Was sind Dezibel (dB)?

Jürgen Stuber

2013-05-01

Dezibel

- Logarithmische Skala zur Angabe von Leistung oder Intensität (Leistung pro Fläche)

Dezibel

- Logarithmische Skala zur Angabe von Leistung oder Intensität (Leistung pro Fläche)
- Relativ oder bezogen auf einen festen Referenzwert

Dezibel

- Logarithmische Skala zur Angabe von Leistung oder Intensität (Leistung pro Fläche)
- Relativ oder bezogen auf einen festen Referenzwert
- Abkürzung dB

Dezibel

- Logarithmische Skala zur Angabe von Leistung oder Intensität (Leistung pro Fläche)
- Relativ oder bezogen auf einen festen Referenzwert
- Abkürzung dB
- Definition:

$$L_{\mathrm{dB}} = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{P}{P_0}\right)$$

Dezibel

- Logarithmische Skala zur Angabe von Leistung oder Intensität (Leistung pro Fläche)
- Relativ oder bezogen auf einen festen Referenzwert
- Abkürzung dB
- Definition:

$$L_{\mathrm{dB}} = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{P}{P_0}\right)$$

- 10dB mehr entsprechen zehnfacher Leistung

Dezibel

- Logarithmische Skala zur Angabe von Leistung oder Intensität (Leistung pro Fläche)
- Relativ oder bezogen auf einen festen Referenzwert
- Abkürzung dB
- Definition:

$$L_{\mathrm{dB}} = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{P}{P_0}\right)$$

- 10dB mehr entsprechen zehnfacher Leistung
- 3dB mehr entsprechen fast genau Multiplikation mit 2

Vorteile einer logarithmischen Skala

Erleichtert das Rechnen:

- Addition statt Multiplikation

$$\log(x \cdot y) = \log(x) + \log(y)$$

Vorteile einer logarithmischen Skala

Erleichtert das Rechnen:

- Addition statt Multiplikation

$$\log(x \cdot y) = \log(x) + \log(y)$$

- Multiplikation statt Exponentiation

$$\log(x^y) = y \cdot \log(x)$$

Vorteile einer logarithmischen Skala

Erleichtert das Rechnen:

- Addition statt Multiplikation

$$\log(x \cdot y) = \log(x) + \log(y)$$

- Multiplikation statt Exponentiation

$$\log(x^y) = y \cdot \log(x)$$

Kompakte Darstellung sehr großer und sehr kleiner Zahlen:

- 1 000 000 entspricht 60 dB

Werte

L_{dB}	P/P_0
0	1
10	10
20	100
30	1 000
40	10 000
50	100 000
60	1 000 000

Werte

L_{dB}	P/P_0
0	1
10	10
20	100
30	1 000
40	10 000
50	100 000
60	1 000 000

L_{dB}	P/P_0
0	1
-10	$0,1$
-20	$0,01$
-30	$0,001$
-40	$0,000\,1$
-50	$0,000\,01$
-60	$0,000\,001$

Werte

L_{dB}	P/P_0
0	1
10	10
20	100
30	1 000
40	10 000
50	100 000
60	1 000 000

L_{dB}	P/P_0
0	1
-10	$0,1$
-20	$0,01$
-30	$0,001$
-40	$0,000\,1$
-50	$0,000\,01$
-60	$0,000\,001$

L_{dB}	P/P_0
0	1
3	$\sim$2
6	$\sim$4
9	$\sim$8
12	$\sim$16
15	$\sim$32
18	$\sim$64

Werte

L_{dB}	P/P_0
0	1
10	10
20	100
30	1 000
40	10 000
50	100 000
60	1 000 000

L_{dB}	P/P_0
0	1
-10	0, 1
-20	0, 01
-30	0, 001
-40	0, 000 1
-50	0, 000 01
-60	0, 000 001

L_{dB}	P/P_0
0	1
3	$\sim$2
6	$\sim$4
9	$\sim$8
12	$\sim$16
15	$\sim$32
18	$\sim$64

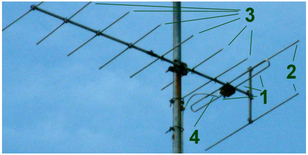
L_{dB}	P/P_0
30	1000
27	$\sim$500
24	$\sim$250
21	$\sim$125
18	$\sim$62, 5
15	$\sim$31, 25
12	$\sim$15, 625

Werte

L_{dB}	P/P_0	Näherungswert aus $3\,\mathrm{dB} \sim 2$
0	$1,000$	1
1	$1,259$	$1,25$
2	$1,585$	$1,6$
3	$1,995$	2
4	$2,512$	$2,5$
5	$3,162$	$3,2$
6	$3,981$	4
7	$5,012$	5
8	$6,310$	$6,25$
9	$7,943$	8
10	$10,000$	10

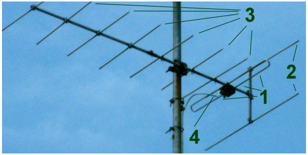
Näherungswerte haben weniger als $1,2\%$ Abweichung

Beispiel: Antennenanlage



Eine Antennenanlage hat ein Kabel mit $1\,\mathrm{dB}$ Dämpfung und verwendet eine Richtantenne mit $11\,\mathrm{dB}$ Gewinn. Wie groß ist der verbleibende "Gewinn"?

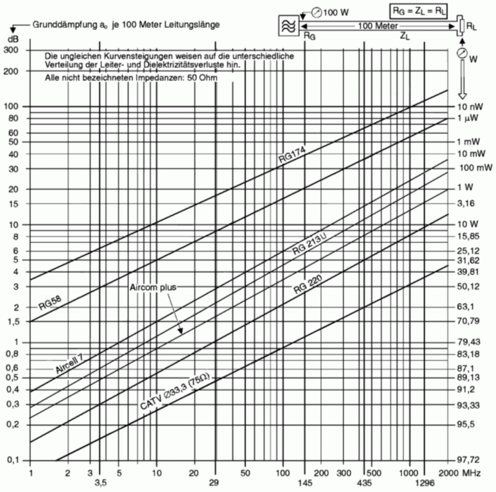
Beispiel: Antennenanlage



Eine Antennenanlage hat ein Kabel mit $1\,\mathrm{dB}$ Dämpfung und verwendet eine Richtantenne mit $11\,\mathrm{dB}$ Gewinn. Wie groß ist der verbleibende "Gewinn"?

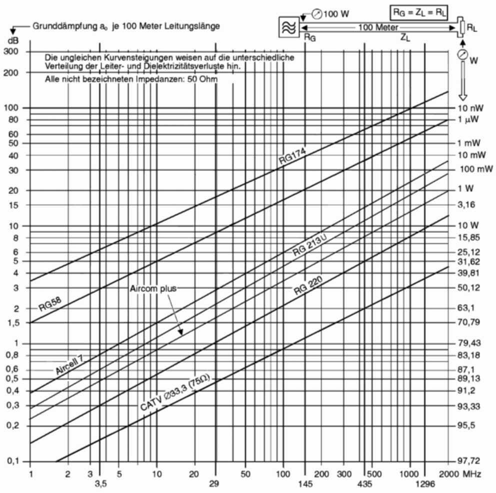
$$11\,\mathrm{dB} - 1\,\mathrm{dB} = 10\,\mathrm{dB}$$

Beispiel: Verluste in HF-Kabeln



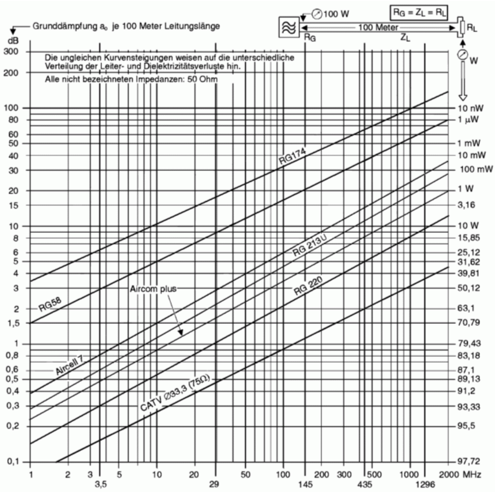
Welche Dämpfung hat ein 15 m langes Koaxialkabel vom Typ RG58 bei 145 MHz?

Beispiel: Verluste in HF-Kabeln



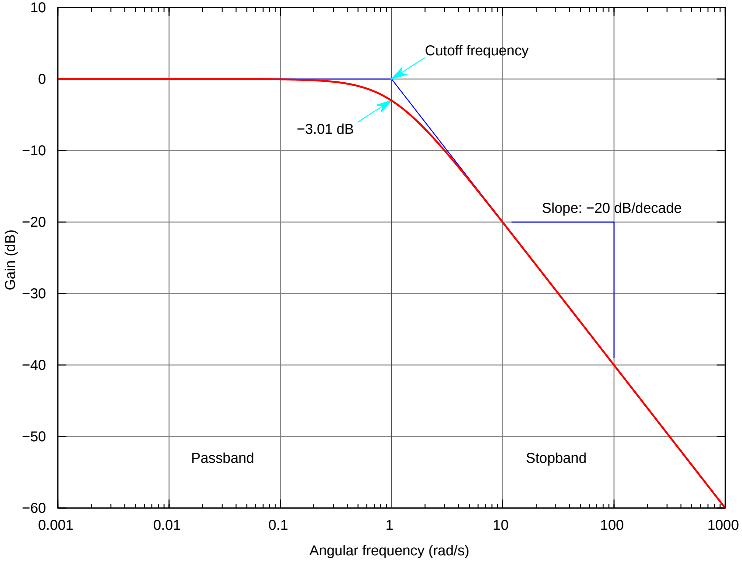
Welche Dämpfung hat ein 15 m langes Koaxialkabel vom Typ RG58 bei 145 MHz? Ablesen: $20\,\mathrm{dB}/100\,\mathrm{m}$

Beispiel: Verluste in HF-Kabeln



Welche Dämpfung hat ein 15 m langes Koaxialkabel vom Typ RG58 bei 145 MHz? Ablesen: $20\,\mathrm{dB}/100\,\mathrm{m} \rightsquigarrow 3\,\mathrm{dB}/15\,\mathrm{m}$

Beispiel: Bode-Diagramm für einen Tiefpass



Absolutwerte

dBW: Bezugsgröße $1\,\mathrm{W}$ (Watt)

Absolutwerte

dBW: Bezugsgröße $1\,\mathrm{W}$ (Watt)
dBm: Bezugsgröße $1\,\mathrm{mW}$ (Milliwatt)

Absolutwerte

dBW: Bezugsgröße $1\,\mathrm{W}$ (Watt)
dBm: Bezugsgröße $1\,\mathrm{mW}$ (Milliwatt)
dBpW: Bezugsgröße $1\,\mathrm{pW}$ (Pikowatt)

dB und Spannung

- $P \sim U^2$

dB und Spannung

- $P \sim U^2$
- $L_{\mathrm{dB}} = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{U^2}{U_0^2}\right) = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{U}{U_0}\right)$

dB und Spannung

- $P \sim U^2$
- $L_{\mathrm{dB}} = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{U^2}{U_0^2}\right) = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{U}{U_0}\right)$
- $20\,\mathrm{dB}$ $\sim$ hundertfache Leistung $\sim$ zehnfache Spannung

dB und Spannung

- $P \sim U^2$
- $L_{\mathrm{dB}} = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{U^2}{U_0^2}\right) = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{U}{U_0}\right)$
- $20\,\mathrm{dB}$ $\sim$ hundertfache Leistung $\sim$ zehnfache Spannung
- $6\,\mathrm{dB}$ $\sim$ vierfache Leistung $\sim$ doppelte Spannung

dB und Spannung

- $P \sim U^2$
- $L_{\mathrm{dB}} = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{U^2}{U_0^2}\right) = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{U}{U_0}\right)$
- $20\,\mathrm{dB} \sim$ hundertfache Leistung $\sim$ zehnfache Spannung
- $6\,\mathrm{dB} \sim$ vierfache Leistung $\sim$ doppelte Spannung
- Audio:
  dBV für Audiosignale
  dBu: bezogen auf $\sqrt{0.6}V$ ($1\,\mathrm{mW}$ an 600 Ohm)

dB und Spannung

- $P \sim U^2$
- $L_{\mathrm{dB}} = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{U^2}{U_0^2}\right) = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{U}{U_0}\right)$
- $20\,\mathrm{dB}$ $\sim$ hundertfache Leistung $\sim$ zehnfache Spannung
- $6\,\mathrm{dB}$ $\sim$ vierfache Leistung $\sim$ doppelte Spannung
- Audio:
  dBV für Audiosignale
  dBu: bezogen auf $\sqrt{0.6}V$ ($1\,\mathrm{mW}$ an 600 Ohm)
- Funk:
  $\mathrm{dB}\mu\mathrm{V}$ für Empfangssignale

dB und Spannung

- $P \sim U^2$
- $L_{\mathrm{dB}} = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{U^2}{U_0^2}\right) = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{U}{U_0}\right)$
- $20\,\mathrm{dB}$ $\sim$ hundertfache Leistung $\sim$ zehnfache Spannung
- $6\,\mathrm{dB}$ $\sim$ vierfache Leistung $\sim$ doppelte Spannung
- Audio:
  dBV für Audiosignale
  dBu: bezogen auf $\sqrt{0.6}V$ ($1\,\mathrm{mW}$ an 600 Ohm)
- Funk:
  $\mathrm{dB}\mu\mathrm{V}$ für Empfangssignale
- Faktor 20 auch bei anderen Amplituden (z.B. Schall)

Beispiel: Signal-to-Noise-Ratio (SNR)

Quantisierungrauschen für A/D-Wandler mit N Bits (wandelt Spannung):

$$\mathrm{SNR} = \frac{P_{\text{Signal}}}{P_{\text{Rauschen}}} = N \cdot 6{,}02\,\mathrm{dB} + 1{,}76\,\mathrm{dB}$$

Beispiel: Signal-to-Noise-Ratio (SNR)

Quantisierungrauschen für A/D-Wandler mit N Bits (wandelt Spannung):

$$\mathrm{SNR} = \frac{P_{\mathsf{Signal}}}{P_{\mathsf{Rauschen}}} = N \cdot 6{,}02\,\mathrm{dB} + 1{,}76\,\mathrm{dB}$$

$6{,}02\,\mathrm{dB} = 4$: ein Bit mehr $\rightsquigarrow$ Rausch-Spannung um Faktor 2 kleiner

Beispiel: Signal-to-Noise-Ratio (SNR)

Quantisierungrauschen für A/D-Wandler mit N Bits (wandelt Spannung):

$$\mathrm{SNR} = \frac{P_{\text{Signal}}}{P_{\text{Rauschen}}} = N \cdot 6,02\,\mathrm{dB} + 1,76\,\mathrm{dB}$$

$6,02\,\mathrm{dB} = 4$: ein Bit mehr $\rightsquigarrow$ Rausch-Spannung um Faktor 2 kleiner
$1,76\,\mathrm{dB} = 1,5$: beim Integrieren der Quadrate der Fehler entsteht Faktor $2/3$ in P_{Rauschen}

Beispiel: Signal-to-Noise-Ratio (SNR)

Quantisierungrauschen für A/D-Wandler mit N Bits (wandelt Spannung):

$$\mathrm{SNR} = \frac{P_{\mathsf{Signal}}}{P_{\mathsf{Rauschen}}} = N \cdot 6{,}02\,\mathrm{dB} + 1{,}76\,\mathrm{dB}$$

$6{,}02\,\mathrm{dB} = 4$: ein Bit mehr $\rightsquigarrow$ Rausch-Spannung um Faktor 2 kleiner
$1{,}76\,\mathrm{dB} = 1{,}5$: beim Integrieren der Quadrate der Fehler entsteht Faktor $2/3$ in P_{Rauschen}

CD-Audio mit 16 Bit: $\mathrm{SNR} = 97{,}76\,\mathrm{dB}$

Schall

$$L_{\mathrm{dB}} = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{p}{p_0}\right)$$

Schall

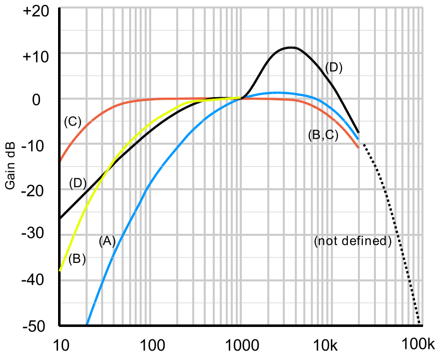
$$L_{\mathrm{dB}} = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{p}{p_0} \right)$$

Referenzdruck: $p_0 = 20\,\mu\mathrm{Pa}$

Schall

$$L_{\mathrm{dB}} = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{p}{p_0}\right) \qquad \text{Referenzdruck: } p_0 = 20\,\mu\mathrm{Pa}$$

dBA: Gewichtung der Frequenzen nach empfundener Lautstärke



A-weighting (blue), B (yellow), C (red), and D-weighting (blk)

Links

http://www.dj4uf.de/lehrg/e10/e10.html
http://www.dj4uf.de/lehrg/a01/a01.html#Dezibel
http://www.siart.de/lehre/dezibel.pdf
https://de.wikipedia.org/wiki/Bel_%28Einheit%29