

Deel 23: dB 's bij spanningen

Maes Frank

0476501034

frank.maes6@telenet.be

1 . dB 's bij Spanningen

- Hier gaan we enkele basis waarden bespreken welke tijdens berekeningen met spanningen noodzakelijk zijn.
- We hebben altijd **2 spanningen**, nl.: **U1** welke de grootste waarde moet hebben, en **U2** welke de kleinste waarde heeft. **Je kan enkel de log trekken van een positief (+)getal.**
- De verhouding tussen **U1** en **U2** in dB 's is dan =

$$\text{dB} = (20 \log U1 / U2)$$

- *Bij het meten van spanningen bij muziek moeten we er altijd voor zorgen dat de ingangsimpedantie vele keer groter is dan de uitgangsimpedantie van de "bron", anders maak je meetfouten. Als regel nemen we ongeveer 10 keer groter. Op het einde van dit. Doc. komen we hierop nog terug.*

dB 's bij Spanningen

- Vb.: Op de uitgang van een gitaar ($250\text{ K}\Omega$) meet men $U_1=200\text{mV}$. Men gebruikt een lange gitaarkabel om aan de gitaarversterker aan te sluiten. En men meet aan de andere kant van die gitaarkabel $U_2= 100\text{mV}$.
- Dan is $U_1 = 200$, en $U_2 = 100$ (daar beide opgegeven zijn in mV)
- Het verlies = $20 \log U_1/U_2 = 20 \log 200/100 = 20 \log 2 = 20 * 0,3 = 6\text{dB}$
- *Deze gitaarkabel heeft dus een verzwakking van 6 dB.*
- *De beide spanningen moeten wel dezelfde eenheid hebben, dus hier in ons geval zijn beide spanningen in mV, maar dat kan ook in V zijn of uV zijn, als ze maar gelijk zijn!*

2. Vaste dB waarden bij spanning

- Dit is een tabel met enkele waarden die je van buiten moet kennen.

dB	Spannings Verhouding
3	1,41
6	2
10	3,16
20	10

- Wanneer we bovenstaande 4 waarden goed kennen kunnen we volgende tabel zelf samen stellen

dB	Omrekenen dB 		Spannings Verhouding U1/U2
3			1,41
4	10 - 6	3,16/2	1,58
6			2
9	3 + 6	1,41*2	2,82
10			3,16
12	6 + 6	2*2	4
13	10 + 3	3,16*1,41	4,45
16	10 + 6	3,16*2	6,32
20			10
40	20+20	10*10	100

Vaste dB waarden bij spanning

Spannings Verhouding U1/U2	Omrekenen → dB		dB
1,41			3
2			6
3,16			10
4	2*2	6+6	12
8	2*2*2	6+6+6	18
10			20
16	2*2*2*2	6+6+6+6	24
20	10*2	20+6	26
100	10*10	20+20	40

- Wanneer we weten hoeveel de verhouding : $1,41/1 = 3$ dB, $2/1 = 6$ dB , $3,16/1 = 10$ dB en $10/1 = 20$ dB is, dan kunnen we door samenvoegen ook aan de waarde van : $4/1 = 12$ dB, $8/1 = 18$ dB , $16/1 = 24$ dB , $20/1 = 26$ dB en $100/1 = 40$ dB, enz...

3. Werken met dB 's

- We zien hier ook dat we tijdens het **combineren** van de verhoudingen de waarden gaan **Vermenigvuldigen of delen**.
 - We zien ook dat we tijdens het uitrekenen van de combinaties de dB 's gaan **optellen of aftrekken**.
 - Hier zien we al direct het grote voordeel om te gaan werken met dB 's, **dB's** kan je gewoon **optellen of aftrekken**
 - Vb. Onze gitaar geeft **200mV** af, na een zeer lange gitaarkabel hebben we nog **100mV**, en dan een VV pedaaltje waarna we **1000mV** hebben op de uitgang . Hier moeten we **200mV** delen door **:2**, en dan vermenigvuldigen met ***10**. Of we hebben eerst een demping van **-6 dB** en daarna een versterking van **+20 dB**, waardoor het eindresultaat **+14 dB winst** is.
- *In de tabel achteraan zie je dat **14 dB** een spanningsverhouding is van **5 keer***

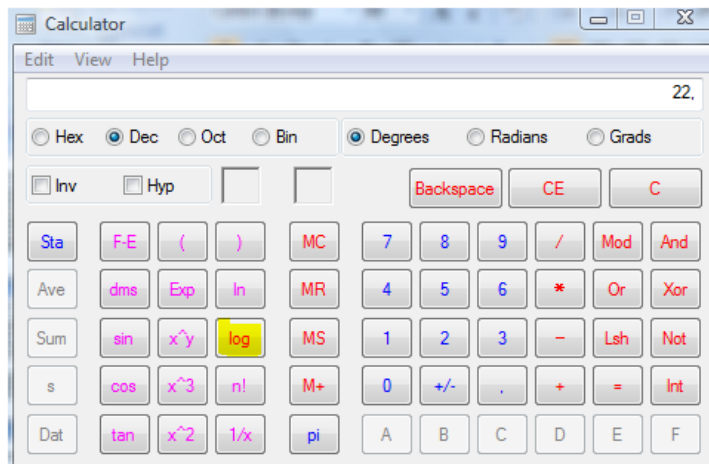
Werken met dB 's

- Terwijl het eenvoudig kan :
 - Factor $1/10 = -20$ dB (**-20dB = 20dB verzwakking**)
 - Factor $1/4 = -12$ dB
 - Factor $100/1 = +40$ dB
 - $(-20) + (-12) + (+40) = +8$ dB
- *In de tabel zien we dat +8 dB ligt tussen +6dB dat 2/1 is, en +12dB dat 4/1 is. Ruw geschat gaan we hier ergens 3/1 halen voor 8 dB. Dus $200\text{mV} * 3 = 600\text{mV}$ (500mV) vlug gerekend.*

4. dB 's berekenen met Calculator

- Wanneer men de **verhouding** kent tussen **2 spanningen** kan met het aantal **dB 's** berekenen :

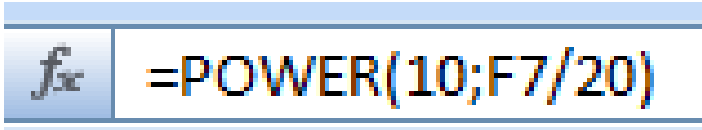
$$\text{dB} = 20 * \log (U1 / U2)$$

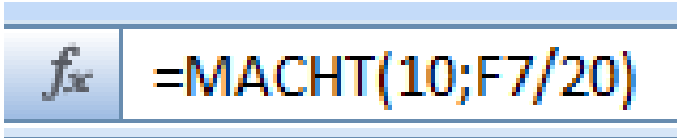


A screenshot of a spreadsheet formula bar. On the left, there are icons for "X" (cancel), "✓" (confirm), and "fx" (insert function). To the right of these icons, the formula "=20*LOG10(F12)" is displayed. The "LOG10" function is highlighted in yellow.

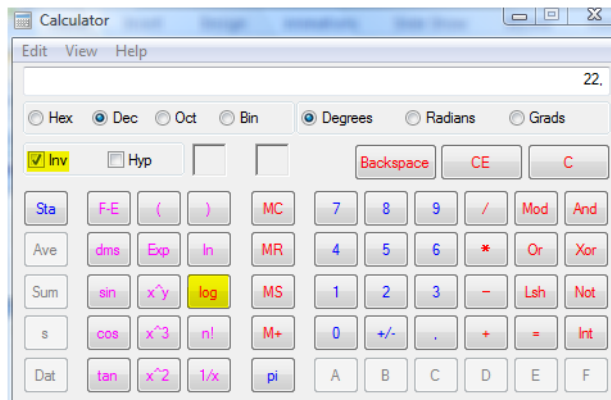
dB 's berekenen met Calculator

➤ EXEL: Verhouding $U1/U2 = \text{MACHT}(10; (\text{dB}/20))$

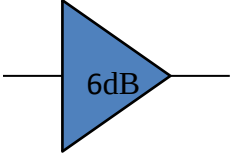
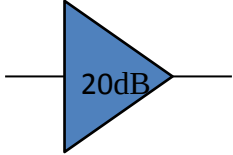
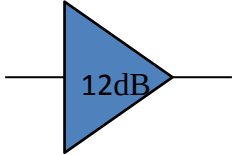
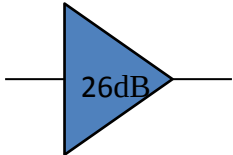
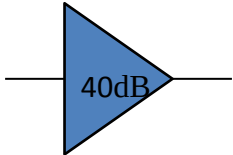
➤ Engelstaling : 

➤ Nederlandstalig : 

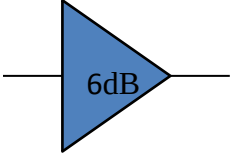
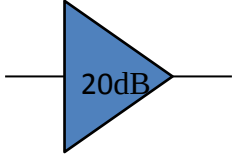
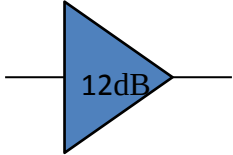
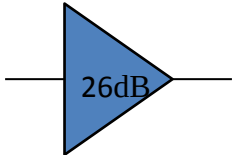
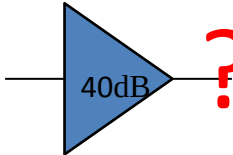
➤ Calculator: $U1/U2 = \text{INV log} (\text{dB}/20)$



5. Oefeningen zonder Calculator

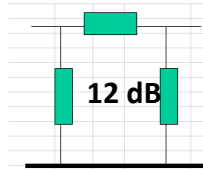
- 1 *100mV*  ?mV
- 2 *100mV*  ?mV
- 3 *100mV*  ?mV
- 4 *100mV*  ?mV
- 5 *100mV*  ?mV

Oefeningen zonder Calculator

- 1 **100mV**  **?** = 6dB = 2 = 100*2 = 200 mV
- 2 **100mV**  **?** = 20dB = 10 = 100*10 = 1000 mV
- 3 **100mV**  **?** = 6dB + 6dB = 2*2 = 4 100*4 = 400 mV
- 4 **100mV**  **?** = 20dB + 6dB = 10*2 = 20 100*20 = 2000 mV
- 5 **100mV**  **?** = 20dB + 20dB = 10*10 = 100 100*100 = 10000 mV

Oefeningen zonder Calculator

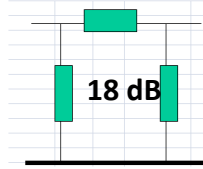
- 1 *100mV*



demper

? = ...dB + ...dB = ... * ... =mV

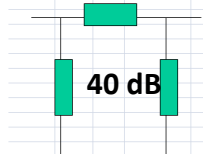
- 2 *100mV*



demper

? = ...dB + ...dB = ... * ... =mV

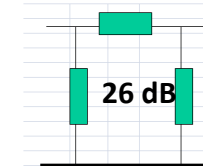
- 3 *100mV*



demper

? = ...dB + ...dB = ... * ... =mV

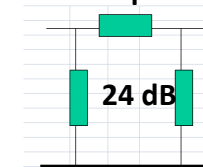
- 4 *100mV*



demper

? = ...dB + ...dB = ... * ... =mV

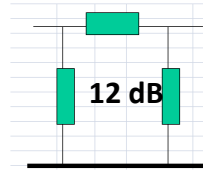
- 5 *100mV*



? = ...dB + ...dB = ... * ... =mV

Oefeningen zonder Calculator

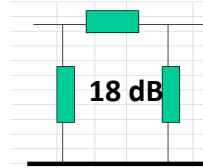
- 1 **100mV**



$$? = 6\text{dB} + 6\text{dB} = 2 * 2 = 4$$

$$100 / 4 = 25 \text{ mV}$$

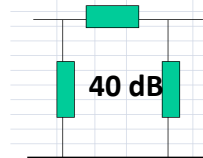
- 2 **100mV**



$$? = 12\text{dB} + 6\text{dB} = 4 * 2 = 8$$

$$100 / 8 = 12,5 \text{ mV}$$

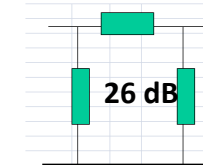
- 3 **100mV**



$$? = 20\text{dB} + 20\text{dB} = 10 * 10 = 100$$

$$100 / 100 = 1 \text{ mV}$$

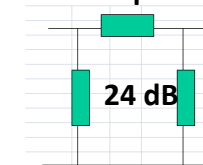
- 4 **100mV**



$$? = 20\text{dB} + 6\text{dB} = 10 * 2 = 20$$

$$100 / 20 = 5 \text{ mV}$$

- 5 **100mV**



$$? = 12\text{dB} + 12\text{dB} = 4 * 4 = 16$$

$$100 / 16 = 6,25 \text{ mV}$$

Opmerking metingen 1

- Let er **altijd** op dat de **ingangsimpedantie** van je **meettoestel** veel hoger (> **factor 10**) is dan de **uitgangsimpedantie** van de vorige bron!

➤ **Voorbeeld 1:**

Je gitaar geeft 200mV af met een uitgangsimpedantie Z_1 van 250 K Ω .

Je meettoestel heeft zelf een ingangsimpedantie Z_2 van 250 K Ω .

Dan zal hierdoor de uitgangsspanning van je gitaar zakken van 200mV (U_1) naar 100mV (U_2).
Dit betekent dat we een extra verlies zullen hebben van :

$$dB = 20 \text{ LOG } U_1 / U_2 = 20 \text{ LOG } (200/100) = 20 \text{ LOG } (2) = 20 * 0.3 = 6 \text{ dB}$$

➤ **Hoe komt dat nu ?**

Wanneer de verhouding van beide impedantie 's niet > is dan 1/10 moeten we een correctie gaan toepassen, waardoor onze formule complexer gaat worden.

Extra damping in **$dB = 20 \text{ LOG } RL/(RL+Ri)$**

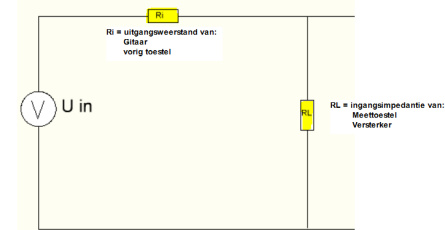
➤ **Voorbeeld 2 :**

De uitgangsimpedantie R_i van onze gitaar is 250 K Ω .

De ingangsimpedantie R_L van onze versterker is 260 K Ω

Extra damping in **$dB = 20 \text{ LOG } RL/(RL+Ri)$**

$$= 20 \text{ LOG } 260/(260+250) = 20 \text{ LOG } 0.51 = 20 (-0.3) = -6 \text{ dB } (= \text{damping})$$



Opmerking metingen 2

➤ Voorbeeld 3:

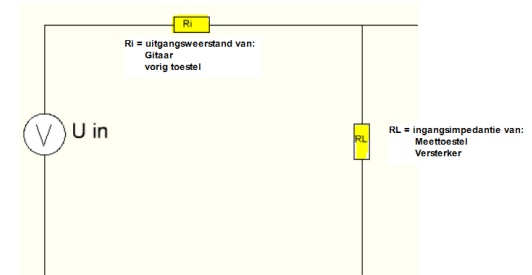
De uitgangsimpedantie R_i van onze gitaar is **250K Ω**

De ingangsimpedantie R_L van onze versterker is **1000 K Ω**

Extra damping in **dB = 20 LOG $R_L/(R_L+R_i)$**

$$= 20 \text{ LOG } 1000/(1000+250) = 20 \text{ LOG } 0.8$$

$$= 20 (-0.1) = -2 \text{ dB } (= \text{damping})$$



➤ Besluit :

- 1) Zorg er altijd voor dat de ingangsimpedantie van het volgend toestel of meter altijd veel hoger (liefst een factor 10) dan de uitgangsimpedantie van het vorig toestel, want anders maak je hierdoor ook extra verlies of een meetfout !
- 2) Zoals je kan zien hebben we in de meeste situatie waar de gitaar 250K Ω is en de ingang van onze buizenversterker 1000 K Ω hier altijd een extra verlies van 2 dB ! Pas op, van de meeste oude transistor gitaarversterkers is dit soms veel lager dan 1000 K Ω !
- 3) Van de meeste pedaaltjes (Bv. BOSS BD-2) is de uitgangsimpedantie maar 1 K Ω en de ingangsimpedantie 1000 K Ω , en zo hebben we dan geen extra verlies als we onze gitaar versterker met 1000 K Ω aansluiten op die 1 K Ω van ons pedaaltje , maar wel een klein verlies van 2dB) door die 250K van onze gitaar aan te sluiten op die 1M (1000K) van ons pedaaltje.

Praktisch vb. met verschillende impedantie's

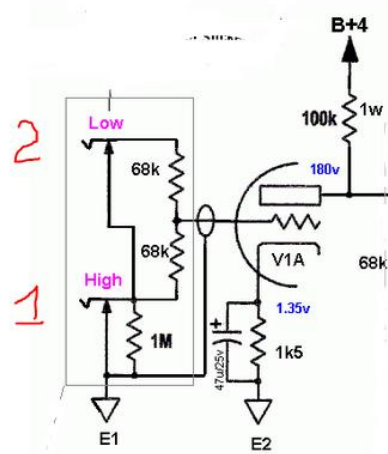
- Op de ingang van een gitaarversterker :
 - $V_{in} = 1V$ $R_{in} = 1M\Omega$
- Op de uitgang van de gitaarversterker:
 - Uitgangsvermogen van 6Wrms over een uitgangsweerstand $R_{uit} = 8\Omega$
 - Berekenen van de uitgangsspanning : $U_{uit} = \sqrt{6 * 8} = 6.9V$
- Berekenen van de Winst in dB
 - $dB = 20 * LOG (U_{uit}/U_{in}) + 10 LOG (Z_{in} / Z_{out})$
 - $dB = 20 * LOG (6.9/1) + 10 LOG (1000000/8)$
 - $dB = 20 * 0.83 + 10 * 5.09$
 - $dB = 16.6 + 50.9$
 - $dB = 66.9$ dB Gain (op de gemeten frequentie)

Praktische vb. op een 12AX7

- $R_{in} = 1000000\Omega // 250000\Omega // 10000\Omega$ R_{in} nemen we 10000Ω
- Gitaar uitgangsspanning : $V_{in} = 0.3 \text{ V}$
- Uitgangsweerstand **12AX7** : $R_{uit} = 50000\Omega$ (ongeveer de helft van bestaande Anode weerstand R_a) Uitgangsspanning over R_a : $V_{uit} = 17\text{V}$
- **Versterking berekenen in dB :**
 - $\text{dB} = 20 * \text{LOG} (U_{uit}/U_{in}) + 10 \text{ LOG} (Z_{out} / Z_{in})$
 - $\text{dB} = 20 * \text{LOG} (17/0.3) + 10 \text{ LOG} (50000 / 10000)$
 - $\text{dB} = 20 * 1.75 + 10 * 0.69$
 - $\text{dB} = 35 + 0.69$
 - $\text{dB} = 35,7 \text{ dB spanningswinst}$ uit 1 deel van een 12AX7
- **Besluit :** De fabrikant geeft een ideale spanningswinst op van max. 100 en wij halen met onze schakeling ($17/0.3 = 56.6 \text{ keer}$). Omgerekend in dB is dit 35 dB, en we moeten een kleine (impedantie correctie toepassen van 0.69 dB)

Opmerking metingen 3

- De meeste gitaarversterkers hebben 2 Ingangen per kanaal, een **HIGH (1)** van ongeveer **1000K** en een **LOW (2)** van ongeveer **136K** (hier een Fender vb.).
- De uitgangsimpedantie **Ri** van onze gitaar is **250KΩ**
De ingangsimpedantie **RL** van **1** van onze versterker is **1000KΩ**
Extra damping in **dB = 20 LOG RL/(RL+Ri)**
$$= 20 \text{ LOG } 1000/(1000+250) = 20 \text{ LOG } 0.8$$
$$= 20 (-0.1) = -2 \text{ dB } (= \text{damping})$$
- De uitgangsimpedantie **Ri** van onze gitaar is **250KΩ**
De ingangsimpedantie **RL** van **2** van onze versterker is **68KΩ + 68KΩ**
Extra damping in **dB = 20 LOG RL/(RL+Ri)**
$$= 20 \text{ LOG } 136/(136+250) = 20 \text{ LOG } 0.35$$
$$= 20 (-0.453) = -9,2 \text{ dB } (= \text{damping})$$
- **Besluit : Eigenlijk is ingang 2 (Low) een -10 dB (afgerond) ingang. Hierdoor zal het uitgangsvermogen ook 10 dB zakken, en dus van bv. 24 Watt zakken naar 2.4 Watt. Deze ingang 2 is eigenlijk ontworpen om thuis te oefenen met dezelfde volume instellingen als in een Live optreden.**



Opmerking metingen 4

- Als we zien dat meestal **2 dB verliezen** doordat de ingangsimpedantie van onze versterker maximaal 1000K, zou je de vraag kunnen stellen, waarom ze die ingangsimpedantie niet verhogen naar bv. 10.000K ? Dit zou praktisch zeker geen probleem zijn, maar men zit dan met andere problemen die hierdoor zouden ontstaan, waaronder :
 - *Veel storing 's gevoeliger voor storingen uit de omgeving.*
 - *De negatieve invloed van de capaciteit in de verbindingenkabels (zie deel 2 Gitaarkabel).*

6. Spanning dB Tabel

Factor bij - dB	dB	Factor bij + dB
1	0	1
0,94	0,5	1,06
0,89	1	1,12
0,84	1,5	1,19
0,8	2	1,25
0,75	2,5	1,33
0,71	3	1,41
0,67	3,5	1,5
0,63	4	1,6
0,6	4,5	1,67
0,56	5	1,78
0,53	5,5	1,88
0,5	6	2
0,47	6,5	2,12
0,45	7	2,24
0,42	7,5	2,37
0,4	8	2,5
0,38	8,5	2,66
0,35	9	2,82
0,33	9,5	30
0,32	10	3,16
0,28	11	3,55
0,25	12	4
0,22	13	4,5
0,2	14	5
0,18	15	5,62
0,16	16	6,3
0,14	17	7,1

Factor bij - dB	dB	Factor bij + dB
0,125	18	8
0,11	19	8,9
0,1	20	10
0,089	21	11,2
0,08	22	12,5
0,071	23	14,1
0,063	24	16
0,056	25	17,8
0,5	26	20
0,045	27	22,4
0,04	28	25
0,035	29	28,2
0,032	30	31,6
0,028	31	35,5
0,025	32	40
0,022	33	45
0,02	34	50
0,018	35	56
0,016	36	63
0,014	37	71
0,0125	38	80
0,011	39	89
0,01	40	100
0,0056	45	178
0,0032	50	316
0,0018	55	562
0,001	60	1000
	<i>MAES</i>	<i>Frank</i>

dB	P2/P1	U2/U1
		als R2=R1
100	1,00E+10	1,00E+5
90	1,00E+9	3,16E+4
80	1,00E+8	1,00E+4
70	1,00E+7	3,16E+3
60	1,00E+6	1,00E+3
50	1,00E+5	3,16E+2
40	1,00E+4	1,00E+2
30	1,00E+3	3,16E+1
20	1,00E+2	1,00E+1
10	10,00	3,16
9	7,94	2,82
8	6,31	2,51
7	5,01	2,24
6	3,98	2,00
5	3,16	1,78
4	2,51	1,58
3	2,00	1,41
2	1,58	1,26
1	1,26	1,12
0,9	1,23	1,11
0,8	1,20	1,10
0,7	1,17	1,08
0,6	1,15	1,07
0,5	1,12	1,06
0,4	1,10	1,05
0,3	1,07	1,04
0,2	1,05	1,02
0,1	1,02	1,01
0	1,00	1,00

dB	P2/P1	U2/U1
		als R2=R1
0	1,00	1,00
-0,1	0,98	0,99
-0,2	0,95	0,98
-0,3	0,93	0,97
-0,4	0,91	0,95
-0,5	0,89	0,94
-0,6	0,87	0,93
-0,7	0,85	0,92
-0,8	0,83	0,91
-0,9	0,81	0,90
-1	0,79	0,89
-2	0,63	0,79
-3	0,50	0,71
-4	0,40	0,63
-5	0,32	0,56
-6	0,25	0,50
-7	0,20	0,45
-8	0,16	0,40
-9	0,13	0,35
-10	0,10	0,32
-20	1,00E-2	1,00E-1
-30	1,00E-3	3,16E-2
-40	1,00E-4	1,00E-2
-50	1,00E-5	3,16E-3
-60	1,00E-6	1,00E-3
-70	1,00E-7	3,16E-4
-80	1,00E-8	1,00E-4
-90	1,00E-9	3,16E-5
-100	1,00E-10	1,00E-5