

"Введение в характеристики оптоволокна: dB, ослабление и измерения параметров"

Содержание

[Введение](#)

[Предварительные условия](#)

[Требования](#)

[Используемые компоненты](#)

[Условные обозначения](#)

[Что такое децибел?](#)

[Базируйте 10 правил логарифма](#)

[дБ](#)

[Децибелы в милливаттах \(дБм\)](#)

[Децибелы, что Референс Уотт \(дБВт\)](#)

[Коэффициенты усиления по мощности/напряжению](#)

[Структура оптоволокна](#)

[Тип волокна](#)

[Wavelength](#)

[Оптическая мощность](#)

[Поймите потерю вставки](#)

[Вычислите бюджет питания](#)

[Дополнительные сведения](#)

Введение

Этот документ представляет собой краткий справочник, в котором собран ряд формул и важных сведений из области оптических технологий. Основное внимание уделено таким величинам, как децибелы (дБ), децибелы на милливатт (дБм), затухание и показания измерений. Также даны вводные сведения об оптоволокне.

Предварительные условия

Требования

Для этого документа отсутствуют особые требования.

Используемые компоненты

Настоящий документ не имеет жесткой привязки к каким-либо конкретным версиям программного обеспечения и оборудования.

Сведения, представленные в этом документе, были получены от устройств, работающих в специальной лабораторной среде. Все устройства, описанные в этом документе, были запущены с чистой (стандартной) конфигурацией. В рабочей сети необходимо изучить потенциальное воздействие всех команд до их использования.

Условные обозначения

[Дополнительные сведения об условных обозначениях см. в документе Условные обозначения технических терминов Cisco.](#)

Что такое децибел?

Децибел (дБ) является модулем, используемым для выражения относительных разниц в уровне сигнала. Децибел выражен как ядро 10 логарифмов соотношения питания двух сигналов, как показано здесь:

$$dB = 10 \times \text{Log}_{10} (P1/P2)$$

где Log_{10} является ядром 10 логарифмов, и P1 и P2 являются полномочиями, которые будут сравнены.

Примечание: Log_{10} отличается от натурального логарифма (Ln, или LN) базируют е логарифм.

Можно также выразить амплитуду сигнала в дБ. Питание пропорционально квадрату амплитуды сигнала. Поэтому дБ выражен как:

$$dB = 20 \times \text{Log}_{10} (V1/V2)$$

где V1 и V2 являются амплитудами, которые сравниваются.

$$1 \text{ Bell (не используется в текущий момент)} = \text{Log}_{10} (P1/P2)$$

$$1 \text{ децибел (дБ)} = 1 \text{ бел} / 10 = 10 * \text{Log}_{10} (P1/P2)$$

$$dBr = dB \text{ (относительно)} = dB = 10 * \text{Log}_{10} (P1/P2)$$

Базируйте 10 правил логарифма

- $\text{Log}_{10} (A \times B) = \text{Log}_{10} (A) + \text{Log}_{10} (B)$
- $\text{Log}_{10} (A/B) = \text{Log}_{10} (A) - \text{Log}_{10} (B)$
- $\text{Log}_{10} (1/A) = - \text{Log}_{10} (A)$
- $\text{Log}_{10} (0,01) = - \text{Log}_{10} (100) = -2$
- $\text{Log}_{10} (0,1) = - \text{Log}_{10} (10) = -1$
- $\text{Log}_{10} (1) = 0$
- $\text{Log}_{10} (2) = 0,3$
- $\text{Log}_{10} (4) = 0,6$
- $\text{Log}_{10} (10) = 1$
- $\text{Log}_{10} (20) = 1,3$, $\text{Log}_{10} (2 \times 10) = \text{Log}_{10} (2) + \text{Log}_{10} (10) = 1 + 0,3$

- $\text{Log}_{10}(100) = 2$
- $\text{Log}_{10}(1000) = 3$
- $\text{Log}_{10}(10000) = 4$

дБ

Эта таблица приводит Логарифм и дБ (децибел) отношения мощностей:

Соотношение уровней сигнала	дБ = $10 \times \text{Log}_{10}$ (Отношение мощностей)
AxB	x дБ = $10 \times \text{Log}_{10}(A) + 10 \times \text{Log}_{10}(B)$
A/B	x дБ = $10 \times \text{Log}_{10}(A) - 10 \times \text{Log}_{10}(B)$
1/A	x дБ = $+ 10 \times \text{Log}_{10}(1/A) = - 10 \times \text{Log}_{10}(A)$
0,01	- 20 дБ = $- 10 \times \text{Log}_{10}(100)$
0,1	- 10 дБ = $10 \times \text{Log}_{10}(1)$
1	0 дБ = $10 \times \text{Log}_{10}(1)$
2	3 дБ = $10 \times \text{Log}_{10}(2)$
4	6 дБ = $10 \times \text{Log}_{10}(4)$
10	10 дБ = $10 \times \text{Log}_{10}(10)$
20	13 дБ = $10 \times (\text{Log}_{10}(10) + \text{Log}_{10}(2))$
100	20 дБ = $10 \times \text{Log}_{10}(100)$
1000	30 дБ = $10 \times \text{Log}_{10}(1000)$
10000	40 дБ = $10 \times \text{Log}_{10}(10000)$

Децибелы в милливаттах (дБм)

дБм = дБ мВт = $10 \times \text{Log}_{10}$ (степень в мВт / 1 мВт)

Питание	Соотношение	дБм = $10 \times \text{Log}_{10}$ (Питание в мВт / 1 мВт)
1 мВт	1 мВт / 1 мВт = 1	0 дБм = $10 \times \text{Log}_{10}(1)$
2 мВт	2 мВт/1мВт=2	3 дБм = $10 \times \text{Log}_{10}(2)$
4 мВт	4 мВт/1мВт=4	6 дБм = $10 \times \text{Log}_{10}(4)$
10 мВт	10 мВт/1мВт=10	10 дБм = 10

		$\times \text{Log}_{10} (10)$
0,1 Вт	100 mW/1mW=100	20 дБм = 10 $\times \text{Log}_{10} (100)$
1 Вт	1000 mW/1mW=1000	30 дБм = 10 $\times \text{Log}_{10} (1000)$
10 Вт	10000mW/1mW=10000	40 дБм = 10 $\times \text{Log}_{10} (10000)$

Децибелы, что Референс Уотт (дБВт)

дБВт = 10 x Log10 (мощность в ваттах/1 Вт)

Питание	Соотношение	дБм = 10 x Log10 (Питание в мВт / 1 мВт)
1 Вт	1 ВТ / 1 ВТ = 1	0 дБВт = 10 x Log10 (1)
2 Вт	2 ВТ / 1 ВТ = 2	3 дБВт = 10 x Log10 (2)
4 Вт	4 ВТ / 1 ВТ = 4	6 дБВ = 10 x Log10 (4)
10 Вт	10 ВТ / 1 ВТ = 10	10 дБВт = 10 x Log10 (10)
100 мВт	0,1 ВТ / 1 ВТ = 0,1	- 10 дБВт = -10 $\times \text{Log}_{10} (10)$
10 мВт	0,01 W / 1 W = 1/100	- 20 дБВт = -10 $\times \text{Log}_{10} (100)$
1 мВт	0,001W/1W=1/1000	- 30 дБВт = -10 $\times \text{Log}_{10} (1000)$

Коэффициенты усиления по мощности/напряжению

Эта таблица сравнивает коэффициенты усиления по мощности и усиления по напряжению:

дБ	Соотноше ние уровней сигнала	Отношени е напряжен ий	дБ	Соотношени е уровней сигнала	Отношен ие напряжен ий
0	1,00	1,00	1 0	10,00	3,16
1	1,26	1,12	1 1	12,59	3,55
2	1,58	1,26	1 2	15,85	3,98

3	2,00	1,41	1 3	19,95	4,47
4	2,51	1,58	1 4	25,12	5,01
5	3,16	1,78	1 5	31,62	5,62
6	3,98	2,00	1 6	39,81	6,31
7	5,01	2,24	1 7	50,12	7,08
8	6,31	2,51	1 8	63,10	7,94
9	7,94	2,82	1 9	79,43	8,91
10	10,00	3,16	2 0	100,00	10,00

С этой информацией можно определить формулы затухания и усиление:

$$\text{Затухание (дБ)} = 10 \times \text{Log}_{10} (P_{\text{in}}/P) = 20 \times \text{Log}_{10} (V_{\text{in}}/V)$$

$$\text{Усиление (дБ)} = 10 \times \text{Log}_{10} (P_{\text{out}}/P_{\text{в}}) = 20 \times \text{Log}_{10} (V_{\text{out}}/V_{\text{в}})$$

Структура оптоволоконна

Оптоволоконно является средой для переноса информации. Оптоволоконно сделано из основанного на кварце стекла и состоит из ядра, окруженного оболочкой. Центральная часть волокна, названного ядром, имеет коэффициент преломления N1. Оболочка, которая окружает ядро, имеет более низкий коэффициент преломления N2. Когда свет вводит волокно, оболочка ограничивает свет центральной жилой оптоволоконна и световые перемещения вниз волокно внутренним отражением между границами ядра и оболочки.

Рисунок 1 – волоконно-оптическая структура

Тип волокна

Одномодовый (SM) и многорежимный (MM) оптоволоконные кабели являются основными оптоволоконными кабелями, которые произведены и выставлены на продажу сегодня.

[Рисунок 2](#) предоставляет сведения об обоих этих типах оптоволоконна.

Рисунок 2 – SM и Оптоволоконна MM

Wavelength

Малая величина света введена в волокно. Это попадает в видимый диапазон длин волн (от 400 нм до 700 нм) и длина волны ближнего инфракрасного диапазона (от 700 нм до 1700 нм) в спектре электромагнитных волн (см. [рисунок 3](#)).

Рисунок 3 – спектр электромагнитных волн

Существует четыре специальных длины волны, которые можно использовать для оптической передачи с низкими уровнями оптических потерь, которые приводит эта таблица:

Windows	Wavelength	Loss
1-я длина волны	850 нм	3dB/km
2-я длина волны	1310 нм	0.4dB/km
третья длина волны	1550нм (диапазон C-band)	0.2dB/km
4-я длина волны	1625 нм (диапазон L)	0.2dB/km

Оптическая мощность

Для измерения оптических потерь можно использовать два модуля, а именно, дБм и дБ. В то время как дБм является уровнем фактической мощности, представленным в милливаттах, дБ (децибел) является различием между полномочиями.

Рисунок 4 – как измерить оптическую мощность

Если мощностью входного оптического сигнала является P1 (дБм), и мощностью выходного оптического сигнала является P2 (дБм), потерями мощности является P1 - дБ P2. Для наблюдения, сколько питания потеряно между ввод/выводом, обратитесь к значению дБ в этой таблице преобразования энергии:

дБ	Выходная мощность в % от входной мощности	Процент потерь питания	Комментарии
1	79%	21%	-
2	63%	37%	-
3	50%	50%	1/2 питание
4	40%	60%	-
5	32%	68%	-
6	25%	75%	1/4 питание
7	20%	80%	1/5 питание
8	16%	84%	1/6 питание
9	12%	88%	1/8 мощности
10	10%	90%	1/10 питание
11	8%	92%	1/12 питание
12	6.3%	93.7%	1/16 питание
13	5%	95%	1/20 питание
14	4%	96%	1/25 питание
15	3.2%	96.8%	1/30 питание

Например, когда прямая линия (LD), входной оптический сигнал в волокно является 0dBm и выходной мощностью, является -15dBm, оптические потери для волокна вычислены как:

Input Output Optical Loss 0dBm - (-15dBm) =15dB

В таблице преобразования энергии 15 дБ для оптических потерь равняются 96.8 процентам потерянной оптической мощности. Поэтому только 3.2 процента оптической мощности остаются, когда это перемещается через волокно.

Поймите потерю вставки

В любом оптоволоконном соединении происходит некоторая потеря. Потеря вставки для разъёма или соединения встык является различием в питании, которое вы видите при вставке устройства в систему. Например, возьмите длину волоконно-оптического канала и измерьте оптическую мощность через волокно. Обратите внимание на читающий (P1). Теперь вырежьте волокно в половине, завершите оптоволоконные кабели и подключите их и измерьте питание снова. Обратите внимание на второе чтение (P2). Различием между первым прочтением (P1) и вторым (P2) является потеря вставки или потеря оптической мощности, которая происходит, когда вы вставляете разъём в линию. Это измерено как:

$$IL \text{ (дБ)} = 10 \log_{10} (P2 / P1)$$

Необходимо понять эти две важных вещи о потере вставки:

- **Указанные вносимые потери действительны для одинаковых оптоволоконных кабелей.** Если диаметр ядра (или NA) стороны, которая передает данные, больше, чем NA волокна, которое получает данные, существует дополнительная потеря. $L_{dia} = 10 \log_{10} (\text{diar}/\text{diat})^2$ $L_{NA} = 10 \log_{10} (NA_r/NA_t)^2$ где: L_{dia} = Диаметр потерь diar = diameter receive (диаметр приема) diat = диаметр со стороны передачи L_{NA} = Потеря на оптоволокне. Дополнительная потеря может произойти от френелевских отражений. Это происходит, когда два волокна разделены и в преломляющем индексе получается неоднородность. Для двух стекловолокон, разделенных воздушным зазором, френелевские отражения 0.32 дБ.
- **Потеря зависит от запуска.** Потеря вставки зависит от запуска и получает условия в двух оптоволоконных кабелях, к которым присоединяются. В коротком запуске можно переполнить волокно с оптической энергией, которую несут и в оболочке и в ядре. Излишек напряжения рассеивается на расстоянии, пока оптоволоконный кабель не достигнет состояния, известного как распределение в режиме равновесия (EMD). В длинном запуске волокно уже достигло EMD, таким образом, избыточная энергия уже снята и не присутствует в разъёме. Свет, который пересекает соединение от волокна к волокну соединения, может снова переполнить волокно с режимами дополнительной оболочки. Они быстро потеряны. Это кратковременное условие получения. Если вы измеряетесь, выходная мощность короткого - получают волокно, вы видите избыточную энергию. Однако избыточная энергия не распространяется далеко. Чтение является поэтому неправильным. Точно так же, если длина получить волокна достаточно длинна для достижения EMD, чтение потери вставки может быть выше, но это отражает условия реального приложения. Можно легко моделировать EMD (долго запускают и получают). Для этого необходимо обернуть волокно вокруг оправки пять раз. Это разделяет оболочечные моды.

Вычислите бюджет питания

Можно сделать приближенную оценку из бюджета питания ссылки. Для этого необходимо позволить 0.75 дБ для каждого волокна к оптоволоконному соединению и предположить, что потеря волоконного кабеля пропорциональна с длиной в волокне.

Для 100 метров, выполненных с тремя патчами - панелями и 62.5/125 волокном, которые имеют потерю 3.5 дБ/км, общие потери составляют 2.6 дБ, как показано здесь:

Волокно: 3.5 дБ/км = 0.35 дБ на 100 метров

Патч - панель 1 = 0.75 дБ

Патч - панель 2 = 0.75 дБ

Патч-панель 3 = 0.75 дБ

Общее количество = 2.6 дБ

Измеренная потеря обычно меньше. Например, средняя потеря вставки для разъёма SC AMP составляет 0.3 дБ. В этом случае потеря связи составляет только 1.4 дБ. Независимо от того, выполняете ли вы Ethernet в 10 Мбит/с или ATM в 155 Мбит/с, потеря является тем же.

Оптическое измерение коэффициента отражения методом совмещения прямого и отражённого испытательных сигналов (OTDR) является распространённым методом сертификации оптоволоконных систем. OTDR вводит свет в волокно, и затем графически отображает результаты обнаруженного заднего отраженного света. Меры по OTDR истекли время прохождения отраженного света для вычисления расстояния к другим событиям. Визуальное отображение позволяет определение длины потерь для отдельных модулей, оценку соединений встык и разъёмов и места отказа. OTDR увеличивает масштаб к определенным местоположениям для изображения крупным планом частей ссылки.

В то время как можно использовать измерители мощности и сигнализировать инжекторы для многих сертификаций ссылки и оценок, OTDR предоставляют мощный инструмент диагностики для получения всестороннего изображения ссылки. Но OTDR требует, чтобы больше обучения и некоторый навык интерпретировали показ.

[Дополнительные сведения](#)

- [Страница технической поддержки оптических продуктов](#)
- [Cisco Systems – техническая поддержка и документация](#)