

De dB

De dB Auteur: Hans Beekhuizen

Als je je met audio en video bezighoudt, kan je niet om de decibel oftewel dB heen. Toch zorgt de dB nog wel eens voor verwarring, dus is het tijd voor een uitleg.. In de begintijd van de telefoon was in Amerika Bell Company aan het onderzoeken hoe groot (telefoon-)lijnverliezen waren. Men ontdekte dat als je lijnverliezen uitdrukte in vermogensverlies, dus in watts, er weinig relatie was met de gehoormatige ervaring van het verlies. Dus heeft men een eenheid ontwikkeld die dat wel had: de Bel. Eén Bel toename werd gedefinieerd als een verdubbeling van waargenomen luidheid. Daarvoor bleek een tienvoudige vermogen voor nodig te zijn. In de begintijd was dat best een probleem, want het hele systeem werkte zonder versterking. Als je meer signaal wilde, dan moest je gewoon harder schreeuwen. En om een zo hoog mogelijk rendement te krijgen, werden de impedanties van microfoon (zender) en luidspreker (ontvanger) op elkaar aangepast om zoveel mogelijk vermogen door de leiding te krijgen. Dit concept van gelijke impedanties aan zend- en ontvangstkant - de zogenaamde stroomaanpassing - werd later overgenomen door omroepen; het zogenaamde 600 ohm systeem. En ook thuis was er vaak sprake van impedantieaanpassing. Want omdat buizenversterkers relatief hoogohmig uit gaan in vergelijking met een luidspreker, wordt een uitgangstransformator gebruikt die ook weer voor een optimale impedantieaanpassing aan beide kanten zorgt.

Bel luiden Maar terug naar de dB; zoals gezegd spreek je van 1 Bel als het geluid twee keer zo hard klinkt en daarvoor is tien keer zoveel vermogen nodig. Even een staatje: 0 Bel = 1 W - referentieniveau 1 Bel = 10 W - twee keer zo hard 2 Bel = 100 W - drie keer zou hard 3 Bel = 1000 W - vier keer zo hard

Het leuke is dat het aantal nullen in het vermogen het getal in Bel aangeeft. Wiskundigen noemen dat logaritme en je schrijf het zo: 0 Bel = $1 \times 1 = 1$ W (referentieniveau) 1 Bel = $1 \times 10^1 = 10$ W (klinkt +1 keer harder) 2 Bel = $1 \times 10^2 = 100$ W (klinkt +2 keer harder) 3 Bel = $1 \times 10^3 = 1000$ W (klinkt +3 keer harder)

Het logaritme van een getal is de exponent (het kleine cijfertje) van een basisgetal (bij dB's altijd 10). Maar maak je er niet te sappel om; als je het concept begrijpt dan kan elke zakjapanner het rekenwerk doen. De formule is:

Om de formule uit te rekenen deel je eerst de ene vermogenswaarde door de andere, drukt op de log knop van de rekenmachine. Reken het verschil tussen 2 W en 15 W maar eens uit: Deel 15 door 2 (of andersom), je krijgt 7,5 als uitkomst. Druk op de log knop en controleer de uitkomst: 0,87506..... oftewel 0,875 Bel.

Al snel bleek dat de Bel een veel te grove maat was, dus ging men werken met tienden van een Bel: de decibel. Dat is ook meteen ongeveer het kleinste niveauverschil dat we met ons gehoor kunnen waarnemen bij ongewijzigde klankbalans. Dat betekent dus dat 10 dB twee keer zo hard

klinkt en dat daar 10 keer zoveel vermogen voor nodig is. De formule is natuurlijk gelijk aan die van de Bel, alleen wordt nu de uitkomst met 10 vermenigvuldigd:

Spanning en sensatie Hiervoor had ik het er al over dat er zo min mogelijk vermogen verloren gaat als er een optimale impedantieaanpassing is. Maar tegenwoordig gebruiken we zelden nog impedantieaanpassingen in analoge audio. Het is nu niet meer nodig om het vermogen van de bron zo effectief mogelijk over te brengen omdat het veel eenvoudiger is op de juiste plekken versterking toe te passen. Het enige wat we willen is een zo goed mogelijke representatie van het audiosignaal en dat kan ook met spanning. Zolang je zorgt dat de ingangsimpedantie van het ontvangende apparaat minimaal tien keer zo groot is als de uitgangsimpedantie van het zendende apparaat, is de stroom redelijk beperkt en geeft de spanning een prima 'plaatje' van het signaal. Maar dat heeft wel gevolgen voor het rekenen in dB's want vermogen is de spanning in het kwadraat gedeeld door de impedantie:

Als we nu de dB formule aanpassen voor spanning, krijgen we:

De eerste formule is zoals we hem kennen voor vermogen. Aangezien we spanning willen berekenen, vervangen we het symbool voor vermogen (P) door de formule en zien we de tweede stap. In de derde stap hebben we in de deling de weerstand verwijderd omdat we aannemen dat die in beide gevallen gelijk is (dat mag omdat bijvoorbeeld 600 ohm gedeeld door 600 Ohm 1 is). In de vierde stap hebben we het kwadraat van beide U's buiten de haakjes gehaald en in de vijfde stap verhuist die tweede macht naar het begin van de formule en omdat we daar aan de andere kant van de logaritmeberekening zijn (dus in het exponent van 10 rekenen), mogen we de 2 met de 10 vermenigvuldigen. Als we het dus over stroom hebben, dan is de formule:

terwijl bij spanning de volgende formule geldt:

Ok, we kunnen nu dB's berekenen dus iedereen weet wat 12 dB is? Nee dus. Want de dB is een verhoudingsmaat, zoals uit de deling in de formule ook valt af te leiden. Je kunt alleen maar verschillen uitrekenen en geen absolute waarden. Maar +4 dB was toch 1,22 V, het pro lijnniveau in de studio? Nee, want er is niet aangegeven ten opzichte van welke andere spanning gerekend is. Gelukkig is dat ook gestandaardiseerd, waardoor we de dB als quasi-absolute waarde kunnen gebruiken.

dBm Als we teruggaan naar de begintijd van de omroep, dan zien we stroomaanpassingen op transformatorgebalanceerde 600 Ohm lijnen. Men bepaalde dat 1 milliwatt over 600 Ohm als algemene referentie werd genomen en noemde dat de dBm. De dBm is dus een vermogensverhouding met als referentie 1 mW over 600 Ohm. Nu wordt vermogen gemeten door een spanningsval over een bekende weerstand te meten en terug te rekenen naar vermogen met de eerder genoemde formule. In het geval van 0 dBm meet je 0,775 V spanningsval over een 600 Ohm weerstand. Wederom vereenvoudigd geeft dit de volgende formule:

Maar omdat in de audioteknik nog maar zelden gebruik wordt gemaakt van een stroomaanpassing, wordt de dBm nog maar zelden gebruikt. Maar het heeft wel zijn gevolgen gehad voor de toekomst, want in die situatie moesten volgens de NAB (North American Broadcaster) VU-meters worden afgeregeld op +4 VU om te compenseren voor de traagheid van de VU -meter.

+4 VU Boven 0 dBm komt overeenkomt met een spanningsval van 1,22 V over 600 Ohm. En daar is die 1,22 V weer! dBu Maar men bleef wel die 0,775 V als 0 dB referentie houden, ook in spanningsaanpassingen. Vooral in de tijd dat beide manieren naast elkaar werden gebruikt, was dat natuurlijk ook het handigst. Maar om aan te geven dat het nu alleen om spanning ging, werd de dBu (met de kleine u van spanning) uitgevonden. Dit is dus wel een spanningsverhouding en wordt dus uitgerekend met de formule:

dBV Ondertussen ontstond er een logischer norm die 1V aanhoudt als referentie, de dBV, waarbij de grote V natuurlijk staat voor Volt. Ook hier hebben we het weer over een spanningsverhouding, dus geldt als formule:

dBFS Met de komst van digitale apparatuur kwam er behoefte aan een digitale variant. Daarbij werd uitgegaan van het maximaal te registreren signaal, dus waarbij alle bits 1 zijn. Voor een 16-bits systeem ziet dat er als volgt uit:

Je kunt het natuurlijk de binaire waarde omzetten in een decimale en je rekenwerk doen. Er zullen echter niet zoveel mensen zijn die zo werken, dus is het gebruikelijk de op het betreffende apparaat de voor 0 dBFS benodigde of afgegeven spanning als referentie te nemen. Veel cd-spelers geven 2V af bij 0 dBFS. Dus als je met zo'n cd-speler zonder signaal een spanning van 0,00004 V meet, dan heb je een signaal/ruisafstand van -93,97 dBFS. Reken het maar na. Nu kun je dus elke verhouding met dB's uitrekenen. Als je dit jaar € 60.000 hebt verdiend en vorig jaar € 56.400, hoeveel dB heb je dan meer verdiend. Wel dat hangt af of het om vermogen of spanning gaat! Een beetje een flauw grapje, maar het is een feit dat alles zich laat vertalen in verhoudingen en als die logaritmisch weergegeven meer zeggen dan lineair, dan is de dB een prima maat. Zo kun je uitrekenen wat de verschillen in signaal/ruisverhouding zijn tussen de diverse analoge bandrecorderkoppen. Amateurrecorders als van Revox en Teac gebruik(t)en bij tweespoorskoppen spoorbreedten van 2 mm terwijl Amerikaanse recorders als die van Ampex sporen van 2,4 mm breedte gebruikten. Dat scheelt meteen 1,6 dB aan signaal/ruisafstand. Europese recorders als van Studer en Telefunken konden uitgerust worden met zogenaamde vlinderkoppen en die schreven sporen van 2,7 mm hetgeen een signaal/ruisafstandsverbetering geeft van 2,6 dB ten opzichte van de amateurrecorder en 1 dB ten opzichte van Amerikaanse professionele recorders. dB SPL Ook geluidsniveau's kunnen met dB's gemeten worden en dat gebeurt ook. De bekendste is de dB SPL, decibel sound pressure level. Het referentieniveau is hier natuurlijk geluidsdruk en wel 0,0002 microbar en omdat het om een niveau gaat, gebruiken we de formule die ook voor spanning wordt gebruikt (je zou kunnen zeggen dat je het over membraanspanning hebt). Rest mij af te sluiten met een leuk voorbeeld over de misverstanden die de dB kan veroorzaken: enkele jaren geleden stond een stukje in een krant waarin een horeca-uitbater uit het Oosten des Lands was bekeurd voor het overtreden van de hinderwet met 12 dB. Volledig overtuigd van de onzin hiervan zij hij tegen de reporter: "Het was maar 12 dB te hard. Ik heb het opgezocht en 12 dB komt overeen met het geluid van een vallende speld." Hij vond dat hij dus maar het geluid van een vallende speld te hard had gedraaid. Ga daar maar eens tegenin.