# dB, dBm, dBi, dBd

## dB

**Decybel**, **dB** – logarytmiczna jednostka miary równa 1/10 bela.

Decybela używamy w sytuacji, gdy chcemy porównywać wielkości zmieniające się liniowo w bardzo szerokim zakresie, a interesują nas zmiany względne (np. procentowe). Przykładem takiej sytuacji jest pomiar wielkości, których zmiany ludzkie zmysły rejestrują zgodnie z prawem Webera-Fechnera.

Jednostką podstawową jest bel [B], jednak przyjęło się używać jednostki pochodnej – 10 razy mniejszej czyli 1 dB = 0,1 B (stąd przedrostek decy).
Wartości wyrażane w decybelach odnoszą się do stosunku dwóch wielkości $P$ do pewnej wielkości odniesienia $P_0$

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

gdzie:

- $P_{\mathrm{dB}}$ – wielkość $P$ w decybelach,
- $\log_{10}$ – logarytm dziesiętny,
- $P_0$ – wielkość odniesienia.

Na przykład załóżmy, że chcemy pokazać na wykresie jak zmienia się pewna wielkość $P$:

- $P_0 = 1$
- $P_1 = 10$
- $P_2 = 100$
- $P_3 = 1000$
- $P_4 = 10000$

| **decybel $10 \log_{10}(X)$** | **wartość X** |
|---|---|
| ... | ... |
| 30 | 1000 |
| 20 | 100 |
| 10 | 10 |
| 0 | 1 |
| -10 | 0.1 |
| -20 | 0.01 |
| -30 | 0.001 |
| ... | ... |

Jeżeli nanieślibyśmy te wartości na skalę liniową, to punkty $P_0$, $P_1$ (i zwykle $P_2$, dla mniej dokładnego wykresu) byłyby zupełnie niewidoczne, przesłonione największa wartością $P_4$. Zmieńmy dane na decybele oznaczając otrzymane wielkości $p$ oraz przyjmując $P_0$ jako wielkość odniesienia:

$p_0 = 10 \log (P_0/P_0) = 0$ dB
$p_1 = 10 \log (P_1/P_0) = 10$ dB

i podobnie:

$p_2 = 20$ dB
$p_3 = 30$ dB
$p_4 = 40$ dB.

Teraz na jednym wykresie możemy umieścić widoczne zmiany wszystkich wartości, podczas gdy na poprzednim wartości początkowe wydają się być zerowe.

## Moc w skali logarytmicznej

W decybelach często wyraża się moc

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

Jeżeli wielkością, którą chcemy wyrazić w decybelach, jest natężenie, energia lub moc związana z drganiami harmonicznymi (drgania mechaniczne, fala, prąd zmienny), wówczas zamiast mocą, można posłużyć się amplitudą *A*. Ponieważ moc jest w tym przypadku proporcjonalna do kwadratu amplitudy, wzór przybierze postać

$$L_{\mathrm{dB}} = 10 \log_{10} \left( \frac{A^2}{A_0^2} \right) = 20 \log_{10} \left( \frac{A}{A_0} \right)$$

## Elektronika

W przypadku wielkości typu wzmocnienie napięciowe wykorzystuje się następującą definicję decybela:

$$K_u[\mathrm{dB}] = 20 \log_{10} \frac{U_2}{U_1}$$

Wzór ten wykorzystywany jest przy analizie charakterystyk amplitudowych filtrów elektronicznych oraz obiektów automatyki, w których np. o sytuacji, gdy 10-krotny wzrost częstotliwości powoduje 10-krotny wzrost napięcia, mówi się o wzroście 20 dB na dekadę. Dla stosunku napięć lub prądów będzie to 20 log ($U_1$/$U_2$).

# dBi

Skala logarytmiczna zysku anteny określonego w stosunku do anteny izotropowej.

Zysk anteny wyrażony w dBi mówi, o tym o ile decybeli poziom sygnału jest większy w stosunku do hipotetycznej anteny izotropowej. Przykładowo antena o zysku 8 dBi nadaje sygnał $10^{0,8}$ = 6,31 razy "silniej" od anteny izotropowej.

G[dBi] = G[dBd] + 2,15

# dBd

Skala logarytmiczna zysku anteny określonego w stosunku do dipola półfalowego.

Zysk energetyczny anteny wyrażony w dBd mówi o tym, o ile decybeli zysk energetyczny listka głównego charakterystyki promieniowania anteny jest większy w stosunku do zysku energetycznego dipola półfalowego. Przykładowo antena o zysku 8 dBd nadaje sygnał $10^{0,8}$ = 6,31 razy "silniej" od dipola półfalowego.

G[dBd] = G[dBi] – 2,15

# dBm

**dBm** – logarytmiczna jednostka miary mocy odniesiona do 1 mW (dB odniesiony do mW – stąd nazwa dBm).

Moc wyrażona w dBm mówi, o ile decybeli moc ta jest większa (lub mniejsza) od mocy 1 mW.

$$10 \cdot \log_{10}\left(\frac{P[\mathrm{mW}]}{1[\mathrm{mW}]}\right) = P[\mathrm{dBm}]$$

Przykładowo 100 mW przeliczona na dBm wynosi:

$10 * \log_{10}(100\mathrm{mW}/1\mathrm{mW}) = 10 * \log_{10}(100) = 10 * 2 = 20$ dBm

Przy czym: P [dBm] – 30 = [dBW]

Przykładowe moce w mW i odpowiadających im wartości w dBm

| **Moc w dBm** | **Moc w mW** |
|---|---|
| -10 | 0,1 |
| 0 | 1 |
| 10 | 10 |
| 11 | 13 |
| 12 | 16 |
| 13 | 20 |
| 14 | 25 |
| 15 | 32 |
| 16 | 40 |
| 17 | 50 |
| 18 | 63 |
| 19 | 79 |
| 20 | 100 |
| 24 | 250 |
| 27 | 500 |
| 30 | 1000 |

# ERP

**ERP** (ang. *Effective Radiated Power*) to *efektywna moc wypromieniowana* stosowana przy obliczeniach mocy wyjściowej nadajnika względem anteny dipolowej.

ERP obliczane jest ze wzoru:

$$ERP = 10 \times \log_{10}(P/1mW)$$

gdzie P – moc wypromieniowana.

ERP wyrażana jest w jednostkach dBd. Przykładowo dla mocy 100 mW ERP wynosi:

$$10 \times \log_{10}(100mW/1mW) = 10 \times \log_{10}(100) = 10 \times 2 = 20 \text{ dBd}$$

Dla nadajnika o mocy 1 mW podłączonego bez strat do anteny dipolowej ERP wynosi 0 dBm. Dla rzeczywistych układów nadawczych, aby obliczyć ERP układu nadawczego, należy jeszcze uwzględnić straty wnoszone przez tor nadawczy i zysk anteny. Przykładowo dla nadajnika o mocy 50 mW podłączonego do anteny o zysku 12 dBd przewodem o tłumienności 0,55 dB/m i o długości 18 metrów wynosi:

$$ERP = 10 \times \log_{10}(50mW/1mW) - 18 \times 0{,}55 + 12 = 10 \times 1{,}70 - 9{,}9 + 12 = 19{,}1 \text{ dBm}$$

Ze względu na to, że zysk energetyczny anteny wyrażony w dBi jest o 2,15 dB większy niż zysk anteny wyrażony w dBd, to ERP = EIRP – 2,15.

# EIRP

**EIRP** (ang. **E**quivalent or **E**ffective **I**sotropical **R**adiated **P**ower) to *równoważna moc promieniowana izotropowo*. EIRP oznacza moc, jaką musiałaby wypromieniować antena izotropowa (teoretyczna antena o zerowych wymiarach, która emituje fale elektromagnetyczne bez strat, jednakowo w każdym kierunku przestrzeni), aby otrzymać taki poziom sygnału w odbiorniku, jaki wystąpiłby przy użyciu do nadawania badanej anteny kierunkowej na kierunku jej maksymalnego promieniowania.

Podstawową jednostką mocy EIRP jest Wat [W]. Często (dla wygody w obliczeniach) EIRP wyrażana jest w jednostkach logarytmicznych dBW (decybele w stosunku do wata), lub dBm (decybele w stosunku do miliwata).

Przykładowo dla mocy 100 mW EIRP wyrażone w dBm wynosi: $10 * \log_{10}(100mW/1mW) = 10 * \log_{10}(100) = 10 * 2 = 20$ dBm

Dla instalacji nadawczej złożonej z nadajnika, linii zasilającej i anteny, EIRP można obliczyć ze wzoru:

EIRP = P - Tk + Gi

gdzie EIRP i P (moc nadajnika) podane są w dBm, Tk (tłumienie kabla) w dB a Gi (zysk anteny w stosunku do anteny izotropowej) w dB,

Dla nadajnika o mocy 1 mW podłączonego bez strat do anteny izotropowej EIRP wynosiła by 0 dBm. Dla rzeczywistych układów nadawczych aby obliczyć EIRP należy uwzględnić także straty wnoszone przez kabel doprowadzający sygnał do anteny i zysk anteny. Przykładowo dla nadajnika o mocy 50 mW podłączonego do anteny o zysku 12 dBi kablem o tłumienności 0,55 dB/m i o długości 18 metrów wynosi:

$$EIRP = 10 * \log_{10}(50\ mW/1\ mW) - 18 * 0{,}55 + 12 = 10 * 1{,}70 - 9{,}9 + 12 = 19{,}1\ dBm$$

Wartość EIRP jest istotna między innymi przy obliczeniach parametrów sieci WLAN. Według obowiązujących przepisów dla pasma 2,4 GHz EIRP nie może przekroczyć 20 dBm. EIRP jest użyteczna także w dziedzinie BHP i ochrony środowiska, gdyż umożliwia porównanie poziomu pola elektromagnetycznego dla różnych anten na kierunkach maksymalnego promieniowania a więc potencjalnej ich szkodliwości dla ludzi. Należy jednak zauważyć, że anteny o dużym zysku mają wąskie charakterystyki promieniowania i zawieszone na stosunkowo dużej wysokości nie wytwarzają wokół masztu w miejscu dostępnym dla ludności szkodliwego poziomu pola elektromagnetycznego. Nie jest prawdą, że po zastosowaniu anteny o zysku 30 dBi z nadajnika o mocy 1 W wypromieniowana zostanie moc 1000 W, czyli o 30 dB większa. Zysk anteny jest bezpośrednio związany z jej właściwościami kierunkowymi. Im jest wyższy, tym antena jest bardziej kierunkowa, a więc moc promieniowana jest w węższej wiązce.