

Die moeilijke decibels.

Hoe werkt het en hoe moet ik er mee rekenen?

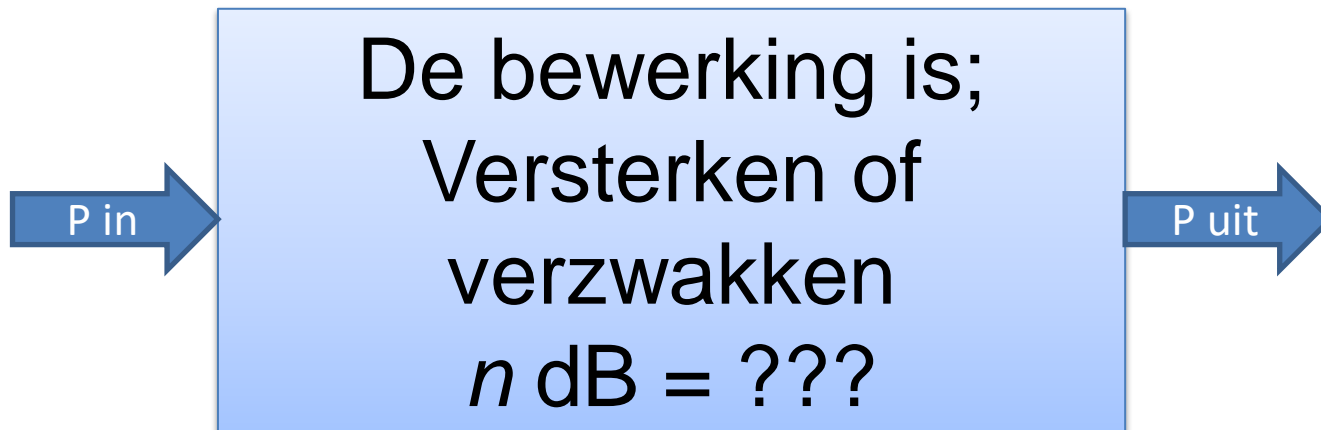
PAØFWN

Met potlood en papier

- Er wordt zoveel mogelijk een rekenmethode toegepast, welke door zijn eenvoud met een simpele rekenmachine en soms met pen en papier zijn uit te voeren.
- Niet ter zake doende uitdrukkingen worden zoveel mogelijk achterwege gelaten.
- Zo wordt het voor vrijwel iedereen begrijpelijk.

Wat is een decibel?

- De decibel is een getal, afgeleid van een logaritme met als grondtal 10, waarmee de verhouding van een vermogen in Watt $\frac{P_{uit}}{P_{in}}$ over de zelfde weerstandswaarde voor en na een bewerking wordt aangeduid.



De logaritme van het grondtal 10

- Het getal welke bij de dB gegeven wordt is afgeleid van een **logaritme** van het grondtal **10**
- De dB zelf is **NIET** de logaritme waarmee gerekend kan worden.
- De dB waarde is altijd **10x** groter dan het getal waar we mee rekenen.
- De dB waarde moet door **10 gedeeld** worden.

Hoe belangrijk is de dB?

- De Decibel is een getal dat een verhouding aangeeft. De Decibel heeft dan ook geen vaste waarde. De Decibel geeft een logaritmische numerieke waarde om een verhouding tussen 2 vermogens waarden te kunnen aanduiden.
- De Decibel is derhalve GEEN dimensie.
- Door gewone getallen om te zetten naar logaritmen, kun je met minder schrijfwerk rekenen. Hier ligt het belang van de dB.
- Een grafiek lineair verdelen voor een logaritmisch verlopende verandering.

Waarom logaritmen?

- Met logaritmen kunnen grote gewone getallen klein geschreven worden.
- *Voorbeeld* ; $10^5 = 100.000$.
- $10^5 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$. (met pen en papier)
- Decibels zijn afgeleid van logaritmen van 10.
- 10 wordt het *grondtal* genoemd. De kleine 5 er rechts boven wordt de *exponent* genoemd.
- Met de reken machine; $10^5 = 100.000$.

Waar zit die logaritme?

- Omdat het grondtal hier altijd het getal 10 is, wordt alleen de exponent benoemd. Dat is de logaritme.

De logaritme van het gewone getal 100 voor het grondtal 10 = 2.

Dit wordt 10 *kwadraat* genoemd. $10^2=10 \times 10$. Door op de rekenmachine *log 100 =* in te toetsen, is het antwoord de exponent. De exponent geeft aan hoe vaak het grondtal **10** in de reeksvermenigvuldiging moet staan.

Vergelijking decibel versus maat eenheid

Ter vergelijking.

1 meter = 10 decimeter. 1 decimeter = 0,1 meter
12 decimeter = 1,2 meter.

1Bel = 10decibel; 1decibel = 0,1Bel; 12 decibel
=1,2Bel.

De eenheid Bel is vaak onhandig groot,
daarom wordt meestal gewerkt met de decibel.
Merk op dat de Bel wel direct de logaritme geeft.

Rekenen met logaritmen

- Vermenigvuldigen doet men door het *optellen* van de exponenten. $10^2 \times 10^3 = 10^5$.
- Delen, door het van elkaar *aftrekken* van de exponenten. $10^8 : 10^5 = 10^3$.
- In gewoon Nederlands, 10 tot de 8^e gedeeld door 10 tot de 5^e is 10 tot de 3^e. De exponenten worden van elkaar afgetrokken.
- Rekenen is dus tamelijk eenvoudig.

Belangrijke bewerkingen.

- Machts verheffen is een *getal 1* of *meer* malen met zichzelf *vermenigvuldigen*. De exponent laat zien hoe vaak dat moet gebeuren. Logaritmisch gaat dat heel eenvoudig.
- Machtsverheffen doet men door de *exponenten* dus de logaritmen met elkaar te *vermenigvuldigen*
- *Voorbeeld.*
- $(10^2)^3 = 10^{2+} \times 10^{2+} \times 10^2 = 10^6 = 1000.000.$

Worteltrekken.

- Worteltrekken door de *exponenten* door elkaar te *delen*.
- $\sqrt[2]{10^4} = 10^{\frac{4}{2}} = 10^2$. De exponent *onder* het wortelteken *delen* door de exponent *boven* het wortelteken.
- Om te vereenvoudigen mogen de exponenten onder en boven het wortelteken door *het zelfde getal* gedeeld worden.

De decibel

- De decibel is **10x** de exponent, dus 10x de logaritme van het grondtal 10.
- $10^{2,0x10} = 20\text{dB}$. $10^{0,1x10} = 1\text{dB}$.

0,1B= de 10^e machts wortel uit het grondtal 10.

$${}^{10}\sqrt{10} = {}^{10}\sqrt{10^1} = 10^{\frac{1}{10}} = \mathbf{1,258925 \text{ onthouden!}}$$

$$1,258925^{10} = 9,99996729 \text{ afgerond } 10$$

De exponent 1 wordt nooit geschreven maar staat er wel degelijk.

10 delige breuken als exponenten.

- $10^{0,3}$ Wanneer je het zo schrijft dan kun je er niet zoveel mee. Als je echter de exponent als deling dus als breuk schrijft, dan zie je wel hoe het moet. Immers delen van de exponenten is worteltrekken. $10^{\frac{3}{10}} = 10^{3:10}$ en dit betekent de 10^e machts wortel uit $10^3 =$ het gewone getal achter deze logaritme. $=1,995262315$.

De andere decibellen

- $0,2\text{Bel} = (10^{0,1})^2 = 10^{0,2 \times 10} = 2\text{dB}$.

- $10^{0,2} = \sqrt[10]{10^2} = \sqrt[5]{10} = 10^{\frac{1}{5}}$

(*Het onthouden getal* met zichzelf vermenigvuldigen).

- $1,258925 \times 1,258925 = 1,58488$. $1\text{dB} \times 2 = 1\text{dB} + 1\text{dB} = 2\text{dB}$. Door het *kwadrateren* van de *onderliggende gewone getallen* vinden we de waarde van 2dB.

- $0,3\text{B}$
 $= (10^{0,1})^3 = \sqrt[10]{10^3} = 10^{0,3 \times 10} = 1,99526 = (\text{afgerond } 2) = 3\text{dB}$. Of $1,258925^3 = 1,99526$. $(10^{0,3})$ rekenm. Zo vinden we alle waarden.

0dB hoe zit dat in elkaar?

$$\frac{a}{a} = 1. \quad \frac{24}{24} = 1. \quad \frac{10^2}{10^2} = 10^0 = 1.$$

Bij *delen*, de exponenten van elkaar *afrekken*.

De werkelijke waarden van de versterkings of verzwakkings factoren aangeven met een vermenigvuldig teken “ x”.

0 decibel versterkt of verzwakt dus 1x .

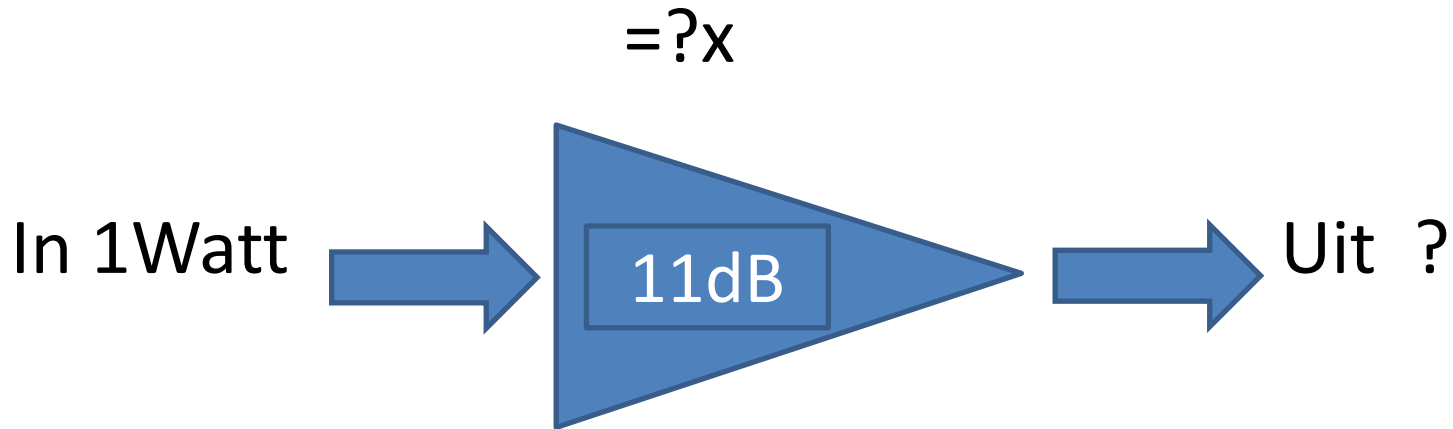
10dB=10x

- $\frac{10^5}{10^4} = 10^1$. Delen is, de exponenten van elkaar aftrekken.

$$\frac{100.000}{10.000} = 10.$$

- $10^1 = 10$

Versterken



$$11\text{dB} = 10\text{dB} + 1\text{dB}.$$

$$10\text{dB} = 10x, \text{ en } 1\text{dB} = 1,258925x$$

De komma in de getalswaarde waarde van 1dB, 1plaats naar rechts is x10.

$$1 \text{ Watt} \times 12,58925 = 12,58925 \text{ Watt bij } R_{\text{in}} = R_{\text{uit}}$$

Uitleg

- 34dB hoeveel is dat?
- Neem de waarde van 4dB=2,511886.
- Plaats de komma **3** plaatsen naar *rechts*.
Voor 34dB wordt dat 2511,886x
- $10^{3,4} = 10^3 \times 10^{0,4} = 1000 \times 2,511886$.
- Exponenten *optellen* is het *vermenigvuldigen van de berekende gewone getallen*.

Versterken of verzwakken

Versterkingsfactoren in decibellen worden nooit voorzien van een polariteits aanduiding.

Voor versterken hoort er eigenlijk een + voor te staan *(+n decibel)*.

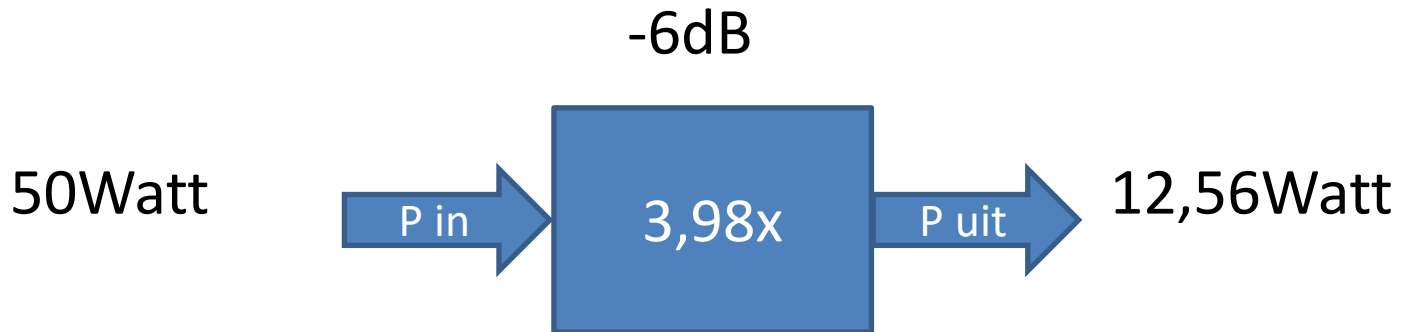
+ is vermenigvuldigen van het ingangs vermogen met de gevonden versterkingsfactor.

Bij verzwakkers wordt soms wel een – teken geplaatst.

De **versterking** is *-n decibel*. Een – teken is delen.

Let op: alleen voor de dB een – teken. Niet voor de exponent van 10. Dan staat er n.l. heel iets anders.

Voorbeeld verzwakker.



$$6\text{dB} = 10^{0,6} = 3,98x. \quad P_{\text{in}} = 50 \text{ Watt}$$

$$P_{\text{uit}} = \frac{50}{3,98} = 12,56 \text{ Watt uit.}$$

De in en uitgangsweerstand dienen *altijd* het zelfde te zijn.

Pas op met verzwakkers.

- Op de voorgaande dia is een vermogen van 50 Watt verzwakt tot 12,56 Watt.
- De verzwakker moet $50-12,56=37,44$ Watt in *warmte* kunnen afgeven aan de omgeving
- Houd hier bij het ontwerpen rekening mee.

Nog kleinere dB waarden

- Soms komen we kleinere waarden dan 1dB tegen bv bij antennesystemen.
- Voorbeeld; 12,5 dB. Dit is 10dB+2dB+0,5 dB.

$$10^1 \times 10^{0,2} \times 10^{0,05}. \quad 10^{0,05} = \sqrt[100]{10^5} = \sqrt[20]{10}$$

$$10 \times 1,58489 \times 1,12202 = 15,8489 \times 1,122 = 17,78$$

De versterking of verzwakking is 17,78x

De dBm.

Het is niet zondermeer mogelijk om een vermogen in Watt met decibellen aan te duiden. (In advertenties kom je dit echter nog wel eens tegen.)

Daar is de dBm voor bedacht.

0dBm=1miliWatt = 10^{-3} =0,001Watt.

Dit is internationaal zo afgesproken.

1Watt=30dBm.

10^{-3} x (*exponenten optellen*) $10^3 = 10^0 = 1$ Watt

Nog meer dB's

- Er is ook nog een dBW. Hier is het 0 dB niveau vast gesteld op 1Watt.
- Dan hebben we ook nog de dBA. Deze wordt in de audio techniek gebruikt. De dB verdeling is als de standaard methode. Echter, gecorrigeerd voor het gedrag van het menselijk oor.

Het menselijk oor.

- Het menselijk oor is het gevoeligst voor frequenties van c.a.1000 tot 1500 Hz.
- Om een toon van 10 Hz net zo hard te kunnen horen, moet deze frequentie 70dB sterker ten gehore worden gebracht. De boven grens ligt afhankelijk van leeftijd, gehoorschade enz. tussen de 8000 en 17000 Hz.

• bron wikipedia.

Even snel oefenen.

- 53dBm=?

- Snelle methode.

Van de 53 dBm gaan er 30 af om op 1Watt te komen

Blijft over 23 dB. Dit is 3dB met de komma 2 plaatsen naar rechts. Afgerond 200 Watt.

Rekenkundige methode.

$$10^{-3} \times 10^{5,3} = 10^{2,3} = 199,526 \text{ Watt.}$$

Met de eenheid dBm kan je dus wel watts in dBs uitdrukken.

dB versus Neper

- Om verschillen in stroom; spanning; en druk niveaus uit te drukken wordt ook wel de neper gebruikt. Voor vermogensverschillen wordt de decibel gebruikt. Hoewel de neper ook een logaritmisch verloop heeft kun je deze grootheden niet zomaar omrekenen. De neper is gebaseerd op het grondtal van de natuurlijke logaritme $\approx 2,72$. De dB op een logaritme met het grondtal 10.

• bron Wikipedia.

Rekenen met een machientje

- Typ in; $10^{0,1}$. Het antwoord is de versterkingsfactor welke bij 1dB hoort.
- Typ in; \log “versterkingsfactor”. het antwoord is de exponent van het grondtal 10.
- Typ in; $10 \log$ “versterkingsfactor”. Het antwoord is de kant en klare dB.
- Voor het werken met spannings verschillen; Typ in $20 \log$ spanningsverschil. Het antwoord is de bijbehorende dB van het vermogens verschil.

Schrijfwijze.

- De schrijfwijze om aan te duiden dat we de exponent van een getal van het grondtal 10 bedoelen doet men zo. $\text{Log getal} = X$. X is de gevraagde exponent.
- De dB echter is 10x groter. Dit schrijven we als; $10\text{Log getal} = x \text{ dB}$. Eigenlijk staat er $10 \times \text{Log}$ van het getal, maar dat vermenigvuldig teken schrijven we nooit. Eerst de logaritme van het getal berekenen en dit met 10 vermenigvuldigen. De reken machine doet dit direct. Als je intoetst $10\text{Log getal} =$, dan geeft hij direct het antwoord in dB.

Van een versterkings/verzwakkingsfactor naar dB.

- U meet aan een versterker en vind een versterkingsfactor van b.v.

9x. U neemt 9^{10} macht. De logaritme is, $10^x = 9^{10}$ waarbij x, $10x$ de gezochte logaritme is. $9^{10} = 3486784401$. Daarna zoeken naar de exponent van 10 voor dit getal. Begin eens met 10^9 Is dit te klein, Dan $10^{9,5}$. Weet u het nog $9,5 = 9 + 0,5$. $10^{9+0,5}$ Optellen hier, is vermenigvuldigen van de uitkomst. $10^{0,5} = \sqrt[10]{10^5}$ enz.

Het antwoord is uiteindelijk 9,542242509. dit maal, omdat er eigenlijk staat $10^{X/10}$ moet de uitkomst door 10 gedeeld worden. De logaritme is dan 0,9542242509. Het bovenstaande antwoord is dus eigenlijk de dB waar we naar zochten.

$$\sqrt[10]{10^{9,542242509}} = 10^{9,542242509/10} = 9. (8,99962)$$

Met een simpel rekenmachientje gaat dit veel sneller.

Werken met spanningen

- Over een weerstand van 50Ω staat een spanning van 10 Volt **effectief** $P = \frac{u^2}{r} = \frac{10^2}{50} = 2\text{Watt}$.
- Vermenigvuldig de spanning met 2.
- $P = \frac{20^2}{50} = 8\text{Watt}$. Het verdubbelen van de spanning betekent een 4x hoger vermogen.
- Geen 3dB maar 6 dB meer = $20 \log$
- Wisselspanningen altijd effectief of RMS.

Worteltrekken door machtsverheffen

- $\sqrt[10]{10} = 10^{0,1}$ We hoeven niet perse 10 vermenigvuldigingen te maken.
 $n^2 = a \times 2x$. $(n^2)^2 = n^4 \times n = n^5$; $(n^5)^2 = n^{10}$
Met 4 vermenigvuldigingen zijn we er al.
- $\sqrt[10]{10^1} = ?$ Eerst 1^{10} dit blijft gewoon 1.
dan 2^{10} dit is 1024. Veel te groot. Probeer 1.2 of 1,3 en kies de waarde die kleiner is dan 10.
- Probeer $1,25^{10}$ enz. Het aantal decimalen is afhankelijk van de gewenste nauwkeurigheid.

(bron-Wiskunst.nl)

Een lijst welke in het verleden is gepubliceerd.

Een oude
Bekende

Leidsnieuws
2008

JB	0	10	20	30	40	50	60
0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	2	5	8	9	2	5
2	1	5	8	4	8	9	3
3	1	9	9	5	2	6	2
4	2	5	1	1	8	8	6
5	3	1	6	2	2	7	8
6	3	9	8	1	0	7	2
7	5	0	1	1	8	7	2
8	6	3	0	9	5	7	3
9	7	9	4	3	2	8	2

Nog een paar tabellen

A versterkingsfactor

B bijbehorende logaritmen

A	B
1	0
2	0,3010292
3	0,477121254
4	0,602059991
5	0,69897
6	0,77815125
7	0,84509804
8	0,903089987
9	0,954242509

A versterkingsfactor

B bijbehorende dB's

B	A
0,1	1,023292992
0,2	1,047128548
0,3	1,071519305
0,4	1,096478196
0,5	1,122018454
0,6	1,148153621
0,7	1,174897555
0,8	1,202264435
0,9	1,230268771
1	1,258925412

Logaritme taal

- $10^{2,3568}$ is een normale logaritmische bewerking. Het grondtal 10 wordt eigenlijk nooit geschreven. Van de exponent(= logaritme) wordt het getal **voor** de komma de wijzer genoemd, en de decimaal waarde de getal mantisse. Deze mantisse geeft de getalswaarde, en de wijzer de plaats waar de komma moet staan. In deze situatie moet de waarde van $10^{0,3568}$ berekend worden en in het antwoord de komma 2 plaatsen naar rechts worden gebracht. Die 2 betekent dus eigenlijk x100.

EINDE

Dank voor uw aandacht

Leuke weetjes voor de
Beginnende radioamateur

op

www.pa0fwn.nl