

Kleine Pegelkunde

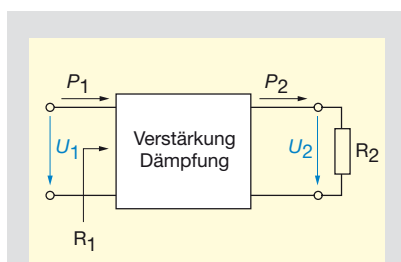
Teil 2: Dämpfung, Verstärkung, Pegel und Systemimpedanz

Die Pseudoeinheit Dezibel (dB) beruht auf dem Logarithmus des Verhältnisses zweier physikalischer Größen. In der Antennentechnik wird diese dimensionslose Größe häufig verwendet. Diese Serie erläutert kurz den mathematischen [1] sowie technischen Hintergrund.

Verstärkung und Dämpfung

Im Bild 1 ist ein Vierpol, ein sogenanntes Zweitor, dargestellt. An dessen Eingang wird über den Eingangswiderstand R_1 die Spannung U_1 eingespeist. Am Ausgang, der mit dem Widerstand R_2 belastet ist, ergibt sich die Spannung U_2 . Ist U_2 größer als U_1 verstärkt der Vierpol, andernfalls dämpft er. Damit bei der Kettenschaltung solcher Vierpole nicht so große Wertebereiche auftreten und einfacher gerechnet werden kann (Addition statt Multiplikation), arbeitet man mit den logarithmierten Verstärkungs- oder Dämpfungsfaktoren. Die englische Bezeichnung für Leistung ist „Power“, Verstärkung heißt „Gain“ und Dämpfung „Attenuation“. Entsprechend werden die Formelzeichen P , G und a verwendet.

Der Begriff Verstärkungsfaktor für das Verhältnis P_2/P_1 (oder U_2/U_1) suggeriert Werte stets >1 , formal sind aber auch Werte <1 möglich. Wenn man diese als Dämpfungsfaktoren mit dem Kehrwert



1 Vierpol zur Definition der Begriffe Verstärkung und Dämpfung

des Verstärkungsfaktors definiert, also als P_1/P_2 (oder U_1/U_2), wird der negative dB-Wert einer Verstärkung gleichbedeutend mit dem betragsmäßig gleichen, aber positiven dB-Wert der Dämpfung. Eine negative Verstärkung ist also mit einer positiven Dämpfung gleichzusetzen.

Leistungsverstärkung in dB

$$G = 10 \cdot \log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$$

Bedingung: $R_1 = R_2$

$$G = 10 \cdot \log\left(\frac{\frac{U_2^2}{R_2}}{\frac{U_1^2}{R_1}}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2$$

Spannungsverstärkung in dB

$$G = 20 \cdot \log\left(\frac{U_2}{U_1}\right)$$

Positive Verstärkung entspricht negativer Dämpfung

$$G = -a$$

Die Spannungsverstärkung eines Vierpols hat bei Anpassung den gleichen Wert wie seine Leistungsverstärkung.

Pegel

Das Dezibel beruht auf dem Logarithmus des Verhältnisses zweier physikalischer Größen, also einer dimensionslosen Zahl. Um eine dimensionsbehaftete Größe als Pegel in dB ausdrücken zu können, ist es erforderlich, sie vor dem Logarithmieren auf eine feste Größe gleicher Dimension zu beziehen. Die Bezugsgröße hängt man zur Information als Zusatz an die Pseudoeinheit dB an. Ist sie beispielsweise 1 mW, wird der Leistungspegel mit dBm (stellvertretend für dBmW) gekennzeichnet. Die Bezugsgröße 1 μ V führt beim Spannungspegel zur Schreibweise dB μ V.

Leistungspegel

$$\frac{p}{\text{dBm}} = 10 \cdot \log\left(\frac{P}{1 \text{ mW}}\right) \Leftrightarrow \frac{P}{\text{mW}} = 10^{0,1 \frac{p}{\text{dBm}}}$$

Spannungspegel

$$\frac{p}{\text{dB}\mu\text{V}} = 20 \cdot \log\left(\frac{U}{1 \mu\text{V}}\right) \Leftrightarrow \frac{U}{\mu\text{V}} = 10^{0,05 \frac{p}{\text{dB}\mu\text{V}}}$$

In einer Antennenanlage ist für alle Komponenten eine einheitlich Systemimpedanz von 75 Ω üblich. Über sie lassen sich Leistungspegel und Spannungspegel ineinander umrechnen.

Zusammenhang zwischen Leistungs- und Spannungspegel am gemeinsamen Bezugswiderstand 75 Ω

$$\begin{aligned} \frac{p}{\text{dBm}} &= \frac{p}{\text{dB}\mu\text{V}} - 108,75 = \frac{p}{\text{dBmV}} - 48,75 \\ &= \frac{p}{\text{dBV}} + 11,25 \end{aligned}$$

Praxisbeispiel

Pegel werden im angelsächsischen Raum meistens in dBm angegeben, in Europa dagegen meist in dB μ V. Neben der Antennenbuchse eines Satellitenreceivers aus Fernost ist aufgedruckt:

„Input level: -60 ... -25 dBm“.

Welchem Pegel in dB μ V entspricht dies, wenn 75 Ω Systemimpedanz vorausgesetzt sind?

Da $p/\text{dB}\mu\text{V} = p/\text{dBm} + 108,75$ gilt, ist damit ein Receivereingangspegel von $(-60 + 108,75) \text{ dB}\mu\text{V} = 48,75 \text{ dB}\mu\text{V}$ bis $(-25 + 108,75) \text{ dB}\mu\text{V} = 83,75 \text{ dB}\mu\text{V}$ (entsprechend 0,274 mV ... 15,4 mV) zulässig. Der Receivereingangspegel harmonisiert gut mit einem typischen Ausgangspegel an der Antennendose von 55 bis 65 dB μ V.

Systemimpedanz

Neben der Systemimpedanz von 75 Ω in der Antennen- und Gebäudeverteiltertechnik ist noch eine Systemimpedanz von 50 Ω in der Labormesstechnik üblich. Tafel 1 vermittelt für die beiden Impedanzen die Zusammenhänge von Spannungs- und Leistungspegeln sowie den linearen Werten zwischen 130 dB μ V und 0 dB μ V.

Literatur

[1] Jungk, K.: Kleine Pegelkunde, Teil 1: Regeln des Logarithmus. Elektropraktiker Berlin 64 (2010) 4, S. 9.

K. Jungk

Fortsetzung  LERNEN & KÖNNEN
Verteilssystem

Tafel 1 Spannungs- und Leistungspegel für die Systemimpedanzen 75 Ω (Gebäudeverteilterchnik) und 50 Ω (Labormesstechnik)

Pegelumrechnung			50 Ω			75 Ω		
Spannungspegel		Spannung	Leistung	Leistungspegel		Leistung	Leistungspegel	
130 dBμV	70 dBmV	3,16 V	200,00 mW	23 dBmW	113 dBpW	133,33 mW	21 dBmW	111 dBpW
129 dBμV	69 dBmV	2,82 V	158,87 mW	22 dBmW	112 dBpW	105,91 mW	20 dBmW	110 dBpW
128 dBμV	68 dBmV	2,51 V	126,19 mW	21 dBmW	111 dBpW	84,13 mW	19 dBmW	109 dBpW
127 dBμV	67 dBmV	2,24 V	100,24 mW	20 dBmW	110 dBpW	66,82 mW	18 dBmW	108 dBpW
126 dBμV	66 dBmV	2,00 V	79,62 mW	19 dBmW	109 dBpW	53,08 mW	17 dBmW	107 dBpW
125 dBμV	65 dBmV	1,78 V	63,25 mW	18 dBmW	108 dBpW	42,16 mW	16 dBmW	106 dBpW
124 dBμV	64 dBmV	1,58 V	50,24 mW	17 dBmW	107 dBpW	33,49 mW	15 dBmW	105 dBpW
123 dBμV	63 dBmV	1,41 V	39,91 mW	16 dBmW	106 dBpW	26,60 mW	14 dBmW	104 dBpW
122 dBμV	62 dBmV	1,26 V	31,70 mW	15 dBmW	105 dBpW	21,13 mW	13 dBmW	103 dBpW
121 dBμV	61 dBmV	1,12 V	25,18 mW	14 dBmW	104 dBpW	16,79 mW	12 dBmW	102 dBpW
120 dBμV	60 dBmV	1,00 V	20,00 mW	13 dBmW	103 dBpW	13,33 mW	11 dBmW	101 dBpW
119 dBμV	59 dBmV	891,25 mV	15,89 mW	12 dBmW	102 dBpW	10,59 mW	10 dBmW	100 dBpW
118 dBμV	58 dBmV	794,33 mV	12,62 mW	11 dBmW	101 dBpW	8,41 mW	9 dBmW	99 dBpW
117 dBμV	57 dBmV	707,95 mV	10,02 mW	10 dBmW	100 dBpW	6,68 mW	8 dBmW	98 dBpW
116 dBμV	56 dBmV	630,96 mV	7,96 mW	9 dBmW	99 dBpW	5,31 mW	7 dBmW	97 dBpW
115 dBμV	55 dBmV	562,34 mV	6,32 mW	8 dBmW	98 dBpW	4,22 mW	6 dBmW	96 dBpW
114 dBμV	54 dBmV	501,19 mV	5,02 mW	7 dBmW	97 dBpW	3,35 mW	5 dBmW	95 dBpW
113 dBμV	53 dBmV	446,68 mV	3,99 mW	6 dBmW	96 dBpW	2,66 mW	4 dBmW	94 dBpW
112 dBμV	52 dBmV	398,11 mV	3,17 mW	5 dBmW	95 dBpW	2,11 mW	3 dBmW	93 dBpW
111 dBμV	51 dBmV	354,81 mV	2,52 mW	4 dBmW	94 dBpW	1,68 mW	2 dBmW	92 dBpW
110 dBμV	50 dBmV	316,23 mV	2,00 mW	3 dBmW	93 dBpW	1,33 mW	1 dBmW	91 dBpW
109 dBμV	49 dBmV	281,84 mV	1,59 mW	2 dBmW	92 dBpW	1,06 mW	0 dBmW	90 dBpW
108 dBμV	48 dBmV	251,19 mV	1,26 mW	1 dBmW	91 dBpW	841,28 μW	-1 dBmW	89 dBpW
107 dBμV	47 dBmV	223,87 mV	1,00 mW	0 dBmW	90 dBpW	668,25 μW	-2 dBmW	88 dBpW
106 dBμV	46 dBmV	199,53 mV	796,21 μW	-1 dBmW	89 dBpW	530,81 μW	-3 dBmW	87 dBpW
105 dBμV	45 dBmV	177,83 mV	632,46 μW	-2 dBmW	88 dBpW	421,64 μW	-4 dBmW	86 dBpW
104 dBμV	44 dBmV	158,49 mV	502,38 μW	-3 dBmW	87 dBpW	334,92 μW	-5 dBmW	85 dBpW
103 dBμV	43 dBmV	141,25 mV	399,05 μW	-4 dBmW	86 dBpW	266,03 μW	-6 dBmW	84 dBpW
102 dBμV	42 dBmV	125,89 mV	316,98 μW	-5 dBmW	85 dBpW	211,32 μW	-7 dBmW	83 dBpW
101 dBμV	41 dBmV	112,20 mV	251,79 μW	-6 dBmW	84 dBpW	167,86 μW	-8 dBmW	82 dBpW
100 dBμV	40 dBmV	100,00 mV	200,00 μW	-7 dBmW	83 dBpW	133,33 μW	-9 dBmW	81 dBpW
99 dBμV	39 dBmV	89,13 mV	158,87 μW	-8 dBmW	82 dBpW	105,91 μW	-10 dBmW	80 dBpW
98 dBμV	38 dBmV	79,43 mV	126,19 μW	-9 dBmW	81 dBpW	84,13 μW	-11 dBmW	79 dBpW
97 dBμV	37 dBmV	70,79 mV	100,24 μW	-10 dBmW	80 dBpW	66,82 μW	-12 dBmW	78 dBpW
96 dBμV	36 dBmV	63,10 mV	79,62 μW	-11 dBmW	79 dBpW	53,08 μW	-13 dBmW	77 dBpW
95 dBμV	35 dBmV	56,23 mV	63,25 μW	-12 dBmW	78 dBpW	42,16 μW	-14 dBmW	76 dBpW
94 dBμV	34 dBmV	50,12 mV	50,24 μW	-13 dBmW	77 dBpW	33,49 μW	-15 dBmW	75 dBpW
93 dBμV	33 dBmV	44,67 mV	39,91 μW	-14 dBmW	76 dBpW	26,60 μW	-16 dBmW	74 dBpW
92 dBμV	32 dBmV	39,81 mV	31,70 μW	-15 dBmW	75 dBpW	21,13 μW	-17 dBmW	73 dBpW
91 dBμV	31 dBmV	35,48 mV	25,18 μW	-16 dBmW	74 dBpW	16,79 μW	-18 dBmW	72 dBpW
90 dBμV	30 dBmV	31,62 mV	20,00 μW	-17 dBmW	73 dBpW	13,33 μW	-19 dBmW	71 dBpW
89 dBμV	29 dBmV	28,18 mV	15,89 μW	-18 dBmW	72 dBpW	10,59 μW	-20 dBmW	70 dBpW
88 dBμV	28 dBmV	25,12 mV	12,62 μW	-19 dBmW	71 dBpW	8,41 μW	-21 dBmW	69 dBpW
87 dBμV	27 dBmV	22,39 mV	10,02 μW	-20 dBmW	70 dBpW	6,68 μW	-22 dBmW	68 dBpW
86 dBμV	26 dBmV	19,95 mV	7,96 μW	-21 dBmW	69 dBpW	5,31 μW	-23 dBmW	67 dBpW
85 dBμV	25 dBmV	17,78 mV	6,32 μW	-22 dBmW	68 dBpW	4,22 μW	-24 dBmW	66 dBpW
84 dBμV	24 dBmV	15,85 mV	5,02 μW	-23 dBmW	67 dBpW	3,35 μW	-25 dBmW	65 dBpW
83 dBμV	23 dBmV	14,13 mV	3,99 μW	-24 dBmW	66 dBpW	2,66 μW	-26 dBmW	64 dBpW
82 dBμV	22 dBmV	12,59 mV	3,17 μW	-25 dBmW	65 dBpW	2,11 μW	-27 dBmW	63 dBpW
81 dBμV	21 dBmV	11,22 mV	2,52 μW	-26 dBmW	64 dBpW	1,68 μW	-28 dBmW	62 dBpW
80 dBμV	20 dBmV	10,00 mV	2,00 μW	-27 dBmW	63 dBpW	1,33 μW	-29 dBmW	61 dBpW
79 dBμV	19 dBmV	8,91 mV	1,59 μW	-28 dBmW	62 dBpW	1,06 μW	-30 dBmW	60 dBpW
78 dBμV	18 dBmV	7,94 mV	1,26 μW	-29 dBmW	61 dBpW	841,28 nW	-31 dBmW	59 dBpW
77 dBμV	17 dBmV	7,08 mV	1,00 μW	-30 dBmW	60 dBpW	668,25 nW	-32 dBmW	58 dBpW
76 dBμV	16 dBmV	6,31 mV	796,21 nW	-31 dBmW	59 dBpW	530,81 nW	-33 dBmW	57 dBpW
75 dBμV	15 dBmV	5,62 mV	632,46 nW	-32 dBmW	58 dBpW	421,64 nW	-34 dBmW	56 dBpW
74 dBμV	14 dBmV	5,01 mV	502,38 nW	-33 dBmW	57 dBpW	334,92 nW	-35 dBmW	55 dBpW
73 dBμV	13 dBmV	4,47 mV	399,05 nW	-34 dBmW	56 dBpW	266,03 nW	-36 dBmW	54 dBpW
72 dBμV	12 dBmV	3,98 mV	316,98 nW	-35 dBmW	55 dBpW	211,32 nW	-37 dBmW	53 dBpW
71 dBμV	11 dBmV	3,55 mV	251,79 nW	-36 dBmW	54 dBpW	167,86 nW	-38 dBmW	52 dBpW
70 dBμV	10 dBmV	3,16 mV	200,00 nW	-37 dBmW	53 dBpW	133,33 nW	-39 dBmW	51 dBpW
69 dBμV	9 dBmV	2,82 mV	158,87 nW	-38 dBmW	52 dBpW	105,91 nW	-40 dBmW	50 dBpW
68 dBμV	8 dBmV	2,51 mV	126,19 nW	-39 dBmW	51 dBpW	84,13 nW	-41 dBmW	49 dBpW
67 dBμV	7 dBmV	2,24 mV	100,24 nW	-40 dBmW	50 dBpW	66,82 nW	-42 dBmW	48 dBpW
66 dBμV	6 dBmV	2,00 mV	79,62 nW	-41 dBmW	49 dBpW	53,08 nW	-43 dBmW	47 dBpW

Fortsetzung der Tafel auf der nächsten Seite

Fortsetzung der Tafel **Spannungs- und Leistungspegel für die Systemimpedanzen 75 Ω (Gebäudeverteiltechnik) und 50 Ω (Labormesstechnik)**

Pegelumrechnung			50 Ω			75 Ω		
Spannungspegel		Spannung	Leistung	Leistungspegel		Leistung	Leistungspegel	
65 dBμV	5 dBmV	1,78 mV	63,25 nW	-42 dBmW	48 dBpW	42,16 nW	-44 dBmW	46 dBpW
64 dBμV	4 dBmV	1,58 mV	50,24 nW	-43 dBmW	47 dBpW	33,49 nW	-45 dBmW	45 dBpW
63 dBμV	3 dBmV	1,41 mV	39,91 nW	-44 dBmW	46 dBpW	26,60 nW	-46 dBmW	44 dBpW
62 dBμV	2 dBmV	1,26 mV	31,70 nW	-45 dBmW	45 dBpW	21,13 nW	-47 dBmW	43 dBpW
61 dBμV	1 dBmV	1,12 mV	25,18 nW	-46 dBmW	44 dBpW	16,79 nW	-48 dBmW	42 dBpW
60 dBμV	0 dBmV	1,00 mV	20,00 nW	-47 dBmW	43 dBpW	13,33 nW	-49 dBmW	41 dBpW
59 dBμV	-1 dBmV	891,25 μV	15,89 nW	-48 dBmW	42 dBpW	10,59 nW	-50 dBmW	40 dBpW
58 dBμV	-2 dBmV	794,33 μV	12,62 nW	-49 dBmW	41 dBpW	8,41 nW	-51 dBmW	39 dBpW
57 dBμV	-3 dBmV	707,95 μV	10,02 nW	-50 dBmW	40 dBpW	6,68 nW	-52 dBmW	38 dBpW
56 dBμV	-4 dBmV	630,96 μV	7,96 nW	-51 dBmW	39 dBpW	5,31 nW	-53 dBmW	37 dBpW
55 dBμV	-5 dBmV	562,34 μV	6,32 nW	-52 dBmW	38 dBpW	4,22 nW	-54 dBmW	36 dBpW
54 dBμV	-6 dBmV	501,19 μV	5,02 nW	-53 dBmW	37 dBpW	3,35 nW	-55 dBmW	35 dBpW
53 dBμV	-7 dBmV	446,68 μV	3,99 nW	-54 dBmW	36 dBpW	2,66 nW	-56 dBmW	34 dBpW
52 dBμV	-8 dBmV	398,11 μV	3,17 nW	-55 dBmW	35 dBpW	2,11 nW	-57 dBmW	33 dBpW
51 dBμV	-9 dBmV	354,81 μV	2,52 nW	-56 dBmW	34 dBpW	1,68 nW	-58 dBmW	32 dBpW
50 dBμV	-10 dBmV	316,23 μV	2,00 nW	-57 dBmW	33 dBpW	1,33 nW	-59 dBmW	31 dBpW
49 dBμV	-11 dBmV	281,84 μV	1,59 nW	-58 dBmW	32 dBpW	1,06 nW	-60 dBmW	30 dBpW
48 dBμV	-12 dBmV	251,19 μV	1,26 nW	-59 dBmW	31 dBpW	841,28 pW	-61 dBmW	29 dBpW
47 dBμV	-13 dBmV	223,87 μV	1,00 nW	-60 dBmW	30 dBpW	668,25 pW	-62 dBmW	28 dBpW
46 dBμV	-14 dBmV	199,53 μV	796,21 pW	-61 dBmW	29 dBpW	530,81 pW	-63 dBmW	27 dBpW
45 dBμV	-15 dBmV	177,83 μV	632,46 pW	-62 dBmW	28 dBpW	421,64 pW	-64 dBmW	26 dBpW
44 dBμV	-16 dBmV	158,49 μV	502,38 pW	-63 dBmW	27 dBpW	334,92 pW	-65 dBmW	25 dBpW
43 dBμV	-17 dBmV	141,25 μV	399,05 pW	-64 dBmW	26 dBpW	266,03 pW	-66 dBmW	24 dBpW
42 dBμV	-18 dBmV	125,89 μV	316,98 pW	-65 dBmW	25 dBpW	211,32 pW	-67 dBmW	23 dBpW
41 dBμV	-19 dBmV	112,20 μV	251,79 pW	-66 dBmW	24 dBpW	167,86 pW	-68 dBmW	22 dBpW
40 dBμV	-20 dBmV	100,00 μV	200,00 pW	-67 dBmW	23 dBpW	133,33 pW	-69 dBmW	21 dBpW
39 dBμV	-21 dBmV	89,13 μV	158,87 pW	-68 dBmW	22 dBpW	105,91 pW	-70 dBmW	20 dBpW
38 dBμV	-22 dBmV	79,43 μV	126,19 pW	-69 dBmW	21 dBpW	84,13 pW	-71 dBmW	19 dBpW
37 dBμV	-23 dBmV	70,79 μV	100,24 pW	-70 dBmW	20 dBpW	66,82 pW	-72 dBmW	18 dBpW
36 dBμV	-24 dBmV	63,10 μV	79,62 pW	-71 dBmW	19 dBpW	53,08 pW	-73 dBmW	17 dBpW
35 dBμV	-25 dBmV	56,23 μV	63,25 pW	-72 dBmW	18 dBpW	42,16 pW	-74 dBmW	16 dBpW
34 dBμV	-26 dBmV	50,12 μV	50,24 pW	-73 dBmW	17 dBpW	33,49 pW	-75 dBmW	15 dBpW
33 dBμV	-27 dBmV	44,67 μV	39,91 pW	-74 dBmW	16 dBpW	26,60 pW	-76 dBmW	14 dBpW
32 dBμV	-28 dBmV	39,81 μV	31,70 pW	-75 dBmW	15 dBpW	21,13 pW	-77 dBmW	13 dBpW
31 dBμV	-29 dBmV	35,48 μV	25,18 pW	-76 dBmW	14 dBpW	16,79 pW	-78 dBmW	12 dBpW
30 dBμV	-30 dBmV	31,62 μV	20,00 pW	-77 dBmW	13 dBpW	13,33 pW	-79 dBmW	11 dBpW
29 dBμV	-31 dBmV	28,18 μV	15,89 pW	-78 dBmW	12 dBpW	10,59 pW	-80 dBmW	10 dBpW
28 dBμV	-32 dBmV	25,12 μV	12,62 pW	-79 dBmW	11 dBpW	8,41 pW	-81 dBmW	9 dBpW
27 dBμV	-33 dBmV	22,39 μV	10,02 pW	-80 dBmW	10 dBpW	6,68 pW	-82 dBmW	8 dBpW
26 dBμV	-34 dBmV	19,95 μV	7,96 pW	-81 dBmW	9 dBpW	5,31 pW	-83 dBmW	7 dBpW
25 dBμV	-35 dBmV	17,78 μV	6,32 pW	-82 dBmW	8 dBpW	4,22 pW	-84 dBmW	6 dBpW
24 dBμV	-36 dBmV	15,85 μV	5,02 pW	-83 dBmW	7 dBpW	3,35 pW	-85 dBmW	5 dBpW
23 dBμV	-37 dBmV	14,13 μV	3,99 pW	-84 dBmW	6 dBpW	2,66 pW	-86 dBmW	4 dBpW
22 dBμV	-38 dBmV	12,59 μV	3,17 pW	-85 dBmW	5 dBpW	2,11 pW	-87 dBmW	3 dBpW
21 dBμV	-39 dBmV	11,22 μV	2,52 pW	-86 dBmW	4 dBpW	1,68 pW	-88 dBmW	2 dBpW
20 dBμV	-40 dBmV	10,00 μV	2,00 pW	-87 dBmW	3 dBpW	1,33 pW	-89 dBmW	1 dBpW
19 dBμV	-41 dBmV	8,91 μV	1,59 pW	-88 dBmW	2 dBpW	1,06 pW	-90 dBmW	0 dBpW
18 dBμV	-42 dBmV	7,94 μV	1,26 pW	-89 dBmW	1 dBpW	841,28 fW	-91 dBmW	-1 dBpW
17 dBμV	-43 dBmV	7,08 μV	1,00 pW	-90 dBmW	0 dBpW	668,25 fW	-92 dBmW	-2 dBpW
16 dBμV	-44 dBmV	6,31 μV	796,21 fW	-91 dBmW	-1 dBpW	530,81 fW	-93 dBmW	-3 dBpW
15 dBμV	-45 dBmV	5,62 μV	632,46 fW	-92 dBmW	-2 dBpW	421,64 fW	-94 dBmW	-4 dBpW
14 dBμV	-46 dBmV	5,01 μV	502,38 fW	-93 dBmW	-3 dBpW	334,92 fW	-95 dBmW	-5 dBpW
13 dBμV	-47 dBmV	4,47 μV	399,05 fW	-94 dBmW	-4 dBpW	266,03 fW	-96 dBmW	-6 dBpW
12 dBμV	-48 dBmV	3,98 μV	316,98 fW	-95 dBmW	-5 dBpW	211,32 fW	-97 dBmW	-7 dBpW
11 dBμV	-49 dBmV	3,55 μV	251,79 fW	-96 dBmW	-6 dBpW	167,86 fW	-98 dBmW	-8 dBpW
10 dBμV	-50 dBmV	3,16 μV	200,00 fW	-97 dBmW	-7 dBpW	133,33 fW	-99 dBmW	-9 dBpW
9 dBμV	-51 dBmV	2,82 μV	158,87 fW	-98 dBmW	-8 dBpW	105,91 fW	-100 dBmW	-10 dBpW
8 dBμV	-52 dBmV	2,51 μV	126,19 fW	-99 dBmW	-9 dBpW	84,13 fW	-101 dBmW	-11 dBpW
7 dBμV	-53 dBmV	2,24 μV	100,24 fW	-100 dBmW	-10 dBpW	66,82 fW	-102 dBmW	-12 dBpW
6 dBμV	-54 dBmV	2,00 μV	79,62 fW	-101 dBmW	-11 dBpW	53,08 fW	-103 dBmW	-13 dBpW
5 dBμV	-55 dBmV	1,78 μV	63,25 fW	-102 dBmW	-12 dBpW	42,16 fW	-104 dBmW	-14 dBpW
4 dBμV	-56 dBmV	1,58 μV	50,24 fW	-103 dBmW	-13 dBpW	33,49 fW	-105 dBmW	-15 dBpW
3 dBμV	-57 dBmV	1,41 μV	39,91 fW	-104 dBmW	-14 dBpW	26,60 fW	-106 dBmW	-16 dBpW
2 dBμV	-58 dBmV	1,26 μV	31,70 fW	-105 dBmW	-15 dBpW	21,13 fW	-107 dBmW	-17 dBpW
1 dBμV	-59 dBmV	1,12 μV	25,18 fW	-106 dBmW	-16 dBpW	16,79 fW	-108 dBmW	-18 dBpW
0 dBμV	-60 dBmV	1,00 μV	20,00 fW	-107 dBmW	-17 dBpW	13,33 fW	-109 dBmW	-19 dBpW