $1000=3B$ eller $30dB$

$\text{Log}(1000)=3$

Eksempler fra virkeligheten

Vårt hørbare område begynner på en lydstyrke eller mer riktig et lydtrykk på

$20 \mu Pa = 20 \cdot 10^{-6} P$ (Pa=Pascal (N/m^2)) Når vi snakker om lyd så må vi også ha en lydbølge med en viss frekvens. Vi sier at hørbar lyd har et trykk på $20 \mu Pa$ ved $1000Hz$.

Så hva er problemet?

Det er vel like enkelt å si $20\mu Pa$ som det er å måtte regne om til noe dB greier?

Problemet begynner når vi snakker om sterkere lyder og til og med lyder som kan skade hørselen over tid. Et skuddsmell har et lydtrykk på $2\,000\,000\,000 Pa$

En Rakettmotor har et lydtrykk på $2\,000\,000\,000\,000\,0 Pa$ (13 nuller)

Så når vi snakker om hørbar lyd så har vi med en skala fra $20 \cdot 10^{-6}$ til $2 \cdot 10^{13}$ Pascal

Å jobbe med slike tall blir fort uoversiktlig.

Alexander Graham Bell fant altså ut en metode for å løse dette problemet.

Lydtrykk

Løsning på problemet med store tall er å bruke dB eller Bel i stedet for Pa. På snl(Store Norske Leksikon) så finnes tabellen til høyre.

Nederst på tabellen leses at dB lydstyrkenivå refererer seg til 20µPa

Huskeregel

Logaritmer står alltid i forhold til en referanse. For forsterkning så er referansen den inngående verdien

Formler

$$X_B = \log\left(\frac{X}{X_0}\right), \quad X_{dB} = 10\log\left(\frac{X}{X_0}\right)$$

La oss teste ut.

Hørbart lydtrykk var på 20µPa og referansen er også 20µPa
Vi har $X_0=20\mu\text{Pa}$ og $X=20\mu\text{Pa}$

$$X_B = \log\left(\frac{20 \cdot 10^{-6}}{20 \cdot 10^{-6}}\right) = 0B$$

$$X_{dB} = 10\log\left(\frac{20 \cdot 10^{-6}}{20 \cdot 10^{-6}}\right) = 0dB$$

Så lang alt ok det stemmer med tabellen

Skuddsmell har lydtrykk $X=2 \cdot 10^9\text{Pa}$

$$X_B = \log\left(\frac{2 \cdot 10^9}{20^{-6}}\right) = 14B$$

$$X_{dB} = 10\log\left(\frac{2 \cdot 10^9}{20^{-6}}\right) = 140dB$$

Dette stemmer også med tabellen.

180		rakettmotor
170		
160		
150		
140		skuddsmell
130		ørets smertegrense
120		jetmotor
110		trykklufthammer
100		plateverksted
90		skipsmaskinrom
80		bil på 5 m avstand
70		høyrøstet tale
60		travel restaurant
50		stille gate
40		svak musikk
30		løvsus
20		forsiktig hvising
10		mygg på 2 m avstand
0		ørets nederste høregrense

dB lydstyrkenivå referert til 20 µPa

Desibel. Et jevnt lydnivå på 85 dB er i dag øvre grense for eksponering over en åtte timers arbeidsdag. Denne grensen er antatt å gi en rimelig sikkerhet mot hørselsskade.

Bel og dB har ingen enhet i seg selv, tallet viser kun et forhold til en referanse (eventuelle enheter har blitt strøket i brøken X/X_0). Bel og dB er heller ikke nevnt i SI systemet.

Som elektrikere så ønsker vi ofte å kunne finne den reelle verdien til en dB eller en Bel. For å klare det må vi først og fremst kjenne til referansen. For lyd var referansen 20μPa.

Vi kan finne X når vi vet verdien på referansen i formelen

Formler for å finne X fra dB eller Bel

for dB gjelder $X = X_0 \cdot 10^{\left(\frac{X_{dB}}{10}\right)}$, for Bel gjelder $X = X_0 \cdot 10^{(X_b)}$

eksempel.

En rakett har et lydtrykk på 180 dB, Referansen er 20μPa (ved 1000Hz)

$$X = 20 \cdot 10^{-6} Pa \cdot 10^{\left(\frac{180}{10}\right)} = 20 \cdot 10^{13} Pa$$

En rakett gir et lydtrykk på 200 TPa det er ganske stort.

Lydstyrke består av både lydtrykk(Pascal) og av lydintensitet($\frac{W}{m^2}$)

Lydintensitet har en referanse på $10^{-12} \frac{W}{m^2}$, dette regnes som den laveste hørbare intensiteten ved 1000Hz

Logaritmer kan deles inn i to grupper. Den ene gruppen som vi alt har snakket om kalles for effektforhold. Vi har en litt annen formel for gruppe to (lineære forhold)

Lineære forhold

Effekten tilført en motstand er proporsjonal til strøm eller spenningsendringer i kvadrat

$$P = U \cdot I = U \cdot \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R} \text{ eller vi kan skrive } P = R \cdot I \cdot I = R \cdot I^2$$

Logaritmisk kan vi da skrive

$$U_{dB} = 10 \log\left(\frac{\frac{U_{ut}^2}{R}}{\frac{U_{inn}^2}{R}}\right) = 10 \log\left(\frac{U_{ut}^2}{R} \cdot \frac{R}{U_{inn}^2}\right) = 10 \log\left(\frac{U_{ut}}{U_{inn}}\right)^2 = 2 \cdot 10 \log\left(\frac{U_{ut}}{U_{inn}}\right) = 20 \log\left(\frac{U_{ut}}{U_{inn}}\right)$$

$$U_B = \log\left(\frac{\frac{U_{ut}^2}{R}}{\frac{U_{inn}^2}{R}}\right) = \log\left(\frac{U_{ut}^2}{R} \cdot \frac{R}{U_{inn}^2}\right) = \log\left(\frac{U_{ut}}{U_{inn}}\right)^2 = 2 \cdot \log\left(\frac{U_{ut}}{U_{inn}}\right)$$

$$I_{dB} = 10 \log\left(\frac{R \cdot I_{ut}^2}{R \cdot I_{inn}^2}\right) = 10 \log\left(\frac{I_{ut}}{I_{inn}}\right)^2 = 20 \log\left(\frac{I_{ut}}{I_{inn}}\right)$$

$$10^{-12} \frac{W}{m^2}$$